Библиотека СОК

АДЕЛАНТ

ДРЕНАЖ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД



ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СТОЧНЫХ ВОД
ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И УСТАНОВКИ

СВОИМИ РУКАМИ

ДРЕНАЖ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Москва
Аделант
2009

ББК 31.2
УДК 621.3

“Дренаж и очистка сточных вод”.
СЕРИЯ: “Своими руками”
ООО "Аделант", 2009 г., 288 стр.

ISBN 978-5-93642-184-6

Приобретая земельный участок, каждый владелец рано или поздно сталкивается с проблемой устройства дренажа и очистки сточных вод. Решение всех этих вопросов обязательно потребует предварительной теоретической подготовки. Следует помнить, что сброс неочищенных вод запрещен законодательством. Об этом прямо указано в ст. 250 УК РФ.

В данной книге авторы постарались дать ответы на целый ряд вопросов, которые неизбежно возникают при решении практических задач очистки и отвода сточных вод с участка.

Авторы: Самойлов В.С., Левадный В.С.
Редакторы: Рубайло В.Е., Кортес А.Р.
Художник: Раскосова М.П.
Компьютерная верстка: Бочаров С.А.
Ответственный за выпуск: Яценко В.А.

Подписано в печать 15.05.09.
Формат 84x108/32. Бумага газетная.
Печать офсетная. Тираж 30000 экз.
(1-й завод — 10000 экз.)
Заказ № 223

Отпечатано с готовых носителей в типографии
ООО «Самарский дом печати»
443052, г. Самара, пр. Кирова, 24.

ISBN 978-5-93642-184-6

© ООО "Аделант"

ВВЕДЕНИЕ

Все население нашей страны условно можно разделить на две категории: первая живет в индивидуальных домах, а вторая — мечтает о "крыше дома своего". Действительно, жизнь в многоэтажном доме индустриальной постройки напоминает густозаселенный муравейник и приносит его жильцам массу неудобств. Поэтому большинство россиян стремится хоть на короткое время уединиться в коттедже или на даче. Самым лучшим решением считается наличие собственного дома, предназначенного для постоянного проживания.

Приобретая земельный надел, счастливый владелец сталкивается с массой проблем, решение которых требует не только времени и материальных затрат, но и знания особенностей приобретенного участка. Нужно отметить, что большой процент отведенных под индивидуальные застройки земельных участков нуждаются в мелиорации и работах, связанных с отводом сточных вод. Природа, одаривая нас тишиной и умиротворением, создает и некоторые неудобства.

В городах и крупных поселениях сточные воды отводятся с помощью централизованных инженерных систем, которые обычно отсутствуют за пределами населенных пунктов. Там канализация, как правило, осуществляется при помощи локальных систем очистки сточных вод.

В частном доме, коттедже или на даче проблему удаления сточных вод приходится решать индивидуально. Сегодня трудно представить коттедж без привычных нам удобств — ванной, туалета, прачечной.

Возникает вопрос: куда девать стоки? Тут необходимо знать, что первопричиной загрязнения сточных вод стал сам человек, создавая одну из самых главных экологических проблем — потребность в утилизации стоков. История дает примеры, когда плохо очищенные стоки становятся причиной массовых заболеваний с высоким уровнем смертности. Достаточно сказать, что чуть больше ста лет назад уровень детской смертности в Вашингтоне был вдвое выше, чем сегодня в странах Африки к югу от Сахары. Переносимые с водой инфекции — диарея, дизентерия и брюшной тиф — были причиной каждой десятой смерти в городах США. Ведь именно очисткой воды объясняется почти 50-процентное сокращение смертности в первой трети XX века в США.

Конечно же, самое простое решение утилизации стоков — выгребная яма. Многие застройщики думают, что для сточных вод достаточно иметь только септик (накопитель или отстойник). Это довольно распространенное, но совершенно ошибочное мнение. Сразу следует отметить, что использование выгребов без дна с фильтрацией в грунт неочищенных стоков запрещено. По санитарным нормам в радиусе 30 метров от таких сооружений нельзя выращивать плодовые растения. Поэтому под выгребной ямой мы будем понимать герметичную ёмкость, куда стоки от дома сливаются для накопления и хранения и откачиваются по мере заполнения. Однако мало кто знает, что этот вид индивидуальной канализации подходит лишь в том случае, если суточный сброс стоков менее 1 м^3 (СНИП 2.04.03 — 85 п.3.9). При стоках большего объема этот способ становится экономически невыгодным и организационно сложным. Выгребная яма не подходит загородным домам с комфортным водоснабжением, так как суточное потребление воды в таких домах намного превышает значение, допустимое для выгребов.

При нормальном режиме эксплуатации систем водоснабжения расход воды составляет около 200 л/чел., поэтому накопитель емкостью 10 м^3 запол-

нится в течение 10 суток. Это значит, что каждые 10 дней к дому должна подъезжать ассенизационная машина и откачивать накопившиеся стоки. Такое положение приводит к тому, что в семье начинают ограничивать суточное потребление воды, тем самым снижая комфортность проживания. Разрешение проблемы отвода фекальных вод в выгребные ямы создает ряд неудобств на весь период их эксплуатации. Кажущаяся экономия материальных средств при строительстве оборачивается большими материальными издержками в последующем.

Основная идея, которая осуществляется с помощью локальных систем очистки, это создание комфортных условий потребления воды. Нет необходимости постоянно контролировать количество используемой воды и думать, когда откачивать нечистоты из выгребной ямы. Автономные системы очистки сточных вод предусматривают их фильтрацию через слои грунта. Но здесь владельца участка может ожидать еще один "сюрприз", связанный с уровнем грунтовых вод. Если уровень грунтовых вод высокий, то фекальные воды вместо очистки будут дренировать вместе с грунтовыми, загрязняя при этом окружающую среду. Кроме того, высокий уровень грунтовых вод отрицательно сказывается на подземных конструкциях зданий, внося во внутренние помещения сырость.

Вопрос осушения участка может и не возникать, если уровень грунтовых вод расположен достаточно глубоко. Но даже в этом случае хороший хозяин должен позаботиться об отводе за пределы участка излишков атмосферной влаги, защищая почву от заболачивания. Если же участок расположен в низине или в месте с высоким уровнем грунтовых вод, возникает необходимость проведения осушительных работ, то есть устройства дренажной системы.

Создание дренажных, ливневых и очистных систем является сложной инженерной задачей и эту работу следует поручать специалистам. Они проведут предварительное геологическое исследование участка, правильно оп-

ределят уровень грунтовых вод, их агрессивность и место, в которое следует отвести излишки влаги.

Самостоятельное решение указанных выше проблем требует предварительной теоретической подготовки. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных вод приводит к загрязнению окружающей среды. Стоки, которые отводятся в канаву, овраг или в водоем, должны отвечать санитарным нормам, регулирующим содержание вредных веществ и микроорганизмов. За несоблюдение этих требований статьей 250 УК РФ предусмотрено наказание, вплоть до уголовной ответственности. Кроме того, нарушение санитарных норм может привести к загрязнению индивидуальных источников водопотребления, которыми обычно пользуются в местах, где отсутствуют инженерные коммуникации. Потому главное — обеспечить эффективную очистку сточных вод на земельном участке без создания антисанитарных условий.

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

На страницах данной книги читатель сможет найти ответы на ряд вопросов, которые неизбежно возникнут перед ним при инженерном обеспечении участка индивидуальной застройки. И даже если этими работами будут заниматься специализированные фирмы, застройщик должен контролировать процесс, так как ответственность за несоблюдение санитарных норм ложится только на него.

Итак, коли вы решили жилой дом или дачу оборудовать всеми коммунальными удобствами, внимательно познакомьтесь с разделами данной книги, которая если и не даст ответов на все возникшие вопросы, то, по крайней мере, укажет направление в поисках правильного варианта.

РАЗДЕЛ 1. СТОЧНЫЕ ВОДЫ — ХАРАКТЕРИСТИКА И НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД

Все больше горожан покидает душные мегаполисы и переселяется в собственный загородный дом или коттедж. С точки зрения государства, малоэтажное строительство, о котором, собственно, идет речь, способно реально переломить сложившуюся негативную ситуацию на рынке жилья. В этом едины и строители, и чиновники, что нашло отражение в принятии и реализации таких массовых строительных программ, как "Сельское жилье", "Жилье для молодежи", "Доступное жилье", "Жилье для военнослужащих" и т.п. Устремления граждан совпадают с действиями правительства — ситуация вселяет твердую надежду на успех. Однако индивидуальным застройщикам предстоит столкнуться со множеством проблем. Одна из самых важных — утилизация сточных вод. Без ее решения ни согласия СЭС не получить, ни должного комфорта не обеспечить. Ведь современная загородная действительность вовсе не похожа на пребывание на необитаемом острове, и все бытовые проблемы должны решаться на высоком уровне.

У любого дома, как и у человека, есть функция выделения. С хозяйственно-бытовыми стоками (никуда от них не деться) нужно что-то делать, очищать, избавляться. Тут необходимо говорить о том, что пер-

вопричиной загрязнения сточных вод стал сам человек, он же должен решить и все вопросы, касающиеся очистки и утилизации сточных вод. И выбор правильного решения имеет большое значение для комфорта и здоровья проживающих в доме людей.

Хозяйственно-бытовые сточные воды делятся на "серые" и "черные". "Серые" сточные воды — это вода, использованная для купания, мытья и стирки. "Черные" сточные воды — это вода из туалетов. "Черные" сточные воды составляют около 25%, т.е. четверти общего количества сточных вод. "Черные" сточные воды содержат половину от общей массы фосфора, 80% азота и большое количество фекальных бактерий. Примеси (загрязнения) сточных вод по своим размерам колеблются от грубых до высокодисперсных. В бытовых сточных водах грубодисперсные примеси и взвешенные частицы (размером более 10^{-4} мм) составляют 35-40%, коллоиднорастворенные (размером 10^{-4} — 10^{-6} мм) — 25-10%, растворимые (размером менее 10^{-6} мм) составляют 40-55% от общего количества загрязнений. На одного жителя, который пользуется канализацией, приходится 60-80 г взвешенных частиц в сутки (в сухом эквиваленте). При очистке сточных вод вначале извлекают грубодисперсные, а затем коллоиднорастворенные и растворенные примеси.

По своему составу примеси хозяйственно-бытовых стоков делят на три группы: минеральные, органические и биологические.

К *минеральным* примесям относят: песок, частицы шлака, глины, соли, щелочи, кислоты, минеральные масла и другие органические вещества. Количество минеральных примесей составляет около 30-40% от общего количества загрязнений.

К *органическим* примесям относят загрязнения растительного и животного происхождения. В загрязнениях растительного происхождения основным элементом является углерод, а в загрязнениях животного происхождения — азот. Органические загрязнения образуются в результате жизнедеятельно-

сти человека. Количество органических примесей составляет 60-70% от общего объема загрязнений хозяйственно-бытовых сточных вод. Количество органических загрязнений пропорционально числу жителей и составляет 7-8 г азота, 8-9 г хлоридов, 1,5-1,8 фосфора, 3 г калия и других веществ на одного жителя в сутки.

К *биологическим* примесям относятся микробная флора и фауна: бактерии, вирусы, водоросли, дрожжевые и плесневые грибки и т.п. Несмотря на то, что размеры и вес микроорганизмов очень малы, вместе все бактерии (их суммарный объем в сточных водах) составляют приблизительно 1 $м^3$ на 1000 $м^3$ стоков. Живительной средой для микроорганизмов являются органические вещества, находящиеся в сточных водах.

Среди микроорганизмов есть патогенные (заразные) бактерии: возбудители брюшного тифа, холеры, дизентерии и других желудочно-кишечных заболеваний. Поэтому большинство сточных вод является потенциально опасными. В каждом конкретном случае для определения степени опасности сточных вод делают анализ качественного и количественного загрязнения того или иного вида.

Все эти вещества надо обезвредить и очистить. Ливневые и дренажные воды не рекомендуется направлять в очистные сооружения, так как возможны серьезные нарушения в их работе. Наибольшие трудности при очистке сточных вод вызывают органические примеси. Находясь в сточных водах, они быстро загнивают и отравляют грунт, воду и воздух. Поэтому сточные воды необходимо быстро вывести за пределы населенных пунктов и минерализовать органические вещества, которые уже теряют свои вредные качества.

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СТОЧНЫХ ВОД

Автономные системы канализации обслуживают одноквартирный жилой дом в городской или сельской ме-

стности или усадьбу с надворными постройками. К автономной системе канализации следует относить все сооружения водоотвода и очистки бытовых сточных вод.

Есть две группы нормативных документов, регламентирующих требования к очистным сооружениям. К первой группе относятся строительные нормы и правила — СНиПы, которые определяют, как следует проектировать и строить очистные сооружения. Ко второй группе принадлежат документы, содержащие санитарно-гигиенические нормы и требования к водоотведению — СанПиНы. По ним, в свою очередь, осуществляется контроль.

Основной документ, которым руководствуются при строительстве очистных сооружений, — СНиП 2.04.03-85 "Канализация. Наружные сети и сооружения". В частности, он устанавливает очень важный параметр — размер санитарно-защитной зоны, то есть минимально допустимое расстояние от очистных сооружений до жилой застройки. В своей основе этот СНиП не пересматривался с 1985 года. Как известно, в СССР не было локальных очистных сооружений (ЛОС) малой производительности, рассчитанных на индивидуальных пользователей, кроме выгребных ям, поэтому минимальный объем стоков, рассматриваемый в этом документе, составляет 200 кубометров в сутки. Такое количество стоков получается при проживании примерно тысячи человек. Поэтому в действующих нормах имеется "белое пятно" как раз для локальных очистных сооружений малой производительности.

Другой основополагающий документ федерального значения — СНиП 2.04.01-85* "Внутренний водопровод и канализация зданий". В нем, помимо методик расчета и правил строительства сетей канализации внутри зданий, даны нормы расхода воды для различных потребителей. А ведь это самый важный параметр при расчете необходимой производительности очистных сооружений.

В отдельных регионах существуют свои методические рекомендации по правилам водопользования

и водоотведения. В Подмосковье действуют территориально-строительные нормы систем водоснабжения и водоотведения районов жилой малоэтажной застройки Московской области ТСН ВиВ-97 МО, ТСН 40-301-97. Эти документы несколько более современны, чем указанные СНиПы, и содержат детальную информацию по локальным очистным сооружениям малой производительности.

Интенсивное развитие коттеджного строительства, фермерских и мелких подсобных хозяйств, поселков малоэтажной жилой застройки, не имеющих очистных сооружений, по всей огромной территории РФ оказывает негативное влияние на состояние грунтовых вод и поверхностных водоемов. Это связано со спецификой водопользования индивидуальных жилых домов, когда водозаборное сооружение системы водоснабжения находится в непосредственной близости от системы водоотведения. Такого рода использование водных объектов противоречит ст. 133 и ст. 144 Водного кодекса Российской Федерации и СанПиН 2.1.4 027-95 в части создания надежных зон санитарной охраны водозаборных сооружений и запрещения сброса сточных вод в водные объекты в пределах зоны и округа санитарной охраны.

Некоторые территориальные строительные нормы устанавливают общий порядок проектирования, строительства и реконструкции систем хозяйственно-питьевого водоснабжения и бытового водоотведения в районах малоэтажной жилой застройки, производства и монтажа установок очистки питьевых и сточных вод. К объектам малоэтажной жилой застройки относятся:

— индивидуальные дома и фермы, личные подсобные хозяйства;

— отдельно стоящие 3-4-этажные дома, группы коттеджей;

— поселки с числом жителей до 5000 (в том числе коттеджные и дачные).

Проекты систем водоотведения необходимо разрабатывать одновременно с проектами водоснабже-

ния, рассматривая при этом возможность использования очищенных сточных вод для полива и орошения территории.

Санитарно-защитные зоны очистных сооружений систем водоотведения малоэтажной жилой застройки в соответствии со СНиП 2.04.03-85 необходимо принимать:

— 15 м для полей подземной фильтрации производительностью до 15 м^3/сут;

— для фильтрующих траншей и песчано-гравийных фильтров при производительности:

1 м^3/сут — 8 м;

2 м^3/сут — 10 м;

4 м^3/сут — 15 м;

8 м^3/сут — 20 м;

15 м^3/сут — 25 м;

— 5 и 8 м для септиков и фильтрующих колодцев, соответственно;

— 100 м для сооружений биофильтрации производительностью до 50 м^3/сут.

— 150 м для сооружений биологической очистки производительностью до 200 м^3/сут с подсушкой стабилизированного осадка на иловых площадках;

— 50 м для аэрационных установок на полное окисление производительностью до 700 м^3/сут.

Для индивидуальных и местных систем водоотведения в случае невозможности соблюдения нормативных санитарно-защитных зон размещение очистных установок должно быть согласовано с местными органами надзора.

Что касается санитарно-гигиенических и экологических норм, то тут необходимо сделать замечание: на сегодняшний день существует масса документов, которые частично противоречат друг другу. В частности, это касается определения санитарно-защитных зон для очистных сооружений малой производительности.

Заметим, что фактически речь идет о двух разных зонах: первая — расстояние от очистных сооружений до жилой застройки, вторая — от точки сброса очи-

щенной воды (водоотвода) до источников подземного и наземного водоснабжения и водопользования. СанПиНы регламентируют как первую, так и вторую.

Основной документ, которым руководствуются контролирующие органы и создатели очистных сооружений — СанПиН 2.1.5.980-05 "Гигиенические требования к охране поверхностных вод". Несмотря на то, что документ принят в 2005 году, его основа не изменялась с 80-х годов прошлого века. Все гигиенические и экологические заключения и сертификаты выдаются именно на основе этого документа. В нем устанавливаются гигиенические требования "к размещению, проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации хозяйственных и других объектов, способных оказать влияние на состояние поверхностных вод, а также требования к организации контроля за качеством воды и водных объектов". Несмотря на относительную новизну, в этом документе предусмотрен прежний размер санитарно-защитной зоны от очистных сооружений до жилой территории для ЛОС закрытого типа — 50 метров.

Эти требования имеют целью обеспечить предотвращение и устранение загрязнения поверхностных вод, которое может привести к нарушению здоровья населения, развитию массовых инфекционных, паразитарных и неинфекционных заболеваний, а также к ухудшению условий водопользования населения. Согласно этому документу, "строительство хозяйственных, промышленных и других объектов, в том числе очистных сооружений, допускается по проектам, имеющим заключение органов и учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы об их соответствии настоящим санитарным нормам и правилам".

В настоящее время, когда происходит перерегистрация и оформление в собственность земельных участков, контролирующие экологию структуры также подвергаются реорганизации. СЭС поделена надвое, а главное, СанПиН перестал быть руководящим документом. Надзирающий орган, как бы он теперь

ни назывался, не имеет права опираться на СанПиН, а ничего взамен пока еще нет. Документа нет, но чиновники-то работают, запрещают, утверждают и штрафуют. Спрашивается, как? Вопрос явно риторический.

В некоторых местах чиновники напрямую лоббируют то или иное локальное очистное сооружение (ЛОС) того или иного производителя. На него, мол, у нас имеются все документы, — а других мы не знаем. Тут, понятно, ни о каком выборе не может быть и речи. В других случаях действуют по принципу — старый друг (ЛОС) лучше новых двух, и чтобы пробить что-то новое, приходится потрудиться и покупателю, и продавцу, — предоставить все те документы, которые затребует именно данный чиновник. В этот переходный период — любопытно, надолго ли он затянется? — людям все равно приходится задумываться об очистке стоков. И выбирать, и утверждать, обивая чиновничьи пороги. И на первое место для многих выходят финансовые соображения. А также забота о собственном здоровье и комфорте.

Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения — колодцев и каптажей родников — изложены в СанПиН 2.1.4.544-96 "Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников" из раздела "Питьевая вода и водоснабжение населенных пунктов". В этих санитарных правилах устанавливаются гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного водоснабжения, к выбору места расположения, оборудованию и содержанию водозаборных сооружений и прилегающей к ним территории. Кстати, ответственность за их соблюдение возлагается на "местные органы самоуправления, на коллективных или индивидуальных владельцев, деятельность которых может привести к изменению свойств и качества воды источников нецентрализованного водоснабжения".

В этом же нормативном документе определяется, что место расположения водозаборных сооружений

следует выбирать на незагрязненном участке, удаленном не менее чем на 50 метров выше по потоку грунтовых вод от существующих или возможных источников загрязнения: выгребных туалетов и ям, мест захоронения людей и животных, складов удобрений и ядохимикатов, предприятий местной промышленности, канализационных сооружений и др. При невозможности соблюдения этого расстояния место расположения водозаборных сооружений в каждом конкретном случае согласуется с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Также говорится, что в радиусе ближе 20 метров от колодца (каптажа) не допускается мытье автомашин, водопой животных, стирка и полоскание белья, а также осуществление других видов деятельности, способствующих загрязнению воды. Логично предположить, что 20 метров — минимально допустимое расстояние от водозабора до ЛОС.

И в данном документы установлен все тот же весьма значительный размер санитарно-защитной зоны от очистных сооружений до жилой территории для ЛОС закрытого типа — 50 метров.

ТРЕБОВАНИЯ К ЛОКАЛЬНЫМ ОЧИСТНЫМ СООРУЖЕНИЯМ

Выбор очистных сооружений и устройств индивидуальных систем канализации зависит от объема сточных вод, характера загрязнений, режима проживания (постоянный или временный), типа почвы, особенностей рельефа местности, уровня грунтовых вод, глубины промерзания грунта, финансовых возможностей и пожеланий пользователя. Выбирая тот или иной тип очистного сооружения, следует руководствоваться такими критериями, как надежность оборудования и простота его эксплуатации. Устройство очистной установки должно обеспечивать безопасный доступ персонала ко всем частям системы.

Так как установка очистного сооружения требует проведения значительного объема работ и финансо-

вых затрат, то длительность ее эксплуатации в идеале должна быть сравнима со сроком службы дома (коттеджа).

Качественное сооружение эффективно и безопасно отводит сточные воды с учетом сезонности и неравномерности их поступления, а показатели очищенных сточных вод соответствуют требованиям санитарных норм, что дает возможность исключить ущерб окружающей среде и проживающим вблизи людям.

Чтобы определить требуемую производительность очистного сооружения ($м^3$/сут), необходимо точно рассчитать объем потребляемой воды в доме. При этом следует исходить из количества установленного сантехнического оборудования, числа постоянно проживающих жильцов, потребления воды в "гостевые" дни и других показателей.

Соответствие очистного сооружения санитарным нормам должны подтверждать специальные документы. Они необходимы для согласования мест установки самой системы и оборудования для слива очищенной воды.

Так как эффективность функционирования очистного сооружения зависит от жизнеспособности микроорганизмов, не следует злоупотреблять препаратами с большим содержанием хлора, формальдегида, а также применять в большом количестве стиральные порошки.

Для того чтобы не загрязнять источники хозяйственно-питьевой воды, а также места купания и отбора промышленных вод, сточные воды очищают. При этом частично процесс очищения может происходить уже в самом водоеме, вблизи места выпуска стоков, если это не мешает использованию воды для водоснабжения. Поскольку в автономных системах канализации речь идет о бытовых сточных водах, состав и расчетную концентрацию загрязнений в них определяют по СНиП 2.04.03-85., табл.25 и СНиП 2.04.01-85, приложение 3. Следует иметь в виду, что в процессе биологической очистки, в том числе

и в сооружениях подземной фильтрации, азот аммонийных солей, содержащийся в бытовых сточных водах, окисляясь, переходит в основном в азот нитритов и нитратов, который также лимитирован по сбросу в водоемы. Предельно допустимые концентрации загрязнений водоемов рыбохозяйственного водопользования (к ним относится большая часть водоемов) составляют:

— взвешенные вещества — увеличение за счет сброса сточных вод не более чем на 0,25 мг/л;

— азот аммонийных солей — 0,4 мг/л;

— азот нитритов — 0,02 мг/л;

— азот нитратов — 9 мг/л;

— фосфаты (по P_2O_5) — 0,5 мг/л;

— поверхностно-активные вещества — 0,1 мг/л.

Указанные концентрации не должны увеличиваться после смешения сточных вод с водой водоема. Как показывает практика, многие водоемы загрязнены и уже имеющиеся ("фоновые") концентрации загрязнений в их воде равны ПДК или выше их. В этом случае концентрация загрязнений в очищенных сточных водах должна быть не выше ПДК речной воды.

Необходимая степень очистки сточных вод перед сбрасыванием их в водоемы определяется специальным расчетом и согласовывается с местными органами санитарного и рыбного надзора. Для расчета степени очистки стоков необходимо знать концентрацию и количество сточных вод, мощность и категорию водоема и содержание кислорода в его воде. По условиям сбрасывания сточных вод водоемы делят на три категории в зависимости от характера их использования.

Первая категория включает участки водоема, которые используются для централизованного водоснабжения, а также те, которые находятся в границах зоны санитарной охраны водопроводов или граничат с государственными рыбными заповедниками.

Вторая категория включает участки водоема, которые используются для неорганизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и водоснабжения

предприятий пищевой промышленности, а также участки с местами массового нереста промышленных видов рыб.

Третья категория включает в себя участки водоема в границах населенных пунктов, используемые для массового купания или организованного рыбного хозяйства, имеющие архитектурно-декоративное значение. Водоемы третьей категории не предназначены для питьевого водоснабжения.

Учитывая вышесказанное, к каждой категории водоемов предъявляются соответствующие условия.

После смешивания сточных вод с водой водоема смешанная вода должна иметь в своем составе не менее 4 мг/л растворенного кислорода(летом). Активная реакция в смешанной воде не должна быть по pH ниже 6,5 и выше 8,5, а содержание взвешенных частиц не должно повышаться более чем на 0,25 мг/л для водоемов первой категории, 0,75 мг/л для водоемов второй категории и 1,5 мг/л для водоемов третьей категории.

Кроме того, нормируется и ряд других показателей (цветность, запахи, наличие отравляющих веществ и т.п.). Если в сточных водах выявлены возбудители различных болезней, сброс сточных вод в водоемы первой категории запрещается, а в водоемы второй и третьей категории разрешается только после предварительного осветления и дезинфекции.

Один из важнейших показателей — БПК5 (биохимическое потребление кислорода), который характеризует степень загрязнения воды микроорганизмами. Он измеряется в миллиграммах кислорода на литр воды, израсходованного на процессы биологического окисления за 5 суток. По европейским нормам вода признается пригодной для сброса, если значение БПК5 не превышает 15 мг/л, а в России — 4 мг/л. Разница — почти вчетверо. То же касается и других, менее существенных для бытовых стоков показателей.

Очистная установка, привезенная в Россию из Европы или сделанная по европейской технологии, сертифицированная согласно европейским нормам,

но не адаптированная к российским требованиям, автоматически оказывается запрещенной в России. Однако, пользуясь временной неразберихой в работе контролирующих организаций, некоторые фирмы продают в России такие очистные сооружения — качество-то, мол, европейское! В результате, через некоторое время СЭС или какой-либо надзорный орган запретят эксплуатировать смонтированную на участке очистную установку, за которую отданы немалые деньги. Поиск продавца установки, чтобы предъявить ему претензии, является весьма сомнительным занятием. Кроме того, на российском рынке хватает подделок. Покупателю предлагается уйма внешне почти неотличимых "аналогов". Приобретя такую подделку, человек рискует столкнуться с рядом пренеприятнейших проблем:

— отсутствие сервиса и гарантийных обязательств;

— полная неработоспособность. Стоки не будут очищаться — сразу или спустя некоторое время. Так тоже бывает. Иногда при этом фирма-продавец успевает благополучно "испариться";

— пожар в электрической части;

— негерметичность установки в результате некачественной сборки. Как следствие — загрязнение грунта, попадание стоков в колодец или в скважину, неприятный запах.

Итак, по документам, которые должен предоставить продавец ЛОС, следует проверить соответствие параметров установки российским нормам. Такими документами являются сертификат Госстандарта России, гигиеническое заключение и протоколы испытаний. Нужно обратить внимание, на что именно выдан сертификат, в нем должно быть указано, что сертифицирован серийный выпуск установки. Нужно заметить, что сертификация ЛОС в настоящее время является добровольным документом, однако каждый серьезный производитель старается получить сертификат на свою продукцию. Если сертификата нет, то с такой фирмой лучше не связываться.

Для качественной очистки стоков необходимо правильно выбрать модель станции очистки. Прежде всего, определимся с объемом перерабатываемых стоков. Для этого нужно знать, сколько людей постоянно проживает в доме, сколько обыкновенно приезжает гостей. Разработчики исходят из 200 литров стоков на одного человека в сутки. Умножив эту величину на число пользователей, получают суточный объем стоков.

Но не только эта величина имеет значение. Очень важный параметр — допустимый единовременный, так называемый залповый сброс воды со всех сантехнических точек объекта. Любая очистная установка может переработать лишь определенный объем стоков, поступивших в приемную камеру в течение короткого времени. Это — основной параметр при выборе модели.

Последний параметр, который необходимо учесть — уровень грунтовых вод на участке. От него зависит способ, которым осуществляется отвод очищенной воды. Если грунтовые воды стоят высоко (менее 55 см от поверхности грунта), то необходима станция с принудительным выбросом. В этом случае очищенная вода собирается в специальную емкость и удаляется с помощью насоса. При нормальном уровне паводковых грунтовых вод подойдет обычная станция, из которой вода удаляется самотеком.

Любая автономная система канализации, будь то громоздкий септик или компактная станция биологической очистки, нуждается в периодическом обслуживании. Весь вопрос в том, будет ли это обслуживание частым или редким, дорогим или дешевым, простым или сложным, с участием неприятных запахов или лишенным этого недостатка, обременительным для хозяев или почти незаметным. Все эти вопросы необходимо учитывать еще на стадии принятия решения.

РАЗДЕЛ 2.
ГРУНТОВЫЕ И ЛИВНЕВЫЕ ВОДЫ, ИХ ДРЕНАЖ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Эндогенные и экзогенные процессы, возникающие под воздействием разных природных факторов (и их сочетаний) как вне влияния деятельности человека (геологические), так и под его влиянием (инженерно-геологические) представляют собой опасные геологические явления. Перечень этих процессов довольно широк, но поскольку темой нашей книги являются дренажные системы, то мы остановимся только на явлениях, связанных с подтоплением территорий избыточной грунтовой и ливневой влагой. К основным сооружениям и мероприятиям инженерной защиты от затопления и подтопления следует относить:

— искусственное повышение поверхности территории;

— устройство дамб обвалования;

— регулирование стока и отвода поверхностных и подземных вод;

— дренажные системы и отдельные дренажи;

— регулирование русел и стока малых рек;

— выпрямление и углубление русел, их расчистка, заключение в коллектор;

— устройство дренажных прорезей для обеспечения гидравлической связи "верховодки" и техногенного горизонта вод с подземными водами нижележа-

щего горизонта, имеющего хорошие условия разгрузки;

— агролесомелиорацию.

Системы, объекты, сооружения и мероприятия инженерной защиты от затопления и подтопления следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.06.15-85. При проектировании следует различать территории:

— подтопленные — с уровнем подземных вод выше проектируемой нормы осушения;

— потенциально-подтапливаемые — с высоким залеганием водоупора, сложенные толщей слабофильтрующих грунтов, которые имеют литологическое строение и рельеф, способствующий накоплению инфильтрационных вод, атмосферных осадков и утечек водонесущих коммуникаций;

— неподтапливаемые (в многолетней перспективе), сложенные достаточно мощной толщей фильтрующих грунтов при достаточном фронте разгрузки подземных вод;

— затопляемые паводками (временное затопление) и водохранилищами (постоянное затопление);

— не подверженные затоплению.

Для защиты подтопленных территорий следует рассматривать целесообразность применения дренажей. Дренажные системы могут сооружаться как самостоятельный объект защиты, так и сочетаться с повышением территорий (образованием искусственного рельефа).

Для потенциально-подтапливаемых территорий следует предусматривать инженерную защиту как систему профилактических мероприятий, к которой относятся:

— инженерная подготовка территорий — организация рельефа, устройство постоянных и временных водостоков и дорог с водоотводом;

— локальные средства инженерной защиты — пластовые, пристенные и кольцевые дренажи, а также предупреждающие барражный эффект фундаментов зданий и сооружений;

— организация стока дождевых и талых вод с крыш;

— предупреждение утечек из водонесущих коммуникаций и емкостей с жидкостями — сопутствующие дренажи и другие специальные мероприятия.

Проектная отметка любой территории должна обеспечивать требуемую норму осушения с учетом прогнозирования подъема подземных вод и эффективности работы дренажных систем. Гидрогеологический расчет должен определять эффективность работы дренажных систем в различных расчетных параметрах дренажа и отметках территории. При защите от затопления отметка повышенной территории устанавливается в соответствии с требованиями СНиП 2.06.15-85.

При комплексной защите территорий, когда по условиям затопления необходимо назначать более высокую отметку, нежели по требованиям защиты от подтопления, целесообразно повышать только прибрежную полосу, сопрягая ее с основной территорией широкими террасами или пологими откосами.

Дренирование повышенной территории и основания насыпи должно:

— предупреждать образование подземных вод в верхних слоях грунтов как следствие утечек и инфильтрации;

— защищать территорию от подтопления паводковыми водами реки и со стороны;

— обеспечивать разгрузку подземных вод с прилегающих территорий.

Инженерную защиту территорий от временного и постоянного затоплений дамбами обвалования следует применять, как правило, на застроенных территориях.

В странах Европы ни одно строительство не осуществляется без укладки систем дренажных трубопроводов. Альтернативы дренажу нет. Он используется везде, будь то домостроение или ландшафтное и парковое хозяйство, проведение комплекса мелиоративных и озеленительных работ, устройство фут-

больных и легкоатлетических полей, дорожное строительство, сельское хозяйство и т.д. В большинстве стран при многоэтажном и малоэтажном строительстве практикуется создание дренажных систем вне зависимости от гидрогеологических и атмосферных условий. Особенно остро вопрос об устройстве дренажа встает при возведении загородных домов.

Необходимость водоотводящих мероприятий обусловливается в большинстве случаев высоким уровнем грунтовых вод относительно поверхности земли и выклинивающимися восходящими потоками подземных вод: ключами, родниками и "верховыми" болотами, а также ливневыми и талыми водами. Встречаются регионы, где подобные территории занимают до 70% общей площади.

Раньше эта проблема решалась с помощью устройства систем водоотводных канав и каналов, которые изымали из оборота значительные площади и приводили к устройству большого количества различных гидротехнических сооружений. Следующей попыткой решения проблемы водоотвода стало использование траншей с укладкой гравийно-щебеночных фильтров по длине траншеи.

В дальнейшем в дренажных системах широкое применение получили гончарные, асбестоцементные, керамические трубы, а в последнее время — полимерные трубы.

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ И ГЛУБИНА ИХ ЗАЛЕГАНИЯ

Водный режим (сухость или избыточная увлажненность почвы) зависит от расположения участка относительно рельефа местности (низина, склон, водораздел), от плотности слагаемых грунтов, от площади водосбора (внутреннего и внешнего), а также от глубины залегания грунтовых вод. Любой грунт в естественном природном виде состоит из твердой и жидкой фаз. Эти фазы находятся в постоянном противоборстве и живут своей собственной жизнью. Предсказать их поведение часто практически невоз-

можно. При небольшой водопроницаемости почвы атмосферная влага остается в верхних слоях почвы, пропитывает ее и заболачивает. Переувлажнение участка происходит в следующих случаях:

— когда участок окружен строениями или забором с глубоким фундаментом;

— когда участок расположен у подножия склона (склон не обязательно должен быть крутым, достаточно и вполне пологого), по которому движется вода, что и насыщает почву;

— когда участок расположен в низине (низина не обязательно должна быть очень глубокой);

— когда участок расположен на глинистой почве.

Любое строение, будь то дом, гараж или бассейн, имеет подземную часть — фундамент. Даже на небольшой глубине он будет страдать от воздействия грунтовых вод. Верхний слой почвы промерзает в среднем на 0,8-1,4 м. Промерзая, грунт, содержащий воду, увеличивается в объеме как по вертикали, так и по горизонтали, разрушая фундамент. Подвал здания со временем может наполниться сыростью и плесенью, а сам дом начнет терять тепло из-за щелей и зазоров в результате деформации дверных коробок и оконных рам. Процесс разрушения фундамента из-за просачивающихся сквозь почву осадков и грунтовых вод может привести к катастрофическим последствиям для постройки. Водный режим оказывает воздействие не только на конструкции зданий и сооружений, но и на растения в саду. Подавляющее большинство растений, разве что кроме болотных, не выносит застоя влаги. Близкое расположение грунтовых вод ведет к угнетению и загниванию корневой системы деревьев. При небольшой водопроницаемости почвы атмосферная влага остается в верхних слоях почвы, пропитывает ее и заболачивает. На переувлажненном газоне образуются мох и плесень. При отсутствии осадков влага, находящаяся в поверхностных слоях почвы, быстро испаряется, в результате чего поверхность грунта растрескивается. Количество воды в почве может существенно

меняться, и поэтому владельцы индивидуальных участков вынуждены использовать различные методы искусственного регулирования влажности.

Гидрологическую обстановку на участке определить с первого взгляда достаточно сложно. Вода может присутствовать в виде верховодки, основного горизонта или межпластовых слоев. Причем, в различных климатических условиях (время года, конкретные погодные условия и т.д.) эта обстановка может значительно меняться. И для правильного ее определения требуется глубокое и многолетнее изучение геологии. Верховодка образуется в проницаемых с поверхности грунтах, лежащих на глине или на другом водоупорном слое и бывает достаточно заметна. Толщина слоя, насыщающегося водой, обычно не превышает 2 м и может совсем исчезнуть в засушливое время года. Для борьбы с верховодкой иногда достаточно в низменной части участка выкопать искусственный водоем, который не только соберет в себя верховодку, но и станет прекрасным украшением участка. Кроме того, наличие водоема на участке положительно скажется на микроклимате.

Водоотводная система является необходимым элементом ландшафтного благоустройства для каждого участка. Глубина заложения грунтовых вод окажет влияние на выбор типа фундамента и на глубину его заложения, скажется на возможности строительства подвала и других подземных сооружений. От этого фактора зависит потребность в устройстве дренажных систем и ливневой канализации. Большое влияние грунтовые воды окажут на способ прокладки инженерных сетей и на методику выполнения гидроизоляционных работ.

Как же определить, нужен ли ландшафту дренаж? Неспециалист может ориентироваться по косвенным признакам. О глубине заложения воды и изменении этой глубины во времени можно узнать визуально. Плохой симптом, если на участке появилась водная или околоводная растительность: рогоз узколистный, осока. Когда древесные растения поднимаются

на "лапах" — корням не хватает воздуха, корни "хотят дышать". Следует насторожиться, если по весне на участке регулярно скапливается большое количество луж, и они стоят подолгу. Обязательно нужно посмотреть, насколько хорошо "чувствует себя газон", не выпревает ли, здоровы ли кусты. Эти сигналы помогут своевременно обратиться к профессионалам. А что делать, если участок новый? Для определения уровня грунтовых вод можно воспользоваться опытом соседей, так как для изучения этого вопроса самостоятельно понадобится много времени. Нужно понаблюдать, что происходит в округе. Если на соседнем участке вырыли котлован под строительство дома или ямы для столбов забора, нужно обратить внимание на то, где стоит вода и куда она стекает. Следует узнать об уровне воды в колодцах — в текущем году, в прошлом и позапрошлом. Однако окончательное решение в отношении того, следует ли осушать почву или нет, необходимо принимать только вместе со специалистами. Они исследуют уровень стояния грунтовых вод: проведут несколько замеров, рассчитают этот уровень для наиболее ответственных периодов — весеннего и осеннего, определят химический состав солей, содержащихся в грунтовых водах. Для этого на участке необходимо пробурить 2-3 скважины на глубину ниже чем на 0,5 м расчетной глубины промерзания и проследить наличие в них воды в различное время года. Безнапорные воды — воды в наземных водоемах, водотоках, а также подземные гравитационные воды, имеющие свободную поверхность (водное зеркало), давление на которую равно атмосферному. При вскрытии скважинами подземные безнапорные воды устанавливаются на глубине их появления. Специалисты обязательно учтут, есть ли дренаж вокруг дома и ливневая канализация. Если проверка уровня грунтовых вод показала, что они залегают близко (менее 1 м от поверхности земли), — дренаж скорее всего необходим.

При строительстве многоэтажных зданий и других сложных инженерных сооружений изучение геологи-

ческой обстановки местности проводят специализированные фирмы, выполняющие проектные работы.

ВИДЫ ДРЕНАЖЕЙ

Строят дренажи в разных ситуациях: и на вновь обустраиваемых участках, и на тех, что уже давно эксплуатируют, и там, где неожиданно изменяется гидрологический режим. Существующая теория и практика свидетельствуют о том, что любая гидромелиоративная система, даже с самыми высокими технологическими параметрами, должна иметь в своем составе дренажную сеть, основная задача которой — в комплексе с другими мероприятиями обеспечить благоприятный почвенно-мелиоративный режим.

Даже если уровень залегания грунтовых вод невысок, то и в таком случае дождевые потоки и талые воды способны привести к печальным последствиям : разрушению фундаментов, загниванию корневой системы растений и т.п. Специалисты не рекомендуют экономить на системе дренажа даже в том случае, если участок расположен на равнинной территории, так как это может привести к существенным затратам в будущем.

Водоотводная система — это достаточно сложное инженерно — техническое сооружение, предназначенное для сбора и удаления инфильтрованных и грунтовых вод. Иными словами, основная задача водоотводной системы — обеспечить понижение грунтовых вод вокруг дома, что особенно важно при наличии подземных помещений, а также предотвратить их быстрый подъем за счет ливневых вод. Водоотводная система представляет собой совокупность комплекта труб и других сооружений, предназначенных для отвода ливневых и талых вод, для понижения уровня грунтовых и грунтово-напорных вод на участке. В настоящее время ни одно строительство не осуществляется без организации водоотвода на земельном участке. Системы водоотвода бывают дренажные и ливневые.

Дренаж — это сбор и отвод грунтовых вод. Вода скапливается в толщине грунта или какого-либо материала, например, гравийной подсыпки и выводится с помощью системы дренажа за пределы участка. Для вывода воды обычно используются различные дренажные трубы (со специальной перфорацией), рулонные материалы, иногда каналы с перфорированными стенками.

Альтернативы дренажу нет. Он используется везде, будь то домостроение или ландшафтное и парковое хозяйство, спортивное или дорожное строительство, сельское хозяйство. К основным областям применения дренажа относятся:

— осушение сельскохозяйственных площадей, садов, огородов, ландшафтных участков;

— осушение проезжих частей, дорожек;

— вывод избытков воды от канализационных и других почвенных систем;

— защита от влаги ландшафтных сооружений — стенок, горок, откосов, террас и искусственных водоемов;

— защита от влаги фундаментов зданий и внутрифундаментных площадей;

— аккумуляция, испарение и распределение собранных вод в почве при помощи полей орошения.

Создание систем дренажа земельных участков практикуется вне зависимости от гидрогеологических и атмосферных условий. Особенно остро вопрос об устройстве дренажа участка встает при возведении загородных и дачных домов. Необходимость водоотводящих мероприятий (дренаж дома и садового участка) обусловливается в большинстве случаев высоким уровнем стояния грунтовых вод относительно поверхности земли и выклинивающимися восходящими потоками подземных вод: ключами, родниками и "верховыми" болотами, а также ливневыми и талыми водами. Даже если не ощущается сырости и земля не хлюпает под ногами, все равно нужно обязательно проверить глубину залегания грунтовых вод.

Простейшим способом отведения излишков воды является устройство дренажных канав по периметру участка. Если почва обладает сильной влагоемкостью — придется проводить более серьезные мелиоративные работы. Но нужно помнить, что при любом изменении существующего рельефа, особенно при создании искусственных холмов, важно продумывать пути стока дождевой и паводковой (поверхностной) воды с помощью системы осушения. По расположению дренажей в плане их можно разделить на следующие системы: линейные (кольцевые и лучевые), плоскостные (пластовые и пристенные) и смешанные.

Существует два основных типа дренажа: поверхностный и глубинный При этом глубинный дренаж может быть горизонтальным и вертикальным. На современных дачных и коттеджных участках в основном устраивается закрытый дренаж. Такой тип дренажной системы не нарушает облика территории, а также позволяет использовать почву над дренами для устройства газонов или посадки любых других растений. Возможно даже возведение легких, бесфундаментных построек. Открытый дренаж применяется в основном для сельскохозяйственных нужд, когда требования к внешнему виду не критичны.

Часто используются комбинированные системы дренажа, каждый тип в отдельности применяется очень редко. Поверхностный и глубинный дренаж прокладывают параллельно, как правило, под одним уклоном. Одни проектировщики считают стыковку этих двух систем недопустимой, так как это может привести к еще большему подъему грунтовых вод и подтоплению подвальных помещений, другие допускают такой вариант при условии устройства коллектора глубинного дренажа с учетом дополнительной нагрузки от системы поверхностного дренажа. При этом устройство ливневой дренажной системы, совмещенной с заглубленным дренажом, оказывается на порядок дешевле, чем устройство этих систем в отдельности.

ПОВЕРХНОСТНЫЙ (ОТКРЫТЫЙ) ВОДООТВОД, ИЛИ ЛИВНЕВКА

Поверхностный водоотвод служит для отвода талой, дождевой и паводковой воды с поверхности участка, дорожек, площадок, открытых террас, а также с крыш зданий. Поверхностный дренаж особенно актуален для участков со склоном. Он позволяет отводить поверхностные дождевые потоки так, чтобы вода организованно перемещалась по участку, не смывая грязь на дорожки. Такое решение минимизирует затраты, но имеет множество недостатков. Главный недостаток — относительная кратковременность такого вида дренажа, а также затрудненность его последующей реанимации без затрагивания облика участка. Такой вид дренажа приводит к быстрому заиливанию наполнителя и ухудшению работы системы в целом. Кроме того, открытый дренаж не рекомендуется применять под дорогами, так как из-за недостаточного уплотнения возможно проседание грунта над траншеями и, как следствие, деформация дорожного покрытия.

