

Rudolf Randolf

Wohin mit dem ABWASSER

6., stark bearbeitete Auflage



VEB Verlag für Bauwesen, DDR - Berlin

Рудольф Рандольф

Что делать со сточными водами

Перевод с немецкого
И.Б. Палееса

Под редакцией
канд. техн. наук Т.А. Нарюхиной

Издание второе, дополненное

Москва Стройиздат 1987

Рандольф Р.

Р 22 Что делать со сточными водами/Пер. с нем. И. Б. Палееса; Под ред. Т. А. Карюхиной.—2-е изд., доп.—М.: Стройиздат, 1987.—120 с.: ил.

Автор из ГДР в популярной форме рассказывает об образовании и свойствах сточных вод до их очистки и сброса в водоемы или отвода в почву, а также о методах очистки сточных вод. Приведены специальные указания по очистке сточных вод, отводимых с дачных участков и из собственных домов. Рассмотрены вопросы утилизации сточных вод. Настоящее издание подготовлено с учетом дополнений, включенных в шестое издание, вышедшее в ГДР в 1985 г.

Для широкого круга читателей.

3206900000—489

ББК 38.761.2



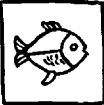







VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1985
вод на русский язык, Стройиздат, 1976
й язык, Стройиздат, 1987, с изменениями

ОБ АВТОРЕ

Рудольф Рандольф родился в 1925 г. в Легнице. По окончании средней школы в Магдебурге работал плотником, затем учился в Техническом университете в Дрездене на строительном факультете. В 1953 г. получил диплом инженера по специальности «Городское и дорожное строительство», а в 1958 г.—степень доктора технических наук.

С 1953 г. работает в Берлине, занимается вопросами водоснабжения и очистки сточных вод. С 1974 г.—директор Управления дорожного и инженерного строительства при магистрате Берлина. Р. Рандольф ведет большую научную работу, он является автором книги «Канализация и очистка сточных вод». С 1946 г. состоит членом СЕПГ. Его заслуги в области народного хозяйства неоднократно отмечались правительственными наградами.

Оглавление

	От редакции	5
	Предисловие	6
	Решение проблемы сточных вод в разные времена	7
	Что такое сточные воды?	13
	Круговорот воды в природе и охрана водоемов	18
	«Домик с сердцем»	26
	Очистные сооружения малой канализации поселковых домов	32
	Сточные воды от небольших населенных пунктов	58
	Как очищают сточные воды в больших городах?	78
	Промышленность и водоемы	97
	Являются ли сточные воды ценным сырьем?	104
	Чистая вода—залог здоровья	111
	Список литературы	119

Живую природу, доставляющую человечеству все необходимое для его существования, надо заботливо беречь. Это сейчас понимают все. За последние несколько десятков лет с наибольшей очевидностью необходимость такой заботы проявилась в отношении важнейшего природного компонента—источников чистой природной воды, многие из которых в результате загрязнения сточными водами—отходами жизнедеятельности человека—уже находятся под угрозой гибели.

В нашей стране вопросам очистки и обезвреживания сточных вод уделяется очень серьезное внимание. Достаточно напомнить, что все водные ресурсы страны поставлены под охрану закона, а использование водоемов и защита их от загрязнения регламентируются рядом правительственных постановлений.

Однако успешное решение этой проблемы, имеющей глобальное значение, во многом зависит от каждого человека—от уровня его культуры и понимания общественного значения вопроса. Требуется, конечно, и наличие некоторых специальных знаний. Как раз в этом отношении, если говорить не о подготовленных специалистах, а о широких слоях населения, имеется заметный пробел. В особенности это касается знаний в области канализации и методов очистки сточных вод. Сведения о канализации большей частью ограничиваются знакомством с бытовыми санитарными приборами. Для многих, даже широко образованных людей часто является откровением, что вся использованная и, следовательно, загрязненная вода неизбежно попадает в тот же водоем, из которого она взята, или в другой природный источник воды и что в связи с этим неверное решение вопросов очистки сточных вод или неправильная конструкция даже простейших приемников нечистот угрожает здоровью местного населения. Очень большая часть населения городов и поселков, пользуясь всеми достижениями современной санитарной техники в быту, даже не подозревает о существовании сложнейших очистных сооружений канализационных систем и целой науки об очистке сточных вод.

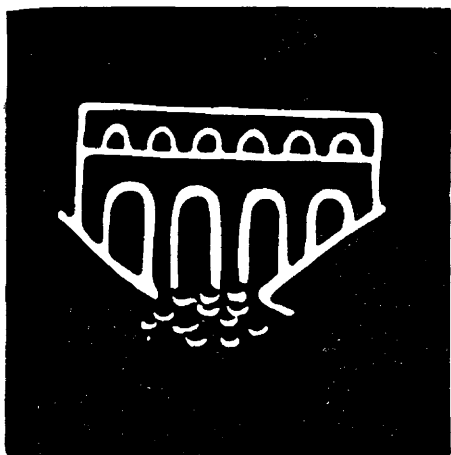
Книга д-ра Р. Рандольфа «Что делать со сточными водами» в основном имеет целью способствовать ликвидации такой элементарной «канализационной неграмотности». Автор интересно, доступно и на высоком научном уровне знакомит нас с кругом сложных проблем современности, связанных с защитой природных источников воды от загрязнения сточными водами, с сохранением экологического равновесия в водоемах и с принципами технического решения задач по очистке сточных вод. Материал книги убедительно показывает, насколько важно для повышения санитарно-гигиенического уровня жизни человека разумно и экономно расходовать воду, умело строить и беречь канализацию, сбрасывая в нее только такие отходы, которые могут быть удалены потоком воды, а затем уловлены, обработаны и использованы. Бережное отношение к канализации должно быть нормой поведения всех, кто ею пользуется. Книга д-ра Р. Рандольфа, несомненно, способствует пониманию важности этого бесспорного положения.

Предисловие

Эта книга адресована всем, кто интересуется проблемой сточных вод. В десяти ее главах в популярной форме излагаются важнейшие сведения о сточных водах: от образования и свойств сточных вод до их очистки и сброса в водоемы или отвода в почву. Книга не является ни учебником, ни специальным пособием, поэтому отдельные главы ее можно читать в любой последовательности. Можно также пропустить некоторые разделы книги или начинать чтение с последних глав. Там, где это требуется, даются ссылки на содержание других глав. Главы 4 и 5 должны особенно заинтересовать владельцев садовых участков и домов поселкового типа. В случае невозможности подключения к коммунальной канализационной сети владельцы таких домов и садовых участков вынуждены сами заботиться об удалении сточных вод. В упомянутых главах для них имеются специальные указания.

Для своей книги автор не имел готового образца ни в специальной, ни в научно-популярной литературе. Можно с уверенностью сказать, что в ней впервые сделана попытка представить проблему сточных вод в форме «занимательной науки». Если это удалось, то в значительной степени благодаря графическому искусству Петера Дича, а также помощи редакции издательства, которая проявила большой интерес к данной книге и позаботилась об ее оформлении.

Д-р техн. наук Р. Рандольф



Решение проблемы сточных вод в разные времена

В живой природе постоянно происходит обмен веществ. Всякое потребление вещества влечет за собой образование отходов, которые в силу своего происхождения рассматриваются как отбросы. В целом это основное положение биологии может быть распространено и на другие процессы.

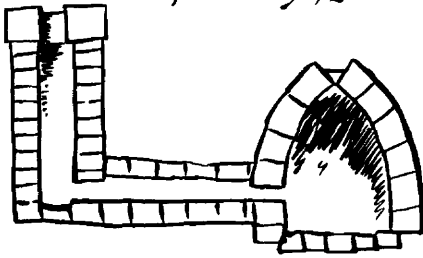
Человек не представляет в этом смысле какого-либо исключения. В результате его жизнедеятельности также образуются отбросы, возникающие частично вследствие протекания биологических процессов, а частично в результате производственной деятельности («экскременты потребления и производства» по К. Марксу). Обезвреживание удаляемых отходов создает предпосылки для их возможной последующей утилизации. В этой книге рассматриваются главным образом биологические отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека. Полезно будет начать такое рассмотрение с краткого исторического очерка, который покажет, как человек

в разные времена решал проблему удаления отбросов. Наряду с широким применением техники для производства предметов потребления человечество непрерывно совершенствовало и способы удаления сточных вод. Решение проблемы сточных вод на разных исторических этапах является страничкой истории развития техники.

В доисторические времена удаление отбросов не вызывало существенных затруднений, так как человек находился в условиях нетронутой природы, которая избавляла его от всех хлопот при решении данного вопроса. Лишь когда люди стали объединяться в большие общины, возникла необходимость создания устройств, предназначенных для быстрого и полного удаления отбросов от жилых мест. Жидкие отбросы можно было удалять самотеком, по принципу существующей в настоящее время системы канализации. Об этом подробно сказано в главах 6 и 7.

Вероятно, не все знают, что еще древнейшие поселения имели сооружения для отвода сточных вод. Так, например, в древнем индийском городе Мохенъ-Даро, расположенном в нижнем течении р. Инд, еще 3000 лет до н. э. существовала хорошо оборудованная система водоснабжения с колодцами и водопроводными трубами, а также система канализации. Дома были оборудованы ванными комнатами и туалетами. Обожженные или отесанные камни использовались не только для строительства прочных жилищ, но также и для строительства каналов, по которым отводились сточные воды. При раскопках в Вавилонии были обнаружены канализационные каналы, выложенные из обожженного кирпича, обмазанного битумом. Аналогичные сооружения, существовавшие еще за много тысячелетий до нашей эры, обнаружены также у ассирийцев. В Саргонском дворце в г. Дур-Шаррукин (ныне Хорсабад в Ираке) при раскоп-

*Канализационный канал
в Саргонском дворце*



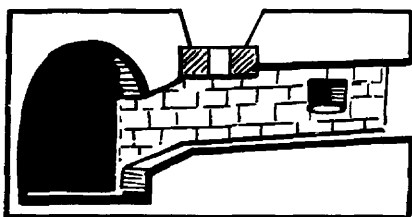
ках был обнаружен канализационный канал глубиной 1,4 и шириной 1,2 м. По-видимому, подобные каналы могли предусматриваться лишь для крупных строений, в жилищах богатых людей, и прежде всего во дворцах древних властителей. Однако даже древние народы, проживавшие в небольших городах, соблюдали санитарно-гигиенические правила. У израильтян, например, в Ветхом завете имеются указания относительно соблюдения правил гигиены во время проживания в военных лагерях. Так, в главе 23 Пятой книги Моисея находим следующие указания: «...близ лагеря должен ты место найти, куда бы ты мог по нужде сходить. А при себе должен ты иметь лопатку, с помощью которой должен ты вырыть ямку, а справив все дела свои, должен ты все, что из тебя вышло, в эту ямку закопать». Древние греки не только проявляли незаурядные способности в области науки и искусства, но были также великолепными строителями. Всем известны прекрасные храмы, сохранившиеся до нашего времени. Однако вряд ли многие знают о существовании в древних Афинах канализационного канала, проложенного через весь город. Первоначально это была небольшая речушка, которая затем путем крепления берегов и дна с последующим перекрытием была преобразована в канализационный канал. Ширина его в некоторых местах составляла 4,2 м. Канализационные сооружения были обнаружены также при

раскопках многих других греческих городов, например Олимпии, Агригента, Самоса, Пергама, Кносса.

Большим умением строить инженерные сооружения отличались древние римляне. Построенные ими подземные сооружения поражают смелостью и оригинальностью замыслов. Во времена правления императора Нервы в Риме насчитывалось около 2 млн. жителей. Ежедневно по трубопроводам, снабжавшим город водой, подавалось около миллиарда литров, т. е. в сутки на каждого жителя приходилось 500 литров воды. Эта величина характерна и в наше время для Берлина и других городов с миллионным населением. Поскольку в то время не существовало насосов для перекачивания столь значительных количеств воды, приходилось подавать ее в город из высокогорных источников, часто находившихся на значительном расстоянии от города. Если на пути прокладки трубопроводов встречались препятствия в виде речных долин, то в этих местах возводились сооружения типа мостов, называемые акведуками, которые частично сохранились до нашего времени.

Большое потребление воды в Древнем Риме приводило к образованию большого объема сточных вод. Для отведения их в реку Тибр использовали ручьи. Часть таких ручьев перекрывалась, и получались канализационные каналы. Так возникла, например, известная «клоака максима» — большой сточный канал, отдельные части которого использовались еще сравнительно недавно. Лишь в 1900 г. на смену ему пришли новые канализационные сооружения. Происхождение этого сточного канала из небольшой речушки можно установить еще и сейчас. Канал имеет плоское дно и сводчатое перекрытие. В отдельных местах ширина его составляет несколько метров. Поскольку строительство канала осуществлялось не одновременно, а поэтапно, то на отдельных участках канал имел

Арведук



«Клоака максима» с подводящим каналом в Древнем Риме

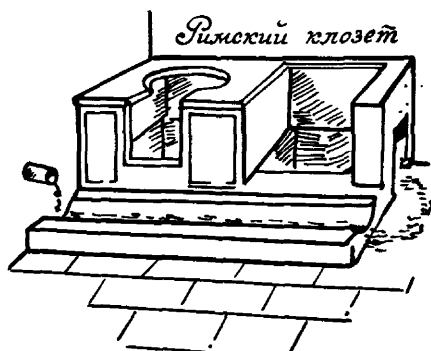
недостаточный уклон. На таких участках загрязненная вода стекала медленно, и на дне канала образовывались отложения, препятствовавшие стоку воды. Поэтому канал приходилось часто очищать от скапливавшегося осадка. Работа эта, разумеется, была неприятной и выполнялась главным образом военнопленными.

В Древнем Риме, где все продавалось и покупалось, общественные уборные устраивались по «частнокапиталистическому» принципу. Во время правления императора Диоклетиана в Риме насчитывалось 144 общественных уборных, за пользование которыми с посетителей взималась определенная плата. Как-то Веспасиан, поднеся золотой к носу Тита, спросил, сможет ли тот по запаху определить, откуда у него эта монета. Получив отрицательный ответ, он указал пальцем в сторону владельца, взимавшего плату за пользование уборной. Отсюда, между

«... non olet!»



Римский клозет



прочим, пошло выражение «non olet» — «деньги не пахнут».

Во дворце императора Августа туалет представлял собой полукруглое помещение с тремя нишами. В каждой нише имелось мраморное сиденье. Нечистоты смывались постоянно текущей под сиденьями водой. Аналогичный смыв нечистот водой был устроен во многих частных и общественных уборных. В древнем городе Помпеи, засыпанном пеплом во время извержения Везувия, под многометровым слоем лавы сохранились канализационные сооружения, свидетельствующие о довольно высоком техническом уровне строителей того времени.

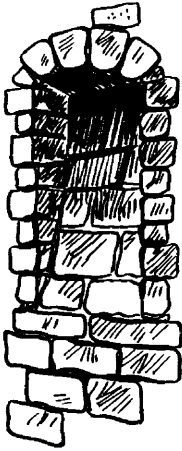
Если бы нам довелось хоть на миг очутиться в средневековом городе, то нас

поразило бы его антисанитарное состояние. То, что говорится в описании Парижа, сделанном в XII веке, в равной степени можно отнести и ко многим другим городам того времени. Улицы были немощеными, в ухабах, постоянно покрытыми грязью и нечистотами. Отвод бытовых сточных вод не был обеспечен. Сточные воды, смешиваясь с уличной грязью, образовывали большие лужи. Для повозок улицы были непроезжими. Дома, большей частью деревянные, располагались, как правило, близко друг к другу. При испарении нечистоты распространяли весьма неприятный запах. Гуси, свиньи и другой домашний скот сновали по улицам, отыскивая себе корм в нечистотах. Содержимое ночных горшков и помой выливались на улицу прямо из окон. Разумеется, дабы не «благословить» незадачливых прохожих, окатив их с головы до ног нечистотами, следовало трижды прокричать «*gare l'eau!*» (осторожно, вода!). По достоверным сведениям, устройство уборных в Париже относится только в начале XVI века.

Не лучше обстояли дела и в немецких городах. Часто из-за большого скопления грязи, покрывавшей улицы, горожанам приходилось носить деревянные башмаки или обувь на деревянной платформе. Вот как описывает город Гота того времени служитель церкви Муконий: «По улицам приходилось ходить в деревянных башмаках или на ходулях. Даже члены муниципального совета ходили на заседания в деревянных башмаках. Придя на заседание, они оставляли свои башмаки у входа в здание муниципалитета, и поэтому всегда можно было точно сказать, сколько человек пришло на собрание». Даже самые высокопоставленные лица часто не были уверены в возможности проехать по улицам города. В неблагоприятном состоянии улиц на личном опыте пришлось убедиться самому Фридриху III, который, несмотря на предупреждение о плохом состоянии

улиц, торжественно въехал в город Тютлинген. Однако при въезде в город его лошадь по брюхо увязла в грязи, откуда ее и всадника с большим трудом удалось вытащить. В более крупных городах, как, например, в Праге, Нюрнберге, Аугсбурге, к мощению улиц приступили лишь в XIV—XV вв. Большинство же небольших городов последовало их примеру значительно позже. О том, что вынуждены были предпринимать городские власти с целью улучшения санитарного состояния улиц, видно, например, из магдебургской городской хроники за 1425 г.: «...в этом году согласно указанию совета по городскому благоустройству близ большого каменного моста, переброшенного через реку, была выстроена общественная уборная. Все нечистоты из нее сбрасывались прямо в реку, что привело к значительному загрязнению реки в этом месте».

Плохо обстояли дела, по нашим современным понятиям, также и в средневековых замках. В большинстве этих рыцарских владений отхожие места выполнялись в виде башенных надстроек с наклонно устроенным стоком или в виде открытого снизу эркера, расположенного на наружной стене замка. При этом нечистоты стекали сначала по стене замка, затем вниз по холму, на котором он был расположен, и далее исчезали в низине. В таком состоянии находились средневековые города еще долгое время. Даже в XVII в. на улицах многих городов можно было видеть свиней, валявшихся в грязи на проезжей части. Они не только оскверняли улицы, но часто оказывались причиной падения всадников. Магистрат Берлина вынужден был в 1641 г. издать указ, по которому запрещалось выпускать свиней на улицы города. Но и после выхода этого указа состояние улиц ненамного улучшилось, и вслед за ним вышел новый, согласно которому каждый приезжавший в город за покупками крестьянин должен был на обратном пути нагрузить свою те-



*Серовоной провал
от клозета
в стене здания
(XIII в.)*

легу нечистотами и вывезти их за пределы города. Предполагалось, что такое мероприятие позволит в какой-то мере очистить улицы от грязи. Однако даже в Париже, о котором уже шла речь, к этому времени состояние улиц по сути дела не улучшилось. В одном из отчетов за 1697 г. мэр города жалуется на то, что жильцы домов продолжают выплескивать помои прямо из окон. Канализация появилась в Париже лишь во второй половине XIX в.

Примечательно также то, что пишет о Берлине Август Бебель в 1867 г.: «Санитарные условия были очень плохи. Канализации не существовало. В водосточных канавках, тянувшихся вдоль тротуаров, скапливались помои, и в теплые дни они распространяли зловоние. Общественных уборных на улицах или площадях не было. Для приезжих, и в особенности для женщин, это создавало невыносимые условия. Но и в домах уборные были невероятно примитивны. Однажды я пошел с женой в Королевский театр. Меня охватил ужас, когда я в антракте вошел в мужскую уборную. Посреди комнаты стоял огромный чан, а вдоль стены было расставлено несколько дюжин pots de chambre, содержимое которых приходилось собственноручно выливать после себя в большой общий



*Так выглядела одна из улиц
Берлина в 1830 г.*

чан. Это было весьма по-домашнему и вполне демократично. Только после 1870 года Берлин перешел из состояния вар-

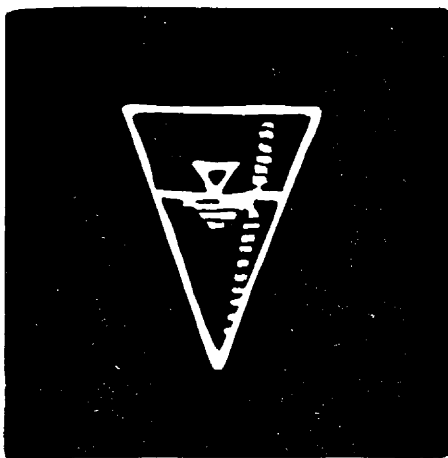
варства в цивилизованное состояние и мог заслужить название столицы».

Еще более жуткую картину описывает Фридрих Энгельс, касаясь санитарного состояния улиц того времени: «...можно увидеть, как здесь, в одном только Лондоне, изо дня в день с затратой огромных средств выбрасывается в море огромное количество навоза. Какие же колоссальные сооружения необходимы для того, чтобы этот навоз не отравил весь Лондон! Даже сравнительно небольшой Берлин вот уже по крайней мере тридцать лет задыхается в своих собственных нечистотах».

Значительному улучшению санитарного состояния городов способствовали мероприятия по устройству ватерклозетов в Англии. Первые попытки в этом направлении были предприняты в 1775 г., однако лишь в 1810 г. появились более или менее приемлемые конструкции. Устройство ватерклозетов, в которых предусматривался смыв водой, привело к улучшению санитарных условий в домах, но на усадебных участках и городских улицах положение оставалось таким же неблагоприятным или даже ухудшилось. Поскольку никакой системы уличной канализации не существовало, нечистоты стекали в имевшиеся на каждом приусадебном участке ямы. Если количество стоков от промывки санитарных приборов было значительным, эти ямы быстро переполнялись, и сточные воды, переливаясь, стекали прямо по улицам. Были предприняты попытки углубить уличные кюветы, чтобы они могли принять большее количество сточных вод. Однако это представляло опасность для быстро развивавшегося городского транспорта, и вскоре было принято решение о замене кюветов подземными каналами. Первоначально эти каналы устраивали без какой-либо системы. Их прокладывали кратчайшим путем к расположенным поблизости водоемам,

в которые и сбрасывали неочищенные сточные воды. Благодаря устройству каналов улицы стали чище, но зато сильно загрязнились водоемы, в результате чего исчезла водившаяся в них рыба. Сильное загрязнение рек во второй половине прошлого века явилось толчком для проведения различных исследований с целью определения возможности очистки сточных вод, отводимых через канализацию. Именно в этот период по примеру англичан многие города стали устраивать известные в наше время поля орошения. В результате этого реки стали чище, и, кроме того, сточные воды могли быть использованы в сельском хозяйстве. Однако поля орошения обладали рядом недостатков, и поэтому были предприняты поиски новых методов очистки сточных вод. По принципу полей орошения были разработаны биологические фильтры, которые применяются и в настоящее время. Был проведен ряд экспериментов с использованием для очистки сточных вод различных химикатов. Однако при больших затратах эффективность этих методов оказалась незначительной. Поскольку установили, что для дальнейшей обработки сточных вод необходимо предварительное удаление из них осадка, были разработаны различные конструкции отстойников. При этом возникла проблема обработки осадка сточных вод, который вследствие способности к гниению нельзя просто оставлять на местности. Решением вопроса явилось сбрасывание осадка в специальных резервуарах.

В наше время разработаны методы искусственной биологической очистки. В 1914 г. появился метод очистки сточных вод с помощью активного ила, применяемый и сейчас как стандартный для глубокой очистки. Все указанные методы будут подробно рассмотрены в последующих главах.



Что такое сточные воды?

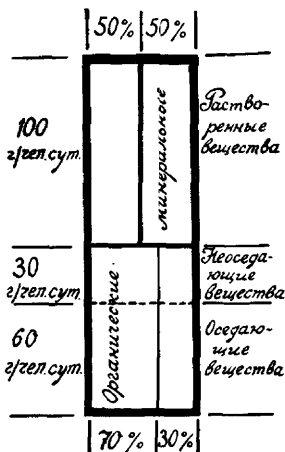
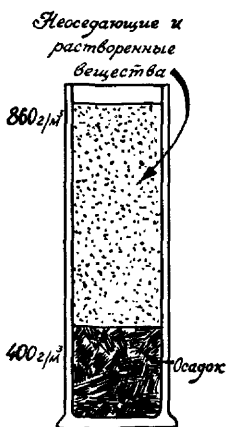
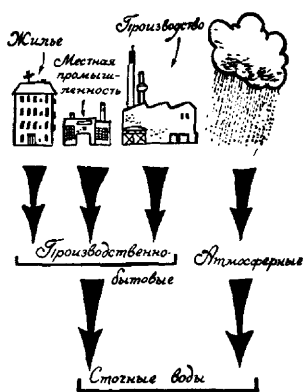
Определение этому понятию скорее всего можно найти в энциклопедическом словаре. Давайте посмотрим Малый энциклопедический словарь под редакцией Мейера: «Сточная вода: отработанная, в большинстве случаев сильно загрязненная вода населенных пунктов (от 100 до 350 л в сутки на каждого жителя) и промышленных предприятий. Перед сбросом в реки сточные воды следует очищать до такой степени, чтобы не отравить речную воду и не придать ей неприятного запаха». Это, несомненно, короткое и правильное объяснение, которое в дальнейшем окажет нам определенную помощь. Теперь посмотрим, что говорится по этому поводу в Малой технической энциклопедии: «Сточные воды—это в большей или меньшей степени загрязненные в результате использования бытовые, промысловые и производственные¹

¹ В отечественной технической литературе сточные воды промышленного и производственного происхождения принято обозначать одним термином—«производственные сточные воды». Поэтому мы будем пользоваться только этим термином. (Здесь и далее—прим. науч. ред.).

воды, содержащие отбросы или отработанное тепло, а также отличающиеся изменившимися в отрицательную сторону физическими и биологическими свойствами». Здесь мы узнаем уже нечто большее о происхождении сточных вод. Будучи все же неудовлетворенными полученными объяснениями, попытаемся найти так называемое официальное определение понятия «сточные воды», обратившись для этого к стандарту TGL 92-023 («Сточные воды—терминология, определения понятий»). Здесь мы находим точное и краткое объяснение: «сточная вода—это вода, загрязненная вследствие использования ее в быту и на производстве, а также атмосферная вода, отводимая с территорий населенных пунктов».

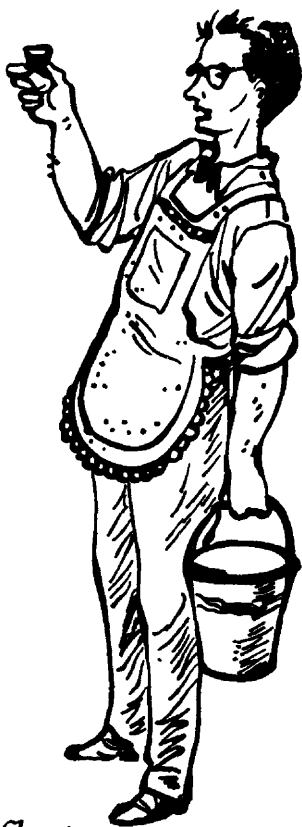
Приведенные выше определения содержат одно общее: они указывают, что сточные воды не имеют однородного состава. Эти определения дают лишь общую характеристику всех загрязненных вод. В качестве больших групп различаются бытовые и производственные сточные воды, а также атмосферные воды. Такое подразделение сточных вод основано на их происхождении и не учитывает их состава. Дело в том, что очень трудно дать краткую характеристику ингредиентов сточных вод, так как загрязненные воды могут содержать в большем или меньшем количестве многие вещества. Находящиеся в сточных водах твердые вещества различаются по крупности. Диапазон крупности довольно широк: от крупных механических примесей, задерживаемых решетками с прозорами в несколько сантиметров, до полурастворенных и растворенных веществ, различимых лишь с помощью микроскопа. Среди них имеются частицы, находящиеся во взвешенном состоянии, от крупных песчинок до мельчайших взвесей.

Если взять на пробу небольшое количество сточной воды из городского канализационного коллектора и дать ей отстояться,



то спустя некоторое время на дне сосуда, в который была налита сточная вода, образуется осадок, произошло выделение из воды твердых веществ. Взятая на пробу сточная вода немного посветлела, но не стала еще совсем чистой. Мутность воды объясняется наличием в ней полурасстворенных, или, как их иногда еще называют, коллоидных (коллоиды—клей) частиц. Эти частицы настолько малы, что не оседают на дно, а находятся во взвешенном состоянии вследствие беспорядочного теплового движения молекул воды. Этот процесс назван броуновским движением молекул по имени впервые открывшего его ученого. Растворенные вещества неразличимы невооруженным глазом и не вызывают помутнения воды. Осаждающиеся, полурасстворенные и растворенные вещества, находящиеся в сточных водах,—это преимущественно (58%) органические вещества, т. е. продукты живой природы. Поскольку все они представляют собой химические соединения углерода, то в сухом состоянии горят. Остальные твердые вещества (42%) являются неорганическими. К ним относятся такие минералы, как песок, глина и т. п.; эти вещества не горят. В природе все органические вещества спустя какое-то время разлагаются. В этом можно убедиться, если,

например, сосуд с донным осадком взятой на пробу сточной воды оставить на несколько дней открытым. Осадок, состоящий преимущественно из органических веществ, превращается вскоре в гниющую массу с очень неприятным запахом. При этом не только осадок, но и находящаяся над ним мутная вода скоро начинает гнить, что легко определяется по запаху. В такой воде имеется еще значительное количество разлагающихся органических веществ. Если в лабораторных условиях пропустить эту мутную воду через тонкий фильтр, то полурасстворенные вещества осядут на фильтре, а полученная в результате фильтрования вода будет прозрачной. Но даже от нее через некоторое время начинает исходить неприятный тухлый запах. Это свидетельствует о том, что даже растворенные вещества, которые не были задержаны фильтром, являются отчасти веществами органического происхождения, вследствие чего они разлагаются. Эти опыты показывают, что очистка сточных вод не ограничивается только выделением осадков, т. е. отстаиванием. В мутной воде остаются еще органические вещества, и даже в результате последующей очистки не удастся получить воду, которая не содержала бы веществ, вызывающих гниение.



*На ведро воды
приходится наперсток
твердых веществ*

Мы еще подробно рассмотрим процессы, происходящие при разложении органических веществ. А пока вернемся к нашей взятой на пробу воде. Если пребывание ее в городском канализационном коллекторе не было продолжительным, то она будет выглядеть грязно-серой. Сначала кажется странным, что вода несколько не концентрированнее и не грязнее содержимого фекальных ям. Следует, однако, учитывать, что сбрасываемые в канализацию сточные воды состоят в основном из воды (99,9% воды и 0,1% твердых веществ). Такая сточная вода, похожая внешне на воду от мытья полов, не об-

ладает резким запахом, если она не очень долго протекала по городским коллекторам. Это пока свежая вода, процесс разложения в ней еще не начался.

О начавшемся процессе разложения можно судить по почернению воды и исходящему от нее резкому, неприятному запаху. При разложении белковых соединений наряду с другими веществами выделяется сероводород. Это ядовитый газ, присутствие которого в воде даже в небольших количествах придает ей запах тухлых яиц. Сероводород, соединяясь с постоянно имеющимся в воде железом, образует сернистое железо черного цвета, чем и объясняется почернение разлагающейся воды. Процесс гниения сопровождается выделением зловонного запаха. Это происходит не только со сточной водой, но и при загнивании ила и твердых отходов.

Для городских сточных вод иногда целесообразно при общих расчетах знать количество загрязняющих веществ на одного жителя. Расчетами установлено, что в сутки на одного жителя приходится 60 г оседающих, 30 г неоседающих¹ и 100 г растворенных веществ. Всего в сутки на одного жителя приходится 190 г твердого вещества. Две трети оседающих и неоседающих веществ—органического происхождения. У растворенных же веществ органические соединения составляют половину. Крупные отбросы, задерживаемые на решетках и ситах (кусочки дерева, пробки, остатки фруктовых плодов, овощей, кусочки кала, бумаги, текстиля и многие другие твердые вещества), содержатся в количестве от 2 до 10 л на человека в год². Эти величины являются усредненными и получены в результате лабораторных исследований городских канализационных стоков. В отдельных случаях в составе

¹ В отечественной практике сумму оседающих и неоседающих веществ называют взвешенными веществами. На одного жителя в сутки принимают расчетную норму, равную 65 г взвешенных веществ, а не 90 г.

² Норма для расчетов, принятая в СССР, составляет в личел в год для решеток с прозорами 16 мм.

этих стоков наблюдаются отклонения, главным образом вследствие смешения их с производственными сточными водами.

Помимо физических характеристик сточных вод и их химического состава, важно знать биологические особенности этих вод. В любой сточной воде находится большое количество микроорганизмов. Это прежде всего бактерии. В 1 см^3 сточной воды, т. е. в объеме менее наперстка, содержится несколько сот миллионов бактерий. Общий объем бактериальной массы составляет примерно 0,04% всего количества сточной воды. Эти бактерии подразделяются на безвредные, подозреваемые и опасные, т. е. болезнетворные. Обычно городские сточные воды содержат большее или меньшее количество болезнетворных бактерий. С гигиенической точки зрения, при минимальном числе бактерий сточные воды должны считаться сомнительными, при большом числе — санитарно-опасными.

К сточным водам относятся также дождевые воды, отводимые с территорий населенных пунктов. Дождевые воды, стекающие с крыш, дворов, улиц, сильно загрязнены, так как смывают на своем пути всю грязь с указанных поверхностей. Содержание грязи в дождевой воде в начале дождя настолько значительно, что ее можно сравнить с бытовыми сточными водами.

Каким образом можно вообще определить степень загрязнения сточных вод? Для этой цели разработаны специальные тесты, основанные на способности органических веществ разлагаться. Разложение органических веществ происходит под воздействием микроорганизмов, главным образом бактерий, присутствующих в сточных водах. Если в сточных водах постоянно имеется какое-то количество растворенного кислорода, что, как правило, бывает в природной воде, то происходит разложение загрязнений при участии аэробных бактерий. С помощью

Туберкулезные бактерии



Вибрионы холеры



Содержание кислорода в 1^{ый} день: 5 мг/л
 Содержание кислорода на 5^{ый} день: 2 мг/л

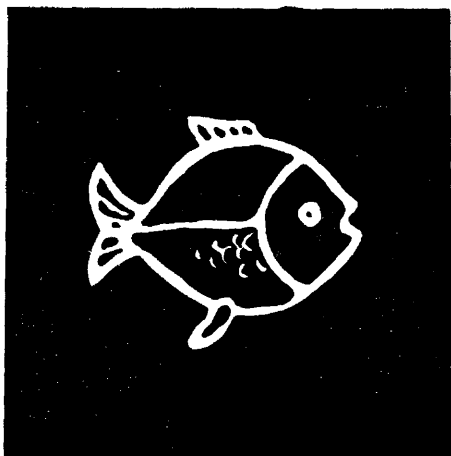
 Биохимическая потребность в кислороде: $30 - 2 = 28 \text{ мг/л}$

специальных ферментов, управляющих процессами обмена, они расщепляют сложные органические вещества, превращая их в более простые. Как и более сложным организмам, бактериям для жизнедеятельности необходим кислород. Если взятую в качестве пробы сточную воду выдержать в определенных условиях в лаборатории в течение нескольких дней (обычно 5 дней), обеспечивая постоянное присутствие в ней кислорода, то по количеству потребляемого кислорода можно судить о количестве находящихся в сточной воде микроорганизмов. Это количество, в свою очередь, зависит от наличия в сточной воде питательных веществ, потребляемых микроорганизмами. Пищей же являются как раз органические вещества сточных вод. Таким образом, эта «биохимическая потребность в кислороде» определяет степень загрязнения сточных вод и позволяет сопоставлять сточные воды различного

происхождения. Большая биохимическая потребность в кислороде (БПК) означает, что вода сильно загрязнена, и, наоборот, малая потребность в кислороде свидетельствует о том, что вода сравнительно чиста. При выдерживании пробы в течение 5 дней при температуре 20 °С БПК сточных вод в расчете на одного жителя в сутки составляет 60 г. Другими словами, сточные воды, приходящиеся на одного жителя, потребляют при биохимическом разложении 60 г кислорода в течение 5 дней.

Для многих производственных сточных вод также можно определить биохимическую потребность в кислороде, причем в том случае, если примеси в этих во-

дах могут разлагаться под воздействием присутствующих в них микроорганизмов. Это происходит главным образом тогда, когда сточные воды содержат органические вещества, т. е. соединения углерода. Таким образом, степень загрязнения сточных вод можно легко определить. Это особенно важно при разработке технических решений по очистке сточных вод, так как техника всегда основывается на точных понятиях и конкретных цифрах. Прежде чем перейти к рассмотрению технических проблем очистки сточных вод, познакомимся в следующей главе с естественно-научными основами водного хозяйства.



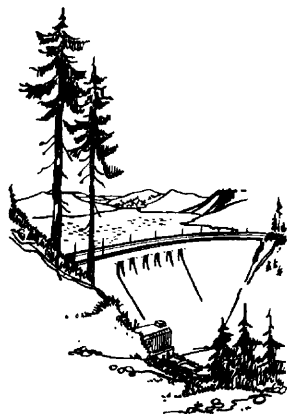
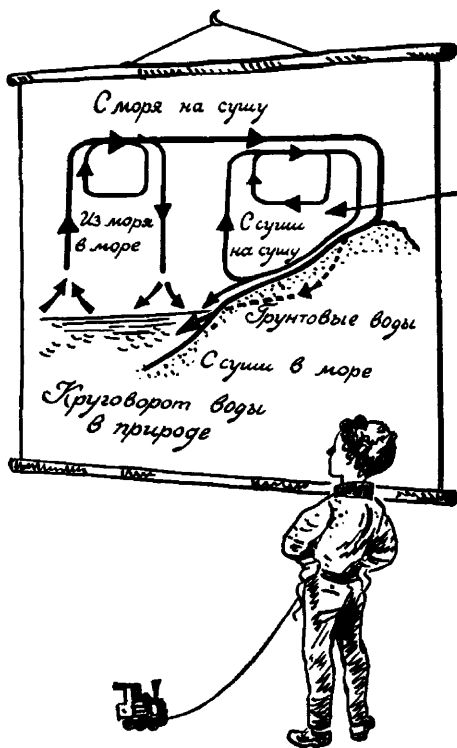
Круговорот воды в природе и охрана водоемов

Огромные количества воды, испаряясь, изо дня в день поднимаются в верхние слои атмосферы с поверхности мирового океана. Часть этих испарений возвращается в океан в виде выпадающих над ним атмосферных осадков. Другая же часть, увлекаемая воздушными потоками, уносится на большие расстояния над землей. Сгущаясь, эти испарения превращаются в облака или туман и затем в виде дождя, снега или града выпадают на землю. Часть этой воды через реки вновь стекает в моря, часть испаряется, а оставшаяся часть, просачиваясь в землю, превращается в грунтовую воду. Но и здесь не прекращается движение воды, которая в виде подземных потоков вновь возвращается в моря. Так заканчивается большой круговорот воды в природе.

Человеку вода требуется для питья, а также для многих других целей. Поэтому он активно вмешивается в природный круговорот, используя грунтовые и поверхностные воды во все возрастаю-

щем количестве для удовлетворения своих многообразных потребностей. Большая часть использованных вод, ставших теперь уже сточными водами, отводится обратно в водоемы. Такой искусственный круговорот воды особенно интенсивно происходит в густонаселенных районах земного шара. Вода на территориях, богатых реками, должна при этом многократно использоваться, однако это возможно только при наличии достаточного числа установок для очистки сточных вод, а также соответствующих сооружений для подготовки питьевой и технической воды.

Водное хозяйство должно обеспечивать водой самых различных потребителей. При этом необходимо, во-первых, чтобы в наличии всегда имелись достаточные количества воды и, во-вторых, чтобы вода отвечала определенным качественным требованиям. Органы водного хозяйства постоянно следят за тем, чтобы соблюдалось необходимое соотношение между потребностями в воде и возможностями удовлетворять эти потребности с помощью природных ресурсов. При правильно организованном водном хозяйстве водные ресурсы должны всегда превышать потребность в воде. Если же баланс будет отрицательным, то в какой-то момент может возникнуть нехватка воды, что вызовет значительные осложнения. Поскольку природные водные ресурсы увеличить нельзя, то выравнивание баланса осуществляется путем создания запасов воды. В период паводков, когда реки несут большое количество воды, образовавшейся в результате таяния снегов, нужды потребителей легко удовлетворяются. Потребности в воде резко возрастают в период сухого, жаркого лета. Однако в это время количество воды в реках значительно уменьшается. Для удовлетворения потребностей в воде в летнее время следует накапливать паводковые воды, что осуществляется путем устройства водохранилищ, в которые собирают весенние



сточных вод, что является в настоящее время одной из важнейших проблем цивилизации. В зависимости от степени загрязнения водные источники подразделяются на классы по качеству воды. Качество воды загрязненных водоемов определяется не только химическим способом, но также путем биологического исследования на месте и в лабораторных условиях. На основании проведенных исследований издавна различают четыре степени загрязнения водоемов.

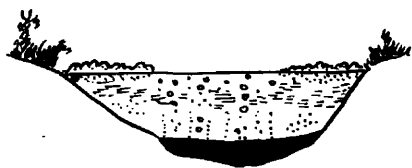
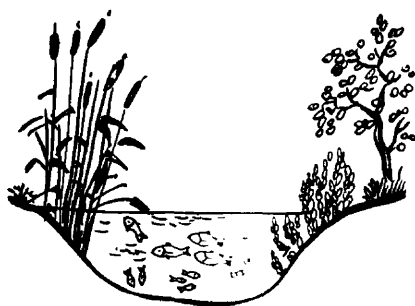
паводковые воды. В этом случае в летнее время всегда всегда будет забирать воду из водохранилищ. Таким образом, важной задачей органов водного хозяйства является проектирование, строительство и эксплуатация водохранилищ.