Открытая водоотводная система представляет собой совокупность траншей, которые опоясывают участок по всем сторонам. Траншеи должны иметь ширину около полуметра и глубину 0,6-0,7 м, при этом стороны траншеи нужно сделать под углом в 30^0. Водные массы из траншей, как правило, уходят в сточную канаву. Открытая система водоотвода является мощным средством против застоя воды на участке, транспортируя последствия осадков за пределы участка. На территориях с наклонной поверхностью открытый водоотвод также будет способствовать быстрому стоку влаги, при этом лучшим вариантом расположения дренажа будет установка траншей поперек наклонной поверхности. Собранная вода отводится за пределы участка в ливневую канализацию. Дренажные лотки из пластика, бетона и т.п. придадут системе презентабельный вид и защитят ее от разрушения. Дренажные лотки могут иметь отвер-

ния, тогда они собирают воду с прилегающей территории. При отсутствии таких отверстий в лотки попадает поверхностная влага, вода из водостоков, из закрытых дренажных траншей для дальнейшего отведения в колодец или в другое место приема воды. Дренажные лотки сверху закрываются решетками, изготовленными из металла, чугуна или пластика. Как правило, дренажные лотки устанавливаются вдоль мощенных дорог, садовых дорожек, площадок, отмосток зданий.

Толщина основания под дренажные лотки зависит от класса горизонтальных и вертикальных нагрузок, вызванных условиями эксплуатации. При больших нагрузках дренажные лотки укладываются на бетонные основания, марка бетона в которых зависит от величины этих нагрузок. Важно решить, сколько требуется установить линий стока, какова будет их конфигурация, сколько будет устанавливаться пескосборников и колодцев. Все это, естественно, будет зависеть от величины территории, рельефа местности и интенсивности осадков.

Отведение атмосферных осадков с кровель зданий должно решаться в комплексе с организацией сбора воды вокруг зданий. Благодаря этому увеличивается срок службы фундаментов и отмосток зданий, предотвращается подтопление подвальных помещений. Лучше всего, если система дренажа подбирается на стадии проектирования здания. Это позволяет оборудовать места для размещения дождеприемников под каждым водостоком с крыши до того, как будет выполнена отмостка дома.

Участки с четко выраженным уклоном в сторону улицы или в противоположном направлении проще поддаются осушению. В таких случаях роют водосточные канавы, которые обеспечивают задержание потока талых или ливневых вод, и направляют их в нужную сторону. При уклоне участка к улице перед домом роют поперечную канаву для задержания водостока со стороны сада и продольную канаву для отвода воды в уличный кювет. При уклоне участка

в противоположную от улицы сторону поперечную канаву делают вдоль фасадной стороны забора, а продольную — до конца участка. Правда, надо отметить, что водосточные канавы могут защищать почву от переувлажнения только при таянии снега и во время сильных дождей. Такой способ — самый дешевый, но не очень эстетичный, к тому же быстро обваливающиеся края и намытый водой песок скоро снижают, а затем полностью прекращают ток воды.

Поверхностный дренаж — один из самых оперативных, дешевых и простых способов устройства дренажа. Открытый дренаж является наиболее простой по технологии изготовления системой водоотвода. Единственным недостатком такой дренажной системы является необходимость периодической очистки от ила и грязи. Поверхностный водоотвод может быть выполнен с помощью организации водоотводной линии или точечных водоотводов.

Точечный водоотвод

Это наиболее распространенный метод водоотвода, применяемый в России. При этом методе на поверхности водосбора устраивается уклон конвертного типа **(рис. 1)**. В точке пересечения уклонов устанавливается элемент водосбора. Точечные дренажные устройства устанавливаются под крышными водостоками, в придверных приямках, под поливочными кранами и в других местах, где необходим локальный сбор воды. Также точечный водосбор может дополнять систему линейного дренажа в местах, где требуется быстрый и эффективный водоотвод с поверхности (на дорожках, въездах, площадках перед домом, на террасах и балконах и т.п.).

Для организации точечного водоотвода применяются следующие устройства:

— дождеприемники (водоотводы);
— сливные водоотводы (отстойники);
— трапы;
— ливневые заслонки.

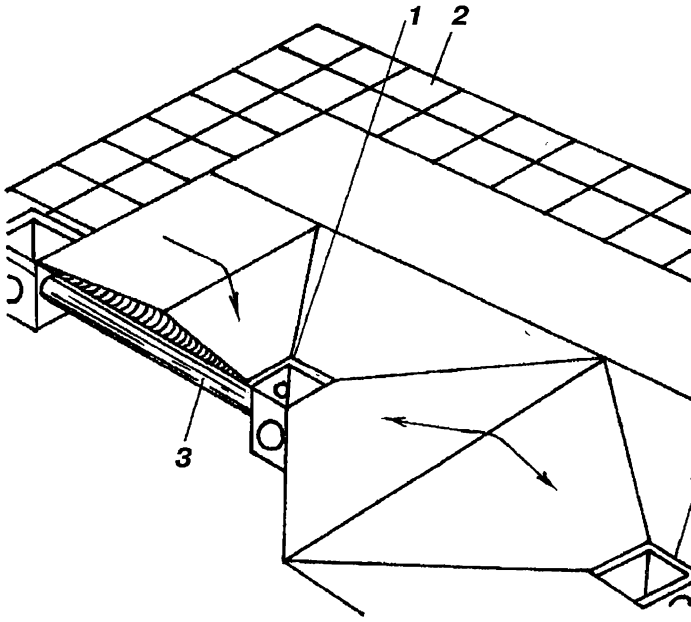


Рис. 1. Точечный дренаж:
1 — воронки; 2 — покрытие территории; 3 — дренажный трубопровод

Комплексная организация сбора атмосферной воды, стекающей по водосточным трубам, поможет увеличить срок службы фундаментов и предотвратит подтопление подвальных помещений. Ряд производителей выпускает весь комплекс оборудования для организации кровельного водостока и последующего отвода воды в ливневую канализацию. Впрочем, производители, которые занимаются только проблемами поверхностного наземного дренажа, также предусматривают возможность стыковки изготавливаемых ими водосборных устройств (дождеприемников, сливных водоотводов) непосредственно с кровельными водостоками. Таким образом, вся вода с кровли, минуя фундамент и отмостку здания, сразу же отправляется в систему ливневой канализации. Лучше всего, если система дренажа разрабатывает-

и уже на стадии проектирования здания. Это позволяет до того, как будет выполнена отмостка вокруг дома, оборудовать места для размещения дождеприемников под каждым крышным водостоком.

Преимущества этого метода сводятся в основном к экономии на покупке и устройстве одного элемента. Но при этом стоимость и сложность строительных работ довольно высока и, как следствие, только при высоком качестве строительно-дорожных работ возможен эффективный водоотвод. К сожалению, практика показывает, что выполнение уклонов конвертного типа довольно сложная задача. Со временем на поверхности дорожного покрытия образуются лужи и, соответственно, лужи на проезжей или пешеходной зоне, тем самым мешая нормальному водоотводу.

Линейный водоотвод

Он основывается на устройстве плоских уклонов поверхности к линии водоотвода. Система линейного дренажа осуществляет сбор поверхностных вод с кровель зданий (при помощи водоприемных воронок) и дорожных или газонных покрытий (при помощи водоприемных лотков). Линейный водоотвод по сравнению с точечным обладает целым рядом преимуществ:

одновременно принимает и отводит воду, что существенно сокращает длину подземного коллектора;

простота формирования плоских уклонов и монтажа каналов;

отсутствие угловых Т-образных и перекрестных соединений труб снижает до минимума возможность засорения системы;

отвод стоков происходит по кратчайшему пути;

малый объем земляных работ, отсутствие луж вследствие просадки грунта;

способность каналов к самоочищению и простота обслуживания системы;

возможность использования водоотвода для разделения площади водосбора.

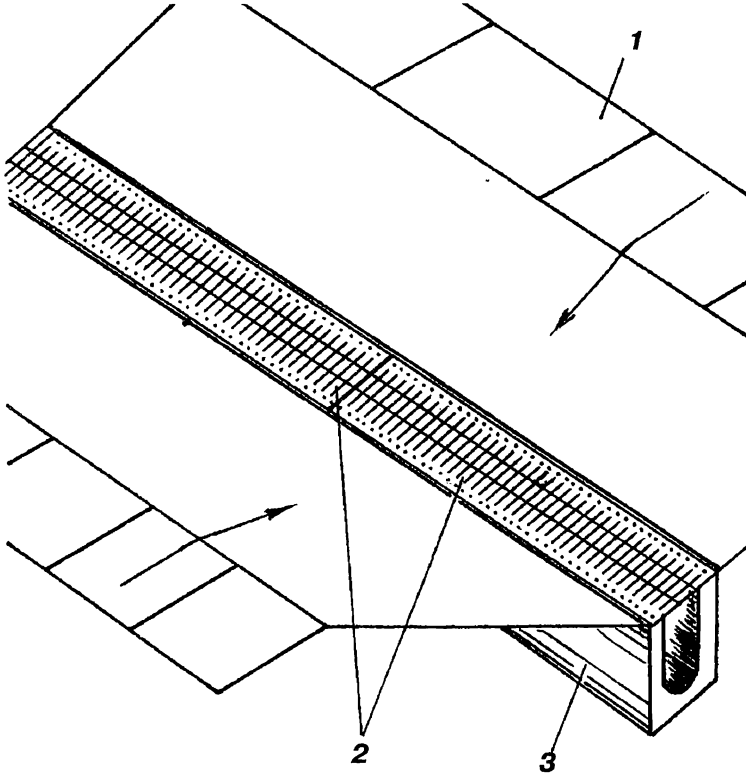


Рис. 2 Линейный дренаж:
1 — плиты покрытия территории; 2 — ливнеприемная решетка;
3 — ливнеотводной лоток

Линия водоотвода собирается из модульных каналов **(рис. 2)**. Линейный водоотвод даёт возможность отвода дождевой воды из водосточных труб, дворовых водоприёмных воронок, а также с поверхностей, имеющих неоднородный рельеф. Он прост в исполнении, поскольку минимизирует земляные работы, так как открытые сверху каналы укладываются на небольшой глубине, а благодаря специально запроектированным соединениям отдельных элементов системы их монтаж не создаёт проблем. Дополнительно линейные водоотводы используют на открытой территории, где нет ограничений бурения. Преимущест-

ном линейных водоотводов является большая продолжительность наклона, что приводит к тому, что они хорошо приспособлены к интенсивному движению транспорта.

В современной торговой сети системы линейного водоотвода предлагаются в классах нагрузок от А до Г, причем на участках возле дома применяются системы класса нагрузки А (1,5 тонны) **(рис. 3)**, предназначенные для пешеходных поверхностей и вело-

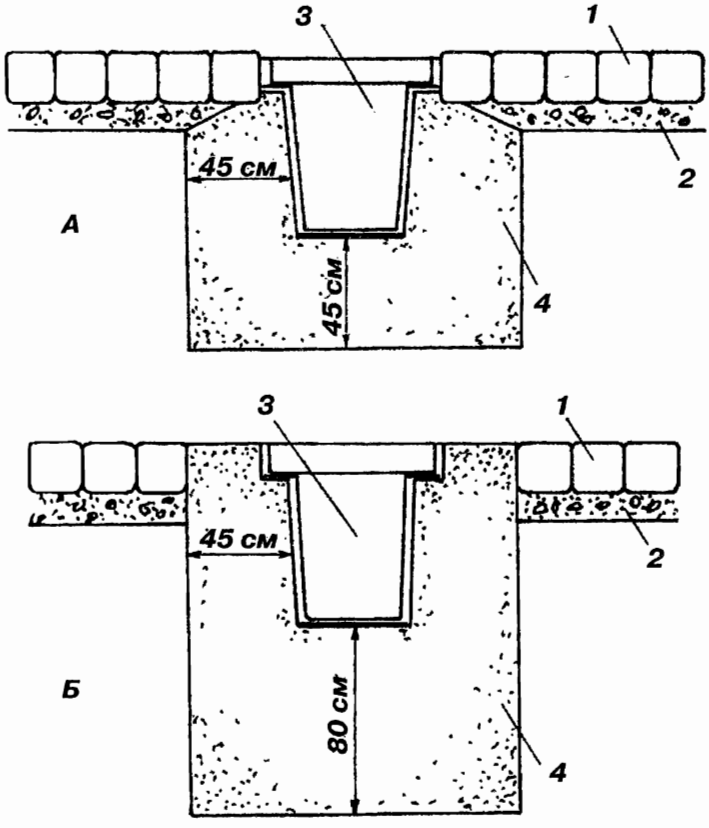


Рис. 3. Линейные водоотводы (А — при нагрузке до 1,5 тонны, Б — при нагрузке до 12,5 тонны): 1 — покрытие; 2 — песок, щебень; 3 — лоток; 4 — бетонная основа для лотка

сипедных дорожек, а также В (12,5 тонны), предназначенные для дорог, пешеходных трасс и стоянок легковых автомобилей. В систему линейного водоотвода могут входить бетонные, полимербетонные или пластиковые желоба, точечные приемники, пескоуловители и чугунные решетки **(рис. 4)**.

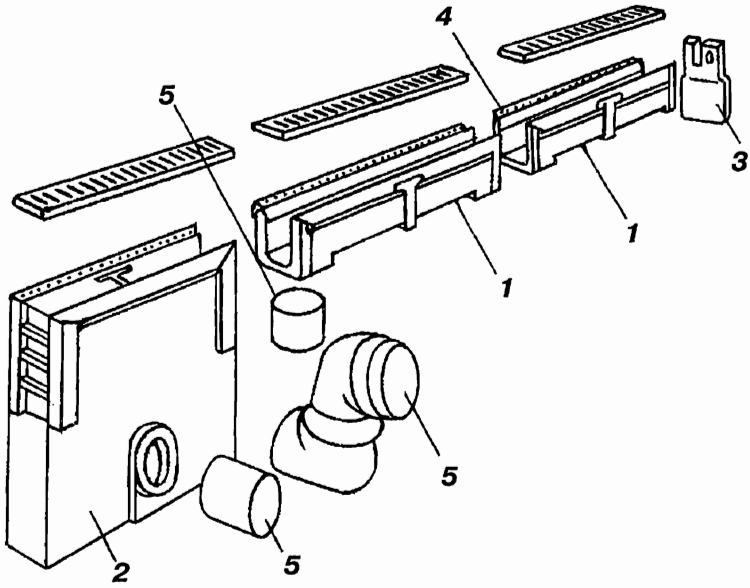


Рис. 4. Комплектующие системы линейного водоотвода: 1 — желоба увеличивающейся глубины; 2 — пескоуловитель; 3 — заглушка; 4 — чугунная решетка; 5 — фитинги для подключения желобов к пескоуловителю

Любое строительство начинается с проекта и устройство системы линейного водоотвода не исключение. Конечно, при устройстве дренажной системы небольшого участка проект в широком его понимании делать не обязательно, можно обойтись грамотно составленной схемой. Главные принципы построения линейного водоотвода показаны на **рис. 5**.

Геодезический план усадьбы (в масштабе 1:500) является основным исходным пунктом, от которого

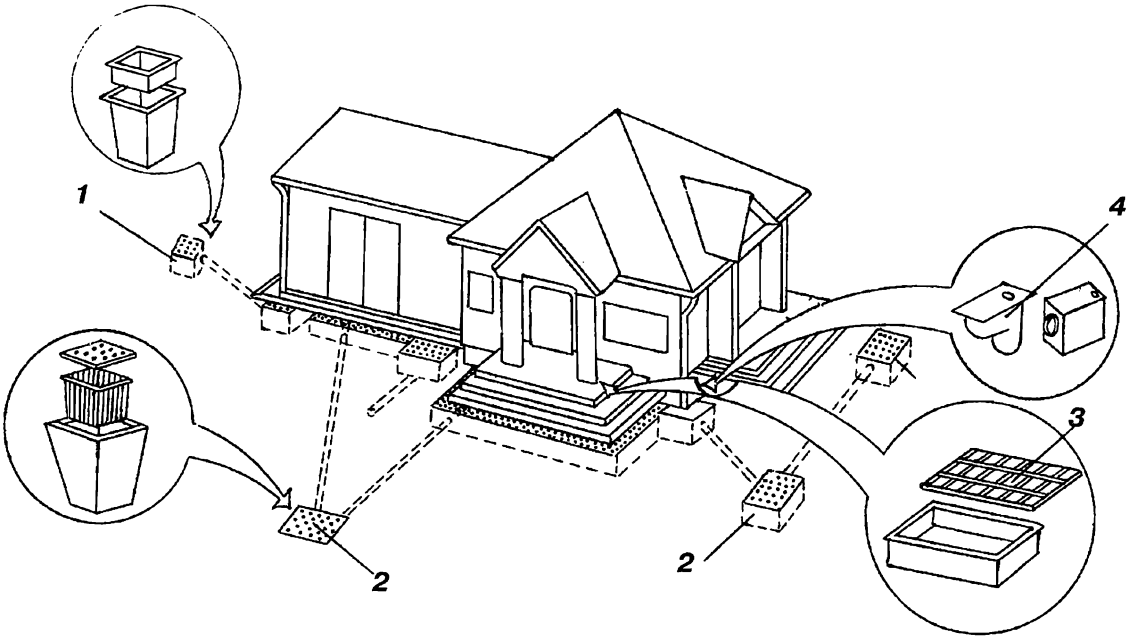


Рис. 5. Общая схема устройства линейного водоотвода дома:
1 — канализация; 2 — воронки водоотводов; 3 — половички с воронками (для грязи); 4 — дождеприемники

отталкиваются в самом начале проектирования. Он представляет собой карту с горизонтальными отметками, указанием границ участка, красной линии, контуров построек, трасс подземных коммуникаций и других данных, без которых невозможно начать строительство. Такой план готовят отделения главного архитектора города и бюро технической инвентаризации. Он является основой для разработки проекта горизонтальной и вертикальной планировки, определения параметров функциональных зон с учетом санитарных и противопожарных требований. Рельеф участка оказывает влияние на объемы планировочных и осушительных работ, на место размещения основных строений, на разбивку огородной и садовой частей участка. Если участок относительно ровный, то составить карту рельефа можно самостоятельно. Для этого на листе бумаги расчерчивают участок в масштабе, разбивают на равные квадраты и выносят эти квадраты в натуру, забив в соответствующих местах колышки. Высотные отметки в местах забивки колышков определяют нивелиром или гидравлическим уровнем и проставляют на плане. Соединив точки с одинаковыми высотными отметками, получают карту рельефа, по которой затем легко можно определить объемы срезки или подсыпки грунта. На участке со сложным рельефом эту работу лучше доверить специалистам.

На чертеже первым делом обозначают точку приема воды — дренажный колодец. Обычно колодец размещают в самом дальнем углу участка, подальше от дома, скважины и других сооружений. Конечно, если на участке есть природный или искусственный водоем, то всю дождевую воду можно будет отводить в этот водоем.

Вторым шагом построения проекта будет нанесение точек приема воды. Для этого нужно определиться с местом размещения желобов и дождеприемников. На плане в местах расположения водосточных труб обозначают установку дождеприемников. Лучше всего применять дождеприемники с отводом

вниз, так как в климатической зоне РФ дождеприемники с боковым отводом часто перемерзают, что приводит к разрыву водосточной системы.

Желоба обычно ставятся вдоль линии ворот, для того чтобы не пустить воду с улицы. Конечно, если уровень дороги намного выше дворового покрытия, то эту линию можно не планировать. Чаще всего линию желобов у ворот продлевают также на область калитки, если калитка находится далеко от ворот, то линию желобов тянуть не обязательно, можно эти две линии разделить и впоследствии отвести от них воду независимо друг от друга. Вторую линию наносят вдоль гаражных ворот, она будет препятствовать попаданию воды в гараж, а также улавливать воду, которая появляется при оттаивании машины в зимний период, при мойке машины в гараже и др. Для этого уклон пола в гараже должен быть сделан в сторону линии дренажных желобов. Обычно в этом месте воды не так уж и много и для экономии средств можно запланировать мелкие желоба. Но обязательно не забыть о нагрузке, которую должна выдержать решетка.

Если на участке есть бассейн, то вокруг него также следует предусмотреть установку лотков. Чаще всего возле бассейна устанавливают мелкие желоба с белой неусиленной решеткой. Решетка обязательно должна быть пластиковой, потому что металлическая при нагревании будет жечь в ноги. Не следует забывать про входы в дом, в частности на крыльце желательно установить придверный поддон с системой очистки обуви. Во-первых, он не пустит грязь в дом, а во-вторых, примет в себя всю дождевую воду, попадающую на крыльцо. Посредством канализационной трубы все, что попадает в поддон, также будет уходить в дренажный колодец.

После того как нанесены точки приема воды, нужно запроектировать канализационные трубы, которые соединят желоба и дождеприемники с дренажным колодцем. В принципе, размещение канализационных труб очень индивидуально для каждого участка, оно зависит: от уклонов, количества точек при-

ема, дальности их размещения относительно дренажного колодца.

Мы не будем останавливаться на проектировании дренажной канализации, так как это является темой следующего подраздела данной книги. Не следует забывать о том, что в местах, где трубы переходят в магистральную трубу (обязательно большего диаметра), нужно проектировать ревизионные колодцы, которые дадут возможность почистить канализацию в случае ее засорения. Эти колодцы размером 300х300 мм, чаще всего изготавливаются из пластика, в высоту они наращиваются при помощи удлинителей, таким образом можно получить нужную глубину.

Преимуществом линейных водоотводов является, прежде всего, быстрый и точный монтаж, отсутствие большого количества траншей, простое формирование уклонов, возможность только одного подсоединения к ливневой канализации, простота очистки и ухода. А широкий ассортимент каналов, водоприемных решеток и комплектующих изделий-пескоуловителей, дождеприемников, выводных патрубков, заглушек позволяет в каждом индивидуальном случае найти технически и экономически оптимальное решение.

Кроме того, к достоинствам линейных водоотводов можно отнести, во-первых, простоту устройства плоских уклонов покрытия дороги. Благодаря этому не страдает качество дорожного покрытия даже по прошествии времени. Второе достоинство линейного метода водоотвода заключается в возможности рационального устройства системы водоотвода. То есть, линия дренажных каналов может быть расположена с учетом рельефа поверхности водоотвода и плана здания или комплекса зданий. И в-третьих, линейный водоотвод уменьшает протяженность сети канализационных труб. Благодаря этому уменьшается вероятность их засорения. И как следствие, необходимость работ по ремонту и прочистке труб ливневой канализации сводится к нулю.

ПОДЗЕМНЫЕ ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ

Только при условии песчаной хорошо дренирующей почвы, когда вода совсем не задерживается, можно обойтись поверхностным дренажем. Но участок в этом случае должен быть расположен на высоком месте и, кроме того, уровень грунтовых вод должен быть ниже 1,5 метра.

Пластовой (подземный) дренаж в основном используется для защиты подземных частей дома, возводимых на слабопроницаемых грунтах — глинистых и суглинистых. Подземный дренаж применяется для понижения уровня грунтовых вод. Предназначен он для отвода воды на глубине от 1 до 8 м.

При закладке фундамента любого строения нарушается естественная геология местности. В связи с этим грунт у фундамента здания имеет меньшую плотность и собирает большее количество грунтовых и ливневых вод, в результате чего возникает вероятность подтапливания и разрушения фундамента здания. Даже на небольшой глубине фундамент будет страдать от воздействия грунтовых вод. Подземная часть фундамента испытывает постоянное давление воды, особенно зимой, а также весной при таянии снега и осенью в периоды затяжных дождей. Тангенциальные и нормальные составляющие сил давления воды на фундамент приводят к его выталкиванию и смещению. Это, в конечном итоге, приводит не только к трещинам и смещениям в фундаменте и деформации всего здания, но и к коррозийному разрушению строительных конструкций агрессивными компонентами грунтовых вод. В состав грунтовых вод входят коррозийные компоненты. Они способны в короткий срок разрушить все, что встретится на их пути. Внутренняя или наружная изоляция, способная в таких ситуациях защитить подземные конструкции, может обойтись очень дорого. Без дренажа срок службы фундамента значительно снизится, тогда как при устройстве надлежащей дренажной системы бетон фундамента с годами будет только крепче.

Подземный дренаж необходим в тех случаях, когда участок или постройка расположены в низине, заболочены, находятся вблизи естественных водоемов, а также, если предполагается эксплуатация пространства под домом (эксплуатируемый подвал, цокольный этаж, подземный гараж и т.п.).

Выполняют подземный дренаж в виде так называемой фильтрующей постели, которую укладывают в основании защищаемого сооружения непосредственно на водоносный грунт, и делают это одновременно со строительством здания. Данный вид дренажа полностью защищает постройку не только от подтопления грунтовыми водами, но и от увлажнения капиллярной влагой. На глинистых и суглинистых почвах траншейный дренаж располагается на расстоянии 1,5-3 метров от стены **(рис. 6)**. В этом случае между дренажной траншеей и домом будет слой гли-

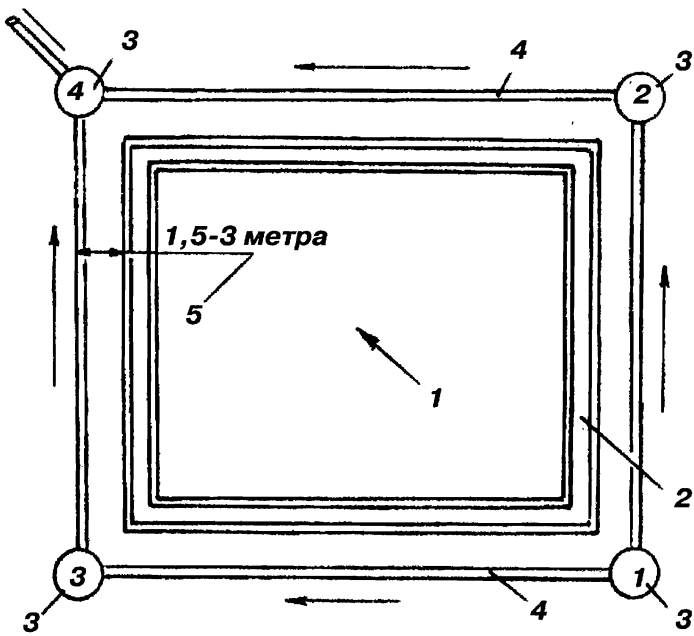


Рис. 6. Схема дренажа вокруг здания:
1 — здание; 2 — отмостка; 3 — узловые воронки дренажа; 4 — дренажные канавы; 5 — интервал от отмостки (стены)

ны, дополнительно препятствующий проникновению воды к стене (глиняный замок). Кроме того, при заложении дрены на 0,5 метра глубже нижней точки фундамента, даже в случае существования плиты фундамента, на него и снизу не будет оказываться давление воды. Такое относительно недорогое, но очень эффективное решение позволит надежно защитить фундамент от давления воды и избавиться от воды в подвальном помещении. Траншейный дренаж эффективен при отсутствии цокольного этажа. При наличии цокольного этажа обратная засыпка котлована грунтом или песком приводит к тому, что между фундаментом и материнской породой находится рыхлый грунт, куда может поступать вода верховодки даже при наличии глиняного замка из глины материнской породы. При наличии цокольного этажа применяется пристенный дренаж.

Пристенный дренаж применяют в тех случаях, когда водоупорный слой залегает неглубоко от поверхности и основание защищаемого сооружения находится непосредственно на нем. Пристенный дренаж собирает и отводит воду, которая вплотную подходит к фундаментным стенам здания, ограничивает уровень поднятия воды выше линии расположения дренажных труб и предотвращает затопление подвальных помещений. Чтобы добиться этого, дрены с фильтрующей отсыпкой помещают по периметру постройки с наружной стороны фундамента на расстоянии не менее 0,7 м от плоскости стены и заглубляют ниже подошвы дома. Глубина заложения пристенного дренажа по отношению к полу подвала составляет 0,5-1 м. Но чаще всего используют комбинацию пластового и пристенного дренажа. В этом случае пластовый дренаж соединяют с пристенным с помощью труб или специальных фильтрующих материалов.

Как и пластовый, пристенный дренаж выполняют на стадии сооружения фундамента. Если же решение об устройстве дренажной системы возникло уже через некоторое время после возведения дома, имеет

смысл использовать траншейный кольцевой вариант. Тогда дренажный контур располагают на расстоянии 1,5-3 м от стен по всему периметру защищаемого здания. Глубина понижения уровня грунтовых вод в этом случае зависит от степени заглубления дренажных труб. Различают два типа такого дренажа — совершенный и несовершенный. Второй ничем не хуже первого, просто горизонтальный трубчатый дренаж совершенного типа полностью прорезает водоносный горизонт и доходит до водоупорного слоя, а несовершенного — лишь частично.

Проводя вертикальную планировку участка, следует создать уклоны от дома в сторону прилегающих территорий, сточных канав или дорог. Капающая с крыш вода и тающий снег будут стекать по отмостке, плотно примыкающей к дому, а также по специальным углублениям вдоль дорожек устройства в эти прорытые канавы. Если грунт на участке хорошо водопроницаем, то вода легко будет уходить в нижние грунтовые слои или ее можно будет отводить с участка в общую дренажную канаву за пределами территории. К сожалению, этот дешевый способ устройства дренажа не всегда является эстетически привлекательным и может создать неудобства обитателям усадьбы. Для обеспечения нормального внешнего вида и удобства эксплуатации применяют дренажные лотки или закрытую дренажную систему.

Если участок более-менее ровный и не сильно переувлажнен, можно обойтись простейшей дренажной системой. Чтобы края не обваливались, канаву рекомендуется заполнить щебнем или керамзитом. А делают канаву таким образом. Вдоль забора в самом низком месте участка, которое, как правило, не используют под посадки, выкапывают канаву длиной 2-3 м, шириной 50 см и глубиной не менее 1 м. В неё, в течение строительного сезона складывают как можно плотнее, плохо утилизируемые строительные отходы — кирпичный бой, бой стекла, камни и др. После заполнения канавы до нижнего уровня плодородного слоя, ее засыпают и начинают копать

следующую, таких же размеров. Так во время строительства по периметру участка или его части создается простейшая дренажная система. А вынутый из ям грунт можно использовать для подсыпки низинных мест. Такая система достаточно эффективна, но со временем проницаемость засыпки значительно снижается за счет заиливания мелкими частицами. Геотекстильное полотно, если им выложить полностью канаву и внахлест уложить на засыпку, фильтрует тонкодисперсный поток, и площадь фильтрации дрены, а также ее водопроницаемость сохраняются в течение гораздо большего времени. Практика показывает, что поверхностный линейный водоотвод хорошо справляется с атмосферными осадками, но не снижает уровень грунтовых вод.

Намного труднее осушить ровный и сильно увлажненный участок без достаточно полного водостока в уличный кювет. Для борьбы с "высокой" водой обычно используются системы **подземного (глубинного) дренажа**, который обеспечит эффективное понижение уровня грунтовых и ливневых вод **(рис. 7)**. В этом случае надо до освоения участка создавать целую дренажную систему из отдельных дрен, выполненных из керамических, асбоцементных или пластиковых труб диаметром 50-150 мм, имеющих перфорацию, то есть многочисленные дырочки. В качестве дрен можно использовать кирпичный бой, камни или другие подсобные материалы. Конструктивное исполнение дрен может быть любым, главное, чтобы по ним беспрепятственно проходила вода.

Для укладки дрен выкапывают траншею глубиной не более 1 м с уклоном до 3-5° в сторону водосборника. Дно траншеи желательно выложить мятой глиной, утрамбовать и загладить, сделав его в виде лотка. Глубина траншей и, соответственно, залегания дрен зависит от типа почв, уровня грунтовых вод и от того, что будет расти на осушаемой территории. Для минеральных почв оптимальная глубина траншей — от 60-80 до 120-150 см. Следует учитывать, что уровень грунтовых вод в 60-80 см вполне допустим для газо-

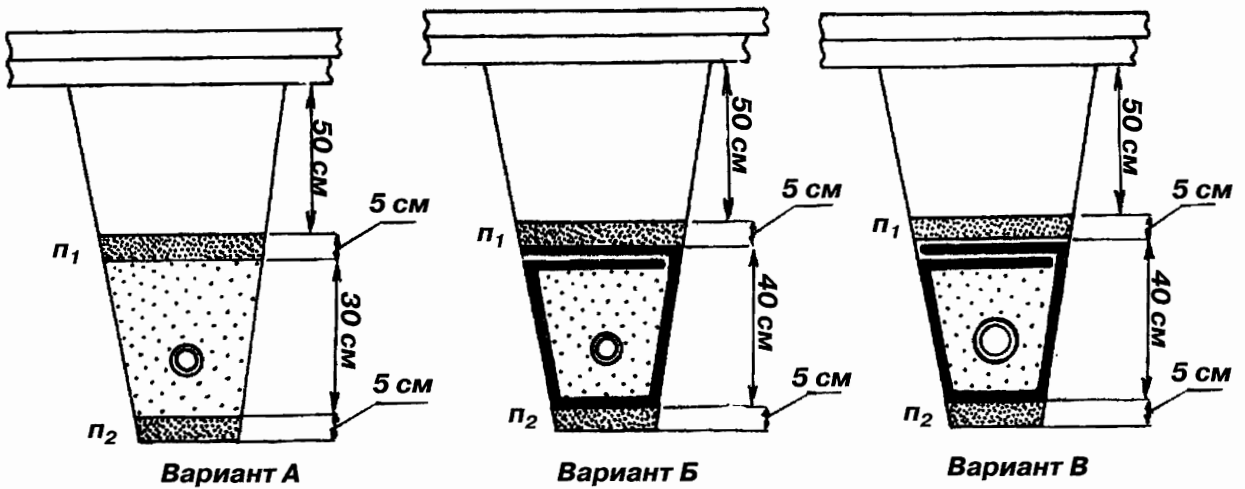


Рис. 7. Варианты заглубленного дренажа:

А — "Стандарт": средняя глубина траншеи 1 м; труба ПНД D = 110 мм; обмотка трубы геотекстиль; 2 слоя песка по 5 см ($П_1$ и $П_2$); слой гравия 30 см; обратная засыпка грунтом;

Б — "Стандарт +": средняя глубина траншеи 1 м; труба ПНД D = 110 мм; труба двухслойная двустеночная; 2 слоя песка по 5 см ($П_1$ и $П_2$); слой гравия 40 см; весь гравий в геотекстиле; обратная засыпка грунтом;

В — "Эксклюзив": средняя глубина траншеи 1 м; труба ПНД D = 110 мм; обмотка трубы геотекстиль; 2 слоя песка по 5 см ($П_1$ и $П_2$); слой гравия 40 см; весь гравий в геотекстиле; обратная засыпка грунтом

нов и цветников, около 90 см — для лесных деревьев, 120-150 см — для плодовых деревьев. При осушении грунтовые воды установятся на уровне примерно 0,7-0,9 глубины залегания дрены. Как считают специалисты, для свободного развития яблони эта глубина должна составлять 2-2,5 м, вишни и сливы — 1,5-2 м, ягодных кустарников (смородины, крыжовника, малины) — 1-1,5 м. В торфяных почвах все траншеи должны быть чуть глубже — 100-160 см, так как торф непрерывно "садится" в течение всей своей "жизни". Это обусловлено тремя причинами: оседает поверхность над дреной; оседает слой под дреной; торф разлагается на вещества, которые переходят в водорастворимое состояние и вымываются.

Глубина залегания дрен определяется с учетом еще одного фактора — расположения водоупора. Так называют пласт водонепроницаемых пород, ограничивающих водоносный горизонт. Если водоупор расположен близко к поверхности земли (например, на глубине 70 см), то дрену укладывают на глубину не больше этого расстояния. Вода будет прибывать к ней только сбоку и сверху. К дрене же, которая лежит внутри водоносного горизонта, вода поступает со всех сторон — конечно, если перфорации имеются по всей окружности трубы.

Дрены из обычных гончарных (керамических) труб укладывают с зазором между ними 15 мм, так как они выпускаются длиной не более пятидесяти сантиметров и не имеют перфорации. В асбоцементных трубах в верхней их половине делают пропилы шириной 10 мм и на глубину около 1/3 диаметра с расстоянием между ними 100-150 мм. Места стыков труб лучше обернуть каким либо нетканым материалом, чтобы оставленный 15-миллиметровый зазор впоследствии не забился грунтом. Обернутую в фильтр дрену засыпают щебнем примерно на 1/3-1/4 глубины траншеи. Сейчас для засыпки берут щебень средней фракции (около 20 — 40 мм), тогда как теоретически грамотнее делать так: первый слой — щебень крупной фракции (40-70 мм), второй слой — фракции

средней, третий — мелкой (менее 20 мм). Обычно толщина верхней засыпки составляет около 40 см. Минимальный слой, способный обеспечить оптимальный режим проникновения воды в дрену, — 20 см. Поверх щебня прокладывают слой геотекстиля для предотвращения смешивания щебня и расположенных выше сыпучих материалов — песка (слой толщиной 5-10 см) и плодородного грунта (15-20 см). Чтобы система работала надежнее, объемно-щебеночный фильтр иногда тоже помещают в защитный кожух из геотекстильной ткани. Такие расходы часто оправданы, если сравнивать их с затратами на уход за системой. Иногда саму трубу в этом случае не оборачивают геотекстилем, однако такая система будет быстрее засоряться и вероятность образования илистых пробок в ней будет достаточно высокой.

Дрены сводят в единый коллектор, откуда поток воды направляется из дренажной системы в кювет, водоем или дренажный колодец. Шаг расположения дрен зависит от типа грунта. На тяжелых грунтах, глинистых и суглинистых, дрены располагают чаще: на расстоянии от 4-5 до 12-15 м друг от друга. На легких грунтах, супесчаных и песчаных, — реже, через 20-30 м. В среднем же считается, что дрена длиной 1 м осушает участок площадью 10-20 м^2. Для осушения спортивных и детских площадок промежуток между дренами сокращают вдвое. Нельзя сажать деревья ближе чем на расстоянии 2 м справа и слева от дрены. Кусты (например, сирень) рекомендуют сажать, выдерживая дистанцию в 1 м.

Одна из проверенных практикой технологий монтажа дренажной системы заключается в следующем. Дно траншеи утрамбовывается и выравнивается сухой смесью известковой щебенки и крупного песка (толщина слоя 50 мм). Далее укладываются дренажные трубы. Минимальный уклон дрены по строительным нормам составляет 2 мм на 1 погонный метр (в глинистых грунтах) и 3 мм на 1 погонный метр (в песчаных грунтах). Практически же для хорошего стока воды берут уклон 5-10 мм на 1 погонный метр.

Чтобы влага легче проникала в трубы, их обсыпают водопроницаемыми материалами. Обсыпка производится послойно. Ближе всего к дрене располагается промытый щебень или гравий с размером зерен не более 16 мм. Толщина обсыпок колеблется в среднем от 100 до 300 мм (чем менее водопроницаем окружающий грунт, тем толще засыпка). Сверху навалывают вынутый ранее естественный слой земли. Дренаж можно сооружать в любое время года, в том числе зимой, просто зимой затраты будут в полтора-два раза больше.

Дренажные системы из ПВХ находят применение во всех сферах строительства, где речь идет об урегулировании водного баланса, понижении влажности грунтов и отводе чрезмерного количества прибывающих вод. Полиэтилен инертен практически к любому агрессивному воздействию, что позволяет применять трубы в зонах действия газовой коррозии, разрушающей защитный слой бетона и арматурную сталь в течение 3-5 лет. Трубы с полиэтиленовой обмицовкой увеличивают срок эксплуатации водовода в таких экстремальных условиях как минимум до 50 лет, что почти в 10 раз превосходит срок службы конструкций без антикоррозионной защиты.

Такие системы предназначены для строительства горизонтальных дренажей в разнообразных географических и гидрогеологических условиях. Пример дренажной системы из ПВХ-труб приведен на **рис. 8**. Для этого в современной торговле имеются гофрированные перфорированные трубы ПВХ номинальным диаметром dn = 50, 65, 80, 100, 125, 160 и 200 мм, гофрированные перфорированные трубы ПВХ с фильтром из волокон ПП или кокосового волокна номинальным диаметром dn = 50, 65, 80, 100, 125, 160 и 200 мм, трубы ПВХ неперфорированные, гладкие стенки (присоединения ПВХ), система монтажных фасонных частей (отводы прямые (90°) и угловые (45°), тройники, соединения, заглушки, редукции, элементы присоединения). Фасонные части и трубы соединяются специальными креплениями. Соедине-

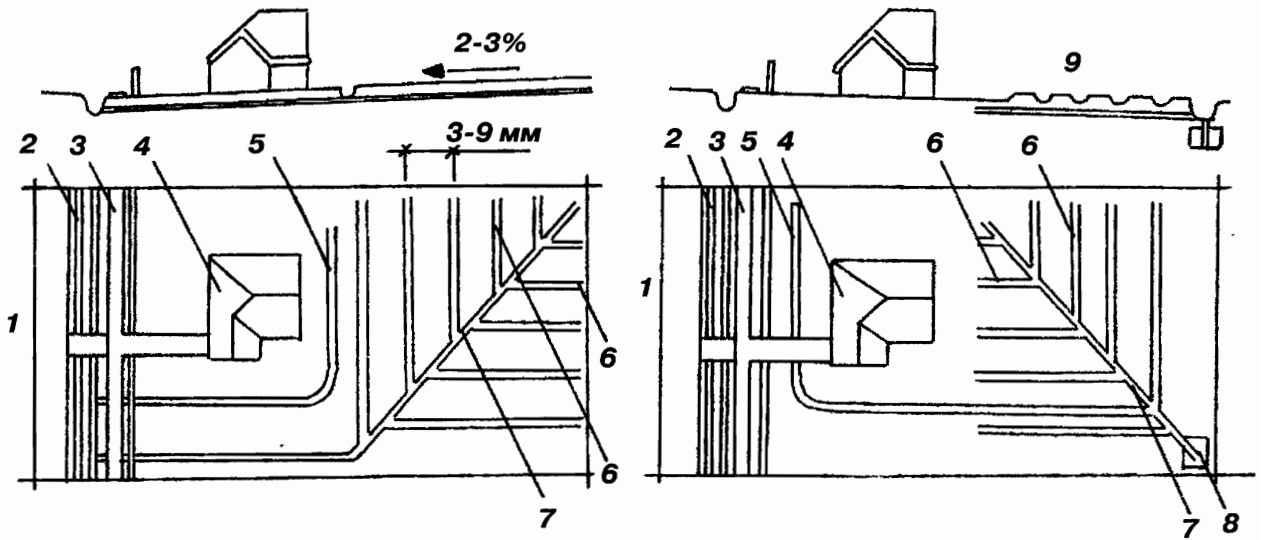


Рис. 8. Схема размещения дренажных труб:
1 — дорога; 2 — кювет; 3 — тротуар; 4 — дом; 5 — водоотводная канава; 6 — дрены; 7 — коллектор; 8 — водосборник; 9 — грядки

ния такого типа достаточно просто и быстро монтировать.

Гофрированные перфорированные трубы из ПВХ могут иметь различные размеры отверстий перфорации. Отверстия размещены равномерно по окружности трубы и имеют значительную суммарную площадь, порядка 1200-4600 мм^2 на 1 погонный метр трубы (в дренажах из керамических труб поверхность отверстий составляет 300-700 мм^2/п.м в зависимости от диаметра трубы). Благодаря этому сопротивление прохождения воды через отверстия перфорации значительно меньше, а эффективность водоотвода больше. Поверхность отверстий перфорации дренажных труб приведена в **таблице 1**.

Таблица 1

Поверхность отверстий перфорации дренажных труб

Номинальный диаметр трубы, мм	Номинальная поверхность отверстий шириной, см^2/п.м трубы	
	0,8 мм	1,2 мм
50	18,14	25,92
65	17,06	25,60
80	14,90	22,40
100	13,82	20,74
125	-	25,49
160	-	29,16
200	-	28,51

В последнее время дренажные трубы часто используют уже с геотекстилем, обернутым вокруг трубы, что предотвращает засорение самой трубы и отверстий перфорации. Дрены с геотекстильным фильтром монтируют на песчаных, супесчаных и торфяных почвах. Модели с фильтром из кокосового волокна укладывают в суглинках и глинах. Срок службы полимерных дренажных труб больше 50 лет. Полимерные дрены поставляются в бухтах по 50 и100 м дли-

ной, при этом масса 50-метровой — всего около 25 кг. Для соединения труб между собой служат специальные муфты и фасонные изделия. Использование геотекстильного полотна в дренажных системах настолько важно, что следует остановиться на этом вопросе подробнее.

Геотекстиль — это нетканый холст, изготовленный из полиэфирных волокон. Геосинтетические материалы на базе геотекстиля уже более 20 лет используются для разделения балластного слоя и основной площадки земляного полотна. Опыт показывает, что эти материалы наиболее эффективно использовать в качестве дренирующего разделительного слоя на полотне из грунтов определенных видов. На российском рынке этот уникальный материал представлен в виде продукции нескольких изготовителей, поэтому его название может быть разным (дорнит, Typar^{R}, РУНО и др.). Но, несмотря на название, свойства его практически неизменны.

Геотекстильное полотно состоит из бесконечных полипропиленовых волокон, получаемых иглопробивным способом, благодаря чему структура этого материала гарантирует хорошие прочностные и эксплуатационные качества. Геотекстиль — изотропный материал, его свойства одинаковы во всех направлениях, так как он изготавливается с высоким уровнем однородности. Среди уникальных свойств геотекстиля можно назвать:

— высокий модуль упругости, позволяющий воспринимать большие нагрузки и осуществлять функцию армирования при относительно малых деформациях;

— существенное удлинение при разрыве (в зависимости от плотности материала — до 45%), то есть местные повреждения не приводят к разрушению материала, и он не теряет своих функций;

— универсальная фильтрующая способность, обусловленная специфической структурой материала, которая исключает внедрение частиц грунта в поры и их засорение. Тем самым обеспечивается ус-

ойчивость фильтрующего качества под давлением рунта и в условиях сильной вибрации;

— высокая сопротивляемость раздиру и прокалыванию, что особенно ценно при укладке;

— стойкость к ультрафиолетовому излучению, экологическая чистота, отсутствие выделения побочных продуктов;

— материал не прорастает сорняками, не повреждается грызунами, устойчив к природным, кислотным и щелочным воздействиям.

Если геотекстиль применяется в качестве разделительного слоя между песком, гравием и другими частицами, то он предотвращает их смешивание. Кроме того, геотекстиль применяют как фильтрующий слой при устройстве дренажных систем и для обмотки дренажных труб, в качестве корнепрерывающего слоя. Геотекстильное полтно защитит гидроизоляцию от механических повреждений. Нетканый геотекстиль химически инертен к щелочам и кислотам, устойчив к агрессивным биологическим воздействиям. Геотекстиль не впитывает воду. При использовании и хранении в сырых условиях вес рулонов остается неизменным и физические параметры рулонов не изменяются.

Наличие избыточной влаги в почве значительно снижает один из главных показателей несущей способности грунтов — сопротивление на сдвиг. В этом случае для удаления воды применяют водоотводные системы. Любая такая система должна быть надежно защищена фильтром от засорения. Благодаря тому, что геотекстильное полотно обладает высокими фильтрующими способностями и при этом не заиливается, оно широко используется в качестве фильтрующего материала. В некоторых случаях дренажные трубы не устанавливают, а используют в качестве дрен щебень крупной фракции, вокруг которого располагают слой гетекстиля. Такая технология называется **технологией мягкого дренажа**. Стандартные водоотводные системы в качестве фильтра используют специально отсортированные зернистые мате-

риалы. К сожалению, такие материалы часто сами являются одновременно и путем для движения избыточной воды, поэтому такое конструктивное решение не может считаться лучшим. Кроме того, специально отсортированные зернистые материалы дорогие, и при укладке требуют постоянного компетентного контроля.

Дренажные композиты обычно состоят из двух различных компонентов: трехмерного полимерного основания, выступающего в роли проводника влаги и геотекстильного фильтра. Последний пропускает воду в полимерное основание, предотвращая при этом намывание внутрь почвы. Геотекстиль позволяет осуществлять фильтрацию почвы и ее дренаж как два совершенно отдельных процесса. Именно использование геотекстиля позволяет продуктивно отфильтровывать избыточную воду, которая, в свою очередь, попадает в дренаж. При этом каждый конструкционный слой работает исправно. Структура материала исключает внедрение частиц грунта в поры и их засорение. Преимуществами использования геотекстиля в дренажных системах являются:

— существенное снижение строительных и эксплуатационных затрат;

— снижение объема разрабатываемого грунта, и, как следствие, затрат на эксплуатацию и обслуживание строительной техники;

— материал легко укладывается в горизонтальных и вертикальных конструкциях и не требует специальных механизмов при монтаже.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

Дренажная система требует точного и тщательного расчета, который лучше всего доверить профессионалам. Следует помнить, что дренажная система не должна подвергаться сильному давлению, например, со стороны автотранспорта. При постоянном прохождении машин над вашим дренажом необходи-

мо строительство дорожного покрытия. При разработке плана дренажа нужно обратить внимание на состав почвы, ландшафт участка, уровень залегания грунтовых вод. На небольших земельных территориях план не обязателен. В этом случае достаточно следовать рекомендациям по установке дренажной системы. Строительство дренажа должно производиться с учетом следующих параметров — угла уклона и диаметра дренажных канав, глубины их расположения и отдаленности друг от друга. Также требуется определить, где будут установлены смотровые колодцы и устье дренажной системы.

Оптимальная глубина залегания дренажной системы просчитывается специалистами в соответствии с конкретными гидрогеологическими условиями и зависимости от индивидуальных особенностей объекта. Глубина дренажа представляет собой расстояние от поверхности земли до дна дренажного трубопровода и должна быть больше глубины замерзания грунта, чтобы проточная вода не замерзала в трубах. Глубину промерзания грунта в основных районах страны можно определить по норме СНиП.

В дренаже сельскохозяйственных угодий глубина укладки труб зависит от вида выращиваемых растений, свойств и расслоения глубинного профиля, условий нахождения в воде, склонов и структуры территории.

Средняя глубина дренажа составляет:

80-110 см — для пашен, овощных, плантаций фруктовых кустов, посадки деревьев;

70-90 см — для лугов и выпасов;

110-150 см — для садов и плантаций хмеля.

Допускается локальное уменьшение глубины дренажа при использовании искусственных стоков, переходов через территориальные низины и др. В то же время заложение труб не может быть менее 70 см (на возвышенных территориях 60 см), учитывая возможность повреждения трубопроводов тяжелыми машинами во время возделывания почвы или сбора урожая. На территориях, где планируется проведение

глубоких агромелиоративных работ (например, пашня с углублением), глубина дренажа должна превышать глубину запланированных работ на 30-40 см.

Максимально допустимая глубина укладки труб определяется возможностью высушивания грунта и не должна превышать:

100 см — на малой глубине

130 см — на средней глубине

150 см — на большой глубине

При водопонижении инженерных объектов с заложением дренажных трубопроводов решающим требованием является понижение уровня грунтовой воды, который устанавливается таким образом, чтобы уровень капиллярного впитывания был ниже уровня подземных частей строений.

В практике принято, что уровень грунтовой воды должен находиться ниже уровня строения на величину:

0,3-1,0 м (в среднем 0,5 м) в песчаных грунтах,

0,6-2,3 м (в среднем 1,0 м) в суглинке и глиняных грунтах.

При устройстве водопонижения края дорожного полотна должны быть выше уровня грунтовой воды на:

0,9 м в невысаженных грунтах,

1,2 м в сомнительных грунтах,

1,5 м в высаженных грунтах.

Степень капиллярного впитывания можно уменьшить, используя разделительные слои щебня.

На незастроенных территориях, занятых под парки, зеленые территории и др. глубина уровня воды не должна превышать 1-1,5 м ниже поверхности территории.

Глубинный водоотвод может быть горизонтальным и вертикальным. Выбор дренажной системы зависит от количества воды, которое необходимо удалять с участка. Для этого необходимо знать:

объем притока и уровни грунтовых вод;

тип грунта;

влагонасыщенность и коэффициенты фильтрации грунта по периодам года.

Для эффективности дренажной системы необходимо обеспечить организованный отвод воды с кровли. Для быстрой сушки земли после дождя и весной надо установить ливневый колодец с фильтрующей крышкой, соединенный с системой ливневой или обычной канализации. Колодцы, сделанные из бетонных колец диаметром 100 или даже 70 см, удобно чистить. Во время чистки в них спускается человек и вынимает весь скопившийся ил. Сверху все колодцы обязательно закрывают крышками.

Для отведения избытка влаги следует обеспечить максимальный приток воды к дренажному трубопроводу. Количество поступающей в трубопровод воды зависит от водопроницаемости грунта. С этой целью дренажный трубопровод обсыпается фильтрационными наполнителями (щебнем, галькой, гравием и т.д.) или выкладывается фильтрационным материалом. Дренируемая вода отводится самотеком (за счет уклона) или принудительно (дренажным насосом) в уличный кювет, овраг, декоративный водоем или колодец (емкость), в ливневую канализацию и т.д.

Горизонтальный дренаж состоит из водоотводных и водосборных каналов и коллектора, из которого вода направляется в водоприемник. Как правило, система горизонтального дренажа делается открытой.

Вертикальный дренаж представляет собой комплекс сооружений, понижающих уровень грунтовых вод. Данная система включает в себя водозаборные скважины, гидромеханическое оборудование (насосы и пр.), а также наземный комплекс измерительных и контрольных аппаратов. Конструкция системы вертикального дренажа зависит от водного режима почвы.

Для небольших зданий (площадью до 400 кв.м) пропускная способность дренажных сетей определяется весьма редко. Дренажная сеть для отведения воды от фундаментов обычно устраивается из труб с внутренним диаметром 100 мм. Дренажные трубы являются частью дренажной системы. Обсыпка труб

и устройство дренирующего слоя столь же важны элементы системы. Достижение надежных результатов может быть обеспечено только при правильном выполнении всего комплекса работ по созданию дренажной системы.

Тонкие гофрированные из поливинилхлорида (ПВХ), и другие однослойные трубы не рекомендуются для применения в дренажных системах вокруг зданий и сооружений из-за недостаточной устойчивости к внешним нагрузкам.

Для облегчения работы дренажные трубы и трубы ливневой канализации следует прокладывать параллельно, в одной траншее. При этом верх трубы в самой высокой точке должен быть ниже уровня подошвы фундамента. Дренажные трубы укладывают в слой щебня, который хорошо пропускает воду.

Для обратной засыпки траншеи обычно используется взятая при рытье траншеи земля, из которой предварительно выбирают все камни. Вдоль стены фундамента водопропускающий слой щебня должен подниматься до самой поверхности земли. Если в здании есть помещения ниже уровня земли, следует предусмотреть гидроизоляцию на внешней стенке фундамента. Регулируя структуру поверхностного слоя почвы, находящейся в непосредственной близости к фундаменту, можно снизить поглощающие характеристики данного участка почвы. Поверхностный слой почвы и расположенный под ней утрамбованный слой земли или полиэтиленовую пленку укладывают с уклоном минимум 1:50 в направлении от дома.

Для обеспечения эффективной работы дренажной системы следует тщательно соблюдать:

— выбор диаметра труб;

— расположение и уклон труб;

— соединение элементов системы;

— обсыпку труб, устройство дренирующего слоя.

Диаметр труб и расстояние между ними, выдерживаемое при укладке, определяются количеством воды, которое требуется отводить в единицу времени.

Вода в дренах движется достаточно медленно, но все-таки с такой скоростью, что в ней оказываются мелкие частицы (пылеватые, иловатые и более мелкие), которые проникают сквозь фильтры и щели в дрене. Наносы всегда присутствуют в трубах, даже, несмотря на то, что вода перед попаданием в дрену проходит через три-четыре различных фильтра. Это, безусловно, относится к недостаткам дренажных систем. Чтобы освободить систему от наносов, устраивают колодцы с отстойниками, перед которыми устанавливают песколовки. Песколовка представляет собой устройство для выделения из сточных вод механических примесей минерального происхождения (главным образом песка). При попадании воды в песколовку скорость ее движения падает и взвешенные частицы оседают на дне. Работа песколовок основана на использовании гравитационных сил. Рассчитываются песколовки таким образом, чтобы в них выпадали тяжелые минеральные частицы, но не выпадал легкий осадок органического происхождения. По характеру движения воды песколовки разделяются на горизонтальные — с круговым или прямолинейным движением воды, вертикальные — с движением воды снизу вверх и песколовки с винтовым движением воды. Конструкцию песколовок выбирают в зависимости от количества сточных вод, концентрации загрязнений. Наиболее часто используют горизонтальные песколовки. Они представляют собой лоток, состоящий из одной или нескольких секций шириной от 0,8 до 8 м, глубиной до 1,2 м. Длина (в метрах) проточной части песколовки равна:

$$L=HV_{max}/V$$

где V_{max} — скорость потока при максимальном расходе сточных вод (не более 0,3 м/с),

H — глубина проточной части песколовки, м,

V — средняя скорость осаждения частиц песка заданной крупности, которые должны быть выделены в песколовке, м/с.

Определяемая по формуле длина песколовки яв-

ляется рабочей. Для создания равномерных скоростей в песколовке вход в нее выполняют в виде плавного расширения, а выход — в виде плавного сужения. Глубина слоя осадка в песколовке зависит от количества выпадающего песка и от времени между очистками (не более двух дней, во избежание загнивания осадка).

Колодцы служат для сопряжения дрен, помогают осуществлять их промывку и контролировать работу сети. Минимальная глубина отстойной зоны, находящейся ниже уровня присоединения труб к колодцу, — 40 см. Производят колодцы из армированного бетона или из пластических масс. Диаметр пластиковых моделей — 315-600 мм. Изготовляют их те же фирмы, которые выпускают трубы. Пластиковые колодцы большого диаметра (свыше 400 мм) в Россию поставляют только под заказ. Они могут иметь фиксированную глубину или быть телескопическими. Последние удобнее, но они стоят дороже. Бетонные колодцы обычно составляют в диаметре 0,7-1 м — для очистки в них спускаются люди. Более узкие колодцы, в том числе пластиковые, чистят с помощью разных дополнительных приспособлений, например, черпаками или специальными грязевыми насосами. Колодцы необходимо осматривать как минимум раз в год, удаляя наносы по мере заиления.

Расположение колодцев зависит от конструкции сети. Их целесообразно ставить там, где они могут выполнить как можно больше функций: или на пересечении магистральной дрены с собирающими, принимающими на себя основную нагрузку, или там, где ломается контур сети, — на повороте.

В конце дренажной системы ставят водосборный колодец. В него сбрасывается вся вода из дренажной системы и затем самотеком или при помощи насоса перекачивается в различные водоотводящие системы: в поселковую дождевую канализацию, кюветы вдоль дорог, соседние овраги или водоемы.

Дренажные насосы используют в том случае, если водоотводящие системы расположены выше, чем

уровень воды в водоприемном колодце. Скажем, когда вода из дренажной системы, залегающей на глубине 70 см, отводится в поселковую канаву глубиной всего 50 см. Специализированные дренажные насосы отличают относительно высокая производительность (подача) и сравнительно маленький напор. Для обеспечения такой характеристики между рабочим колесом и корпусом насоса в конструкции оставлена широкая щель, которая пропускает твердые фракции среднего размера — 8-10 мм. Корпус и рабочее колесо изготовляют из пластмассы, чугуна, стали. Насосы, изготовленные из нержавеющей стали, достаточно надежные и долговечные, но и наиболее дорогие. Насосы с корпусом из нержавеющей стали исправно работают до 10 лет, тогда как срок службы насоса с корпусом из пластмассы — в среднем всего 1-2 года.

При выборе насоса подачу рассчитывают исходя из того, что объем дренажного стока составляет 40-200 л в час на "сотку" площади. Зная размер конкретного участка, определяют расход. Но при этом не учитывается попадание в дренажную сеть поверхностного стока. Для учета поверхностных вод указанные характеристики необходимо увеличить в 2-3 раза (данные на весенний период). Напор зависит от высоты подъема воды: ее отсчитывают от нижнего уровня воды в колодце до верхней точки подачи воды. Потери напора по длине трубопровода специалисты расчитывают по определенным формулам или графикам. Потребителю же можно исходить из того, что на каждые 10 м трубы нормального диаметра (это такой диаметр, который равен диаметру напорного патрубка насоса или больше его) теряется 1 м напора.

Бытовые дренажные насосы, работающие от сети с напряжением 220-240 В, производят многие фирмы: Grundfos (Германия, элементы насосов этого производителя выполнены из нержавеющей стали, например, как в модели Grundfos KP 150); Ebara (Италия); "Гном", "Джилекс" (Россия). Фирма "Джилекс"

выпускает насосы под торговой маркой "Дренажник". Все эти насосы снабжены поплавковыми выключателями, автоматически запускающими насос, когда вода доходит до определенного уровня.

Для того чтобы люки колодцев не портили внешний вид территории, их закрывают самыми разными способами: цветочными вазами, скамейками, садовой скульптурой и даже высаживают на них газон.

Определенную проблему при прокладке дренажной системы может составить проход через дороги, которые нельзя перекапывать. В этом случае специалисты используют кротовый дренаж. Суть кротового дренажа заключается в разрезании почвы с помощью специального приспособления к трактору, который протягивает через подпочвенный слой на выбранной глубине конический цилиндр из стали, так называемый "крот". Он образует непрерывную дрену в подпочвенном слое для отведения излишков влаги. Технология горизонтального метода направленного бурения (ГНБ) состоит в следующем. Перед началом работ особо тщательно изучаются свойства и состав грунта, расположение существующих коммуникаций, оформляются соответствующие разрешения и согласования на производство подземных работ. Применяется шурфление особо сложных пересечений участков трассы бурения с существующими коммуникациями. Затем производится бурение пилотной скважины по заданной проектом траектории. Бурение — особо ответственный этап работы, от которого зависит конечный результат. Современные локационные системы позволяют осуществлять пилотное бурение с большой точностью. На мониторе локатора отражается информация о местоположении, уклоне и азимуте бурового инструмента. Строительство пилотной скважины завершается выходом бурового инструмента в заданной проектом точке (допустимые отклонения не превышают 10 см).

После пилотного бурения осуществляется последовательное расширение скважины. При этом буровая головка отсоединяется от буровых штанг и меня-

ется на расширитель обратного действия. С помощью тягового усилия и одновременного вращения расширитель протягивается через скважину в направлении буровой установки, тем самым расширяя пилотную скважину до необходимого диаметра. Заключительный этап — протягивание трубопровода. Протягивание трубопроводов в пробуренную скважину возможно в количестве от одной до шести труб. Буровая установка затягивает с определенным усилием в скважину плеть трубопровода по ранее пробуренной траектории.

Этот метод позволяет прокладывать горизонтальные системы водопонижения — лучевого и прифундаментного дренажа заболоченных и подтопляемых земель и территорий, а также линий ливневой канализации в застроенных (особо стесненных) городских условиях. При этом происходит общее понижение уровня грунтовых вод до отметок минус 15 метров от уровня земли на площадях до 20 га единомоментно и исключается возникновение пустот в грунтах, что обеспечивает глобальное осушение и защиту от подтопления подвалов домов, зданий и сооружений. Способ горизонтально направленного бурения позволяет в пять-восемь раз снизить временные затраты на прокладку и ремонт трубопроводов, в восемь-десять раз повысить производительность труда, и при монтаже труб из полимерных материалов в десять-пятнадцать раз увеличить срок их службы. Управляемые буровые системы позволяют прокладывать трассы без промежуточных колодцев длиной до 1800 м, при этом максимальный диаметр прокладываемой трубы может достигать 1600 мм. В городских условиях используют модели установок горизонтально направленного бурения с уменьшенными техническими характеристиками. При этом рекомендуемая длина бестраншейного участка достигает 350-400 м, а диаметр прокладываемых трубопроводов до 500 мм.

Такая система эффективна только на участках с глинистым подпочвенным слоем. Ее действие со-

храняется в течение нескольких лет. В образовавшуюся естественную дрену можно уложить трубу соответствующего диаметра, что значительно увеличит срок службы кротовой дрены.

Собранная дренажными трубами влага поступает в водоприемный колодец. Его выкапывают в самой низкой точке рельефа с учетом топографии участка. Вода в водоприемном колодце накапливается до определенного уровня, который зависит от глубины заложенных дрен и способа дальнейшего отвода влаги. Со временем вода забирается для полива или же сбрасывается в ближайшую канаву. Еще один вариант: грунтовые и поверхностные воды можно направлять в специальный поглотительный колодец. Он имеет глубину не менее 3 м. Бетонное дно в нем отсутствует, вместо этого делают послойную засыпку из щебня и песка. Вода уходит через засыпку в нижние грунтовые слои. Чем менее водопроницаем грунт, тем глубже должен быть колодец и больше объем засыпки.

Новой технологией в создании дренажных систем является устройство дренажа с помощью специальных матов, например, EnkaDrain полимерный геокомпозитный дренажный мат, состоящий из дренирующего слоя, размещенного между двумя неткаными фильтрами. Дренирующий слой образован из жестких полиамидных нитей, термически скрепленных между собой в точках пересечения и образующих трехмерную открытую структуру. Нетканый фильтр представляет собой термоскрепленный геотекстиль. Благодаря своей конструкции EnkaDrain обладает высокой дренирующей способностью при значительных давлениях грунта. Маты укладываются либо в обычные дренажные траншеи вместо традиционной засыпки щебнем, либо размещаются по всей поверхности, что особенно актуально для спортивных полей и площадок. Помимо эффективного дренажа создается разделительная морозозащитная прослойка, предотвращающая перемешивание конструктивных слоев и пучение основания.

Для нормального функционирования дренажной системы в местах поворота на определенном расстоянии устанавливаются дренажные колодцы. Центральная дрена собирает воду из примыкающих к ней боковых дрен и отводит ее за пределы участка или в накопительную емкость — дренажный колодец, откуда излишняя вода будет периодически выкачиваться специальными насосами **(рис. 9)**. Для устройства дренажного колодца выкапывают яму диаметром 1-2 м и глубиной не менее 2 м. Общий объем дренажного колодца определяется размером осушаемого уча-

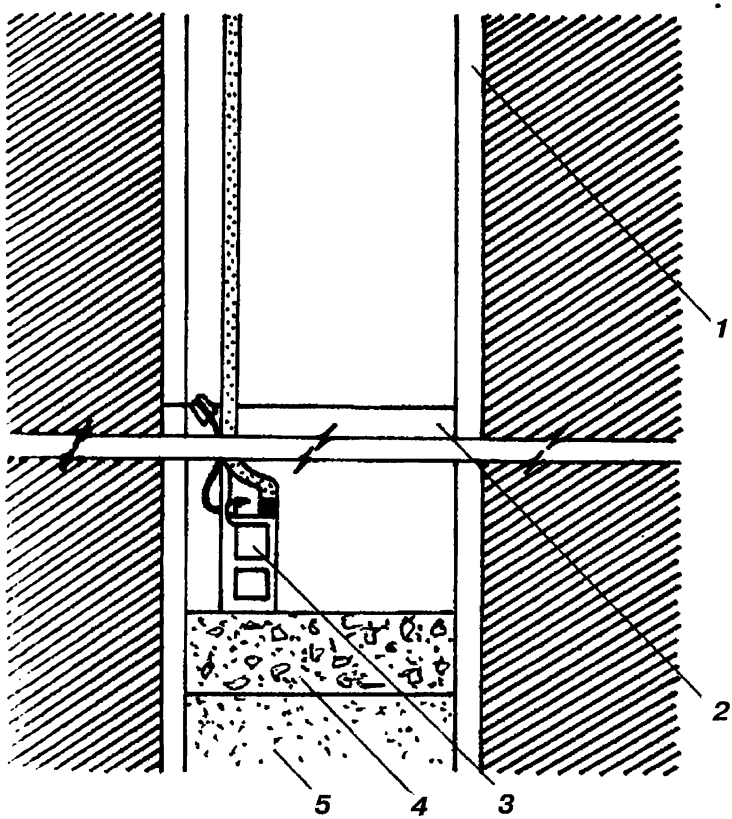


Рис. 9. Дренажный колодец:
1 — бетонное кольцо; 2 — вода; 3 — насос; 4 — бетонное основание; 5 — песчаная подушка

стка. Для укрепления стенок дренажного колодца и предотвращения его от заиливания стены обкладывают кирпичом без цементного раствора, чтобы вода могла просачиваться сквозь щели. Колодец засыпают битым кирпичом или бутовым камнем, а сверху для предупреждения заиливания укладывают дерн. Кроме колодцев с отстойниками устанавливают также несколько контрольных колодцев (два-три), которые служат для определения уровня грунтовых вод: глубину их залегания проверяют шестом. Они не включены в систему дренажа и стоят одиночками. Размещают их в самой высокой и самой низкой точках дренажной системы. Если участок большой по площади — то контрольный колодец устанавливают еще и посередине. Диаметр контрольных колодцев обычно составляет 100-150 мм. Контрольные колодцы делают пластиковыми, но иногда и бетонными.

Режим грунтовых вод имеет циклический характер. Весеннее повышение уровня воды — самое напряженное время для дренажной системы и растений. Летом отмечается спад, осенью, в период ливней, — снова повышение, зимой — опять спад. Чаще всего в период промерзания почвы вода в дренажной системе отсутствует — за счет понижения грунтовых вод. Исключение составляют торфяные участки, на которых дренажная система может работать круглый год. Если вода в дренах есть (проверить это можно через смотровой колодец), разрыва все равно произойти не должно. В 100-миллиметровой дрене вода движется слоем 5-10 мм. Остальной объем занимает воздух, который препятствует разрыву труб зимой. Кроме того, дрена окружена объемным фильтром, играющим роль естественного теплоизолятора, — в нем содержится приблизительно 55 % щебня и 45 % воздуха. Поэтому, готовясь к зиме, дренажную систему консервировать не нужно. Разве что стоит вынуть насос из водосборного колодца, если последний не утеплен. Поставить насос обратно следует до весеннего снеготаяния, в конце марта — в начале апреля, когда дренаж еще не работает.

Регулярный же уход за дренажной системой заключается в периодической чистке дренажных колодцев. Раз в 10-15 лет, иногда чаще, проводят глобальную промывку дрен, освобождая их от наносов. Для этого каждая дрена должна быть доступна с двух концов. Одним из них является ближайший дренажный колодец. Для организации второго на начальном участке дрены еще при строительстве делают выпуски с помощью специальных фасонных частей трубу выводят на поверхность. Во время промывки насос попеременно подключают к началу и концу дрены, под давлением прогоняя сквозь нее воду в двух направлениях. Выпуски, как и все дренажные колодцы, закрывают крышками, чтобы защитить систему от мусора.

Средний срок службы дренажной системы, собранной из пластмассовых труб, — 50 лет. По истечении этого времени пластмасса разрушится, но еще 20 лет система будет работать за счет объемно-щебеночного фильтра.

РАЗДЕЛ 3. ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

ДРЕНАЖНЫЕ ТРУБЫ

Дренажные керамические трубы

До середины 80-х годов XX века в дренажных системах массово применяли дренажные керамические трубы без соединительных элементов. Керамические трубы изготовляют различных диаметров как неглазурованными без раструбов, так и глазурованными с раструбами. Они имеют по всей длине цилиндрическую форму и круглое сечение. Торцовые плоскости трубы перпендикулярны ее продольной оси. Внутренняя поверхность трубы должна быть гладкой.

Допускаемое отклонение размеров каждого из взаимноперпендикулярных диаметров на одном конце трубы не должно превышать 4 мм для труб диаметром до 75 мм и 7 мм для труб диаметром от 100 до 200 мм. Искривление трубы, измеряемое по образующей цилиндра, не должно быть более 5 мм для труб внутренним диаметром 40-100 мм и 8 мм для труб с внутренним диаметром более 100 мм. Отклонение торцов от перпендикулярной плоскости не должно превышать 3 мм для труб внутренним диаметром 40-100 мм и 5 мм для труб внутренним диаметром более 100 мм. На поверхности труб допускаются отдельные выплавки, пузыри, отбитости, а также инородные включения размером не более 3 мм.

При испытаниях на прочность трубы должны выдерживать разрушающие нагрузки, приведенные в **таблице 2**.

Таблица 2

Предельные разрушающие нагрузки для керамических дренажных труб

Внутренний диаметр трубы, мм	Разрушающая нагрузка в кг на трубу длиной 333 мм	Внутренний диаметр трубы, мм	Разрушающая нагрузка в кг на трубу длиной 333 мм
40	175	125	300
50	175	150	330
75	200	175	370
100	250	250	420

Если труба отвечает требованиям по механической прочности, на ней допускается одна сквозная продольная трещина длиной до 80 мм. Возможны отдельные известковые включения, не вызывающие разрушения поверхности трубы, а также не более восьми отдельных включений в трубе, вызывающие сколы на поверхности глубиной не более 1/4 толщины стенки. Черепок трубы должен быть однородным. Недожог не допускается.

По морозостойкости трубы должны выдерживать не менее 15 циклов попеременного замораживания при температуре минус 15°С с последующим оттаиванием в воде при температуре +15±5°С.

Металлические трубы

Металлические трубы в дренажных системах практически не применяют. Главным недостатком металлических, особенно стальных, труб является их недолговечность из-за коррозии при эксплуатации. Известные в настоящее время различные меры защиты труб от коррозии лишь замедляют этот разрушительный процесс, но полностью остановить его не

могут. Скорость разрушения стенок стальных труб вследствие коррозии иногда достигает 1 мм толщины стенки в год и если иметь в виду, что для устройства систем водоснабжения и водоотведения используют трубы с толщиной стенки порядка 8-10 мм, то можно подсчитать довольно низкий срок службы стальных труб, что и подтверждается практикой. И это еще без учета воздействия на трубы электрокоррозии от блуждающих токов, образующихся вблизи трасс движения электротранспорта (электрифицированных железных дорог, трамваев, троллейбусов и др.) или вблизи линий ЛЭП высокого напряжения. Указанные блуждающие токи вызывают так называемую "точечную" коррозию, в результате чего в трубе образуются сквозные отверстия, которые выводят водопроводы из строя за очень короткое время. Хотя имеются способы защиты труб от электрокоррозии, но не всегда удается полностью предотвратить подобное разрушение стальных труб.

Вторым не менее важным недостатком стальных труб является то, что при эксплуатации с течением времени они внутри "зарастают" отложениями, шероховатость внутренних стенок труб увеличивается и, соответственно, возрастают гидравлические сопротивления, а вследствие этого пропускная способность водоводов снижается.

Полимерные дренажные трубы

Полимерные дренажные трубы выпускают с внутренним диаметром от 50 до 200 мм. Первоначально для дренажа изготавливали трубы из полиэтилена (ПЭ). Однако они не решали все ранее имевшиеся проблемы. Основным недостатком полиэтиленовых труб являлось то, что количество отверстий для приема воды на 1 погонный метр изделий было недостаточным. Кроме того, отверстия были слишком велики по сравнению с выносимыми из грунта частицами ила. Поэтому системы из полиэтилена необходимо промывать ничуть не реже, чем дренаж из асбестоцементных и керамических труб. Максималь-

ная глубина заложения этих трубопроводов составляет около 1,5-2 м (по данным заводов-изготовителей), что в российских условиях не всегда достаточно. Кроме того, обсыпка полиэтиленовых труб щебнем вследствие их невысокой несущей способности является проблемной. Гофрированная труба из ПЭ укладывалась как в песчаные и торфяные грунты, так и в глины с суглинками. На смену полиэтиленовым изделиям пришли гофрированные перфорированные трубы из поливинилхлорида (ПВХ) с фильтрами для различных типов грунтов.

Это трубы с большим количеством мелких отверстий и обладают целым рядом преимуществ по сравнению с полиэтиленовыми аналогами. Ребра жесткости позволяют равномерно распределять нагрузки по всей трубе, что в совокупности с улучшенными физико-механическими свойствами материала делают практически неограниченным срок их службы. Дренаж из ПВХ намного превосходит аналогичную продукцию из ПЭ своими прочностными характеристиками. Увеличение количества отверстий на 1 погонный метр изделий способствует более быстрому пропуску, сбору и отводу излишней воды с участка.

На дачных и коттеджных участках чаще всего используют изделия с внутренним / наружным диаметром 80/92, 91/100, 113/126, 145/160 мм. Благодаря гофрированной поверхности дрены обладают достаточной жесткостью и при небольшой толщине стенок могут выдерживать значительные нагрузки, при этом гофры позволяют равномерно распределять нагрузку по трубе. Европейские и отечественные производители выпускают трубы как без фильтра, так и с фильтрами из геоткани, кокосового волокна. Труба без фильтра укладывается там, где полностью отсутствует опасность попадания в отверстие песка или ила. Труба с фильтром из геоткани предназначена для песчаных и супесчаных грунтов. Трубу с фильтром из кокосового волокна укладывают в торфяниках, глинах и суглинках. Наличие фильтра предохраняет дренажную систему от заиливания и способст-

вует беспрепятственному проникновению избыточных вод внутрь трубы. Дренажный трубопровод из ПВХ может укладываться на глубину до 0,6-0,8 м.

Для изготовления изделий чаще всего выбирают поливинилхлорид (ПВХ) и полипропилен (ПП). Каждый вид трубы имеет свои особенности. За счет того, что внутренняя поверхность, также как и внешняя, у них гофрированная, эти трубы отличаются высокой эластичностью. Двухслойные изделия, как правило, изготавливают из полиэтилена. В отличие от однослойных, они имеют гладкую внутреннюю стенку, что позволяет использовать двухслойные трубы там, где в воде содержатся различные взвеси. Для эксплуатации в сложных условиях, например, под дорогой, по которой движется тяжелая техника, нужны жесткие многослойные дренажные трубы, рассчитанные на большие нагрузки и монтаж на глубине до 10 м.

Прогрессивным началом в области строительства является выпуск дренажных труб из искусственных минеральных и полимерных волокон, особенностями которых являются:

— использование практически во всех несвязных и связных грунтах;

— защита от проникновения корневых тканей в трубофильтр;

— возможность использования в нейтральных, кислых и щелочных средах, с высокой минерализацией грунтовых вод;

— высокая механическая прочность;

— простота конструкции;

— удобство монтажа;

— высокие эксплутационные характеристики;

— конструкция по характеру вскрытия пласта близка к "идеальной" дрене;

— широкая гамма типов конструкций и вариантов исполнения.

Трубы с водоприемным слоем из волокнисто-пористого полипропилена (один из видов труб из искусственных минеральных и полимерных волокон) по сравнению с аналогами имеют оптимальное соотношение по показателям:

— скорость фильтрования;

— один из лучших фильтроциклов;

— высокое качество очистки от взвешенных веществ;

— повышенная грязеемкость фильтра;

— низкое гидравлическое сопротивление;

— возможность промывки с большей скоростью, что позволяет достичь высокой степени регенерации.

Дренажные трубы выпускаются двух типов: бескаркасные **(рис. 10)** и каркасные **(рис. 11)**. Они

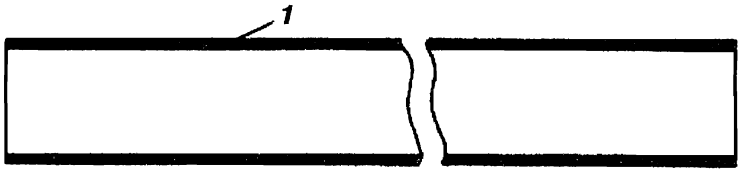


Рис. 10. Бескаркасные дренажные трубы:
1 — фильтровальный материал

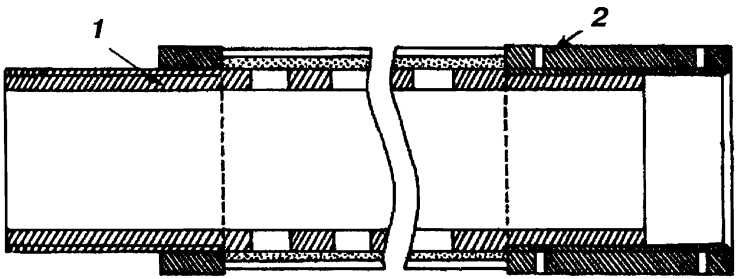


Рис. 11. Каркасные дренажные трубы:
1 — перфорированный каркас; 2 — фильтровальное покрытие

представляют собой жесткие фильтрующие элементы из полипропиленового волокна, предназначенные для использования в системах водоотвода, водопонижения, мелиорации, в лучевых дренажах, а также для ирригации. Фильтрующий элемент **(рис. 12)** представляет собой многослойную цилиндрическую

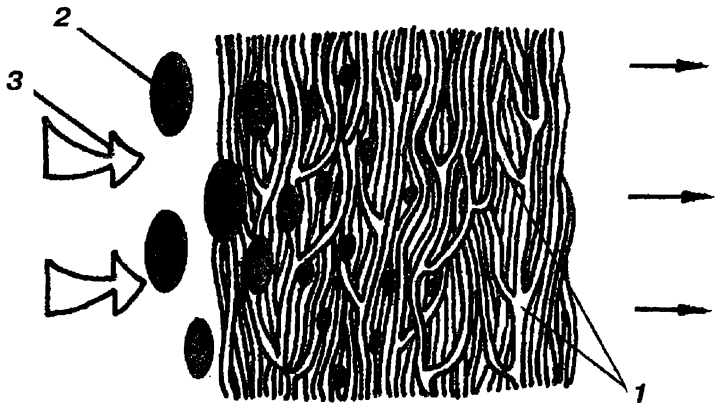


Рис. 12. Структура фильтрующего элемента:
1 — фильтрующие полимерные волокна; 2 — частицы грунта;
3 — движение воды с частицами грунта

или листовую конструкцию из волокнисто-пористых материалов (ВПМ), с возможностью изменения пористости по сечению фильтрующего слоя, благодаря чему обеспечивается высокая степень очистки и производительность в фильтрационном процессе. Принцип фильтрации основан на фракционном отделении частиц за счет постепенного повышения тонкости фильтрации по слоям фильтрующего элемента. Высокий показатель пористости фильтрующего материала обеспечивает низкое гидравлическое сопротивление и большую емкость. К важнейшим преимуществам фильтрующих элементов относится отсутствие миграции волокон из фильтрующего слоя. Регулируемое изменение пористости глубинного фильтрующего слоя дает возможность изготавливать фильтрующие элементы, сочетающие в себе предфильтр и финишный фильтр. Кроме того, технологический потенциал позволяет выпускать фильтрующие элементы, комбинируя материал фильтра по его сечению (например: полиэтилен-полипропилен). Технические характеристики дренажных труб с водоприемным слоем из волокнисто-пористых материалов приведены в **таблице 3**.

Таблица 3

Технические характеристики дренажных труб с водоприемным слоем из волокнисто-пористых материалов

Наименование	Величина	
	бескаркасные	каркасные
Внутренний диаметр, мм	50,90,110,125,160, 175,200, 225, 280,315	50,90,110,125,160, 175,200, 225, 280,315
Толщина стенки, мм	10-30	10-30
Длина, мм	2000	2000
Производительность по чистой воде, $м^3$/час	2-20	2-20
Размер улавливаемых частиц мкм, не менее	50-500	50-500
Соединение	Муфта, колено, сварка, резьба	Муфта, колено, сварка, резьба
Материал	Полиэтилен, полипропилен	Полиэтилен, полипропилен
Материал каркаса	нет	Полимерные или металлические трубы

Экологичность полимеров по сравнению с асбестоцементом и стекловолокном не вызывает сомнений.

Длительный срок службы и гораздо меньшая тенденция к засорению и заиливанию являются дополнительными достоинствами этого типа продукции.

Дренажные трубы с водоприемным слоем из волокнисто-пористых материалов применяются для:

— защиты территории и отдельных объектов от подтопления грунтовыми водами;

— осушения шахт, карьеров и котлованов;

— защиты поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения;

— водоснабжения из подземных источников;

— укрепления грунтов и оснований строящихся и действующих зданий и сооружений;

— обеспечения устойчивости оползневых массивов и горных выработок.

Фасонные части

Фасонные части служат для соединения дрен друг с другом. Это всевозможные муфты, тройники, крестовины, отводы и т. д. Российские производители предлагают очень ограниченный ассортимент соединительных устройств для дренажных систем. Скажем, тройники имеют строго определенный угол поворота: 15°, 30°, 45°, 60°, 75° или 87,5°. Поэтому приходится использовать либо зарубежные фасонные части, либо отечественные, предназначенные для канализационных систем. Все фасонные части — сплошные, без перфораций. Зарубежные фирмы выпускают специфические устройства с гибкими вставками (гармошка с двумя раструбами на концах), позволяющими соединять дрены под любым углом. Такая конструкция упрощает монтаж дренажных систем — достаточно вставить фасонную часть и защелкнуть замок. Пример соединения бескаркасных труб при помощи соединительных муфт приведен на **рис. 13.**

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ЛИНЕЙНОГО ВОДООТВОДА

Бетонные желоба

Бетон является традиционным материалом в современном строительстве. Поэтому наиболее распространенными элементами систем линейного водоотвода (дренажа) являются бетонные желоба **(рис. 14)**. Относительно недорогие и надежные бетонные каналы позволяют отводить с участка любое количество дождевых, талых и паводковых вод. В зависимости от объемов осадков и особенностей обустраиваемой территории используются различные типы бетонных каналов:

— бетонные мелкосидящие каналы;

— бетонные каналы Стандарт 100;

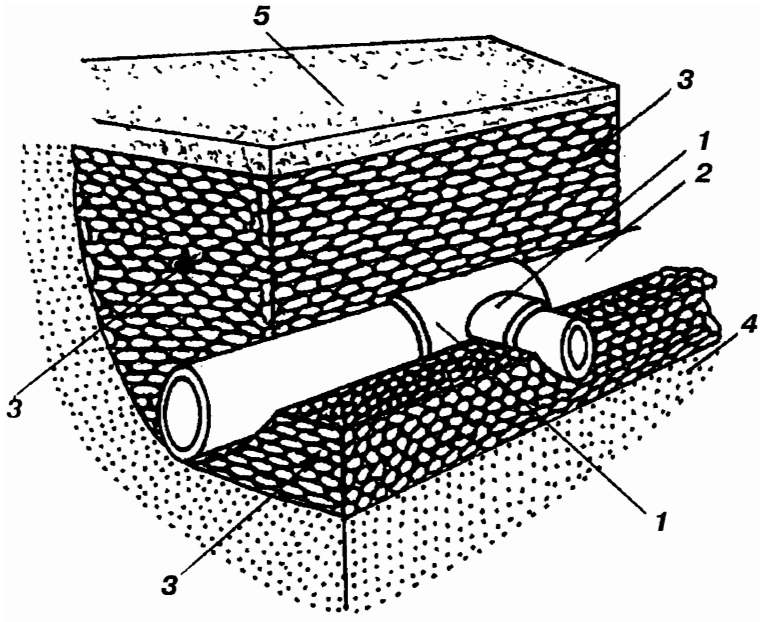


Рис. 13. Соединение бескаркасных труб при помощи муфт:
1 — соединительные муфты; 2 — труба; 3 — щебень; 4 — грунт;
5 — дерн

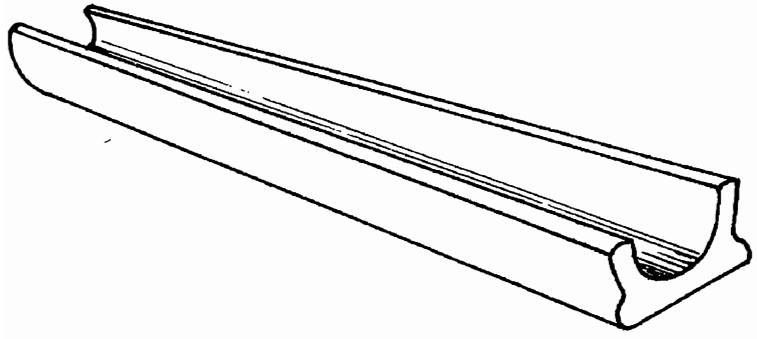


Рис. 14. Бетонный желоб

— бетонные каналы Big;
— бетонные каналы Super.

К бетонным каналам промышленность поставляет широкий спектр защитных решеток из чугуна, стали и оцинкованного чугуна, а также специальный крепеж, который защищает решетку от краж и случайного смещения во время автомобильного движения. Для создания нужного направления отвода вод используются заглушки для бетонных каналов.

Во избежание недостатков, которыми обладает обычный цементный бетон, производят желоба из фибробетона. Фибробетон — это бетон, в состав которого введены полипропиленовые волокна, позволяющие повысить стойкость бетона к изгибающим нагрузкам (повышение прочности бетона на изгиб до 25%), снизить усадочные деформации до 30 %. С целью увеличения срока службы бетонные желоба комплектуются усиливающими стальными насадками. В ассортименте имеются лотки общего назначения, которые могут комплектоваться насадками по желанию клиента и особопрочные бетонные каналы, укомплектованные насадками в заводских условиях.

Бетонные каналы представлены в 5-ти сериях, что разрешает подобрать элементы ливневого водоотвода для любого объекта, от частного строительства с низкими нагрузками (класс А15) до промышленных зон, терминалов, взлетно-посадочных полос (класс загрузки F900).

Дренажно-водосборные каналы широко применяются не только в строительстве частных домов, но и при сооружении паркингов, бассейнов, автотрасс, пешеходных зон. Эти системы изначально создавались и впоследствии были классифицированы таким образом, что определенному объекту строительства соответствует свой тип дренажно-водосборного канала с необходимыми техническими характеристиками. Кроме того, конструкции дренажно-водосборных каналов просты в монтаже и могут устанавливаться на любые почвы и поверхности. Нормы EN124 для дренажно-водосборных каналов, сущест-

ующие с 1994 года, определяют классификацию минимальных групп показателей устойчивости к давлению при использовании изделия в общественных местах **(таблица 4)**.

Таблица 4

Классификация дренажно-водосборных каналов для общественных мест

Группа 1, Класс А15	(Контрольная нагрузка 15 кН)	Исключительно для пешеходных зон, велосипедных дорог и парковых зон
Группа 2, Класс В125	(Контрольная нагрузка 125 кН)	Тротуары, пешеходные зоны, многоэтажные паркинги, стоянки
Группа 3, Класс С250	(Контрольная нагрузка С250 кН)	Пешеходные зоны, стоянки,бордюры,улицы с проезжей частью протяженностью не более 500 м и тротуаром максимум 200 м.
Группа 4, Класс D400	(Контрольная нагрузка С350 кН)	Пешеходные улицы, автотрассы, дороги

Полимербетонные желоба в два раза прочнее и легче традиционных бетонных. Они обладают большей прочностью на сжатие, сопротивлением к истиранию, практически нулевым водопоглощением и высокой морозостойкостью, а также стойкостью к агрессивным средам. Полимербетон — это конструкционный материал, состоящий из минерального наполнителя (речной песок, мраморная крошка, кварцевый песок ит.д.) и полиэфирной смолы. Полимербетон успешно используется в различных секторах строительной отрасли. Применение современных производственных технологий и особого состава материала обеспечило создание полимербетонных желобов высокого качества. Срок эксплуатации полимербетонных желобов, с соблюдением рекомендаций при их установке, может превышать 30 лет. Гладкая поверхность каналов из полимербетона обеспечивает лучшую пропускную способность и самоочищаемость, чем у лотков из бетона. Применяются полимербетонные каналы от зон с низкими нагрузками

(класс А15) — лотки общего назначения DN100, до зон с высокими загрузками (класс Е600) — лотки серии MAXI. Желоба из полимербетона поставляются различной высоты и ширины гидравлического сечения. Мощные армированные желоба серии MAXI выдерживают нагрузки до 60 т. Их устанавливают в местах интенсивного автомобильного движения.