Качество воды зависит от входящих в ее состав компонентов. В природе не встречается химически чистая вода. В ней всегда содержатся различные примеси в виде растворенных или взвешенных веществ. Эти примеси отнюдь не всегда следует рассматривать как нежелательные. Достаточно лишь вспомнить о содержащихся в целебных источниках минеральных веществах или о растворенном в воде кислороде, наличие которого является необходимым условием существования рыб в водоемах. Поэтому рассматриваем мы загрязнения водных источников вследствие выпуска в них

I. Чистые до незначительно загрязненные. Вода прозрачна и богата растворенным в ней кислородом. Биохимическая потребность в кислороде незначительна. Встречается множество высших организмов, а также водятся лососевые породы рыб.

II. Незначительно загрязненные до умеренно загрязненных. Вода уже не прозрачна. Биохимическая потребность в кислороде все еще мала. Часто встречаются водоросли и другие водные растения. Имеются в большом количестве живые организмы, такие, как ресничные, рачки, улитки, ракушки и т. п. Среди рыб преобладают рыбы семейства карповых.

III. Умеренно загрязненные. В воде еще имеется некоторое количество кислорода. Биохимическая потребность в кислороде увеличивается. Наряду с бак-



териями в воде встречаются низшие растения, водоросли, мелкие живые организмы.

IV. Сильно загрязненные. В воде происходят процессы гниения. Кислорода в ней либо вообще нет, либо он имеется в ничтожных количествах. Отмечается образование сероводорода. Лишь микроорганизмы продолжают свою жизнедеятельность. В большом количестве встречаются бактерии. Водоросли и высшие растения отсутствуют.

Находящаяся в сточной воде в большом количестве отмершая органическая материя не остается в живой природе неизменной. В результате происходящих биологических процессов она подвергается прогрессирующему разложению. При этом органические вещества вовлекаются в процесс обмена веществ живых организмов, пищей которых они являются. Из крупных молекул белков, жиров и углеводов образуются более простые вещества с меньшей молекулярной массой. В ходе этого процесса высвобождается энергия, которая используется для поддержания жизнедеятельности организмов, участвующих в разложении. Конечным продуктом этих процессов распада являются простые органические и минеральные вещества. Водные растения превращают эти простые вещества вновь в высшие соединения. Этот синтез выполняют растениями, которые используют солнечный свет в качестве источника энергии. Таким образом, процессы распада и синтеза определяют круговорот

Бактерии



Простейшие



Растения и живые организмы



Пища человека

органических веществ в природе. Эти биологические процессы распада имеют большое значение, так как именно они лежат в основе процессов очистки сточных вод, загрязненных органическими веществами. Разложение высокомолекулярных веществ происходит двумя путями. В первом случае в распаде на каж-

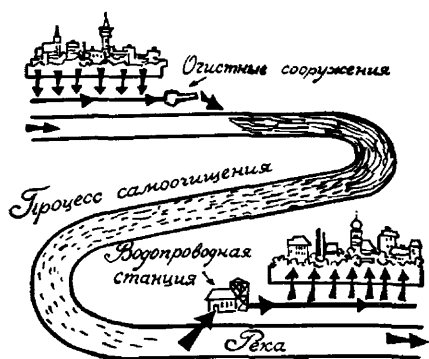
дой его стадии участвует кислород воздуха. Этот процесс называют также аэробным разложением. Аэробные, т. е. совершающиеся лишь в присутствии кислорода, процессы поддерживаются ферментами, выделяемыми живыми клетками. Это сложные органические вещества белкового типа, образующиеся в растительных и животных клетках. Они имеют решающее значение для обмена веществ, происходящего у всех живых организмов. Их присутствие значительно ускоряет химические преобразования и способствует скорейшему установлению состояния равновесия. Существует целый ряд ферментов, активно участвующих в процессах разложения высокомолекулярных органических соединений, какими, например, являются белки, жиры и углеводы. При аэробном процессе распада происходит присоединение кислорода к продуктам распада. Этот процесс называют также окислением. Процессы разложения и окисления продолжаются до тех пор, пока весь углерод не превратится в двуокись углерода, водород—в воду, а азот—в нитраты. При аэробном разложении постоянно потребляется кислород. Как мы уже видели, биохимическая потребность в кислороде служит показателем степени загрязнения сточных вод органическими веществами.

Аэробные процессы разложения широко распространены в природе. Они постоянно протекают в водоемах, содержащих растворенный кислород, или в хорошо аэрируемых и населенных живыми организмами почвах. При круговороте органической материи продукты распада вновь оказываются исходными веществами для образования высших соединений.

В противоположность только что описанным процессам существует другой путь распада крупных молекул органических веществ на более мелкие частицы—анаэробное разложение. Он совершается лишь в отсутствие кислорода воздуха. Этот процесс известен также под

названием «гниение». В нем принимают участие живые организмы. Однако в то время как в процессе аэробного разложения участвуют многие виды организмов, процессы гниения осуществляются лишь определенными видами бактерий. При поступлении воздуха в достаточном количестве бактерии гниения подавляются другими организмами, поглощающими кислород. Лишь когда эти организмы из-за недостатка кислорода погибают, могут размножаться анаэробные бактерии. Конечные продукты процессов гниения не похожи на продукты, образующиеся при аэробном разложении. При гниении происходит процесс восстановления. При этом наряду с твердыми соединениями в качестве конечных продуктов образуются различные газы, такие, как метан, углекислый газ, аммиак и сероводород. В конечном счете образующиеся вследствие анаэробного разложения частицы высокомолекулярных органических соединений вновь используются для синтеза новых белков, жиров и углеводов с помощью растений. Таким образом, мы видим, что и при протекании распада по второму пути круговорот органической материи в природе снова замыкается.

Если сточные воды отводятся в водоем или в населенную живыми организмами почву, то упомянутые процессы происходят естественным путем. Живые организмы, отыскивающие себе питание в загрязненных сточных водах, имеются повсеместно. С увеличением количества питательных веществ их число быстро возрастает, а при израсходовании запасов питания они отмирают. Поскольку сброс сточных вод в водоемы происходит не однократно, а, как правило, носит регулярный характер, то можно считать, что микроорганизмы, находящиеся в наших водоемах, всегда обеспечены необходимыми питательными веществами. После того как загрязнения сточных вод подвергнутся разложению и расщеплению в результате многообразных физи-

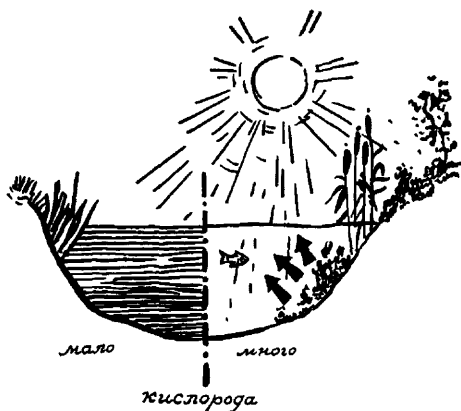


ческих, химических и биологических процессов, они постепенно уносятся вниз от места выпуска сточных вод. Мы называем этот процесс самоочищением водоема. Другими словами, самоочищение воды в реке или озере представляет собой возврат воды в естественное, первоначальное состояние, которое было нарушено в результате сброса в нее сточных вод.

Поскольку сточные воды сбрасываются в водоемы, как правило, непрерывно и в разных местах, то полного возврата воды в первоначальное состояние никогда не происходит. Поэтому в наших густонаселенных промышленных районах нет ни одной реки или озера, вода в которых находилась бы в естественном, первоначальном состоянии. Восстановление такого первоначального состояния практически невозможно и, кроме того, не является необходимым. Поэтому полное восстановление не может явиться целью водохозяйственных мероприятий по защите водных источников. Задачей деятельности человека, направленной на сохранение водоемов, является, таким образом, поддержание и усиление процессов самоочищения воды в водоемах. Особенно важное значение имеют происходящие в проточных водоемах естественные процессы, так как в настоящее время к качеству воды в реках предъявляются самые разнообразные требования. При сбрасывании в воду небольшого ко-

личества сточных вод разложение загрязнений происходит настолько быстро, что вода ниже места сброса сточных вод в скором времени может быть вновь использована для многих целей и даже для удовлетворения питьевых и производственных нужд. Однако такое быстрое самоочищение воды происходит только тогда, когда вода в любом месте реки содержит достаточное количество кислорода, что делает возможным существование в ней растений и живых организмов. В противном случае возникающие при отсутствии кислорода процессы гниения делают водоемы большей частью непригодными для использования. Река в таком случае может рассматриваться всего лишь как большой канал, служащий для отвода сточных вод. Во многих случаях анаэробные процессы происходят лишь в донных отложениях ила медленно текущих рек, тогда как в воде, протекающей поверх осевшего ила, содержится еще достаточное количество растворенного кислорода. Поскольку количество оседающего ила увеличивается не слишком быстро, то это явление в большинстве случаев не имеет большого значения для самоочищения рек. Удалением осадка из сточных вод на очистных сооружениях, вычерпыванием ила из реки или регулированием потока можно уменьшить количество ила, отлагающегося на дне реки.

При сбросе сточных вод в небольшие водоемы наблюдается помутнение воды, вызываемое попавшими в нее вместе со сточной водой взвешенными веществами. Солнечный свет больше не может проникать сквозь толщу мутной воды, и водные растения не получают достаточного количества солнечной энергии. Поэтому они уже не могут перерабатывать загрязнения в количествах, необходимых для образования высших соединений. В ходе процессов, которые вследствие участия в них солнечного света называют фотосинтезом, растения выделяют кислород, растворяющийся в воде, и, таким образом, количество



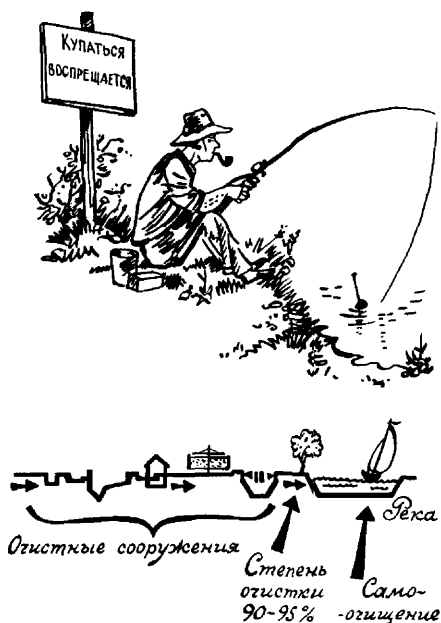
кислорода может быть увеличено в желаемых пределах. В результате помутнения воды, вызванного сильным загрязнением, с одной стороны, уменьшается количество вырабатываемого растениями кислорода, а с другой—из-за увеличения количества питания за счет разлагающихся веществ значительно увеличивается количество животных организмов, для жизнедеятельности которых требуется больше кислорода. Оба процесса ведут к сокращению количества кислорода в месте сброса сточных вод. Положение становится критическим, когда содержание растворенного кислорода снижается до 3—4 г/м³, так как в этом случае погибает рыба. Гибель рыбы в водоеме всегда свидетельствует о превышении допустимых норм загрязнения водоемов сточными водами. Чем больше и разнообразнее мир живых организмов, принимающих участие в разложении органических загрязнений, тем быстрее происходят преобразования в водоемах. Для того чтобы вода в реке обладала высокой самоочищающей способностью, в ней должно содержаться множество разнообразных живых организмов. Отсюда становится вполне понятным удивительное на первый взгляд обстоятельство, когда совсем чистый водоем обладает меньшей способностью самоочищения по сравнению с уже загрязненным. Это участие органических за-

грязнений в процессе очистки—предпосылка того, что в воде имеется достаточное число живых организмов, способных справиться с вновь поступающими в водоем сточными водами, в особенности с производственными. По этой причине на канализационных очистных станциях не предусматривается полная очистка сточных вод путем удаления из них всех загрязнений, хотя такая очистка технически вполне возможна. Некоторую часть работы по окончательной очистке сточных вод оставляют водоемам, используя их способность к самоочищению. Обогащение водоемов питательными веществами в результате сброса в них сточных вод, содержащих органические вещества, приводит к нарушению биологического равновесия (этот процесс называют эвтрофикацией водоема). Превышение определенных пределов загрязнения вызывает массовое развитие животных и растительных организмов. При этом в таких водоемах, как и везде в живой природе, постоянно происходят процессы их возникновения и отмирания. При отмирании части организмов происходит обогащение водоемов органическими веществами. Трупы животных организмов и остатки погибших растений представляют собой органические продукты распада, так же как загрязнения, попадающие в водоемы вместе со сточными водами. При их разложении повышается потребность водоема в кислороде и, кроме того, увеличивается количество донного ила в результате отложения отмирающих организмов на дне водоема. Богатые питательными веществами озера таким образом в течение короткого времени стареют. Вследствие увеличения слоя перегнившего ила озеро постепенно мелеет. Одновременно происходит разрастание прибрежных растений по направлению к середине озера. Так, свободная водная поверхность озера постепенно уменьшается. Озеро превращается в пруд, а затем и вовсе исчезает. На месте озера образуется болото и, на-

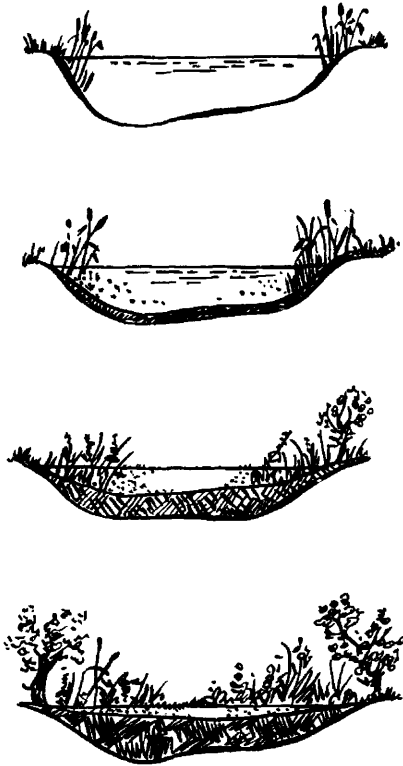
конец, обычная твердая земля. Таким образом, животный и растительный мир водоема сам роет себе могилу и вынужден уступить место организмам твердой почвы.

Процесс старения богатых питательными веществами водоемов происходит в течение долгого времени естественным путем, без вмешательства в него человека. Однако из-за отвода сточных вод в водоемы этот процесс может быть ускорен настолько, что уже спустя несколько лет они изменяются до неузнаваемости. Это можно было особенно хорошо проследить на примере некоторых альпийских озер в Швейцарии (до принятия мер по ограничению сброса сточных вод в водоемы).

Для проточных водоемов тревожным показателем перенасыщенности их питательными веществами является не столько обмеление этих водоемов, сколько все возрастающее обесцвечивание их для многостороннего использования. Проведенные за последнее десятилетие органами санитарного надзора исследования показали, что загрязненные сточными водами реки непригодны для купания. Процесс обработки речной воды для подготовки из нее технической и питьевой воды все более усложняется, а соответственно с этим возрастают и материальные затраты. Наглядным подтверждением сильного загрязнения водоемов, рассматриваемых как все еще сравнительно чистые, является так называемое цветение воды вследствие массового разрастания водорослей определенного вида. Водоросли, окрашивающие воду водоемов в зеленый цвет, отмирая толстыми слоями, отлагаются вдоль берегов. Попадая на фильтры водопроводных станций, работающих на речной воде, эти водоросли снижают их пропускную способность, вызывая тем самым необходимость частой очистки фильтров. Многие реки в промышленных районах окончательно потеряли свой первоначальный характер и представляют со-



бой всего лишь биологически омертвевшие русла для отвода сточных вод. При этом ущерб, наносимый народному хозяйству, оценивается миллионами марок, что требует принятия безотлагательных мер по охране водоемов. Во многих странах охрана водоемов является важной общественной задачей. В Германской Демократической Республике эта задача целенаправленно претворяется Управлением водного хозяйства и подведомственными ему органами. Юридические основы по охране водоемов установлены законом по охране водных ресурсов от 2 июля 1982 г. и законом об охране сельскохозяйственных культур от 14 мая 1970 г. Если путем проведения комплексных мероприятий не допускать загрязнения водоемов сточными водами выше определенных пределов, то часть работы по очистке может быть заменена естественными процессами самоочищения. В противном случае потребовались бы значительные материальные затраты на очистные сооружения. Такое регулирова-



ние позволяет не только снизить затраты, но прежде всего отвечает интересам использования водоемов в народном хозяйстве. Чистая вода рек и ручьев используется для орошения сельскохозяйственных земель. Благодаря использованию водоемов для рыболовства часть органических веществ в виде продуктов питания человека вновь вовлекается в круговорот веществ. Наконец, чистые водоемы используются как места отдыха и для занятий спортом.

Из этой главы мы узнали о том, какое влияние может оказывать деятельность человека на естественные процессы—круговорот воды в природе и круговорот органических веществ—и как при этом нарушается состояние естественного равновесия. В целях регулирования этого

воздействия на круговорот воды и веществ органами контроля за качеством и расходом воды разработаны эффективные меры, которые являются фундаментальной основой водного хозяйства и защиты водоемов. Выдвигаемые при этом задачи следует решать комплексно, так как вода находит в народном хозяйстве столь разнообразное применение, что любое частное решение не будет действенным.

Теперь, когда мы обсудили вопросы, касающиеся «большого мира» водного хозяйства и охраны водоемов, совершим экскурс в «малый мир», а именно, познакомимся с техникой очистки сточных вод в той степени, в какой она представляет интерес для садоводов-любителей.

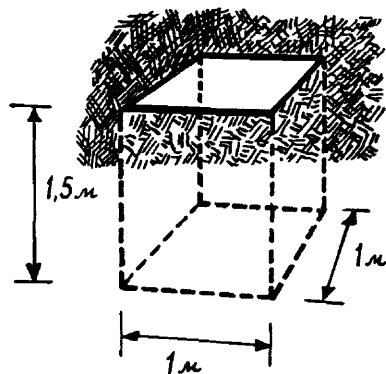
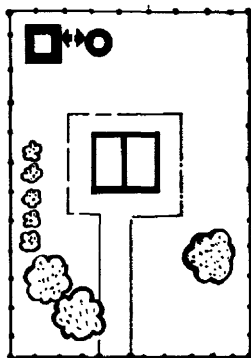
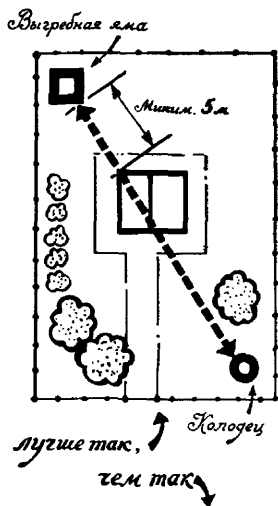


«Домик с сердцем»

Итак, вам представилась возможность и вы, наконец, выбрали понравившийся вам садовый участок. Он еще не застроен. Вам предстоит своими силами построить на нем садовый домик из имеющихся в наличии материалов: кирпича, строительного леса или легких деревянных щитов. Вначале это, возможно, будет всего лишь временная палатка.

Если вы хотите задерживаться на участке не только на несколько часов, а гораздо дольше и вблизи участка нет совершенно нетронутой природы, первое, что вам следует сделать, это построить всем известный «домик с сердцем». Как правило, возможности подключения его к коммунальной сети водоснабжения или к канализационной системе в большинстве случаев не имеется. Поэтому владельцу садового участка не остается ничего другого, как позаботиться о средствах «самообслуживания». При длительном пребывании на участке, разумеется, нужна вода. Для полива газонов, цветов, овощных растений, ягодных кустов и плодовых деревьев требуется колодец. Однако первоочередной задачей является устройство уборной. Пер-

вое, что надлежит сделать,—это выбрать на участке, площадь которого, как правило, не превышает нескольких соток, место под строительство уборной. Уборную следует располагать по возможности дальше от колодца или от места, где намечается его устройство. На участках, имеющих обычно прямоугольную форму, уборную и колодец рекомендуется располагать на одной из диагоналей. Разумеется, при выборе на территории участка места для устройства колодца следует соблюдать ряд условий, одним из которых является удаление колодца на 10 метров от границ участка. Прежде всего следует осведомиться о глубине залегания грунтовых вод. Не исключено, что об этом может знать сосед по участку. Если, например, устраивается выгребная поглощающая яма, то ее днище следует располагать минимум на 1 м выше максимального уровня грунтовых вод. Если участок имеет ровную поверхность, а грунтовые воды залегают глубоко, устройство ямы не представляет собой никакой проблемы. Сложнее обстоит дело, когда участок имеет уклон. Если выгребную яму расположить на возвышенной части участка, а колодец—на пониженной, то возникнет угроза проникания поглощенной сточной воды в колодец. Если же, наоборот, расположить колодец на возвышенной части участка, то при определенных обстоятельствах он будет давать слишком мало воды, а выгреб уборной, расположенный на пониженной части участка, может оказаться в зоне залегания грунтовых вод. В таких случаях место для устройства колодца и выгребной ямы следует выбирать особенно тщательно. Никаких точно установленных правил относительно размещения не существует, поскольку местные условия могут быть самыми различными и в зависимости от этих условий выбирается то или иное решение. Расстояние между выгребной ямой с фильтрующим днищем и колодцем должно составлять не менее 30 м.

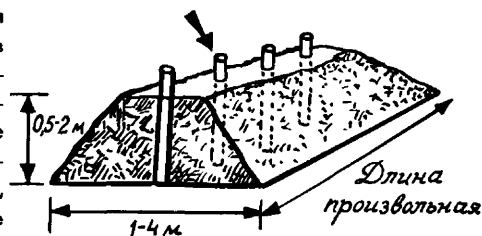


проницаемыми стенками. Выполнение последнего из бетона обходится, разумеется, довольно дорого. Кирпичный, оштукатуренный изнутри выгреб будет негерметичным, и при определенных условиях в него начнет проникать вода или, что еще хуже, начнется просачивание сточной воды из самой ямы в грунт. В выгребной яме объем фекалий уменьшается вследствие уплотнения и разложения. Количество фекалий, приходящееся на одного человека, составляет примерно 40—45 л в год. Для детей эта величина вдвое меньше. Количество мочи в расчетах принимается равным примерно 500 л. Эти величины берутся с учетом постоянного проживания владельцев на своих садовых участках. Когда же их пребывание ограничивается лишь выходными днями или отпускным периодом, указанные величины будут, естественно, меньшими. Для ям с водонепроницаемыми стенками количество фекалий и мочи в расчете на одного человека составляет в сумме 1,5 л в день, или 45 л в месяц. Размер таких ям определяется в зависимости от частоты их опорожнения. Если яма опорожняется 2 раза в год, ее объем определяется из расчета 300 л на человека. Мыльную воду, воду от мытья кухонной посуды и дождевую воду ни в коем случае не следует сливать в выгребную яму. Это касается, как правило, поглощающих и водонепроницаемых ям.

Каковы же размеры выгребной ямы? Для средней семьи следует устраивать яму объемом 1,5 м³. Поскольку глубина ямы в большинстве случаев составляет 1,5 м, то на садовом участке следует разметить квадрат, сторона которого равна 1 м. При повсеместном залегании грунтовых вод близко к поверхности устраивать выгребную яму нельзя. Глубина залегания грунтовых вод должна быть не менее 2 м. Нельзя устраивать выгребные ямы с основанием, сложенным из сланцевых или известковых пород, а также имеющих трещины. В этих случаях рекомендуется устраивать уборные с выдвигающей бадьей для фекалий или предусматривать выгреб с водоне-

По мнению владельцев садовых участков, недостатком этих ям является то обстоятельство, что фекалии нельзя использовать в качестве удобрения без соответствующей обработки. Когда устроенная в земле поглощающая яма заполняется фекалиями, ее в большинстве случаев засыпают землей. При этом следует следить за тем, чтобы слой земли, покрывающий яму, составлял не менее 0,5 м. Выгребные ямы неприемлемы, если предполагается использование фекалий, и в этом случае надо искать другое решение. Следует всегда исходить из того, что наш участок не подключен ни к водопроводной, ни к канализационной сети и что вследствие значительных затрат не может быть предусмотрена промывка водой, так как в этом случае нам пришлось бы предусмотреть колодезную насосную установку с соответствующими трубопроводами, а также сточные трубопроводы с очистными сооружениями малой канализации. У нас имеется две возможности: либо построить пудрклозет с засыпкой торфом, либо предусмотреть уборную сухого типа с выдвигной бадьей. В первом случае потребуется емкость для сухого материала, добавляемого в фекалии, скажем, для торфа. За неимением торфа можно использовать для этой цели землю или песок. Дешевле обходится устройство уборной с выдвигной бадьей. Непосредственное использование удаленных из такой уборной фекалий в качестве удобрения недопустимо, их необходимо предварительно компостировать. Однако здесь следует напомнить о том, что компостирование фекалий совместно с сухим садовым мусором, листвою и другими органическими веществами из гигиенических соображений рекомендуется лишь при условии тщательного контроля, причем мухи не должны иметь доступа к компостной куче. Удобрение салата и других овощей, употребляемых в пищу в сыром виде, а также клубники не прокомпостирован-

Вентиляционные отверстия



ными надлежащим образом фекалиями чревато опасностью и поэтому недопустимо.

В хорошо организованной компостной куче происходит полное разложение органических веществ. При этом температура внутри компостной кучи достигает 70 °С. В процессе перепревания содержимое компостной кучи пронизывается большим количеством грибковых нитей. Высокие температуры и вырабатываемые грибковыми образованиями антибиотики убивают болезнетворных микробов, находящихся в куче. Компостные кучи должны хорошо проветриваться. Содержимое кучи следует время от времени перелопачивать. При этом верхние слои попадут внутрь кучи и, таким образом, все содержимое кучи хорошо и равномерно прогреется. При обеспечении доступа воздуха внутрь кучи не возникает процессов гниения, и бактерии, грибки и другие организмы разлагают отбросы. Отверстия для доступа воздуха внутрь компостной кучи легко сделать, втыкая в середину кучи деревянные колья. Такая вентиляция наряду с происходящим при перелопачивании проветриванием способствует надлежащему перепреванию содержимого кучи.

Конструкция «домика с сердцем» во многом определяется имеющимися в наличии строительными материалами, поэтому никаких специальных указаний по этому поводу в настоящей книге не приводится. Наиболее простые в изготовлении деревянные постройки являются



настоящее время далеко не единственными. Следует заметить, что независимо от того, из какого материала строится дворовая уборная—из дерева, кирпича или легких щитов,—конструкция ее должна быть простой, не требующей больших затрат. Хотя пользование дворовой уборной и связано с некоторыми неудобствами, особенно при ненастной погоде, зато при наружном расположении уборной неприятные запахи не проникают в жилые помещения. При разложении экскрементов выделяются газы, которые надлежит каким-то образом удалить из выгребов. Полную герметизацию выгребов, разумеется, обеспечить невозможно. По крайней мере следует принять меры, надежно предотвращающие проникновение в него мух. Ставший уже традиционным вырез в двери уборной в виде сердца не обеспечивает надлежащей вентиляции. Более эффективным средством является устройство трубы, выводимой из выгребов на крышу уборной. В этом случае осуществляется хорошая вентиляция, аналогичная тяге в дымоходе. Можно избежать устройства отдельно стоящего домика, если уборную перенести в жилое строение. Во-первых, это позволит улучшить общий вид садового участка, во-вторых, расположенные внут-

ри дома уборные создают определенные удобства для жильцов. При размещении уборной внутри здания следует соблюдать соответствующие санитарно-гигиенические правила, предусматриваемые строительными нормами. Согласно этим правилам, устройство входа в туалет из жилого помещения или из кухни не допускается. Туалет должен быть отделен от остальных помещений специальными проветриваемыми тамбурами. Если это не позволяет сделать планировка помещений, то вход в туалет устраивается снаружи. При этом приходится жертвовать определенными удобствами. В любом случае туалет должен быть расположен у наружной стены дома. Для освещения и проветривания в нем предусматривается небольшое окошко. При устройстве внутри здания туалетов, не имеющих смыва, выгреб часто располагают под наружной стеной. Фекалии стекают в выгреб по наклонной стенке, расположенной под стульчаком. Для того чтобы не производить слишком частое опорожнение выгребов, его рассчитывают на большое количество фекальной массы. Чаще всего устраивают водонепроницаемые выгребы. В отличие от содержимого септиков, расщепляемых в следующей главе, содержимое выгребов представляет собой густую, вязкую массу, как правило, не поддающуюся выкачиванию. Опорожнять выгреб приходится вручную, и этот процесс, надо сказать, далеко не из приятных ни для владельца приусадебного участка, ни для его соседей. К сожалению, такого рода выгребы все еще имеют широкое распространение. Однако конструкция их довольно проста, а многовековая традиция применения таких выгребов свидетельствует об их целесообразности. Недостатком выгребов является выделение зловонных газов, проникающих через неизбежные неплотности в жилые помещения. Даже путем устройства вентиляции не удастся полностью устранить распространение неприятных запахов.



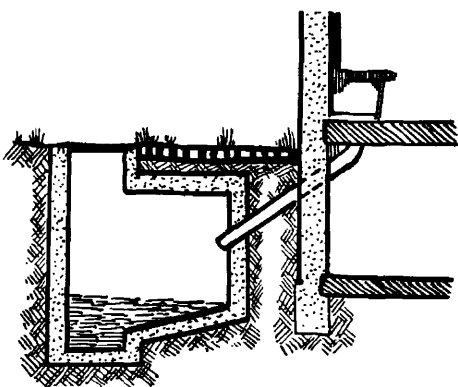
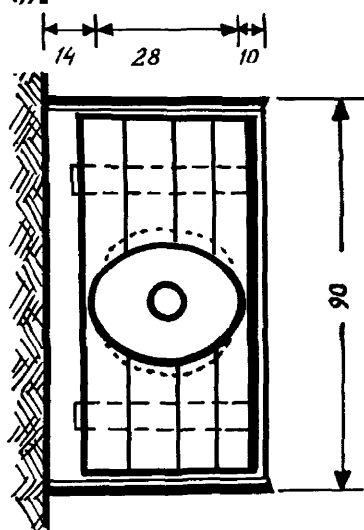
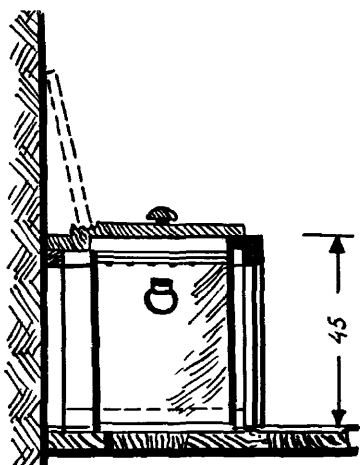
*Выгреб,
устроенный
под стеной
дома -*

*не гигиенично,
не эстетично,
не экономично!*

Разложение фекалий в яме представляет собой процесс так называемого кислого брожения, характеризующегося образованием органических кислот, а также выделением зловонных газов, прежде всего сероводорода. Эти выделения привлекают мух, что создает угрозу здоровью жильцов дома. Поэтому устройство подобных уборных для новых построек не рекомендуется. Поскольку устройство туалета со смывом внутри здания не представляется возможным, приходится предусматривать уборную без выгребов, с располагаемой под стульчаком выдвижной бадьей. Но такая уборная также обладает указанными выше недостатками. Таким образом, устройство уборных, не имеющих смыва водой, является далеко не лучшим решением. Часто высказывают мысль о возможности разложения и разжижения фекалий с помощью химикатов, в результате чего содержимое выгребов можно сделать текучим и одновременно стерильным. Такая мысль приходит в голову всякий раз, когда приходится опорожнять выгребную яму, содержимое которой не поддается выкачиванию. Рекламуемые на протяжении многих десятков лет химикаты малоэффективны и не

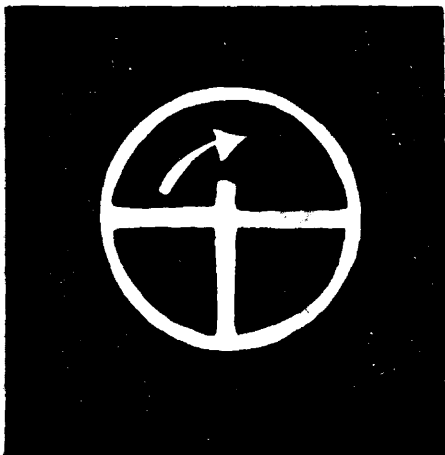
отвечают санитарно-гигиеническим требованиям, поэтому пользоваться ими не рекомендуется. Некоторой стабилизации фекалий в выгребной яме можно добиться путем добавления в них извести. Это препятствует закисанию содержимого ям, а следовательно, устраняет образование зловонных газов. Для выгребов емкостью 500 л приготавливают раствор из расчета 10 кг извести на 50 л воды. С этой целью можно также применять более дорогую хлорную известь. Однако полностью дезинфицировать содержимое выгребов не удастся, так как количество активного хлора в применяемых веществах бывает самым различным, и он оказывает лишь частичное воздействие на находящиеся в фекалиях микробов. Химические вещества для обработки фекалий применяются там, где не имеется другой возможности осуществить дезинфекцию, например на транспорте. Применение же подобных химикатов для садовых участков обходится слишком дорого.

При устройстве уборных следует руководствоваться соответствующими инструкциями, основанными на существующих законоположениях, прежде всего строительными нормами, принятыми в ГДР, и стандартом TGL 10698 «Инженерное оборудование для отвода сточных вод». Согласно этим инструкциям, выгребы уборных, за исключением их горловин, должны располагаться вне здания и на установленном расстоянии от общественных путей движения. Между кирпичной стеной и выгребом оставляется зазор шириной не менее 6 см, где располагается изолирующий слой. Выгребы следует плотно перекрывать. Крышки из толстых досок, имеющих отверстия, для этой цели непригодны. Устройство каких-либо пристроек, расположенных над выгребом, также недопустимо. Чтобы ограничить проникание внутрь помещений газов, образующихся при разложении фекалий, следует позаботиться об устройстве вентиляционной трубы, кото-



рая выходила бы из выгребной ямы и выводилась выше крыши. Стенки труб, по которым нечистоты стекают в выгреб, должны быть гладкими и водонепроницаемыми. Трубы должны иметь внутренний диаметр не менее 20 см и устанавливаться по возможности вертикально. При выборе места для устройства выгребной ямы следует помнить о том, что минимальное расстояние от ямы до границ участка должно составлять 1,5 м. Выгребную яму следует располагать на расстоянии не менее

5 м от строений. Особые проблемы для владельцев участков возникают при подключении к коммунальной сети водоснабжения участка, не имевшего до этого напорного водопровода и оборудованного лишь колодцем с поршневым насосом, если, наконец, стало возможным сооружение собственной системы водоснабжения с соответствующим внутренним оборудованием. Тогда «домик с сердцем», как и люфтиклозет, расположенный в доме, становятся, разумеется, ненужными, так как в доме оборудуется уборная со смывом. Вот тут-то мы как раз и подошли к подробно рассматриваемым в следующей главе сооружениям малой канализации, которые существенно отличаются от люфтиклозетов. Только в исключительных случаях допускается подключение к сети уборных со смывом воды в сточную яму, а именно, когда обработка сточных вод в соответствующих очистных сооружениях с последующим их отводом в систему подземного орошения, в почву или водоемы не представляется возможной. В этом случае владелец участка должен дать гарантию, что содержимое выгребной ямы будет в установленном порядке вывезено. При этом хозяйственные стоки, а также атмосферные воды ни в коем случае не должны отводиться в выгреб.



Очистные сооружения малой канализации поселковых домов

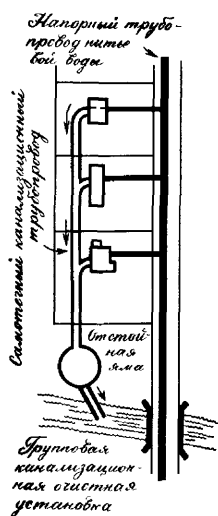
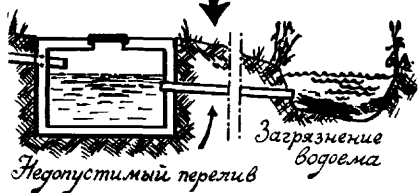
При оборудовании поселковых домов внутренним напорным водопроводом от сети хозяйственно-питьевого водоснабжения или из приусадебного колодца значительно увеличивается водопотребление, особенно в тех случаях, когда эти дома предназначаются для длительного проживания. Как правило, в них устанавливаются ванны. Уборные с выгребом или люфтклозеты становятся уже ненужными, поскольку в таких случаях обычно оборудуются туалеты со смывом. Расход сточных вод становится настолько значительным, что возможность их отвода в выгребные ямы исключается. Частое опорожнение выгребных ям, в которые теперь отводятся также мыльные воды, становится из экономических соображений неприемлемым. Устройство же в выгребной яме, имеющей непроницаемую конструкцию, перепуска или отверстий в стенках или днище с целью отвода сточных вод в грунт является нарушением существующих

постановлений органов строительного надзора, здравоохранения и водного хозяйства. Нарушители установленных правил подвергаются штрафу. Все недозволенные устройства они обязаны ликвидировать. Поскольку ранее описанный «сухой» метод удаления фекалий становится уже неприемлемым, его заменяют другим методом — «мокрым», при котором устраиваются домовые или малые очистные сооружения. В таком положении находятся многие владельцы приусадебных участков, предназначенных для длительного пребывания и не имеющих возможности подключения к коммунальной канализационной сети. Разумеется, при наличии уличного канализационного коллектора все домовладения данного района, согласно существующим положениям, в обязательном порядке подключаются к нему, что создает хорошие условия для отвода сточных вод.

Даже совершенные в техническом отношении и надлежащим образом обслуживаемые местные очистные сооружения являются лишь вспомогательным средством по отношению к коммунальной канализации. Этим объясняется стремление к канализованию населенных пунктов с большой плотностью населения. Однако вследствие значительных затрат на строительство большинство объектов не может быть введено в эксплуатацию в короткий срок. Поэтому домовые очистные сооружения следует проектировать не как какие-то временные средства, а как устройства, рассчитанные на длительные сроки эксплуатации. Следует, однако, выяснить, нельзя ли осуществить отвод сточных вод сразу с нескольких участков путем подключения индивидуальных трубопроводов к групповым очистным сооружениям, так как в этом случае индивидуальные затраты могут быть значительно снижены. Следующим мероприятием после оборудования здания напорным водопроводом является обработка сточных вод и их



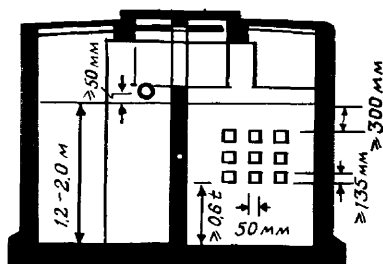
Не так! ↑
и не так! ↓



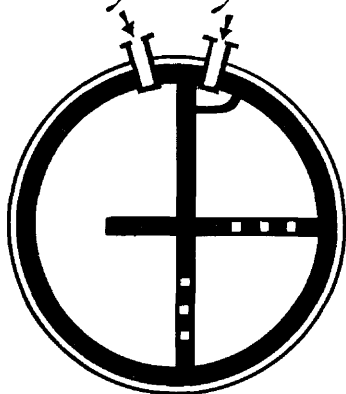
отвод в водоемы или почву. Для этого лучше использовать простые устройства, так как сложные установки, чувствительные к повреждениям, обычно обременительны для домовладельцев.

Для пояснения процессов, происходящих при очистке сточных вод, вернемся к предыдущим главам и еще раз рассмотрим свойства сточных вод и естественные процессы, происходящие при разложении содержащихся в них компонентов. Всякая сточная вода содержит твердые частицы, которые при неподвижной или медленно текущей воде выпадают на дно в виде осадка. Уже в процессе выпадения осадка происходит очистка воды. Такое отстаивание сточных вод является минимальным требованием при отводе их в почву. Однако для отвода сточных вод в водоемы такой очистки недостаточно. Для этого требуется дальнейшая их обработка, а именно, биологическая очистка.

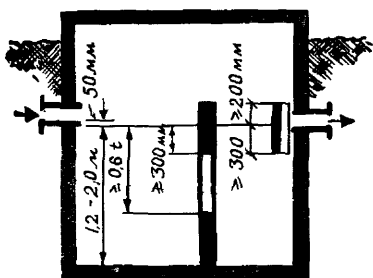
Мы уже знаем, что биологическое разложение органических веществ, находящихся в сточных водах, может происходить двумя путями, в зависимости от участия в процессе кислорода. Количество сточных вод, образующихся



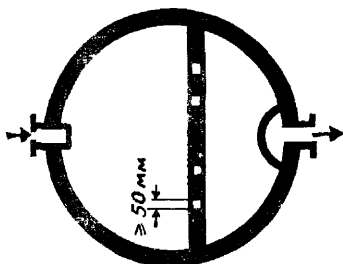
t-глубина воды



в одном здании, незначительно по сравнению с общим объемом сточных вод населенного пункта, и в этом случае целесообразной является биологическая



t-глубина воды



очистка методом анаэробного сбраживания.