Пластиковые желоба

Пластиковые желоба общего назначения устанавливают в пешеходных зонах, на автостоянках, подъездных путях и спортивных сооружениях. Они имеют высокую морозостойкость, что позволяет их использование практически во всех климатических зонах РФ. Главное преимущество пластиковых каналов — небольшой вес, позволяющий при минимальных затратах быстро организовывать линейный водоотвод на больших территориях. По желанию заказчика на боковых бортах пластиковых желобов могут быть установлены П-образные насадки, которые придают большую стойкость к высоким нагрузкам. Разнообразный ассортимент декоративных решеток из оцинкованной, нержавеющей стали или чугуна позволяет гармонично вписать водоотвод практически в любой ландшафт. Кроме того, пластиковые желоба могут комплектоваться угловыми и Т-образными соединениями **(рис. 15)**. Основные характеристики пластиковых желобов и решеток к ним приведены в **таблицах 5-10**.

Таблица 5
Желоба DN100

тип	артикул	размер (мм)	вес (кг)	класс нагрузки
100/151	500000	1000x154x185	2,50	A-C
100/74	500002	1000x154x108	1,80	A-C
100/40	500001	1000x154x74	1,50	A-C

Таблица 6
Желоба DN150

тип	артикул	размер (мм)	вес (кг)	класс нагрузки
150/151	500003	1000x204x185	3,00	A-C
150/74	500005	1000x204x108	2,00	A-C
150/40	500004	1000x204x74	1,90	A-C

Таблица 7
Желоба DN200

тип	артикул	размер (мм)	вес (кг)	класс нагрузки
200/151	500006	1000x254x185	3,20	A-C
200/74	500008	1000x254x108	2,30	A-C
200/40	500007	1000x254x74	2,10	A-C

Таблица 8
Решетки DN100

наименование	артикул	размер (мм)	вес (кг)	класс нагрузки
решетка стальная штампованная оцинкованная	500109	1000x154	2,50	A
решетка стальная ячеистая оцинкованная 30x30	500106	1000x154	1,80	B
решетка чугунная (ячейка)	500143	500x154	1,50	B
решетка чугунная (щель)	500144	500x154	1,50	C

Пластиковые желоба с рабочей шириной канала 200 мм и более устанавливают в местах с высоким потоком дождевой воды. Такие желоба могут выдерживать нагрузки класса D400 и поэтому устанавливаются в промышленных зонах и складских терминалах. Аксессуары к пластиковым желобам и решеткам показаны на **рис. 16**.

Таблица 9
Решетки DN150

наименование	артикул	размер (мм)	вес (кг)	класс нагрузки
решетка стальная штампованная оцинкованная	500123	1000x204	3,30	A
решетка стальная ячеистая оцинкованная 30x30	500120	1000x204	4,50	B
решетка чугунная (ячейка)	500149	500x204	4,50	B
решетка чугунная (щель)	500151	500x204	5,30	C

Таблица 10
Решетки DN200

наименование	артикул	размер (мм)	вес (кг)	класс нагрузки
решетка стальная штампованная оцинкованная	500135	1000x254	5,00	A
решетка стальная ячеистая оцинкованная 30x30	500133	1000x254	5,10	B
решетка чугунная (ячейка)	500154	500x254	4,70	B
решетка чугунная (щель)	500155	500x254	7,10	C

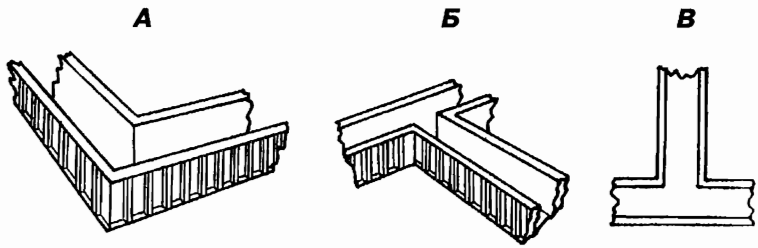


Рис. 15. Способы соединения пластиковых коробов:
А — поворотное соединение; Б, В — Т-образное соединение

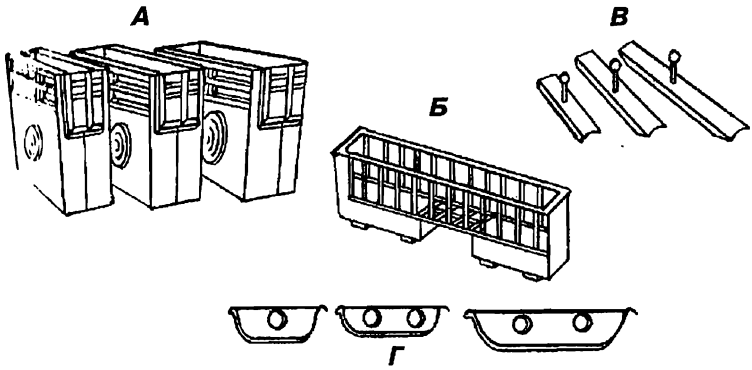


Рис. 16. Аксессуары к желобам и решеткам из пластика: А — пескоуловители; Б — корзина пескоуловителя; В — фиксирующие защелки решеток; Г — разновидности заглушек

Пескоуловитель

Пескоуловитель, песколовка или как его еще называют пескосборник, является связующим звеном между поверхностным водоотводом и ливневой канализацией. Но кроме этого он собирает песок и мусор, что позволяет избежать засорения канализационных труб. Песок и мусор собираются в пластиковую корзину, которой пескоуловитель укомплектован изначально. Пескоуловитель может быть бетонным, полимербетонным и пластиковым. Конструкции их в принципе одинаковы **(рис. 17).** Кроме того, в торговой сети есть пескоуловители для лотков серии MAXI с гидравлическим сечением от 110 до 300 мм. Устанавливается песколовка, как правило, в конце линии каналов, перед сливом в канализацию. С торцевых и боковых стенок пескоуловителей DN100 предусмотрено соединение с канализационной трубой d=110 мм, а для пескоуловителей DN110,160, 200 и 300 — d=110 мм и d=160 мм. Монтаж пескоуловителя производится в соответствии с общими рекомендациями по установке систем поверхностного водоотвода.

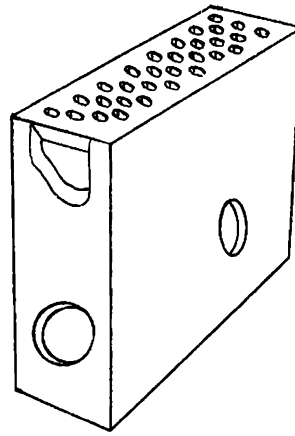


Рис. 17. Конструкция полимербетонного пескоуловителя

Дождеприемник

Дождеприемник используется для локального сбора вод — преимущественно дождевых и талых — с кровли здания. В системе точечного водоотвода дождеприемники устанавливаются в точке пересечения уклонов конвертного типа и таким образом собирают воду со всего оборудуемого участка. Современные дождеприемники комплектуются дополнительными приспособлениями, позволяющими защитить дождеприемник от засорения и эффективно отводить в систему ливневой канализации любые объемы воды. При необходимости можно наращивать высоту дождеприемников, устанавливая их друг на друга **(рис. 18)**.

Пластиковый дождеприемник значительно легче аналогов из бетона и чугуна. Доставка и монтаж дождеприемника из пластика экономически выгоднее и целесообразнее, особенно в тех случаях, когда нагрузка на дорожное покрытие в данном месте не превышает класс В (12,5 тонн, индивидуальная застройка, частные гаражи, сады и парки, искусственный ландшафт, парковки легковых автомобилей). Дожде-

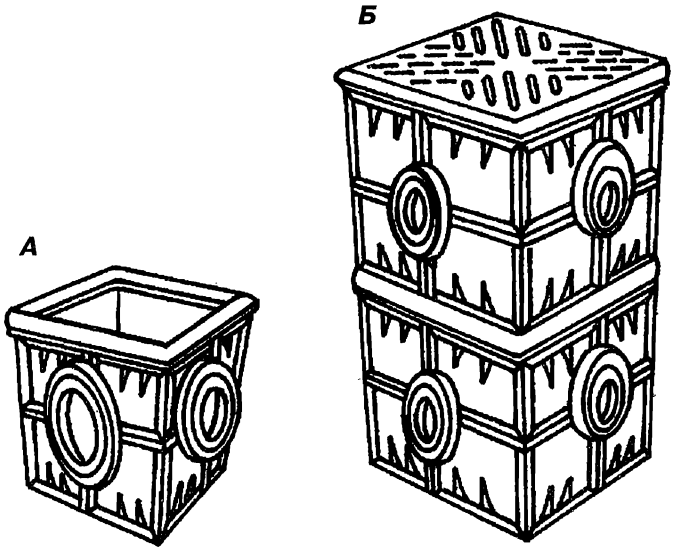


Рис. 18. Дождеприемники:
А — стандартный дождеприемник; Б — наращенный дождеприемник

приемник изготавливается из пластика высокой плотности, который практически не разрушается под действием влаги, высокой или низкой температуры. Кроме того, пластиковый дождеприемник значительно легче чистится и реже засоряется (обрастает тиной) за счет гладких стен. Монтаж трубопровода к пластиковому дождеприемнику не требует специального крепежа и других приспособлений для обеспечения герметичности конструкции. Можно защитить дождеприемник и трубы ливневой канализации от засорения, установив корзину для сбора мусора **(рис. 19)**. Освобождать корзину от мусора нужно два-три раза в год — в зависимости от объема осадков и загрязненности кровли (или участка, если речь идет о точечном водоотводе).

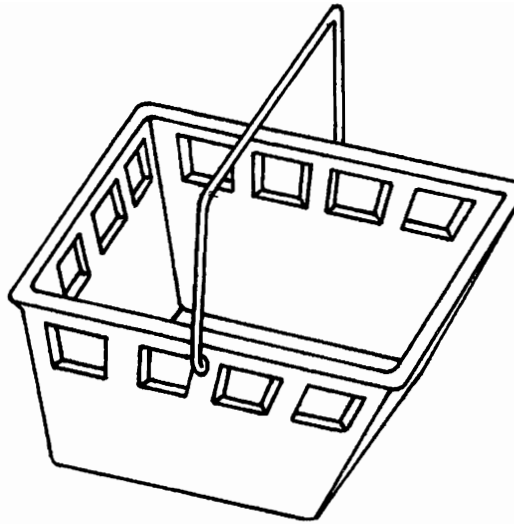


Рис. 19. Внешний вид корзины дождеприемника

РАЗДЕЛ 4. ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ И ДРЕНАЖНЫХ ВОД

Под грунтовыми водами понимают воды первого от поверхности постоянного водоносного пласта, которые залегают на выдержанном водоупорном горизонте. Сверху грунтовые воды обычно не перекрыты водоупором и нередко не заполняют водоносный слой на полную мощность. Поверхность грунтовых вод не испытывает дополнительного давления, кроме атмосферного. Грунтовые воды являются безнапорными, и при вскрытии скважинами и колодцами их уровень устанавливается на той глубине, на которой эти воды вскрыты. Грунтовые воды весьма доступны и широко используются, но из-за неглубокого их залегания легко загрязняются.

Ливневые и грунтовые воды, выходящие с территорий частных домов по дренажным системам, обычно не подвергают дополнительной очистке от нефтепродуктов. Однако, сброс ливневых и дренажных вод с территорий автозаправочных станций, предприятий, на которых происходит стоянка и ремонт автотранспорта, промышленных предприятий без предварительной очистки категорически запрещается. Кроме того, ливневые воды, выходящие с территорий животноводческих ком-

плексов и некоторых других предприятий, перед сбросом в водоемы в обязательном порядке должны подвергаться бактериальному обеззараживанию. Юридические и физические лица, допустившие сброс неочищенных стоков, согласно действующему законодательству подвергаются административному наказанию.

Традиционно под бактериальным обеззараживанием в нашей стране понимают хлорирование, при помощи которого убивают болезнетворные бактерии. Однако традиционное хлорирование не отвечает требованиям новых нормативных документов по надежному обеззараживанию хлорустойчивых вирусов. Кроме того, СанПиН 2.1.5.980-00 "Гигиенические требования к охране поверхностных вод" не допускают выпуска в водоемы остаточного хлора и предписывают необходимость дехлорирования сточных вод, т.к. остаточный хлор обладает высокой токсичностью для всего биоценоза водоемов. Еще одной проблемой использования хлора является увеличение нормативных размеров санитарно-защитных зон для хлораторных установок, что в условиях застроенных территорий не всегда может быть реализовано. Для очистки жиросодержащих сточных вод рекомендуется применять следующие реагенты:

— коагулянты (соли алюминия III) с дозой 40-50 мг/л (по Al_2O_3)

— катионные флокулянты с концентрацией 2-8 мг/л.

ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ МЕТОДОМ ОТСТАИВАНИЯ

Нефтепродукты, которые вследствие неправильного обращения попадают на землю, впитываются в почву, смываются дождевыми и талыми водами. Вода, загрязненная нефтепродуктами, по системам поверхностной и дренажной канализации выходит за пределы загрязненных территорий и оседает на плодородных почвах и, в конечном итоге, попадает в водоемы. По концентрации основного загрязнения (масла) лив-

невые воды делятся на малоконцентрированные и концентрированные. Концентрированные сточные воды содержат масел до 50 г/л. Это отработанные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), а также отработанные моющие растворы, представляющие собой стойкие эмульсии типа "масло в воде". Их расход составляет 0,5-200 м^3/сут в зависимости от степени загрязнения территории. На многих предприятиях концентрированные маслосодержащие стоки разбавляются большим количеством условно чистых вод и превращаются в малоконцентрированные, с содержание масел от 10 до 500 мг/л.

Производительность очистных сооружений, а также эффективность очистки сточных вод от взвешенных загрязнений, в том числе и нефтепродуктов, главным образом определяется их дисперсным состоянием. Дисперсность загрязнений в сточных водах принято характеризовать кривыми кинетики отстаивания 3=f(t), которые получают опытным путём. По кривым можно определить дисперсный состав загрязнений сточных вод, оценить необходимость применения коагулянтов и флокулянтов и получить основные параметры для выбора и расчёта очистных сооружений. Для эффективной очистки сточных вод в первую очередь необходимо выделить гидравлическую крупность частиц.

Уже много лет подряд проводятся исследования параметров характеристик загрязнений, в результате которых было выбрано порядка 17-ти показателей, по которым оценивались влияющие взаимосвязи между частицами сточных вод. К основным из них относятся: смачиваемость, плотность, х-потенциал, вязкость сточных вод, концентрация загрязнений сточных вод, их удельная поверхность и др. Взаимодействие частиц определяется главным образом свойствами их поверхности и зависит также от расстояния между ними.

Исследования сточных вод дали возможность найти рациональные режимы каждого сооружения. Результаты проведенных исследований позволяют сде-

лать строгий вывод: нет однозначных решений при выборе схем и сооружений очистки сточных вод, чем в настоящее время грешат выпускаемые проекты и предложения многих мелких фирм.

В каждом частном случае требуется четкое знание характеристики воды и загрязнений, которые могут быть быстро определены компетентными организациями. Кроме того, эти показатели должны быть увязаны с гидравлическим режимом сооружения, выбранного для применения в конкретных условиях. Только так можно по существу обоснованно решить экологические проблемы любого промышленного предприятия.

Нефтетранспортные предприятия (нефтебазы, нефтеперекачивающие станции) оборудуют различными отстойниками для сбора и очистки воды от нефти и нефтепродуктов. Для этой цели обычно используют стандартные стальные или железобетонные резервуары (отстойники), которые могут работать в режиме резервуара-накопителя, резервуара-отстойника или буферного резервуара-отстойника в зависимости от технологической схемы очистки сточных вод.

Исходя из технологического процесса, загрязненные воды нефтебаз и нефтеперекачивающих станций неритмично поступают на очистные сооружения. Для более равномерной подачи загрязненных вод на очистные сооружения служат буферные резервуары-отстойники, которые оборудуют водораспределительными и нефтесборными устройствами, трубами для подачи и выпуска сточной воды и нефти, уровнемером и т. д. Так как нефть в воде находится в трех состояниях (легко-, трудноотделимая и растворенная), то, попав в буферный резервуар, легко- и частично трудноотделимая нефть всплывает на поверхность воды. В этих резервуарах-отстойниках обособляют до 90-95% легко отделимых нефтепродуктов. Для этого в схему очистных сооружений устанавливают два и более буферных отстойника, которые работают периодически: заполнение, отстой, выкачка.

Объем резервуара отстойника выбирают из расчета времени заполнения, выкачки и отстоя, причем время отстоя принимают от 6 до 24 ч.

Таким образом, буферные резервуары (резервуары-отстойники) не только сглаживают неравномерность подачи сточных вод на очистные сооружения, но и значительно снижают концентрацию нефти в воде. Перед откачкой отстоявшейся воды из отстойника сначала отводят всплывшую нефть и выпавший осадок, после чего откачивают осветленную воду.

Технологические схемы очистки маслосодержащих сточных вод в нашей стране и за рубежом предусматривают смешивание всех видов маслосодержащих сточных вод, их отстаивание для удаления грубодисперсных и всплывающих примесей, обработку коагулянтами и обезвоживание образующихся осадков.

Простейшей схемой очистки ливневых и дренажных вод от нефтепродуктов являются обыкновенные нефтеловушки. Ими в обязательном порядке обору-

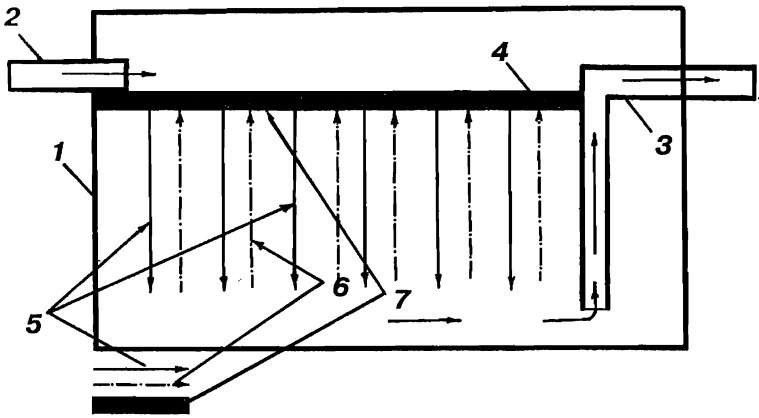


Рис. 20. Простая конструкция нефтеловушки:
1 — корпус; 2 — входная труба; 3 — выпуск очищенной воды; 4 — уровень очищаемой воды; 5 — направление движения заполняемых вод для очистки; 6 — направление движения частиц нефти, находящихся в неочищенной воде; 7 — отстаивающиеся нефтепродукты

дуются участки с возможными разливами нефтепродуктов. Нефтеловушки устанавливают на выходе с загрязненной территории. Кроме того, если требуют экологические условия, эти участки оборудуют другими очистными сооружениями. Принципиальная схема такого сооружения показана на **рис. 20**.

Вода, поступающая через входную трубу в полость нефтеловушки, резко снижает скорость своего движения из-за существенной разницы в объемах входной трубы и внутренней полости очистного сооружения. И чем больше объем воды, которая находится внутри нефтеловушки, тем меньше скорость ее движения. При достаточно большом внутреннем объеме нефтеловушки скорость движения воды внутри ее приближается к нулю. В практически стоячей воде происходит ее отстой, в результате которого более легкие фракции (нефтепродукты и т.п.) всплывают наверх; а тяжелые — песок и т.п. оседают на дне. Осветленная вода с нижних слоев нефтеловушки уходит через выходную трубу, а отстоявшиеся нефтепродукты удаляют, после чего утилизируют или сжигают.

Подобная конструкция может быть установлена при небольшом количестве стоков и достаточно низкой скорости их движения. При больших скоростях движения стоков нефтепродукты перемешиваются с водой, превращаясь в эмульсию. Одного каскада нефтеловушки может быть недостаточно, чтобы эмульсия отстоялась и все нефтепродукты всплыли на поверхность. Часть нефтепродуктов в виде эмульсии попадает в выходную трубу и загрязняет водоемы.

Повысить эффективность нефтеловушки можно при помощи многокаскадной конструкции, которая гарантированно отделяет нефтепродукты от воды **(рис. 21)**. В такой нефтеловушке вода проходит более сложный путь. После входа в нефтеловушку вода встречает на своем пути перегородку со щелевым отверстием внизу. Поэтому вода опускается вниз и через щелевое отверстие поступает в следующий отсек. Во втором отсеке вода опять встречает на сво-

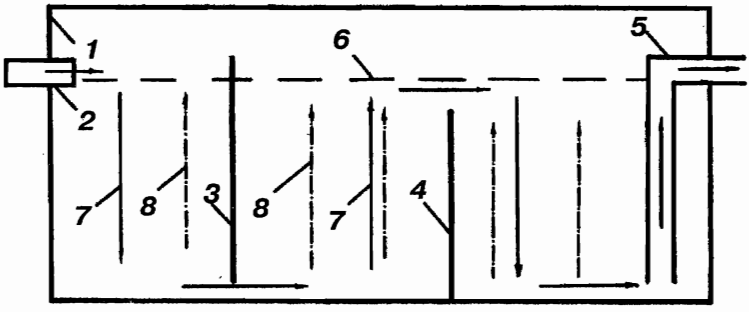


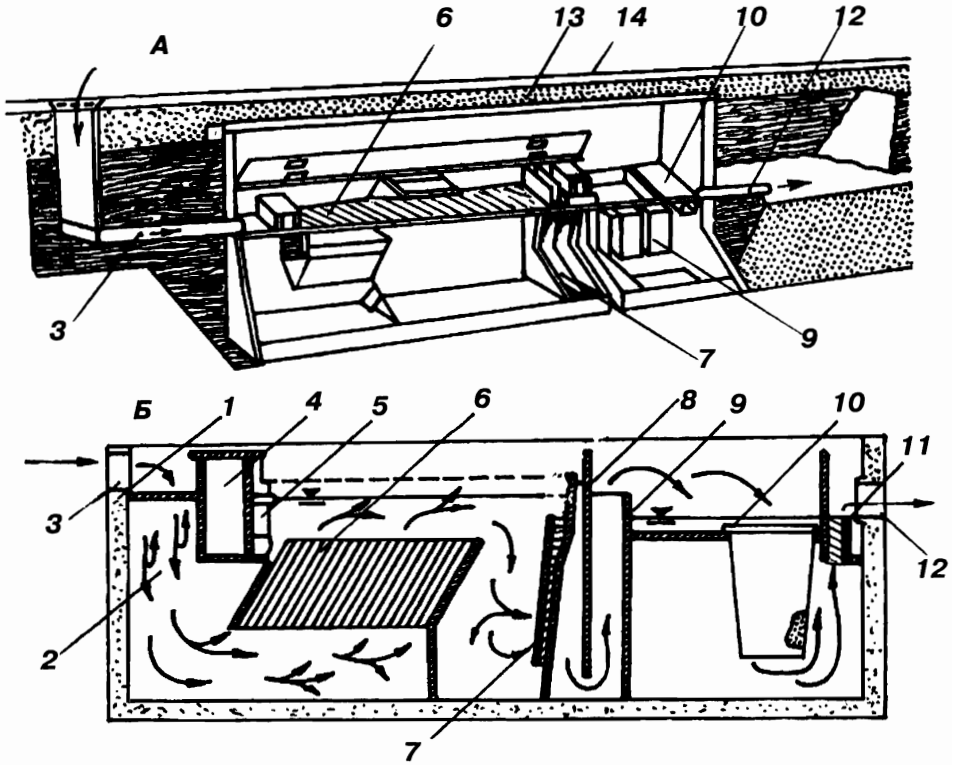
Рис. 21. Нефтеловушка многокаскадная:
1 — корпус; 2 — входная труба; 3 — перегородка со щелевым отверстием внизу; 4 — перегородка, верхний край которой допускает перелив воды в следующую емкость; 5 — выпуск очищенной воды; 6 — уровень воды в нефтеловушке; 7 — движение поступающих вод для очистки; 8 — движение частиц нефти

ем пути перегородку, у которой нет отверстия внизу. Эта перегородка не доходит до уровня воды в нефтеловушке, а поэтому вода для последующего перемещения поднимается вверх и перекатывается через перегородку. После этого вода снова вынуждена опускаться вниз, так как отверстие выходной трубы располагается у дна нефтеловушки. При таком движении воды вероятность того, что растворенные в воде нефтепродукты отделятся и всплывут на поверхность повышается в несколько раз. Во столько же раз и повышается эффективность нефтеловушки, а значит и качество воды на выходе.

В современной торговой сети имеется большая номенклатура оборудования, предназначенного для очистки ливневых и талых вод от песка и нефтепродуктов. Некоторые виды этого оборудования совмещают в себе обе эти функции. Например, установки очистки ливневых сточных вод модельного ряда SOR.II **(рис. 22)** предназначены для очистки сточных вод, загрязненных нефтепродуктами, при самотечном режиме поступления стоков. Обычно это дождевые стоки с автостоянок, АЗС, промышленных предприятий или загрязненных маслами территорий разливных цехов и складов масел и нефти. В зависимос-

Рис. 22. Установка очистки ливневых вод (модельный ряд SOR. II)

(А — разрез;
Б — схема):
1 — корпус;
2 — приемная емкость;
3 — поступление ливневых вод;
4 — резервуар для масла;
5 — коллектор;
6 — коалесцентные пластины;
7 — коалесцентный фильтр;
8 — перегородка с отверстием внизу;
9 — коалесцентный сепаратор;
10 — сорбционные секции;
11 — сорбционный фильтр;
12 — очищеная вода;
13 — грунт;
14 — асфальт



ти от предъявляемых требований на выходе можно выбрать один из трех типов сепараторов. На очистную установку не должны подаваться фекальные сточные воды. При превышении допустимого расхода стоков во время ливня можно использовать обводную линию, чем обеспечивается пропуск пятикратного расхода стоков при ливневом дожде. Установка представляет собой емкость из интегрированного полипропилена, в которой находится резервуар для масла с крышкой и коллектором, состоящим из ручки и сливного патрубка. Кроме того, в емкость помещена коалесцентная вставка, закрепленная при помощи фиксатора, вставлен коалесцентный фильтр, вварена погруженная перегородка с обводной линией коалесцентного фильтра и слив с коалесцентного сепаратора.

Сорбционный отсек сепаратора состоит из поглощающих частиц, штанг крепления и опорной горизонтальной доски. На выходе находится слив сорбционного фильтра и пространство для отбора проб. Гарантируемая концентрация нефтепродуктов на выходе (0,2 или 0,05 мг/л) достигается при соблюдении следующих условий: соответствующий максимальный расход, загрязнение на входе по нефтепродуктам до 5000 мг/л, своевременность проведения регламентных работ. Установки очистки ливневых стоков SOR.II изготавливаются шести типоразмеров — SOR.II-0,5, SOR.II-1, SOR.II-2, SOR.II-5, SOR.II-10, SOR.II-20. Цифра указывает на производительность системы в литрах в секунду.

Приемная емкость выполняет функцию отстойника. Резервуар для масла защищен крышкой и соединен резиновой манжетой с ручным коллектором. Коалесцентная вставка состоит из блока коалесцентных пластин, которые создают между пластинами трубчатое пространство с квадратным сечением.

Коалесцентный фильтр состоит из рамы, на которой закреплена фильтрующая пена, и все это размещено между направляющими в емкости. Погруженная перегородка предотвращает вынос нефтепро-

дуктов из коалесцентного сепаратора. Переливом коалесцентного сепаратора поддерживается уровень воды в передней части сепаратора.

Сорбционный фильтр (при степени очистки до 0,2 мг/л по нефтепродуктам) состоит из сорбционных элементов, которые прикреплены фиксаторами к опорной доске. На выходе из сепаратора находится перелив сорбционного фильтра, который поддерживает уровень воды над сорбционными единицами и одновременно создает пространство для отбора проб. Входные и выходные канализационные трубы

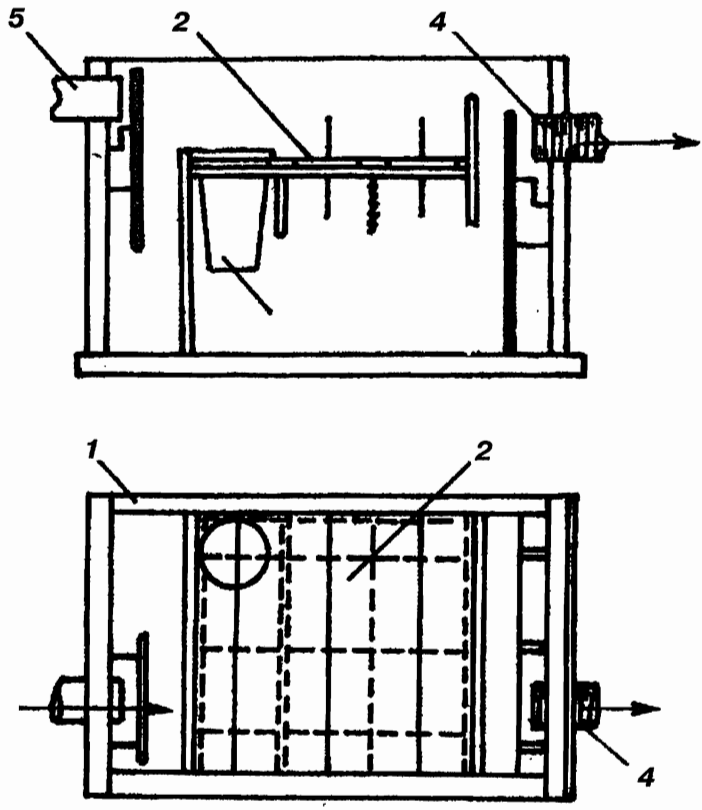


Рис. 23. Сорбционные пластины (с фильтром):
1 — корпус; 2 — сорбционные пластины; 3 — емкость для масла; 4 — коалесцентный фильтр; 5 — впуск воды для доочистки

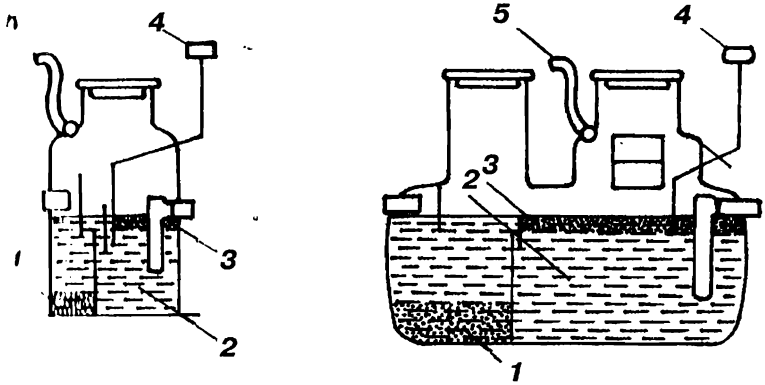


Рис. 24. Пескоуловитель — нефтеловушка:
1 — пескоотстойник; 2 — сточные воды; 3 — отстоявшиеся нефтепродукты; 4 — пульт автоматического регулирования; 5 — вентиляционный стояк

имеют внутренний диаметр DN 150 (DN 200).

Сорбционные пластины (при степени очистки до 0,05 мг/л по нефтепродуктам) устанавливаются за сточными сепараторами минеральных масел SOR.II-JK для доочистки этих сточных вод до уровня содержания нефтепродуктов (до 0,05 мг/л) **(рис.23)**.

Пескоуловитель-бензоотделитель производства компании ООО "Пласт Групп", схема которого показана на **рис. 24**, применяется для предварительного сбора песка, грязи, нефтепродуктов и устанавливается перед очистными системами. Компания ООО "Пласт Групп" поставляет пескоуловители-бензоотделители диаметром 600, 1100, 1430 и 2000 и 2400 мм **(таблица 11)**.

Все производимые фирмой ООО "Пласт Групп" бензоотделители имеют необходимые сертификаты и соответствуют российским стандартам. Оборудование изготавливается из армированного стеклопластика на основе полиэфирных смол финского производства. Бензоотделители компании "Пласт Групп" надежны в работе и просты в обслуживании. За счет высокой прочности и малого веса значительно облегчается транспортировка оборудования и его монтаж. В связи с высокими прочностными характерис-

Таблица 11

Технические характеристики пескоуловителей-бензоотделителей компании ООО "Пласт Групп"

Тип изделия	600	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6500	10000	13000	15000
Высота вх. трубы, мм.	870	950	930	1070	1070	1370	1370	1610	1610	1610	1610
Высота вых. трубы, мм.	850	930	910	1050	1050	1350	1350	1340	1590	1590	1590
Высота бочки, мм.	1200	1250	1250	-	-	-	-	-	-	-	-
Диаметр бочки, мм.	1100	1100	1450	1100	1100	1450	1450	1450	1650	1650	1650
Длина бочки, мм.	-	-	-	2250	3250	2650	3400	4200	4700	6000	7100
Осадок	600	1500	1500	2000	3000	4000	5000	6500	10000	13000	15000

никами бензоотделители можно монтировать прямо в землю с небольшой песчаной обсыпкой без применения бетонной опалубки и кессонов. В качестве защиты бензоотделителя против всплытия обычно используется бетонная плита, которая служит своеобразным якорем.

Масса плиты должна быть равна 40% веса наполненного водой бензоотделителя. Например, если его объем равен 10 м^3, то масса плиты должна быть не менее 4000 кг. Крепление бензоотделителей к плите можно осуществить капроновыми ремнями или металлической полосой.

Отстойники такого типа применяют в качестве основных сооружений механической очистки сточных вод и используют для выделения из них нерастворенных взвешенных (оседающих или всплывающих) грубодисперсных веществ. В большинстве случаев в отстойниках эффект отстаивания составляет 40-60 %, при продолжительности отстаивания 0,5-1,0 ч. Для повышения эффективности работы отстойников, особенно первичных, при содержании в сточной воде более 300 мг/л взвешенных веществ необходимо вводить в сточную воду коагулянты, способствующие увеличению скорости осаждения (гидравлической крупности) взвешенных частиц.

Основными недостатками таких схем очистки являются большие затраты коагулянтов и образование значительных количеств осадков, для обезвоживания которых требуется дополнительный расход коагулянтов с целью снижения содержания в них масел. Практика показывает, что раздельная обработка коагулянтами малоконцентрированных и концентрированных сточных вод требует меньших затрат коагулянтов и сопровождается образованием меньших объемов осадков.

Для очистки небольшого количества стоков современная промышленность выпускает широкую номенклатуру оборудования, которое достаточно эффективно очищает воду от содержащихся в ней жиров, минеральных масел и других легких примесей. Обыч-

но это компактные установки и предназначены они для глубокой локальной очистки поверхностных (ливневых) сточных вод до экологических нормативов (ПДК водоёмов рыбохозяйственного использования). Кроме того, для очистки промышленных и промливневых сточных вод различных категорий могут применяться комбинированные сооружения, которые позволяют осуществлять механическую очистку в водоворотной камере и отстойнике. На некоторых предприятиях промливневые воды проходят физико-химическую очистку с применением электромеханических коагуляторов различной модификации. Рассмотрим несколько примеров оборудования промышленного изготовления, предназначенного для очистки ливневых и дренажных вод от нефтепродуктов и взвешенных частиц.

Очистные сооружения "Векса"

Очистные сооружения "Векса" предназначены для очистки ливневых и талых сточных вод, отводимых с загрязненных территорий, до требуемых норм сброса в водоем либо в городскую ливневую канализацию **(рис. 25)**.

Установка представляет собой цилиндрический моноблочный резервуар-емкость, разделенный перегородками, образующими песколовку, тонкослойный отстойник, механический фильтр тонкой фильтрации, сорбционный фильтр первой ступени или двухступенчатый сорбционный фильтр (только для "Векса-М").

Установки "Векса" применяют для:

— очистки ливневых сточных вод;

— очистки талых и поливомоечных сточных вод на очистных сооружениях для АЗС;

— очистки производственных сточных вод, загрязненных нефтепродуктами и взвешенными веществами;

— доочистки различных категорий сточных вод, направляемых в ливневку.

Для организации очистных сооружений ливневки с небольших площадей (до 4 га) рекомендуется приме-

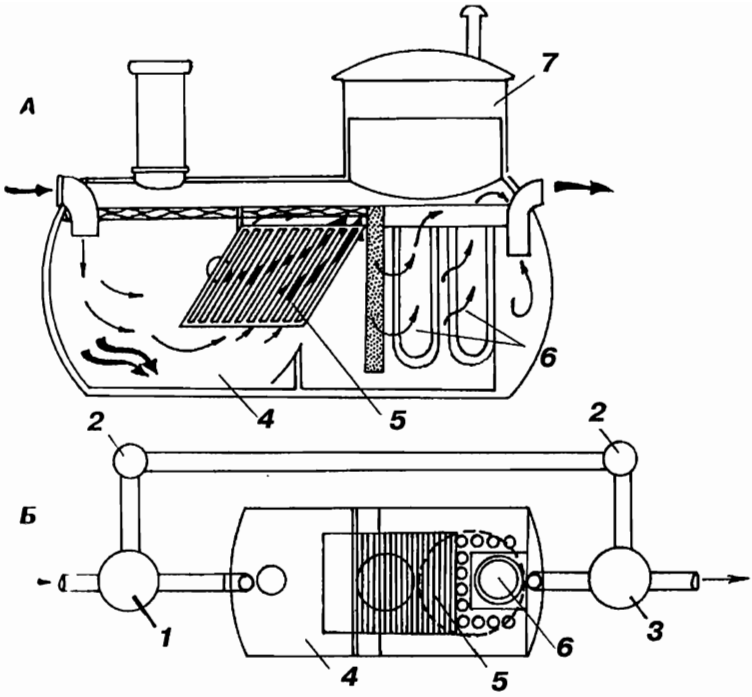


Рис. 25. Очистные сооружения ливневой канализации "Векса": А — общий вид; Б — принципиальная схема работы; 1 — приемный колодец; 2 — поворотные колодцы; 3 — контрольный колодец; 4 — цилиндрический резервуар; 5 — пластины механического фильтра; 6 — сорбционные фильтры; 7 — технологический колодец

ление модульного очистного оборудования полной заводской готовности без аккумулирующей емкости. Подбор осуществляется следующим образом: 1 га твердого покрытия (асфальт, бетон), производительность очистного оборудования 10 л/с. Технические характеристики установок "Векса" приведены в **таблице 12**.

При организации технологической схемы очистных сооружений для ливневой канализации рекомендуется применять аккумулирующие емкости с последующей очисткой на установке "Векса". В данном случае определение производительности очистного оборудования осуществляется путем расчета в соответствии с нормативными документами.

Таблица 12

Технические данные и характеристики очистных установок "Векса"

Производительность установки, л/с		**ед**	**2**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**
Длина	L	мм	2600	3365	5190	6810	9820	10180
Диаметр	D	мм	1500	1500	2000	2000	2000	2000
Высота входного патрубка (до оси трубы)	E	мм	1445	1420	1900	1900	1900	1875
Высота выходного патрубка (до оси трубы)	F	мм	1365	1320	1800	1800	1800	1775
Диаметр патрубков	DN	мм	110	160	200	200	200	250
Высота технических колодцев	H	мм	800					
Площадь фильтрующей поверхности (скорость фильтрации 5-7 м/час)		$м^2$	2,38	2,38	4,76	9,27	15,45	18,54
Параметры коалесцентных единиц (d0, 108x0.9)		шт.	6	6	9	18	27	
Параметры сорбционных единиц тип 1 (d0,5 x h 1,0)	V	шт.	1	1	2	-	-	-
Параметры сорбционных единиц тип 2 (d0,5 x h 1,3)		шт.	-	-	-	3	5	6
Рабочий объем		$м^3$	3,77	4,95	13,92	18,47	27,07	27,36
Объем песка		$м^3$	0,12	0,22	0,66	1,04	1,70	1,57
Объем осадка		$м^3$	0,15	0,24	0,99	1,42	2,38	2,03
Объем нефтепродуктов		$м^3$	0,06	0,09	0,26	0,33	0,52	0,46
Масса (сухая)		т	0,53	0,88	1,1	1,5	2,2	2,32
Масса (с водой)		т	4,3	5,83	15,02	19,97	29,27	29,68
Срок замены сорбента			6 месяцев					

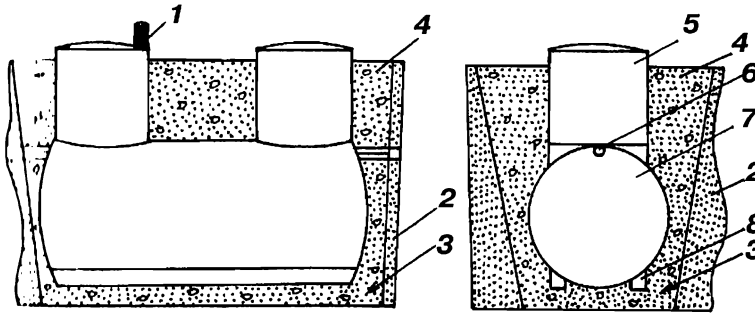


Рис. 26. Установка "Векса" в утрамбованном грунте:
1 – стояк вентиляции; 2 — грунт; 3 — утрамбованный грунт; 4 — обратная засыпка; 5 — технологический колодец; 6 — входной и выходной патрубки; 7 — корпус; 8 — опора

Очистные сооружения ливневых стоков "Векса" размещается горизонтально под землей, а на поверхности земли остаются только смотровые люки, закрытые стеклопластиковыми крышками. Установки можно размещать на железобетонной плите или на утрамбованном грунте **(рис. 26)**. Для удобства обслуживания не рекомендуется применять технические колодцы глубиной более чем 1,8 м. В случае большего заглубления очистного оборудования возможно увеличение глубины технических колодцев до 3 метров с усилением корпуса. При большом заглублении очистного оборудования целесообразно предусмотреть установку КНС.

При необходимости размещения очистных сооружения ливневки под проезжей частью, над установкой выполняется монолитная железобетонная плита из армированного бетона, а стеклопластиковые люки заменяются на чугунные.

Очистные сооружения ливневки "Векса" могут снабжаться контрольным устройством, подающим сигнал о необходимости очистки оборудования.

Установки типа "НГП-С" и "НГП-СК"

Они предназначены для очистки ливневых сточных вод и производственных стоков, загрязненных нефтепродуктами **(рис. 27)**. Установки данного типа ис-

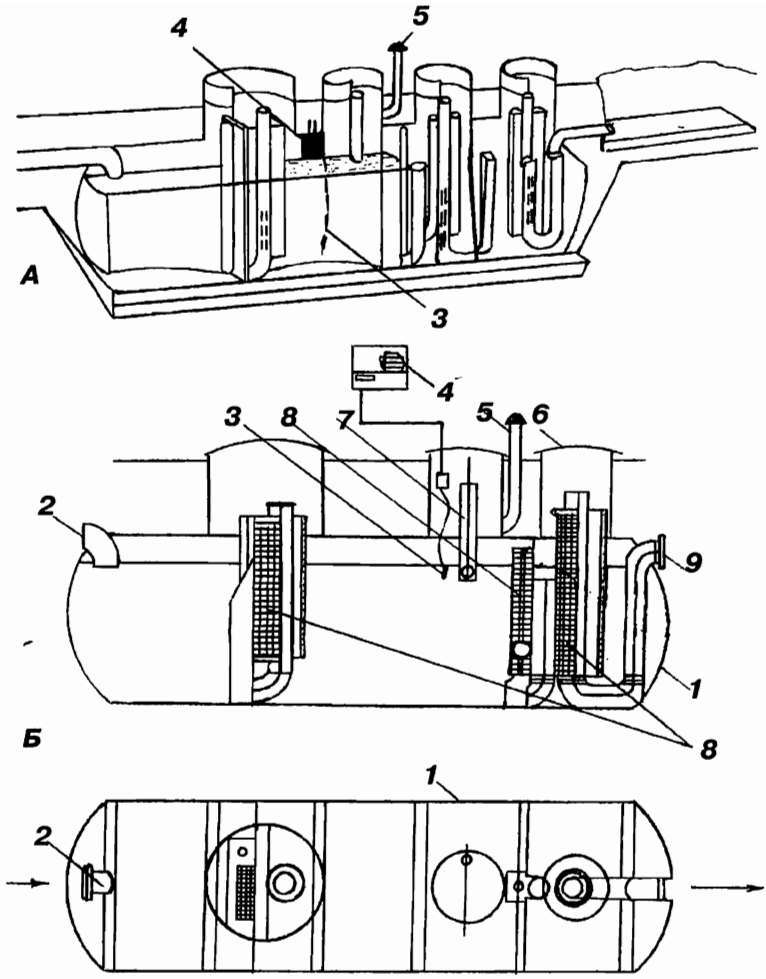


Рис. 27. Установка для очистки ливневых вод ("НГП-С")
(А — разрез; Б — схема):
1 — корпус; 2 — входной патрубок; 3 — датчик уровня нефтепродуктов;
4 — сигнализатор уровня нефтепродуктов; 5 — вентиляция;
6 — смотровой колодец; 7 — патрубок для удаления нефтепродуктов;
8 — сорбционные фильтры; 9 — выходной патрубок

пользуются на автозаправочных станциях, автостоянках, в гаражных комплексах, автотранспортных станциях, на транспортных погрузочно-разгрузочных терминалах и других территориях, загрязненных нефтепродуктами. Установки типа НГП могут включаться в разнообразные технологические системы. При очистке ливневых стоков с очень загрязненных территорий перед очистными сооружениями НГП должны быть предусмотрены пескоуловители. Для очистки ливневых стоков в установке типа НГП используются три основных технологических процесса, которые осуществляются в трех раздельных камерах. Нефтеловушка может производиться в одном корпусе с пескоулавливателем ("НГП-С"), что позволяет снизить стоимость оборудования.

Поток сточной воды в первую очередь попадает в первую камеру отстойник-песколовку, где вода успокаивается и частицы, имеющие высокую гидравлическую крупность, осаждаются на дно. В этой камере имеются следующие элементы:

водобойная пластина,

песколовка,

устройство для задержания частиц, плавающих на поверхности,

– зона накопления песка и осадка.

Песок и осадок из зоны накопления рекомендуется убирать не реже двух раз в год (или чаще, если уровень песка достигает установленной границы).

Из отстойника стоки попадают во вторую камеру, где с помощью коалесцентного фильтра эмульгированные нефтепродукты объединяются в более крупные капли, которые быстрее всплывают на поверхность воды. Коалесцентный фильтр более эффективно отделяет нефтепродукты, что позволяет уменьшить размеры очистной установки.

Коалесцентный фильтр рекомендуется промывать один раз в два-три года. Если во вторую камеру попадает песок или ил, осадок необходимо удалить, после чего камеру следует промыть и наполнить чистой водой. Накопленные нефтепродукты необходи-

мо удалять два раза в год (или чаще, если количество нефтепродуктов достигнет установленного уровня).

Далее ливневые стоки попадают в третью камеру, в которую встроены дополнительные абсорбирующие фильтры "FIBROIL". Абсорбирующие свойства материала этого фильтра:

легкое масло — 8,1 г масла на 1 г сорбента,

среднее масло — 9,8 г масла на 1 г сорбента,

тяжелое масло — 14,4 г масла на 1 г сорбента.

Абсорбирующий материал должен быть заменен при загрязнении его нефтепродуктами. Частота замены абсорбирующего материала зависит от начального уровня загрязнения стоков. Очистное оборудование обычно проектируется так, чтобы абсорбирующий материал нуждался в замене один раз в год. Точная частота замены абсорбирующего материала определяется во время эксплуатации. Ливневки НГП и НГП-С оборудованы двумя системами защиты: устройством автоматической блокировки, которое предотвращает произвольные утечки нефтепродуктов, а также автоматической сигнализацией, которая срабатывает в тех случаях, когда уровень накопившихся нефтепродуктов в установке достигает критической отметки.

Законодательство РФ предъявляет производителям оборудования очень высокие требования в сфере охраны грунтовых вод. Нефтепродукты представляют собой весьма серьезную угрозу для окружающей среды. Поэтому оборудование целесообразно использовать в местах, особо подверженных угрозе загрязнения нефтепродуктами. К таким местам относят заправочные станции, автомобильные мойки, автомастерские, автостоянки, автомобильные трассы, аэропорты, свалки, канализационные системы промышленных предприятий, нефтебазы и пр. Здесь это оборудование должно являться обязательным элементом городских канализационных сетей.

СЕПАРАТОРЫ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Они предназначены для очистки дождевых, талых и технических вод с территорий, на которых существует угроза загрязнения нефтепродуктами. Это оборудование является так называемым проточным, т.е. во время прохождения сточных вод через данное оборудование происходит механическое отделение свободных масел и средне-стабильных эмульсий от остальных субстанций.

В силу специфики механизма действия сепараторы способны также частично задерживать легко опадающую взвесь, которая собирается в камере для сбора осадка в нижней части устройства. При правильном подборе номинальной производительности и номинальном потоке в устройство попадают замасленные дождевые воды. В данном случае не наступает блокирование потока, а рабочей поверхности сепаратора вполне достаточно для того, чтобы большие капли нефтепродуктов поднялись к поверхности и соединились в однородный слой. Прохождению и ускорению данного процесса способствуют специальные коалесцентные кассеты в сепараторах, которые так и называются — коалесцентные сепараторы. Они предназначены для очистки сточных вод при номинальном потоке от 1,5 до 600 л/сек.

Сепараторы выполнены из полиэтилена и предназначены для отделения нефтепродуктов от других углеводородных соединений, содержащихся в стоках. В процессе сепарации используется разница плотности нефтепродуктов и воды в процессе гравитационного прохождения потока через сепаратор.

В коалесцентных сепараторах используются поверхностные явления, происходящие в коалесцентной кассете, когда микро-капли нефтепродуктов образуют большие соединения, более удобные для сепарирования. Эти частички поднимаются на поверхность, их слой постоянно увеличивается и его необходимо регулярно удалять. Тяжелые субстанции опадают на дно сепаратора, образуя осадок. Для увели-

чения эффективности работы устройства, его необходимо оборудовать камерой для сбора осадка, которая задерживает все тяжелые субстанции (осколки камней, гравий, песок, ил и пр.), содержащиеся в сточных водах, до входа потока в сепаратор нефтепродуктов.

Коалесцентнная кассета собирает на своей поверхности частички нефтепродуктов, которые имеют недостаточную объемную массу. Образуется слой нефтепродуктов, который после достижения определенной массы поднимается к верхней части устройства. Коалесцентнная кассета позволяет производить сброс сточных вод с содержанием углеводородов не более 0,3 мг на литр.

Во время дождя количество сточных вод, попадающих в сепаратор, превышает его номинальную пропускную способность.

Встроенный в сепаратор байпас представляет собой обводной канал, предохраняющий резервуар от переполнения. Когда допустимый уровень воды в сепараторе превышается, в работу включается байпас, который расположен над входным порогом в камере для сбора осадка. Таким образом, избыток сточных вод не содержит чрезмерного количества нефтепродуктов и не нарушает работу сепаратора, в то же время ил, песок и другие твердые субстанции задерживаются в камере для сбора осадка. Использование байпаса представляет собой стандартное решение и позволяет увеличить номинальный поток в пять раз. Сепараторы, оснащенные байпасами, используются при сборе осадков с больших поверхностей.

При отлучке обслуживающего персонала или случайном превышении допустимого объема потока система автоматической блокады защитит наружные сети от попадания отсепарированных нефтепродуктов из сепаратора в канализацию. Блокирование потока наступает после того, как будет достигнут максимально допустимый уровень нефтепродуктов. В таких ситуациях выходное отверстие закрывается при помощи крана, соединенного с поплавком, кото-

рый реагирует на удельный вес нефтепродуктов и постоянно остается в центральной части поверхности увеличивающейся пленки отсепарированных нефтепродуктов.

Сепараторы должны регулярно подвергаться проверке, опорожняться и очищаться. Частота проводимых проверок, опорожнений и чисток должна соответствовать вместительной способности сепаратора или количеству осадка в отстойнике, а также опираться на опыт эксплуатации данного устройства:

– частота опорожнения зависит от количества обработанных сточных вод;

– камера для сбора осадка должна очищаться регулярно, минимум 4 раза в год;

– при случайном превышении допустимого уровня нефтепродуктов должно производиться внеочередное опорожнение. Непосредственно сам сепаратор достаточно очищать один раз в году;

— после каждого опорожнения устройства его необходимо опять заполнить водой.

Если данная модель сепаратора оснащена коалесцентной кассетой, рекомендуется регулярная проверка коалесцентных фильтров — их следует время от времени промывать струей воды. Разного рода аварии невозможно предугадать, поэтому так важно систематически проверять степень загрязнения этой части сепаратора. При наличии системы автоматической блокады и поплавка производитель рекомендует их регулярную проверку. Если не чистить поплавок, его собственный вес может увеличиться за счет налипших осадков, что может привести к закупориванию выходного отверстия.

СОРБЦИОННЫЕ КОЛОННЫ SK

Сорбционные колонны предназначены, прежде всего, для удаления нефтепродуктов из сточных вод коммуникационных сооружений и автостоянок, с территорий разливных цехов и складов масел и нефти и из цехов, в которых используются нефтепродукты. Сорбционные ко-

лонны применяется для доочистки этих сточных вод до нормативного уровня содержания нефтепродуктов (максимально до 0,05 мг/л). Сорбционные колонны производятся нескольких размеров (на 2, 5, 10 и 20 л/сек) и с двумя выходными концентрациями нефтепродуктов, а именно: 0,2 мг/л или 0,05 мг/л.

Сорбционные колонны не предназначены для очистки других сточных вод, прежде всего коммунальных стоков и вод с более высоким содержанием нерастворенных веществ (выше 10 мг/л), потому что из-за такой концентрации значительно понижается долгосрочная эффективность сорбционной колонны. Некоторое ухудшение эффективности может причинить и повышенное содержание синтетических поверхностно-активных веществ (выше 2%).

Установка (сорбционная колонна) состоит из пластикового резервуара с выделенной водонепроницаемыми перегородками зоной адсорбции. Загрязненная вода поступает через подводящий трубопровод в сорбционную колонну. Здесь она проходит одновременно через все адсорбционные корзины, наполненные сорбционным материалом, который улавливает нефтяные вещества. Чаще всего для этого используется FIBROIL, который хорошо улавливает нефтяные вещества, в результате по отводящему трубопроводу стекает качественно очищенная вода. Сорбционный материал FIBROIL разработал исследовательский текстильный институт в г. Либерец (Чехия). Применение FIBROIL гарантирует коррозионную стойкость сорбционной колонны и исключает потребность в дальнейших защитных покрытиях.

Резервуар и перегородки сорбционных колонн сварены из стеновых элементов из интегрированного полипропилена MOSTEN 52 492. Сорбционные корзины изготовлены из пластика. Подводящий и отводящий трубопроводы уплотнены резиновыми кольцами. Швартовы резервуара выполнены из полипропиленовых канатов.

КОМПАКТНЫЕ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД SWOK

Они предназначены для очистки дождевых и производственных сточных вод (от моечных постов, мастерских, гаражей и т. д.) от взвешенных веществ и нефтепродуктов. Принципиальная схема одной из таких установок показана на **рис. 28**, а их технические характеристики в **таблице 13**. Очистные соору-

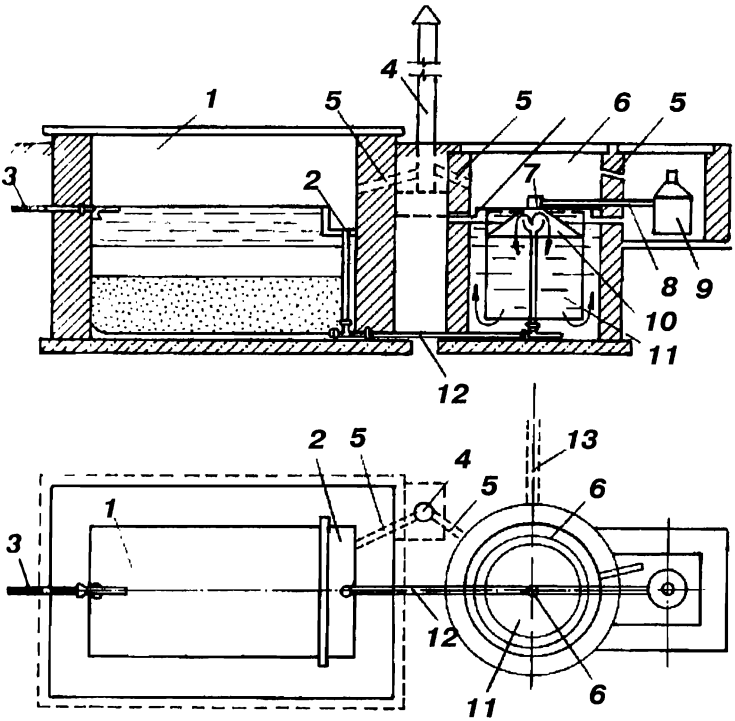


Рис. 28. Установка для очистки от нефтесодержащих стоков: 1 — грязеотстойник; 2 — сборный лоток; 3 — труба; вентиляционный стояк; 5 — вентиляционные трубы; 6 — уловитель нефти; 7 — колпак цилиндра; 8 — трубка; 9 — сборник; 10 — отбойник; 11 — пустотелый цилиндр; 12 — трубопровод; 13 — выпуск в канализацию

жения модульного типа выполнены из высокопрочного полиэтилена, удобны при транспортировке, монтаже, эксплуатации. По требованию заказчика сооружения могут быть выполнены из стали со специальными защитными покрытиями. Производительность очистных сооружений SWOK составляет от 0,5 до 500 л/сек, а монтироваться они могут как в надземном, так и в подземном вариантах. При комплектации очистного сооружения песколовкой и сепаратором концентрация нефтепродуктов и взвешенных веществ в воде после очистки составит: не менее 5 и не более 50 мг/л соответственно. Для достижения значений очистки воды по нефтепродуктам и взвешенным веществам, удовлетворяющим нормам на сброс в водоёмы рыбохозяйственного водопользования, сооружения комплектуются финишным узлом сорбционной доочистки.

Основными узлами сооружений являются песколовка и сепаратор нефтепродуктов с коалесцентной вставкой и автоматическим выпускным клапаном очищенных сточных вод. Технические характеристики сепаратов модели SWK , представляющих собой коалесцентный сепаратор нефтепродуктов с отстойником производительностью1,5- 20 л/с, приведены в **таблице 14**.

Основное оснащение сепараторов **SWK**:

— камера сепаратора,
— отстойник,
— коалесценционная кассета,
— система отбора проб,
— система автоматической блокады,
— вентиляция.

Дополнительно сооружения могут комплектоваться: байпасом, системой сигнализации о количестве накопленных нефтепродуктов, узлом финишной сорбции, насосными станциями, надстройками и колодцами. Технические характеристики коалесцентных сепараторов нефтепродуктов SWOBK производительностью 3-20 л/с, которые снабжены дополнительной системой "Bay-Pass", приведены в **таблице 15.**

Таблица 13
Характеристика компактных очистных установок SWOK

Модель	Расход, л/сек	Объём, л		Объём накапливаемых, л		Д/Ш/В, мм			Вес, кг	Присоединения, Dn
		Отстойника	Сепаратора	осадка	нефтепродуктов	L	W	H		
SWOK	до 3	300	270	195	176	1470	980	1090	65	110
	6	600	540	390	351	1986	1035	1040	105	160
	8	800	720	468	520	2860	980	1090	120	160
	10	1000	900	585	650	4250	980	1090	180	160
	15	1500	1350	878	975	3892	1035	1040	200	200
	20	2000	1800	1170	1300	5838	1035	1040	300	200

Таблица 14
Технические характеристики сепаратов модели SWK

МОДЕЛЬ	Ед. изм.	SWK 3	SWK 5	SWK 6	SWK 8	SWK 10	SWK 15	SWK 20	SWK 25	SWK 30	SWK 35	SWK 40
Производительность	л/сек	3	5	6	8	10	15	20	25	30	35	40
Полный объём	л	920	920	920	920	920	1682	2760	3364	5046	5064	5046
Объём сепаратора	литр	270	450	540	720	900	1350	1800	2250	2700	3150	3600
Объём всплывающих нефтепродуктов	литр	176	293	351	468	585	878	1170	1463	1755	2048	2340
Длина — L	мм	1470	1470	1470	1470	1470	1986	4250	3892	5838	5838	5838
Ширина — W	мм	980	980	980	980	980	1035	980	1035	1035	1035	1035
Высота — H	мм	1090	1090	1090	1090	1090	1040	980	1040	1040	1040	1040
Диаметр входа и выхода — Dn	мм	110	160	160	160	160	200	200	300	300	300	300
Высота входа и выхода — E/S	мм	750/ 720	720/ 690	720/ 690	720/ 690	720/ 690	720/ 690	720/ 690	740/ 610	740/ 610	740/ 610	740/ 610
Вес	кг	60	65	70	75	80	100	180	200	300	310	320
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

МОДЕЛЬ	Ед. изм.	SWOBK 3	SWOBK 5	SWOKB 6	SWOKB 8	SWOBK 10	SWOBK 15	SWOBK 20
Производительность	л/с.	3-15	5-25	6-30	8-40	10-50	15-75	20-100
Полный объём	литр	1840	1840	1840	1840	2760	3364	5046
Объём сепаратора	литр	270	450	540	720	900	1350	1800
Объём всплывающих нефтепродуктов	литр	176	293	351	468	585	878	1170
Объём отстойника	литр	300	500	600	800	1000	1500	2000
Объём для осадка	литр	195	325	390	520	650	975	1300
Длина — L	мм	2860	2860	2860	2860	4250	3892	6200
Ширина — W	мм	980	980	980	980	980	1035	1510
Высота — H	мм	1090	1090	1090	1090	1090	1040	1510
Диаметр входа и выхода — Dn	мм	200	250	250	300	300	300	300
Высота входа и выхода — E/S	мм	710/680	690/670	690/670	670/650	670/650	740/610	670/650
Вес	кг	120	125	135	140	180	200	280
Надставка	тип	A	B	B	A	A	B	B

ЖИРОУЛОВИТЕЛЬ (СЕПАРАТОР ЖИРА)

Жироуловитель (сепаратор жира) — это средство очистки хозяйственно-бытовых или иных, приравненных к ним по составу, производственных сточных вод от жиропродуктов. Принцип работы большинства жироуловителей, предлагаемых на сегодняшний день, как правило, один и тот же. Основан он на разнице удельной плотности частиц жира (нефтепродуктов) и воды. Так как жиры гораздо легче воды, то они поднимаются на её поверхность. При этом более тяжелые частицы (песок и ил) оседают на дно. Именно на этом основывается гравитационный метод очистки сточных вод от жировых загрязнений. Поэтому жироуловительные системы устроены таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная концентрация жира на поверхности поступающей в него воды. Жироотделитель устанавливается на выходе производственной канализации, содержащей загрязненные жиром стоки, первоначально очищенные от крупных механических примесей. Основной задачей жироуловителя является улавливание и удаление неэмульгированных жиров и масел из сточных вод, направляемых в очистные сооружения из предприятий, в которых происходит загрязнение сточных вод жирами. Освобождённая от жира вода отводится в канализационную сеть, а собранный жир периодически удаляется из системы. Пример установки жироуловителя на местности показан на **рис. 29**.

Жиротделители изготавливаются из полиэтилена (первичного) и оцинкованной стали, а их производительность составляет от 1 до 250 л в сек. Жироотделители могут быть снабжены камерой грязеуловителя либо комплектоваться без нее. Стальные жироотделители имеют компактный размер, что позволяет устанавливать их в помещении (но строго в соответствии с санитарными нормами). Чаще всего стальные жироуловители применяются для установки в кафе, ресторанах, цехах пищевого производства (в т.ч. малые цеха по разделке мясной и рыбной продукции

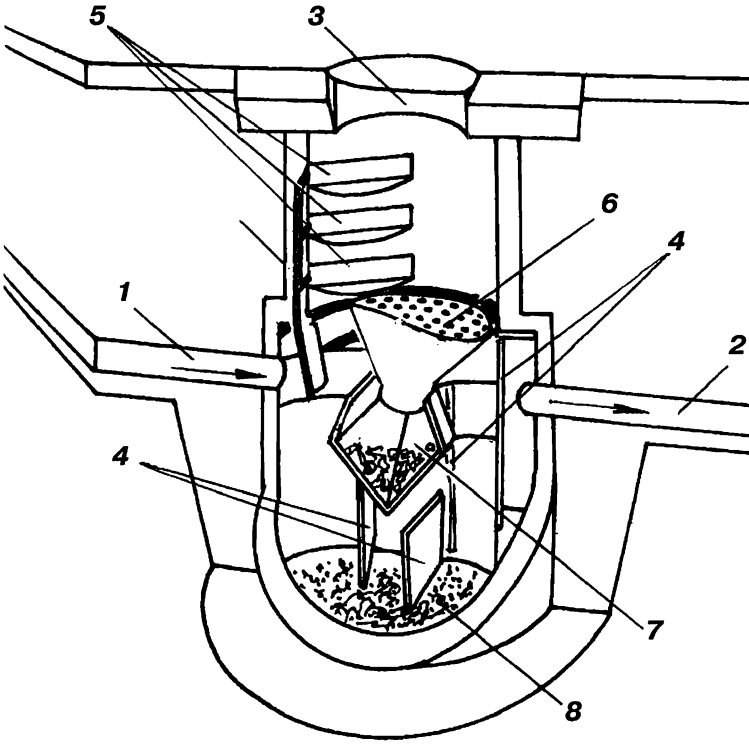


Рис. 29. Принципиальная схема работы жироуловителя: 1 – поступление сточных вод; 2 — отводящий патрубок; 3 — съемная крышка для обслуживания установки; 4 — погружные и полупогружные перегородки; 5 — наклонные планки для облегчения удаления жира; 6 — воронка для сбора жира; 7 — накопитель жира; 8 — сборник взвешенных частиц (песок, ил и т.д.)

и супермаркетах).

Примером может служить **жироуловитель ОТБ**, который является очистным сооружением, устанавливаемым на выпусках сточных вод, содержащих загрязненную жиром или минеральными маслами воду, первоначально очищенную от крупных механических примесей **(рис. 30)**. Для предварительной очистки стоков от механических примесей перед жироуловителем в обязательном порядке устанавливают пескоповку.

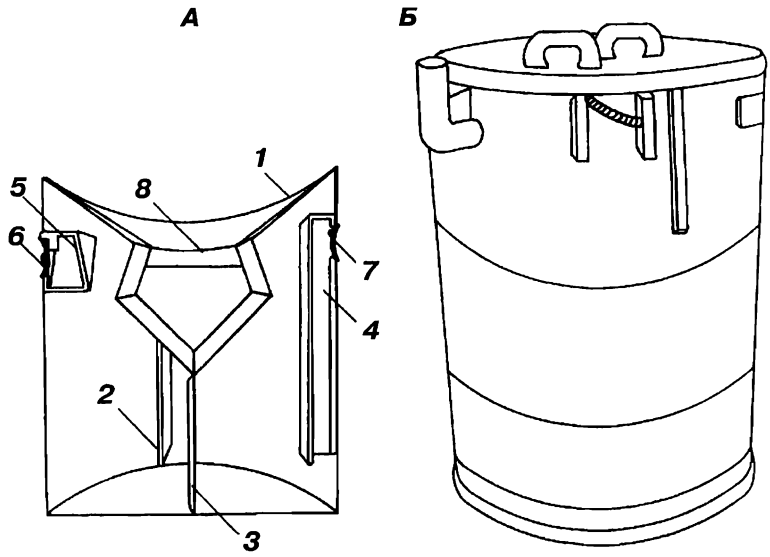


Рис. 30. Жироуловитель ОТБ:
А — принципиальная схема; Б — внешний вид; 1 — корпус;
2, 3, 4 — погружные перегородки; 5 — полупогружная перегородка;
6 — подводящий патрубок; 7 — отводящий патрубок; 8 — емкость для накопления жира

Жироуловитель ОТБ состоит из водонепроницаемого пластмассового резервуара, который разделен полупогружными перегородками. В верхней части жироуловителя находится накопительное пространство, ограниченное наклонными планками для облегчения удаления жира. Температура сточных вод, направляемых в жироуловитель, должна быть не выше 40°С.

Жироуловитель сверху накрыт крышкой. Она препятствует проникновению запахов наружу. Вентиляция жироуловителя осуществляется трубой диаметром 63 мм. Резервуар, разделительные перегородки, крышка и патрубки изготовлены из интегрированного полипропилена MOSTEN 52492, обладающего антикоррозионными свойствами.

Суть работы жироуловителя состоит в следующем. Жиросодержащая сточная вода самотеком по

ступает в первую ступень установки, где происходит снижение скорости тока воды, осаждение взвешенных веществ и произвольное всплывание жиров на поверхность. Затем частично очищенная таким образом сточная вода проходит под погружными перегородками во вторую ступень жироуловителя, где происходит дальнейшее отделение жиров, а оттуда под погружной перегородкой — на выпуск в канализацию.

Жировой слой с обеих ступеней жироуловителя стребается в пространство для накопления. Здесь жир находится до момента его извлечения. Из пространства над поверхностью можно вывести патрубок диаметром 63 мм, который присоединяется к вентиляционной системе. При большом заглублением жи-

Таблица 16.
Технические характеристики жироуловителей модельного ряда ОТБ

Тип жироловки ОТВ	Ед. изм.	1	2	3	4	5
Диаметр "A"	мм	900	1360	1580	1550	1630
Размер "C" (основное исп.)	мм	1095	1160	1160	1360	1360
Размер "D"	мм	855	920	920	1120	1120
Размер "E"	мм	795	860	860	1060	1060
Расход	л/с	1	2	3	4	5
Объем накопителя жира	л	80	125	125	175	175

ролоуловитель может дополняться надставкой с канализационным люком. Технические характеристики жироуловителей модельного ряда ОТБ приведены в **таблице 16**.

Жироуловители немецких производителей

Немецкие производители выпускают жироулови-

тели как в полимерном, так и в стальном исполнении. Например, жироуловители-сепараторы из полиэтилена производства Hauraton (Германия) применяются в пищевом производстве: рестораны, мясокомбинаты, кафе и т.п. Отличительной чертой жироотделителей немецкого производства является герметичность сепараторов, которые изготавливают из полиэтилена без швов, а также наличие в них встраиваемой системы забора проб. Благодаря полиэтилену, из которого изготовливают сепараторы, изделия особо устойчивы к химическим веществам. Сепараторы имеют высокую износостойкость, морозоустойчивость (до -40^0 С), жароустойчивость до (+ 60^0 С), имеют входные и выходные патрубки, изготовленные из полиэтилена и совместимые с ПВХ.

Жироуловители из оцинкованной стали широко применяются в пищевом производстве. Имеют максимальный размер 1000x500 мм и толщину стенки 6 мм. Стальные сепараторы могут быть покрыты внутри и снаружи несколькими слоями эпоксидной смолы. По желанию в стальных сепараторах может быть установлена система забора проб. Все виды сепараторов сертифицированы в России и соответствуют единым европейским стандартам EN 858-1, EN 1825.

Жироуловитель STOZ выполнен из высокоплотного полиэтилена, легко монтируется и транспортируется **(таблица 17)**. В первом отсеке жироуловителя-отстойнике происходит задержание твёрдых взвешенных веществ, во втором отсеке-сепараторе задерживается жир. Чистку отстойника необходимо проводить не реже 1 раза в квартал, сепаратора — не реже 1 раза в 2 месяца.

Жироуловитель может монтироваться под мойкой в коттедже, под землёй, в подвале и в надземном варианте. Он имеет скобы для транспортировки, крышку с замками, которая дополнительно может комплектоваться надстройкой или чугунной крышкой. В случае подземной установки жироуловитель комплектуется системой сигнализации накопления жиров.

Таблица 17
Технические характеристики жироуловителей STOZ

Модель	Расход, л/сек	Объём, л		Объём накапливаемых, л		Д/Ш/В, м			Вес, кг	Присоединения, Dn,мм
		Отстойника	Сепаратора	осадка	жира	L	P	H		
STOZ	1	150	150	98	98	1,47	0,98	1,09	60	110
	2	200	200	130	130	1,47	0,99	1,09	65	110
	3	300	300	195	195	1,47	0,99	1,095	70	110
	6	600	600	390	390	1,99	1,035	1,04	100	160
	8	800	800	520	520	2,86	0,98	1,09	120	160
	10	1000	1000	650	650	3,89	1,035	1,04	200	160
	15	1500	1500	975	975	3,91	1,035	1,04	200	200
	20	2000	2000	1300	1300	5,72	1,035	1,04	300	200
Jpr501 Под мойку	0.5	2 2		5	5	0,45	0,27	0,37	6	50

КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Российский институт НИИ ВОДГЕО разработал комплексные установки для очистки поверхностных (ливневых и дренажных) вод до экологических нормативов (ПДК водоёмов рыбохозяйственного использования). Базовая технология такой очистки включает в себя:

— предварительную очистку от грубых механических включений и песка;

— аккумулирование стока;

— объёмную седиментацию взвешенных веществ и выделение свободно всплывающих нефтепродуктов;

— двойную фильтрационную доочистку от взвешенных частиц;

— двойную адсорбционную доочистку от эмульгированных и растворённых нефтепродуктов.

Установка, размещенная в утепленном металлическом контейнере из "сэндвич-панелей", способна довести загрязненные ливневые и талые воды до следующих показателей:

— нефтепродукты — 0,05 мг/л;

— взвешенные вещества 3,0-5,0 мг/л;

Для площадей водосбора 2-5 га установка монти-

Таблица 18
Технические характеристики установки комплексной очистки ливневых сточных вод

Показатели	Величина показателей		
Площадь водосбора, га	**0,1**	**0,3-0,5**	**0,8-1,0**
Длина, мм	1500	2000	3000
Ширина, мм	600	1000	1200
Высота, мм	1700	1800	200

руется на общей раме в полной заводской готовности. Технические характеристики установки приведены в **таблице 18**.

Для площадей водосбора свыше 5 га, а также по особым условиям заказчика может быть смонтирован комплект оборудования на производственной площадке **(рис. 31)**. Такая установка предназначена для очистки ливневых вод производительностью до 50 м^3/час при максимальной оптимизации технологических параметров за счет совмещения процессов физико-химической очистки в одной комбинированной установке и стабилизацию процессов очистки при сокращении расхода реагентов.

Главные особенности установок:

— компактность, максимальная степень заводской готовности;

— оптимальная степень автоматизации;

— круглогодичный режим работы;

— удобство в обслуживании и ремонте;

— короткие сроки ввода в эксплуатацию.

Установка очистки поверхностного стока "Ливнесток" института НИИ ВОДГЕО предназначена для очистки дождевых и талых вод с территорий АЗС и автопредприятий, загрязнённых взвешенными веществами и нефтепродуктами по ТУ 4859-00218767759-01. Установка "Ливнесток" обеспечивает качество очищенной воды, соответствующее требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 "Гигиенические правила к охране поверхностных вод" до ПДК рыбохозяйственных водоёмов. Установка "Ливнесток" исключает негативное воздействие на окружающую среду и обеспечивает очистку ливневых вод:

— по нефтепродуктам, мг/л — с 150,00 до 0,05;

— по взвешенным веществам, мг/л — с 1000,0 до 3,0;

ГНЦ РФ ФГУП ОАО "НИИ ВОДГЕО" совместно с концерном РОСЭКОСТРОЙ осуществляет реконструкцию старых и ведет строительство новых сооружений глубокой очистки ливневых и промышленных стоков от нефтепродуктов до остаточных концентра-

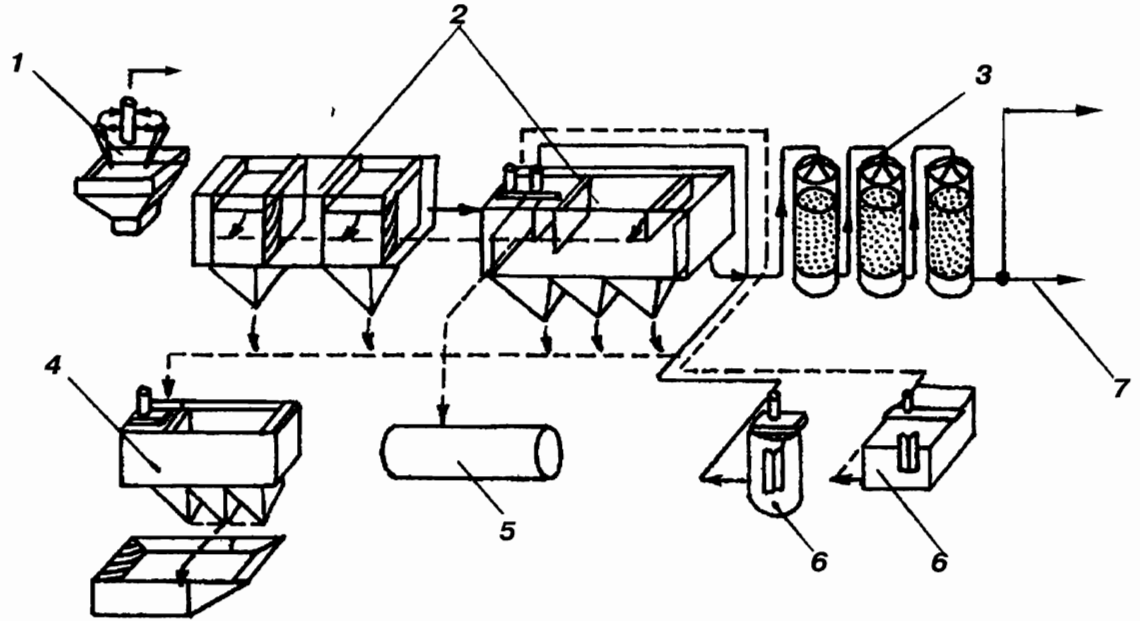


Рис. 31. Комплект оборудования установки НИИ ВОДГЕО:
1 — механическая очистка; 2 — тонкая физико-механическая очистка; 3 — доочистка поступивших стоков; 4 — сбор осадков; 5 — сбор нефтепродуктов; 6 — реагенты (приготовление и хранение); 7 — на повторное использование

ций 0,01-0,05 мг/л. Производительность сооружений может колебаться от 1 до 850 м^3/час.

Скоагулированные хлопья загрязнений разделяют фильтрованием в тонкослойных блоках флотатора-отстойника. Очищенная вода может сбрасываться в рыбохозяйственные водоемы или использоваться в системах оборотного водоснабжения.

ВОДООЧИСТНЫЕ УСТАНОВКИ НАПОРНОЙ ФЛОТАЦИИ ТИПА "АФ"

Водоочистные установки напорной флотации типа "АФ" представляют собой компактные транспортируемые модули напорной флотации, которые могут быть использованы как локально, так и в составе существующих систем водоочистных сооружений для повышения их эффективности. Они предназначены для очистки производственных, оборотных и ливневых стоков (дождевых и талых вод) от жиров, нефтепродуктов, взвесей и других загрязнителей, находящихся в стоках. Степень очистки:

— стоков по нефтепродуктам ... не более 0,05 мг/л,

— стоков по взвешенным веществам..... не более 10 мг/л.

В процессе работы очистной установки типа "АФ" вода многократно циркулирует по контуру. Благодаря этому удается достичь максимальной степени водоочистки и исключить возможность "проскока" загрязняющих веществ (нефтешлама). После очистки промышленных и ливневых стоков методом флотации на первой ступени вода, при необходимости, может быть дополнительно очищена на адсорбционном фильтре, что дает возможность сбрасывать очищенные воды в городской канализационный коллектор. Циркуляционная емкость позволяет организовать оборотный цикл использования воды и свести до минимума сброс очищенной воды в канализационную сеть или окружающую среду. При организации системы водоотведения с оборотным циклом достаточно

очистки методом флотации, что позволяет уйти от использования расходных материалов (фильтр-сорбентов) и резко сокращает количество отходов. Установки очистки стоков типа "АФ" работают при температуре окружающего воздуха не ниже +5°С, поэтому для круглогодичной эксплуатации их можно использовать только в отапливаемых помещениях или в утепленном контейнере.

Основные преимущества установок типа "АФ":

— небольшие капитальные и эксплуатационные затраты;

— минимальные затраты на строительство. Установка монтируется на заранее подготовленный фундамент;

— компактность;

— возможность наращивания производительности;

— высокая устойчивость к колебаниям нагрузок;

— простая и надежная эксплуатация;

— легко обслуживаемая аппаратура флотатора. Для обслуживания установки типа "АФ" необходим один оператор;

— непрерывность процесса;

— высокая степень очистки;

— широкий диапазон применения;

— значительно большая скорость процесса по сравнению с отстаиванием;

— селективность выделения примесей;

— отсутствие запаха;

— получения шлама более низкой влажности (90-95%);

— возможность рекуперации удаляемых веществ;

— низкое энергопотребление.

Промышленная очистка стоков с применением установок типа "АФ" позволяет наращивать мощности с учетом кредитоспособности предприятия.

ГРАВИТАЦИОННЫЕ РАЗДЕЛИТЕЛИ

Системы гравитационного разделения представ-

лены на российском рынке продукцией компании Найхаус Вотер Технолоджи Б.В. Такие очистные системы используются для разделения твердых тел от водной среды и разделения различных жидкостей (вода — нефтепродукты) в очистных сооружениях . Данные системы обычно используются там, где необходима высокая степень разделения. Основной движущей силой этой системы является разница в плотности разделяемых веществ. Гравитационные разделители Nijhuis подразделяются на две основные группы **(рис. 32)**:

масловодяные разделители;

– разделители твердых тел от водной среды.

В разделителях вода-масло (нефтепродукты) применяются три вида разделительной техники: флотация, осаждение и трехфазное разделение. Все три вида могут использовать пластинчатое разделение.

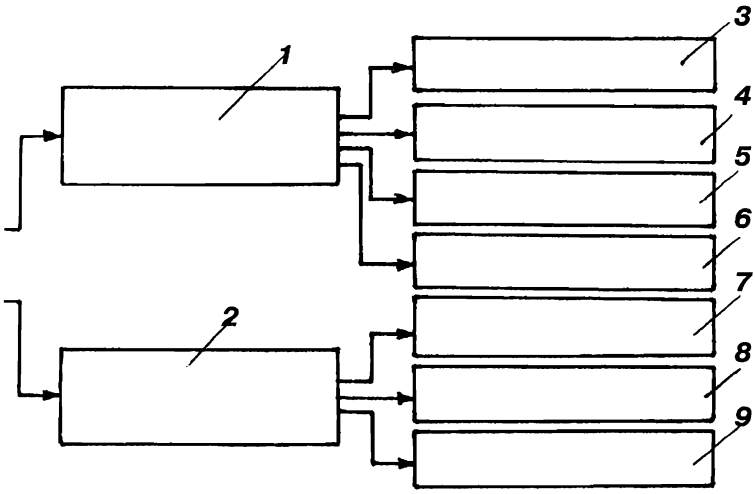


Рис. 32. Гравитационное разделение стоков (схема):
1 — разделитель вода — масло; 2 — отделение твердых веществ от жидкости; 3 — разделитель поперечного тока CFS; 4 — разделитель обратного тока CCS; 5 — модуль PPA; 6 — разделитель PPS; 7 — пластинчатый разделитель IPS; 8 — шнековый песочный конвейер SSC; 9 — моющая установка SWU

Трехфазный разделитель CFS представляет собой очень компактную конструкцию, которая легко адаптируется к существующим сооружениям. Разделитель подходит для больших нагрузок и сильно меняющихся загрязнений и обычно применяется как флотационное устройство для отделения жидкостей с плотностью ниже плотности воды. В CFS разделителе находятся пакеты пластин поперечного тока. Отделившийся масляный слой снимается скиммерной трубкой, которая настраивается вручную. Тяжелые частицы собираются на дне конической формы, а затем сбрасываются в накопительную емкость для утилизации. Характерной особенностью разделителя является наличие большого илового отсека для очистки маслянистых стоков с большим содержанием осадка.

Разделитель обратного тока CCS сравним с разделителем поперечного тока CFS, за исключением того, что его работа основана на принципе обратного движения тока воды. Разделитель хорошо подходит для краткосрочного периода использования с нефтесодержащим шламом, его можно легко доукомплектовать системами коагуляции или флоккуляции.

Модули PPA состоят из нескольких блоков пластин, которые могут устанавливаться в металлических или бетонных сооружениях. В модулях PPA можно устанавливать различное расстояние между пластинами, для того чтобы сделать их подходящими для сепарации различных взвешенных частиц, которые легче или тяжелее воды. В результате специфичная конструкция блоков обеспечивает на 15-20% более эффективную рабочую поверхность в сравнении с системами аналогичного размера.

Модули PPS компании Найхаус Вотер Технолоджи представляют собой разделители поперечного и обратного токов для применения при высоком давлении **(рис. 33)**. Данная технология широко используется в нефтехимической промышленности, на участках с высоким давлением.

Трехфазный пластинчатый разделитель IPS

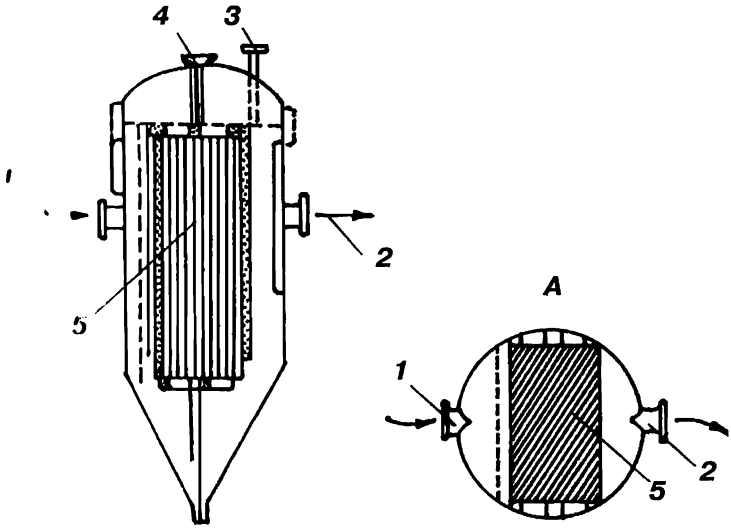


Рис. 33. Схема разделителя PPS компании Найхаус:
1 — входной патрубок; 2 — выходной патрубок; 3 — поступление нефтесодержащих стоков; 4 — поступление газа для создания давления; 5 — пакет пластин; А — вид сверху

применяется в основном в качестве установки осаждения для отделения твердых частиц от жидкостей. Помимо осаждения твердых частиц, IPS разделитель также подходит для перехвата и удаления плавающих материалов, с этой целью на нем устанавливается скиммерная трубка или механический скребок.

Разделитель IPS является двухфазовым отстойником. Быстро осаждаемые частицы собираются в (маленьком) первом конусе, оставшиеся частицы с меньшей скоростью осаждения отделяются и собираются во втором иловом конусе. Осадок сгущается и автоматически сбрасывается через дренажные клапаны. Наряду с разделителем поперечного тока IPS, компания Найхаус Вотер Технолоджи Б.В. предлагает разделитель обратного тока NPS.

Песочный шнековый конвейер компании Найхаус Вотер Технолоджи Б.В. является небольшим гравита-

ционным разделителем со встроенным шнековым конвейером, который транспортирует (и обезвоживает) твердые вещества из разделителя перед сбросом. Песочный шнековый конвейер (SSC) применяется для:

— отделения песка и глины от воды;

— сортировки частиц;

— обезвоживания песка и глины;

— разделения и обезвоживания дренажного стока от секции флотации.

ОЧИСТКА ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Одним из самых опасных загрязнителей почвы и воды является нефть и её производные. Нефтяное загрязнение угнетает дыхательную активность и затрудняет естественное самоочищение почвы микроорганизмами.

Биопрепарат Петро Трит способствует самоочищению почвы, т. к. состоит из 12 штаммов аэробных, анаэробных, факультативных микроорганизмов, присутствуют также натуральные биосурфактанты, минеральные соли азота, фосфора, калия и естественные микробные расщепители углеводородов нефти. Биоценоз препарата Петро Трит основан на питающем носителе из кукурузной муки в виде спор. Петро Трит является биодеструктором углеводородов нефти, который путем искусственной биостимуляции способствует расщеплению и разложению нефтяного загрязнения в воде, почве и сточных водах.

Биопрепарат Петро Трит применяется для очистки почвы в местах, загрязненных нефтепродуктами. Кроме того, препарат применим для биологического разложения нефтяного загрязнения специально гидроизолированных площадок, а также слабо- или непроточных водоёмов.

Для эффективной очистки должны быть соблюдены следующие условия:

— рабочая температура +18 — +25 С;

— pH 5-9 среды;

принудительная аэрация;
перемешивание почвы;
поддержание оптимальной влажности (40-70%).

Препарат обеспечит полное и быстрое очищение водоема или почвы от нефтяного загрязнения без вреда для окружающей среды, превратит загрязненную среду в экологически безопасные продукты микробного метаболизма, которые служат питанием для растений.

Биопрепарат Петро Трит эффективен для биологической очистки, утилизации и обезвреживания почвы, водоемов, сточных вод, нефтяных отходов и нефтешламов от загрязнений нефтепродуктами (мазутом, нефтью, моторными маслами, бензином, дизтопливом).

РАЗДЕЛ 5.
ОЧИСТКА ФЕКАЛЬНЫХ СТОКОВ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Городские жители, которые ежедневно пользуются сантехническими приборами, а следовательно, и канализационной сетью, водоочистным оборудованием и всеми инженерными сооружениями, давно привыкли к этому и не задумываются о сложности процессов, связанных с обеспечением бесперебойной работы данных систем и служб. Сегодня трудно представить коттедж без привычных удобств — ванной, туалета, прачечной. Индивидуальные дома и коттеджи могут иметь простейшие схемы — выгребную яму **(рис. 34)** при дворовый резервуар-отстойник **(рис. 35)**. Опыт зарубежного индивидуального строительства, уверенно входящий в строительную практику нашей страны, подсказывает, что существуют решения, которые несколько увеличивают расходы при строительстве, но зато резко их сокращают в процессе эксплуатации зданий. Очистная установка, которая не загрязняет окружающую среду, создает комфортные условия для жизни. Она устраняет неприятный запах, являющийся доказатель-

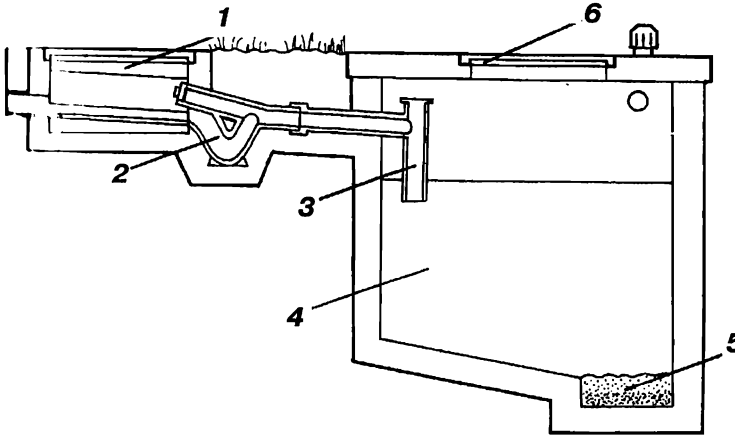


Рис. 34. Простейшая дворовая выгребная яма:
1 — смотровой колодец; 2 — гидрозатвор смотрового колодца;
труба; 4 — канализационная (выгребная) яма; 5 — осадок; 6 — крыша

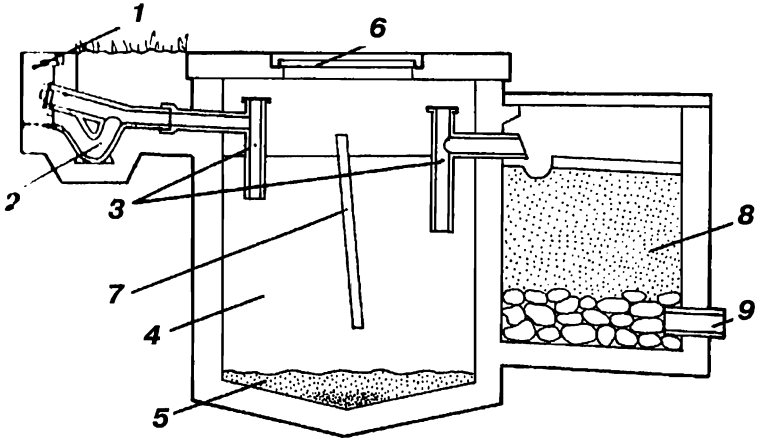


Рис. 35. Дворовый резервуар - отстойник:
1 — смотровой колодец; 2 — гидрозатвор; 3 — труба;
— канализационная яма; 5 — осевший мусор; 6 — крышка;
7 — перегородка; 8 — фильтрационная система (гравий)
9— выводная труба

ством непригодной системы канализации, и протекающие стоки не несут угрозу растениям и поверхностным водам.