Процесс сбраживания осуществляется естественным путем при выдерживании сточных вод в достаточно большой по размерам яме (септике) в течение нескольких месяцев. Процесс протекает при активном участии анаэробных бактерий, которые могут существовать в сточных водах при отсутствии в них кислорода воздуха. При этом процесс разложения органических загрязнений подчиняется закономерностям, указанным в предыдущей главе. Недостатком процесса сбраживания в сравнении с аэробным разложением, происходящим в присутствии кислорода, является очень медленное разложение органических веществ, сопровождающееся образованием газов, обладающих неприятным запахом. Отсутствие кислорода в септике, где происходит загнивание его содержимого, также является недостатком при отводе сточных вод в водоемы, так как для совершающихся в во-

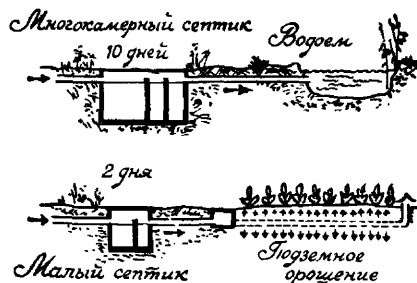
доемах процессов самоочищения требуется большое количество кислорода. Главным преимуществом малого очистного сооружения является его эксплуатационная надежность. Септик с хорошо налаженным ритмом работы позволяет добиться эффективной очистки даже при незначительном уходе.

Очистные сооружения малой канализации различных типов испытывались на протяжении многих лет. В результате этих испытаний выявились некоторые конструкции, являющиеся прототипами рекомендуемых к применению в настоящее время сооружений. Наиболее эффективные конструкции в ГДР стандартизованы. При выборе типа сооружения следует всегда руководствоваться указаниями стандарта. В дальнейшем мы будем рассматривать только те методы и установки, которые соответствуют стандарту.

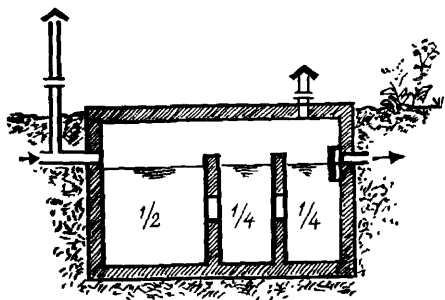
Наибольшее распространение получили перегниватели, или септики. В перегнивателе сбрасывают все сточные воды от промывки уборных, мытья посуды и ванн. Однако дождевую воду сбрасывать в них не следует. При медленном движении сточных вод в перегнивателе прежде всего на дно оседают имеющиеся в сточных водах взвешенные вещества. Гнилостные бактерии разлагают содержащиеся в осадке органические вещества, т. е. белки, жиры и углеводы¹. Однако процесс гниения распространяется также и на находящуюся над осадком сточную воду, так как в ней имеются растворенные и полурасстворенные вещества, поддающиеся разложению. Поскольку гнилостные бактерии вовсе не нуждаются в кислороде, то отпадает необходимость устройства в перегнивателях отверстий для подачи воздуха. Для процессов, происходящих в септике, не требуется также и солнечного света в противоположность проте-

¹ Взвешенные, а также растворенные и коллоидные вещества в результате биологической переработки превращаются в так называемый ил.

кающим в водоемах процессам распада, для которых наличие света и воздуха является непременным условием нормального развития аэробных организмов. При разложении органических веществ в септике образуются газы. Вследствие этого содержимое септика приходит в движение. Частицы ила, увлекаемые пузырьками газа, поднимаются вверх. Верхние слои сточных вод при этом заражаются гнилостными бактериями. Когда пузырьки газа лопаются, частицы ила вновь оседают на дно. Процесс разложения органических веществ при отсутствии кислорода воздуха протекает очень медленно. Для полного сбраживания смеси сточной воды и осадка требуется от одного до двух месяцев. На практике ограничиваются более короткими сроками, при которых, разумеется, происходит лишь частичное разложение. Минимальный срок пребывания сточной воды в септике составляет два дня. При этом происходит лишь частичное разложение примесей сточных вод, так что септики малого объема в основном служат для удаления взвешенных веществ. Для получения более высокой степени сбраживания требуется выдерживание содержимого в течение 10 суток. В этом случае сточную воду можно считать перегнившей, так как благодаря наличию гнилостных бактерий в ней частично произошло биологическое разложение. Септики, предназначенные для двухсуточного выдерживания сточных вод, имеют, как правило, небольшой объем, в противоположность многокамерным перегнивателям, предназначенным для 10-суточного пребывания воды. Сточные воды из септиков, рассчитанных на короткое время пребывания, не должны отводиться непосредственно в водоем, так как они не подверглись достаточной очистке. После таких септиков предусматривается последующая очистка сточных вод, для чего преимущественно используется подземное орошение.



Если количество сточных вод, приходящих на одного человека в сутки, составляет 100 л, включая воду от промывных туалетов, мытья посуды и ванн, то объем септика следует предусматривать из расчета 200 л/сут с пребыванием в нем сточных вод в течение двух суток. Для расчетов обычно принимается семья в составе четырех человек. В соответствии с этим для одноквартирного дома при регулярном удалении части осадка может предусматриваться септик объемом менее 1 м³. Поскольку это не всегда можно точно предсказать, то, согласно требованиям стандарта TGL 7762, следует предусматривать септик объемом не менее 3 м³. При проектировании септика, в котором происходят процессы биологического разложения, следует исходить из расчета 1000 л/чел, т. е. увеличивать объем септика в 5 раз. Предписываемый объем перегнивателя должен составлять не менее 4 м³. Септики таких размеров разделяются по длине поперечными перегородками. Такие многокамерные септики могут проектироваться из расчета обслуживания до 200 жителей. Указанная величина является максимальной, и ее ни в коем случае нельзя превышать. Не допускается также устройство объединенных очистных сооружений для подключения большего числа жителей, предусматривающее строительство двух или нескольких рядом расположенных септиков, если общее число подключаемых жителей превышает вышеуказанную величину, равную 200. Сточная вода проте-



кает через камеры последовательно. В первой камере септика осаждаются крупные вещества, а во второй и третьей — мелкие. Для одноквартирных домов обычно устраиваются небольшие двухкамерные септики, а для многоквартирных домов — трех- или четырехкамерные. Первая камера по своим размерам превосходит все остальные, поскольку в нее поступает наибольшее количество взвешенных веществ, оседающих на дно. В двухкамерных септиках объем первой камеры должен составлять не менее $\frac{2}{3}$ общего объема септика, а в септиках, состоящих из более чем двух камер, — не менее половины общего объема. В первой камере происходит совместное разложение сточной воды и осадка. Содержимое септика распределяется таким образом, что внизу его находится осадок, в средней части — вода, а на поверхности — плавающие вещества. В следующей камере количество осадка и плавающих веществ уменьшается, и, наконец, в третьей камере содержится лишь небольшое количество осадка и совсем не содержится плавающих веществ.

Для биологического разложения очень важно, чтобы поступающая в септик сточная вода постоянно заражалась, смешиваясь с водой септика, содержащей гнилостные бактерии. Этого можно добиться, если при эпизодическом извлечении ила (осадка) из септика удалять не весь ил, а оставлять 10—20% ила в септике, чтобы поступающая

сточная вода тотчас заражалась гнилостными бактериями. В специальной литературе обычно рекомендуется оставлять $\frac{1}{6}$ часть ила. Существуют два вида брожения сточной воды и осадка, значительно отличающиеся друг от друга. Первый вид называется «кислым брожением», поскольку при разложении высокомолекулярных органических веществ образуются органические кислоты, которые определяют кислую реакцию среды сброженной жидкости.

При кислом брожении образуется много зловонных газов, которые можно определить даже без химического анализа, по запаху. Разложение органических загрязнений происходит при этом очень медленно. Количество ила, содержащегося в септике, уменьшается совсем незначительно. Удаленный из воды ил имеет желтовато-серый цвет, вязкую консистенцию и плохо сохнет на воздухе, испуская при этом резкий неприятный запах. При кислом брожении в септике ил имеет тенденцию всплывать на поверхность вместе с пузырьками газа.

Все это указывает на то, что кислое брожение связано с рядом неприятных сопутствующих явлений. Поэтому ведутся постоянные поиски другого способа сброживания. При первичном наполнении септика, когда отсутствует возможность заражения сточных вод илом, бродившим в течение длительного времени, в начале процесса разложения происходит кислое брожение. Но уже спустя некоторое время происходят изменения, о которых можно судить по неприятному запаху. Путем анализа газов, выделяющихся при разложении загрязнений, можно наряду с образующимся при обоих видах брожения углекислым газом обнаружить выделение больших количеств метана. Можно также установить выделение зловонных газов, например сероводорода. Это свидетельствует о том, что процесс разложения вступил в новую фазу, которую, поль-

зуюсь химической терминологией, называют «щелочным брожением». Исследование содержимого септика путем химического анализа позволяет установить, что количество органических кислот в нем значительно уменьшилось. Содержимое септика имеет теперь щелочную реакцию, которая и определяет название процесса. Эта фаза процесса называется также «метановым брожением», поскольку большую часть образующихся газообразных продуктов распада составляет метан.

К преимуществам щелочного брожения, помимо отсутствия зловонных газов, следует отнести ускоренное по сравнению с кислым брожением протекание процесса и уменьшенный объем ила. Извлеченный из септика ил, подвергавшийся щелочному брожению, имеет темную окраску. На воздухе он быстро сохнет. При этом он не издает неприятного запаха. Следовательно, кислое брожение является предварительной стадией метанового брожения. Путем заражения вновь поступающего свежего ила зрелым осадком этот процесс может быть значительно ускорен. Именно по этой причине в первой камере многокамерного септика всегда оставляют какую-то часть ила. Содержимое септика в этом случае не закисает, что также является преимуществом щелочного брожения. До сих пор мы рассматривали разложение как химический процесс, однако ни в коем случае нельзя забывать, что все преобразования происходят лишь благодаря микроорганизмам, деятельность которых, как мы узнали в главе 3, приводит к биологическому распаду загрязнений. Именно потребность этих организмов в питании делает возможной очистку сточной воды. Как и все организмы, гнилостные бактерии хорошо размножаются и становятся наиболее активными тогда, когда они находятся в благоприятной для их жизнедеятельности среде. Они совсем не нуждаются в солнечном свете и кислороде воздуха,



и процесс щелочного брожения лучше всего протекает в отсутствие последних. Кроме того, быстрее всего процесс перегнивания совершается при температурах от 30 до 60 °С. Из перечисленных условий проще всего обеспечить первое, а именно, защиту от воздействия солнца, так как септики хорошо прикрыты. Конструкция септиков не может быть полностью герметичной, поскольку в ней должно предусматриваться отверстие для выхода газов, образующихся при разложении органических веществ. Поддержание в септике оптимальной температуры также практически невозможно, поскольку трудно учесть степень нагрева сточных вод. Не следует также допускать слишком сильного охлаждения септика в зимнее время, так как в этом случае значительно снижается жизнедеятельность организмов. Поэтому септики заглубляют в землю и в зимнее время по возможности засыпают сверху землей, листвой, соломой и другими аналогичными материалами.

Из малых и больших септиков следует время от времени удалять осадок. Если своевременно не удалять осадок из септиков, то в них уже не будет происходить надлежащей очистки сточных вод. Для септика с последовательно подключенной к нему установкой подземного орошения требуется, кроме того, очистка системы дренажных трубопроводов, поскольку по этим трубопрово-

дам вместе с водой уносятся также частицы ила. В результате этого происходит засорение, и трубы приходится извлекать из земли и вновь укладывать, что связано с большими затратами. При отводе сточных вод из многокамерных септиков, из которых не был удален ил, в водоемы последним может быть нанесен значительный вред, что требует вмешательства органов надзора водного хозяйства и санитарных органов. Удалить ил из септиков можно путем его вычерпывания или откачки. Подобное удаление ила должно производиться не реже двух раз в год. Жидкий ил можно транспортировать в цистернах. При этом все работы по транспортировке ила выполняет специальная транспортная организация, так что владельцу садового участка остается лишь своевременно подать заявку и, разумеется, оплатить расходы. При самостоятельном удалении ила из септика владелец дома использует большую его часть в качестве удобрения у себя на участке. При наличии достаточно большого участка предусматривается площадка для подсушки, на которой разбрасывается удаленный из септика ил. В результате хорошего щелочного сбраживания этот ил быстро отдает воду путем испарения и частичной фильтрации через грунт. Когда ил подсохнет до такого состояния, что не течет с лопаты, его можно компостировать вместе с другим садовым мусором. При распределении ила по участку в жидком виде следует помнить, что чрезмерное внесение его в почву чревато опасностью для здоровья. В иле находятся такие возбудители заразных заболеваний, как бактерии и вирусы, а также яйца аскарид. Даже после просушивания на воздухе какая-то часть их остается жизнеспособной. Только в результате нагрева, происходящего, например, в хорошо организованной компостной куче, болезнетворные микробы полностью погибают. При использовании жидкого, извлеченного прямо из септика,

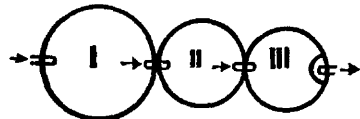
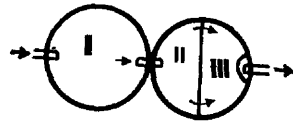
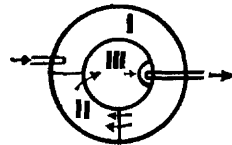
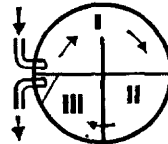
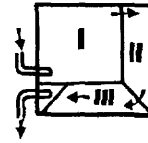
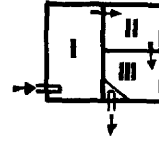
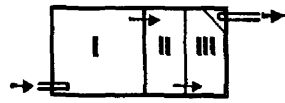
а также высушенного на воздухе ила в качестве удобрения следует соблюдать определенные гигиенические требования, а именно, не допускать попадания ила на овощные растения, потребляемые человеком в сыром виде. Если компостирование не предусматривается, то осадок следует как можно скорее смешать с землей, перекопав его. Ил вносится в почву при наличии в саду достаточно большой необработанной площади земли. Поэтому перед удалением ила из септика следует своевременно позаботиться о его дальнейшем использовании.

Форма многокамерных септиков может быть самой различной. Существуют как прямоугольные, так и круглые в плане септики. Форма камер почти не влияет на производительность септиков, поэтому трудно отдать предпочтение той или иной форме. Прямоугольные септики проще всего устраивать из кирпича, так как при этом легко осуществить заполнение швов и обеспечить гладкую поверхность внутренних стенок. Это имеет важное значение для герметичности септика. Прямоугольные септики имеют несложную конструкцию перекрытия. Круглые в плане септики кажутся более предпочтительными, так как на их устройство уходит меньше строительных материалов, а следовательно, снижаются строительные затраты. При том же объеме стены круглого в плане септика имеют меньший периметр, чем стены прямоугольного. Кроме того, круглые стенки септиков лучше воспринимают давление, оказываемое грунтом, поэтому их можно делать более тонкими.

Производительность септиков зависит не столько от их формы (круглой или прямоугольной), сколько от отдельных деталей их конструкции. Отверстия для впуска и выпуска воды следует располагать как можно дальше друг от друга, во избежание гидравлического короткого замыкания. Этой цели в известной степени служит разделение больших септиков на отдельные камеры. При надле-

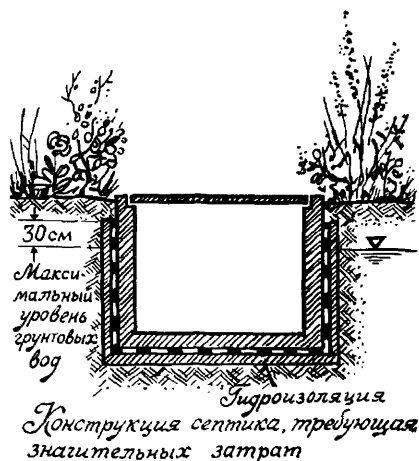


Неправильно!



жащей организации протока можно избежать образования застойных зон, слабо участвующих в процессе обмена воды. Септик рассчитывается по глубине таким образом, чтобы между донным осадком и слоем плавающего ила находился слой воды толщиной около 1 м. В этом пространстве происходит перемешивание сброженного содержимого септика, благодаря чему вновь поступившая сточная вода может эффективно заражаться гнилостными бактериями. Отсюда минимальная полезная высота принимается равной 1,2 м. Если заполнение септика намечается на высоту более 2 м, следует предусматривать отклонение потока по вертикали. Осевший и плавающий ил не должен вытекать вместе с водой через отверстия, устроенные в стенках камер, и через сточную трубу. Эти требования по притоку и отводу, а также относительно связи между камерами могут быть обеспечены разнообразными способами, поэтому здесь трудно рекомендовать какую-либо определенную конструкцию. Для того чтобы трубопровод, подводящий сточные воды к септику, не замерзал, его укладывают в землю на глу-

бину не менее 50—60 см. От глубины слоя воды и толщины дна септика зависит глубина котлована, которая в среднем составляет около 2 м. Если ниж-



няя часть септика находится ниже уровня залегания грунтовых вод, то строительные затраты значительно увеличиваются как вследствие удорожания производства работ, так и потому, что конструкция септика в этом случае должна учитывать воздействие подъемной силы, т. е. быть соответственно тяжелее. Кроме того, следует предусмотреть гидроизоляцию, предотвращающую просачивание сточных вод из септика и смешение их с грунтовыми водами, а также попадание грунтовых вод в септик. Обычно септики располагают таким образом, чтобы они не подвергались воздействию грунтовых вод. Однако ни в коем случае не следует уменьшать минимальную полезную высоту септика, равную 1,2 м. Необходимо также учитывать, что грунтовые воды к моменту строительства случайно могут располагаться ниже, чем обычно. Поэтому нужно заблаговременно узнать о максимальном уровне грунтовых вод. Септики могут выполняться из сборных бетонных элементов, кирпича, а также из бетона в опалубке. Было бы ошибкой считать, что для устройства кирпичного септика можно использовать некачественный кирпич, поскольку конструкция септика из такого кирпича недолговечна. Следует также учитывать, что материал, из которого сооружен септик,

может подвергаться сильным агрессивным воздействиям как органическими и минеральными кислотами, находящимися в сточных водах и иле, так и газообразными продуктами распада, например двуокисью углерода, аммиака и сероводорода. Растворенная в воде углекислота воздействует на известь раствора и бетон, в результате чего образуются бикарбонаты, легко вымываемые водой. Сероводород во влажной среде септика проявляет кислотные свойства, а также оказывает разрушающее воздействие на материал септика. Пористый, слабый кирпич с большим содержанием извести подвергается наиболее сильным разрушительным воздействиям и поэтому редко применяется в качестве строительного материала. Наиболее долговечным является клинкерный кирпич, имеющий гладкую плотную поверхность, однако его не всегда можно получить для строительства септиков.

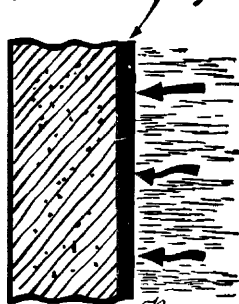
В дальнейшем мы дадим еще несколько практических рекомендаций, которые следует учитывать при самостоятельном устройстве септика, а также, разумеется, и при выполнении работ строительной организацией. Эти указания, кроме того, облегчат заказчику оценку качества выполненных работ.

Кирпичи укладывают на цементный раствор, имеющий состав 1:4 с незначительной добавкой извести. Свежий раствор швов кирпичной кладки расширяется на глубину 2 см. Затем швы плотно заделываются цементным раствором состава 1:3. Если бетонирование ямы производится на месте, обязательно следует применять плотный бетон. Соотношение между цементом и гравием должно составлять примерно 1:3, однако не менее 1:4. Наличие в смеси большой части цемента не только способствует повышению ее прочности, но также очень важно для герметичности септика. По этой причине не следует выбирать крупнозернистый гравий. Крупность зерен не должна превышать 30 мм. Половину общего количества должны состав-

лять зерна размером до 7 мм. Бетон между стенками опалубки следует укладывать, хорошо уплотняя, слоями не более 15 см. Особенно тщательно следует производить уплотнение бетона у внутренней опалубки с целью создания герметичной, гладкой поверхности, не имеющей пустот. Стандартные уплотняющие добавки для бетона увеличивают его долговечность. Однако бетонная смесь не должна содержать слишком большого количества воды, так как жидкий бетон после затвердевания оказывается более водопроницаемым. Несмотря на все предосторожности, при распалубке образуются пустоты во внутренних стенках и днище, которые должны в дальнейшем заполняться. Их заделывают путем тщательной затирки поверхностей цементным тестом с помощью войлочной терки. Чтобы раствор лучше приставал, не следует давать ему быстро высохнуть.

Оштукатуривание стенок даже с применением штукатурного раствора с большим содержанием цемента не может быть рекомендовано, так как оно не обеспечивает водонепроницаемости. При проникании агрессивных сточных вод в штукатурку последняя довольно быстро разрушается, а затем агрессивному воздействию подвергаются незащищенные участки стен. Поэтому целесообразнее покрывать стены септика битумными эмульсиями. Эти эмульсии следует наносить на абсолютно сухую поверхность бетона или раствора. Для эффективного уплотнения поверхности необходимо предусматривать многослойное покрытие; первый слой выполняется из наносимого в холодном состоянии жидкого битумного раствора, поверх которого затем наносится слой горячего битума. Устройство дегтевых покрытий является нецелесообразным, так как некоторые составные части дегтя, попадая в раствор, могут вызвать гибель гнилостных бактерий. Несмотря на тщательное выполнение всех работ по устройству септика с соблюдением всех перечисленных указаний, все же

Покрывающий слой битума

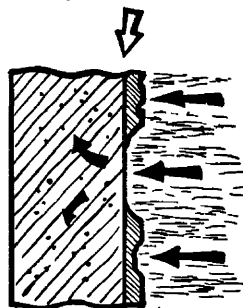


Стенка септика

Коррозия

Лучше так,

чем так!



Штукатурный раствор

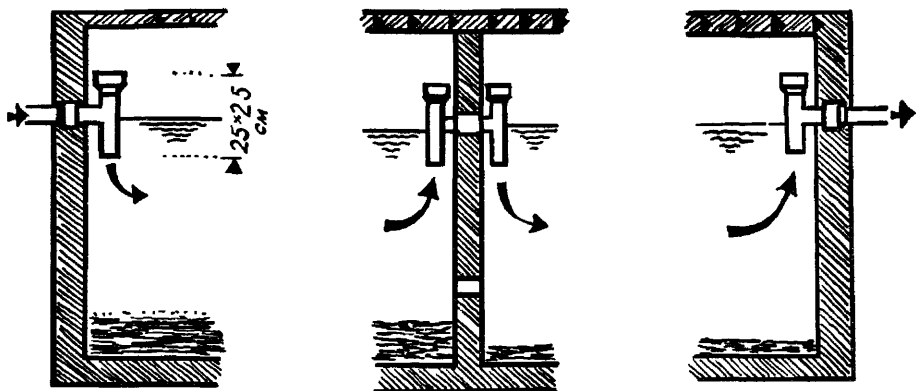
Коррозия

возникают трудности из-за сильного воздействия коррозии на сооружение. Зона, находящаяся выше зеркала воды, также подвержена агрессивным воздействиям, поскольку кислотные окислы во влажной атмосфере растворяются в конденсате, оседающем на стенках и на перекрытии септика. Образование конденсата можно уменьшить проще всего путем устройства теплоизоляции перекрытия, например путем засыпки его землей. Эффективным мероприятием по борьбе с коррозией

является эпизодическое известкование со-держимого ямы, благодаря чему происходит нейтрализация агрессивных кислот. Перегородки, разделяющие септик на отдельные камеры, выполняются обычно не столь массивными по сравнению со стенками септика, поскольку они не воспринимают никакого давления грунта и воды. Однако они с обеих сторон подвергаются агрессивным воздействиям, поэтому рекомендуется делать эти перегородки такой же толщины, как и наружные стенки, т. е. устраивать кирпичные перегородки толщиной 25 и бетонные толщиной 20 см. Для обеспечения необходимой прочности вполне достаточно устройство стенки толщиной 12 см при условии, что камеры заполнены водой на одинаковую высоту. Днище ямы следует выполнять таким же плотным, как и стены. При высоком уровне грунтовых вод, что приводит к образованию подъемной силы, днище следует армировать стальной арматурой. Кроме того, в зоне залегания грунтовых вод предусматривается дополнительная гидроизоляция септика из двух-трех слоев рубероида, наклеиваемых друг на друга. Перекрытие септика должно быть рассчитано на выдерживание нагрузки от засыпки землей. Если оно устраивается из бетонных плит шириной от 20 до 25 см, то в таких плитах с нижней стороны предусматривается стальная арматура. Толщина защитного слоя арматуры должна составлять не менее 3 см, чтобы сталь под воздействием влаги не подвергалась коррозии. Кроме того, на нижнюю сторону плит наносится слой битума. Швы между плитами перекрытия заделываются цементным раствором, за исключением швов между теми плитами, которые эпизодически поднимают при удалении ила. Камеры септика могут соединяться между собой самыми различными способами. Наиболее характерными видами соединений являются следующие: трубные соединения по уровню зеркала воды с применением погружных труб или полупогружных перегородок, ряд горизонтальных оваль-

ных или круглых отверстий примерно на половине высоты от дна до зеркала воды или вертикальные щели по всей высоте стены. Погружные трубы и полупогружные перегородки должны опускаться в воду на глубину 30 см и настолько же выступать из воды, чтобы ил и плавающие вещества не могли попасть в соседнюю камеру. В верхней части погружные трубы должны быть открыты, чтобы газы, выделяющиеся в процессе брожения, могли выходить по ним из септика. Горизонтальные отверстия, предусмотренные на половине высоты от дна до зеркала воды, выполняются так же просто, как и вертикальные. Устройство последних обеспечивает равномерное движение воды, так как в этом случае сточная вода может по всей высоте переходить из одной камеры в другую. Для того чтобы донный осадок и плавающий ил не могли проскочить сквозь отверстия, ширина последних должна быть не более 1,5 см. Соединения, выполненные в виде продольных щелей, обеспечивают одновременное наполнение всех камер при эксплуатации септика. В результате этого перегородки не подвергаются одностороннему давлению. В случае соединения камер септика другими способами следует по той же причине предусматривать еще одно небольшое отверстие на высоте примерно 50 см от дна, с помощью которого при заполнении или опорожнении септика происходит уравнивание гидростатического давления.

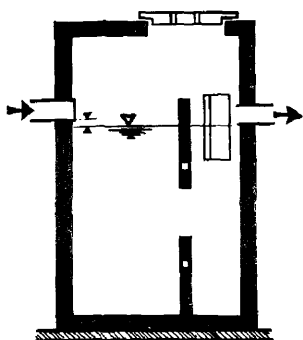
Приведенные здесь указания по выбору конструкции и способа строительства малых и больших септиков касаются прежде всего тех сооружений, которые можно построить для одноквартирного дома преимущественно своими силами. Следует лишь напомнить, что даже на строительство очистных сооружений малой канализации обязательно требуется разрешение соответствующих органов. Поэтому до начала производства работ следует представить всю



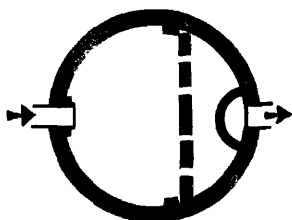
техническую документацию для согласования ее с органами строительного надзора по месту жительства. Всем желающим прибегнуть к помощи подрядной строительной организации напоминаем, что для строительства малых очистных канализационных сооружений разработан ряд типовых проектов. Применение типовых проектов поможет избежать ошибок при строительстве, а кроме того, позволит снизить строительные затраты. Типовой проект «Очистные сооружения малой канализации» включает многокамерные септики, предназначенные для удаления из сточных вод осадка, полезный объем которых составляет не менее 3 м^3 из расчета 200 л на каждого жителя, и септики для частичной биологической очистки сточных вод, полезный объем которых определяется из расчета 1000 л на каждого жителя. Септики этих типов с минимальным объемом полностью монтируются из сборных железобетонных элементов. При строительстве септиков большей емкости сборные железобетонные элементы применяются только для устройства стен и перекрытия, а днище выполняется монолитным. Имеется ряд организаций-изготовителей, поставляющих все необходимые сборные железобетонные элементы для строительства очистных сооружений малой канализации

по типовому проекту. Для монтажа этих небольших септиков, полностью изготовляемых из сборных элементов, применяются мощные подъемные механизмы, поскольку масса отдельных элементов составляет от 1 до 1,75 т. С помощью многокамерных септиков можно добиться лишь неполной очистки сточных вод, которая заключается в отстаивании в случае применения малых септиков и в частичной биологической очистке при применении больших. При этом в большинстве случаев требуется последующая обработка сточных вод. Применяемые на крупных очистных сооружениях методы очистки, подробно рассматриваемые в дальнейшем, для обработки небольших количеств сточных вод нецелесообразны, так как они требуют больших затрат на обслуживание сооружений. Поэтому предпочтение отдается более простым сооружениям, издавна хорошо зарекомендовавшим себя, а именно—подземным песчано-гравийным фильтрам и фильтрующим траншеям. Их применение дает особенно хороший эффект при наличии достаточно больших садовых и приусадебных участков.

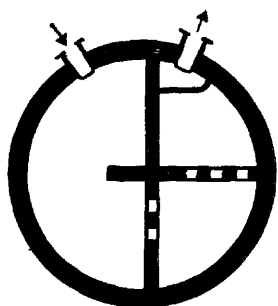
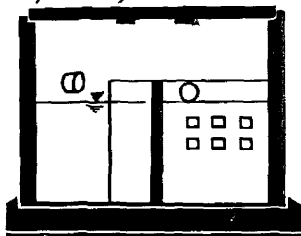
Задачи подземной фильтрации заключаются, во-первых, в очистке сточных вод после септика, при которой продолжается процесс разложения и минерализации все еще способных к гниению орга-



Двухкамерный септик



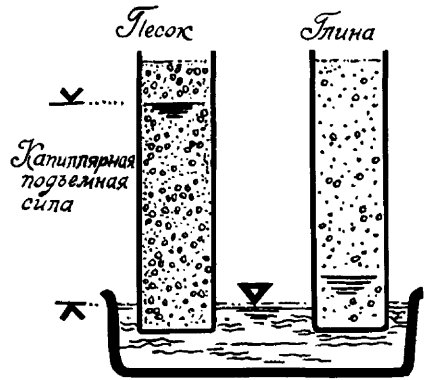
Трёхкамерный септик



нических веществ, а во-вторых, в том, чтобы путем распределения сточных вод в почве садового участка обеспечить в

ней наличие влаги и удобрений, что имеет важное значение для роста растений. Таким образом, при применении систем подземной фильтрации происходит, с одной стороны, очистка сточных вод, а с другой—их утилизация. Об использовании сточных вод, являющихся по существу отбросами, мы будем говорить более подробно несколько позже. Здесь следует лишь указать на то, что подпочвенная фильтрация сточных вод благоприятно сказывается на росте и урожайности садовых культур, благодаря чему большая часть затрат по эксплуатации очистных сооружений с течением времени окупается. Подземная фильтрация может справедливо рассматриваться как биологический метод очистки сточных вод. Речь в данном случае идет не о том, чтобы просто избавиться от сточных вод путем отвода их в почву. Напротив, происходящие в населенной живыми организмами почве процессы вызывают разложение органических загрязнений, что является целью любой очистки. Почву не следует рассматривать как какой-то фильтр, механически задерживающий загрязнения, которые застревают в имеющихся в почве пустотах. Если попытаться таким путем очищать сточные воды от крупных загрязнений, то пустоты очень скоро заполнятся осевшими в них взвешенными веществами, что сделает всю систему полностью неработоспособной. Поэтому подземное орошение предполагает предварительную очистку сточной воды от взвешенных веществ. Для этого могут быть использованы уже известные нам септики.

Биологические процессы очистки сточных вод методом подземного орошения происходят не путем гниения без доступа воздуха, а напротив, при протекании их должен быть обеспечен беспрепятственный доступ кислорода, способствующий аэробному разложению. Мы уже видели, что при этом повышается активность разнообразных живых организмов, содействующих быстрому разло-



жению органических загрязнений. При подземном орошении, конечно, не происходят те же процессы, что и при самоочищении воды в водоеме. Во-первых, вода, выпускаемая из многокамерного септика, в котором происходит предварительная очистка, не содержит кислорода и населена гнилостными бактериями, а во-вторых, условия, в которых находятся населяющие почву организмы, отличаются от условий жизни водных растений и животных организмов. Однако при надлежащем устройстве системы подземного орошения можно добиться минерализации загрязнений, т. е. создать условия, при которых корни растений смогут поглощать содержащиеся в сточных водах питательные вещества. Мы видим, что и здесь, когда сточная вода приусадебного участка очищается и одновременно используется, замыкается круговорот органических веществ.

Не во всякой почве имеются условия, благоприятные для успешного осуществления подземного орошения. Все почвы можно грубо разделить на легкие и тяжелые. При этом к первым относятся крупнозернистые песчаные почвы, а ко вторым—тяжелые, плотные, с малой пористостью суглинки. Не следует, однако, считать, что только песча-

ный грунт, обладающий хорошей проводимостью влаги, является пригодным для подземного орошения. Правда, через такой грунт вода просачивается сравнительно быстро, так что в этом случае можно обойтись короткими распределительными трубами. Однако, с другой стороны, песчаные грунты обладают малой всасывающей силой (капиллярностью) и малой водоудерживающей способностью. Эти два свойства являются негативными факторами при использовании сточных вод для выращивания растений. Тяжелые грунты хотя и хуже пропускают влагу, зато обладают лучшей водоудерживающей способностью и лучше распределяют влагу благодаря своим капиллярным свойствам. Разумеется, при наличии тяжелых грунтов следует прокладывать водораспределительные трубы большей длины. Лишь в особых случаях при использовании сточных вод в сельском хозяйстве неудобными считаются почвы, имеющие слишком крупную или слишком малую зернистость. Малопригодными являются, с одной стороны, крупнозернистые почвы, поскольку они обладают незначительной капиллярностью, а с другой—жирные глинистые грунты, поскольку в них содержатся незначительные количества влаги и воздуха. Оба вида почвы требуют обработки и улучшения структуры до глубины, на которой предусматривается укладка распределительных

трубопроводов. Для подземного орошения наиболее благоприятны легкие мелкие пески, суглинистые и супесчаные почвы. В тех случаях, когда основная задача заключается лишь в отводе сточных вод в почву без использования содержащихся в них питательных веществ в качестве удобрения, вполне пригодны крупнозернистые почвы.

При очень тяжелых почвах, обладающих незначительной влагопропускной способностью, для отвода в грунт достаточного количества сточной воды следует предусматривать распределительные трубы большой длины. Однако применение труб большой длины связано со значительными затратами, да и к тому же размеры садовых участков не всегда позволяют осуществить подобную прокладку труб. В таких случаях можно прибегнуть к помощи песчаных фильтров в канавах, если поблизости имеется приемный водоем.

Для начала рассмотрим устройство обычной системы распределительных труб, в течение многих лет успешно применяемой на многих садовых участках для отвода сточных вод в почву. Общая длина укладываемых водораспределительных трубопроводов, как мы видели, зависит от характера почвы. Ориентировочно можно считать, что для отвода в почву сточных вод от одного человека требуется трубопровод длиной 10 м для гравийных или песчаных грунтов, 15 м для супесей и 20 м для суглинков. Чаще всего прокладываются несколько параллельных ниток при длине каждой нитки не более 30 м. При определении расстояния между распределительными трубами следует, во-первых, следить за тем, чтобы увлажняемые участки вокруг трубопроводов не перекрывались друг другом, а во-вторых, учитывать, что наличие больших расстояний между трубопроводами приводит к неравномерному орошению садовых культур. Кроме того, увеличивается площадь, занимаемая оросительной системой. Для удов-

летворения первого требования трубы укладывают на расстоянии не менее 2 м друг от друга. Лишь при наличии мелкозернистых почв это расстояние несколько увеличивают; во всех же остальных случаях указанные расстояния следует соблюдать.

Для прокладки труб роют траншеи глубиной 0,75—1 м. Дно траншей предусматривается шириной около 0,5 м. Если траншеи устраиваются в устойчивом грунте, их стенки выполняются вертикальными. При устройстве траншеи в сыпучем грунте боковые стенки выполняются с откосом, поскольку крепление их с помощью досок, как это делается при прокладке городских инженерных коммуникаций, в данном случае было бы слишком сложным. Разумеется, об использовании для рытья траншей таких машин, как траншейный экскаватор или кротодренажная машина, в данном случае не может быть и речи. При рытье траншей очень важно соблюдать необходимый продольный уклон. Для того чтобы сточные воды могли доходить до конца трубопровода, последнему следует придать уклон от 1:500 до 1:400. Это означает, что конец трубопровода, имеющего, например, длину 20 м, укладывается на 4—5 см глубже по отношению к его началу. Величина уклона, разумеется, принимается относительно горизонтальной плоскости. Даже при наличии покато участка не следует придавать трубопроводу уклон, больший расчетного. При слишком наклонном расположении трубопровода большая часть сточной воды будет стекать в заглубленную часть трубы, тогда как на начальной отрезок будет приходиться незначительная часть сточной воды. Это приведет к неравномерному увлажнению почвы.

Распределительные трубы, если диаметр их не слишком мал, могут изготавливаться из пустотелых кирпичей различного вида. Ширина трубы в свету должна составлять не менее 10 см.

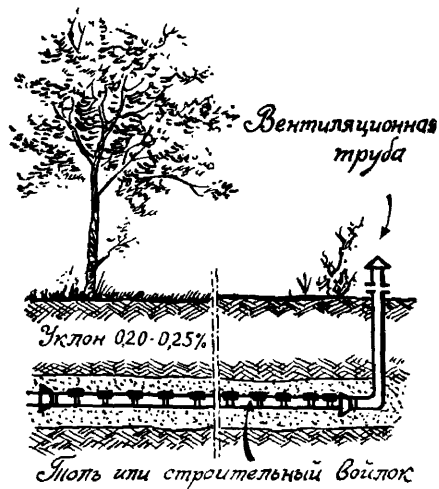
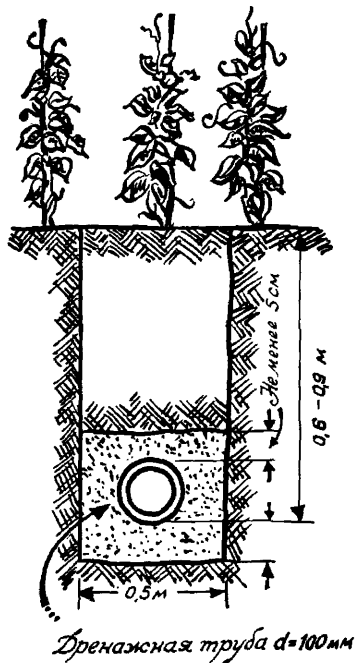
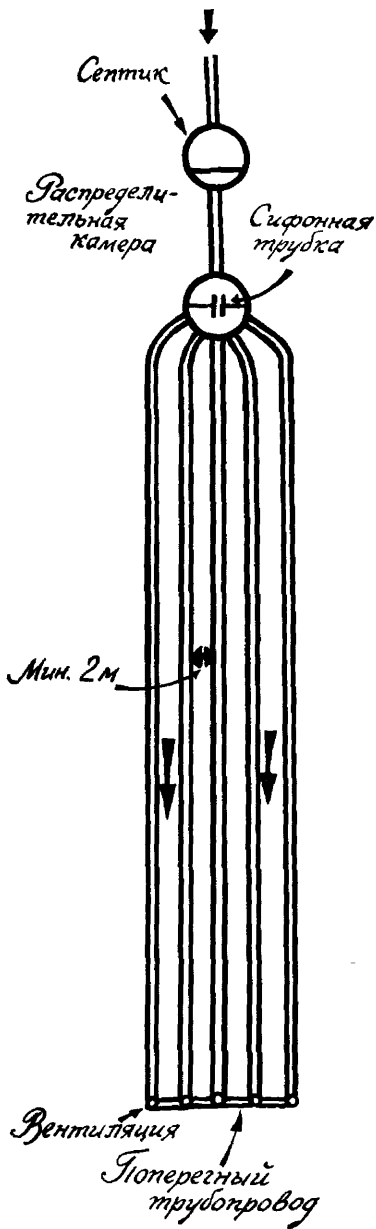
В зависимости от материала трубы могут

быть квадратного или круглого сечения. Широкое применение находят керамические трубы длиной 30 и диаметром 10 см. Они часто используются в дренажных системах для осушения сельскохозяйственных земель. Можно также изготовить профили коробчатого сечения из строительного кирпича, где продольно укладываемые кирпичи образуют днище и боковые стенки, а поперечно укладываемые кирпичи — перекрытие. Однако такого рода устройства требуют большого расхода материалов, поэтому предпочтение отдается керамическим трубам. Для того чтобы обеспечить доступ воде в нижележащие слои почвы, трубы укладывают не на растительный грунт, а на песчаную подушку толщиной 10 см. Крупный гравий и мелкий песок для устройства такой подушки непригодны. Лучше всего для этой цели использовать песок с крупностью зерен от 0,5 до 2 мм. Уложенные дрены засыпаются с боков и сверху песком, причем толщина слоя песка поверх дрен должна составлять 5 см. Керамические трубы укладывают торцами друг к другу. Образующиеся при этом зазоры в стыках обеспечивают проникание воды в почву. Для того чтобы сверху через зазоры в стыках труб не попадал песок, стыки прикрываются слоем толя или синтетической пленкой, которые затем засыпаются крупнозернистым песком. Об устройстве такого защитного покрытия не следует ни в коем случае забывать, так как засорение дрен песком влечет за собой проведение дорогостоящих мероприятий по их очистке, а иногда и необходимость перекладки всей системы. Покрытие необходимо предусматривать также и в случае устройства дрен из строительного кирпича. В этом случае вдоль кирпичного перекрытия укладывают полосу толя шириной 25 см. Мнение о том, что более эффективным для обеспечения фильтрации является применение трубопроводов, имеющих снизу прорези по всей длине, справед-

ливо лишь в том отношении, что в этом случае сточная вода быстро попадает в нижние слои почвы. Но для увлажнения, а также удобрения корней растений такой способ имеет негативные стороны. К тому же при слишком быстром просачивании в грунт сточные воды очищаются хуже, а это может привести к нежелательному загрязнению грунтовых вод. Поэтому такого рода дрены применять не рекомендуется.

При устройстве системы подземного орошения необходимо учитывать возможность засорения трубопроводов илом, а также предусматривать для системы хорошую вентиляцию. В небольших системах подземного орошения сточные воды сбрасываются залпами, что уменьшает заиливание трубопроводов. В больших сооружениях рекомендуется предусматривать камеру распределения в виде сифона, располагаемую за септиком. По сути дела, речь идет о двухкамерном резервуаре-накопителе, обе камеры которого соединены между собой сифонной трубой. Как только первая камера доверху наполнится сточной водой, происходит ее быстрое опорожнение через сифон. Возникающий при этом поток уносит отлагающийся в трубопроводах ил.

Наряду с промывкой трубопроводов не менее важным является обеспечение хорошей циркуляции воздуха в системе трубопроводов. Как уже указывалось, разложение загрязнений при подземном орошении происходит с помощью кислорода воздуха. Чтобы обеспечить постоянную циркуляцию воздуха, концы распределительных дрен соединяют между собой с помощью поперечной трубы. Кроме того, к концу этой поперечной трубы подсоединена вентиляционная труба, которая выводится наружу. При такой организации системы в подстилающих слоях почвы не происходит нежелательных процессов гниения, которые помешали бы очистке и эффективному использованию сточных вод.



Для равномерного распределения воды, а также для обеспечения хорошей промывки и вентиляции рекомендуется прямолинейная укладка трубопроводов. Наличие резких изгибов труб нежелательно. Было бы также неправильно рас-

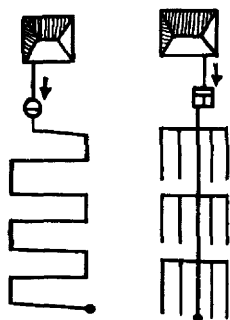
полагать прокладываемый от септика трубопровод зигзагообразно по всей площади садового участка. Малоэффективной является и разветвленная система трубопроводов, при которой от основного трубопровода отходят ответвления,

так как в этом случае не происходит надлежащего распределения сточных вод и их очистки.

Сточными водами, отведенными от дома, в котором проживает семья из четырех человек, при наличии легкого песчаного грунта можно увлажнить участок площадью от 50 до 100 м², а при наличии тяжелого грунта—от 100 до 200 м². Общая площадь садового участка, разумеется, должна быть значительно больше, так как деревья и кусты должны находиться на определенном удалении от распределительного трубопровода. Воздействие мощной корневой системы деревьев, проникающей в увлажненные и богатые питательными веществами участки почвы, может вызвать засорение трубопроводов. Мелкие нити корневой системы беспрепятственно проникают сквозь швы в водораспределительные трубы и, разрастаясь, образуют там целые сплетения. Если к общей площади садового участка прибавить еще часть, занимаемую деревьями и кустарниками, то получим участок площадью от 300 до 400 м². При определении необходимых размеров участка к этому следует еще причислить площадь, занимаемую дачным домиком, палисадником, хозяйственным двориком и дорожками. При подземном орошении сточными водами площадь садового участка при наличии песчаного грунта должна составлять минимум 500 м², а при наличии тяжелого грунта—минимум 600 м².

Описанный способ подземного орошения сочетает в себе очистку сточных вод и одновременно утилизацию находящихся в них удобрительных веществ. Все сточные воды остаются и распределяются в пределах садового участка. Часть их усваивается растениями, а остальная часть проникает в глубоко лежащие слои почвы.

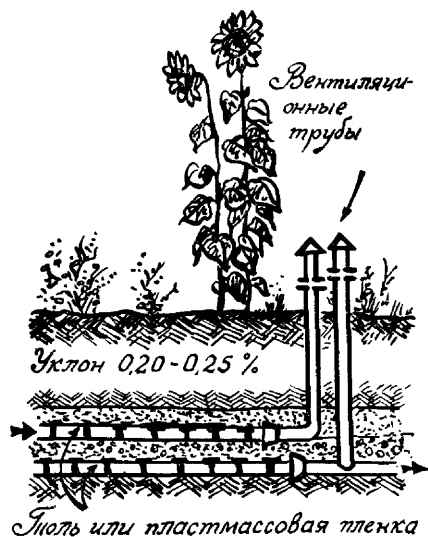
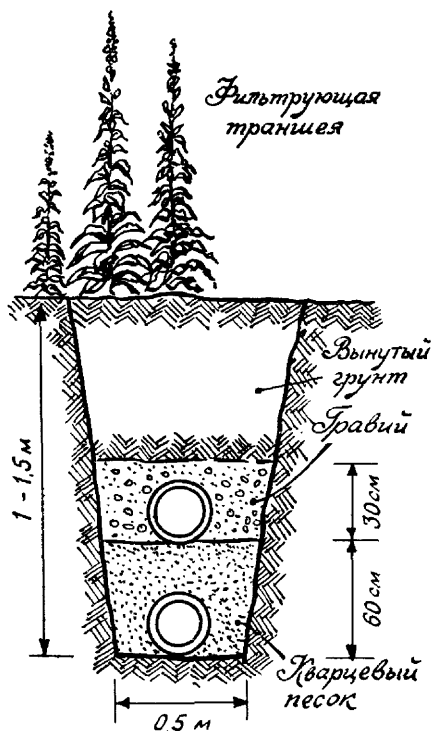
В тех случаях, когда возможен естественный сток очищенной сточной воды в водоем или когда наличие тяжелого грунта препятствует устройству системы



*Неправильное
расположение
труб!*

водораспределительных труб, возможен другой вид подземного орошения. В этом случае для биологической очистки сточных вод можно успешно использовать фильтрующие траншеи. В отличие от системы водораспределительных дрен в данном случае предусматривается укладка двух трубопроводов, расположенных один над другим и разделенных слоем песка. Из одного трубопровода происходит просачивание воды в грунт, а другой предназначен для сбора и отвода воды.

Выемка грунта при устройстве фильтрующих траншей осуществляется таким же образом, как и при устройстве системы подземного орошения. Днище траншеи должно иметь ширину 0,5 м, а глубина ее составляет от 1,2 до 1,5 м. Стенки траншей могут не крепиться досками в тех случаях, когда грунт обладает высокой устойчивостью. При глубине траншеи более 1,25 м с обеих сторон ее предусматривается крепление верхних кромок толстыми досками шириной около 30 см. Эти доски прижимаются с помощью распоров к стенкам траншеи. Вынутый грунт не следует располагать близко к краям траншеи, так как он своим весом может оказывать значительное давление на ее стенки. После выемки грунта по дну траншеи прокладываются дренажные



трубы с уклоном от 1:500 до 1:400. Это уже известные нам керамические трубы, внутренний диаметр которых составляет 10 см. Дренажные трубы укладываются одна к другой. Трубы в местах соединения покрывают на $\frac{2}{3}$ диаметра полосками толя во избежание попадания в них песка. Затем траншею по всей ширине на высоту 60 см засыпают кварцевым песком. Поверхности этого песчаного слоя придается уклон от 1:500 до 1:400. По песчаному слою укладывается второй трубопровод из керамических труб диаметром 10 см, через который сточные воды поступают в грунт. Защита швов от попадания в трубопровод песка выполняется указанным выше способом. Этот трубопровод по ширине траншеи засыпается слоем гравия. Толщина слоя составляет 30 см, остальное пространство засыпается вынутым грунтом вровень с поверхностью земли.

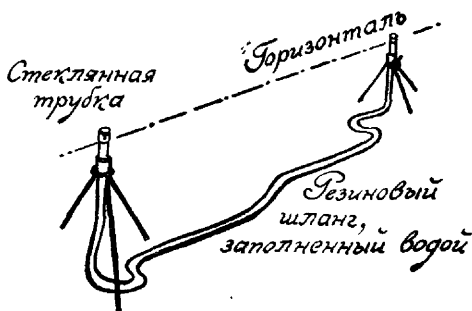
При таком методе очистки искусственно устроенный песчаный слой выполняет функции биологического фильтра. Для этой цели должна предусматриваться хорошая вентиляция. Устраивается она так же, как и для системы водораспределительных дрен, путем подсоединения вентиляционных труб к концам трубопроводов; эти вентиляционные трубы выводятся на поверхность. Вентиляция предусматривается как для распределительной, так и для расположенной под ней дренажной трубы. Очищенную от ила сточную воду лучше всего подавать в распределительный трубопровод из многокамерного септика через камеру распределения, к которой следует проложить минимум два трубопровода на определенном расстоянии друг от друга. Как и при укладке системы распределительных труб, длина отдельных ниток не должна превышать 30 м, чтобы сточная вода равномерно распределялась по всей длине труб. Расстояние между фильтрующими траншеями обычно принимается равным 2 м или немного больше. Поскольку применяемый для устройства фильтра песок обладает хорошей водопроницаемостью, что бы-

вает в том случае, когда он не содержит глинистых примесей, то длина трубопроводов определяется из расчета 6 м на каждого жителя, пользующегося канализацией.

Фильтрующие траншеи обеспечивают эффективную очистку сточных вод только тогда, когда просачивающаяся из верхнего распределительного трубопровода сточная вода может беспрепятственно стекать по нижнему дренажному трубопроводу в какую-то низко расположенную точку. Поскольку сточные воды при надлежащем устройстве системы рассматриваются как биологически очищенные, их можно с помощью дренажного трубопровода отводить в водоем. При этом, разумеется, важным фактором является наличие соответствующей разности высот между дренажным трубопроводом и наивысшим уровнем воды приемного водоема. Поэтому прежде чем приступить к устройству системы очистки сточных вод, следует иметь четкое представление о высотных отметках местности.

Целесообразно изготовить чертежи с изображением продольного разреза всей системы от жилого дома до водоема, на котором следует указать отметки высот для всех отдельных компонентов системы. Такая съемка местности выполняется специалистами с помощью нивелира. Однако можно использовать также длинную деревянную рейку с укрепленным на ней уровнем. Другим несложным устройством для определения на местности горизонтальных линий является гидростатический нивелир. Он представляет собой длинный резиновый шланг, в который с обоих концов вставляют стеклянные трубки.

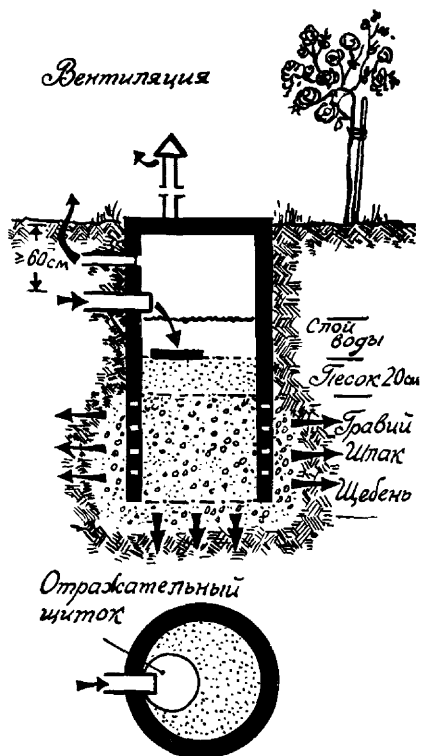
Шланг наполняется водой настолько, чтобы в обеих трубках можно было видеть уровень жидкости. Если расположить такой шланг на местности и приподнять концы шланга со вставленными в них стеклянными трубками вертикально вверх, то по закону сообщающихся сосудов в обеих трубках устанавливается одинако-



вый уровень, по которому определяют горизонтальность участка, поскольку с помощью полученной горизонтальной линии, используя мерную визирку, можно определить относительную высоту местности.

В том случае, если отвод очищенных сточных вод в водоем с помощью дренажного трубопровода оказывается невозможным, что может быть обусловлено значительной удаленностью участка от водоема или недостаточным уклоном местности, не остается ничего другого, как отвести сточные воды в почву. Для этой цели строят фильтрующий колодец. В принципе он аналогичен шахтному колодцу в том виде, в каком тот еще иногда встречается в отдельных сельских районах, однако направление течения в нем обратное. С помощью фильтрующих колодцев очищенные в той или иной степени сточные воды отводятся кратчайшим путем в почву, а следовательно, и в грунтовые воды. Для быстрого и полного удаления сточных вод с садового участка следует обеспечить хорошую фильтрующую способность колодца. Однако осуществляемый таким образом отвод сточных вод в почву чреват опасностью, так как в этом случае не исключена возможность загрязнения грунтовых вод и заражения их болезнетворными микробами, которые все еще имеются в сточных водах даже после надлежащей предварительной очистки. Попавшие в грунтовые воды загрязнения разлагаются очень медленно. Это объяс-

няется, во-первых, отсутствием в грунтовых водах организмов, которые, как и в открытых водоемах, необходимы для биологического разложения загрязнений и самоочищения поверхностных вод, а во-вторых, тем, что этим преобразованиям препятствуют недостаток кислорода и низкие температуры грунтовых вод. Если при этом вблизи фильтрующего колодца находится обычный водоразборный колодец, всегда можно ожидать, что в него вместе с грунтовой водой попадут загрязнения и болезнетворные микробы. Пользование таким водоразборным колодцем или устройство нового колодца становится опасным, а точнее сказать, невозможным. Не всегда можно найти выход из создавшегося положения путем устройства глубоких трубчатых колодцев, позволяющих отбирать незагрязненные слои воды, поскольку их строительство обходится довольно дорого. Поэтому отвод сточных вод в почву допускается лишь в исключительных случаях, за исключением других возможностей. В трещиноватых породах фильтрующие колодцы устраивать не допускается, так как в этом случае вода не фильтруется и, не имея организованного стока, может вновь попасть в источники питьевой воды. Фильтрующие колодцы целесообразно изготавливать круглыми. При очистке малых количеств сточных вод применяют сборные бетонные кольца. Если вместо колец используется кирпич, то колодцы можно изготавливать также квадратными или прямоугольными. Глубина фильтрующего колодца, согласно стандарту TGL 7762, должна быть достаточной, чтобы не допустить загрязнения грунтовых вод. Это условие можно считать выполненным, если расстояние от дна фильтрующего колодца до нормального уровня грунтовых вод будет не менее 1 м. Для того чтобы вода могла просачиваться в грунт, дно и стенки колодца выполняются водопроницаемыми. В стенках должны в достаточном количестве пре-



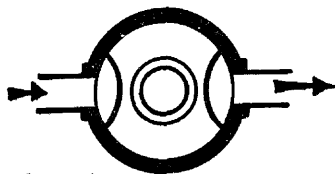
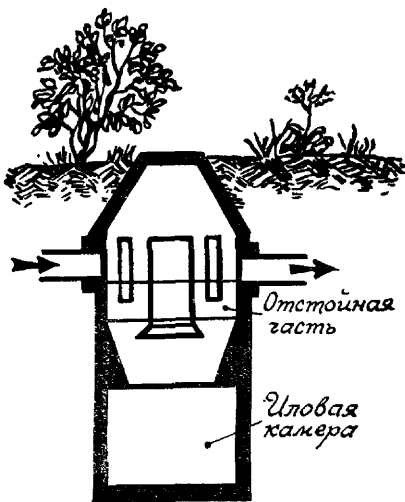
дусматриваться отверстия определенного размера. Дно не укрепляется. Чтобы обеспечить надлежащее просачивание воды, в нижней фильтрующей части колодца, а также под его дном предусматривается засыпка из гравия. Для этого под колодец роют котлован, глубина и ширина которого превышает диаметр колодца. В целом трудно дать какие-либо рекомендации относительно размеров полезной площади просачивания и оптимальных размеров фильтрующего колодца. Количество сточной воды, которое может просочиться сквозь водонепроницаемые поверхности дна и стенок, зависит от поглощающей способности грунта, а также от степени заполнения колодца. Поэтому площадь фильтрующей поверхности и диаметр колодца определяют на основании местного опыта, используя данные о суще-

ствующих сооружениях. В фильтрующей части колодец заполняется гравием, щебнем или шлаком. Засыпку колодца следует выполнять таким образом, чтобы крупные частицы фильтрующего материала находились внизу, а мелкие располагались сверху. Поверх этой засыпки устраивают еще песчаный слой толщиной 20 см. В том месте, где на песчаный слой стекает поступающая из трубопровода вода, укладывают достаточных размеров плиту, предохраняющую песчаный слой от размыва. Пространство между слоем песка и подающей трубой является как бы накопительным резервуаром. Оно не должно быть слишком малым, чтобы при большом залповом сбросе сточных вод не образовалось обратного подпора. Кроме того, для фильтрующего колодца предусматривается приточно-вытяжная вентиляция. Осуществляется она путем подсоединения вентиляционной трубы колодца к водосточной трубе здания или путем установки над колодцем специального вентиляционного стояка. Из описания конструкции фильтрующего колодца следует, что глубина его получается довольно большой. Необходимо еще учитывать, что подводящий трубопровод должен располагаться на глубине не менее 80 см от поверхности земли. Поэтому, когда грунтовые воды находятся на глубине менее 2 м от поверхности земли, устройство фильтрующего колодца, пусть даже простой конструкции, исключено. При этих условиях требуемая толщина фильтрующего слоя 1 м между дном колодца и уровнем грунтовых вод не может быть обеспечена вследствие недостаточной глубины их залегания. Отсюда можно сделать вывод, что в тех случаях, когда грунтовые воды находятся достаточно высоко, фильтрующий колодец, как правило, не может быть использован. Эксплуатация колодцев требует соответствующего технического обслуживания. Если профилактический осмотр системы водораспределительных труб и фильтрую-



щих траншей производится два раза в год, то для фильтрующих колодцев, учитывая сложность их конструкции, такой осмотр следует осуществлять ежеквартально. При засорении колодца частицами осевшего ила его поглощающая способность восстанавливается путем замены верхнего песчаного слоя и промывки расположенного под ним крупного заполнителя. Если эти мероприятия не дадут должного эффекта или если нежелательно выполнять эту неприятную работу, фильтрующий колодец аналогичной конструкции устраивают в другом месте.

Следует упомянуть о том, что для контроля за работой каждого очистного сооружения следует вести журнал, в который заносятся все данные по эксплуатации, в особенности случаи нарушения работы сооружения, засорения, выноса ила из септика, данные о произведенных осмотрах и т. п. Журнал должен в любое время предоставляться для проверки представителям органов санитарного надзора и водного хозяйства. После септика необходимо устройство контрольного колодца, из которого можно в любое время взять пробу сточных вод. Отводящая труба в этом колодце расположена на 15 см ниже подводящей. В заключение этой главы следует еще



Малый эмшерский колодезь

упоминать о некоторых видах малых очистных сооружений, которые на протяжении многих десятилетий находили широкое применение. Речь идет, во-первых, о многоярусных отстойниках, называемых также малыми эмшерскими колодцами, а во-вторых, о капельных био-фильтрах.

Долгое время многоярусные отстойники рассматривали как установки для осветления «свежей» сточной воды. Эти установки в принципе строятся аналогично подробно рассматриваемым в следующей главе комбинированным отстойникам-перегнивателям, хорошо зарекомендовавшим себя в малых и средних очистных сооружениях небольших населенных пунктов. Правда, их применение в качестве малых очистных сооружений для садовых участков с ие-

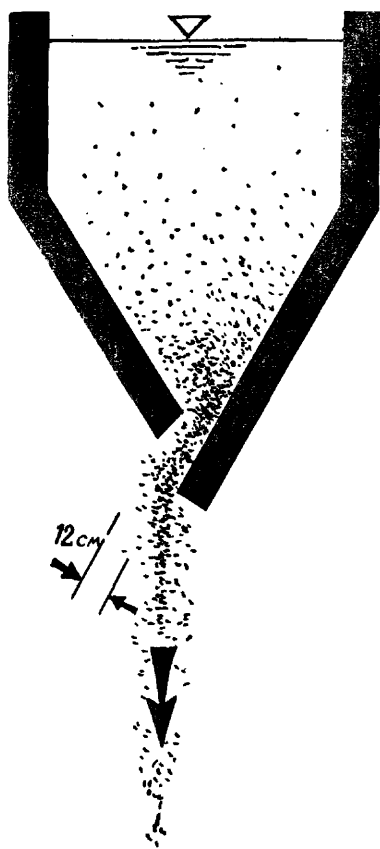
большим количеством сбрасываемых сточных вод не дает должного эффекта, поскольку в этом случае не бывает постоянного, примерно одинакового расхода, что имеет весьма существенное значение для их работы.

Сохранение «свежей» сточной воды при осветлении основывается на полном осаждении взвешенных веществ в течение короткого промежутка времени (как правило, 2 ч). Если за это время сточная вода освобождается от взвешенных веществ, она может подвергаться дальнейшей биологической обработке, причем не происходит ее загнивания, как это бывает в многоярусных септиках. Тем самым устраняется сложный переход от фазы брожения к фазе аэробного разложения, который имеет место, например, в септиках с подключенной к ним установкой подземной фильтрации. Осевший в отстойниках осадок подвергается разложению в специальной иловой камере в отсутствие кислорода воздуха с участием метановых бактерий. Большинство разработанных конструкций при залповом поступлении сточных вод в отстойник не позволяет полностью предотвратить их попадание в иловую камеру. В результате происходит нежелательное смешивание поступающей в отстойник свежей сточной воды с уже загнивающим илом подобно тому, как это бывает в ранее описанных многоярусных септиках. Тем самым эффект сохранения «свежей» воды прекращается, и многоярусный отстойник работает аналогично септику. Однако даже в этом случае по своей эффективности такие отстойники ни в чем не уступают септикам, если для них предусматривать такие же размеры. Было проведено много исследований с целью добиться сохранения «свежей» сточной воды с помощью хорошо продуманной конструкции двухъярусных отстойников (название этих отстойников объясняется расположением отстойной части над иловой камерой). В некоторых случаях

при надлежащем обслуживании отстойников это почти удается сделать. Под надлежащим обслуживанием подразумевается, во-первых, систематический выпуск ила через определенные, однако не слишком большие промежутки времени, во-вторых, регулярное удаление плавающих веществ из отстойной части. Последнюю операцию следует выполнять каждые две недели во избежание неполадок в работе, выражающихся в образовании обратного подпора в приточном трубопроводе, что может вызвать его засорение. При надлежащем обслуживании двухъярусные отстойники могут успешно применяться для удаления взвешенных веществ из сточных вод, т. е. для механической очистки последних перед последующей основной биологической очисткой. Вследствие малой продолжительности пребывания воды в отстойниках и частого удаления ила емкость этих отстойников может быть меньшей, чем у септиков. Объем верхней отстойной части определяют из расчета 30 л, а нижней иловой камеры — из расчета 60 л на человека. Объем всплывающих веществ определяется из расчета 30 л на человека.

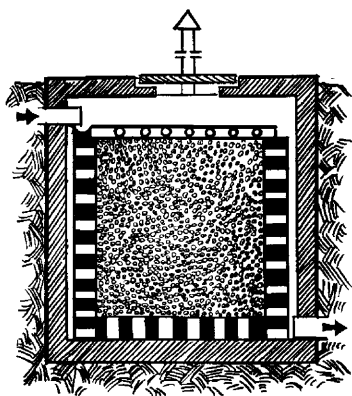
Следует заметить, что в настоящее время наблюдается переход от многочисленных конструкций, в той или иной степени отличающихся друг от друга, к прежним конструкциям в той первоначальной форме, в какой они существовали еще несколько десятилетий назад. Так, посередине круглых в плане отстойников устраивается широкий желоб, днище которого представляет собой две круто наклоненные друг к другу плоскости. Внизу эти плоскости не полностью примыкают одна к другой, оставляя щель по всей длине желоба шириной не менее 12 см, через которую осадок попадает в иловую камеру. Нижние грани должны перекрывать одна другую настолько, чтобы поднимающиеся вверх частицы ила не могли попасть из иловой камеры в отстойную часть. Для обеспечения доступа

Отстойный желоб



к любому участку водной поверхности, что имеет важное значение при эксплуатации, по всей площади двухъярусных отстойников устраивается съемное перекрытие.

Для биологической очистки сточных вод после удаления из них взвешенных веществ в домовых и малых очистных сооружениях одно время рекомендовалось применять биофильтры. Здесь также речь идет о конструкциях, хорошо зарекомендовавших себя при очистке бытовых и производственных сточных вод населенных пунктов или промышленных предприятий. Эти сооружения являются типовыми для биологической очистки.



Как и двухъярусные отстойники, эти биофильтры, эффективно работающие на крупных очистных сооружениях при непрерывном поступлении сточных вод, не дают должного эффекта при неравномерном поступлении стоков, имеющем место при канализации отдельно стоящих домов. Мы не будем здесь подробно рассматривать принцип работы и конструктивные особенности биофильтров, так как эти вопросы будут изложены в главе «Сточные воды от небольших населенных пунктов».

Предпринимаются попытки несколько изменить конструкцию крупногабаритных установок для очистных сооружений малой канализации. Поскольку применение насосов, часто используемых на крупных сооружениях, в данном случае исключается, биофильтр устраивают в резервуаре на большой глубине с тем, чтобы в него самотеком поступали сточные воды из отстойника. При этом непременно следует предусматривать предварительную механическую очистку путем удаления из сточных вод взвешенных веществ, так как в противном случае произойдет засорение фильтрующего слоя, состоящего из крупных обломочных пород. Большую трудность представляет обеспечение притока воздуха, чего при наличии глубоких камер можно добиться лишь частично. Однако даже в том случае, когда путем кон-

структивных изменений в значительной степени удается обеспечить приток воздуха, непреодолимым препятствием в работе установки остается неравномерный приток сточных вод. Населяющие фильтрующий материал организмы должны постоянно находиться во влажной среде, поскольку это, по сути дела, те же живые организмы, которые участвуют в процессах самоочистки воды, совершающихся в водоемах. Если фильтрующий материал в значительной степени высыхает, что бывает при больших интервалах в поступлении сточной воды, то происходит гибель организмов, и очистка сточной воды становится невозможной. Это обстоятельство, а также существующая опасность засорения биофильтра илом заставляют отказаться от применения малых биофильтров. Поэтому в новом издании стандарта TGL 7762 они справедливо не приводятся в качестве примеров для установки на малых очистных канализационных сооружениях.

Все описанные в данной главе малые очистные канализационные сооружения имеют четко определенную область применения. Объем сооружаемых септиков не должен превышать 10 м^3 . Этот объем определяется из расчета приема сточных вод от 50 человек. Поэтому размеры этих установок, по сути дела служащих лишь для удаления взвешенных веществ, увеличивать не следует. Несколько шире область применения крупногабаритных многокамерных септиков. При выдерживании в них сточных вод в течение 10 суток происходит частичная биологическая очистка, и, таким образом, достигается более высокое качество очищенных вод. Такие септики могут использоваться для приема сточных вод от 4—200 человек. Многоярусные отстойники, служащие исключительно для удаления из сточных вод взвешенных веществ, допускается строить для числа жителей от 50 до 200. Следует иметь в виду, что для этих сооружений строго установлен

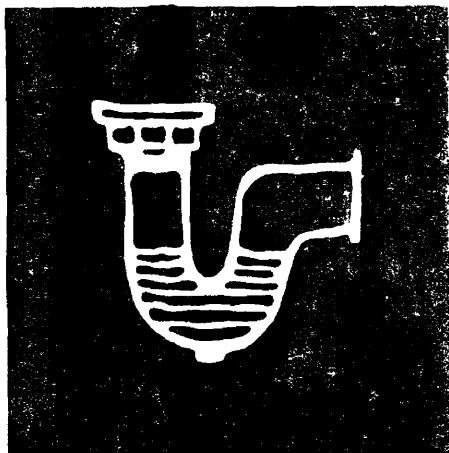
нижний предел области применения, определяемый характером притока сточных вод. Чем больше число жителей, пользующихся этими сооружениями, тем легче выполняется требование максимальной равномерности притока. Устройство многокамерных отстойников для одноквартирных домов рассматривается отдельно, поэтому мы затронули его лишь частично.

Теперь давайте кратко обобщим все наиболее важные принципы применения малых очистных канализационных сооружений, подробно описанных в данной главе.

Малые очистные канализационные сооружения предназначены для очистки сточных вод, отводимых от индивидуальных жилых домов, и способны принимать сточные воды не более чем от 200 жителей. Эти сооружения обычно применяются лишь там, где не имеется возможности подключения к наружной канализационной сети с центральными очистными сооружениями. При устройстве очистных сооружений предпочтение отдается групповым канализационным очистным сооружениям, рассчитанным на подключение к ним большого числа

приусадебных участков. Для приусадебных участков, не имеющих централизованного водоснабжения, устройство малых очистных сооружений не разрешается. Отвод и очистку сточных вод необходимо осуществлять в соответствии с действующими требованиями органов водного хозяйства. Перед пуском в эксплуатацию очистные сооружения должны быть проверены представителями соответствующих органов госинспекции. Лишь после приемки сооружений водоохранными органами разрешается их эксплуатация. При строительстве очистных сооружений и их эксплуатации следует руководствоваться указаниями стандарта TGL 7762. Наличие типовых проектов значительно облегчает выполнение строительства многокамерных септиков.

Во многих случаях подземное орошение позволяет одновременно осуществлять очистку и использование сточных вод для орошения и удобрения садовых и огородных культур. Следует всегда помнить о том, что даже самые совершенные в техническом отношении очистные сооружения не дадут должного эффекта при отсутствии надлежащего обслуживания.

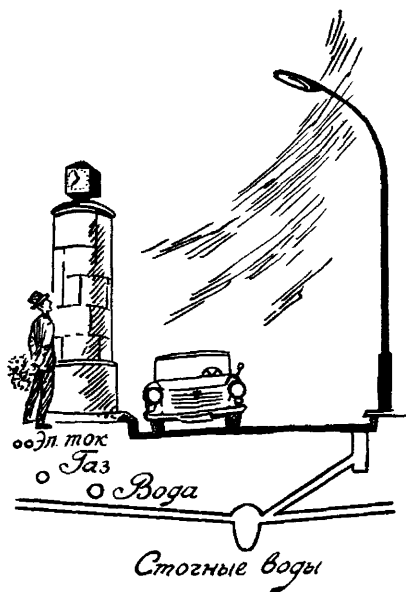


Сточные воды от небольших населенных пунктов

Проблема отвода сточных вод от отдельных домов, расположенных в сельской местности, в значительной степени решается путем устройства очистных сооружений малой канализации, подробно описанных в предыдущей главе. Следует, однако, учитывать, что такие сооружения оставляют желать лучшего и их следует рассматривать лишь как вспомогательные, вынужденные средства очистки. Практика все больше показывает, что как только застраиваемая территория обретает жилой характер, владельцы земельных участков и, конечно, органы санитарного надзора требуют устройства очистных сооружений централизованной канализации. Это особенно характерно в тех случаях, когда приусадебные участки рассматриваются не только как место отдыха в выходные дни или на время отпуска, но и предназначены также для длительного проживания. В тех же условиях находятся многие жители сел и некоторых пригородных поселков. Однако вопрос устройства централизованных очи-

стных сооружений в этих жилых районах не решается в зависимости от одного лишь желания жителей, по мнению которых канализование может быть осуществлено таким же путем, как и введение централизованных систем электро-, газо- и водоснабжения. Большинство из них, очевидно, не имеет представления о том, что работы по устройству канализационной системы являются гораздо более трудоемкими и связаны с большими финансовыми затратами по сравнению с работами по устройству прочих инженерных коммуникаций.

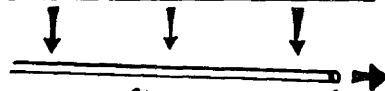
Из приведенных в государственном ежегоднике ГДР данных все же видно, что число жителей (в %), пользующихся канализацией, постоянно растет. В 1983 г., например, оно составляло 70,1%. При этом следует учитывать, что подключение всех отдельно стоящих домов к канализационной сети практически нереально. Именно по экономическим причинам жилые дома, расположенные в стороне от жилых районов, даже в отдаленном будущем не смогут быть подключены к канализационной сети, поэтому стопроцентный охват жилого фонда канализационными системами никогда полностью не будет достигнут. Следует также помнить о том, что населенные пункты и поселки, которые в настоящее время предстоит канализовать, при незначительном числе жителей занимают сравнительно большую территорию. В этом случае канализационная сеть имеет гораздо большую длину, чем в случае подключения к канализации такого же числа жителей в больших, густонаселенных городах. По этой причине и затраты на строительство канализационной системы в расчете на каждого пользующегося канализацией жителя тем больше возрастают, чем меньше плотность населения. Хотя в наше время в крупных и средних городах в большинстве своем построены канализационные системы, тем не менее строительные затраты на подключение



Большая плотность населения



большое количество сточных вод



Малое количество сточных вод

малая плотность населения

к этим системам жилых районов, пока еще не имеющих канализации, теперь гораздо больше, чем в свое время при строительстве внутригородских канализационных сетей. Даже применение современной строительной техники и прогрессивных методов строительства не может изменить положения, поскольку затраты, приходящиеся на каждого отдельного жителя, который пользуется канализацией, тем больше возрастают, чем больше площадь застройки. Планирование и проектирование наружных канализационных сетей для небольших населенных пунктов и пригородных районов именно вследствие высокой стоимости присоединения их к общей канализационной сети следует выполнять не менее тщательно, чем проектирование тех же систем в больших городах. С другой стороны, не следует также, руководствуясь соображениями ложной экономии, упрощать устройство поселковых канализационных сооружений по сравнению с городскими, поскольку жители поселков и небольших населенных пунктов в неменьшей степени имеют право на

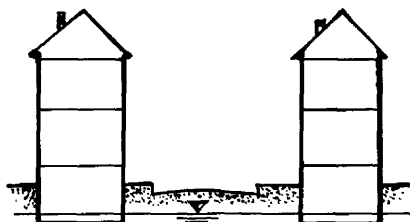
надлежащее санитарно-техническое обслуживание. Все крупные мероприятия по строительству такого рода сооружений следует планировать в соответствии с утверждаемым планом застройки населенного пункта и, разумеется, с учетом имеющихся материальных и финансовых ресурсов. Следует подчеркнуть, что строительство канализационных сооружений для небольших населенных пунктов является частью перспективной программы развития этих населенных пунктов и должно осуществляться поэтапно, по мере необходимости и исходя из имеющихся возможностей.

В чем же преимущества коммунальной поселковой канализации по сравнению с очистными канализационными сооружениями, строящимися на индивиду-

альных приусадебных участках? Вспомним, что было сказано об этом в первых главах книги. Устройство в больших городах центрального водоснабжения, туалетов со смывом, а также улучшение санитарных условий в жилищах привели к такому увеличению расхода сточных вод, что оказалось невозможным разместить все необходимые устройства на территории участков без больших осложнений. Единственным выходом из создавшегося положения явилось устройство системы наружной канализации с централизованными очистными сооружениями.

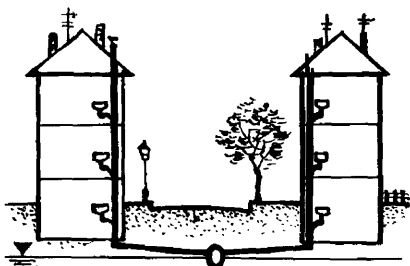
Отвод всех сточных вод с территории участка, при котором владельцу не приходится затрачивать личных усилий, несомненно, повышает жизненный комфорт. При подключении к канализационной сети отпадает необходимость выполнения обременительных и неприятных работ по удалению осадка, а также других работ по обслуживанию и ремонту малых очистных сооружений. Эти операции, как правило, выполняются владельцем участка, если он не прибегает к помощи соответствующих организаций. Уменьшается также опасность нарушений отвода воды вследствие засорения, заиливания и повреждений, которые на малых очистных сооружениях возникают гораздо чаще, чем на крупных. Устройство системы канализации обычно ведет к понижению уровня грунтовых вод, что также является положительным фактором, так как уменьшает неприятности, связанные с затоплением подвальных помещений. Там, где благодаря наличию канализационной системы отводятся также дождевые воды, улицы и тротуары находятся в любое время года в лучшем состоянии, чем при ее отсутствии. Устройство дорожных покрытий практически возможно лишь после прокладки коллектора дождевой или общесплавной канализации. Однако основное преимущество централизованной канализации населенных мест состоит в том,

До канализования



Высокий уровень грунтовых вод

После канализования



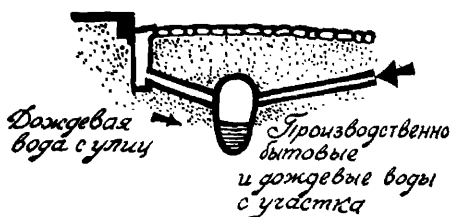
Уровень грунтовых вод понизился

что она полностью отвечает санитарным требованиям, обеспечивая быстрый отвод с территории участков всех загрязнений, а вместе с ними возбудителей заразных болезней в закрытую подземную систему трубопроводов, по которым загрязненные воды направляются на очистные канализационные сооружения. Возможность контакта с такими загрязнениями и связанная с этим опасность заражения, вызываемая наличием в сточных водах болезнетворных микробов, полностью исключена. Можно было бы возразить против этих бесспорных преимуществ централизованной поселковой канализации, мотивируя тем, что в этом случае отпадает возможность использования содержащихся в сточных водах веществ в качестве удобрения на садовых участках. Но такое возражение несостоятельно, поскольку для полива садовых культур удобнее и надежнее использовать воду

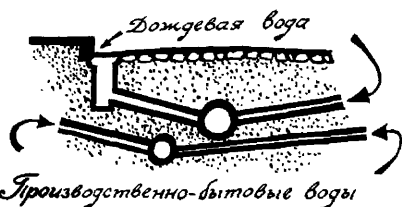
из централизованной системы водоснабжения. Не следует также переоценивать значение содержащихся в сточных водах питательных веществ, используемых в качестве удобрений. Основные питательные вещества, важные для роста растений, содержатся в сточных водах не в таком количестве, чтобы их нельзя было заменить незначительным количеством минеральных или других удобрений. Наконец, для компостирования помимо осадка сточных вод могут использоваться многие другие органические вещества, так что внесение перегноя в почву возможно даже при полном отведении сточных вод через централизованную канализацию. Итак, преимущества централизованной канализации очевидны, и поэтому утверждение о том, что очистные сооружения, применяемые для садовых участков, являются лишь вынужденным решением, вполне справедливо. Проследим на примере небольшого населенного пункта за тем, какой путь проделывают сточные воды от места их образования до очистного сооружения.

Бытовые и производственные сточные воды, а во многих случаях также и атмосферные, выпадающие на участке, отводятся через домовую и дворовую канализацию. При этом следует различать два разных способа отвода сточных вод. Во-первых, все образующиеся сточные воды, в том числе и атмосферные, можно собирать в одну систему трубопроводов. Во-вторых, сточные воды можно разделить по видам. При этом бытовые и производственные сточные воды подводятся к одной системе, а атмосферные воды — к другой. Такие системы канализования сточных вод называются соответственно общесплавной и раздельной системами канализации. И в том, и в другом случае имеются свои преимущества и недостатки. На первый взгляд кажется, что общесплавная система канализации значительно дешевле, так как в данном случае предусматривается про-

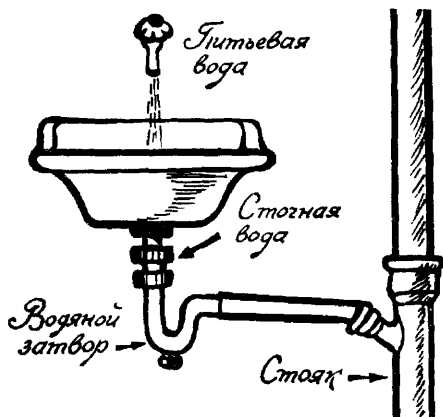
Общесплавная система канализации



Раздельная система канализации



кладка только одного трубопровода, тогда как при раздельной системе канализации требуется прокладка двух трубопроводов. Однако это не совсем так, ибо в случае применения общесплавной системы дождевые воды проделывают до очистных сооружений канализации тот же путь, что и производственно-бытовые. При раздельной же системе канализации, наоборот, имеется возможность полностью отводить сравнительно чистые атмосферные воды кратчайшим путем в водоем. Часто ограничиваются частичным устройством ливневой канализации или вообще предусматривают сеть ливневой канализации несколько позже, после мощения улиц населенного пункта. Коллекторы дождевой канализации укладываются на меньшей глубине по сравнению с трубопроводами производственно-бытовых сточных вод, так что объем земляных работ при их прокладке значительно меньше. Наконец, для отвода атмосферных вод могут применяться трубы из более дешевого материала, поскольку атмосферные воды не оказы-



вают такого агрессивного воздействия на материал труб, какое отмечается у производственно-бытовых сточных вод вследствие их способности разлагаться и наличия в них агрессивных веществ. Если принять во внимание все эти факторы, то окажется, что раздельная система канализации не намного дороже общесплавной, а поскольку она обладает еще рядом преимуществ при эксплуатации, то сейчас при устройстве канализационных сетей чаще предпочтение отдается раздельной системе канализации.

Рассмотрим несколько подробнее отвод сточных вод из здания и с территории участка, на котором оно расположено. Все знают, что под «водопроводным краном» имеется устройство для приема стекающей воды. В большинстве случаев это кухонная раковина. (Между прочим, следует внести небольшую поправку в название «водопроводный кран», ибо, с технической точки зрения, он вовсе не является краном, а представляет собой вентиль, имеющий совершенно другую конструкцию. Настоящим краном в этом смысле является газовый кран, закрываемый или открываемый путем его поворота на одну четверть). Сточные воды образуются в местах стока под раковиной на кухне, спуска из ванн, туалета и т. д. Во всех местах спуска

загрязненных сточных вод до подключения к стоякам, проходящим в здании, преимущественно вертикально, следует устраивать сифоны. Это водные затворы, выполненные в виде сильно изогнутой или погружной трубы. Они препятствуют прониканию газов из канализационной системы в жилые помещения. Лишь стояки для отвода атмосферных вод не требуют устройства сифонов. Для всех труб санитарно-технического оборудования здания предусматриваются определенные минимальные диаметры, которые следует обязательно соблюдать во избежание возможных засорений систем. Эти размеры указаны в стандарте ТГЛ 10698 «Инженерное оборудование зданий для отвода сточных вод», в котором содержатся также все прочие указания по устройству системы канализации приусадебных участков.