Внутренние канализационные сети принимают бытовые и производственные стоки в местах их создания и отводят их за пределы здания во внешнюю канализационную сеть или на очистные сооружения.

Очистные сооружения представляют собой комплекс инженерных сооружений в системе канализации населённого места, промышленного предприятия или отдельно стоящего дома. Они предназначены для очистки сточных вод от содержащихся в них загрязнений. Целью очистки является подготовка сточных вод к использованию на производстве или к спуску в водоёмы. Производственные сточные воды, как правило, подвергаются вначале очистке на локальных очистных сооружениях. В результате этого происходит снижение концентрации загрязнений, извлекаются и утилизируются находящиеся в сточных водах полезные вещества, а также происходит подготовка этих вод к очистке на общезаводских очистных сооружениях (если это необходимо). После локальной очистки или обработки на общезаводских очистных сооружениях, сточные воды могут быть снова использованы в технологическом процессе. В отдельных случаях очищенные производственные воды спускаются в водоёмы либо (без полной очистки) в городские канализационные системы.

К классу индивидуальных очистных установок относят сооружения, пропускная способность которых не превышает 20 $м^3$/сутки. Индивидуальная канализация предназначена для очистки бытовых сточных вод от отдельно стоящих домов или от группы зданий. Бытовые сточные воды формируются из двух основных потоков:

— хозяйственного, который собирает сточную воду от умывальников, кухонных раковин, ванн, душа, стиральной машины и т. д.;

— фекального (или "черный") от унитазов и писсуаров. В системах индивидуальной канализации хо-

мественные и фекальные сточные воды объединяют в единый поток.

Для устройства канализационной сети используют обширный ассортимент труб, фасонных деталей и комплектующих из ПВХ труб **(рис. 36)**.

Чаще всего для отвода стоков используются термостойкие трудновоспламеняющиеся полипропиленовые трубы, пригодные для горячих, холодных и коррозионно активных сточных вод. Соединительные пластиковые муфты облегчают монтаж и ремонт. Стойкость материала позволяет не заботиться о надежности системы после её успешной установки.

При сооружении канализационных сетей возникает естественный вопрос: куда же, все-таки, девать стоки? На практике применяются два основных вида или системы вывода жидких отходов с территории населенных пунктов и промышленных предприятий: вывозная и сплавная. Первая предусматривает вывоз всех отходов, другая — сплав их жидкой части по трубам или специальным каналам и вывоз жидких отходов специализированным транспортом. Сплавная система (канализация) стоков более рациональна и эффективна. Нечистоты и другие отходы, разбавленные большим количеством воды, создают сточные воды, их отводят канализационной системой подземных труб и каналов на очистные сооружения. Обезвреженные сточные воды выпускают в водоемы за пределами населенных пунктов. Самотечный способ (канализация) отвода сточных вод по трубам и каналам имеет экономические, санитарные и технические преимущества перед другими способами. Удаление 1 м^3 нечистот канализационной сетью самотеком стоит приблизительно в 100 раз дешевле, чем при вывозной системе. В случае , если отдаленность очистных сооружений не позволяет выдерживать уклон, необходимый для самотечного коллектора, устанавливают канализационные насосные станции (КНС).

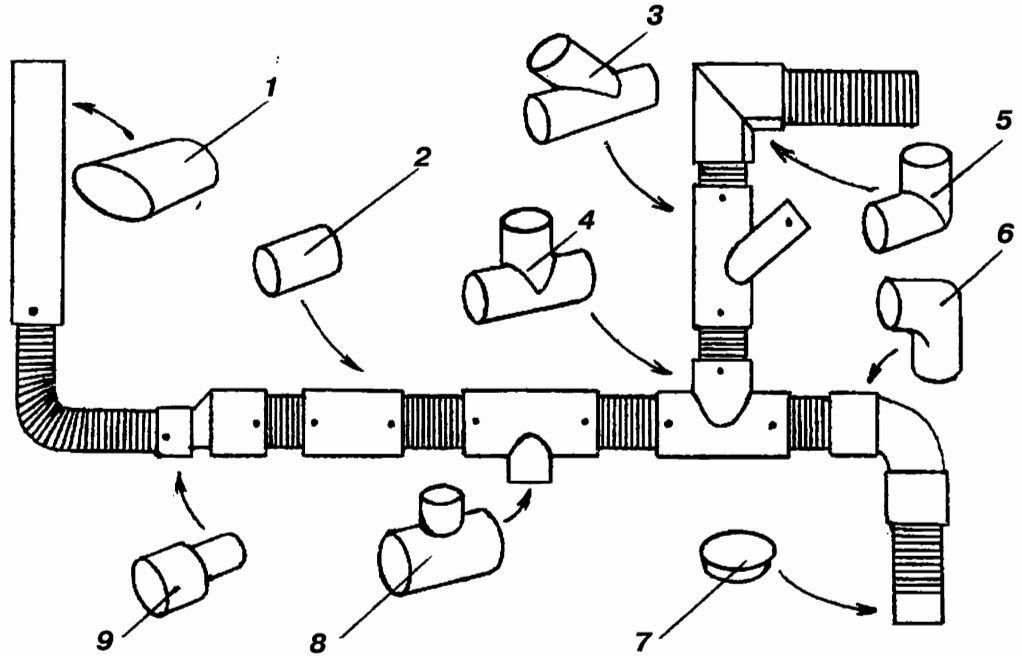


Рис. 36. Комплект дренажных труб с комплектующими:
1 — выход; 2 — соединительная муфта; 3 — угловой тройник; 4 — прямой тройник; 5 — уголок; 6 — колено; 7 — заглушка; 8 — редукционный тройник; 9 — редуктор

КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

Такие станции полной заводской готовности в корпусе из стеклопластика, полипропилена или нержавеющей стали предназначаются для перекачки хозяйственно-бытовых, производственных или поверхностно-ливневых сточных вод **(рис. 37)**. Канализационные насосные станции могут быть изготовлены диаметром от 800 до 3000 мм и высотой до 11000 мм и оснащены двумя либо тремя погружными насосами.

Вместимость приемного резервуара насосных станций, а также количество насосов рассчитывается и подбирается в соответствии с требованиями

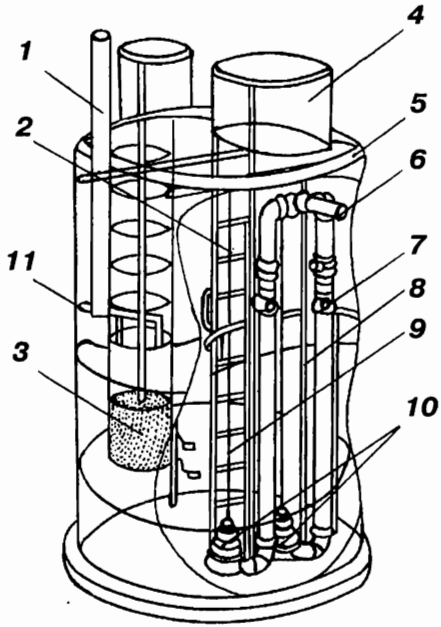


Рис. 37. Канализационная насосная станция:
1 — труба вентиляции; 2 — лестница; 3 — емкость (корзина) отстойника; 4 — люк; 5 — корпус; 6 — выход стоков; 7 — обратный клапан; 8 — направляющие; 9 — цепь подъема насоса; 10 — насосы; 11 — подача стоков

СНиП 2.04.03-85. Управление насосами в КНС автоматизировано по уровням сточных вод в приемном резервуаре станции.

Для задержания крупных отбросов, а также для защиты насосов от засорения, перед КНС или в приемном резервуаре насосной станции предусматривается корзина отстойника. По желанию заказчика поставляются как корпуса насосных станций, так и полностью укомплектованные насосные станции с насосами, автоматикой и другим дополнительным оборудованием.

Сточные воды по подводящему трубопроводу попадают в нижнюю приемную часть КНС (приемный резервуар), на дне которой установлены насосные агрегаты. Насосные агрегаты для подачи сточных вод под давлением в напорный трубопровод установлены на металлических пьедесталах, имеющих узел крепления с герметичной прокладкой. Для подъема и опускания насосных агрегатов в случае необходимости их технического обслуживания служат направляющие трубы. При включении рабочего насоса сточная вода по напорному трубопроводу поступает в распределительную камеру, где установлены задвижки, позволяющие направлять сточную воду в отводящие трубопроводы. Канализационная насосная станция при нормальном функционировании работает, когда все задвижки на трубопроводах находятся в положении "открыто". Обратный клапан, установленный на трубопроводе каждого из насосных агрегатов, не позволяет попадать сточной воде обратно в трубопровод насосного агрегата, который находится в резерве. Задвижки устанавливаются в положение "закрыто" лишь в случае ремонта обратных клапанов или устранения неполадок на сети.

Корзина отстойника предназначена для сбора крупных отбросов, которые вместе со сточной водой могут попасть в приемный резервуар через подводящий трубопровод и вывести из строя погружные насосы.

Канализационная насосная станция имеет в верхней части съемную утепленную крышку с люком, ко-

торая позволяет осуществлять доступ обслуживающему персоналу внутрь КНС. Через этот люк извлекают (при необходимости) насосный агрегат и корзину отстойника для ее опорожнения.

Оптимальным считается такой режим работы КНС, когда расход поступающих сточных вод соответствует расчетным параметрам установленного насосного оборудования. В этом случае все агрегаты установки работают при нагрузках, соответствующих требованиям завода-изготовителя. При ручном или автоматическом (с помощью процессора) переключении насосов с "рабочего" на "резервный" режим происходит равномерный износ, снижается вероятность отказов насосного оборудования, отпадает необходимость в дорогостоящих ремонтах, что снижает затраты на его эксплуатацию

Без сомнения, идеальными являются условия, когда и за городом есть возможность подключения к централизованной системе очистной канализации или создания очистных сооружений, рассчитанных на сбор, очистку и утилизацию сточных вод целого жилого поселка. Однако в большинстве случаев централизованные очистные сооружения отсутствуют по нескольким причинам.

Во-первых, строительство загородных домов ведется, как правило, либо в чистом поле, либо вблизи деревень, зачастую не имеющих не только централизованного очистного сооружения, но и канализации. Во-вторых, создание общепоселкового очистного сооружения — процесс дорогостоящий и трудоемкий и местные органы власти не имеют для этого не только необходимых средств, но служб, отвечающих за работу очистных сооружений.

Конечно же, самое простое решение этой проблемы — выгребная яма. Однако еще раз напомним, что этот вид индивидуальной канализации подходит лишь в том случае, если суточный сброс стоков менее 1 м³ (СНИП 2.04.03 — 85 п.3.9). При стоках большего объема этот способ становится экономически невыгодным и организационно сложным.

Выгребную яму делают из расчета не менее 0,5 м^3 на человека. Средние ее размеры: длина 2,5-3 м, ширина — 0,8-1,0 м, глубина — 1,5 м. Стены выгребной ямы делают из кирпича, камня или бетона, затем оштукатуривают цементным раствором, железнят, а иногда покрывают слоем битума. Если для изготовления стен используют дерево, то стены должны быть плотными, хорошо проконопаченными и дважды покрыты битумом. Стены с наружной стороны изолируют жирной глиной слоем 25-30 см, тщательно ее уплотняя. Дно выгребной ямы делают с уклоном в сторону люка. Затем на дно кладут слой жирной глины толщиной 25-30 см, а сверху настилают доски или бетонируют. Перекрытие ямы может быть из деревянных щитов, обитых рубероидом, но лучше и надежней сделать перекрытие из железобетона. В перекрытии устраивают люк размером 0,7х0,7 м. Перекрытие тоже изолируют слоем глины толщиной 30 см и сверху засыпают землей. Люк для очистки должен иметь две плотно закрывающиеся крышки, одна из них делается над перекрытием, вторая — на уровне земли. Очищают выгребную яму в зависимости от ее наполнения.

Напоминаем, что запрещено использование выгребов без дна с фильтрацией в грунт неочищенных стоков. По санитарным нормам в радиусе 30 метров от таких сооружений нельзя выращивать плодовые растения. Поэтому выгребную яму лучше всего выполнять в виде герметичной ёмкости, куда стоки от дома сливаются для накопления и хранения и откачиваются по мере заполнения. Для этого современная промышленность поставляет на рынок накопительные емкости из стеклопластика различной вместимости. Их устанавливают в местах, доступных для подъезда фекаловоза. Пример оборудования домашней канализационной сети с накопительной емкостью показан на **рис. 38.**

Емкость размещается горизонтально под землей, на поверхности же остаются только смотровые люки, закрытые крышками. Для удобства обслуживания не

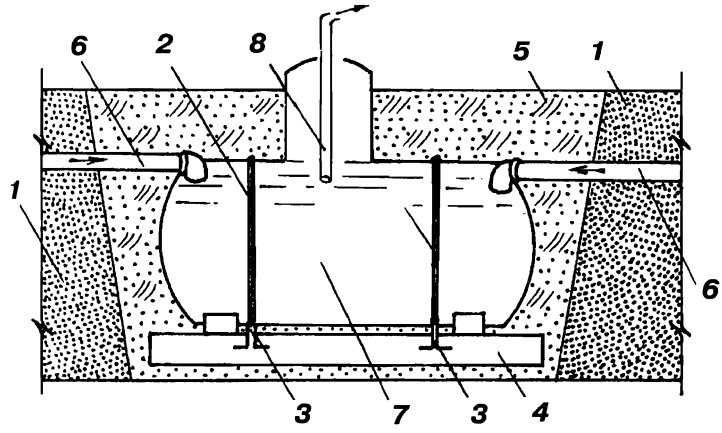


Рис. 38. Домашняя канализационная сеть с накопительной емкостью: 1 — грунт; 2 — стяжки емкости; 3 — анкеры; 4 — ж/б плита; 5 — обратная засыпка; 6 — поступление стоков; 7 — накопительная емкость; 8 — труба для откачивания накопленных сточных вод

рекомендуется заглублять установку более чем на 1,8 метра от поверхности земли. В случае заглубления установки более чем на 1,8 метра необходимо предусмотреть установку КНС либо усилить стенки корпуса.

При необходимости размещения накопительной емкости под проезжей частью над установкой монтируется монолитная железобетонная плита из армированного бетона, а стеклопластиковые люки заменяются на чугунные. Емкость размещается на твердое основание, бетонируется на 1/3 ее диаметра. При надземном размещении стенки установки необходимо усилить. Емкости можно объединять в блоки, увеличивая общий полезный объем хранимой жидкости.

Как правило, накопительная ёмкость для сбора сточных вод и химикатов снабжается сигнальным устройством, которое в случае переполнения ёмкости подаёт звуковой и световой сигналы.

Выгребная яма не подходит загородным домам с комфортным водоснабжением — суточное потреб-

ление воды в таких домах намного превышает допустимое для выгребов. Суточный расход воды в индивидуальном доме рассчитывается по **таблице 19**.

Таблица 19
Суточный расход воды на одного человека для домов различной степени комфортности

Водопотребители Индивидуальные или блокированные жилые дома:	**Удельное среднесуточное (за год) хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя, л/сут**
с водопроводом и канализацией без ванн	90-120
с газоснабжением	115-150
с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	140-180
с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями	170-190
с быстродействующими газовыми нагревателями и многоточечным водоразбором	190-250
высотой св. 12 этажей с централизованным горячим водоснабжением и повышенными требованиями к их благоустройству	360

Существует схема, где резервуар для перекачки сточных вод может юыть размещен внутри дома **(рис. 39)**. Но здесь пердполагаются очень высокие требования относительно герметичности. Локальные очистные сооружения отличаются друг от друга сложностью устройства и обслуживания, производительностью, габаритами и многими другими параметрами, не последним из которых является цена.

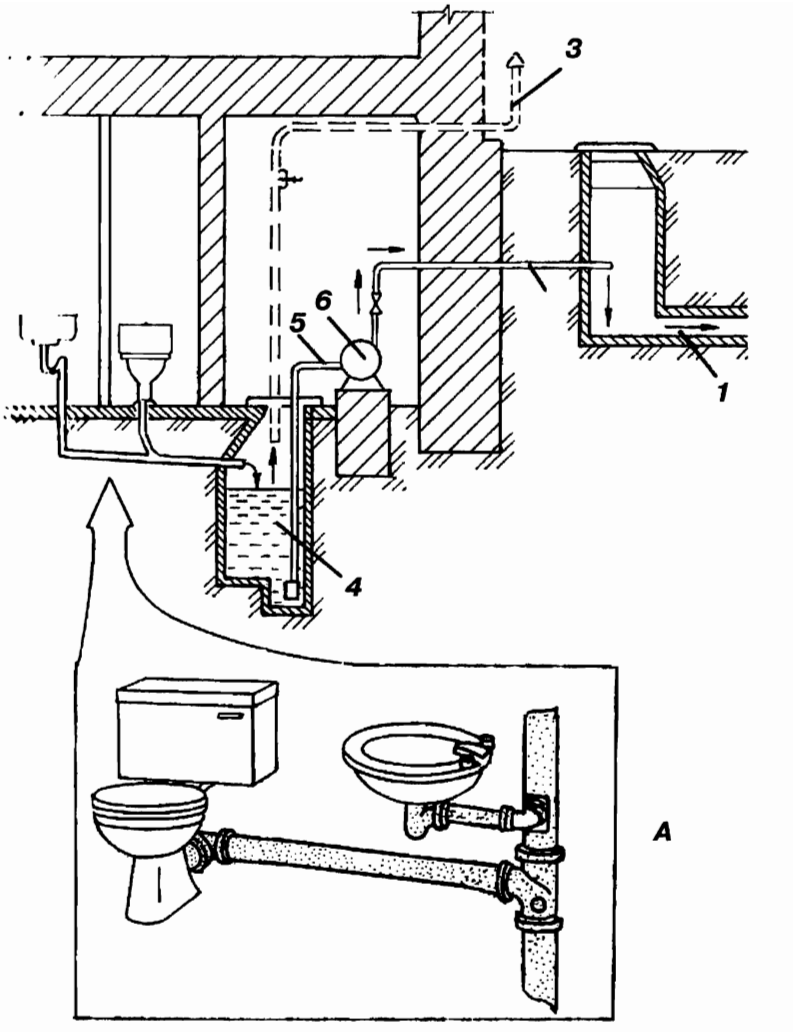


Рис. 39. Установка для перекачки сточных вод с резервуаром внутри дома:
1 — дворовая канализационная система; 2 — напорный трубопровод; 3 — стояк вентиляции; 4 — резервуар внутри дома; 5 — всасывающий трубопровод; 6 — циркулярный насос;
А — канализационная разводка при наличии стояка в доме

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ

По технологическому принципу очистки сточных вод все виды очистных сооружений можно разделить на три типа — механический, физико-химический и биологический, которые могут комбинироваться друг с другом, образуя системы многоступенчатой очистки. Последний этап обработки сточных вод — дезинфекция (обеззараживание) хлором бактериальных загрязнений, оставшихся после биологической, химической или дополнительной очистки. Сооружения для дезинфекции представляют собой хлораторы, контактные резервуары (в виде первичных отстойников).

В процессе очистки сточных вод в отстойниках накапливается осадок; он плохо сохнет, издаёт неприятный запах и опасен в санитарном отношении. Сброженный (перегнивший) осадок лишён этих отрицательных свойств, поэтому применяются сооружения для обработки и обезвреживания осадка — септики, двухъярусные отстойники, метантенки, иловые площадки, вакуум-фильтры, центрифуги и фильтр-прессы.

Спектр способов очистки сточных вод очень разнообразен, однако не все эти способы экологически безвредны, именно поэтому при выборе метода очистки сточных вод необходимо учитывать все составляющие, начиная от ценовых параметров и заканчивая степенью обезвреживания стоков.

Механический способ очистки сточных вод

При механическом способе очистки используется свойство природного самоочищения сточных вод. На сооружениях механической очистки из сточных вод удаляют до 75% нерастворимых загрязнений (мелкие минеральные примеси, песок, нефтепродукты, жиры и др.). Всплывающие вещества задерживаются с помощью решёток или сит, извлекаются из воды, измельчаются в дробилках молоткового типа и сбрасываются обратно в поток сточной воды либо подвергаются обработке совместно с осадком. Пе-

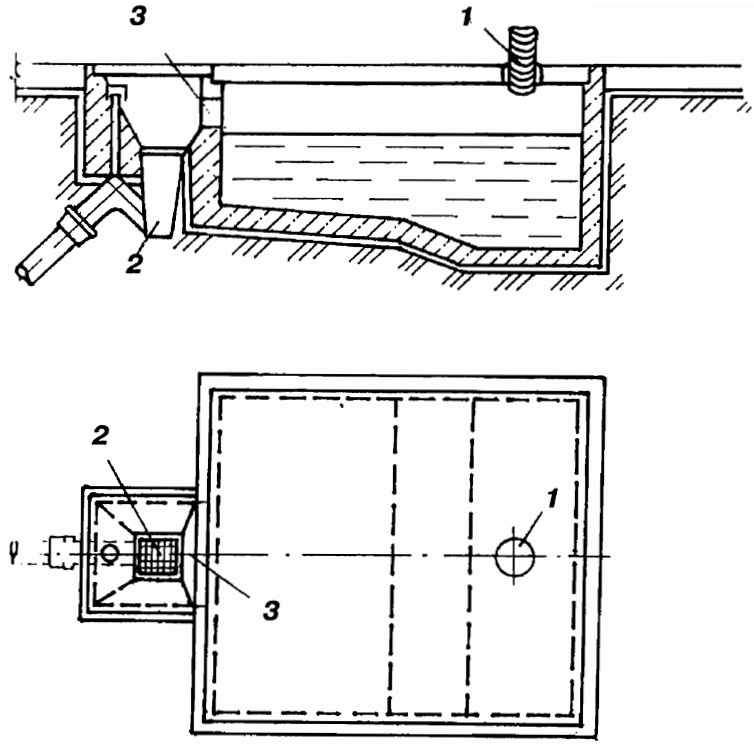


Рис. 40. Песколовка:
1 — резиновый рукав (подача сточных вод); 2 — трап-песоуловитель;
3 — водослив

сок и другие мелкие минеральные примеси задерживаются при пропуске сточных вод через песколовки **(рис. 40)**. Нерастворённые взвешенные вещества задерживаются главным образом в отстойниках и септиках. Для удаления нефтепродуктов, жиров и др. веществ с плотностью, близкой к плотности воды, применяются нефтеловушки, жироловки, флотаторы.

Наиболее простые очистные установки этого типа — септики, в которых доочистка сточных вод производится за счет фильтрующих и очищающих свойств грунта. Сначала стоки попадают в септик,

где часть нерастворимых фракций оседает на дне, а другая часть начинает бродить и разлагаться с выделением характерных "болотных" газов. Здесь происходит так называемый анаэробный микробиологический процесс разложения. При этом выделяется метан (из-за чего некоторые устройства подобного типа именуют метантенками). В результате, на выходе имеем воду, очищенную на 50-65%, и нерастворенные фракции на дне септика. Последующее очищение стоков происходит в грунте. Осветленные с помощью септика стоки небольшими порциями подаются в фильтрующие сооружения (фильтрующий колодец, поля подземной фильтрации, фильтрующие траншеи или песчано-гравийный фильтр) и фильтруются уже самой почвой, которая является идеальным местом обитания для микроорганизмов, "поедающих" и разлагающих органические вещества. Этот процесс замедляется зимой, т.к. из-за промерзания грунтов активность почвенных бактерий резко падает и стоки без очистки просачиваются в грунтовые воды. Что касается нерастворенных фракций на дне септика, то они подлежат вывозу с помощью ассенизационной машины.

Конструкция очистной установки и ее размеры зависят от многих факторов. Если очистная установка монтируется для нужд одной семьи, то экономически нецелесообразно останавливать выбор на септиках большого размера и выделять большую площадь под поля фильтрации. Если очистная установка сооружается для нескольких семей, которые финансируют строительство на паях, то здесь септиком 3-5 м^3 не обойтись. Практика и элементарные расчеты показывают, что если очистная установка сооружается для нужд 30-35 человек, то объем септика не может быть меньше 15-25 м^3. В септиках меньшего размера не будет происходить оседания нерастворимых фракций.

Если же очистная установка сооружается на поселок, то соответственно должен быть увеличен размер септика и выделены соответствующие площади под

поля фильтрации. Кроме того, в конструкцию такой очистной установки входит целый ряд дополнительного оборудования, которое из экономии не применяют в локальных очистных установках. Как правило, поселковые очистные сооружения из санитарных соображений не строятся только по принципу механической очистки. Здесь чаще используют смешанные методы очистки с применением биологической и химической методик.

Локальные станции механической почвенной очистки сточных вод показан на **рис. 41** и **42**. В этом случае канализация построена по так называемому почвенному принципу очистки фекальных вод. Суть такой канализации состоит в том, что сначала сточные воды из домового стояка поступают в отстойную зону, затем в септик (колодец) не менее 2,5 м^3, рассчитанный на удаление из него осадков два раза в год. В септике фекальные воды осветляются и через дренажную сеть уходят в почву.

Индивидуальная система очистки сточных вод располагается на собственном земельном участке. Сооружения с почвенной очисткой стоков представляют собой систему, состоящую из септика и следующей за ним системы подземной фильтрации. В зданиях, в которых проживает не более 5 человек, для очистки сточных вод достаточно септика. В более массивную и мощную очистную систему необходимо кроме септика обязательно включать жироуловитель — резервуар, в котором промежуток во времени между входом и выходом стоков составляет 4 секунды, в течение которых жир успевает всплыть на поверхность **(рис. 43)**. Жироуловители в обязательном порядке устанавливают на выходе канализационных систем из объектов общественного питания (ресторанов, кафе и т.п.). При значительном объеме стоков с большим содержанием жира очистная установка может очень быстро выйти из строя.

В септиках осуществляется механическая очистка сточных вод за счет процессов отстаивания их с образованием осадка и всплывающих веществ, а также

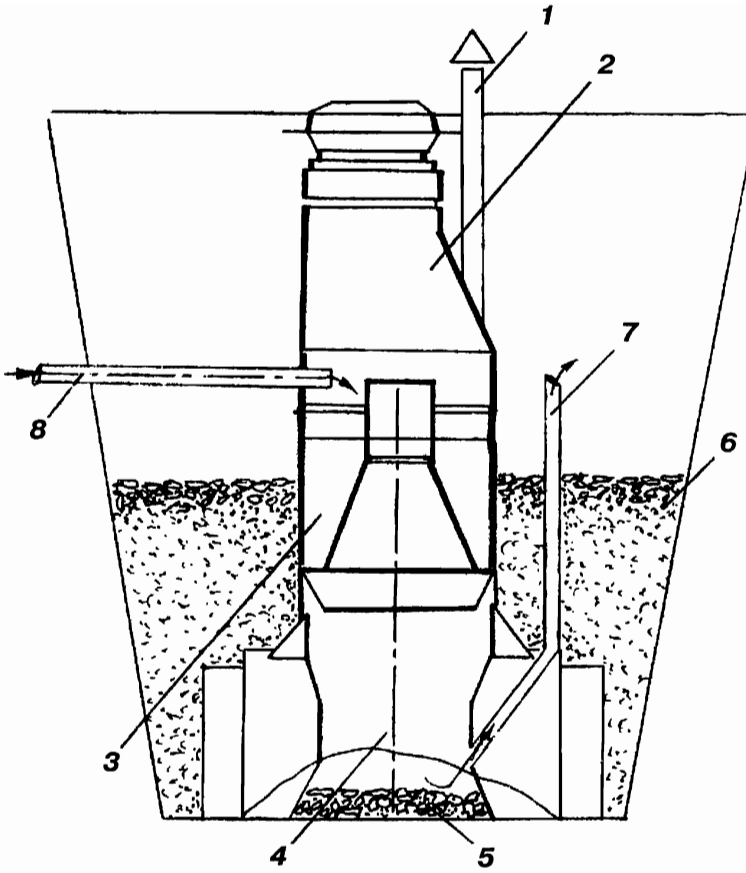


Рис. 41. Локальная станция почвенной очистки сточных вод: 1 — вентиляционный стояк; 2 — первый ярус отстойника; 3 — второй ярус отстойника; 4 — септик; 5 — дренаж; 6 — уплотненная почва, покрытая щебенкой; 7 — труба для откачивания осадков; 8 — труба подачи стоков на очистку

частично биологическая очистка за счет анаэробного разложения органических загрязнений сточных вод. Кроме того, в септиках осуществляется флотационная очистка сточных вод за счет газов, выделяющихся в процессе анаэробного разложения осадка.

Объем септика следует принимать равным 2,5-кратному суточному притоку сточных вод при ус-

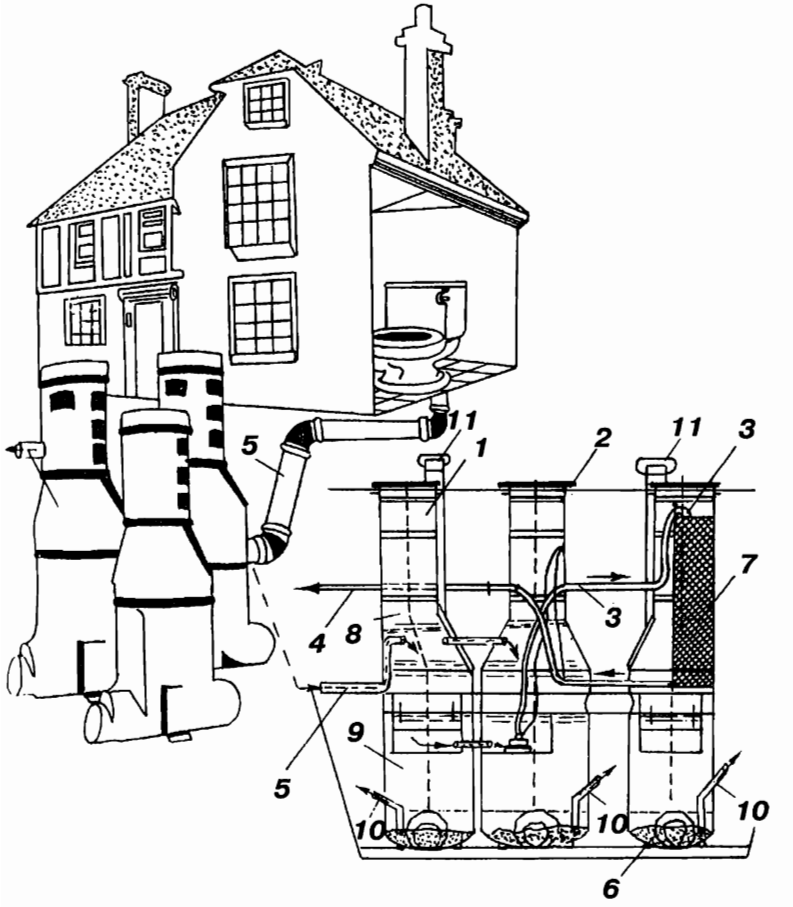


Рис. 42. Станция для очистки сточных вод для коттеджа (серия "БФ"):
1 — корпус двухъярусного отстойника;
2 — крышка отстойника;
3 — труба подачи в биофильтр очищаемых стоков;
4 — выход очищенной воды;
5 — подача стоков на очистку;
6 — осадок;
7 — загрузка биофильтра;
8 — первый ярус отстойника;
9 — второй ярус отстойника;
10 — труба откачивания осадка;
11 — вентиляционный стояк

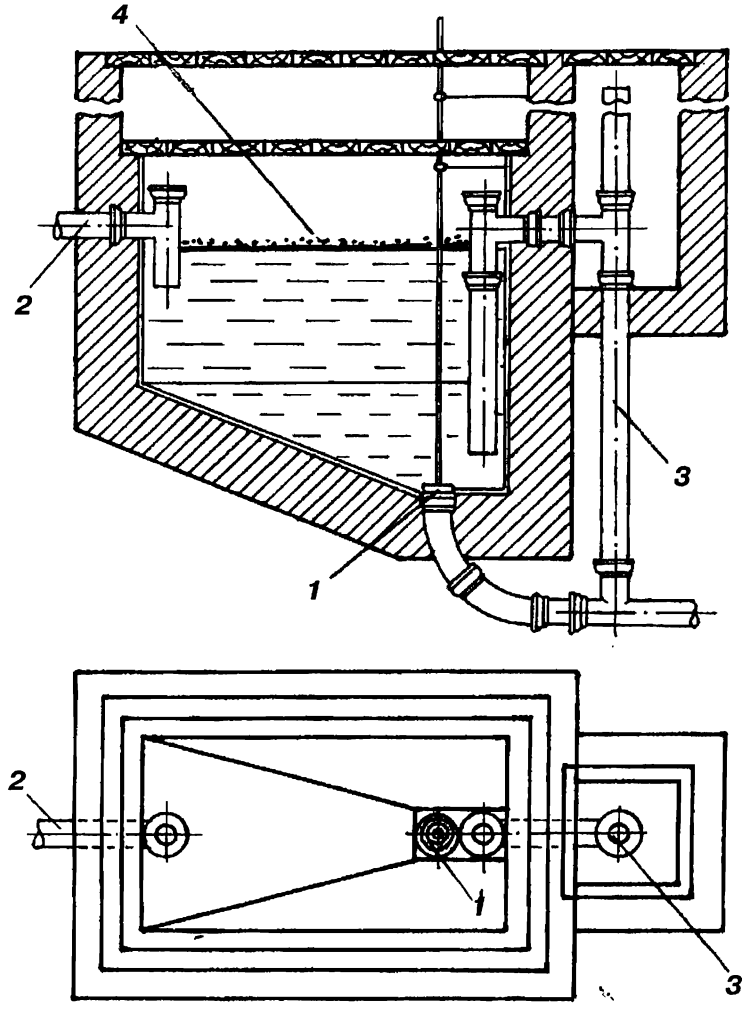


Рис. 43. Жироуловитель:
1 — грязевой клапан;
2 — входная труба;
3 — выпуск;
4 — всплывший слой жира

новии удаления осадка не реже одного раза в год. При удалении осадка два раза в год объем септика может быть уменьшен на 20 %. При расходе суточных вод до 1 м³/сут достаточно однокамерного септика, а при большем расходе необходим двухкамерный, причем камеры принимаются равного объема. В полный расчетный объем септика входит весь объем, заполняемый во время работы сточными водами, в том числе и иловая часть (осадочный слой). Воздушное пространство между уровнем сточных вод и перекрытием септика в расчетный объем не включают. Однокамерные септики используют при объеме поступающих сточных вод до 1м³. Двух- и более камерные септики состоят из соединенных однокамерных септиков. Камеры разделяют между собой стенками с отверстиями для воздухообмена и последовательного перемещения сточных вод из одной камеры в другую. Отверстия для перемещения сточных вод должны быть расположены несколько выше (примерно на 10%) середины расстояния между расчетным уровнем жидкости и дном септика.

Чтобы удлинить путь воды по септику, и следовательно, эффективнее использовать его проточную часть, отверстия для прохождения воды правильнее располагать в противоположных, наиболее удаленных друг от друга углах камер.

Септик может быть построен из кирпича, бетона и даже из древесины. Септик в обязательном порядке должен снабжаться люком для очистки осадка и отдушиной, предназначенной для вывода в атмосферу скопившихся газов.

При выборе материала для сооружения септика следует учитывать, что экономия на стадии строительства может обернуться большими затратами в процессе эксплуатации. Внутренние поверхности септика, сложенного из камня или кирпича, оштукатуривают цементным раствором с последующим железнением, а дно покрывают бетоном. С наружной стороны септик хорошо изолируют, укладывая под дно и по стенкам слой жирной глины — не менее 20 см для бетонных

и железобетонных стен и не менее 30 см — для каменных и кирпичных. Перекрытие септика можно сделать из деревянных просмоленных щитов, защищенных сверху толем, рубероидом и засыпанных землей — слоем 15-20 см. Лучше и надежней всего сделать перекрытие септика из железобетона. Бетонный септик способен противостоять давлению грунтовых вод и совершенно не боится коррозии. С виду это монолитный колодец-стакан **(рис. 44)**. Выпускается только

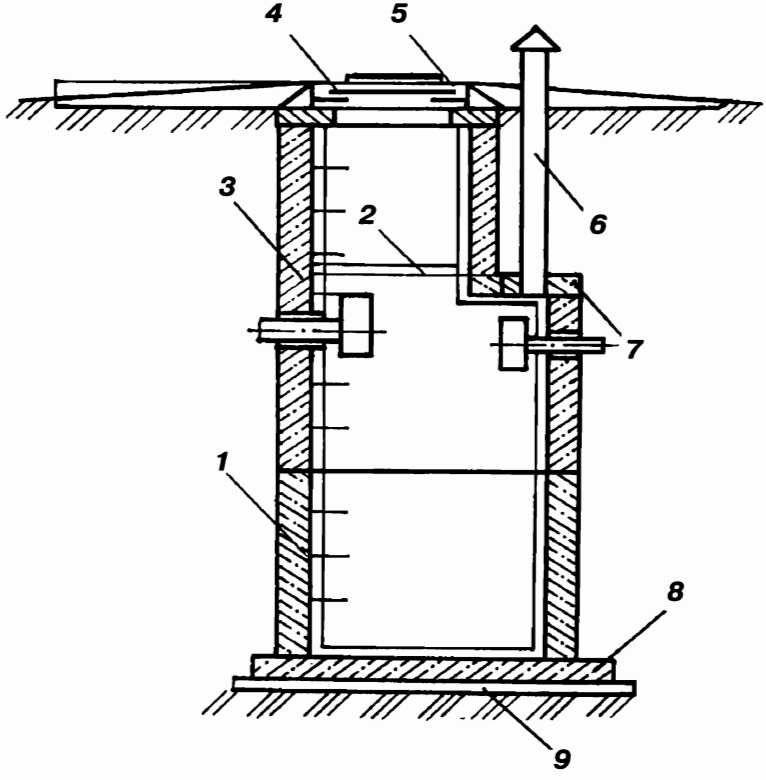


Рис. 44. Бетонный септик:
1 — железобетонное кольцо; 2 — деревянная крышка;
3 — железобетонное кольцо; 4 — опорное железобетонное кольцо;
5 — чугунный люк; 6 — вентиляционный стояк; 7 — ж/б плита перекрытия; 8 — фундамент; 9 — опорная плита

в однокамерном варианте. Недостатком такого резервуара являются значительный вес и гигроскопичность материала. При использовании бетонного септика в обводненных грунтах необходимо убедиться в качестве гидроизоляции корпуса (марка водонепроницаемости бетона не должна быть ниже W8). Для установки люков требуется надстройка, кирпичная или тоже бетонная. Септик можно либо купить готовым, либо возвести прямо на участке.

Агрессивная среда, которую создают сточные воды, очень быстро разрушит деревянный и кирпичный септики. Бетонный септик продержится дольше, но он тоже, в конце концов, начнет разрушаться. Ремонт септика, учитывая специфику его эксплуатации, может превратиться в очень сложную и дорогостоящую проблему. Поэтому специалисты рекомендуют применять септики из стеклопластика. Такие септики поставляют на строительный рынок многие как отечественные, так и зарубежные фирмы. Септик из стеклопластика хорошо выдерживает механические нагрузки и способен устоять в агрессивной среде более 50 лет. Осветленная в септике вода доочищается естественным методом в сооружении подземной фильтрации, фильтрующей траншее **(рис. 45)** или в песчано-гравийном фильтре. При всей своей про-

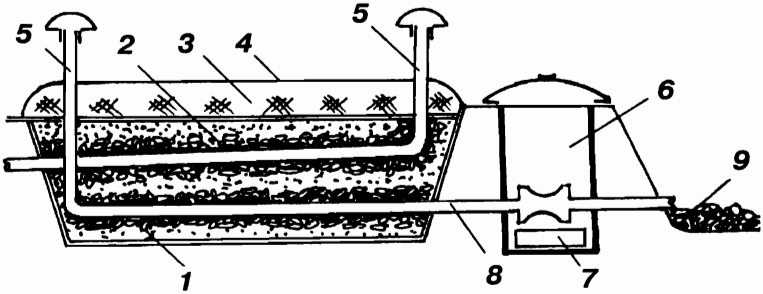


Рис. 45. Фильтрующая траншея с отводом очищенной воды: 1 — дренажная сеть; 2 — оросительная сеть; 3 — насыпной грунт; 4 — рулонная гидроизоляция; 5 — вентиляционные стояки; 6 — дезинфицирующий колодец; 7 — хлор-патрон; 8 — отводящая труба; 9 — наброска из камня

стоте это довольно эффективное и дешевое решение проблемы очистки сточных вод при наличии фильтрующих (пески, супеси) грунтов и низком уровне грунтовых вод. При высоком (более 2,5 м) уровне грунтовых вод сооружения с подземной фильтрацией стоков не используются.

Полимерные септики — самые дешевые, легкие и простые в установке. Их производят как зарубежные фирмы — UPONOR, LABKO (Финляндия), CALONA (Франция), так и отечественные — "ЛИГА-Б", "НВР БИО", "ЭЛГАД ПОЛИМЕР". Конструктивно полимерные септики оформлены в виде цилиндрических или бочкообразных резервуаров, они имеют люк, не требуют защиты от коррозии, но при этом не исключена вероятность повреждения полимерной оболочки, например, крысами. Кроме того, незагруженный септик при малом собственном весе в случае подъема уровня грунтовых вод может быть попросту выдавлен на поверхность. Эту проблему разные фирмы решают по-разному. Скажем, UPONOR рекомендует закреплять резервуар на бетонной плите-основании с помощью тросов.

При монтаже септиков от CALONA засыпают пространство между "бочкой" и стенками котлована (30-50 см) смесью песка с цементом в пропорции 100 кг цемента на 1 м^3 песка, а не вынутым грунтом. Смесь укладывается послойно, с тщательным уплотнением каждого слоя и одновременным заполнением резервуара водой. Когда смесь наберет прочность, вокруг септика образуется своеобразный защитный панцирь, который принимает на себя давление грунта и уменьшает его химическое воздействие на пластмассу.

На выставке BATIMAT (Москва, 2004 г.) были представлены септики из стекловолокна производства российской фирмы "ТОПХАУС". Как и полимерные, они очень легки, невосприимчивы к коррозии, но при этом не боятся крыс и других грызунов и стоят на 20% дешевле пластиковых аналогов. К тому же выпускаются трехкамерным моноблоком.

Металлические септики изготавливаются серийно фирмами "ЛИГА-Б", "КОМПЛЕКСНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ", "КУБОСТ", "НВР-БИО" и под заказ на любом металлообрабатывающем заводе. Металлические септики имеют вид баков (кессонов), они прочны, просты в монтаже, однако значительно тяжелее полимерных, поэтому для их установки требуется кран. Основным недостатком таких септиков является их подверженность коррозии как снаружи, так и внутри. Даже с помощью различных защитных покрытий никакой из железных баков невозможно на достаточно долгий срок уберечь от ржавчины. Септик, изготовленный из "нержавейки" (08Х18Н10), будет стоить в полтора раза дороже, чем аналогичный из обычной стали.

Лучшая форма септика — круглая. Толщина стен должна быть не менее 25 см. Место входа в септик трубы, по которой из дома текут фекальные воды, должно быть расположено на 5 см выше, чем труба, по которой вода стекает из септика в дренажную систему. Сточная вода поступает в септик и выходит из него через тройники диаметром 100 мм, которые устанавливают на подводящих и отводящих трубах. Верхние концы тройников остаются открытыми, и над ними образуют прочистки — трубы такого же сечения, причем так, чтобы разрыв между тройником и прочисткой составлял не менее 5 см. Нижние концы тройников с присоединенными к ним трубами должны быть такой длины, чтобы они были на 40 см ниже расчетного уровня воды в септике. Септики подземной фильтрации вентилируются через стояк внутренней канализации дома, который должен быть выведен выше кровли. Септик заполняется не на весь объем. Между перекрытием септика и уровнем находящихся в нём сточных вод должно быть пространство высотой не менее 0,35 м.

Рабочая глубина септика, то есть расстояние от максимального уровня сточных вод до дна, не менее чем 1,3 м. Лоток подводящей трубы располагается не менее чем на 0,05 м выше расчетного уровня сточных

вод септика. Для задержания плавающих крупных частиц на отводящей трубе крепят тройник или щит, верхняя грань которого возвышается над уровнем воды в септике на 0,2 м, а нижняя — опускается под воду на 0,4 м. Септики целесообразно проектировать в виде колодцев, у которых высота сухого объема над уровнем сточных вод должна быть не менее 0,5 м.

При устройстве перекрытия септика следует предусматривать возможность доступа для разрушения корки, образующейся на поверхности жидкости из всплывших веществ. Далее стоки поступают на поля подземной фильтрации или в фильтрующие колодцы. Для почвенных методов очистки выбирают почвы с хорошими фильтрующими свойствами, то есть, песчаные и супесчаные. Тип фильтрующих устройств выбирают в зависимости от характера грунтов, влияющих на эффективность очистки сточных вод в естественных условиях, их количества, наличия территории для их размещения, опасности загрязнения водоносных пластов, используемых для водоснабжения.

Септики очищают от слоя ила один раз в год. Причем, удаляют не весь ил, оставляя примерно 20% его объема для размножения бактерий, с помощью которых происходит процесс распада органических веществ.