Стояки подключаются к основным трубопроводам, имеющим уклон примерно 1:50. Стояки следует выводить выше крыши здания, тем самым обеспечив беспрепятственное удаление канализационных газов. До подключения к основному трубопроводу в горизонтальных трубопроводах и стояках следует устанавливать ревизии или прочистки. Ревизии и прочистки имеют плотно закрываемое крышкой отверстие, которое используется в случае очистки трубопроводов для устранения засорения. Застревающие материалы, в особенности кусочки текстиля, при скоплении их в местах изгибов труб могут привести к полной закупорке последних. В большинстве случаев такое засорение устраняют с помощью гибкой стальной проволоки, вводимой в трубопровод выше места засорения. Если засорение образовалось в месте стока, его устраняют с помощью резиновой мембраны, которая устанавливается над отверстием стока, наполненного водой. Многократное нажатие на нее с помощью деревянной ручки, создают гидростатическое давление, под воздействием которого об

разовавшиеся пробки проталкиваются в более широкие трубы, тем самым вновь обеспечивая беспрепятственный сток воды. Ревизии и прочистки следует устраивать с учетом возможного к ним доступа. На основном трубопроводе их ставят через каждые 20 м и перед каждым стояком и отступом. Одну такую ревизию следует установить вблизи границ приусадебного участка, на расстоянии не более 15 м от уличной канализации. Если труба с ревизией проложена вне здания, то для доступа к ней устраивается специальный колодец. Помимо стояков для бытовых сточных вод в здании прокладываются водосточные трубы, служащие для отвода дождевых сточных вод с крыши, балконов, лоджий. Они могут быть расположены внутри или снаружи зданий. Дождевая вода не должна попадать в стояки для отвода бытовых сточных вод. При отдельной системе канализации домовые выпуски следует устраивать отдельно для бытовых и дождевых вод.

Теперь несколько слов о материале труб, используемых в санитарно-техническом оборудовании здания. Раньше почти повсеместно применялись чугунные трубы, которые вместе с раструбными фасонными частями составляли основную часть канализационных трубопроводов. Сейчас же наряду с ними применяются керамические, бетонные, асбестоцементные и пластмассовые трубы, которые в значительной степени вытеснили чугунные трубопроводы. Для водосточных желобов и водосточных труб раньше, как правило, применялось оцинкованное железо. Теперь же вместо него широко применяются пластмассы, алюминий и другие материалы.

Для приема сточных вод с участков жилой застройки уличный канализационный коллектор должен располагаться на такой глубине, чтобы вода могла стекать в него самотеком под уклон. Мы уже упоминали о том, что домовый выпуск должен иметь уклон 1:50, и, таким образом, на участок



трубы длиной 50 м приходится разность высот 1 м. Поскольку сейчас в поселках и небольших населенных пунктах многие здания располагают за линией застройки, приходится предусматривать более протяженные домовые выпуски, которые в этом случае требуют большего перепада высот. Для подключения самотеком к уличной канализационной сети как можно большего числа зданий — о вариантах решений, принимаемых в особых случаях, мы поговорим в следующей главе — канализационный коллектор следует располагать по возможности глубже. Разумеется, существуют определенные пределы глубины заложения, поскольку стоимость строительных работ по устройству коллекторов определяется главным образом количеством вынутого грунта и объемом работ по креплению стенок траншей. Нередко также бывают случаи, когда

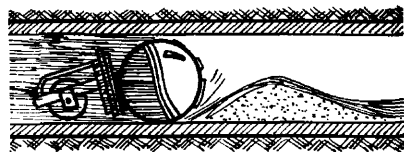
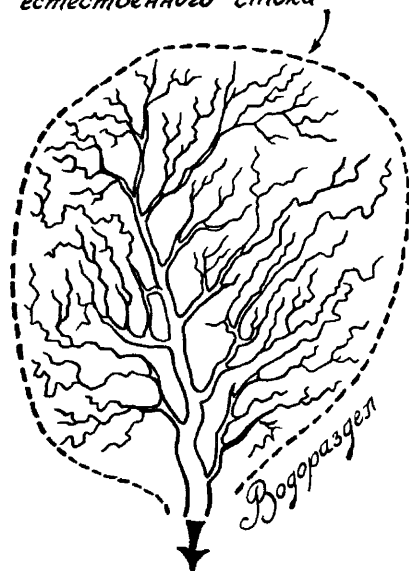


канализационный коллектор при определенной глубине располагается в грунтовых водах. В этом случае затраты на строительство еще больше возрастают, поскольку приходится выполнять дополнительные работы по понижению уровня грунтовых вод. Даже тогда, когда трудно определить минимальную глубину заложения уличного канализационного коллектора, можно с уверенностью сказать, что он всегда располагается глубже остальных подземных коммуникаций, например водопроводных и газопроводных труб, электрокабелей, телефонных кабелей. В то время как другие коммуникации прокладываются с учетом рельефа местности—на некоторых участках они могут располагаться даже с подъемом,—канализационный коллектор всегда прокладывают с уклоном. Поэтому работы по составлению проектной документации на строительство канализации для населенных пунктов включают выполнение тщательной вертикальной топографической съемки территории населенного пункта.

Канализационную сеть, будь это сеть небольшого населенного пункта или разветвленная сеть крупного города, можно представить как естественную речную систему, где поверхностные водостоки сливаются в небольшие ручейки, которые, в свою очередь, впадают в более крупные; последние, соединяясь, образуют небольшие речушки, а затем и настоящие реки. При впадении этих рек в моря воды водосточков, ручьев и речек образуют общий сток. В зависимости от масштабов района, на территории которого они образовались (этот район

обычно называют бассейном естественного стока), и от количества выпадающих над данным районом осадков этот общий сток может изменяться от нескольких сот или тысяч литров в секунду до огромных потоков воды, подобных р. Амазонке, самой полноводной реке земного шара. В канализации существует также понятие бассейна канализования, под которым подразумевается сбор производственно-бытовых или атмосферных сточных вод в пределах определенного района застройки. Здесь также количество стекающих вод зависит от размеров территории района и от количества выпадающих осадков. Суммирование отдельных притоков разветвленной в местах сброса канализационной сети, где небольшие по размерам трубопроводы соединяются с более крупными, является неременным условием при проектировании канализационной системы. Если мы в качестве примера для сравнения с нашей канализационной сетью привели речную систему, естественно, следует отметить различие между ними: канализационные коллекторы в противоположность проточным водоемам скрыты под землей и проложены в основном вдоль улиц населенных пунктов. О существовании такой системы напоминают лишь крышки смотровых колодцев или уличные дождеприемники в случае отвода атмосферных вод. Поскольку мы заговорили о смотровых колодцах, познакомимся с ними поближе. Смотровые колодцы являются неотъемлемой частью любой канализационной системы, так как выполняют множество различных функций. Они предназначены не только для периодической проверки канализационного коллектора. По истечении какого-то периода времени на дне коллектора отлагается большое количество песка и других тяжелых материалов, постепенно суживающих сечение коллектора. Лишь в отдельных случаях, когда, например, уклон коллектора и скорость течения в нем настолько

Бассейн естественного стока



Устройство для промывки
коллектора

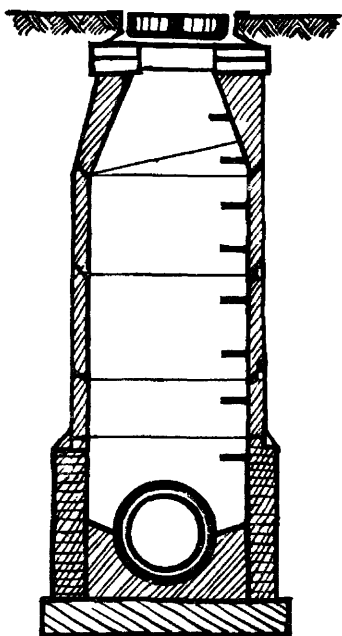
велики, что оседающие вещества постоянно уносятся потоком воды, можно избежать его прочистки. Однако, как правило, через каждые несколько месяцев следует производить основательную прочистку трубопроводов с помощью специальных приспособлений. В настоящее время такую прочистку выполняют самыми различными способами. В каждом отдельном случае специалисты, выполняющие эту работу, должны иметь удобный доступ к коллекторам через смотровой колодец для введения в них специальных приспособлений для прочистки. Такими приспособлениями являются, например, механические щетки, прикрепленные к ручной или механической канатной лебедке. Они протягиваются по коллектору из одного колодца в другой. Прочистку коллекторов с целью удаления отложений можно производить также и другими способами, например путем промывки. Для этой цели используют, во-первых, сами сточные воды, которые задерживаются путем создания времен-

ного подпора, а затем мощным потоком пропускаются через коллектор. Такой подпор можно создать также с помощью специального устройства в виде шара или цилиндра, пропускаемого через канализационную систему. Шар перекрывает верхнюю часть трубы, оставляя свободным лоток, где скопились отложения. Под воздействием создавшегося напора воды шар продвигается по каналу, а вода протекает под ним через суженное сечение с повышенной скоростью. В результате этого отложения размываются и выносятся впереди шара.

При другом способе промывки каналов используют свежую воду, нагнетаемую в каналы из гидрантов коммунальной водопроводной сети или из автоцистерн с помощью насосов высокого давления.

В результате этих работ по промывке коллекторов нормальные функции последних возобновляются. Разумеется, бывают случаи закупорки уличной канализационной линии, при которых возникают подпор и обратный ток сточных вод, доходящий до жилых домов. Причиной его в большинстве случаев являются засорения, которые следует устранять методами, аналогичными применяемым при засорении санитарно-технического оборудования зданий.

Смотровые колодцы выполняют также и другие функции: они служат для создания приточно-вытяжной вентиляции канализационной системы. Вследствие разложения содержащихся в сточных водах органических веществ образуются газообразные продукты распада, скапливающиеся в канализационной сети.



Производственные сточные воды, протекая по подземным трубопроводам, иногда также выделяют газы. С другой стороны, поступление кислорода воздуха замедляет процессы брожения в канализационной системе. Поскольку в крышке смотрового колодца имеются отверстия, через которые может осуществляться воздухообмен, то они вместе с вентиляционными трубами, выведенными в зданиях выше кровли (как продолжение стояков), служат как для удаления канализационных газов, так и для проветривания системы. Крышки смотровых колодцев должны быть достаточно прочными, так как им придется выдерживать большие нагрузки от транспорта. Поэтому они в основном изготавливаются из чугуна или железобетона.

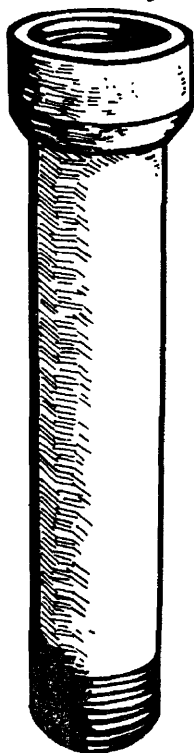
Расстояние между двумя смотровыми колодцами составляет примерно 50 м. При наличии частых поворотов расстояния между колодцами уменьшаются с тем, чтобы отрезки сети между колод-

цами были прямыми. При изменении уклона или увеличении поперечного сечения каналов в точке изменения также устраивают колодец. Колодцы устанавливают и в точках присоединения к главному коллектору боковых каналов. Вот почему, проходя по улицам, мы замечаем часто расположенные круглые крышки колодцев.

Кроме специалистов, выполняющих работы по осмотру и прочистке канализационных систем, мало кому приходилось заглядывать в такой колодец. Если бы мы это сделали, то увидели бы круглую, а иной раз и прямоугольную шахту, напоминающую колодец для грунтовых водозаборов, выполненную из бетона или клинкерного кирпича с укрепленными на стене металлическими скобами, предназначенными для спуска рабочих в колодец. В канализационной сети небольшого поселка количество сточных вод, проходящих через такой колодец, сравнительно невелико. Поэтому и диаметры трубопроводов также невелики и составляют всего 20 см (минимальный размер) или на 5—10 см больше, в отличие от некоторых коллекторов больших городов, по которым может свободно пройти человек. Небольшие по диаметру трубопроводы состоят большей частью из керамических труб. Эти трубы являются настолько долговечными, что могут находиться под землей более сотни лет, не требуя замены, несмотря на то, что производственно-бытовые воды отнюдь не безвредны для материала труб. Например, применяемый для труб бетон требует особенно тщательного приготовления и проведения некоторых дополнительных мероприятий, чтобы через несколько лет под воздействием загрязненной воды не произошло повреждение системы.

После того как сточная вода проделает путь от участка жилой застройки по уличным канализационным коллекторам до очистных сооружений, расположенных в пониженной части террито-

Керамическая труба



Решетка



рии, она подвергается очистке, конечным результатом которой является вода речного качества¹. При рассмотрении канализации населенного пункта нам приходится иметь дело с гораздо большими количествами сточных вод по сравнению с очистными сооружениями малой канализации, с которыми мы познакомились в предыдущей главе, так что легко предположить, что процесс очистки сточных вод населенного пункта требует применения более совершенных технических средств. Рассмотрим для примера очистные сооружения, которые можно было бы использовать применительно к канализации небольшого населенного пункта.

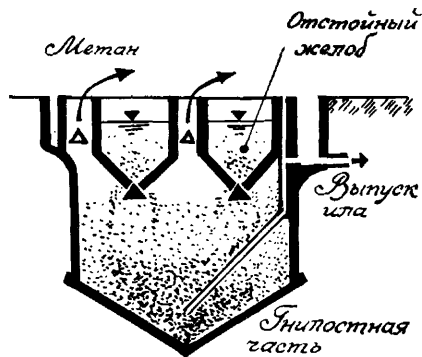
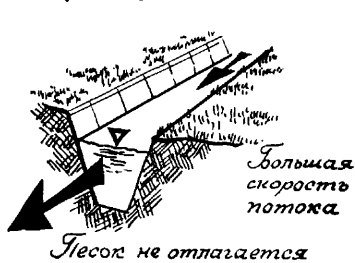
Сначала на очистных сооружениях уда-

ляются грубые примеси, т. е. плавающие вещества и предметы, вызывающие засорение, например кусочки дерева, текстиля, пробки, остатки фруктов, синтетических материалов и т. п. Это осуществляется довольно просто—путем установки на пути движения сточных вод решетки, на стержнях которой и задерживаются отбросы. В зависимости от размера прозоров решетки через нее проходит большая или меньшая часть крупных частиц. Расстояние между стержнями решетки не должно быть слишком большим. Однако слишком малые прозоры также нецелесообразны, так как в этом случае решетка быстро забивается отбросами. Поскольку на малых очистных сооружениях не всегда возможно предусматривать решетки с механической очисткой или устройства для дробления отбросов, то рабочему, обслуживающему очистные сооружения, несколько раз в течение дня приходится удалять задержанные решеткой отбросы граблями. Удаленные отбросы лучше всего закапывать в землю с добавкой в них хлорной извести.

Затем из сточных вод удаляют тяжелые минеральные примеси, главным образом песок, который перемещается вместе со сточными водами до тех пор, пока скорость течения настолько велика, что твердые песчинки могут уноситься вместе с водой. При уменьшении скорости те-

¹ Только по некоторым показателям.

Принцип действия песколовки



Двухъярусный отстойник (в разрезе)

один из них можно было выключать на время прочистки. Для сушки песка используются специальные площадки.

Очищенные от крупных отбросов и песка сточные воды содержат еще большое количество загрязнений, поскольку с помощью решетки их задерживается всего лишь 5%. Если скорость течения сточных вод будет еще меньше, чем при прохождении через песколовку, то можно добиться осаждения взвешенных веществ. В этом случае необходимо иметь достаточно большие резервуары или каналы, чтобы обеспечить протекание по ним воды в течение 1—2 ч от места впуска до места выпуска из резервуара. В течение этого времени на дне резервуара отлагаются практически все способные оседать частицы взвешенных веществ. Теперь предстоит либо сдвинуть массу отложившегося осадка с помощью механических приспособлений в одно место и затем выпустить его, либо дать возможность осадку попасть через продольные щели в отстойном желобе, как это предусмотрено в двухъярусных отстойниках, в расположенную под желобами иловую камеру. Как мы видим, задержание осадка может производиться в резервуарах различной конструкции.

Путем выделения из сточных вод взвешенных веществ, состоящих большей частью из способных к разложению

чения происходит оседание на дно сначала крупных, а затем и мелких частиц песка. Этот процесс легко проследить на примере ручья. На тех участках, где течение быстрое, например там, где вода стекает по крутому склону, на дне ручья можно заметить исключительно крупный галечник. Далее на участках, где уклон становится меньше, на дне обнаруживаются гладкие мелкие камешки и, наконец, на ровных участках дно ручья целиком состоит из песка. При очень медленном течении воды на дне отлагается также ил. Песколовка, устраиваемая на очистных сооружениях, должна задерживать песок, не допуская в то же время образования отложений взвеси. Поэтому скорость течения должна быть не слишком большой и в то же время не слишком малой. Она должна составлять примерно 30 см/с, так как в этом случае из сточной воды выпадает только песок. Этот процесс осуществляется в продольных каналах, устроенных таким образом, что в них постоянно поддерживается необходимая скорость течения. В малых установках прокладывают по крайней мере два расположенных рядом канала, с тем, чтобы

органических веществ, можно добиться степени очистки сточных вод, равной 30% максимально возможной. Большего даже с помощью более крупных отстойников добиться не удается. Однако такой очистки в большинстве случаев бывает недостаточно для того, чтобы можно было отвести сточные воды в водоемы, и поэтому неосевшие загрязнения должны быть удалены на последующей стадии очистки.

Наилучший результат дают биологические методы очистки. Наглядное представление о них мы получили, знакомясь с процессами самоочищения водоемов и разложения органических веществ в населенной живыми организмами почве. Техника использует естественные процессы, совершающиеся в природе, ускоряя их с помощью различных вспомогательных средств, повышая их эффективность или в некоторой степени замедляя их. Таким образом, все методы биологической очистки являются как бы повторением соответствующих естественных процессов, происходящих в природе. Распад загрязнений в водной среде или в населенной живыми организмами почве является частью круговорота органических веществ. Процессы, совершающиеся при очистке сточных вод, по сравнению с технологическими процессами какого-либо производства кажутся на первый взгляд менее сложными. Однако в настоящее время мы имеем лишь частичное представление о закономерностях естественных процессов, происходящих в природе. Поэтому управление биологическими процессами, происходящими в очистных сооружениях, пока что не достигло такой степени точности, которая свойственна управлению современными производственными процессами. Тем не менее сточные воды возможно очищать в любых желаемых пределах, причем эти пределы определяются только технико-экономической целесообразностью. В канализационной технике различают естественный и искусственный методы

биологической очистки. Такое разделение является в какой-то мере произвольным, поскольку биологические процессы всегда являются естественными процессами. Разница между ними состоит лишь в степени применения при очистке сточных вод тех или иных технических средств. Можно также сказать, что искусственные методы очистки предусматриваются на небольших по площади сооружениях (интенсивные методы), тогда как естественные методы очистки находят применение на больших площадях (экстенсивные методы). К естественным методам очистки относят в первую очередь использование полей орошения, а также биологических и рыбоводных прудов, принимающих сточные воды. При искусственной биологической очистке применяются способы очистки сточных вод в биофильтрах и с помощью активного ила, с которыми мы в дальнейшем еще познакомимся подробно. Кроме того, следует упомянуть о том, что имеются также и определенные химические методы обработки сточных вод, занимающие промежуточное положение между простыми механическими методами удаления взвешенных веществ и биологическими процессами. При добавлении к сточной воде определенных химических веществ происходит коагуляция тонкой взвеси, в результате чего она удаляется при отстаивании. Однако коагуляция редко применяется при очистке бытовых сточных вод и несколько чаще—для обработки производственных стоков.

Указанными методами, разумеется, не исчерпываются все возможности очистки сточных вод. Существует еще много других методов, в большей или меньшей степени отличающихся друг от друга. Здесь нам хотелось бы рассмотреть не столько особенности, сколько общие черты, присущие всем этим методам, поэтому мы ограничимся рассмотрением лишь некоторых, наиболее важных из них. В этой связи нас интересует, каким образом осуществляется дальнейшая био-

логическая очистка отводимых от небольшого населенного пункта сточных вод после удаления из них на очистных сооружениях отбросов, песка и взвешенных веществ.

Раньше для этих целей устраивали поля орошения. Этот метод практиковался в течение многих десятилетий. В прошлом веке обширные территории вблизи больших городов отводились под поля орошения. Известны, например, берлинские поля орошения, которые в период их интенсивного развития занимали в общей сложности территорию более 10 000 га. В настоящее время их заменили современные крупные очистные сооружения. Тем не менее во многих сельских районах такие поля орошения все еще эксплуатируются. Очистка сточных вод путем устройства полей орошения получила распространение не только благодаря своей эффективности, но и в связи с тем, что она способствовала резкому повышению урожайности сельскохозяйственных культур, особенно на легких почвах. К недостаткам этого метода следует отнести распространение на прилегающей территории неприятного запаха, а также опасность заражения людей и животных. Да и работа, которую приходится выполнять полевым рабочим, также малопривлекательна. Используемые для сельскохозяйственных целей поля разделяют на отдельные карты (спланированные прямоугольные участки земли, поочередно орошаемые сточными водами). Эти карты не должны быть слишком большими, чтобы вода могла равномерно распределяться по всей площади участка. Лучше всего делать карты площадью примерно 0,25 га. Территория, на которой разбивают карты, должна иметь ровный рельеф или небольшой уклон. По периметру каждой такой карты устраивают земляные валики. По открытым бороздам или трубопроводам предварительно очищенные от взвешенных веществ сточные воды подводятся к кар-

Естественный способ очистки

(поля орошения)



Канавы для подвода
сточной воды

Канавы для отвода
сточной воды



Орошение затоплением



Орошение по склону

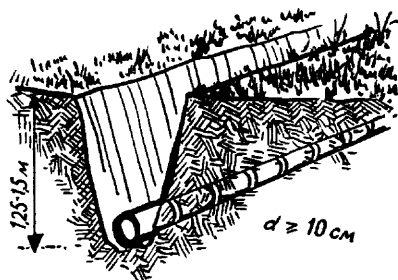
там. Открыв щитовой затвор, производят полив определенного участка. При наличии горизонтальных карт в этом случае создается временный избыточный подпор. Однако вскоре вода просачивается в почву, и поверхность карты вновь становится сухой. Так же выполняется полив карт, имеющих уклон. В этом случае вода всегда подводится с возвышенной стороны. Она медленно стекает по поверхности участка, впитываясь в почву. Оба эти способа соответственно носят названия орошения затоплением и орошения по склону. При выращивании на орошаемых картах сельскохозяйственных культур количество ежегодно расходуемых на полив сточных вод не должно быть очень большим, так как излишне частый полив отрицательно сказывается на росте растений. При выращивании пропашных культур количество воды для полива принимается равным или вдвое превышающим количество годовых осад-

ков. Для луговых земель расчетное количество сточных вод может превышать количество выпадающих осадков в 5—10 раз. При комбинированном выращивании сельскохозяйственных культур количество сточных вод на полив превышает количество осадков в 3—4 раза. В пересчете на количество пользующихся канализационной системой жителей получим, что это примерно соответствует количеству сточных вод от 200 жителей на 1 га сельскохозяйственных полей и от 500—1000 жителей на 1 га луговых земель. При наличии легких грунтов, хорошо впитывающих влагу, количество сточных вод для полива можно увеличивать.

Большое значение для полей орошения имеет дренирование каждого участка. Сточные воды, которые поступают на поля орошения, растениями поглощаются не полностью. Чтобы не происходило вредного переувлажнения участков полей, значительная часть воды после просачивания через верхние слои почвы должна удаляться в нижние слои грунта. Для этого укладывают дрены на глубину от 1,25 до 1,5 м на расстоянии 4—6 м друг от друга.

Анализом воды, стекающей по дренам, можно установить, что находившиеся в сточной воде загрязнения исчезли. Поэтому воду из дренажных трубопроводов можно без каких-либо опасений отводить в водоем. Такая очистка сточных вод объясняется жизнедеятельностью организмов, находящихся в почве, которые потребляют в качестве питания органические загрязнения и тем самым удаляют их из сточных вод. Поскольку жизнедеятельность этих находящихся в земле организмов зависит от наличия кислорода воздуха, то насыщение почвы влагой и последующее ее высыхание имеют большое значение, так как при чередовании этих процессов происходит проветривание заселенной живыми организмами почвы.

Аналогичная очистка происходит и в

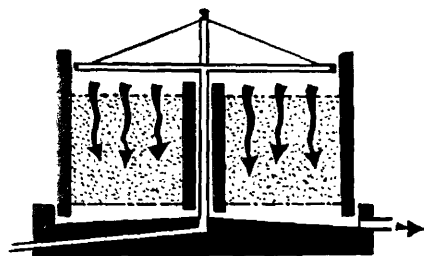
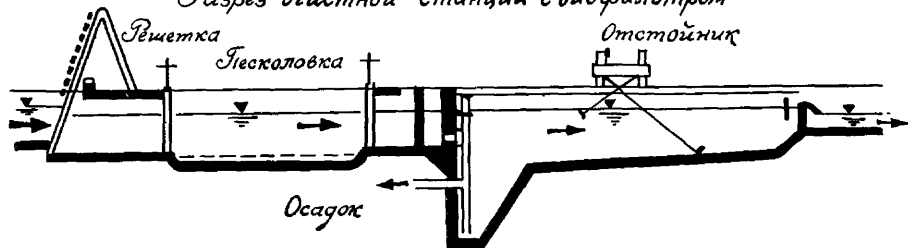


том случае, когда поверхность почвы не засеивается и остается полностью свободной от растительности. При этом решающим фактором для удаления из сточных вод загрязнений служат не про-израстающие в верхних слоях почвы растения, а находящиеся в земле живые организмы. Такие необработываемые земли называют полями фильтрации. Поскольку в этом случае нет надобности в интересах сельского хозяйства ограничивать количество сточных вод, используемых для орошения, на эти поля можно подавать гораздо больше воды. Нагрузка на поля фильтрации может примерно в 10 раз превышать обычную нагрузку на поля орошения, т. е. для полей фильтрации требуется лишь 0,1 часть территории, отводимой под поля орошения, чтобы принять такое же количество сточных вод, предназначенных для очистки. Разумеется, для таких высоконагружаемых полей фильтрации также следует оборудовать дренажную систему. Главным условием успешного применения этого метода очистки сточных вод является хорошая фильтрующая способность почвы.

Итак, мы познакомились с двумя методами почвенной биологической очистки сточных вод: с полями орошения и полями фильтрации. Эти методы вполне применимы для очистки сточных вод небольших населенных пунктов.

Система очистных сооружений в совокупности с почвенной очисткой сточных вод не может быть применена, если

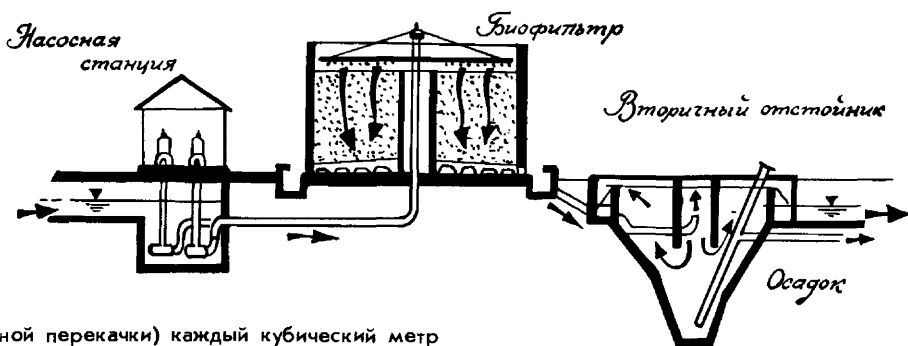
Разрез очистной станции с биофильтром



Искусственный метод очистки (биофильтр)

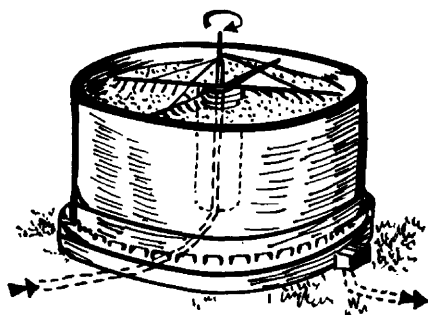
необходимо обеспечить постоянную производительность этих сооружений. Сейчас благодаря развитию канализационной техники наряду с естественными методами биологической очистки разработаны также так называемые методы искусственной биологической очистки (комбинированные методы). Эти методы основаны на процессах, аналогичных тем, которые происходят в природе. Однако с помощью соответствующей техники эффективность этих процессов значительно повышается. На основе почвенной фильтрации разработан метод очистки сточных вод с помощью биофильтра. Мы уже говорили о том, что эффективность почвенной фильтрации тем выше, чем выше пропускная способность грунта. Однако способность грунта пропускать воду зависит от его зернистости. Поэтому гравийный грунт лучше пропускает воду, чем песчаный. Это объясняется тем, что в гравийном грунте между крупными фракциями имеются большие поровые пространства. Если из такого крупнозернистого грунта сделать

искусственный фильтрующий слой, то его водопропускная способность будет особенно высокой. В верхней части биофильтра располагаются слои, состоящие из крупных кусочков шлама, обломочных пород и других аналогичных материалов. Высота такого биофильтра составляет несколько метров. Сточная вода с помощью специальных разбрызгивателей распределяется по поверхности биофильтра и через промежутки, имеющиеся в фильтрующем материале, просачивается вниз. Через некоторое время на фильтрующем материале образуется студнеобразная пленка, густо заселенная микроорганизмами. Их очистная работа заключается в том, что они как бы «съедают» загрязнения, приносимые сточной водой. При этом на дно биофильтра стекает очищенная сточная вода. Так как частички пленки, в особенности омертвевшей, уносятся водой, вслед за биофильтром располагают вторичные отстойники. Биологическая пленка в этих отстойниках при медленном течении воды оседает. В некоторых случаях для ускорения смыва пленки часть очищенной сточной воды с помощью насосов вновь подается из вторичных отстойников на биофильтры. Это необходимо делать в тех случаях, когда нагрузка на биофильтр очень сильно возрастает. При этом происходит быстрое обрастание фильтрующего материала вследствие непрерывного роста микроорганизмов, и в какой-то момент может произойти засорение фильтра. В высоконагружаемом фильтре (с рециркуляцией путем обрат-



ной перекачки) каждый кубический метр фильтрующего материала очищает в сутки сточные воды от 10 жителей.

Биологические процессы разложения происходят в биофильтре в результате жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. Поэтому внутрь биофильтра должен поступать кислород воздуха. Это лучше всего достигается путем устройства биофильтров на поверхности земли. Большинство биофильтров имеют круглую в плане форму и снабжены ограждающей стеной из кирпича. Воздух поступает в биофильтр естественным путем через открытую поверхность фильтрующей загрузки. В днище биофильтра имеются многочисленные отверстия, благодаря чему внутри биофильтра происходит постоянное движение воздуха. В круглых биофильтрах сточная вода распределяется по поверхности биофильтра вращающимися разбрызгивателями. Вода вытекает из дырчатых труб, вращающихся близко к поверхности фильтрующей загрузки, и стекает вниз. Как правило, биофильтры имеют высоту от 2 до 4 м. Очистные канализационные сооружения с биофильтром состоят из системы сооружений предварительной механической очистки (решетка, песколовка, отстойник) и биологической очистки (биофильтры и вторичные отстойники). В большинстве случаев в состав сооружений входит насосная установка. Однако мы еще не сказали о том, что происходит с биопленкой, остающейся в отстойнике. Примем, что в нашем очистном сооружении имеется двухъярусный отстойник, обо-



Капельный биофильтр

рудованный для сбраживания осадка. При этом отстойник состоит из корытообразного отстойного желоба, в днище которого имеется продольная щель. Под этим желобом расположена большая иловая камера, куда попадает проваливающийся сквозь продольную щель осадок и где он накапливается в течение недели или даже месяца. В иловой камере совершаются уже знакомые нам процессы разложения, с которыми мы встречались при рассмотрении септиков. Под влиянием гнилостных бактерий осадок постепенно сбраживается. Содержимое иловой камеры является более концентрированным по сравнению с содержимым септика, вследствие чего происходит более интенсивное выделение газов. Поэтому еще с давних пор стали собирать образующийся при подобных процессах метан и использовать его высокую теплоту сгорания. Перегнивший ил постепенно вы-

пускается на иловые площадки, где высушивается до такой степени, что не стекает с лопаты. После компостирования он используется в качестве удобрения в сельском хозяйстве.

Комплекс очистных сооружений с биофильтрами включает, как мы в этом убедились, целый ряд отдельных устройств, так что его нельзя считать простым. Поэтому делалось много попыток разработать для небольших населенных пунктов методы, при которых с помощью несложного оборудования можно было бы добиться нужной степени очистки сточных вод. Метод сбраживания, дающий хорошие результаты при малом количестве сточных вод, для обработки их значительного количества оказывается неприемлемым, ибо стоимость строительства при этом слишком возрастает из-за увеличения объема сооружения для длительного пребывания воды в резервуаре, а также вследствие увеличения количества выделяющихся газов и распространения запахов в недопустимых пределах. Вместо этого следует применять такие биологические процессы, которые при участии кислорода воздуха значительно быстрее обеспечивают эффективную очистку сточных вод и не связаны с загрязнением окружающей среды.

Ряд биологических методов очистки сточных вод основан на процессах, аналогичных тем, которые совершаются при уже знакомом нам самоочищении водоемов. Простейшими сооружениями подобного рода являются биологические пруды или каналы. Вследствие участия кислорода в процессах очистки их также называют окислительными прудами и каналами. Более сложным, но и более эффективным является метод очистки сточных вод активным илом, с которым мы подробно ознакомились в следующей главе. Имеется еще ряд решений для очистки сточных вод активным илом (циркуляционные каналы, малые аэрационные установки), обеспечивающих

большую производительность и лучшую эксплуатационную надежность по сравнению с более простыми методами или же являющихся более дешевыми и простыми по сравнению с более совершенными в техническом отношении решениями. Подобно тому как поля фильтрации являются прототипом искусственных биофильтров, так и биологические пруды можно рассматривать как простейшие сооружения для очистки сточных вод активным илом. Если оставить на какое-то время налитую в неглубокий резервуар сточную воду, то в ней произойдет разложение органических загрязнений, вызванное деятельностью находящихся в ней микроорганизмов. Поскольку такое разложение постоянно происходит в ограниченном пространстве, то при этом соблюдаются все признаки биологическому процессу. Вследствие простоты устройства биологические пруды относят к естественным биологическим методам очистки сточных вод.

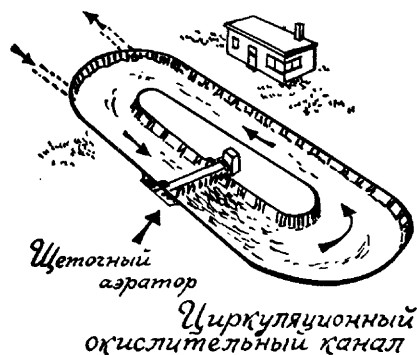
В биологических прудах бактерии и другие организмы перерабатывают органические вещества, находящиеся в сточных водах, превращая их в простые минеральные соединения. Произрастающие в прудах водоросли, как и все растения, обладают способностью под воздействием солнечного света выделять кислород. Это имеет большое значение для насыщенности биологических прудов кислородом.

Наряду с этим в воде растворяется кислород, поглощаемый водной поверхностью. В зимнее время под ледяным покровом прудов, разумеется, приостанавливается жизнедеятельность водорослей. Таким образом, в это время года прекращается выделение растениями кислорода, а поскольку через ледяной покров пруда в воду не поступает кислород, начинается гниение содержимого биологического пруда. Снаружи этот процесс не очень заметен, поскольку происходит он под толщей льда. Весной же, при тая-

нии льда, загнивающее содержимое биологического пруда испаряется до тех пор, пока в нем не возобновятся активные биологические процессы, протекающие во время роста водорослей. Поэтому весеннее время года является критическим периодом для эксплуатации прудов. Хотя в случае биологических прудов речь идет о самых простых водорослях, систематические исследования их роли были проведены лишь недавно. Как и при использовании других биологических методов, здесь необходимо предварительно удалять взвешенные вещества из сточных вод, пропуская последние через отстойник. Если не устраиваются бетонные резервуары, постоянно очищаемые от осадка, что сохраняет воду свежей, остается лишь соорудить земляной резервуар, в котором осевший на дно осадок может храниться длительное время и из которого его эпизодически удаляют. Однако вследствие начинающегося гниения осадка от таких резервуаров распространяется неприятный запах.

Биологические пруды, площадь водной поверхности которых составляет около 1 га, рассчитываются на прием сточных вод от 500—2000 жителей. Глубину воды в биологических прудах принимают от 0,6 до 1,5 м. При постоянном наличии в воде пруда растворенного кислорода пруд можно использовать для разведения рыбы. Лучше всего в этом случае разводить карповых рыб.

Теперь рассмотрим еще одно простое сооружение для биологической очистки сточных вод—циркуляционные окислительные каналы. В то время как в биологические пруды кислород, необходимый для жизнедеятельности микроорганизмов, поступает через водную поверхность или в результате жизнедеятельности низших растений, в окислительные каналы его приходится подавать искусственным путем, с помощью аэрационного оборудования. Этот процесс осуществляется с помощью роторного аэра-



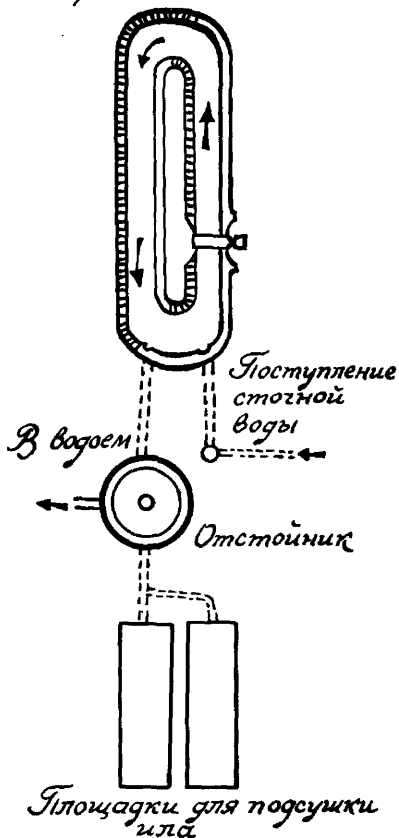
тора, снабженного металлическими щетками. При вращении на водной поверхности они постоянно нагнетают воздух в сточную воду и, кроме того, приводят ее в движение. Окислительные каналы в плане напоминают автодром. Поступающая с одной стороны окислительного канала вода фактически должна совершать несколько оборотов, прежде чем она покинет канал с другого конца. Роторный аэратор, располагаемый поперек канала, придает массе воды большую скорость, заставляя ее постоянно циркулировать по замкнутому кругу. Сточная вода находится в канале в среднем в течение суток, а в некоторых случаях даже до пяти суток. Лоток для воды устраивают с покатыми стенками, которые могут выполняться из бетонных плит. Эти простые сооружения могут принимать сточные воды от 500—1000 жителей, а для обслуживания большего числа жителей число каналов удваивают или утраивают.

Даже такие простые сооружения, как окислительные каналы, не могут функционировать без обслуживания. Один только механический щеточный аэратор, приводимый в действие электродвигателем, требует определенного наблюдения и ухода. При использовании таких сооружений отпадает необходимость в предварительном отстаивании, так как водные организмы при длительном пребывании загрязненной воды в канале пере-

рабатывают даже находящиеся в ней мельчайшие твердые загрязнения. Крупные загрязнения задерживают с помощью решетки до впуска сточных вод в окислительный канал. При таком способе очистки сточных вод часть взвешенных веществ, поступивших первоначально в сооружение из канализации, и образовавшегося хлопьевидного ила неизбежно уносится вместе с очищенной водой. Хотя большая часть этого ила глубоко минерализована в результате процессов разложения, т. е. переведена в вещества, не поддающиеся дальнейшему окислению, тем не менее этот ил представляет собой дополнительную нагрузку для водоемов, в которые он попадает. Этот недостаток простых окислительных каналов можно устранить, поместив между каналом и водоемом отстойник. Таким образом удастся задержать эти остатки ила и улучшить качество воды, сбрасываемой в водоем. Ил не должен долго находиться во вторичном отстойнике, поскольку он все еще сохраняет способность к загниванию. Для этого выбирают либо двухъярусные отстойники, давая возможность илу перегнивать в расположенной внизу иловой камере, либо сооружают воронкообразный отстойник, из которого ежедневно выпускают ил на специальную площадку, где его подсушивают. В последнем варианте обработки ила не исключается возможность выделения неприятного запаха, зато снижается стоимость строительства сооружения.