Естественный процесс очистки стоков можно значительно ускорить, применяя биоактиваторы, которые представляют собой препараты, состоящие из нетоксичной смеси живых микроорганизмов и особых ферментов, в несколько раз ускоряющих процесс распада хозяйственно-бытовых стоков **(рис. 46)**. Опрёделенную дозу этого состава достаточно время от времени смывать в унитаз, откуда он попадает в септик. При взаимодействии биоактиватора с органическими веществами стоков (фекалии, жиры, бумага) последние постепенно распадаются на воду, газы и осадок, который можно использовать в сельском хозяйстве в качестве удобрения. Но осадочный ил накапливается в этом случае значительно медленнее, что позволяет очищать септик не так часто (всего один раз в три года).

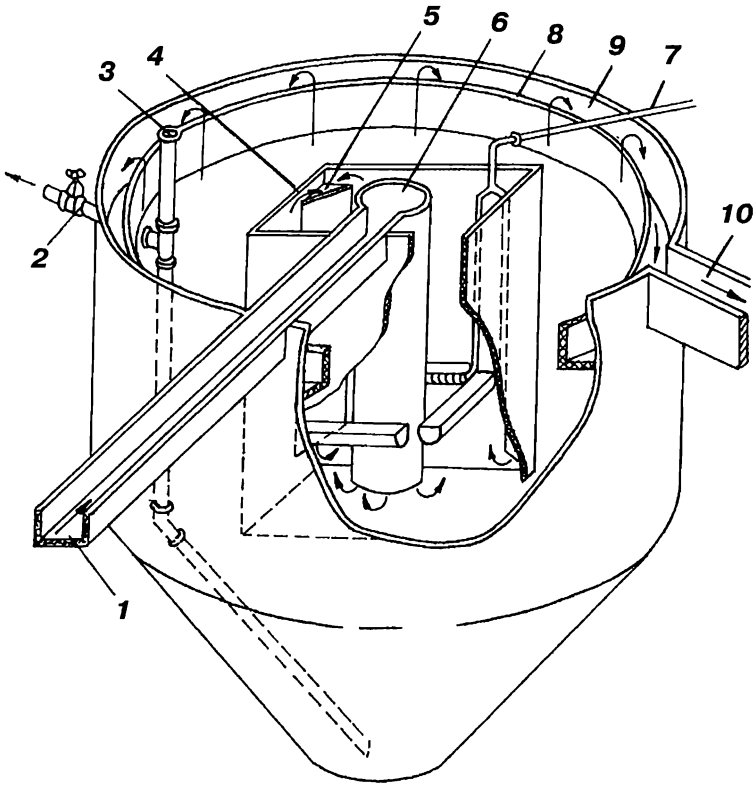


Рис. 46. Биоактиватор:
1 — сточные воды; 2 — задвижка на иловой трубе; 3 — иловая труба; 4 — камера биоактиватора; 5 — циркуляционный короб; 6 — центральная труба; 7 — воздухопровод; 8 — водослив; 9 — сборный периферийный лоток; 10 — водоотводящий лоток

Биоактивные вещества бывают очень полезны как при первом запуске септика, так и после его очередной очистки. Также они являются средством первой помощи при закупорке канализации, переполнении резервуара или чрезмерном использовании стиральных порошков. Биоактиватор можно вносить не только в септик, но и в компост или прямо в грунт.

В России, в рамках биотехнологии "Микрозим ™" созданы специальные биопрепараты на основе уникальных живых соединений, обладающих свойства-

ми, необходимыми для эффективной и экологически безопасной биологической очистки почвы и воды от органического, биогенного и биологического загрязнения. Данные составы позволяют достичь высоких результатов в таких направлениях, как очистка водоемов, хозфекальных стоков, утилизация и обезвреживание твердых жиров, биологическая очистка сточных вод и отстойников, а также почвы и воды от нефти и нефтепродуктов, удаление запахов и летучих соединений, ускоренная переработка органических отходов.

Биопрепарат Микрозим(tm) Септи Трит на основе сапрофитной микрофлоры и натуральных энзимов предназначен для утилизации фекалий, очистки выгребных ям и септиков, улучшения дренажа, обезвреживания стоков. Действием Микрозим(tm) Септи Трит является биохимическое разложение твердой органики и превращение ее в воду, углекислый газ и тонкий осадок.

Биопрепарат Септи Трит содержит 12 штаммов почвенных микроорганизмов для которых основным источником энергии являются фекалии, жиры, белки, крахмалы, целлюлоза. Септи Трит разжижает твердую органику и превращает в CO_2, H_2O и тонкий осадок, разжижает затвердевшие отходы, естественным образом уменьшает запахи, обезвреживает фекальные отходы и стоки, уничтожая патогенную микрофлору. В итоге остается нейтральная по химическому составу жидкость бурого цвета со слабым запахом и небольшим количеством тонкого осадка, занимающего до 10% исходного объема. В результате регулярного применения препарата Септи Трит срок службы септика, выгребной (или сливной) ямы или очистной канализационной системы становится практически неограниченным, исчезает неприятный запах. Высокая биологическая активность биопрепарата дает существенный эффект уменьшения биомассы отходов, что позволяет отказаться от услуг ассенизаторской машины. Если препарат применять ежемесячно не менее 3 месяцев подряд, то перера-

ботанные фекалии превращаются в свободное от патогенных микробов биоудобрение, содержащее ассоциации полезных почвенных микроорганизмов. При регулярном применении препарата на рабочих поверхностях емкостей, труб, дренажной кладки образуется биопленка, предотвращающая развитие заразной микрофлоры.

Биопрепарат "Гриз Трит" — биорасщепитель бытовых и промышленных жировых отходов, в состав которого входят активные компоненты, содержащие новейшую композицию натуральных ферментов, био-субфактантов, минеральных солей и консорция (12) штаммов аэробных, факультативных, селективно улучшенных микроорганизмов. Источником питания таких микроорганизмов являются практически все фракции жиров, которые перерабатывают их в продукты собственного метаболизма: в воду и углекислоту.

Высокие концентрации жиров, как правило, содержатся в сточных водах пищевых производств, таких как:

— молочные;
— масложировые;
— мясоперерабатывающие;
— рыбообрабатывающие заводы;
— кондитерские фабрики.

Большое количество тяжелых жировых масс требует утилизации, эффективной очистки и обезвреживания доступным методом, который гарантирует биопрепарат "Гриз Трит".

Фильтрующий колодец состоит из донного фильтра, стен и перекрытия.

Донный фильтр выполняется в виде засыпки из гравия, щебня, спекшегося шлака крупностью 15-30 мм внутри колодца и у наружной поверхности стенок на ширину 300 мм. Примерно 10 % общей площади стенок колодца (на высоту фильтра) изготовлены с равномерно распределенными отверстиями диаметром 40-60 мм.

Стены фильтрующего колодца делают из сборного

железобетона, монолитного бетона или сплошного глиняного кирпича (в последнем случае отверстия образуются за счет промежутков в кладке).

Лоток подводящего сточные воды трубопровода размещается на 100 мм выше верха донного фильтра, причем открытый конец трубопровода должен располагаться в центре колодца.

Фильтрующая поверхность колодца рассчитывается, исходя из нагрузки на площадь донного фильтра внутри колодца и площади отверстий в стенках колодца на высоту фильтра. Она составляет 100 л/сут на 1 м^2 в песчаных грунтах и 50 л/сут на 1 м^2 в супесчаных грунтах.

Основание фильтра должно располагаться не менее чем на 1 м выше уровня грунтовых вод. При расстоянии между основанием фильтра и уровнем грунтовых вод 2 м и более нагрузка может быть увеличена на 20 %.

Дренажное поле (поле фильтрации) представляют собой систему трубопроводов, внешне напоминающую дренажную или оросительную. В отличие от полей поглощения, где используется очищающая способность грунта, поле фильтрации представляет собой комбинацию щебеночного слоя и искусственно созданного под ним гравийно-песчаного фильтра толщиной 1-1,2 м. Для этого в предварительно устроенном фильтрующем слое земли прокладывают сеть трубопроводов с щелевыми отверстиями для прохода сточных вод. Сточные воды, подлежащие очистке, миновав щебеночный слой, поступают в песчаный слой, ниже которого расположены дренажные трубы. Через эти дренажные трубы очищенные стоки подаются к подходящему месту сброса.

Поле фильтрации может быть выполнено в виде траншеи, на дне которой уложен десятисантиметровый слой почвы, хорошо пропускающий влагу. На нем насыпают до 10 см песка, а еще выше — 40 см щебня, в который утоплена дренажная труба. Для защиты дренажной трубы от загрязнения верхним слоем земли и от слабых морозов (до – 5 °С) слой щебня на-

рывают геотекстильным материалом. Для противостояния более сильным морозам необходима специальная теплоизоляция. Санитарно-защитная зона от полей подземной фильтрации до жилого здания должна составлять не менее 15 м. Длина фильтрующих траншей определяется расчетом в зависимости от количества суточного поступления сточных вод.

Дренажную сеть закладывают на глубину не менее 0,5 м от поверхности земли. Если используют разделительные канавы, между трубами оставляют расстояние не менее 2 м, при устройстве общего поля фильтрации трубы укладывают с шагом 1,5 м. В песчаных грунтах трубопроводы устанавливают с уклоном 0,001-0,003, в супесчаных — без уклона. Трубопроводы можно располагать и радиально (веером). В этом случае устья лотков труб должны находиться на одном уровне, а внутренний угол между отдельными трубами должен быть не менее 30°.

Чаще всего поля подземной фильтрации состоят из сети оросительных труб, укладываемых на глубину 0,5–1,2 м от поверхности земли до верха труб (в зависимости от глубины промерзания грунта), причем расстояние от лотка труб до уровня грунтовых вод должно быть не менее 1 м.

Нагрузка в песчаных грунтах на 1 м оросительных труб составляет 30 л/сут, в супесчаных грунтах — 15 л/сут. Оросительные трубы прокладываются в виде ответвлений длиной до 20 м от распределительного трубопровода.

Распределительный трубопровод диаметром 100 мм прокладывается с уклоном 0,005. Оросительные и распределительные трубопроводы монтируются из асбестоцементных безнапорных или пластмассовых труб. В местах ответвлений оросительных труб на распределительном трубопроводе устраиваются смотровые колодцы. На ответвлениях оросительных труб в бетонном лотке колодцев следует предусматривать пазы шириной 30 мм для регулирующих заслонок.

Оросительные трубы диаметром 100 мм должны иметь отверстия диаметром 5 мм. Эти отверстия

располагают в шахматном порядке через 50 мм и направляют вниз под углом 60° к вертикали. Под трубами предусматривается подсыпка слоем около 200 мм и шириной 250 мм из щебня, гравия или спекшегося шлака, при этом труба погружается в подсыпку на половину диаметра.

Для притока воздуха на концах оросительных труб устраивают стояки диаметром 100 мм, высота которых на 2000 мм выше планировочных отметок.

Стоит отметить, что фильтрующий слой в этом сооружении постепенно забивается взвешенными частицами, и как результат, через 5-8 лет фильтрующий слой придется снимать и заменять новым (или промывать). Если учесть, что заменить придется порядка 30-40 кубометров загрязненного щебня и грунта, для хозяина земли масштаб этих "нечистых" работ сопоставим с катастрофой. Нерастворенные фракции на дне септика подлежат вывозу ассенизационной машиной. Такую систему индивидуальной канализации можно устраивать, если участок состоит из фильтрующих грунтов (песок, супесь), а грунтовые воды расположены не ближе 2,5 метров. В радиусе 25 метров очистных сооружений не должно быть колодцев (скважин) с грунтовыми водами для питьевого водоснабжения. Размер полей фильтрации рассчитывают по нагрузке, в соответствии с **таблицей 20**. Длина отдельных оросителей должна составлять не более 20 метров (СНиП 2.04.03-85 п. 6.189 — 6.191).

Расстояние от границы дренажного поля до источника питьевой воды (своего и соседского) должно быть не меньше 30 м, до дома — 3 м, до изгороди соседа — 3 м, до деревьев — 3 м. Если местность неровная, поля фильтрации должны размещаться на возвышенности, чтобы очищенная вода самотеком уходила вниз, а не застаивалась. Безопасное расстояние от грунтовых вод на полях фильтрации должно быть не менее 1,5 м (измеряется по вертикали между уровнем дренажа и поверхностью грунтовой воды). Удаление места сброса воды, прошедшей механиче-

Таблица 20

Размер полей фильтрации в зависимости от нагрузки

Грунты	Среднегодовая температура воздуха, °С	Нагрузка, л/сут на 1 м оросительных труб полей подземной фильтрации, в зависимости от глубины наивысшего уровня грунтовых вод от лотка, м		
		1	2	3
Пески	До 6	16	20	22
	От 6,1 до 11	20	24	27
	Св. 11,1	22	26	30
Супеси	До 6	8	10	12
	От 6,1 до 11	10	12	14
	Св. 11,1	11	13	16

Примечания:

1. Нагрузка указана для районов со среднегодовым количеством атмосферных осадков до 500 мм.

2. Нагрузку необходимо уменьшать: для районов со среднегодовым количеством осадков 500-600 мм — на 10-20%, свыше 600 мм — на 20-40%; для I климатического района и IIIA климатического подрайона — на 15%. При этом больший процент снижения надлежит принимать при супесчаных грунтах, меньший — при песчаных.

3. При наличии крупнозернистой подсыпки толщиной 20-50 см нагрузку следует принимать с коэффициентом 1,2-1,5.

4. При удельном водоотведении свыше 150 л/сут на одного жителя или для объектов сезонного действия нормы нагрузок следует увеличивать на 20%.

скую очистку, от водозаборных колодцев должно составлять не менее 15 м.

Дренажная труба должна быть перфорирована по бокам, при этом уровень нарезки дренажных отверстий высокий у начала трубы и низкий на ее конце. Для изоляции дренажных труб используют минеральную вату, которая пропускает техническую (очищенную воду) и исключает засорение дренажных отверстий грунтом.

Этот способ применим на хорошо фильтрующих грунтах с достаточно низким уровнем грунтовых вод (более 2,5 м). При наличии грунтов со слабой способностью к впитыванию (плитняк, глина, суглинок, высокий уровень грунтовых вод) устраивается искусственная фильтрационная площадка: под слоем щебня находится фильтрующий слой из песка, из которого очищенная вода направляется через дренажные трубы на рельеф (канаву, колодец, озеро и т.п.). К сожалению, даже при правильном размещении колодца или траншеи не удается избежать исходящего от них характерного запаха.

Описанные системы основаны на самотеке и не потребляют электрическую энергию. В ситуации, когда рельеф местности не позволяет использовать данный принцип, между отстойником (септиком) и распределительным колодцем устанавливается колодец с погружным насосом, мощность его подбирается в зависимости от высоты, на которую следует организовать подачу стоков. Но потребность в электрическом питании снижает надежность любой системы. Поэтому на случаи перебоев в энергоснабжении колодец должен быть достаточно вместительным. Погружной насос снабжается обратным клапаном, чтобы не произошло изменение направления движения воды в случае выхода из строя насоса. Обеззараживание (дезинфекция) сточных вод для полной ликвидации бактериального загрязнения производится перед выпуском сточных вод в водоем.

К преимуществам механического способа очистки относятся: низкая цена, энергонезависимость, простота обслуживания. Кроме того, при данном методе очистки можно обойтись без использования реагентов.

К недостаткам следует отнести тот факт, что сооружения подземной фильтрации требуют определенных гидрогеологических условий (низкий уровень грунтовых вод, соответствующий грунт). В случае нефильтрующего или слабофильтрующего грунта необходимо устраивать песчано-гравийные фильтры или фильтрующие траншеи. Они напоминают слоеный пирог из насыпного

гравия, песка и дренажных труб. Глубина сооружений достигает 2-2,5 м и стоимость их резко возрастает. Как правило, очищенную воду с глубины около двух метров приходится перекачивать.

К перечисленным недостаткам механического способа очистки сточных вод следует добавить, что все эти сооружения занимают значительную площадь: более 20 м^2 при песчаных почвах и 60-70 м^2 при суглинистых. Участки, под которыми производится почвенная фильтрация, непригодны для передвижения транспорта, возведения построек и посадки деревьев.

Наличие запаха канализации на участке является также большим недостаткам. Кроме того, необходимо периодически удалять осадок из септика при помощи ассенизационной машины, а также учитывать, что верхний слой фильтрующей загрузки постепенно забивается взвешенными частицами. В результате через 3-8 лет даже при нормальном режиме эксплуатации необходимо заменять фильтрующий слой или промывать щебень, а также менять примыкающий к щебню слой грунта, потерявший фильтрующие свойства. Поэтому необходимо предусмотреть заезд на территорию экскаватора и самосвала, а это значит испортить ландшафт, который впоследствии необходимо вновь создавать.

В септике или метантенке сточные воды очищаются максимум до 65% (30% в зимний период). Этот способ применим при небольших объемах бытовых стоков (не более 1-2 м^3/сутки). Если из-за особенностей участка нужную степень очистки выдержать не удается, то работники СЭС такое сооружение построить не разрешат. Однако, несмотря на все вышеперечисленное, механический способ очистки сточных вод довольно популярен благодаря своей простоте и надежности.

Физико-химический способ очистки сточных вод

Второй рассматриваемый нами способ очистки сточных вод — физико-химический. Химические методы очистки основаны главным образом на том, что при введении в сточную воду растворов некоторых реагентов образуются хлопья, способствующие осаждению взвешенных веществ. Сооружения физико-химической очистки состоят из устройств для приготовления и дозировки реагента (при реагентной очистке), смесителей для смешения сточных вод с реагентом, камер реакции для первоначального хлопьеобразования, отстойников, в которых выпадают в осадок взвешенные вещества и частично коллоиды. При этом необходимо соблюдать точную дозировку реактивов. Используемые реактивы стоят довольно дорого, поэтому этот метод применяют в основном для очистки производственных сточных вод, когда другие виды очистки малоэффективны.

Говоря о физико-химических методах очистки сточных вод, остановимся на флотации. Флотация является сложным физико-химическим процессом, заключающимся в создании комплекса частица-пузырек воздуха или газа, всплывании этого комплекса и удалении образовавшегося пенного слоя. Процесс флотации широко применяют при обогащении полезных ископаемых, а также при очистке сточных вод.

В зависимости от способа получения пузырьков в воде существуют следующие способы флотационной очистки:

— флотация пузырьками, образующимися путем механического дробления воздуха (механическими турбинами-импеллерами, форсунками, с помощью пористых пластин и каскадными методами);

— флотация пузырьками, образующимися из пересыщенных растворов воздуха в воде (вакуумная, напорная);

— электрофлотация.

Процесс флотации — образования комплекса пузырек-частица происходит в три стадии: сближение пузырька воздуха и частицы в жидкой фазе, контакт пузырька с частицей и прилипание пузырька к частице.

Прочность соединения пузырек-частица зависит от размеров пузырька и частицы, физико-химических свойств пузырька, частицы и жидкости, гидродинамических условий и других факторов.

Процесс очистки стоков при флотации заключается в следующем: поток жидкости и поток воздуха (мелких пузырьков) в большинстве случаев движутся в одном направлении. Взвешенные частицы загрязнений находятся во всем объеме сточной воды и при совместном движении с пузырьками воздуха происходит агрегирование частицы с воздухом. Если пузырьки воздуха имеют значительные размеры, тогда скорости воздушного пузырька и загрязненной частицы различаются так сильно, что частицы не могут закрепиться на поверхности воздушного пузырька. Кроме того, большие воздушные пузырьки при быстром движении сильно перемешивают воду, вызывая разъединение уже соединенных воздушных пузырьков и загрязненных частиц. Поэтому для нормальной работы флотатора во флотационную камеру пузырьки большого размера не допускаются.

Вакуумная флотация основана на понижении давления ниже атмосферного в камере флотатора. При этом происходит выделение воздуха, растворенного в воде. При таком процессе флотации образование пузырьков воздуха происходит в спокойной среде, в результате чего улучшается агрегирование комплексов частица-пузырек и не нарушается их целостность вплоть до достижения ими поверхности жидкости.

Напорная флотация выполняется в две стадии: насыщение воды воздухом под давлением; выделение пузырьков воздуха соответствующего диаметра и всплытие взвешенных и эмульгированных частиц примесей вместе с пузырьками воздуха. Если флотация проводится без добавления реагентов, то такая флотация от-

носится к физическим способам очистки сточных вод.

Флотаторы импеллерного типа применяют для очистки сточных вод нефтяных предприятий от нефти, нефтепродуктов и жиров. Их также можно использовать для очистки сточных вод других предприятий. Данный способ флотации в промышленности применяют редко из-за его небольшой эффективности, высокой турбулентности потоков во флотационной камере, приводящей к разрушению хлопьевидных частиц, и необходимости применять поверхностно-активные вещества.

Флотация с подачей воздуха через пористые материалы используется для получения пузырьков воздуха небольших размеров. При этом используют пористые материалы, которые должны иметь достаточное расстояние между отверстиями, чтобы не допустить срастания пузырьков воздуха над поверхностью материала. На размер пузырька большое влияние оказывает скорость движения воздуха из отверстия. Для получения микропузырьков необходима относительно небольшая скорость движения воздуха.

Электрофлотация заключается в том, что сточная жидкость при пропускании через нее постоянного электрического тока насыщается пузырьками водорода, который образуется на катоде. Электрический ток, проходящий через сточную воду, изменяет химический состав жидкости, свойства и состояние нерастворимых примесей. В одних случаях эти изменения положительно влияют на процесс очистки стоков (флотации), в других — ими надо управлять, чтобы получить максимальный эффект очистки.

В общем, достоинствами флотации являются непрерывность процесса, широкий диапазон применения, небольшие капитальные и эксплуатационные затраты на флотацию, простая аппаратура флотации, селективность выделения примесей, большая скорость процесса по сравнению с отстаиванием. Кроме того, в результате флотации можно получить шлам более низкой влажности (90-95%), высокую степень очистки (95-98%).

Биологический способ очистки сточных вод

За последние годы у потребителей резко изменилось отношение к выгребной яме и установкам биологической очистки сточных вод (далее — установки очистки). Ранее выгребная яма воспринималась как нормальный и обязательный атрибут загородного коттеджа, а установки очистки как нечто непонятное, дорогое и необязательное. Теперь большинство потребителей уже воспринимают биологическую очистку в качестве необходимого и удобного атрибута коттеджного участка, и не хотят, построив дорогой коттедж, "ходить под себя" в выгребную яму. Кроме того, потребители начали считать экономические выгоды от биологической очистки: заплатить 6-7 тыс. долларов за биологическую очистку стоит не намного больше, чем каждую неделю платить за вызов ассенизационной машины. Как следствие этого и других факторов, спрос на рынке на установки биологической очистки с каждым годом возрастает.

Биологический вид очистки в настоящее время является самым прогрессивным и эффективным. Его по праву считают оптимальным техническим решением проблемы утилизации бытовых сточных вод. Станции глубокой биологической очистки в отличие от септиков не накапливают загрязнения, а осуществляют их очистку на 99%. Примером биологической очистки сточных вод может явиться обычный биотуалет, который работает по этому же принципу.

Процесс биологической очистки заключается в биохимическом разрушении органических веществ микроорганизмами в процессе своей жизнедеятельности. Бактерии (или микроорганизмы) используют эти вещества как источник питания. В результате этих процессов вредные органические вещества окисляются и происходит их распад на безвредные неорганические составляющие.

Для первичной очистки стоков обычно используется очистная система — септическая камера (септик), в которой происходит интенсивное разложение орга-

нических загрязнений при помощи анаэробных (бескислородных) бактерий. Поэтому для поддержания брожения в септике исключен доступ свободного кислорода. Однако требуемый уровень эффективности очистки может быть достигнут только при комбинации анаэробных и аэробных этапов очистки, то есть в сочетании деятельности не содержащих и содержащих кислород составляющих. Строительство системы биоочистки принципиально отличается от септика только длиной дренажной траншеи либо объёмом дренажного колодца. Остальные требования указаны либо в паспортных данных на установку, либо ничем не отличаются от септиков.

Представляет интерес способ очистки сточных вод с использованием интенсифицированных природных процессов, а именно: окисление органических загрязнений силами аэробных микроорганизмов (бактерий),изобретенный в 1914 году французами Арденом и Локетом. Для этих бактерий загрязненные сточные воды являются прекрасной пищей, из которой они извлекают энергию для своей жизнедеятельности и строительный материал для роста и деления клеток, используя процессы биохимического окисления органических соединений кислородом, который содержится в атмосферном воздухе. Идея была проста: подавать в сточные воды дополнительный кислород, чтобы интенсифицировать процессы роста и размножения аэробных микрорганизмов для быстрой переработки растворенных органических загрязнений. Технологическая схема такой установки показана на **рис. 47**.

Сточные воды предварительно проходят грубую очистку на решётке. Далее сточная вода погружными насосами подается в первичный отстойник.

Загрязняющие вещества с плотностью больше, чем у воды удаляются простым отстаиванием. В процессе отстаивания происходит удаление из сточной воды незначительной части нерастворимых органических веществ. Помимо этого, из сточных вод удаляются значительные количества плавающих ве-

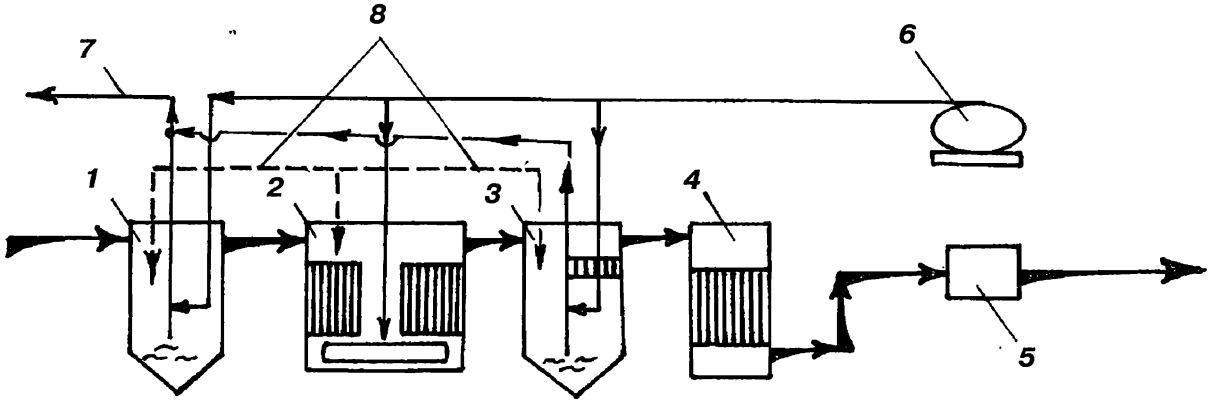


Рис. 47. Способ очистки стоков путем интенсификации природных процессов:
1 — первичный отстойник; 2 — биореактор; 3 — вторичный отстойник; 4 — фильтр дополнительной очистки;
5 — обеззараживание; 6 — баллон сжатого воздуха; 7 — отвод избыточного активного ила;
8 — заполнение отстойников и биореактора активным илом

ществ. Для повышения эффективности работы отстойника он оснащен тонкослойными элементами, в которых процессы осаждения взвеси протекают в слоях небольшой высоты. Выпавший осадок периодически под давлением гидростатического столба жидкости выводится. Всплывающие загрязнения удаляются вручную при помощи сетчатых черпаков.

Далее осветленная сточная вода поступает в блок биологической очистки — биореактор, в котором с участием специализированного биоценоза активного ила происходит минерализация азотосодержащих органических веществ. Сложные органические соединения благодаря биохимическим процессам, проходящим при помощи ферментов активного ила, подвергаются распаду. При аэробных процессах (в присутствии кислорода воздуха) происходит окисление органических веществ, содержащих углерод, азот, серу, фосфор, до минеральных солей, углекислого газа и воды.

Подача сжатого воздуха в биореактор осуществляется компрессорами и распределяется внутри биореактора через аэраторы из перфорированных труб, засыпанных мраморной крошкой. Воздух, забираемый компрессором, обязательно должен быть очищен от механических примесей и капельной жидкости. Очистка воздуха происходит на воздушных фильтрах (сетчатых и картриджного типа). Для подогрева воздуха в зимний период времени на всасывающей линии воздуходувок устанавливается калорифер.

По окончании процесса биоочистки иловая смесь отделяется от сточной воды во вторичном отстойнике. Процесс осаждения интенсифицируется с помощью тонкослойных модулей. Активный ил из отстойной зоны с помощью эрлифта возвращается в "голову" биореактора. Образующийся в процессе биологической очистки избыточный активный ил периодически частично отводится. Далее, по мере накопления ил удаляется ассенизационной машиной и вывозится на утилизацию (для установок производительностью до 50 м^3/сут). Для установок большей произ-

водительности смесь избыточного ила и сырого осадка подвергается обезвоживанию с последующим отводом на иловые поля.

Сточная вода, прошедшая полную биологическую очистку, подвергается доочистке на фильтре дополнительной очистки и обеззараживанию ультрафиолетовым излучением. Обеззараживающее действие УФ-излучения основано на необратимых повреждениях молекул ДНК и РНК микроорганизмов, находящихся в сточной воде, за счёт фотохимического воздействия лучистой энергии.

Для предотвращения неприятного запаха воздух от компрессоров проходит фильтр с угольными кассетами. Сточная вода, прошедшая полную биологическую очистку и обеззараживание, сливается самотоком на рельеф в пониженную местность. Возможен отвод очищенных сточных вод с применением фильтрующей траншеи.

Процесс аэробной очистки занимает ведущее место среди технологий очистки хозяйственно-бытовых сточных вод методом биологической очистки. В сущности, эта технология очень разнообразна по конструктивному исполнению и набору операций. Фактически все сооружения очистки сточных вод, содержащих органические загрязнения, имеют в своем технологическом арсенале процесс аэробной очистки. Самым главным достоинством аэробного способа очистки является то, что в процессе участвуют естественные, природные микроорганизмы, которые, попадая с очищенной сточной водой в больших или меньших количествах в водоемы, не нарушают естественные биохимические процессы. Кроме того, сточная вода поступает в природный водоем обогащенная кислородом (активированная), что способствует процессам естественной доочистки в самом водоеме. В сооружениях этого типа используется биологическая очистка, осуществляемая за счет жизнедеятельности микроорганизмов, которые изначально присутствуют в сточных водах и размножаются при благоприятных для их существования условиях.

В качестве примера рассмотрим схему биологической очистки сточных вод для небольшого поселка **(рис. 48)**.

На первом этапе стоки подвергают механической очистке, которую можно выполнять двумя способами. Первый способ состоит в процеживании воды сквозь решетки и сита, в результате чего происходит отделение твердых частиц. Второй способ заключается в отстаивании воды в специальных отстойниках, в результате чего минеральные частицы оседают на дно. Сточные воды из канализационной сети сначала поступают на решетки или сита, где они процеживаются, а крупные составляющие — тряпки, кухонные отходы, бумага и т.п. — удерживаются, а затем вывозят для обеззараживания.

Процеженная сточная вода поступает в песколовки, где задерживаются примеси в основном минерального происхождения (песок, шлак, уголь, зола и т.п.). Песколовки защищают отстойники от загрязнения минеральными примесями. Конструкция песколовок может быть различной и зависит от количества поступающих стоков. Песколовки бывают горизонтальные, вертикальные и щелевые. Горизонтальные **(рис. 49)** и вертикальные песколовки применяют на очистных сооружениях, щелевые — на каналах. Горизонтальные и вертикальные песколовки устраивают, если объем хозяйственно-фекальных вод превышает 300 м^3/сут. Песколовки проектируют двухсекционными, чтобы во время ремонта и очистки от песка работала хотя бы одна секция, даже с временной перегрузкой.

В горизонтальной песколовке процесс осаждения песка и других частиц минерального происхождения осуществляется при горизонтальном движении жидкости в песколовке со скоростью 0,1 м/сек. В вертикальных песколовках осаждение происходит в период подъема жидкости снизу вверх со скоростью 0,05 м/сек. Выбор того или иного типа песколовки зависит от общей высотной компоновки сооружения.

После песколовок сточные воды поступают в от-

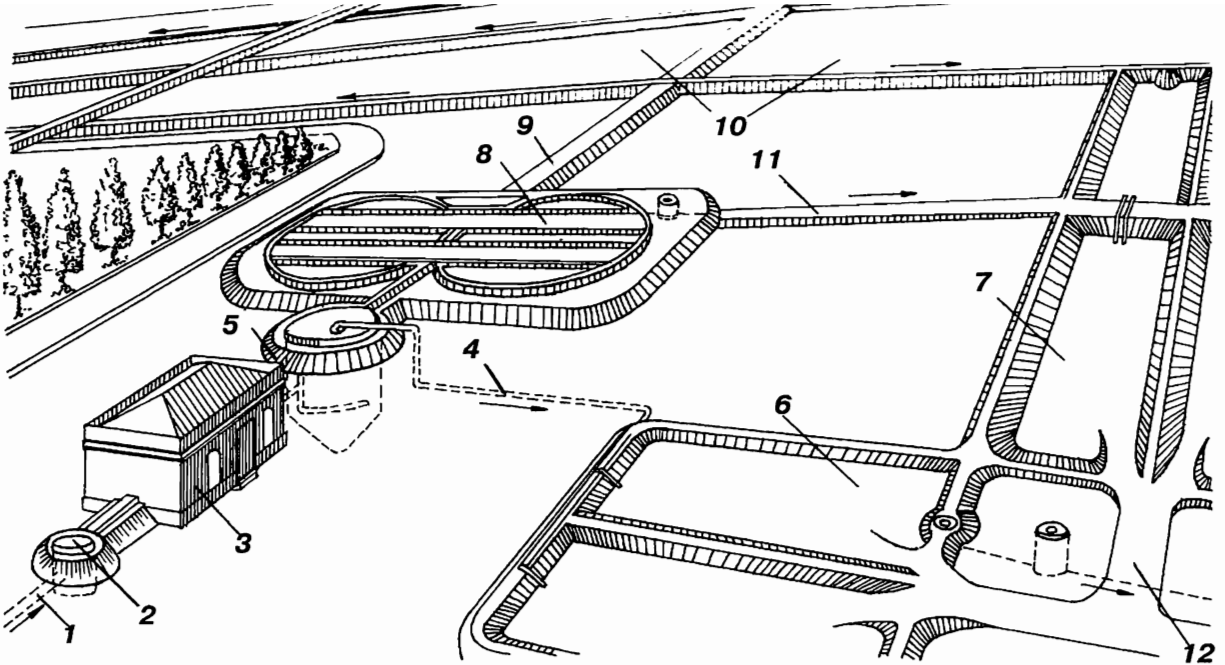


Рис. 48. Биологическая очистка стоков в небольшом поселке:
1 — подающий трубопровод; 2 — приемная камера; 3 — помещение для решеток и дробилок; 4 — трубопровод для удаления песка; 5 — песколовка; 6 — площадки для песка; 7 — иловые площадки; 8 — двухъярусные отстойники; 9 — магистральный канал; 10 — поля фильтрации; 11 — канал для ила; 12 — дренажная сеть

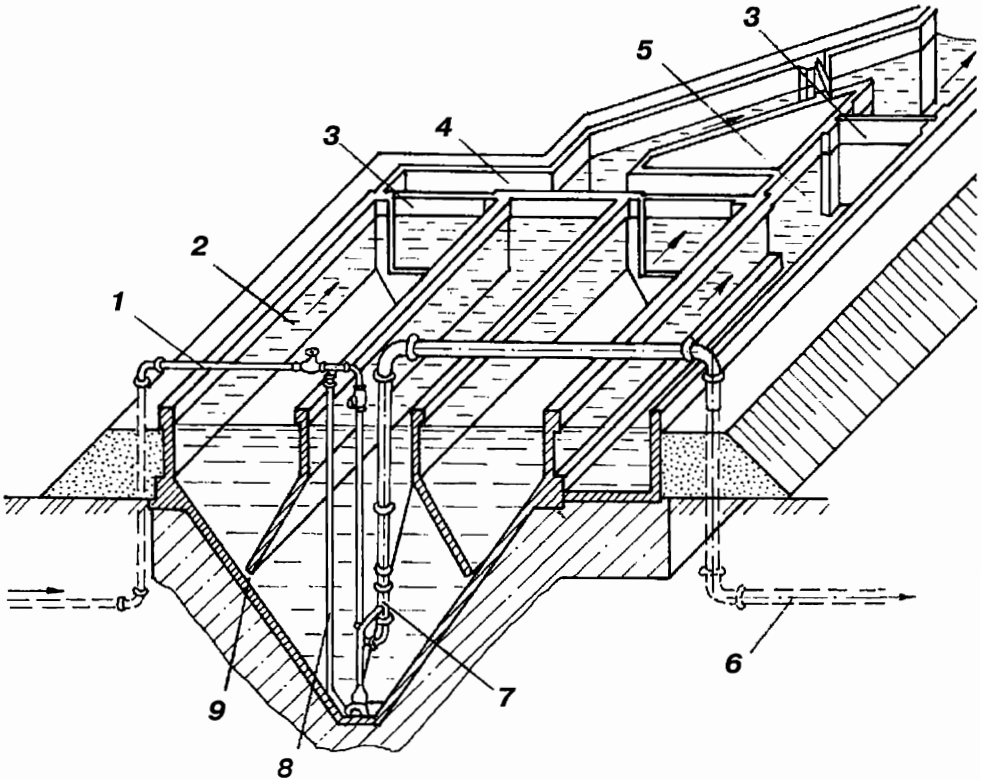


Рис. 49. Горизонтальная песколовка:

1 — труба от насоса;
2 — щелевой лоток;
3 — шибер;
4 — сборный лоток;
5 — обводной лоток;
6 — пульпопровод на площадки для песка;
7 — гидроэлеватор;
8 — трубопровод для взбурления песка;
9 — технологическая щель

стойники, где осаждаются нерастворимые взвешенные частицы как органического, так и минерального происхождения. Отстойники — основной и наиболее распространенный тип очистных сооружений. Отстойники могут быть первичными и вторичными. Первичные отстойники устанавливают перед сооружениями биологической очистки, а вторичные — для повторного просветления воды после сооружений биологической очистки. После биофильтров вторичные отстойники одновременно являются и контактными. Сточные воды втекают в первичный отстойник, где происходит гравитационное отделение плавучих загрязнений и тяжелых составляющих, которые стабилизируются анаэробным способом. Расчет отстойников для хозяйственно-фекальных вод выполняется с наибольшим приплывом сточных вод в соответствии с данными **таблицы 21**.

Отстойники бывают с горизонтальным движением воды — горизонтальные и с вертикальным движением воды — вертикальные. Кроме этого бывают радиальные отстойники, в которых вода движется в радиальном направлении.

Таблица 21
Данные для расчета отстойников

Вид отстойника	Длительность отстаивания сточных вод, час		Наибольшая скорость протекания сточных вод, м/сек	
	Тип отстойника			
	Горизонтальный и радиальный	вертикальный	Горизонтальный и радиальный	вертикальный
Первичный	1,5	1,5	10	0,7
Вторичный:				
после биофильтров	0,75	0,75	10	0,7
после аэрации	1,5	1,5	5	0,5

Вертикальные отстойники **(рис. 50)** в плане могут быть прямоугольными или круглыми. Чаще всего используются круглые отстойники, которые представляют собой резервуары со срезанным коническим днищем. В центре устанавливается труба, по которой сточные воды поступают к нижней части отстойника. По периферии отстойника устраивают сборные желоба. Осаждение суспензии в отстойнике осуществляется тогда, когда сточная вода отбивается от зонта и центральной трубы и со скоростью 0,7 мм/сек поднимается вверх. Образовавшийся в отстойнике осадок удаляется через иловую трубу под действием столба воды.

Горизонтальные отстойники **(рис. 51)** представляют собой резервуары, длина которых в 4-5 раз больше их ширины. Сооружают их преимущественно из железобетона, кирпича, камня и других водостойких материалов. Резервуары имеют наклон в сторону приямка, который устраивают в начале отстойника (за потоком воды). Такая конструкция обеспечивает наиболее интенсивное осаждение суспензии. Для равномерного распределения потока сточных вод по ширине отстойника в начале и в конце его устраивают желоба. Для распределения жидкости по глубине отстойника в начале устанавливают отбойную доску. Чтобы предотвратить вынос на поверхность жидкости веществ, которые всплывают, в конце отстойника устанавливают плавающую доску.

В больших отстойниках для удаления осадка устанавливают механические скребки, с помощью которых осадок подается в приямок, а оттуда удаляется через иловую трубу.

Радиальные отстойники **(рис. 52)** являются разновидностью горизонтальных. В плане они представляют собой круглые железобетонные резервуары, в которых жидкость движется в горизонтально-радиальном направлении от центра к периферии. Вода поступает в центральную распределительную трубу, а собирается периферийным лотком. В отстойниках данного типа хорошо объединяется смена рабочего

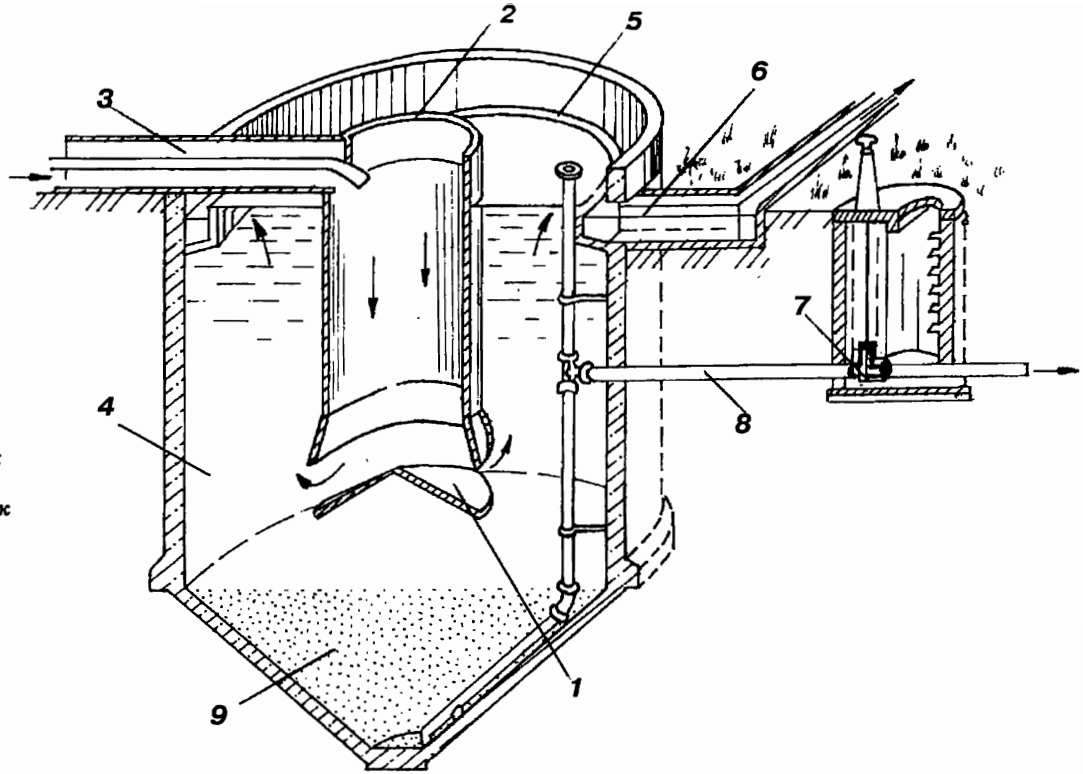


Рис. 50.
Вертикальный отстойник:

1 — отбойный щит;

2 — центральная труба;

3 — подающий лоток;

4 — отстой воды;

5 — сборный желоб;

6 — отводной лоток

7 — задвижка;

8 — иловая труба;

9 — осадок

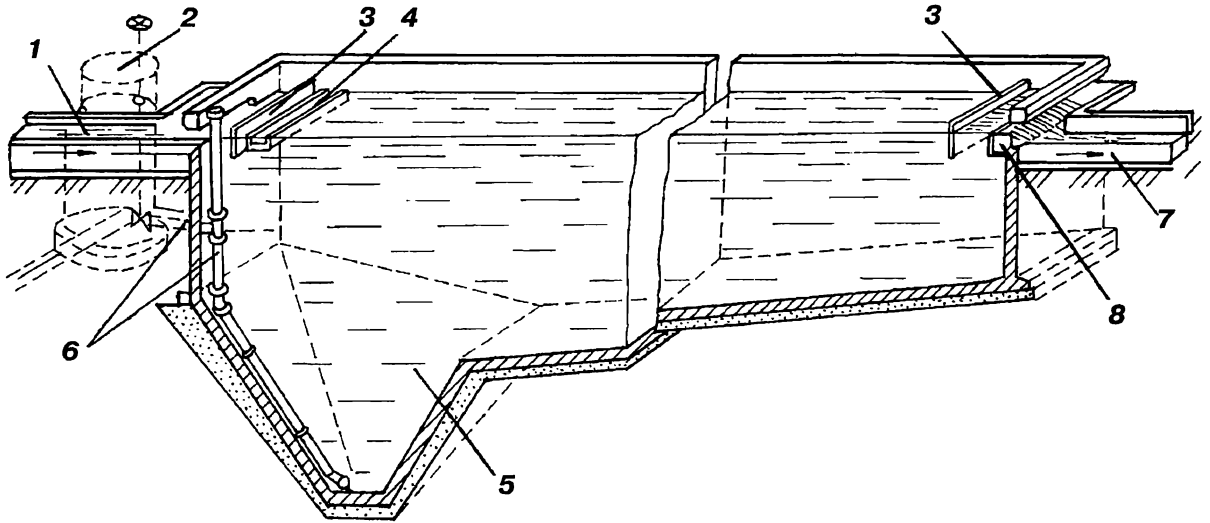


Рис. 51. Горизонтальный отстойник:
1 — подающий лоток; 2 — иловый колодец; 3 — поперечная доска; 4 — желоб; 5 — приямок; 6 — иловая труба; 7 — отводной лоток; 8 — водослив

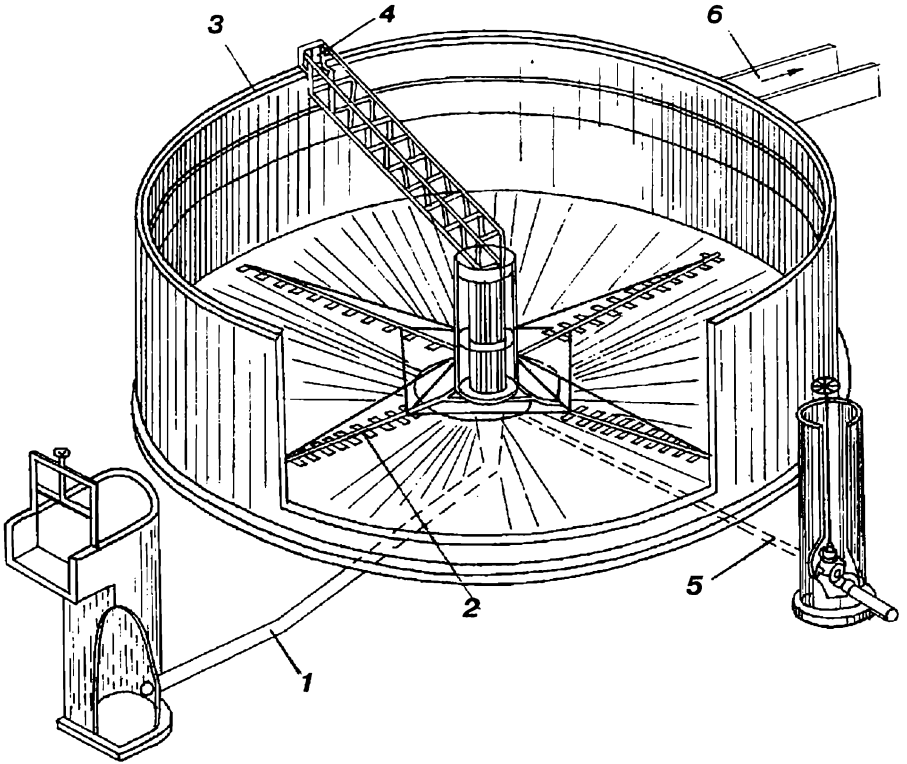


Рис. 52. Радиальный отстойник с впуском воды снизу:

1 — труба подачи;

2 — скребки;

3 — периферийный желоб;

4 — ферма;

5 — иловая труба;

6 — отводящий лоток

сечения с динамикой осаждения суспензии. Поперечное сечение отстойника от центральной трубы к периферийному лотку постепенно увеличивается. Если местные условия позволяют выпускать сточные воды после первых отстойников в водоемы, то в схеме механической очистки должно предусматриваться обеззараживание (хлорирование) в контактном резервуаре. Осадок, полученный в первичных отстойниках, перегнивает, а затем его высушивают на специально отведенных площадках и используют в качестве сельскохозяйственного удобрения.