С устройством вторичного отстойника процесс очистки усложняется, однако качество ее улучшается. Всем давно известно, что при повышении эффективности очистки сточных вод возрастают и эксплуатационные затраты, так как и при очистке воды невозможен «переплетум мобиле». Однако можно сказать иначе: более высокие строительные и эксплуатационные затраты всегда выражаются в более эффективной очистке, поскольку в этом случае в техническом отношении

Циркуляционный окислительный канал с вторичным отстойником

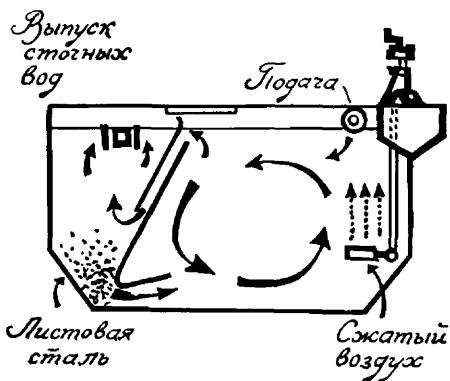


сооружение спроектировано лучше. Касаясь экономической стороны очистки сточной воды, хочется отметить следующее. Относительные затраты на очистку 1 м³ воды снижаются при увеличении размеров сооружения. Таким образом, очистка сточных вод в 10 установках, каждая из которых пропускает ежедневно по 100 м³ сточных вод, обходится гораздо дороже чем в одном сооружении, пропускающем такое же количество воды (1000 м³). Поэтому при канализовании территории бассейна водного источника стараются сразу строить крупные сооружения, так как в этом случае при меньших затратах*

добиваются максимального улучшения чистоты водоема.

Однако вернемся вновь к нашим малым очистным сооружениям. Окислительные каналы, как мы в этом убедились, представляют собой простые сооружения, эффективность которых может быть повышена при их работе в комплексе со вторичными отстойниками. Возникает мысль: а нельзя ли удаляемый из вторичного отстойника ил, состоящий главным образом из биологически активных хлопьев, многократно использовать в целях очистки? Для этого необходимо направить организмы, из которых состоит коагулированный ил, в аэрируемую часть сооружения, где они будут выполнять свои полезные функции по уничтожению загрязнений. Благодаря возврату биологически активного ила эффективность сооружения возрастает. Такая циркуляция активного ила легко достигается путем конструктивного соединения вторичного отстойника с аэрируемым резервуаром-аэротенком. Осевший ил через отверстие, предусмотренное в самом низу отстойника, возвращается самотеком в аэротенк и вновь принимает участие в процессе очистки. В этих случаях аэрационный резервуар и отстойник выполняют из бетона, а для очень малых сооружений может быть выбрана установка, предварительно смонтированная из листовой стали. При необходимости возврата активного ила в окислительный канал последний с помощью трубопровода и насоса можно соединить с отдельно стоящим вторичным отстойником.

Таким образом, в принципе мы уже описали метод очистки, более подробно рассматриваемый в следующей главе,— метод очистки сточных вод активным илом. Этот же метод, как мы убедились, может успешно применяться и при очист-



ке сточных вод в небольших населенных пунктах и, следовательно, является универсальным и эффективным методом очистки сточных вод.

Рассмотрим теперь в целом все возможные методы очистки сточных вод в небольших населенных пунктах. Прежде всего с помощью решеток из сточных вод удаляют крупные загрязнения. Затем из них выделяют песок, а с помощью отстойников осаждают находящиеся в них взвешенные вещества. Для дальнейшей очистки используются биологические процессы, аналогичные процессам, происходящим в населенной живыми организмами почве или в водоемах. При почвенной очистке сточных вод хорошо зарекомендовали себя поля орошения и поля фильтрации. По тому же принципу работают биологические фильтры. По аналогии с процессами, протекающими в самоочищающихся прудах и проточных водоемах, происходит очистка в биологических прудах, окислительных каналах и малых сооружениях с активным илом. Все эти методы при соответствующем обслуживании сооружений обеспечивают надлежащую очистку сточных вод, которые затем можно без каких-либо опасений сбрасывать в водоемы.



Как очищают сточные воды в больших городах?

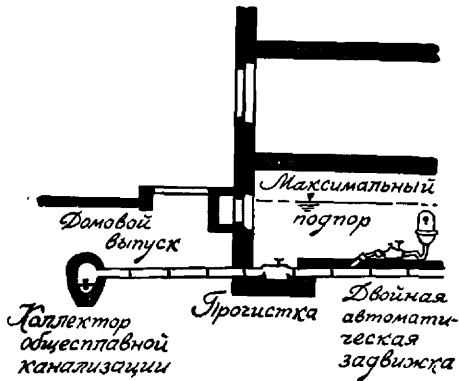
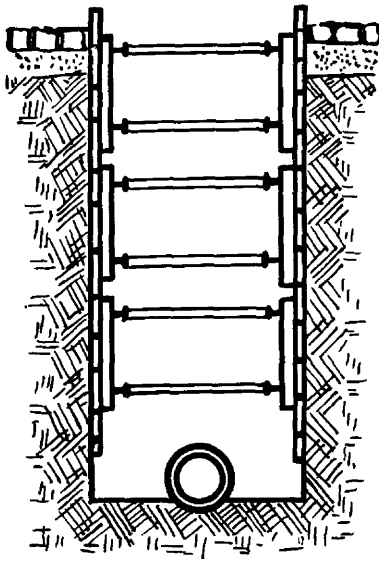
В настоящее время трудно себе представить, как бы выглядели наши большие города, если бы сточные воды этих городов не отводились через канализационную систему. А ведь прошло всего менее ста лет с того времени, когда от устройства канализационных коллекторов перешли (в первую очередь в больших городах) к канализационному строительству, сыгравшему огромную роль в улучшении санитарного состояния городов. Без развития канализационных систем устройство туалетов внутри жилых зданий было бы просто невыносимо. Представьте себе на минуту наши здания высотой в 20 этажей и более, на задних дворах которых (теперь уже отсутствующих) располагались бы уборные выгребного или выносного типа. Следовательно, в наше время устройство канализации является одной из важнейших предпосылок градостроительства.

Но даже теперь, когда во всех наших больших городах уже в течение многих десятилетий существуют канализацион-

ные системы, не следует считать, что развитие в этой области прекратилось и что остается лишь поддерживать эти сооружения в исправном состоянии. Это далеко не так: во-первых, при реконструкции наших городских центров и застройке новых жилых районов требуется подключение зданий к существующей канализационной сети и ее дальнейшее расширение, а во-вторых, вследствие возрастающего расхода сточных вод сооружения для их очистки следует постоянно совершенствовать и расширять. Поэтому строительство канализационных сооружений для очистки и отвода сточных вод является неотъемлемой составной частью инженерных работ по прокладке подземных коммуникаций, таких же необходимых, как строительство жилых зданий и многих других наземных объектов.

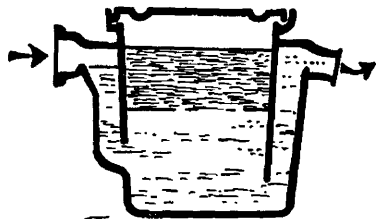
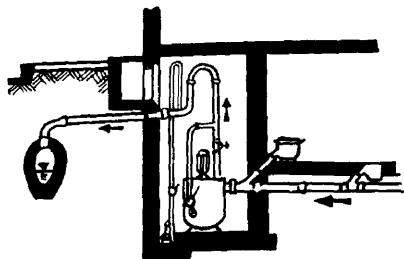
Водохозяйственные органы должны работать в тесном сотрудничестве с органами, занимающимися вопросами городского благоустройства, чтобы на основе перспективного плана определить задачи предстоящего строительства и подготовить их выполнение.

В предыдущей главе, рассматривая очистку сточных вод и отвод их с территории небольшого населенного пункта, мы уже изложили основные принципы устройства канализационных систем отдельно стоящих зданий и систем наружной канализации, а также методы очистки сточных вод. В больших городах используются, по сути дела, такие же системы, однако по своим размерам и сложности устройства они значительно превосходят ранее упомянутые и поэтому требуют специального рассмотрения. Целесообразно снова проследить весь путь, проделываемый сточными водами от места их образования до сброса в водоемы. В каждом доме, на каждом производственном предприятии, в общественных учреждениях в результате потребления питьевой и технической воды образуются бытовые или производственные



то подключение санитарно-технического оборудования зданий к сети коммунальной канализации легко осуществимо. Однако в больших городах нередко случается, когда отдельные помещения, расположенные ниже уровня земли, временно или постоянно не имеют свободного стока. Это бывает в тех случаях, когда выпуск, находящийся в подвальном помещении здания, расположен ниже уровня, на котором находится уличный канализационный коллектор. При незначительном наполнении коллектора свободный сток сточных вод от подвального помещения оказывается еще возможным. В случае же интенсивного наполнения коллектора, что бывает, например, во время сильного дождя при общесплавной канализации, в сети возникает подпор, приводящий к затоплению подвального помещения обратным током воды. При отсутствии свободного стока следует предусматривать насосную установку, обеспечивающую подъем воды до уровня, на котором находится вода в уличном канализационном коллекторе. При возникновении в сети временного подпора достаточно установить обратный клапан, который в случае максимального наполнения уличного коллектора всегда предохранит глубоко расположенное подвальное помещение от затопления. При наличии таких обратных клапанов сточные воды могут стекать только в одном направлении. Разумеется, полностью полагаться на такие клапаны при продолжительном подпоре нельзя, так как возможно скопление твердых частиц, которые могут нарушить герметичность клапана. Поэтому, согласно стандарту TGL 10698, для защиты глубоко расположенных помещений от затопления в случае образования подпора в сети на трубопроводе дополнительно устанавливается еще задвижка, обслуживаемая вручную. Эта задвижка всегда находится в закрытом положении и открывается лишь для выпуска сточных вод в коллектор. Таким образом, даже в случае

сточные воды. О том, как образуются и отводятся сточные воды из поселковых домов и с территорий садовых участков, мы уже знаем. Обычно внутренние канализационные системы подключаются к уличному канализационному коллектору, за исключением особых случаев, когда, несмотря на наличие коммунальной канализации, производится очистка сточных вод в индивидуальных очистных установках приусадебных участков с последующим отведением сточных вод в водоем. Поскольку для отвода сточных вод всегда предусматривается уклон,

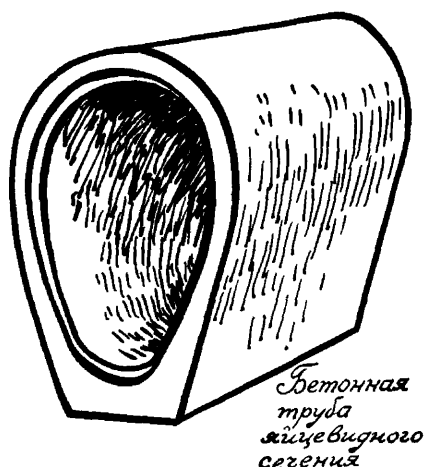


Бензолушка

выхода из строя обратного клапана не происходит затопления подвального помещения. Рассмотрим еще другой случай, когда отвод сточных вод из подвального помещения можно осуществить лишь путем их искусственного подъема. Добиться подъема сточных вод можно либо с помощью насосов, либо путем применения пневматических устройств. Поскольку обычные центробежные насосы малой производительности, требующиеся в данном случае, часто засоряются, следует применять насосы специальной конструкции, работающие в автоматическом режиме. Для этой цели используют насосы, приспособленные для перекачки жидкости с отбросами, или принимают меры, предотвращающие попадание засоряющих материалов в насосы. В последнем случае материалы отлагаются на сите установленного перед насосом напорного резервуара и путем автоматического переключения насоса подаются вместе с потоком сточной воды в напорный трубопровод. По такому же принципу действуют и пневматические устройства для подъема воды. В этом случае подъем сточных вод происходит не за счет большой мощности насоса, а за счет давления, производимого на закрытый сборный резервуар сжатым воздухом от компрессора.

Производственные предприятия, подключенные к канализационной сети, должны в отдельных случаях предварительно очищать сточные воды до отвода их в канализацию. При этом следует удалять из сточных вод вещества, представляющие опасность для рабочих, обслуживающих

канализационные системы, а также вещества, которые могут вызвать повреждение канализационной сети и подключение к ней очистных сооружений. К таким веществам относится, например, бензин, пары которого, заполняя канализационную систему, могут привести к взрыву. Поэтому на бензозаправочных станциях, в гаражах, на установках для мойки автомашин и т. п. необходимо предусматривать бензолушки, с помощью которых из сточных вод удаляются все взрывоопасные вещества. В принципе это те же отстойники, с той лишь разницей, что в данном случае удаляемые вещества, будучи легче воды, всплывают на поверхность, откуда их периодически удаляют. Аналогичным способом устроены и жироловки, устанавливаемые, например, на скотобойнях. Жир, содержащийся в сточных водах, отводимых от скотобоен, отлагаясь на стенках трубопроводов, мешает потоку сточных вод в канализационной системе и осложняет работу очистных сооружений. Имеется еще ряд веществ, спуск которых в канализацию запрещен или ограничен. Мы не будем перечислять здесь все эти вещества. Напомним лишь о том, что задачей канализации является незамедлительный отвод с городской территории всех жидких и нерастворимых загрязнений, находящихся в сточных водах. Эта задача считалась бы невыполненной, если бы канализационная система предназначалась лишь для отвода бытовых сточных вод и исключала при этом удаление производственных стоков. Поэтому сброс отдельных видов сточных вод ог-



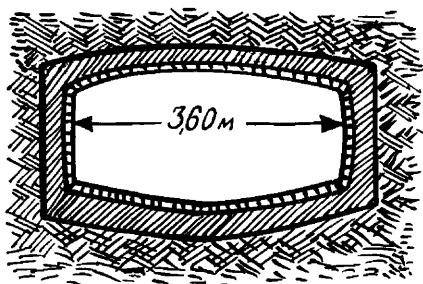
раничивается лишь в том случае, когда опасность для канализации такого стока бесспорна.

Сточные воды зданий и участков попадают либо в систему, предусматривающую раздельный прием производственно-бытовых и атмосферных сточных вод, либо в коллектор общесплавной канализации, принимающий оба вида сточных вод. В предыдущей главе уже упоминалось о положительных и отрицательных сторонах этих вариантов. В больших городах канализационные сооружения эксплуатируются уже в течение многих десятков лет, и поэтому говорить о выборе какой-либо системы отвода сточных вод в настоящее время не приходится. Это справедливо также и в тех случаях, когда при реконструкции и расширении территории застройки требуется укладка новых систем трубопроводов. Поскольку эти системы подключаются к существующей канализационной сети и не образуют совершенно новой системы, то они должны работать по принятому уже принципу общесплавной или раздельной системы. Между отводом производственно-бытовых сточных вод небольших населенных пунктов и крупных городов не имеется существенных различий, даже если принять во внимание постоянно увеличивающиеся размеры трубопроводов, что

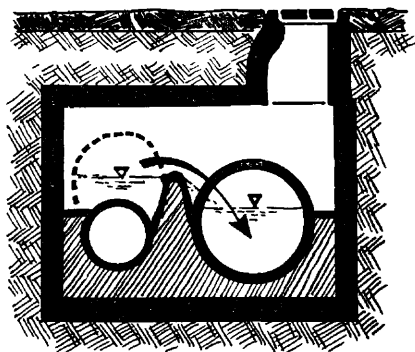
связано с увеличением расхода сточных вод. В прошлом для таких трубопроводов успешно применялись керамические трубы. Эти трубы и в дальнейшем будут находить широкое применение, несмотря на серьезную конкуренцию, которую им все больше составляют пластмассовые трубы. Бетонные трубы, особенно в тех случаях, когда для них не предусматривается специальная защита от агрессивного воздействия находящихся в сточных водах веществ, в меньшей степени пригодны для отвода производственно-бытовых сточных вод. Поэтому их преимущественно применяют для отвода атмосферных вод¹.

Проблема отвода атмосферных сточных вод в больших городах заключается в том, чтобы принять интенсивные потоки воды во время сильных ливней и отвести их с городской территории. Тот, кому когда-либо приходилось быть свидетелем затопления улиц, хорошо знает, какие катастрофические масштабы может принять разрушительное воздействие воды при сильных ливнях. Всем известны случаи разлива горных потоков и небольших речушек, протекающих в узких долинах, которые во время паводков превращаются в бурные реки. Это объясняется тем, что почти все количество выпадающих атмосферных осадков в течение короткого времени стекает со склонов в ручьи, поскольку лишь часть воды просачивается в землю. Такими же узкими долинами являются и улицы густо застроенных городских центров. Их размеры определены самим человеком. И в этом случае также все атмосферные воды в короткое время стекают с крыш, дворов и улиц в коллектор, представляющий собой как бы ручей, расположенный в горной долине. В том случае, если этот коллектор окажется не в состоянии принять и отвести поступающую в него воду, может

¹ В СССР в настоящее время для отвода городских сточных вод используются главным образом железобетонные трубы.



*Поперечное сечение крупного
канализационного коллектора
в Берлине*



Ливнепуск

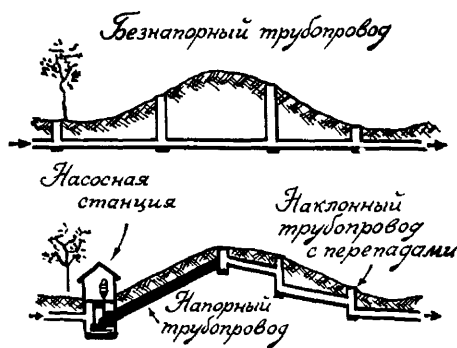
произойти катастрофическое затопление улиц, подобное затоплению горных долин. Поэтому дождевые коллекторы больших городов, а к ним относятся также коллекторы общесплавной канализации, которые одновременно осуществляют отвод производственно-бытовых и дождевых вод, во многих местах представляют собой настоящие катакомбы высотой и шириной по несколько метров.

Нередко при сильных ливнях, продолжающихся всего 10—15 мин, количество выпавших осадков составляет 20 мм и более. В этом случае поток воды, стекающей с участка площадью 1 га, составляет несколько кубометров в секунду. Но это еще сравнительно небольшие участки, соответствующие по площади обычным спортплощадкам. Если увеличить их площадь в 10 раз, то в этом случае количество стекающей воды будет соответствовать расходу воды в реке Шпрее в

Берлине. Однако выпадение дождя на большой площади обуславливает уменьшение стока дождевых вод. Это объясняется тем, что наиболее интенсивное выпадение ливневых дождей отмечается лишь над сравнительно небольшими территориями. Так называемые затяжные дожди, выпадающие по всей территории, при расчете дождевых коллекторов не учитываются, поскольку в этом случае секундный расход воды незначителен и может без труда приниматься канализа-

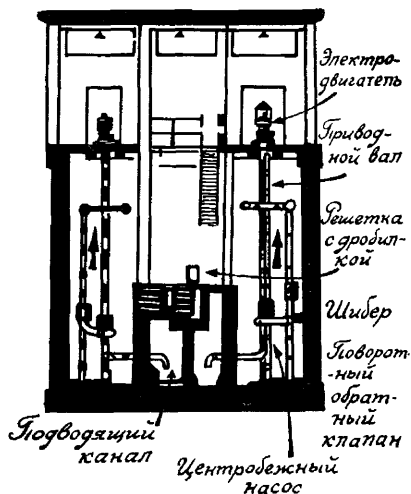
ционным коллектором. Неравномерный сброс воды, имеющий место при ливневых дождях, дает возможность, с другой стороны, разгрузить канализационную сеть путем подключения к ней регулирующих резервуаров или ливнепусков, что позволяет прокладывать коллекторы меньших диаметров, т. е. более экономичные. Впрочем, при расчете канализационной сети учитываются также и аккумулирующие способности самих коллекторов. Регулирующие резервуары можно располагать под землей. Во время дождя они заполняются водой, а после его прекращения постепенно опорожняются. Такие резервуары выполняют, следовательно, функции накопителей. Эту роль невольно принимают на себя также подвалы зданий, затопляемых при сильных ливнях водой, которую потом с большим трудом приходится откачивать. В некоторых случаях в качестве регулирующих резервуаров используются естественные или специально устроенные пруды.

Задача ливнепуска заключается в том, чтобы в подходящем месте кратчайшим путем отвести часть сточных вод из общесплавной канализационной системы в расположенный поблизости водоем. Тогда отпадает необходимость отвода этой части воды через весь главный коллектор на очистную станцию. Недостатком данного сооружения является то, что часть неочищенных производственно-бытовых сточных вод попадает при этом



Два варианта прокладки трубопровода на местности, имеющей холмистый рельеф

Насосная станция общесплавной канализационной сети



в водоем. Однако это может происходить лишь тогда, когда сточные воды получают соответствующее разбавление дождевой водой, да к тому же ливнепуск функционирует лишь в немногие короткие промежутки времени в течение года. Во многих городах рельеф местности не позволяет осуществить непосредственный отвод всех сточных вод к очистным сооружениям по самотечной системе трубопроводов, подключенной к главному

коллектору. Бывает также, что территория, на которой расположен город, имеет совсем незначительный перепад высот, так что коллекторы, которые должны иметь определенный уклон, обеспечивающий достаточно быстрый сток вод, в этом случае пришлось бы очень сильно заглубить под землю в низовых участках. Это привело бы к значительному увеличению затрат на устройство канализационной сети, да к тому же пришлось бы строить располагаемые глубоко под землей коллекторы больших размеров. В таких случаях целесообразно устанавливать насосные станции, с помощью которых можно осуществить подъем сточных вод в канал, расположенный на несколько метров выше, или подавать сточные воды на очистные сооружения (перекачкой) по системе напорных трубопроводов. Насосные установки используются также при холмистом рельефе местности. Для того чтобы прокладываемый коллектор мог преодолеть встретившееся на пути препятствие, например в виде отдельного холма, потребовалось бы выполнить большой объем земляных работ. В этом случае зачастую экономичнее применить насосную установку, обеспечивающую подачу воды на нужную высоту.

По указанным причинам канализационные насосные станции имеют широкое применение в больших городах, а потому целесообразно кратко ознакомиться с ними.

Насосные станции для перекачки сточных вод создавались по образцу ставших уже традиционными насосных станций питьевой воды. При устройстве современных систем централизованного водоснабжения, которые начали развиваться около середины прошлого века, в большинстве крупных городов стали применять насосы для подачи большого количества воды через наземные водонапорные сооружения, известные под названием водонапорных башен, или непосредственно в распределительную

сеть, откуда вода поступала к потребителю. В свое время эти операции выполнялись поршневыми насосами различной конструкции. Поршневые насосы приводились в действие паровыми машинами. Как насосы, так и паровые машины занимали много места в здании насосной станции. При этом пар вырабатывался в котельной, располагаемой на территории предприятия, что увеличивало затраты на строительство и эксплуатацию подобных насосных станций. Первые канализационные насосные станции были устроены по такому же принципу. Сейчас перекачка питьевой и сточной воды осуществляется главным образом центробежными насосами с электроприводами. Поскольку центробежные насосы являются быстроходными агрегатами, их мощность при значительно меньших габаритах может превышать мощность поршневых насосов. Электропривод упрощает эксплуатацию насоса, так как для питания электропривода насоса можно использовать ток городской сети. Это позволяет автоматизировать насосные станции. Современная насосная станция коренным образом отличается от станций, построенных в прошлом веке. Первое, что отличает эту станцию,—незначительная территория, занимаемая сооружением.

Даже в том случае, когда сточные воды, отводимые от жилого здания, самотеком (иногда с помощью насосных станций) стекают по подземным коллекторам к очистным сооружениям, в больших городах приходится выполнять значительные работы по ремонту и техническому обслуживанию разветвленной сети. Задача этих служб заключается в осуществлении постоянного контроля за нормальным стоком воды, так как любое засорение сети может привести к образованию в ней подпора, что грозит затоплением. При этом особую опасность возможного засорения сети представляют различные отложения, со временем образующиеся в коллекторах.



Устранение засорения путем размыва

Эти осаждающиеся материалы, и прежде всего песок, попадают в коллекторы через уличные дождеприемники, вентиляционные отверстия смотровых колодцев или же домовые выпуски. Еще на стадии проектирования канализационной сети стремятся добиться возможно меньшего количества этих отложений путем придания уличному коллектору оптимальных уклонов. Отложений не происходит в тех местах, где сточные воды постоянно стекают с большой скоростью и увлекают за собой песок. Однако во многих крупных городах, территория которых имеет равнинный характер, невозможно предусмотреть столь большие уклоны. В этом случае песок из коллекторов приходится периодически удалять. О том, как это осуществляется, мы уже рассказывали в предыдущей главе.

В больших городах бригады, выполняющие работы по прочистке и ремонту наружной канализационной сети, являются крайне необходимыми, ибо от них зависит нормальное функционирование огромного городского канализационного хозяйства. При этом выполняют они поистине неблагодарную работу, о которой население узнает лишь тогда, когда засорение, возникшее в канализационной сети, мешает нормальному пользованию удобствами. Следует отметить, что засорение канализационной сети часто

происходит по вине городских жителей, не соблюдающих самых элементарных правил пользования канализацией. Будучи уверенными в том, что канализации все под силу, они сбрасывают в нее материалы, которые даже при наличии хорошо спроектированной системы и регулярного обслуживания не всегда могут отводиться по канализационным трубопроводам. Поэтому правильнее будет не спускать в канализацию отбросы, способные вызвать засорение, а собирать их в специально предназначенные для этой цели ведра. В некоторых больших городах за рубежом в последнее время широкое распространение получили машины для измельчения отбросов, устанавливаемые над спускным трубопроводом грязной воды в кухне. Это создает большие удобства, так как позволяет удалять кухонные отбросы и даже обломки фарфоровой посуды через канализационную систему. Однако целесообразность применения таких устройств является довольно спорной. Во-первых, установка таких машин для измельчения мусора означает дополнительные затраты для жильцов, а во-вторых, сброс большого количества твердых материалов в канализацию приводит к тому, что часть их оседает, образуя в трубопроводах отложения, с большим трудом удаляемые при прочистке канализационной сети. Поэтому разумнее было бы удалять все сухие домашние отбросы с помощью мусоропроводов и других предусмотренных для этой цели приспособлений, нежели сбрасывать их в канализацию.

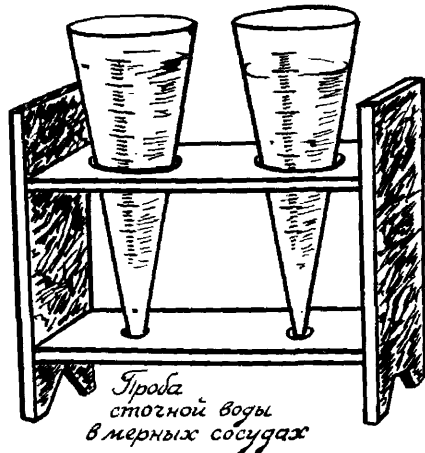
Следуя по пути движения сточной воды, посмотрим теперь, каким образом осуществляется очистка сточных вод в очистных сооружениях больших городов. Часто приходится встречать название «очистная станция». Степень индустриализации очистки сточных вод в настоящее время настолько значительна, что понятие «станция» в данном случае вполне обосновано. При этом мы не можем больше проводить прямое сравнение очистных станций

с очистными сооружениями домового и малой канализации, несмотря на то что на крупных очистных станциях протекают в основном те же физико-химические и биологические процессы очистки. Применение различных технических средств для регулирования этих процессов настолько обширно, что требуются специальные знания для того, чтобы, несмотря на внешне кажущиеся значительные отличия этих процессов, установить их общие естественно-научные основы.

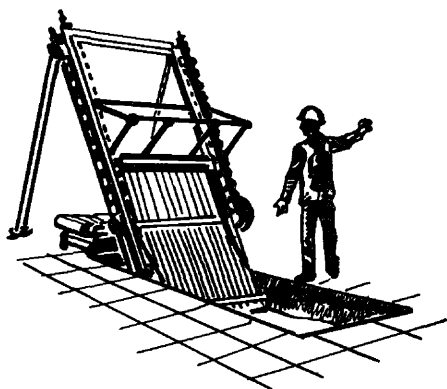
Представим себе, будто мы в составе экскурсии пришли на очистную станцию с целью ее осмотра и в этой экскурсии нас сопровождает главный инженер станции. Вероятно, он построит экскурсию таким образом, чтобы мы смогли проследить весь путь, проделываемый сточной водой, проходящей через все очистные сооружения. Затем он проведет нас по территории, где выполняются побочные операции, в первую очередь обработка осадков сточных вод.

Итак, ворота очистной станции открываются, и мы сразу же отмечаем, что, несмотря на непривлекательность обрабатываемых здесь материалов, кругом царят исключительная чистота и порядок. Да так оно и должно быть, ибо очистные станции являются сооружениями, задачей которых в первую очередь является санитарное оздоровление городов. Поэтому наряду с органами водохозяйственного надзора их работа постоянно контролируется органами здравоохранения. Именно по этой причине самыми частыми посетителями станции являются санитарные инспектора и врачи. Бросается в глаза также немногочисленность обслуживающего персонала. Экономисты могли бы подсчитать, что стоимость сооружения, приходящаяся на каждого работающего на станции человека, составляет свыше 1 млн. марок. По сравнению с другими промышленными сооружениями (а очистные станции по своему характеру могут по праву считаться промышленными сооружениями)

такое соотношение является весьма удовлетворительным. Помимо всего прочего, это позволяет судить о высокой степени механизации и автоматизации сооружения. Если бы мы задались вопросом, сколько «занято» на очистной станции живых организмов, то нам пришлось бы иметь дело с поистине астрономическими цифрами. В процессе биологической очистки участвуют мириады бактерий и других микроорганизмов. Они добросовестно выполняют свои функции по очистке сточных вод, а затем участвуют в разложении удаленного из них осадка. Обход очистной станции мы начинаем с осмотра водоприемного сооружения. Это пункт, где подводящий коллектор, проходивший до этого под землей, выходит наружу или где заканчиваются идущие от расположенных в черте города насосных станций чугунные или стальные напорные трубопроводы. Водоприемное сооружение представляет собой бетонный резервуар, от которого к очистному сооружению протянуты открытые сточные лотки. Иногда в этом месте устанавливают также высокопроизводительные центробежные или шнековые насосы, которые поднимают сточные воды до определенного уровня, после чего они самотеком направляются на все очистные сооружения. При приеме сточных вод из общесплавной системы канализации водоприемное сооружение часто оборудуется переливным устройством. В таком случае, если после сильного дождя на очистную станцию в течение короткого времени поступит количество воды, превышающее ее мощность, часть поступившей воды будет сброшена через переливное устройство. Эта вода может быть отведена в водоем по специальному каналу. Однако для приема загрязненных дождевых сточных вод лучше предусматривать регулирующий резервуар. Во время дождя такой резервуар постепенно наполняется стекающей в него из переливного устройства дождевой водой, которая после пре-



ращения дождя перекачивается на очистные сооружения. Далее мы вместе с нашим экскурсоводом направляемся вдоль открытого лотка к первому сооружению собственно очистки воды — решетке. На пути к ней мы видим мощные потоки сточной воды в бетонном лотке с вертикальными стенками. Вероятно, наш провожатый захочет показать нам заранее заготовленную в стеклянном сосуде пробу поступившей на станцию сточной воды. Если путь, проделанный сточной водой до очистной станции, не был слишком долгим, то внешне эта вода ничем не отличается от сточной воды уличного канализационного коллектора. Вода выглядит грязно-серой. Она не имеет дурного запаха, наоборот, обладает едва уловимым сладковатым запахом, почувствовать который можно, лишь находясь рядом с бетонным лотком или поднеся к носу сосуд с взятой пробой. Иначе обстоит дело, если путь, проделанный сточными водами до очистной станции, был долгим или если их приходилось перекачивать на значительные расстояния. В этом случае в результате происходящих в воде процессов разложения запасы растворенного в ней кислорода могут истощиться и начнется процесс преобразования органических веществ, называемый



гниением. Внешне это состояние можно определить по темной окраске сточной воды. Во второй главе мы уже объясняли причину такого почернения воды. Запах воды также меняется, поскольку при гниении происходит выделение сероводорода, имеющего запах тухлых яиц. Но за пределы территории станции этот запах не распространяется, а удерживается возле открытого лотка. Поэтому можно без преувеличения сказать, что очистная станция не оказывает вредного воздействия на окружающую среду в отличие от некоторых промышленных предприятий, загрязняющих атмосферу клубами выбрасываемого дыма, а также от постепенно исчезающих полей орошения, расположенных в пригородных зонах, функции которых с некоторых пор выполняются очистными станциями.

Между тем мы уже подходим к решеткам для механической очистки сточных вод. Мы видим несколько таких механизмов, установленных в разветвленном и расширенном канале. Часто расположенные стальные стержни решеток с прозорами в 2—3 см задерживают все плывущие по воде крупные отбросы, и таким образом прошедшая через них сточная вода содержит лишь частицы взвешенных веществ и песка. Время от времени приводятся в движение механические грабли, которые опускаются на самое дно бетонного канала, а затем медленно скользят по стержням вверх, очищая их

от твердых отбросов и волокнистых материалов. Затем все задержанные твердые отбросы сбрасываются на ленту транспортера, установленного высоко над поверхностью воды, и ссыпаются в стоящую наготове вагонетку. Грабли приводятся в действие автоматически, с помощью реле времени или реле перепада уровня. При скоплении на решетке слишком большого количества отбросов возникает подпор воды, вызванный уменьшением живого сечения решетки. Если в этом случае указатели уровня воды, установленные до решетки и после нее, показывают недопустимый перепад уровней, автоматически включается электродвигатель, приводящий в действие механические грабли, которые очищают решетку от застрявших на ней отбросов до тех пор, пока перепад не уменьшится до нормального. Сороудерживающая решетка установлена в небольшом здании, которое в случае неблагоприятной погоды служит укрытием для дежурного очистной станции, эпизодически контролирующего работу сооружения.

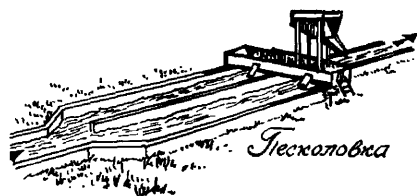
Работа на очистной станции ведется изо дня в день круглосуточно, так как поступление на станцию сточных вод практически никогда не прекращается. Поэтому для работающего на станции персонала созданы соответствующие условия, чтобы при любой погоде, особенно в суровую зиму, обеспечить бесперебойную работу сооружения, обслуживаемого в три смены.

Естественно, ни в одном из наших городов не имеется очистной станции, которая была бы точной копией той, которую мы с вами посетили, поскольку в канализационной технике имеется много решений, позволяющих добиваться эффективной очистки сточных вод. Таким образом, устройства и даже отдельные элементы сооружений не являются унифицированными. К тому же имеется много вариантов компоновки сооружений. И здесь, так же как и во всех производственных процессах, происходит постоянная мо-

дернизация. Непрерывно улучшаются методы и совершенствуется оборудование. Научно-исследовательская работа, с одной стороны, и активное участие рационализаторов — с другой, способствуют постоянному совершенствованию конструкций очистных сооружений. При разработке проектных решений каждой вновь сооружаемой очистной станции используют опыт проектирования предыдущих сооружений и прогрессивные методы, позволяющие повысить производительность этих станций, снизить затраты на их строительство и эксплуатацию или улучшить эксплуатационную надежность станций и условия работы на них.

Даже сороудерживающая решетка изготавливается в различном конструктивном исполнении. Применяются, например, решетки, стержни которых, имеющие дугообразную форму, располагаются горизонтально в потоке сточной воды. При этом скребковый сбрасыватель, перемещаясь поперек лотка, сдвигает задержанные отбросы к месту, где установлена дробилка. Поступившие в металлическую дробилку отбросы с помощью быстро вращающегося стального молотка разбиваются и размалываются. Проваливаясь сквозь щели в корпусе, эти измельченные отбросы могут теперь уже проходить через прозоры решетки. Таким образом, отбросы вообще не приходится извлекать из воды. Их измельчают под водой, направляют с потоком сточной воды дальше и вместе с другими загрязнениями, находящимися в сточной воде, подвергают дальнейшей обработке. Хотя такой метод удаления отбросов и является более простым, чем, например, способ, предусматривающий их извлечение из сточной воды и последующее складирование, однако применяемый при этом механизм чаще, чем в более простых решетках, подвержен повреждениям, в связи с чем данный способ удаления отбросов используется не на всех очистных станциях.

Что же происходит дальше с извлеченны-



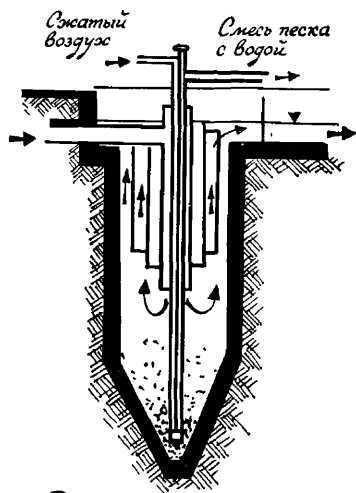
ми из сточной воды отбросами? Их можно спрессовать с целью удаления из них остатков влаги, а затем сжигать. Образовавшийся в результате сжигания пепел распределяют на местности. Такая форма удаления отбросов является наиболее приемлемой с санитарной точки зрения. Однако вследствие наличия органических веществ в отбросах их можно также компостировать отдельно или вместе с осадком сточных вод и домашним мусором. Полученный таким образом компост безопасен в санитарном отношении. И, наконец, существует еще один способ ликвидации измельченных отбросов, заключающийся в их смешивании с хлорной известью и закапывании на специально отведенных для этого участках.

Перечислив все эти возможности ликвидации отбросов, наш экскурсовод не забывает упомянуть и о том, что количество отбросов в последние годы резко возросло и что большую их часть составляют синтетические материалы, удаление которых из сточной воды доставляет много хлопот. Обладая высокой прочностью на разрыв, они часто вызывают неполадки в работе скребкового устройства или дробилки, поскольку удаление скопленных таких отбросов с решетки — довольно сложное дело.

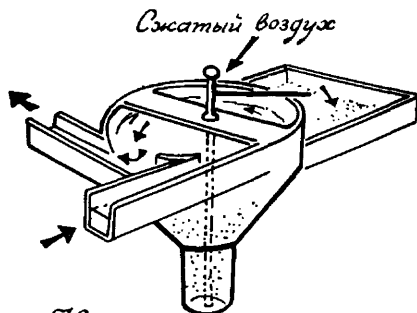
Теперь наш путь лежит к установке для отделения твердых веществ, входящих в состав сточных вод, — к песколовке. Через уличные дождеприемники в канализацию вместе с водой попадает какая-то часть песка, которая лишь частично удаляется при очистке коллекторов. Значительная часть этого песка попадает вместе со сточными водами на очистные сооружения, где он должен быть

каким-то образом удален. Здесь нам вновь помогает простая закономерность гидравлики потока. Песчинки уносятся вместе с водой только при определенной скорости течения. При снижении этой скорости крупинцы песка оседают на дно канала, а вода течет дальше. Песок смывается и уносится водой лишь в том случае, когда скорость потока превышает 0,3 м/с. При меньшей скорости течения песок оседает на дно. Узкие продольные отсеки горизонтальных песколовок сконструированы таким образом, что скорость течения воды в них всегда составляет 0,3 м/с. Если эту скорость несколько снизить, то вместе с песком выпадут и небольшие частицы органических взвешенных веществ. Это было бы весьма нежелательно, поскольку в песколовке не должен находиться органический осадок, загрязняющий песок и осложняющий вследствие своей склонности к гниению последующее удаление песка. По истечении некоторого времени работы песколовки слой отложившегося на дне песка достигает такой толщины, что требуется его обязательное удаление. На малых очистных сооружениях эта работа все еще иногда выполняется вручную. На больших же станциях песок ежедневно поднимают на поверхность механизмом, передвигающимся по направляющим рельсам, проложенным над песколовкой. В бункере или на дренированных площадках для подсушки песок обезвоживается настолько, что его можно складывать в отвалы.

Конструкция песколовки, состоящей из нескольких продольных отделений, не является единственной. Разработано несколько технических решений, позволяющих успешно выполнять операции по удалению песка из сточной воды. Можно, например, осаждать песок в песколовках с вертикальным движением воды. Из таких глубоких песколовочек удаление осадка производится с помощью эрлифта. Применяется также еще одна конструкция песколовки, в которой происходят



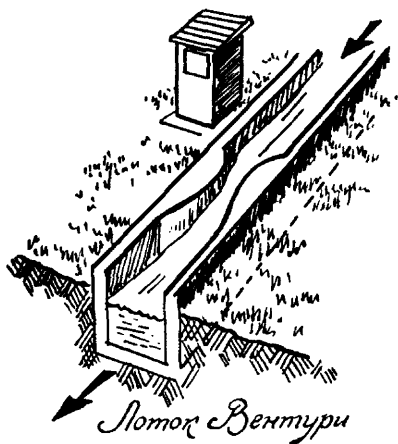
Вертикальная песколовка



Круглая песколовка

процессы, аналогичные явлениям, наблюдаемым в чайной чашке. При перемешивании налитого в чашку чая чаинки собираются в центре чашки. При круговом движении сточной воды в круглой вертикальной песколовке крупные частицы аналогичным образом собираются в ее центре. Через устроенное в центре песколовки отверстие они попадают в специальную камеру, откуда затем откачиваются.

Осмотр очистной станции продолжается. За песколовкой мы видим канал с вертикальными бетонными стенками. Стенки лотка в средней части сужены, а дно имеет уклон в сторону движения воды.

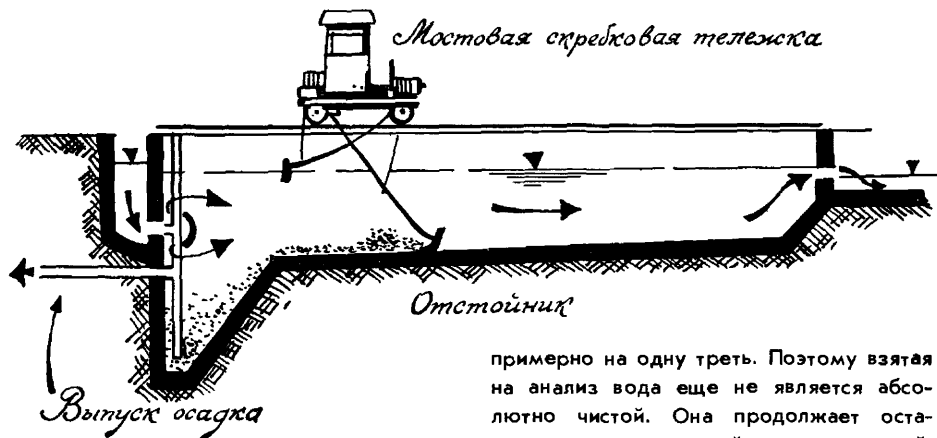


Мы замечаем, как скопившаяся в месте сужения канала вода затем быстро пронесится через суженное пространство. Сопровождающий нас инженер обращает наше внимание на расположенную возле канала поплавковую камеру и объясняет назначение всей установки. Речь в данном случае идет о лотке Вентури, с помощью которого измеряется расход сточных вод. Пользуясь известной закономерностью, можно исходя из подпора, образующегося в месте сужения поперечного сечения канала, точно определить расход сточных вод. Движение поплавка передается через диск с кулачком регистрирующему устройству, которое и показывает мгновенный расход. Эти показания передаются на пульт управления очистной станции, и, таким образом, инженер, ответственный за данную смену, постоянно осведомлен о количестве поступающей на станцию сточной воды и возникающих изменениях. В этом случае он дает необходимые указания на отдельные пункты станции, чтобы при любом притоке сточных вод были созданы оптимальные условия процесса очистки.

Продолжая осмотр станции, мы подходим к сооружению, которое сразу же привлекает к себе внимание своими габаритами. Это широкий, вытянутый в

длину резервуар с почти неподвижной водной гладью. Лишь внимательно приглядевшись, можно заметить, что вода в этом резервуаре медленно движется. Нам объясняют, что этот резервуар имеет рабочую глубину около 2 м, и продолжительность пребывания сточной воды в этом очистном сооружении составляет 2 ч. При таком медленном течении воды на дно резервуара оседают мельчайшие частицы взвешенных веществ. На плоском днище резервуара они должны находиться всего несколько часов, ибо легко могут превратиться в гниющую массу. Это было бы, разумеется, нежелательно, и поэтому находящийся на дне резервуара осадок через небольшие промежутки времени удаляют с помощью специальных скребков. Мостовая скребковая тележка перемещается по уложенным вдоль стенок отстойника направляющим рельсам и тянет за собой скребок, обеспечивая тем самым полную очистку днища. Осадок передвигается в противоположном течению воды направлении и стекает в расположенный в передней части отстойника приямок, откуда по иловым трубам отводится в иловый колодец. О том, что происходит с этим осадком дальше, мы узнаем несколько позже, во время дальнейшего осмотра очистной станции. Мы замечаем еще, что мостовая тележка передвигает не только осевший на дно осадок, но также скопившиеся на поверхности воды плавающие вещества, содержащие в основном жир и нефтепродукты, не всегда задерживаемые очистными установками промышленных предприятий перед сбросом производственных сточных вод в канализацию. Эти плавающие вещества выпускаются из отстойника в одном месте и в дальнейшем подвергаются такой же обработке, что и донный осадок. В тыльной части отстойника расположена металлическая платформа для мостовой тележки, которая позволяет последней перемещаться по фронту отстойников. Поэтому совсем не

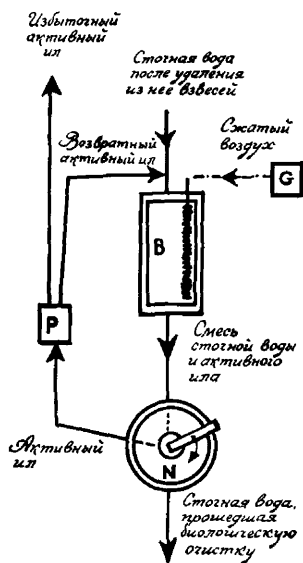
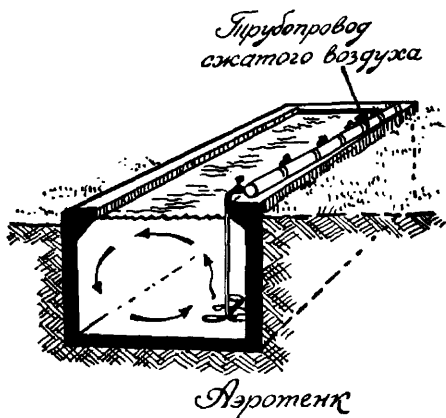
Мостовая скребковая тележка



примерно на одну треть. Поэтому взятая на анализ вода еще не является абсолютно чистой. Она продолжает оставаться в определенной степени мутной, что объясняется наличием в ней полурасстворенных веществ, которые не удалось выделить даже в отстойнике.

Пройдя еще несколько шагов, мы оказываемся перед группой резервуаров, имеющих такую же длину и ширину, что и отстойники. В противоположность спокойной водной поверхности только что осмотренного нами отстойника здесь отмечается интенсивное перемешивание воды. Оно происходит под воздействием сжатого воздуха, поступающего в резервуар через специальные аэраторы, расположенные у дна вдоль длинной стороны резервуара. Глубина резервуара 4 м. Сжатый воздух вырабатывается в расположенном поблизости машинном зале, где установлены турбокомпрессоры, и подводится к резервуару по подземным трубопроводам. Этот воздух в виде мелких пузырьков поступает в воду через пористую поверхность керамических труб, в большом количестве расположенных глубоко под водой вдоль одной из сторон резервуара. Подаваемый сбоку сжатый воздух вызывает бурное поперечное перемешивание воды, что очень важно, поскольку в результате такого завихрения воды хлопья ила постоянно находятся во взвешенном состоянии. Этот хлопьеобразный ил определяет эффективность очистки сточной воды. Он состоит из множества

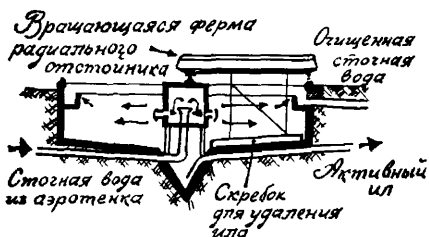
обязательно, чтобы каждый отстойник был оборудован индивидуальной мостовой тележкой. Одна такая тележка может поочередно обслуживать несколько рядом расположенных отстойников. Нас поражает, что скребковый механизм работает совершенно без надзора. Он не только самостоятельно останавливается в конце отстойника с тем, чтобы после извлечения из воды скребка отправиться с большей скоростью в обратный путь, но и самостоятельно въезжает на специальную платформу, которая автоматически включается и перемещается к следующему отстойнику. Такая автоматизация указанных процессов объясняет немногочисленность обслуживающего персонала на очистной станции. В том месте, где сточные воды вытекают из отстойника, нам вновь показывают пробирку со взятой на анализ водой. Мы можем убедиться в том, что она значительно прозрачнее, чем вода, взятая для анализа в месте поступления сточных вод на очистную станцию. Но это и неудивительно, ибо мы знаем, что в отстойнике из сточной воды были удалены взвешенные вещества. При медленном течении воды все нерастворенные частицы осели на дно, и таким образом количество загрязнений, содержащихся в сточной воде, уменьшилось



В - Аэротенк
 N - Вторичный отстойник
 P - Насос
 G - Компрессор

микроорганизмов, питающихся загрязнениями сточных вод. О них уже рассказывалось в предыдущих главах. Поступающий воздух доставляет этим микроорганизмам необходимый для их жизнедеятельности кислород, в то время как сточная вода обеспечивает их пищей. Эти биологически активные хлопья получили название «активного ила», а отсюда происходит название самого метода очистки сточных вод.

Смесь сточной воды и хлопьев активного ила, медленно перемещаясь и постоянно циркулируя, находится в аэротенке в течение нескольких часов. Затем эта смесь по подземным трубопроводам удаляется из аэротенка, и мы вновь обнаруживаем ее теперь уже в большом отстойнике, расположенном сразу же за аэротенком. Этот круглый резервуар, называемый радиальным отстойником, предназначен для удаления из сточной воды активного ила. Микроорганизмы должны, разумеется, постоянно выполнять свои функции по очистке сточных вод, и для этого их нужно снова перекачивать в аэротенки. В круглом резервуаре хлопья оседают на дно в виде насыщенных водой мельчайших частиц. Отсюда с помощью постоянно вращающегося скребкового устройства, прикрепленного к ферме, которая опирается на боковую стенку резервуара и на централь-



ную опору, ил сдвигается в расположенный в центре резервуара приямок. Насосы подают жидкий активный ил—вода в нем составляет более 99%—для постоянной циркуляции в переднюю часть аэротенка, где вновь происходит смешение ила с предварительно осветленной сточной водой.

Таким образом, в то время как сточная вода прямолинейно протекает через сооружение биологической очистки, активный ил непрерывно циркулирует внутри этих сооружений. Очищенная от хлопьев активного ила сточная вода, находившаяся в течение нескольких часов во вторичном отстойнике, поступает

круговой лоток, расположенный по периметру этого отстойника. Разумеется, и через этот резервуар, как и через все сооружения станции, постоянно протекает очищенная вода, так что время пребывания воды в резервуаре является средней величиной, принимаемым для одной капли.

Могут предусматриваться также вторичные отстойники прямоугольной формы. В этом случае движущееся вдоль продольных сторон отстойника скребковое устройство непрерывно удаляет ил, сбрасывая его в продольный лоток. Применение прямоугольных вторичных отстойников обеспечивает возможность компактной компоновки сооружения, при которой в одном блоке располагают первичный отстойник, аэротенк и вторичный отстойник, что позволяет значительно уменьшить общую площадь, занимаемую сооружением.

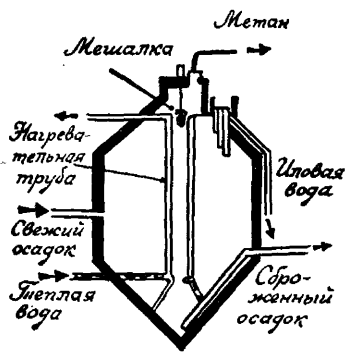
В месте выхода сточной воды из вторичного отстойника инженер очистной станции вновь показывает нам ее пробу. Мутность воды теперь уже едва различима. Хотя внешне вода и выглядит прозрачной, но в ней все же имеется небольшое количество взвешенных веществ. Конечно, в воде еще имеются растворенные, неразличимые невооруженным глазом вещества, и мы можем также предполагать, что в ней содержится большое количество микробов, в том числе и болезнетворных. До отвода в водоем сточной воды, из которой теперь после биологической очистки удалено 90—95% загрязнений, в нее добавляют хлорную воду с целью уничтожения болезнетворных микробов.

В том месте, где очистка сточной воды заканчивается, устраивается выпуск ее в водоем или — в особых случаях — отвод для последующего использования, главным образом для полива пахотных и луговых земель в сельском хозяйстве. Это весьма целесообразно, поскольку сточные воды даже после биологической очистки все еще содержат растворен-

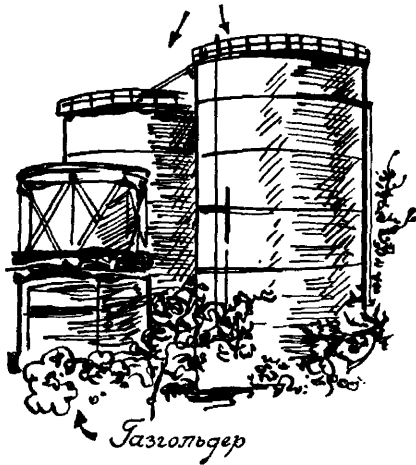
ные вещества, главным образом фосфор вызывающие нежелательное разрастание водорослей в водоемах. Такого «удабривания» водоемов можно избежать выделив фосфор на третьей стадии очистки путем добавления в воду химикатов. Совершая обход очистной станции, мы быстро проходим мимо отдельных ее установок, ибо просто невозможно подробно осмотреть все ее компоненты. Следует также заметить, что описанные здесь технологические процессы и конструкции отдельных сооружений могут не совпадать полностью с конструкциями и процессами, предусматриваемыми на других очистных станциях. Но наш осмотр еще не закончен.

Что же происходит с осадком, ежедневно удаляемым из илового приямка первичного отстойника? Мы еще не сказали о том, что часть активного ила постоянно выводится из процесса, так как при надлежащем снабжении питательными веществами, поставляемыми сточной водой, происходит быстрое размножение микроорганизмов. Поскольку количество активного ила не должно превышать установленной нормы, часть микроорганизмов, циркулирующих между аэротенком и вторичным отстойником, должна быть удалена. Этот избыточный активный ил перекачивают в первичный отстойник и обрабатывают вместе с находящимся там осадком.

В иловом приямке первичного отстойника ежедневно скапливаются большие количества жидкого, состоящего преимущественно из органических веществ осадка, который после извлечения его из воды быстро превращается в гниющую массу. Поэтому следует, во-первых, путем специальной обработки удалить из него значительную часть воды, а во-вторых, не допустить его загнивания до последующей переработки. Продолжая осмотр очистной станции, мы подходим к видимым издали сооружениям — метантенкам. Это большие круглые резервуары объемом в несколько



Метантенки

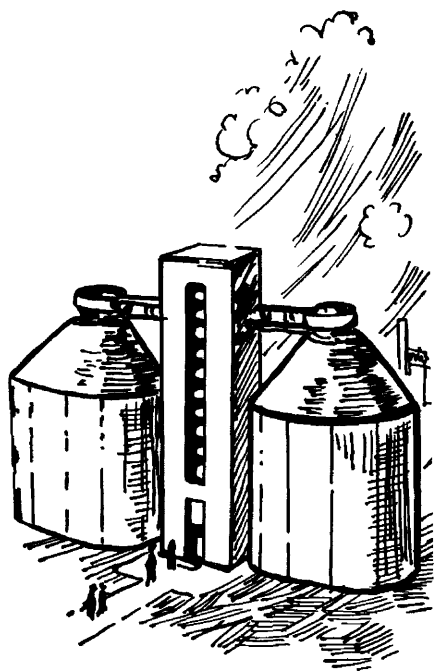


тысяч кубометров, возвышающиеся над окружающей территорией. Из отстойника в метантенк ежедневно насосами перекачивается осадок, где он смешивается с находящимся там уже сброженным осадком. В метантенке, где созданы необходимые условия для биологических процессов разложения, этот осадок находится от двух до четырех недель. Метановые бактерии тут же атакуют содержащиеся в осадке органические вещества, используемые ими в качестве питания. В отличие от организмов, находящихся в резервуарах с активным илом, им совсем не требуется кислород. Они любят тепло и темноту. Поэтому метантенки полностью закрыты, а темпе-

ратура внутри них составляет от 30 до 35 °С. При сбраживании осадка выделяются газообразные продукты распада. Примерно $\frac{2}{3}$ постоянно выделяющегося при сбраживании газа составляет метан, а $\frac{1}{3}$ состоит преимущественно из углекислого газа и незначительного количества других газов. По своему составу газы брожения, иногда именуемые «биогазами», соответствуют природному газу, огромные подземные залежи которого встречаются в различных уголках земли и наличие которого в настоящее время наряду с нефтью стало одним из важнейших факторов в развитии народного хозяйства.

Метан обладает высокой теплотой сгорания, поэтому путем сжигания газов брожения в котельной получают тепло, которое используют для создания в метантенках температур, наиболее благоприятных для жизнедеятельности метановых бактерий. Вот почему рядом с большими башнями метантенков мы видим здание котельной с теплообменником. Нагретая в газовых котлах вода, проходя по змеевикам с двойными стенками, отдает свое тепло протекающему в трубопроводе осадку до того, как последний попадет в метантенк. Отсюда становится понятным назначение больших газгольдеров, расположенных на территории очистной станции рядом с метантенками. Они служат для хранения газа, выделяющегося в процессе брожения, и таким образом постоянно обеспечивают топливом установки для выработки тепловой энергии.

Мы узнаем также, что не только метантенк, но и все здания очистной станции в зимнее время обогреваются выделяющимся при сгорании метана теплом. Инженер очистной станции рассказывает нам о том, что раньше метан применялся в качестве горючего для автомашин, транспортировавших сжатый метан в специальных баллонах. Однако его можно также применять для больших стационарных газовых двигателей. В этом

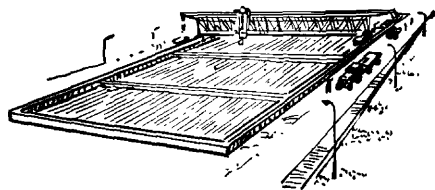


случае двигателя с помощью муфтовых соединений подключаются к генераторам, снабжающим электроэнергией насосы, компрессоры, приспособления для удаления ила, а также все прочие установки, потребляющие электроэнергию. Отходящее тепло этих двигателей можно в этом случае использовать для подогрева сбрасываемого осадка. Такая очистная станция, которая самостоятельно удовлетворяет свои потребности в электроэнергии, совершенно независима от какого-либо внешнего источника энергии. Она не нуждается ни в электричестве, ни в газе, ни в угле.

Завершающей фазой нашего посещения очистной станции является осмотр всей станции с площадки, расположенной в верхней части метантенка. На эту площадку нас доставили с помощью специального лифта. Отсюда, с высоты птичьего полета, хорошо видны все резервуары и ведущие к ним каналы, по которым сточные воды направляются от одного

сооружения к другому соответственно стадиям очистки. Особенно бросаются в глаза иловые площадки, занимающие обширную территорию. Они являются конечным пунктом пребывания сброженного осадка на территории очистной станции. Ежедневно из метантенков выпускается такое же количество сброженного ила, какое поступило в виде свежего осадка. Поскольку в сброженном осадке все еще содержится значительное количество воды, он представляет собой жидкую массу и может транспортироваться только по трубопроводам или в небольших количествах перевозиться в автоцистернах. Для уменьшения количества содержащейся в иле воды его высушивают на открытых дренированных иловых площадках, огражденных бетонными стенками, до тех пор, пока он не достигнет такой консистенции, когда его можно будет грузить лопатой. Перемещающийся по направляющим рельсам многоковшовый экскаватор захватывает большие порции высушенного ила и переправляет их с помощью транспортера на транспортные средства. Далее высушенный ил после компостирования может быть использован в сельском хозяйстве.

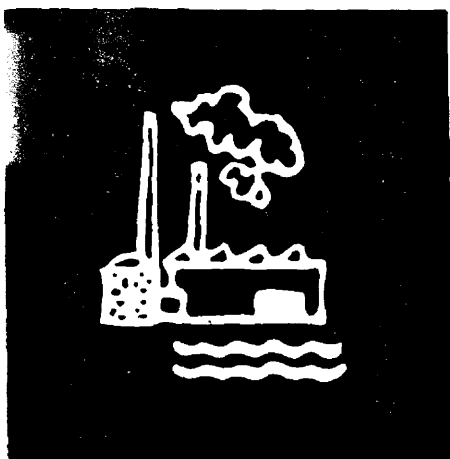
Осмотр очистной станции завершается посещением производственного здания, в котором находятся щит управления, лаборатория, а также ряд административно-бытовых помещений. Наличие автоматизации и дистанционного управления всеми процессами на очистной станции требует создания центрального пункта управления, имеющегося в настоящее время на каждом промышленном предприятии. Наряду с управлением производственно-техническим оборудованием большое значение имеет также осуществление контроля за ходом физико-химических и биохимических процессов. Производственная лаборатория на основе ежедневно проводимых анализов дает сведения о качестве поступающей и очищенной сточной воды, свойствах ак-



тивного ила, составе сброженного осадка и выделяющихся при очистке газах. Оценка этих данных является важным условием надлежащего управления процессами очистки сточных вод и обработки осадка. Вряд ли стоит упоминать об имеющихся на очистной станции умывальных, гардеробных и общих помещениях, в которых для работающих на

станции созданы все условия, отвечающие современным нормам гигиены.

Мы прощаемся с сопровождавшим нас во время осмотра станции инженером, и ворота станции закрываются за нами. Это посещение заставило нас о многом задуматься. Какая же требуется инженерная подготовка и какие нужно иметь знания в области естественных наук, чтобы город мог быть уверен в том, что отводимые в канализацию загрязнения будут надлежащим образом обработаны! Мы должны быть благодарны рабочим, инженерам и лаборантам, которые день и ночь заботятся о том, чтобы наш город миновали эпидемии и другие, нежелательные явления, причиной которых может явиться неудовлетворительная очистка сточных вод.



Промышленность и водоемы

Если бы на каком-либо из наших крупных предприятий не предусматривалась очистка сбрасываемых сточных вод, то ниже места сброса этих вод в водоем можно было бы увидеть следующую картину: массы увлекаемого водой ила, пена, плывущая на поверхности воды, грязные волокнистые отложения вдоль берегов, мутность воды, изменение ее окраски, неприятный запах. Все эти и многие другие явления превращают реку в промышленную клоаку, не имеющую ничего общего ни с освежающим, живительным источником, ни с журчащим ручейком, ни с другими поэтическими образами. Примерно 70% загрязнений, сбрасываемых в наши водоемы, являются загрязнениями промышленного характера, и лишь 30% приходится на бытовые сточные воды, отводимые от населенных пунктов. Возможности загрязнения водоемов производственными сточными водами значительно больше и разнообразнее, чем бытовыми. Именно поэтому очистка производственных стоков с целью предотвращения загрязнения водоемов

приобретает такое большое значение. Закон об охране водных ресурсов, принятый в ГДР 2 июля 1982 г., обязывает все промышленные предприятия очищать свои сточные воды. Он говорит о том, что охрана и уход за водоемами является обязанностью всего населения, и в первую очередь работников производственных предприятий. Недопустимо загрязнять водоемы твердыми, жидкими или газообразными отходами. Ввод в эксплуатацию производственных объектов, новых сооружений и установок, связанный со сбросом сточных вод, запрещается в том случае, если не предусматривается проведение мероприятий по очистке последних.

Несмотря на наличие четко сформулированных требований, имеющих силу закона, понадобится еще какое-то время, прежде чем уменьшится происходившее в течение десятилетий загрязнение водоемов сточными водами. О первых успешных шагах в этой области свидетельствует тот факт, что все вновь строящиеся промышленные объекты ГДР с самого начала оборудуются эффективными очистными сооружениями. Такие сооружения, например, построены на предприятии «Шварце Пумпе», в городах Шведте, Леуне и др. Даже на старых промышленных предприятиях, построенных еще в эпоху капитализма, когда очистке сточных вод не уделялось должного внимания, вводится современное канализационное оборудование. Такие целенаправленные мероприятия дают все основания считать, что загрязнение водоемов производственными сточными водами не только не будет увеличиваться, но заметно сократится. Специалисты водного хозяйства других индустриальных государств также считают, что только путем широкого внедрения новых эффективных средств очистки сточных вод можно добиться ограничения загрязнения водоемов.

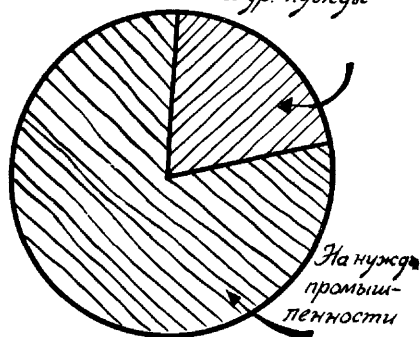
Мероприятия по очистке сточных вод приобретают еще большее значение,

если учесть, что промышленные предприятия не только сбрасывают сточные воды в водоемы, но также являются самыми большими потребителями воды. Свыше $\frac{4}{5}$ расхода воды в ГДР приходится в настоящее время на промышленные предприятия. Увеличивающееся загрязнение водоемов отрицательно сказывается на финансовом бюджете промышленных предприятий, так как затраты на очистку воды значительно выше, чем они могли бы быть при использовании сравнительно чистой сырой воды. С выходом вышеуказанного постановления об исполнении водного закона в ГДР вступил в силу экономический принцип, предусматривающий на промышленных предприятиях ограниченное использование свежей воды, а также ответственность за поддержание чистоты водоемов. Таким образом, потребление природных вод теперь связано с определенными финансовыми затратами. Предприятия, превышающие нормы сброса стоков в водоемы, подвергаются денежному штрафу. Если естественная самоочищающая способность рек полностью иссякнет вследствие чрезмерного сброса в них сточных вод, то прекратится выполняемая водоемом бесплатная очистка воды. В результате затраты на подготовку производственной воды нужного качества могут возрасти настолько, что ее использование будет нерентабельным.

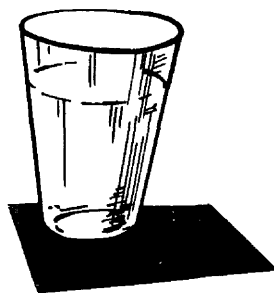
Требования, предъявляемые к очистке производственных сточных вод, помимо качества этих вод учитывают также и то, куда эти воды поступают: в городскую канализацию или непосредственно в водоемы. Кроме того, следует, с одной стороны, различать производственные воды, образующиеся в ходе выполнения производственных процессов, а с другой стороны, сбрасываемые на территории предприятия бытовые сточные воды и воды атмосферные. Среди сточных вод, образующихся на производстве, имеются воды с органическими и неорганиче-



На бытовые, сельскохозяйственные, транспортные и др. нужды



Общий расход воды в ГДР

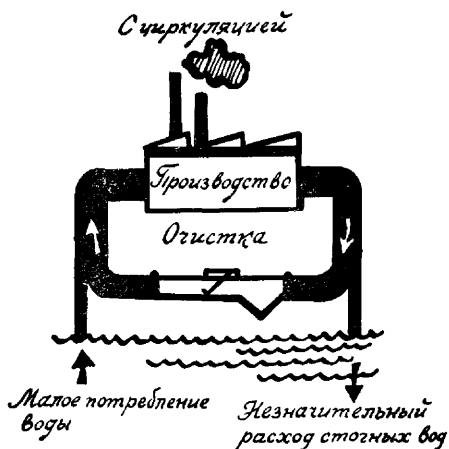
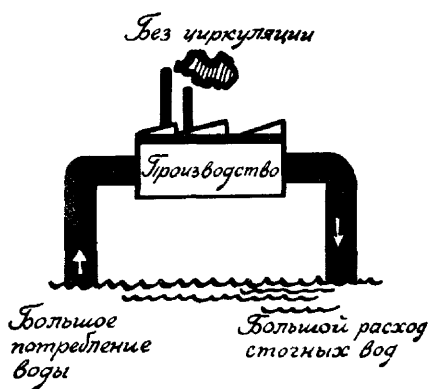


Стакан воды стоит 0,01 пеннига

скими загрязнениями. Каждый вид этих вод требует определенного метода очистки. Совместная очистка производственных и бытовых сточных вод является целесообразной только тогда, когда мощность городских очистных сооружений достаточна для этой цели. В отдельных случаях смешение обоих видов сточных вод является даже единственно надежным и экономичным способом очистки производственных вод. Разумеется, эти воды должны обладать способностью к биологическому разложению и при этом не должны оказывать отравляющего действия на организмы, содержащиеся в активном иле.

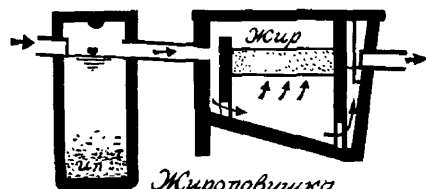
Можно было бы привести целый ряд примеров, когда реализация проектов подобных объединенных очистных сооружений в ГДР для совместной очистки сточных вод позволила добиться значительного снижения затрат. Во многих случаях строгое разделение различных видов сточных вод является предпосылкой их эффективной очистки. Это в первую очередь касается сточных вод, содержащих главным образом минеральные загрязнения. Раздельная очистка требуется также тогда, когда из производственных вод необходимо выделить определенные вещества.

Метод, часто применяемый в промышленном производстве для уменьшения расхода сточных вод, заключается в повторном использовании обработанной надлежащим образом воды, циркулирующей в ходе производственного процесса. Разумеется, обойтись запасом воды, необходимым для выполнения производственных процессов, без постоянного его пополнения невозможно, так как происходит постепенное скопление загрязнений, которые эпизодически сбрасываются в виде концентрированных сточных вод. С другой стороны, становится экономически выгодным повторное использование продуктов, содержащихся в таком концентрате. Применение воды в замкнутых циклах промышленных пред-



приятий отвечает хозяйственным интересам этих предприятий, а также интересам всего водного хозяйства.

Производственные сточные воды, которые отводятся в городскую канализационную сеть, следует подвергать предварительной обработке лишь в той степени, чтобы они не оказывали вредного воздействия на здоровье людей, выполняющих ремонтные работы в канализационных коллекторах, не вызывали повреждения отдельных элементов канализационной системы вследствие коррозии и обеспечивали надежное функционирование очистных сооружений. Требуется какой-либо более полной предварительной очистки было бы неправильно, ибо задача канализации состоит в том,



*Жироловушка
с установленным перед ней
грязевиком*

чтобы, приняв все сточные воды, направить их для последующей очистки. Как правило, в конце канализационной сети предусматривается очистная станция централизованной канализации, которая вполне справляется с возложенными на нее функциями по очистке производственных сточных вод, сбрасываемых в черте города. С экономической точки зрения, эта станция обходится гораздо дешевле, чем ряд дорогостоящих сооружений предварительной очистки.

К необходимым мероприятиям по предварительной очистке производственных сточных вод, отводимых через канализационную сеть, относятся детоксикация и нейтрализация, задержание взрывоопасных веществ, очистка от нефтепродуктов, жира, радиоактивных веществ и охлаждение воды до температуры ниже 35 °С. Однако при непосредственном отведении производственных вод в водоемы необходима их дополнительная очистка. В этом случае необходимо, кроме того, в определенных пределах уменьшить количество взвешенных, а иногда и растворенных веществ, содержащихся в сточных водах. Методы обработки производственных сточных вод могут быть направлены на разрушение, обезвреживание или восстановление веществ, содержащихся в сточной воде. Они в значительной степени зависят от технологии производства промышленного предприятия. В некоторых случаях надлежащие методы определяются лишь с помощью экспериментальных исследований, например, когда в новых отраслях или производствах обнаруживаются неизвестные до сих пор виды стоков. Для определения степени загрязнения производственных сточных вод выполняются анализы, аналогичные тем, которые описаны во второй главе. Когда речь идет об ингредиентах сточных вод, поддающихся биологическому разложению, то в воде определяется биохимическая потребность в кислороде. Полученные результаты легко сопоста-

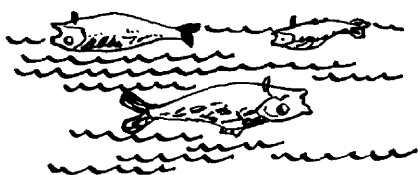
вить со средней степенью загрязнения бытовых сточных вод, что весьма важно при расчетах очистных сооружений. Средняя биохимическая потребность в кислороде в расчете на одного жителя хорошо известна, и, исходя из нее, устанавливают, какому эквивалентному числу жителей соответствует определенное количество производственных сточных вод.

С некоторыми наиболее часто встречающимися специальными методами очистки производственных сточных вод мы познакомимся поближе. На ряде производств, например в цехах гальванизации и травления металлов, а также на химических предприятиях часто применяются технические кислоты. Наиболее приемлемым и недорогим веществом для нейтрализации кислот является известь.

Задержание масел, жиров, бензина и других веществ также относится к одному из методов очистки производственных сточных вод. При этом используют явление всплывания на поверхность более легких по сравнению с водой веществ. В этом случае их просто удаляют с поверхности сточных вод. Даже более тяжелые по сравнению с водой частицы загрязнений могут всплывать под действием пузырьков газа, которые прилипают к их поверхности и обеспечивают соответствующую подъемную силу. Характерным примером такой обработки является флотация при обогащении руды.

Даже понижение температуры, как ни

Гибель рыб в водоемах



Недостаток кислорода в воде

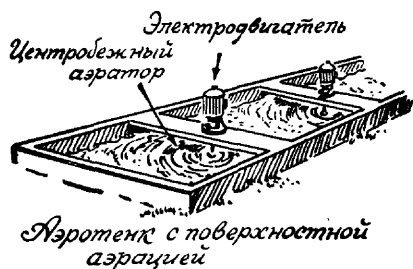
странно, может рассматриваться как один из видов обработки. Отвод в канализацию нагретых сточных вод может вызвать размягчение заливающей массы в муфтовых соединениях труб и привести к нарушению герметизации трубопроводов. Спуск нагретых сточных вод в водоем также может привести к нежелательным последствиям. В результате местного повышения температуры водного потока, например, при отводе в водоем большого количества воды, нагретой при охлаждении оборудования, на участке водоема, расположенном ниже сброса в него сточных вод, отмечается значительное ускорение процессов преобразования и распада загрязнений. Интенсивность их разложения зависит именно от температуры воды в этих водоемах. Вследствие слишком быстрого протекания процессов самоочищения количество растворенного в речной воде кислорода уменьшается настолько, что может упасть ниже допустимого для существования рыб предела. Гибель рыбы в водоемах в большинстве случаев является свидетельством перегрузки водоема сточными водами, которые могут быть причиной гибели даже только вследствие своей высокой температуры.

Для очистки производственных сточных вод широко применяются методы, подробно описанные при рассмотрении проблемы очистки сточных вод в городах. Это, например, механические методы очистки, предусматривающие процеживание, отстаивание, удаление загрязне-

ний с поверхности сточных вод, а также их фильтрацию.

Имеется ряд методов химической очистки, которые при определенных обстоятельствах оказываются эффективными. Одним из таких методов является коагулирование путем добавления в воду химических веществ. При соединении мельчайших взвешенных частиц в крупные хлопья часть загрязнений, находившихся до этого во взвешенном состоянии, оседает. Процесс хлопьеобразования при добавлении в сточную воду химических веществ аналогичен химическому процессу осаждения, при котором в результате реакции растворенные вещества переводятся в нерастворимый осадок. Наконец, можно назвать такие процессы очистки, как экстракция, сорбция, кристаллизация, электролиз, выпаривание, диализ. Здесь мы не будем рассматривать все эти методы.

Наибольшее значение имеют методы биологической очистки. Поскольку часть производственных сточных вод содержит органические вещества, которые могут разлагаться под воздействием бактерий и других микроорганизмов, их можно очищать аналогично бытовым сточным водам. Здесь также следует различать процессы гниения, возникающие под воздействием анаэробных бактерий, и протекающие в присутствии кислорода воздуха процессы распада, в которых участвует множество аэробных организмов. Помимо всего прочего для эффективной биологической очистки очень важно, чтобы в сточных водах не скапливались в опасных концентрациях ядовитые вещества, какими, например, являются некоторые соли тяжелых металлов. Присутствие последних в воде отрицательно сказывается на жизнедеятельности микроорганизмов и часто приводит к их гибели. Сточные воды не должны обладать слишком сильной кислой или щелочной реакцией. Убедиться в том, возможна ли биологическая очистка сточных вод, поможет БПК-тест (опреде-

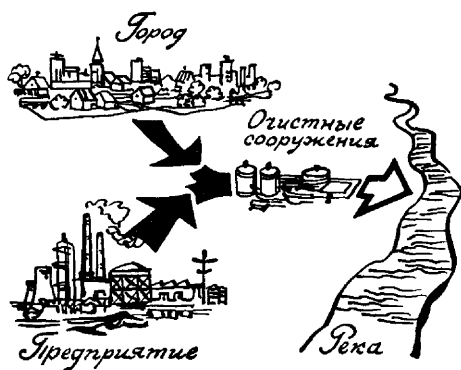


ление биохимической потребности в кислороде опытным путем).

Во многих случаях степень загрязнения производственных сточных вод так велика в сравнении с загрязнением бытовых сточных вод, что одной ступени биологической очистки оказывается недостаточно. Вода должна поочередно пройти две или более ступени очистки. Однако можно также заселить сточные воды бактериальными культурами, которые специально приспособлены для определенной сточной воды и имеют высокую очистную способность. Все эти методы, объединенные под названием «методов интенсивной биологической очистки», в последние годы прошли лабораторные испытания и могут быть применены на практике для очистки сточных вод предприятий угольной, нефтяной и химической промышленности. При этом для удовлетворения возрастающей потребности микроорганизмов в кислороде используются высокопроизводительные аэраторы. Для биологической очистки производственных сточных вод могут также применяться уже знакомые нам биофильтры.

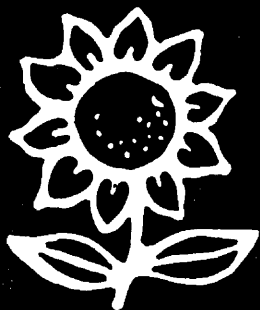
Многие производственные стоки содержат фенолы. Вследствие вредного воздействия, оказываемого ими на воду водоемов, их удаление из сточных вод имеет важное значение. Наряду с токсичностью и возможностью связать кислород, что в целом отрицательно сказывается на качестве воды в водоеме, фенольные сточные воды наносят вред рыболовству и представляют опасность

для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для рыб концентрация фенола 3—5 мг/л является уже губительной. Но даже в том случае, когда эта концентрация значительно ниже, рыбу в качестве продукта питания употреблять нельзя, так как она имеет неприятный привкус карболовой кислоты. Присутствие даже очень малых количеств фенола в воде, предназначенной для хозяйственно-питьевых целей, значительно ухудшает ее качества. При хлорировании, применяемом для обеззараживания питьевой воды, образуются соединения хлора с фенолом, присутствие которых заметно даже при еще меньших концентрациях, так как они сообщают воде более неприятный привкус, чем фенол. Удаление фенолов из сточных вод газовых и коксохимических заводов, заводов по перегонке бурого угля, от перегонки смолы в процессах гидрирования, от генераторных установок, предприятий по переработке нефти и предприятий химической промышленности является поэтому необходимым. Оно может быть выполнено путем извлечения фенола из сточных вод или ликвидацией его. Если для регенерации фенола пользуются растворителями, то расщепление фенола помимо всех прочих методов может осуществляться также биологическим путем. Организмы, образующие активный ил в сооружениях биологической очистки, настолько приспосабливаются к новым условиям, что начинают потреблять в качестве питания и фенол. Разумеется, следует обеспечить для них дополнительное питание в виде бытовых сточных вод или же путем добавления в воду пищевых солей, содержащих фосфор и азот. Поэтому совсем не удивляешься, когда видишь на многих наших современных промышленных предприятиях сооружения биологической очистки, с которыми мы уже ознакомились на крупных очистных станциях городов. О производственных сточных водах и методах их очистки можно говорить мно-



В дальнейшем будут все чаще применяться решения, охватывающие весь бассейн реки, так как такие решения наиболее экономичны для защиты водоемов от загрязнения сточными водами. Уже сейчас мы можем с помощью математических методов определять влияние, оказываемое на водоемы сбрасываемыми сточными водами. Самоочищение рек также поддается математическому расчету. Путем введения экономических параметров можно выбрать оптимальную (в том числе и в финансовом отношении) систему мероприятий по охране речных бассейнов. Применение современной вычислительной техники позволяет оперативно определить состояние водоемов как в настоящее время, так и на перспективу. Благодаря этому мероприятия по защите водоемов от загрязнения сточными водами, осуществляемые общественными органами или промышленными предприятиями, могут быть разработаны с учетом народнохозяйственных требований таким образом, что соотношение между затратами и эффективностью будет наиболее целесообразным. Такие комплексные решения, направленные на оздоровление всего речного бассейна, требуют тщательной разработки, чтобы даже в области очистки сточных вод внести вклад в общий национальный доход страны. В эту систему может быть включена и очистка производственных сточных вод с тем, чтобы в будущем в еще большей степени коммунальными органами и промышленностью разрабатывались совместные решения, направленные на сохранение водоемов. При этом очистные сооружения будут последовательно располагаться вдоль водоема и можно для каждого из них рассчитать необходимую степень очистки, при которой ни в одном из пунктов не будут превышены допустимые пределы загрязнения водоема и в то же время будет оптимально использована его самоочищающая способность.

го. Здесь мы не будем этого делать, так как тогда нам пришлось бы подробно говорить о сточных водах сталеплавильных заводов и предприятий мясо-молочной промышленности, сточных водах целлюлозно-бумажной промышленности, пивоваренных заводов и др. При нынешнем состоянии техники для любого вида сточных вод разработаны эффективные методы очистки. Об этом очень важно знать, чтобы не рассматривать загрязнение водоемов производственными сточными водами как какое-то неизбежное зло, приносимое цивилизацией. Напротив, оно может быть устранено техническими средствами, аналогичными применяемым в промышленном производстве. По этой причине в ГДР при строительстве новых производственных цехов одновременно сооружают установки для обработки сточных вод, являющиеся неперменной составной частью промышленного предприятия. Эксплуатационная готовность этих установок рассматривается наравне с эксплуатационной готовностью производственного оборудования. Но осуществление этих мероприятий возможно лишь там, где на первом месте стоят не ведомственные интересы отдельных предприятий, а где прежде всего руководствуются общественными интересами.



Являются ли сточные воды ценным сырьем!

Не вдаваясь в детальное обсуждение понятия «ценное сырье», сформулируем этот вопрос несколько иначе: а нельзя ли использовать сточные воды в народнохозяйственных целях? Попытаемся ответить на этот вопрос несколько подробнее.

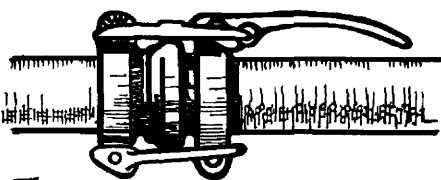
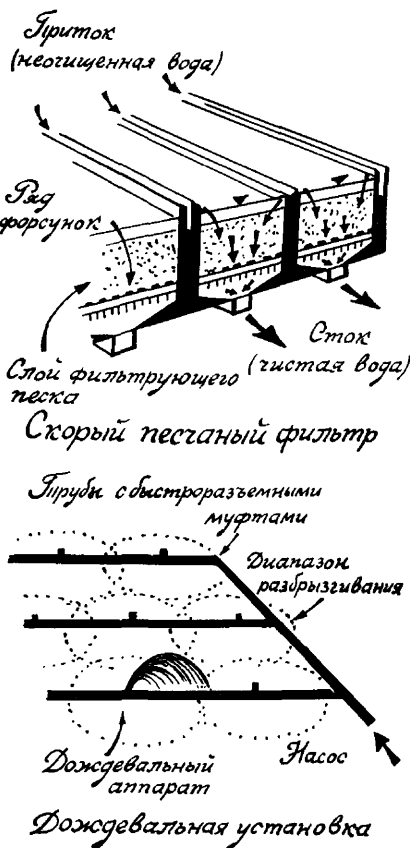
Основной составной частью сточных вод является прежде всего сама вода. О значении ее в природном круговороте и использовании человеком в самых различных целях мы уже говорили. Путем сброса очищенных сточных вод в реку восполняется убыль воды, происходящая вследствие забора ее в другом месте, в результате чего количество воды в водоеме в целом балансируется. Тем самым могут снова удовлетворяться все притязания на использование воды, вновь требующейся в больших количествах, из рек, озер или подземных источников для нужд населения земли, его индустрии и сельского хозяйства. При прохождении через водоем сточная вода таким образом обращается вновь в

полноценную сырую воду. Однако существует возможность непосредственного использования сточных вод в качестве полезного сырья. В данном случае, разумеется, не имеется в виду непосредственная регенерация сточной воды, прошедшей канализационные очистные станции на водопроводных сооружениях с целью получения питьевой воды. Хотя для этого и имеются необходимые технические средства, все же такое непосредственное использование сточной воды исключено как с эстетической, так и с экономической точек зрения. Повторное использование сточной воды в качестве питьевой может быть поэтому рекомендовано лишь при условии совершаемого ею круговорота с включением вод из рек и озер, а также грунтовых вод.

Рассмотрим следующий большой круг потребителей воды — промышленные предприятия. К технической воде не всегда предъявляются такие же качественные требования, как к питьевой. В этом случае, как правило, не учитывается эстетическая сторона и не возникает сомнений относительно возможности непосредственного повторного использования сточных вод. Конечно, это не является характерным для всех промышленных предприятий, так как, например, в пищевой промышленности требуется вода такого же качества, как питьевая. Некоторым отраслям промышленности требуется вода даже с более высокой степенью очистки, чем питьевая вода. Здесь имеется в виду удаление из питьевой воды все еще содержащихся в ней солей, частично придающих воде жесткость, а также растворенных газов, таких, как углекислый газ или кислород. Например, от подпитывающей воды для котлов требуется, чтобы она не содержала веществ, повышающих ее жесткость. Подобные требования нередко предъявляются к технической воде, используемой на химических предприятиях. Необходимой степени очистки



добиваются с помощью установок для опреснения и умягчения воды. В то же время очень мягкая, т. е. обессоленная, питьевая вода оказывается безвкусной, и удаление из нее солей из-за ухудшения вкусовых качеств и из экономических соображений нецелесообразно. Для некоторых же отраслей промышленности очищенная сточная вода является вполне приемлемой. Металлургические комбинаты, сталелитейные, прокатные и коксохимические заводы и другие промышленные предприятия, для производственных процессов которых используется речная вода без какой-либо специальной очистки, могут снабжаться и очищенной сточной водой, тем более что прилегающие к ним населенные пункты могут обеспечить их большим количеством сточных вод, прошедших биологическую очистку. В этом случае для удаления оставшихся загрязнений следует лишь установить песчаные фильтры на пути воды между выпуском из очистных сооружений и потребителем ее на территории промышленного предприятия. Хотя такое непосредственное использование сточных вод, прошедших очи-



Труба с быстроразъемной муфтой

стые сооружения, возможно не везде, тем не менее имеется несколько практических примеров их применения в промышленности. Недалеко от Москвы находится крупная очистная станция, снабжающая очищенной сточной водой группу промышленных предприятий¹. Последние используют ее в качестве техниче-

¹ Речь идет о Курьяновской станции аэрации (Москва).

ской воды. Можно с уверенностью сказать, что в недалеком будущем на многих предприятиях будет предусматриваться замкнутый цикл «сточная вода—техническая вода». Особенно важное значение имеет непосредственное повторное использование сточных вод для производственных целей на промышленных предприятиях, расположенных в жарких, засушливых районах, поскольку природных водных ресурсов часто оказывается недостаточно.

Основным потребителем сточных вод в настоящее время является сельское хозяйство, так как здесь используется не только сама вода для полива земель, но в известных пределах также и содержащиеся в сточных водах удобрительные вещества, усваиваемые растениями. Это подтверждает старый метод использования полей орошения, описанный нами ранее. При этом одновременно осуществляются очистка сточных вод и их утилизация. Однако недостатком этого метода является то, что часто приходится идти на известный компромисс между требованиями, связанными с очисткой сточных вод, и желанием добиться оптимальных условий полива сельскохозяйственных культур. В конечном счете это приводит к тому, что задачи по очистке сточных вод решаются отдельно от задач по их применению, и воды, прошедшие биологическую очистку в очистных сооружениях, используются для полива лишь в вегетационный период роста растений.

В настоящее время при применении сточных вод в сельском хозяйстве непременным условием является наличие станции биологической очистки. Лишь в том случае, когда сточные воды очищены в такой степени, что могут без каких-либо опасений отводиться в водоем, разумеется, при тщательном соблюдении санитарных предписаний, их можно смело использовать для сельскохозяйственных целей. Для распределения воды на участках, засеянных сельскохозяйствен-

ными культурами, применяется метод дождевания. Сточные воды после очистной станции по проложенным в земле трубопроводам подаются с помощью насосов к месту их использования. Здесь происходит распределение их по трубопроводам, проложенным к участкам, которые нуждаются в поливе, причем последний отрезок трубопровода, на котором установлены дождевальные устройства, большей частью прокладывается над поверхностью земли. Для этой цели можно применять переносные оросительные трубы, соединяемые с помощью быстроразъемных муфт, позволяющих быстро производить перемещение труб в пределах участка и таким путем поочередно обеспечивать полив больших площадей. Однако возможно также автоматическое перемещение труб с помощью катковых приспособлений. В этом случае нить трубопровода медленно передвигается вдоль прямоугольного участка, обеспечивая равномерный полив всей территории.

В то время как при применении полей орошения для очистки сточных вод на каждую единицу площади орошенного участка приходится сравнительно большое количество сточных вод, для орошения больших площадей путем дождевания требуется лишь дополнительное количество влаги, составляющее от одной четверти до половины количества естественных атмосферных осадков.

Так, количество воды, используемой для полива пахотных земель, обычно составляет 150 мм, а луговых—примерно 300 мм в год. При таком незначительном количестве вносимой в почву влаги устройство дренажа, как это делается на полях орошения, не требуется. Также совершенно необязательно, чтобы отводимая под полив территория была разделена на спланированные по горизонтали и имеющие плавный уклон участки, окаймленные земляными валиками. Нет необходимости и в устройстве дренажных траншей для отвода излиш-

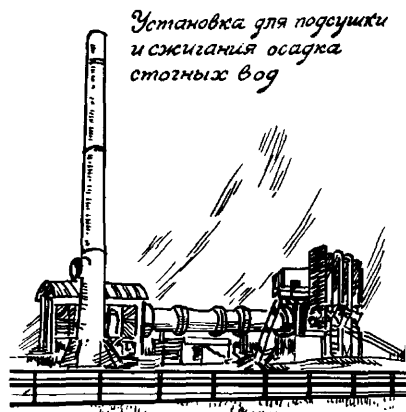
ков воды. Несмотря на простоту устройства дождевальной установки по сравнению с полями орошения, все же на полив земель с ее помощью расходуются значительные средства, поскольку прокладка трубопроводов обходится довольно дорого. Однако затраты на устройство земледельческих полей орошения окупаются за счет повышения урожайности выращиваемых на этих полях культур. Бесплатное использование очищенных сточных вод обеспечивает выгодное соотношение между затратами на полив сельскохозяйственных земель и получаемым в результате полива эффектом. Дополнительным преимуществом применения сточных вод для полива можно считать удобрение почвы содержащимися в них питательными для растений веществами. Это прежде всего азот, соли калия, фосфаты, а также остатки органических веществ.

В прошедшей биологическую очистку сточной воде (из расчета на одного жителя в год) содержатся примерно следующие количества важных для роста растений питательных веществ: азота—4 кг; фосфатов—1 кг; калия—2,5 кг; органических веществ—7 кг. Даже при некруглогодичном использовании сточных вод эти питательные вещества играют значительную роль для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, так что в данном случае можно с полным правом говорить о сточных водах как о «ценном удобрении». Разумеется, того количества питательных веществ, которое содержится в сточных водах, недостаточно для нормального роста растений, и поэтому требуется дополнительное внесение в почву минеральных удобрений. Однако назначаемые в этом случае дозы могут быть значительно меньшими, чем для неорошаемых или орошаемых чистой водой земледельческих полей. Поскольку мы здесь заговорили об использовании сточных вод и содержащихся в них веществ для повышения плодородия почвы, следует

упоминать еще о том, что ингредиенты осадков сточных вод улучшают качественный состав почвы. При посещении крупной очистной станции, описанном в главе 7, нами сразу же было отмечено, что та часть сооружений, где производилась обработка осадка сточных вод, выглядела не менее внушительно, чем сами сооружения для очистки сточных вод. Мы покинули станцию после непродолжительного осмотра площадок для подсушки ила. Однако эти площадки еще не являются конечным пунктом обработки ила. Подобно сточной воде, осадки также содержат основные питательные вещества, которые можно использовать в сельскохозяйственных целях. При этом следует предусматривать следующие количества этих веществ в расчете на одного жителя в год: азота—500 г; фосфатов—250 г; калия—75 г; органических веществ—7,5 кг. В пересчете на искусственные удобрения стоимость полезных удобрений, содержащихся в 1 м³ высушенного осадка сточных вод, составляет примерно 15 марок. Причем это только стоимость удобрительных веществ минерального происхождения без учета перегноя, образуемого органическими веществами. Поэтому вполне понятно, что сельское хозяйство заинтересовано также в использовании осадков сточных вод.

Поскольку в разложившемся в септиках под воздействием бактерий и высушенном на открытом воздухе иле содержатся болезнетворные бактерии, его перед использованием выдерживают в течение определенного времени в компостных кучах, где происходит перепревание. При этом можно смешивать его с городским мусором, который также является исходным веществом для приготовления компоста, особенно в тех случаях, когда в нем содержится большое количество подвергающихся обработке органических веществ. Мусор и ил при совместном компостировании могут даже успешно дополнять друг друга

благодаря наличию в них питательных солей и образующих перегной веществ, так что компост, приготовленный таким образом, обладает лучшими качествами по сравнению с компостом из каких-либо одних исходных материалов. Компост можно приготавливать таким же образом, каким его готовят в сельской местности, где он созревает в больших компостных кучах. Однако приготовление компоста может быть значительно ускорено путем применения технических средств. Очень важным условием хорошего созревания является эпизодическое перемешивание содержимого кучи. Компостные кучи следует поэтому чаще перелопачивать, чтобы обеспечить повсеместно доступ кислорода воздуха к органическим веществам. Перемешивание содержимого компостных куч является довольно трудоемким процессом даже в случае применения механических средств. В специальных камерах, в которых предусмотрено механическое перемешивание содержимого и равномерное его аэрирование, созревание компоста значительно ускоряется. Ускорить процесс созревания можно механическим путем с применением вращающихся барабанов, где происходит почти горизонтальное перемешивание содержимого, или же в специальных силосах, в которых перемешивание происходит вертикально сверху вниз. Несмотря на то что приготавливаемый таким ускоренным методом компост уже готов к применению, считается целесообразным его последующее выдерживание в компостной куче, поскольку использование перезревшего компоста предпочтительнее для роста растений. При компостировании следует следить за тем, чтобы все содержимое компостной кучи под воздействием биологических процессов прогрелось до температуры 65—70 °С, так как только в этом случае компост можно без ограничений (с гигиенической точки зрения) применять для удобрения садовых и сельскохозяйственных культур. На заготови-



тельных станциях, оснащенных необходимым оборудованием, это требование полностью соблюдается благодаря регулярно осуществляемому контролю за технологией изготовления.

Как мы видим, осадок сточных вод, смешанный с городским мусором, находит полезное применение в качестве компоста. Однако описанный выше метод высушивания осадка сточных вод на открытых иловых площадках с последующим компостированием не является единственным.

Обезвоживание осадков возможно механическим путем. Для этой цели применяют центрифуги, вакуум-фильтры, напорные фильтры и другие устройства. Для последующей подсушки осадков имеются различные виды сушильных установок, с помощью которых снижается содержание влаги в осадках до такой степени, что они могут использоваться для компостирования.

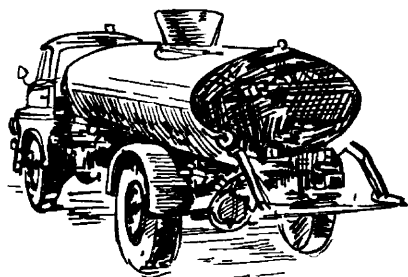
Лишь в том случае, когда не имеется возможности использования осадков для компостирования, их сжигают. Но даже полученная в результате сжигания зола, содержащая минеральные вещества, вместо складирования ее в отвалах может быть использована в сельскохозяйственных целях.

Жидкий осадок можно также просто вы-

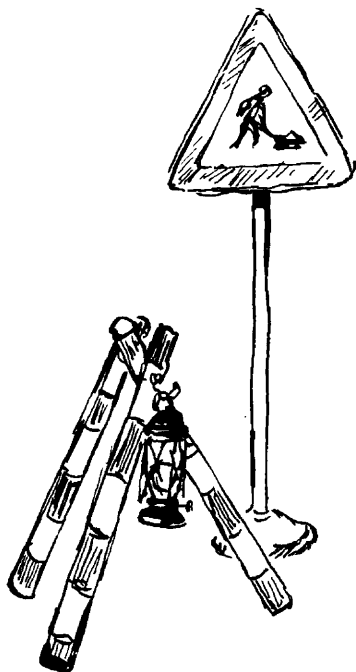
возить за пределы очистных сооружений и вносить в почву без предварительного обезвоживания и высушивания. В случае малых количеств жидкого осадка его можно транспортировать с помощью автомобиля-цистерны. Большие массы жидкого осадка перекачивают по трубопроводам к месту утилизации и там используют аналогично очищенным сточным водам для полива земель, поскольку содержащий воду осадок обладает такой же хорошей текучестью, как и осадок, полученный из септиков. Однако при использовании жидкого осадка на сельскохозяйственных полях к нему предъявляются определенные гигиенические требования, которые могут быть выполнены только путем обезвреживания при нагревании осадков до 70 °С (один из видов пастеризации).

Очищенная сточная вода и обработанный осадок, являющиеся конечными продуктами обработки сточных вод в очистных сооружениях, как мы видим, могут полностью использоваться в различных целях. Возможность их наиболее целесообразного применения в сельском хозяйстве определяется путем экономических расчетов. Даже при бесплатном использовании сточных вод и их осадка, прошедших надлежащую обработку на очистной станции, затраты на их транспортировку и на устройство сооружений для последующей утилизации снижают ожидаемый экономический эффект. Поэтому нельзя требовать «использовать любой ценой», но только «использовать там, где это экономически выгодно». Возможные технические решения относительно применения сточной воды и осадков всегда связаны, таким образом, с экономическими исследованиями, которые и определяют выбор того или иного пути.

В этой главе мы не сказали еще об одном продукте, получающемся на очистной станции,—о газе, выделяющемся в процессе сбраживания осадка. Этот газ в больших количествах образуется в закры-



Автомобиль-цистерна для транспортировки сброженного осадка

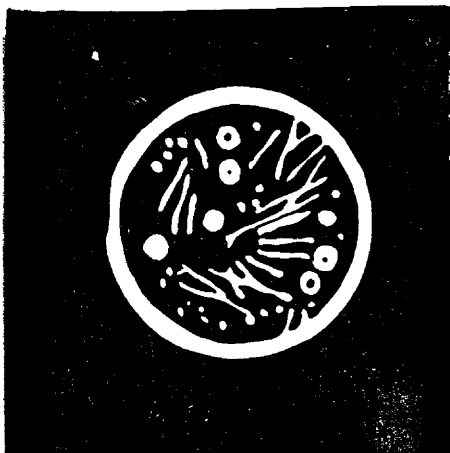


тых метантенках в результате жизнедеятельности метановых бактерий. Газы брожения состоят на $\frac{2}{3}$ из метана и на $\frac{1}{3}$ из двуокиси углерода. Метан—ценный газ, обладающий высокой теплотой сгорания, более чем вдвое превышающей теплоту сгорания газа, вырабатываемого из угля. Благодаря этому ценному качеству получаемый на очистных станциях метан находит широкое применение. Например, тепло, выделяемое при сжигании его в газовых печах, может

использоваться для подогрева воды или пара в системах отопления зданий. Путем использования метана для подогрева метантенков на крупных очистных станциях обеспечивается необходимая для технологического процесса температура более 30 °С. Метан можно применять также в качестве топлива для двигателей. Для этой цели из метана предварительно удаляют углекислый газ, а чистый метан используют в качестве горючего для поршневых двигателей и газовых турбин. Применение работающих на дешевом топливе машин, которые приводят в действие насосы и воздушные компрессоры, а также генераторов, которые снабжают предприятие электроэнергией, дает большой экономический эффект. Этот эффект становится еще более значительным, когда тепло воды, предназначенной для охлаждения оборудования, а также отходящее тепло работающих машин используется для обогрева помещений.

Итак, мы видим, что все конечные продукты обработки сточных вод могут

находить полезное применение. Не следует обольщаться себя мыслями о том, что сточные воды представляют собой ценное сырье, использование которого связано с большими экономическими выгодами. Очистка сточных вод всегда связана с определенными финансовыми затратами, которые частично или полностью компенсируются за счет средств домовладельцев, сбрасывающих сточные воды в канализацию. Не следует также полагать, что в результате сбыта очищенных сточных вод, их осадка или метана потребители смогут получить большую экономическую прибыль. Использование продуктов обработки сточных вод должно рассматриваться только с позиций народнохозяйственной целесообразности, причем особые местные условия имеют решающее значение. Тем не менее до принятия решения об удалении сточных вод без их дальнейшего использования следует тщательно изучить все возможности утилизации образующихся отходов.



Чистая вода— залог здоровья

Сточные воды, промышленные отходы, отбросы, дым, выхлопные газы, пыль, копоть—все это представляет угрозу нашему существованию. Об этом мы читали и читаем во многих сообщениях, где на конкретных примерах пытаются доказать, что наше общество, окончательно потерявшее всякую связь с природой, само создает препятствия своему дальнейшему развитию вследствие непрерывно растущего количества всевозможных отходов. По мнению таких пророков, не недостаток товаров потребления, а увеличение количества отходов будет когда-нибудь представлять серьезную угрозу для человеческого существования. В качестве аргументов они приводят главным образом увеличивающееся загрязнение водоемов, большие скопления отвалов мусора, возникновение смога (сплошная, задержанная туманом пелена дымовых газов, выбрасываемых заводскими дымовыми трубами, автомашинами и т. п., которая при определенных погодных условиях в индустриальных районах может явиться причиной

массовых заболеваний, в некоторых случаях даже со смертельным исходом) и другие явления, которые представляют опасность для человека. Однако с этими гипотезами дело обстоит примерно так же, как и с гипотезами сторонников учения Мальтуса, который утверждал, что эпидемии, войны и другие бедствия есть неизбежные следствия того, что численность населения земного шара растет быстрее, чем производство средств существования, и потому являются своего рода законом природы. Однако эти взгляды несостоятельны, ибо они недооценивают творческие способности человека, его стремление все глубже и глубже познавать законы развития природы и общества, чтобы на основании этих законов преобразовывать окружающий мир, заставляя его служить на благо человека.

В предыдущих главах неоднократно указывалось на то, что загрязнение наших водоемов, всего нашего природного окружения нельзя считать неизбежным. Сейчас техника имеет все возможности для очистки сточных вод до любой желаемой степени и для безопасного удаления твердых отходов с возвратом их в круговорот веществ в природе. Поэтому отходы цивилизации не представляют никакой угрозы человеческому существованию. Правда, в связи с постоянно растущими потребностями в очистке сточных вод и обработке осадка возрастают и связанные с этим затраты. Но одновременно увеличивается национальный доход, образующийся вследствие роста промышленного производства, так что всегда имеются средства для поддержания в чистоте водоемов, почвы и воздуха. Иногда ставится вопрос о рентабельности защиты водоемов. Однако о целесообразности применения очистных сооружений и прочих установок, предотвращающих загрязнение водоемов, нельзя судить, руководствуясь одними лишь экономическими соображениями. Очистка сточных вод и



обработка их осадка имеют первостепенное значение с санитарно-гигиенической точки зрения, что очень важно для сохранения здоровья людей.

Посмотрим, какие опасности таит в себе зараженная болезнетворными микробами вода. Поскольку вода потребляется людьми ежедневно, то она способна в течение короткого промежутка времени распространить болезни среди большого круга жителей. Такое мгновенное распространение болезней является признаком вспыхнувшей эпидемии. Вода как переносчик заразных заболеваний представляет собой опасность еще и потому, что возбудители заболеваний вместе с выделениями больных людей

и животных попадают через недостаточно очищенную сточную воду в общий круговорот воды. Эти возбудители остаются жизнеспособными в течение длительного времени и потому вместе с питьевой водой могут снова попасть в органы пищеварения человека. Имеется большое число инфекционных заболеваний, источником которых является главным образом вода.

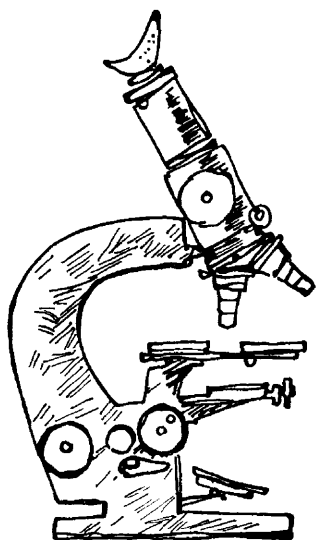
Взять хотя бы холеру, которая еще в прошлом веке считалась у нас одной из самых ужасных эпидемических болезней. В одной только Пруссии за период с 1848 по 1859 г. от холеры умерло 170 тыс. человек. Особенно значительное распространение заболеваний, передаваемых через воду, отмечалось в Гамбурге, где во время вспыхнувшей большой эпидемии 1892 г. из 17 тыс. заболевших 8600 человек умерло. В то время в Гамбурге в качестве питьевой воды использовали недостаточно подготовленную для питья воду р. Эльбы. Эпидемия окончательно угадала лишь после того, как для очистки воды в городской системе водоснабжения стали применять песчаные фильтры. В настоящее время холера считается у нас весьма редким заболеванием. Однако в некоторых речных районах Азии даже в настоящее время заболевания холерой — постоянное явление. Что касается тифа, то он также распространяется на пути от сточной воды к питьевой. Возбудители заболевания в большом количестве вместе с выделениями больных попадают в сточную воду. При потреблении питьевой воды, сильно зараженной такой сточной водой, мгновенно возникают инфекционные заболевания. В период с 1845 по 1935 г. в Западной Европе вспыхнули 124 эпидемии с числом заболеваний свыше 100 тыс. В 1926 г. в Ганновере тифом и паратифом заболело 2423 человека, из которых 282 умерло. При незначительном постоянном загрязнении воды, предназначенной для хозяйственно-питьевых целей, могут воз-

никать ползучие эпидемии. Такие эпидемии наблюдались, например, в Берлине до устройства в нем городской канализации. За период с 1870 по 1875 г. на каждую тысячу жителей приходился один умерший от тифа. С устройством канализации, к которому приступили в 1878 г., кривая заболевания тифом сразу же резко снизилась, и, согласно данным статистики за 1890 г., уже менее одного смертельного случая приходилось на 10 тыс. жителей города. К началу первой мировой войны это соотношение уже составляло 1:100 000. Болезнь удалось практически ликвидировать путем улучшения санитарных условий, чему способствовало устройство канализации.

Через воду распространяются различные виды кишечных заболеваний—от отдельных заболеваний, характеризующихся легкими желудочными расстройствами, до вспышек эпидемий дизентерии. В США в период с 1938 по 1948 г. было зарегистрировано свыше 200 вспышек эпидемий с числом желудочно-кишечных заболеваний свыше 1 млн. Особенно часто случаи заболеваний отмечались у грудных детей. Характерной особенностью инфекционных кишечных заболеваний, особенно тифа и паратифа, является то, что при возникновении эпидемии заражается огромное количество людей без каких-либо явных признаков заболевания и что часть выздоровевших превращается в постоянных носителей бактерий. Обе группы являются не только источником распространения инфекционных болезней, представляющих опасность для окружающих, но вносят также инфекцию в сточные воды через выделения, а следовательно, заражают водоемы. Для некоторых, до сих пор еще неясных кишечных заболеваний возбудителями являются вирусы, которые также переносятся водой. Вирусы являются, кроме того, возбудителями инфекционного воспаления печени—гепатита. В одном из детских лагерей США в 1945 г. в результате загрязнения водо-

проводной воды фекальными сточными водами одновременно заболело 350 детей, т. е. 61% всего количества детей, находившихся в лагере. О зараженности питьевой воды свидетельствует эксперимент, который был проделан двумя врачами, исследовавшими причины заболевания. Оба врача, потреблявшие во время проведения эксперимента искусственно инфицированную колодезную воду, вскоре заболели. В Нью-Дели в 1955—1956 гг. эпидемией было охвачено от 30 до 50 тыс. человек. Эта эпидемия была вызвана сильным загрязнением сточной водой системы централизованного водоснабжения. Вирусы полиомиелита, который благодаря проводимым в ГДР целенаправленным профилактическим мероприятиям удалось полностью ликвидировать, также могут распространяться через воду. Даже спустя два месяца после прекращения эпидемии в сточных водах, прошедших через очистные сооружения, а также в поверхностных водах можно обнаружить вирусы полиомиелита.

Туберкулезные бактерии, находящиеся в обычной и сточной воде, а также в осадке сточных вод, обладают значительной стойкостью. Например, обнаруженные в сточных водах зародыши продолжали оставаться активными еще в течение нескольких месяцев. Туберкулез легких или кожи во многих случаях возникает при контакте с туберкулезными бактериями, содержащимися в сточных водах. Поэтому следует помнить, что наличие в сточных водах жизнеспособных бактерий при определенных условиях представляет опасность для здоровья человека. Сточные воды туберкулезных санаториев, содержащие в большом количестве зародыши болезнетворных микробов, должны поэтому соответствующим образом очищаться, а затем в течение получаса подвергаться обработке хлором, если нет возможности применить нагревание как наиболее надежный метод



Козевая
крыса

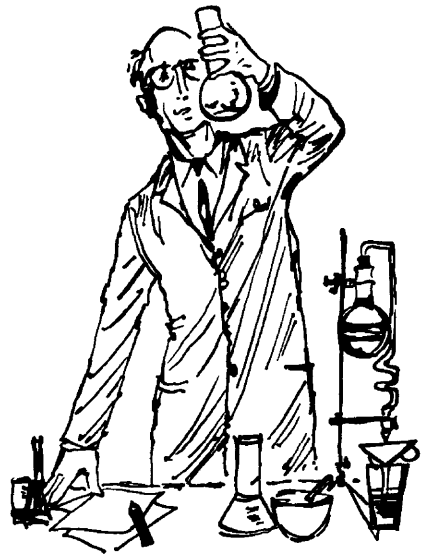
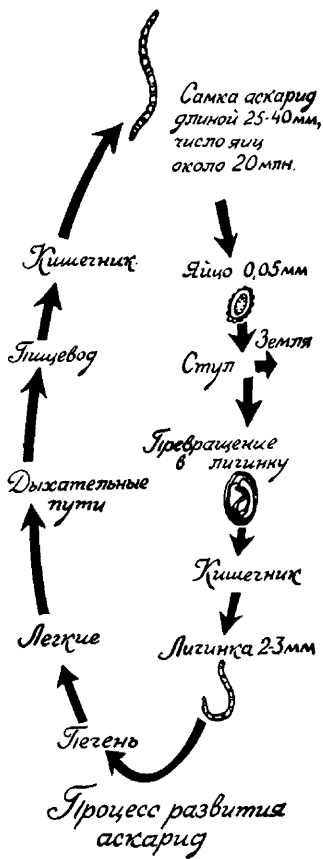


уничтожения микробов. Для осадка сточных вод туберкулезных санаториев только тепловая обработка обеспечивает полное уничтожение возбудителей болезни. Кроме непосредственного нагрева, такой эффект достигается путем компостирования осадка при продолжительности процесса 1 год и мно-

гократного перемешивания содержимого компостной кучи.

Следует также упомянуть о болезни Вейля, или инфекционной желтухе. Возбудители этого заболевания попадают вместе с мочой крыс в природную и сточную воду. Известны случаи заболевания рабочих, обслуживающих канализационные системы. В некоторых случаях заболевания могут возникнуть в результате потребления зараженной колодезной воды. Возможны также заражения при купании в водоемах, населенных водяными крысами.

Одноклеточные организмы типа амёб являются причиной часто возникающей в тропических районах болезни — амёбной дизентерии. Эта болезнь распространяется главным образом через воду, поэтому возбудителей болезни можно обнаружить как в бытовых сточных водах, так и в водоемах. Поскольку период с момента заражения до первых симптомов заболевания довольно значителен, то такого быстрого распространения эпидемии, как это бывает при холере или тифе, не происходит. Все же в пораженных эпидемией районах в течение длительного времени отмечается большое число заболеваний. Мы не имеем возможности подробно описывать здесь все возможные заболевания, распространяющиеся через воду, содержащую болезнетворные микробы и



очистки воды и требования к эксплуатации участков, отведенных под сельскохозяйственные культуры. Согласно этим нормам, поливать и удобрять сточными водами употребляемые в пищу в сыром виде овощи и ягоды (землянику, клубнику) запрещается. Осаждающиеся в отстойниках очистных сооружений яйца гельминтов вновь оказываются в осадке сточных вод, который, с гигиенической точки зрения, следует считать загрязненным. Поэтому при использовании его в качестве удобрения к нему предъявляются такие же строгие требования, как и к сточным водам. О компостировании осадка сточных вод как способе уничтожения яиц гельминтов мы уже говорили. Самым надежным средством, предотвращающим распространение возбудителей заразных болезней через сточную воду, является глубокая биологическая очистка сточных вод в соответствующих очистных сооружениях. Нельзя полагаться на происходящие в водоеме процессы самоочищения. Несмотря на то, что в речной воде, как правило, нет благоприятных условий для развития болезнетворной бактериальной флоры, все же известны случаи,

вирусы. Скажем лишь несколько слов о гельминтах, прежде всего потому, что их присутствие в сточных водах имеет большое значение. При анализе пробы сточной воды в ней всегда обнаруживаются яйца гельминтов. Чаще всего это бывают яйца аскарид, поражающих человека, лошадей, крупный рогатый скот, свиней. В сточной воде обнаруживают также в больших количествах яйца остриц, хлыстовиков и ленточных червей. Недостаточная очистка сточных вод, используемых для полива сельскохозяйственных культур, часто являлась причиной многочисленных глистных заболеваний. В результате были разработаны строгие нормы, определяющие степень

когда возбудители кишечных заболеваний длительное время сохраняют жизнеспособность и даже размножаются. В питьевой воде не должно содержаться никаких вредных веществ, и прежде всего болезнетворных микробов. На водопроводных станциях постоянно следят за тем, чтобы питьевая вода отвечала всем предъявляемым к ней качественным требованиям. Соблюдение этих требований не представляет сложной проблемы в тех случаях, когда не содержащая заразных микробов грунтовая вода забирается с большой глубины. Вокруг источников водоснабжения создаются зоны санитарной охраны для предотвращения попадания сточных вод в глубоко расположенные слои земли. Благодаря этому грунтовая вода, поступающая из глубинных колодцев на водопроводную станцию, а оттуда через распределительную сеть к потребителю, не содержит болезнетворных микробов. Сложнее обстоит дело с приготовлением воды питьевого качества из речной воды, поскольку в поверхностных водах микробы содержатся всегда в большом количестве. Даже в том случае, если только небольшая часть этих микробов относится к болезнетворным, необходима соответствующая обработка воды путем фильтрования с последующей дезинфекцией, чтобы вода отвечала предъявляемым к ней качественным требованиям.

Система централизованного водоснабжения надежно обеспечивает отсутствие болезнетворных бактерий в питьевой воде. Тем не менее не исключена возможность аварии, при которой может произойти загрязнение питьевой воды. В данном случае мы не имеем в виду повреждение трубопровода водопроводной сети, по каким-то причинам проследившее на нашей улице, поскольку в этом случае лишь после исправления повреждения, полной дезинфекции воды и лабораторного анализа, подтверждающего полное отсутствие микробов,

допускается пользование питьевой водой. Однако загрязнение воды может произойти, например, в самом водозаборном сооружении в результате попадания в воду минеральных масел, бензина или растворенных химических веществ, что отрицательно сказывается на качестве питьевой воды. Даже тогда, когда попавшие в питьевую воду вещества не представляют опасности для здоровья людей, их присутствие даже в незначительных концентрациях ухудшает вкусовые качества воды. Вода с запахом или с привкусом бензина или минеральных масел считается непригодной для питья. Поэтому с целью предотвращения подобного рода загрязнений к наземным и заглубленным в землю резервуарам для хранения нефтепродуктов предъявляются повышенные требования, не допускающие вытекания содержимого резервуаров.

Еще сложнее обстоит дело с защитой питьевой воды от загрязнения в индивидуальных системах водоснабжения. Если яма для фекальных сточных вод (в большинстве случаев расположенная неправильно) устроена вблизи колодца, это приведет к постоянному загрязнению его воды. Это загрязнение обнаруживают не сразу, так как растворенные в воде загрязнения, а также болезнетворные микробы неразличимы невооруженным глазом. Лишь после того как на таком участке произойдет заболевание, что приведет к скоплению возбудителей болезни в сточных водах, заражаются и остальные лица, потреблявшие загрязненную колодезную воду. Но даже при отсутствии в сточной воде болезнетворных микробов просачивание ее в питьевую воду чревато опасностью. В случае попадания в колодезную воду большого количества нитратов, образующихся при разложении фекальных стоков, у детей, например, отмечается резкое ухудшение состояния здоровья. В этом случае не помогает даже кипячение воды, обычно применяемое при



бактериальном заражении, и необходима только замена этой питьевой воды водой хорошего качества.

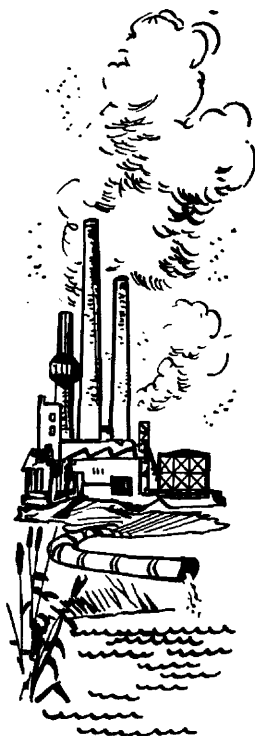
Находясь в туристическом походе или проживая в палаточном лагере, следует всегда соблюдать необходимые меры предосторожности при пользовании водой из ключевого источника, ручья или озера. Одной из таких мер является кипячение воды, взятой из открытого источника. Можно ли, находясь в горах, надеяться на то, что бьющий из расщелины в скале родник на самом деле так чист, каким он кажется? Не исключено, что где-то наверху может располагаться

жилие, сточные воды от которого, прокладывая себе путь между камнями и просачиваясь сквозь трещины в скальных породах, стекают вместе с родниковой водой вниз, в горную долину. Хотя случаи заболевания в результате пользования ключевой водой отмечаются сравнительно редко, тем не менее нельзя с уверенностью сказать, что они совсем исключены, так как у нас даже в горных районах трудно найти необжитое место. А разве не подвергаются опасности те лица, которые, находясь в кемпинге, устроенном с соблюдением санитарных требований, моют столовую посуду в ручье или озере, чтобы принести затем в ней свежее, прохладное молоко из близлежащей деревни или приготовить себе овощной салат? Разумеется, один микроб брюшного тифа, случайно попавший в организм во время купания в небольшой речке или озере, не вызовет заболевания, поскольку для этого потребуется несколько тысяч таких микробов, но в питательной среде, которую представляет собой сырое молоко, салат



с майонезом и другие потребляемые в сыром виде продукты питания, эти микробы за короткое время размножаются, образуя целые колонии. Следствием таких необдуманных поступков может явиться тяжелое заболевание, о причине которого проживающий в кемпинге турист, как правило, не имеет ни малейшего представления.

Обычно избираемые подростками запретные места для купания представляют серьезную угрозу их здоровью. Если на использовавшиеся ранее зоны для купания наложен запрет, то причиной этому главным образом является загрязнение водоемов сточными водами. Поэтому долг взрослых — разъяснять подросткам ту большую опасность, которой они подвергаются в случае нарушения правил купания. При этом речь идет не о том, чтобы предупредить плохо плавающих подростков, что они могут утонуть. Обычно игнорирующие запрет подростки заявляют: «Так ведь мы же умеем плавать». Этот ответ, конечно, не аргумент, он свидетельствует лишь о незнании причин запрета.



Ограничение зон для купания или запрещение купания в водоемах, конечно, не является распространенным мероприятием. Однако во многих случаях без этого нельзя обойтись, особенно тогда, когда вода в водоемах по своему химическому, бактериологическому и биологическому составу не отвечает установленным требованиям. Такое загрязнение происходит в том случае, когда выше места купания в водоем сбрасываются загрязненные сточные воды. Купание в загрязненной воде реки или озера приносит здоровью не пользу, а прямой вред. Устройство очистных сооружений для очистки бытовых и производственных сточных вод дает возможность снять запрет со многих зон купания. Наряду с организациями, осуществляющими контроль за сбросом сточных вод в водоемы, свой вклад в дело охраны водоемов от загрязнения могут внести все жители

нашей страны. Когда иной раз являешься свидетелем того, как в реки, пруды и озера, не задумываясь, сбрасывают всевозможный мусор, когда видишь грязные, волокнистые отложения вдоль берегов водоемов, плывущие по воде химикаты, короче, самые различные предметы, выброшенные человеком за ненадобностью в водоем, убеждаешься в том, что купание в такой воде, да и сам отдых возле нее опасны, а сама вода непригодна для использования. Отвод сточных

вод из малых очистных сооружений в почву или нелегальный сброс этих вод в небольшие водоемы является не просто нарушением существующих законов и предписаний. Тот, кто так поступает, наносит большой вред народному достоянию. Поэтому нашей общей задачей является поддержание чистоты водных бассейнов с тем, чтобы мы могли передать их последующим поколениям в хорошем состоянии.

Список литературы

- Horn K. Allgemeine und kommunale Hygiene. Berlin 1964.
- Busch K.-F. Wasserversorgung in Stadt und Landwirtschaft. Leipzig 1956.
- Randolf R. Kanalisation und Abwasserbehandlung. Berlin 1975.
- Rühle H. Die Entwässerung von Kleinhäusern. Berlin 1950.
- Teschner W. Abwasser-Hauskläranlagen. Berlin 1950.
- Strell M. Die Abwasserfrage in ihrer geschichtlichen Entwicklung von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Leipzig 1913.
- Marx/Engels. Werke, Band 18. Berlin 1981.
- Bebel A. Aus meinem Leben. II. Bd., Berlin 1946.
- Girnau G. Unterirdischer Städtebau. Berlin, München, Düsseldorf 1970.
- Fritzsche J. Technische Gebäudeausrüstung für Bauingenieure—Wissensspeicher. Berlin 1976.
- Gruhler J. Kleine Kläranlagen. Berlin 1981.
- Uhlemann und Kollektiv. Eigenheime selbst gebaut. Berlin 1974.
- Pause/Prüfert. Du und Deine Wohnung. Berlin 1969.
- Grothe und Kollektiv. Ihr Eigenheim und die Hausinstallation. Berlin 1975.
- Knobloch/Lindeke. Handbuch der Gesundheitstechnik. Berlin 1974.
- Meyers Kleines Lexikon. Leipzig 1967.
- Lexikon der Technik. Leipzig 1982.

Научно-популярное издание

Рудольф Рандольф

ЧТО ДЕЛАТЬ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Редакция переводных изданий

Зав. редакцией Р. Л. Рощина

Редактор Т. В. Рютина

Младший редактор С. В. Петрашова

Технический редактор Л. И. Шерстнева

Корректор М. Е. Шабалина

ИБ № 4355

Сдано в набор 27.08.86. Подписано в печать 16.03.87. Формат 60×90¹/₁₆.
Бумага книжно-журнальная. Гарнитура журн.-рубл. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,5. Усл. кр.-отт. 7,75. Уч.-изд. л. 9,28. Тираж 48 000 экз.
Изд. № АХV—1851. Зак. № 2040. Цена 40 к.

Стройиздат, 101442, Москва, Калаяевская, 23а.

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном
Комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
129041, Москва, Б. Переяславская ул., д. 46.