Обычный эффект осветления сточных вод в первичных отстойниках не превышает 60%, а вынос взвешенных частиц превышает 100-150 мг/л, что создает неблагоприятные условия для дальнейшей биологической очистки сточных вод. Для большей эффективности осветления сточных вод применяют взвешенные фильтры (аналогично с осветлением питьевой воды). В осветлителях со взвешенным фильтром осуществляется взаимная коагуляция взвешенных частиц или флокуляция. Так как загрязненные сточные воды являются дисперсной системой, в которой крупные частицы в совокупности с мелкими ускоряют коагуляцию, задача состоит в том, чтобы создать оптимальные условия для коагуляции сточных вод.

Биологическая очистка сочетается с процессом мелкопузырчатой аэрации (искусственная подача воздуха) для окисления составляющих сточной воды, что ускоряет биологическую переработку и повышает степень очистки. Суть этого метода заключается в биохимическом разрушении микроорганизмами органических веществ, которые используются ими же как пища. В процессе аэрации и дыхания микроорганизмов вредные органические вещества окисляются и происходит их распад на безвредные составляющие. В таких установках отсутствуют неприятные запахи, так как не происходит выделения метана и сернистого газа. Степень очистки воды на выходе — 98%. Чистая техническая вода дренируется

в землю. Допускается сброс такой воды на рельеф после прохождения обеззараживания. Предварительно очищенная сточная жидкость перетекает в активатор, где продувается воздухом, который подается компрессором и распыляется донными аэраторами. Источником сжатого воздуха является компрессор. Процесс активации происходит как низконагрузочный, что обеспечивает стабилизацию активного ила (активный ил — сообщество бактерий и простейших, обитающих колониями в виде взвешенных в воде хлопьев). В присутствии кислорода микроорганизмы поглощают и окисляют органические вещества. После переработки порции этих веществ и активный ил надо отделить от очищенной воды и вернуть в загрязненные стоки, где процесс поглощения (очистки) продолжится.

Из активатора вода перетекает во вторичный отстойник, где происходит отделение ила и очищенной воды. Осевший ил перекачивается эрлифтами в активатор и первичный отстойник, чем обеспечивается очистка пространства вторичного отстойника от иловых накоплений, рециркуляция активного ила в системе и удаление избыточного ила в накопительный отсек в первичном отстойнике.

На этапе анаэробной очистки происходит разложение (гидролиз) сложных органических веществ, например, жиров, на более простые соединения. Повышению эффективности очистки способствует анаэробный биореактор (наполнитель в виде сот, ершей, на которых закрепляются анаэробные микроорганизмы). На последующем этапе обработки сточные воды проходят аэробную очистку, при которой простые соединения быстро разлагаются микроорганизмами на нитраты. При этом необходимо принудительно вводить кислород для создания требуемой концентрации воздуха, так как естественной аэрации для успешной переработки стоков аэробными бактериями недостаточно.

Все перечисленные процессы выполняются в аэраторах или в биокоагуляторах — сооружениях, в ко-

торых осуществляются процессы безреагентной коагуляции и флокуляции примесей с чрезмерным илом при продувке воды сжатым воздухом.

Аэраторы **(рис. 53)** — это прямоугольные резервуары с перегородками для удлинения путей движения сточной воды. Аэраторы служат для повышения степени осветления сточных вод в отстойниках, для устранения из сточной воды жидкого жира и подготовки к биологической очистке стоков. Аэрация — продувание сточной воды воздухом на протяжении 10-30 мин при наличии активного ила со вторичных отстойников. Воздух подается снизу через отверстия в трубах или через фильтры.

Биокоагулятор представляет собой вертикальный или горизонтальный отстойник с кольцевой отстойной зоной и центральной камерой биокоагуляции, в которой осуществляется перемешивание и контакт излишнего активного ила со сточными водами. Чтобы снизить расход воздуха, в центральной камере биокоагуляции, в углах, предусматривают четыре треугольные короба, а на глубине 2,5-3,0 м устанавливают горизонтальные короба с фильтрующими пластинами.

Смесь воды с излишками активного ила подают подводящим лотком в центральную трубу. Сточную воду вводят в биокоагулятор ниже фильтрующих пластин, чтобы избежать засорения их крупными примесями. Концентрация подаваемого активного ила составляет приблизительно 7 г/л, а его количество должно составлять приблизительно 1% от расхода сточных вод. К фильтрующим пластинам подводят сжатый воздух. Им перемешивают активный ил со сточными водами и поддерживают ил во взвешенном состоянии. Интенсивность аэрации поддерживают в пределах 1,8-2,0 час/м^2. Жидкость, барбатированная воздухом, приобретает циркуляционное направление движения по четырем коробам, установленным в углах камеры биокоагуляции. Короба короче стенок, которые отгораживают камеру биокоагуляции.

В кольцевой отстойной зоне биокоагулятора, меж-

Рис. 53. Аэратор:

1 — канал подачи воды для песколовки;

2 — трубопровод для подачи активного ила со вторичного отстойника;

3 — фильтросы;

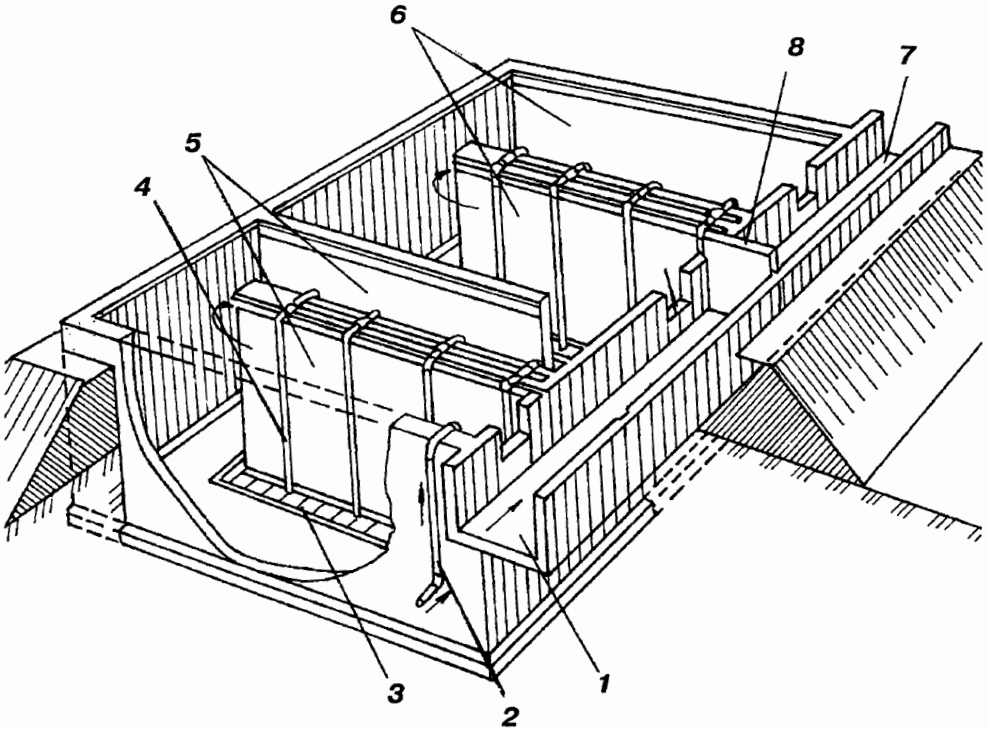
4 — воздухопровод;

5 — отделение для регенерации активного ила;

6 — отделение аэрации;

7 — отводной канал на первичный отстойник;

8 — шандор;



ду центральной камерой и наружными стенами, создается взвешенный слой активного ила, уровень которого зависит от расхода сточных вод. Взвешенный слой благоприятствует коагуляции загрязнений, позволяет выровнять скорость подъема воды в отстойной зоне и ликвидировать обычную для вертикальных отстойников направленность вертикального потока жидкости. Профильтрованная сквозь взвешенный слой вода переливается через периферийный водослив в сборный лоток. Перед периферийным лотком устанавливают доску, которая препятствует выносу плавающих частиц. Уплотненный ил удаляется по иловой трубе после открытия задвижки под гидростатическим давлением.

В очистных сооружениях применяют следующие виды биореакторов: биофильтры, аэротенки, дренажные поля (по другой терминологии — поля фильтрации, фильтрующий дренаж).

В биофильтре вода очищается, проходя через фильтрующий наполнитель-прослойку из твердых частиц (пузолана, пенополиуретана, пенопласта и других материалов), на поверхности которых колонии бактерий (биопленка) разлагают взвешенные органические вещества на растворимые в воде и нерастворимые. Сточные воды из отстойника должны поступать в биофильтр дозировано, так как большой напор может перекрыть доступ кислорода к наполнителю биофильтра и аэробные бактерии погибнут. Степень очистки воды биофильтром, как правило, составляет 90-95 %. Биофильтр необходимо периодически промывать или же менять наполнитель при засорении его илом.

В аэротенке очистка сточных вод происходит за счет интенсивного насыщения их кислородом. Воздух в аэротенок подает компрессор. Насос (эрлифт) перекачивает жидкость между отсеками аэротенка, поэтому она находится в постоянном движении. Эффективность такого способа очистки составляет 95-98 %, а значит, такую воду уже можно сливать в любой природный водоем.

Для автономных систем канализации наиболее удобны биофильтры и аэротенки. В этих устройствах искусственно создаются условия, при которых жизнедеятельность микроорганизмов происходит наиболее интенсивно. Иногда для интенсификации процессов осаждения взвеси или удаления избыточных количеств фосфатов в сточных водах применяют химические реагенты (не путать с химическими методами очистки сточных вод).

Системы локальной биологической очистки сточных вод бывают нескольких видов: сооружаемые на месте или системы полной заводской готовности, а также моноблочные и состоящие из нескольких отдельных блоков (модулей). Корпус очистных систем может быть выполнен из металла, бетона или полимерных материалов, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы. Металлический корпус достаточно легкий, но требует дополнительных ребер жесткости. Для защиты от коррозии сооружения делают из нержавеющей стали или с многослойным антикоррозийным покрытием. Корпус из бетона по сравнению с металлическим более громоздкий и тяжелый, однако он морозоустойчив, лучше других материалов способен противостоять давлению грунта, грунтовым водам, коррозии, но требует дополнительных работ по устройству гидроизоляции, что значительно увеличивает его стоимость. Полимерные материалы не подвержены коррозии, они долговечны, сравнительно недороги и технологичны. Их малый вес одновременно является и плюсом, и минусом: из-за веса сооружение рискует быть выдавленным на поверхность грунтовыми водами. Однако установки из полимерных материалов легко перевозить и производить их монтаж.

Основным недостатком систем биологической очистки считают их высокую по сравнению с механическими очистными сооружениями цену и энергозависимость (потребление энергии для системы на пять человек составляет в среднем 50 Вт). Любому оборудованию нужна электроэнергия, если электри-

чество пропадёт, биоочистка становится обыкновенным септиком.

Достоинств у биологической очистки больше: возможность установки при высоком уровне грунтовых вод, компактность размеров, высокая степень очистки, а также минимальная удалённость от жилых помещений. При этом не требуется заказывать ассенизационную машину, да и неприятные запахи, обычно возникающие при анаэробном способе очистки, всегда отсутствуют. Установки просты в монтаже, долговечны и удобны в эксплуатации.

Системы бывают двух видов: первый — самонесущие, они просто закапываются в землю, на них выведены люки для обслуживания, но в месте монтажа запрещён проезд транспорта; второй — не несущие, их монтируют внутрь железобетонных колодцев, ставятся в местах проезда транспорта и в местах с высоким уровнем грунтовых вод.

Как уже было отмечено, некоторые очистные сооружения, предлагаемые сегодня на рынке, имеют смешанную систему очистки стоков. Чаще всего в таких системах многоступенчатой комплексной очистки анаэробный процесс в септике или метантенке предваряет стадию заключительной биологической очистки в аэротенке или биофильтре. Эти системы канализации имеют достоинства и недостатки своих комплектующих частей. Основным недостатком является их громоздкость. Рассмотрим сравнительную **таблицу 22** наиболее известных на российском рынке систем глубокой биологической очистки на четырех постоянно проживающих человека.

Цены в таблице приведены со слов менеджеров опрошенных компаний и представляют ориентировочное соотношение на момент написания данного раздела книги.

Отметим, что чем дороже шеф-монтаж, тем сложнее самому выполнять общестроительные работы.

Как можно заметить, ценовой диапазон приблизительно одинаковый. Но есть моменты, на которые стоит обратить внимание. Во-первых: следует поин

Таблица 22

Сравнительная таблица цен наиболее известных на российском рынке систем глубокой биологической очистки на 4 постоянно проживающих человека.

Наименование	Цена оборудования (евро)	Шеф-монтаж (евро)	Монтаж под ключ (евро)	Особенности
PURFLO	2550	450	5500	В месте установки запрещён проезд транспорта, системы только самонесущие.
БИОС	3400	800	6000	Изготовлена из покрытого антикором металла, при повреждении которого корродирует, не выдерживает залповых сбросов.
BIOTAL	2980	450	6000	Нет самонесущих систем. Очень сложная система и трудоёмкая в обслуживании.
ECD	3080	310	5500	Не выдерживает залповых сбросов, нет первичного отстойника, т.к. производится в Чехии, а российские нормы гораздо жестче. Нет самонесущих систем.
БИОЛАЙН	2700	270	5000	Самонесущие модели этих систем дорогие.

пересоваться, как давно фирма находится на российском рынке и в том регионе, в котором планируется установка системы. Не помешает навести справки о репутации фирмы, а также посетить объекты, которые она смонтировала. Во-вторых, узнать о наличии сопроводительной документации на систему биоочистки, а именно: заключение государственной сани-

тарно-эпидемиологической экспертизы, сертификат, выписки из Технических условий по требуемым санитарным расстояниям. Без этих документов заказчик не сможет сдать канализацию в СЭС. В-третьих, отдать предпочтение российскому производителю. Очень часто зарубежные фирмы-поставщики не могут обеспечить полноценное гарантийное обслуживание и ремонт в случае поломки.

РАЗДЕЛ 6. ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

Промышленное загрязнение стоков нефтепродуктами, солями тяжелых металлов и т.п. может нанести существенный урон экологической обстановке. Чтобы избежать этого, промышленные стоки перед сбросом в канализационную сеть подвергают очистке до предусмотренных законодательством нормативов. Отечественная практика предусматривает несколько технологий очистки промышленных стоков:

— технологии очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ;

— технологии очистки промышленных сточных вод от солей тяжелых металлов;

— технологии очистки промышленных сточных вод от фенолов.

ОЧИСТКА ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ

Принципиальная схема установки, предназначенной для очистки сточных вод от взвешенных частиц и нефтепродуктов, показана на **рис. 54**. Технические характеристики установки приведены в **таблице 23**.

Сточная вода поступает в аккумулирующую емкость АЕ, откуда погружным насосом ПН либо самотёком подается на базовый блок — модуль 4-ступенчатой очистки БО. Очистка на нем включает в себя 4 стадии:

— отстаивания в модулях первичных отстойников,

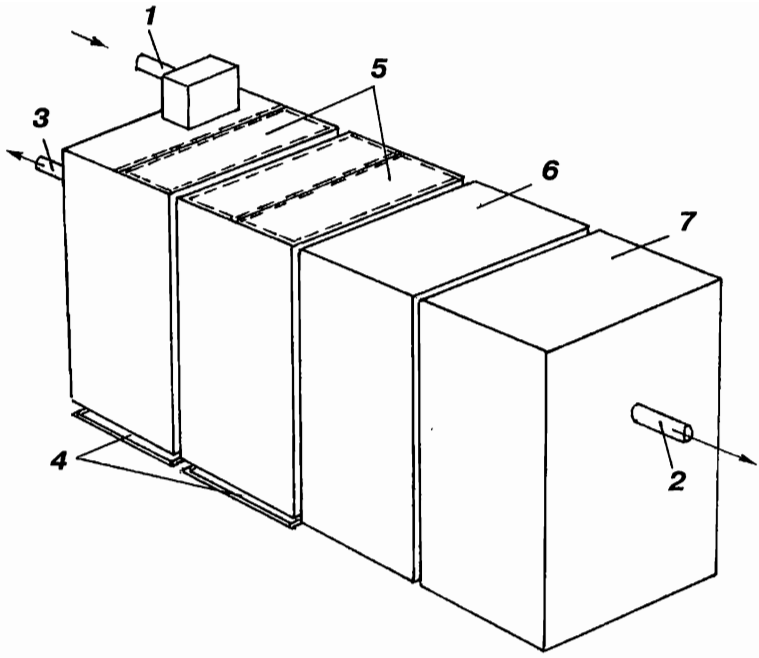


Рис. 54. Очистка промышленных стоков от взвешенных частиц и нефтепродуктов:
1 — входящий патрубок; 2 — выход очищенной воды;
3 — выпуск нефтепродуктов; 4 — корзины для сбора накапливающихся взвешенных частиц; 5 — модули первичных отстойников с тонкослойными фильтрами; 6 — фильтр-сорбер;
7 — фильтр-адсорбер с активированным углем

где происходит тонкослойное разделение взвешенных веществ и нефтепродуктов;

— сорбция эмульгированных и растворённых нефтепродуктов на высокоэффективном полимерном полиуретановом сорбенте (фильтр-сорбер);

— доочистка на адсорбере с загрузкой из активированного угля.

В первичном и тонкослойном отстойниках происходит осаждение взвешенных веществ в корзины, откуда они периодически удаляются с помощью дренажного насоса или под действием гидростатического давления. Свободные нефтепродукты собираются

Таблица 23

Технические характеристики установки для очистки сточных вод от взвешенных частиц и нефтепродуктов

Показатели установки	Значение показателя	Значение показателя	Значение показателя	Значение показателя	Значение показателя
Производительность, $м^3$/час	5	18	36	72	108
Ориентировочные размеры модуля, м	2,5X1,5 X 2,0	3,2X2,0X2,0	3,3X2,0X2,0/2	3,3X2,0X2,0/4	3,3X2,0 X2,0/6
Срок изготовления оборудования	1,5 мес	1,5 мес	2 мес	2 мес	2 мес

Примечание: при наличии в сточных водах следов металлов, например, железа, и при желании произвести очистку от этих компонентов, установка комплектуется дополнительными узлами.

в верхней части отстойника и периодически сливаются в промежуточную емкость с помощью поворотной трубы, входящей в комплект блок-модуля, либо сорбируются на полиуретановых бонах. Эмульгированные нефтепродукты сорбируются на фильтре-сорбере с полиуретановой загрузкой. По мере исчерпания емкости сорбента проводится его замена (не чаще 1 раза в два года). Отработанный сорбент сжигается в котельной, либо увозится на полигон. Растворенные нефтепродукты сорбируются активированным углем на фильтре-адсорбере.

Схожая схема существует и в оборотном водоснабжении для автомоек, для организации оборотного водоснабжения на автомобильных мойках, мойках в локомотивных депо, а также на различных промышленных предприятиях, где требуется очищать стоки от взвешенных веществ, масел, нефтепродуктов и жиров. Это полностью готовый комплекс очистного оборудования, который включает в себя блок емкостей для первичного отстаивания и усреднения стоков, нефтеловушку, биокоагулятор, собственно очистную установку, бак для очищенной воды и фильтр доочистки.

Технические характеристики существующих систем оборотного водоснабжения даются в **таблице 24**.

Очистка на станциях мойки автомобилей типа УТК-Фламинго

Такая схема показана на **рис. 55**. Вода из моечного аппарата попадает в **моечный лоток**, оборудованный перегородками, перед которыми собираются песок и камни. Загрязненная вода при помощи фекального насоса поступает в приемную камеру. Здесь происходит барботаж воздухом, который подается в нижнюю часть приемной камеры от компрессора. Часть загрязнений (нефтепродукты, жиры, масла и т. д.) образуют комплекс "частица-газ" и всплывают на поверхность, где удаляются при помощи водяного колеса в шламовую емкость. Загрязнения, не всплывшие на поверхность, частично выпадают в осадок и затем удаляются по мере

Таблица 24
Технические характеристики установок модельного ряда СКАТ

Модель	Производительность, $м^3$/час	Габаритные размеры, м	Масса, сухая/с водой, т
СКАТ-1	1,0	2,67x1,47x1,7	0,58/2,58
СКАТ-1 (нерж. сталь)	1,0	2,67x1,47x1,7	0,58/2,58
СКАТ-2	2,0	3,61x1,85x1,8	1,0/5,27
СКАТ-2 (нерж. сталь)	2,0	3,61x1,85x1,8	1,0/5,27

накопления, а частично с потоком воды поступают в биоблок-флотатор, который представляет собой емкость, состоящую из двух спаренных камер, разделенных сетчатой перегородкой.

В камере параллельно току воды расположены рамки с натянутыми сетками — аккумуляторами. На вход в каждую камеру подается условно чистая вода из аккумулирующей емкости, расходом соответственно производительности установки, насыщенная воздухом под давлением в 6 Па при помощи насоса, в результате этого загрязненная вода не только разбавляется, но и подвергается пассивной флотации. На сетках — аккумуляторах образуются колонии микроорганизмов, способствующих протеканию процесса биологической очистки. После биоблока-флотатора вода поступает через слой полистирольных гранул в емкость чистой воды, где установлен насос. Часть воды (1/2 установленной производительности) идет на сброс, а другая (1/2 установленной производительности) поступает на насос и подается на вход во флотационные камеры. Для насыщения воды воздухом используется байпасная линия насоса. Насыщение происходит за счет эжекции и регулируется дросселем подачи воздуха.

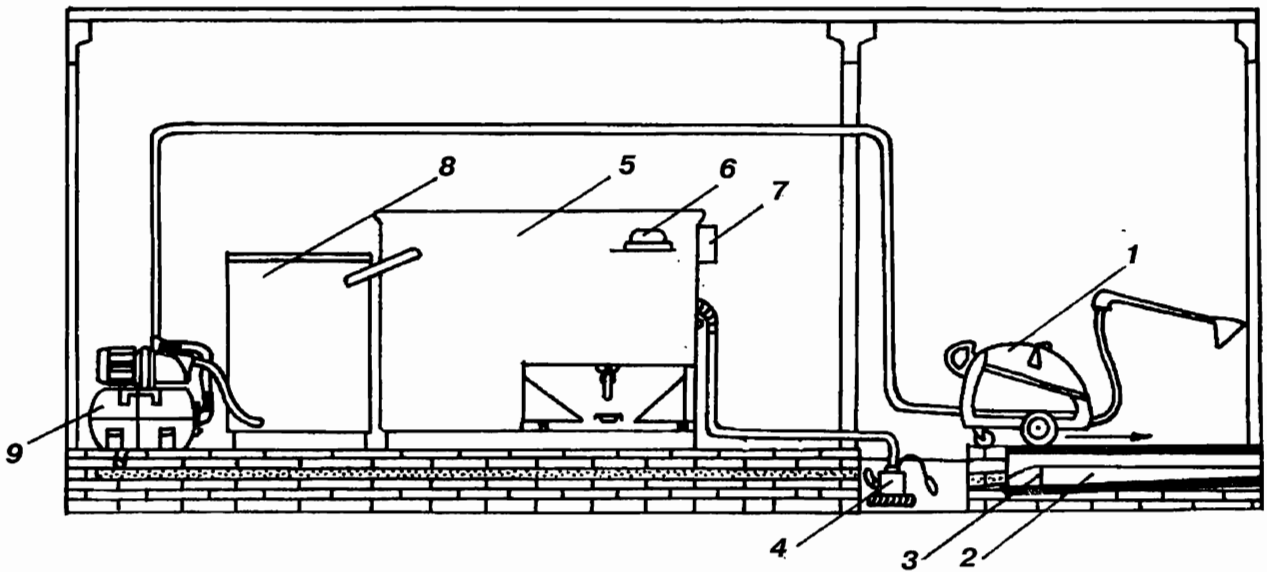


Рис. 55. Установка УТК-Фламинго для очистки стоков на автомойках:
1 — моечный аппарат; 2 — моечный лоток; 3 — перегородка; 4 — фекальный насос; 5 — биоблок-флотатор; 6 — компрессор; 7 — расходомер; 8 — фильтр доочистки; 9 — насосная станция

Для улучшения качества очистки возможно введение в очищаемую воду химических реагентов, способствующих образованию устойчивых хлопьев с их последующей флотацией и фильтрацией. Насосная станция подает воду на аппарат высокого давления из бака чистой воды. Избыток воды из водооборота сбрасывается через фильтр доочистки.

Флотационно-фильтрационная установка модели ФФУ

Флотационно-фильтрационная установка модели ФФУ предназначена для очистки сточных вод:

на автомойках и после мойки ж/д транспорта;

агрегатов, деталей, тары и т.д.;

ливневых вод гаражей, автостоянок;

промышленных сточных вод мясокомбинатов, масло-жировых производств и других типов сточных вод от нефтепродуктов, масел, жиров, взвешенных веществ **(рис. 56)**.

Установка предназначена для эксплуатации только в закрытых производственных помещениях, температура воздуха в которых исключает замерзание воды в емкостях и трубопроводах.

Установка может использоваться в составе очистных сооружений в качестве промежуточного или заключительного звена для повышения производительности и степени очистки. Очистка сточных вод на установке ФФУ может производиться как с применением реагентов (коагулянтов, флокулянтов), так и без таковых, в зависимости от типа стоков и требований к очищенной воде.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Сточные воды, которые образуются после промывки деталей на гальванических линиях промышленных предприятий, содержат высокую концентрацию солей тяжелых металлов. Сброс таких стоков в сети городской канализации может привести к мас-

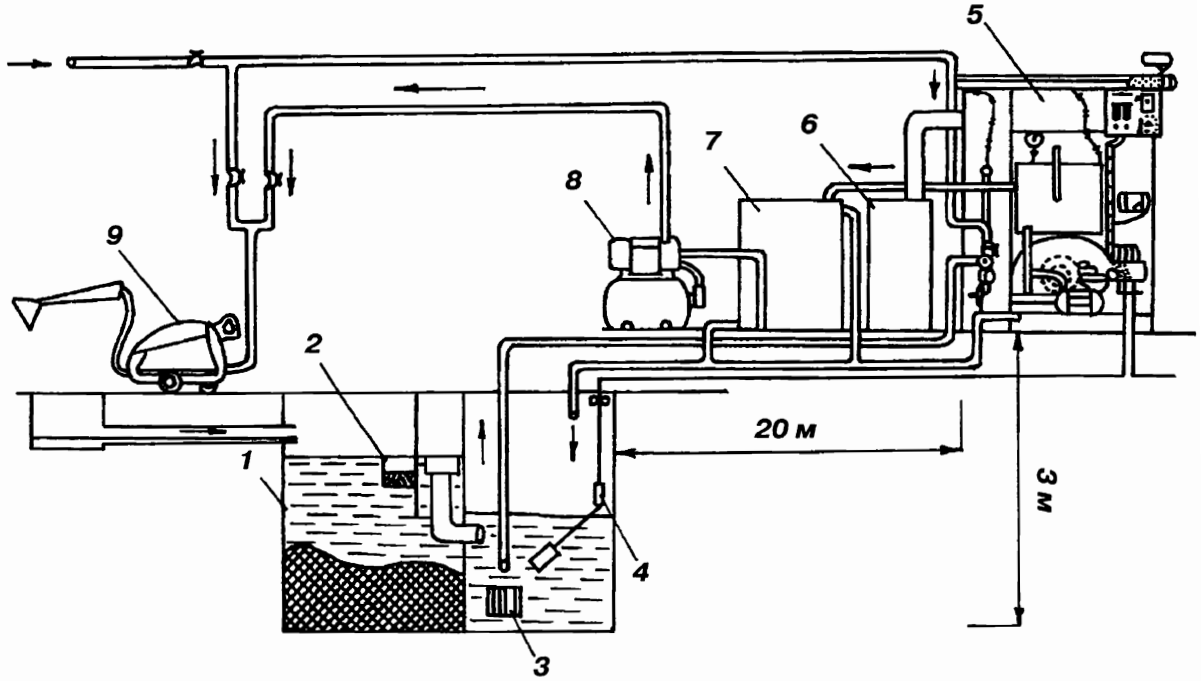


Рис. 56. Флотационно-фильтрационная установка модели ФФУ:
1 — первичный отстойник; 2 — нефтесборный карман; 3 — заборный фильтр; 4 — датчики уровня; 5 — установка ФФУ; 6 — накопитель шлама; 7 — накопитель очищенной воды; 8 — насос подачи воды; 9 — моечная установка

сой гибели бактерий на очистных сооружениях и, как следствие, к полному выходу из строя станций глубокой очистки.

Технологии очистки промышленных стоков от солей тяжелых металлов могут осуществляться двумя путями:

очистка сточных вод от тяжелых металлов (метод электрокоагуляции);

метод электрокоагуляция и обратный осмос (замкнутый водооборот)

Электрокоагуляция

На многих предприятиях машиностроения для очистки кислотно-щелочных промывных сточных вод от металлов и солей применяют метод электрокоагуляции с последующим отстаиванием образующегося осадка. Технологическая схема установки электрокоагуляции, предназначенной для снижения ПДК солей тяжелых металлов до нормативов, позволяет сброс сточных вод в сети городской канализации **(рис. 57)**.

В состав установки входят:

электрокоагулятор для перевода тяжелых металлов в нерастворимую форму;

узел разделения суспензии, представляющий собой отстойник с тонкослойными модулями для осаждения образовавшихся гидроксидов;

- узел тонкой фильтрации и осветления сточной воды;
- узел обезвоживания осадка.

Сущность электрохимической обработки воды заключается в том, что при подаче напряжения постоянного тока на электроды начинается процесс растворения железных анодов. В результате электрохимической обработки в аппарате ЭК осуществляется ряд процессов:

– изменение дисперсного состояния примесей за счет их коагуляции под действием электрического поля продуктов электродных реакций и закрепление пузырьков электролитического газа на поверхности коагулирующих частиц, что обеспечивает их последующую флотацию;

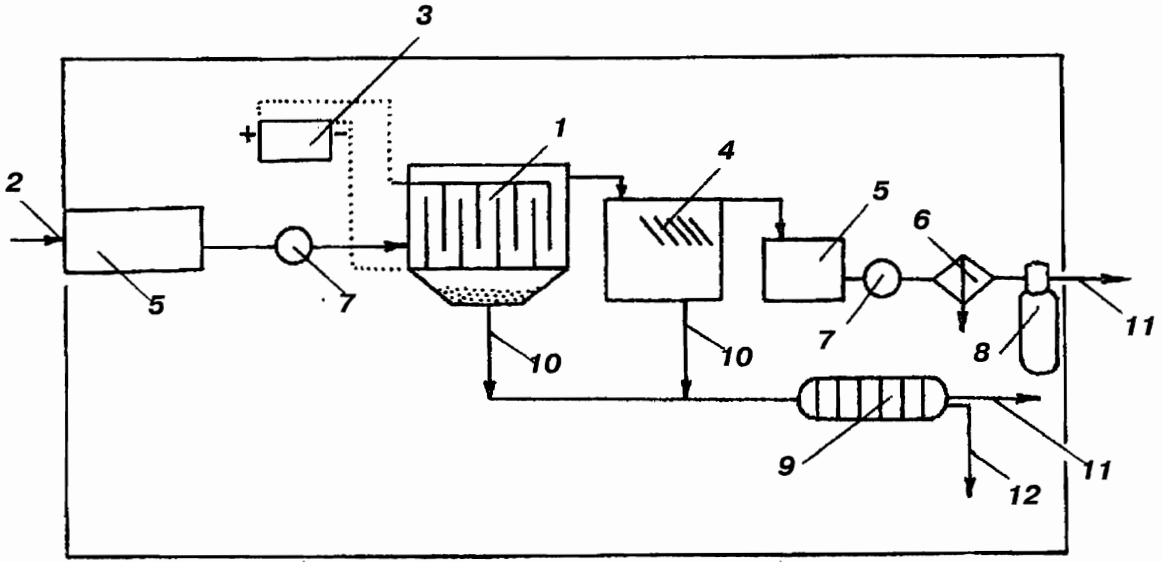


Рис. 57. Установка электрокоагуляции для снижения ПДК солей тяжелых металлов:
1 — электрокоагулятор; 2 — поступление стоков; 3 — выпарной аппарат; 4 — отстойник; 5 — накопитель; 6 — фильтр механической очистки; 7 — дозирующий насос; 8 — узел доочистки; 9 — фильтр-пресс; 10 — выход осадка; 11 — очищенная вода; 12 — осадок

сорбция тяжелых металлов на поверхности электролитически получаемых оксидов металлов;

химическое восстановление ионов Cr^{6+} до ионов Cr^{3+}.

Образующиеся соединения нерастворимого гидроксида железа сорбируют на своей поверхности ионы тяжелых металлов и выпадают в осадок.

Для доочистки воды после электрокоагуляции с целью создания замкнутого водооборота (требование ГОСТ 9.314-90) предлагается мембранная установка.

Технологическая схема включает в себя такие основные узлы:

узел тонкой фильтрации от взвешенных частиц;

узел глубокой очистки и обессоливания на высокоселективных обратноосмотических мембранах;

узел выпарки с получением осадка в виде влажных солей.

При повышенном содержании в стоках железа промывная вода (суспензия), насыщенная коллоидным железом, подвергается обработке на установке обезвоживания и сгущения железистого шлама **(рис. 58)**. Из емкости погружным насосом промывная вода подается на тонкослойный отстойник. Предварительно в поток воды дозировочным насосом из емкости подаются коагулянт и флокулянт, способствующие укрупнению и уплотнению железистого осадка. В тонкослойном отстойнике основная масса коллоидного железа оседает в шламосборник (нижняя часть отстойника). Осветленная вода поступает в емкость и далее насосом подается на фильтр механической очистки с рейтингом фильтрации 5 мкм. Очищенная вода сливается в водоем.

Железистый шлам в форме густой суспензии из шламосборника периодически (ориентировочно 1 раз в сутки) сливается на узел обезвоживания осадка. В фильтровальных установках железистый шлам задерживается в мешках и утилизируется.

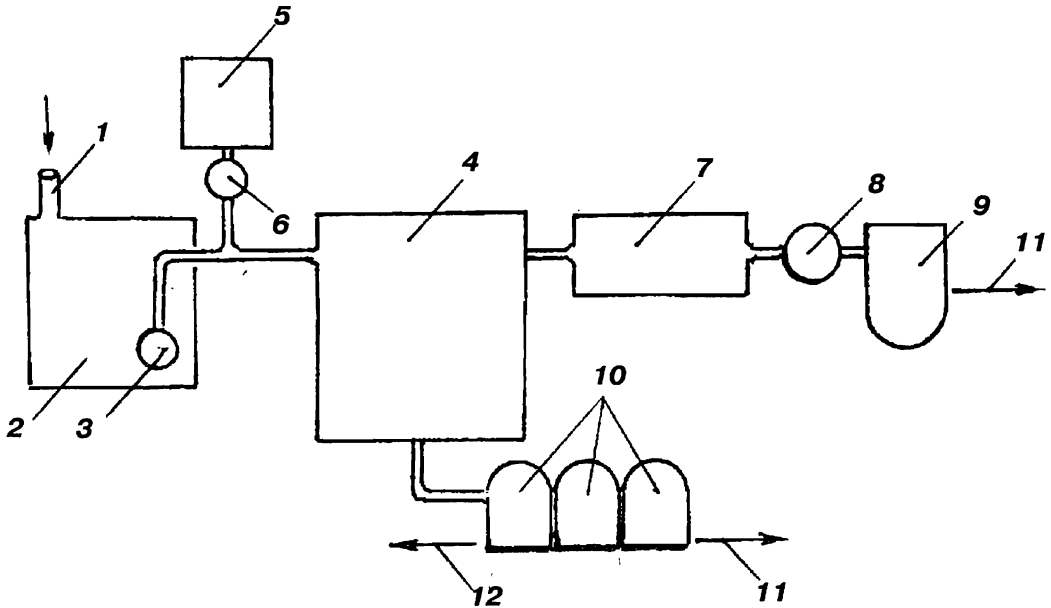


Рис. 58. Схема установки по очистке стоков от повышенного содержания железа:
1 — поступление промывной воды; 2 — первичная накопительная емкость; 3 — погружной насос; 4 — тонкослойный отстойник; 5 — емкость с коагулянтом и флокулянтом; 6 — дозирующий насос; 7 — вторичная накопительная емкость; 8 — насос подачи воды в фильтр механической очистки; 9 — фильтр механической очистки; 10 — мешковые фильтры; 11 — выход очищенной воды; 12 — железистый шлам для утилизации

ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФЕНОЛОВ

Установка предназначена для очистки сточных вод от фенолов, аммиака и ароматических углеводородов. Для очистки сточных вод с химическими примесями применяют технологию на основе окисления озоном **(рис. 59)**. Используя данную реакцию, фенолы, аммиак и ароматические углеводороды нейтрализуются до 99%. Содержание загрязнений в воде при очистке стоков от фенолов приведены в **таблице 25**.

Таблица 25
Содержание загрязнений в воде, мг/л при очистке стоков от фенолов

Показатели	До очистки	Требования к очищенной воде
фенол	до 50 мг/л	0,2 мг/л
аммиак	до 150 мг/л	10 мг/л
ароматические углеводороды	до 200 мг/л	10 мг/л

Например, для осуществления очистки химзагрязненных стоков при расходе 20 м^3/час, необходимо внести озон в количестве 500-1000 г/час. Технические характеристики дополнительного оборудования уточняются в процессе проектирования.

УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Очистка промышленных стоков, очистка сточных вод производства предлагается на основе передовых технологических схем с использованием современного водоочистного оборудования.

Предварительная очистка сточных вод включает в себя отделение загрязнений, таких как мусор, крупные частицы и волокна, способных нарушить нормальную работу последующих стадий очистки.

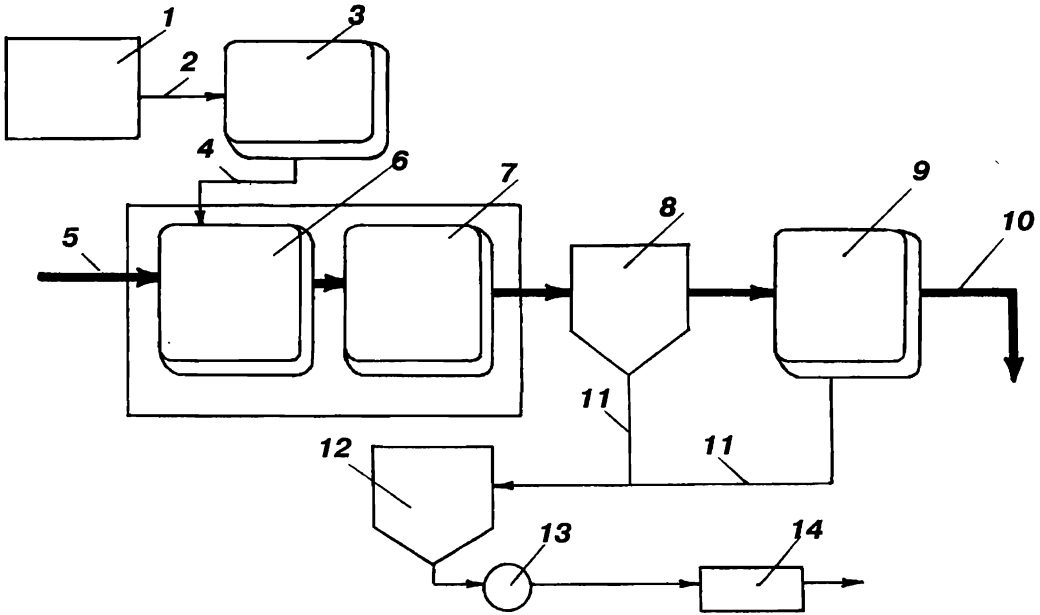


Рис. 59. Схема установки для очистки сточных вод от фенолов:
1 — камера подготовки воздуха; 2 — подача воздуха; 3 — подготовка озона; 4 — подача озона; 5 — подача фенолосодержащих сточных вод; 6 — озонирование сточных вод; 7 — обработка ультрафиолетом; 8 — отстойник; 9 — фильтр; 10 — очищенная вода; 11 — выпуск осадков; 12 — накопитель осадков; 13 — обезвоживание; 14 — сборник осадков для утилизации

Жироуловители предназначены для улавливания и удаления неэмульгированных жиров и масел. Они защищают канализацию от загрязнения жирами и маслами, а также повышают эффективность процессов очистки промышленных стоков и позволяют избежать многих проблем в эксплуатации очистных установок. Жироуловитель может использоваться как самостоятельная установка, так и входить в состав очистных сооружений на стадии предочистки.

Флотационная очистка необходима для глубокого удаления из воды жиров, нефтепродуктов, а также твёрдых мелкодисперсных загрязнений. Флотационная камера конструктивно объединена в общем блоке с камерой смешения. В очистных установках для пищевого производства высокую эффективность дают напорные флотаторы. Процесс флотации может осуществляться с предварительной обработкой воды коагулянтами и флокулянтами. При оптимальных условиях эффект очистки флотационной установкой достигает 85-98%. После флотационной очистки воду возможно сбрасывать в городскую канализацию.

Для обезвоживания осадков сточных вод возможно использование специальных устройств. Обезвоживание осадка происходит в специальных фильтр-мешках после добавления в поступающий осадок флокулянта. В течение 24-часового цикла возможно обезводить осадок на 10-20 %. В случае хранения в течении 40-60 дней осадок будет обезвожен на 20-40%.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОКОВ

Сточные воды содержат большое количество бактерий, которые могут вызвать инфекционные заболевания. Традиционно для обеззараживания воды использовали хлор, который убивает бактерии. Для обеззараживания очищенных сточных вод в настоящее время чаще всего применяются установки ультрафиолетового облучения. Высокая степень обеззараживания достигается совместной обработкой воды ультрафиолетом и ультразвуком.

Установка ультрафиолетового обеззараживания — это устройство, в котором на поток воды воздействует ультрафиолетовое излучение. Это позволяет практически мгновенно, за 2-3 секунды, обеззараживать всю жидкость, проходящую через установку. Антибактериальный метод УФ-дезинфекции применяется с 1910 г., когда были построены первые станции для обработки артезианской воды во Франции и Германии.

Следует отметить такую важную особенность ультрафиолета, как противовирусное воздействие. Энтеровирусы, в частности выводящиеся из организма человека, поступают в сточные воды и, следовательно, могут попадать в воды поверхностных источников, которые используются для питьевого водоснабжения. С точки зрения потребителя, "ультрафиолет" — весьма выгодное приобретение. Это прежде всего надежное практически мгновенное уничтожение всех возбудителей болезней, находящихся в сточных водах. Установка обладает высокой долговечностью. Небольшие материальные затраты на монтаж и эксплуатацию выгодно отличают УФ-оборудование от других методов очистки. Ультрафиолетовое обеззараживание не требует введения в воду химических реагентов и действует не только на бактериальную флору, но и на бактериальные споры.

Типовой ряд данного оборудования позволяет создавать комплексы и станции УФ обеззараживания практически любой производительности. Номенклатура оборудования включает корпусные одно- и многоламповые системы, лотковые модули на основе традиционных бактерицидных ламп и высокопроизводительных безозоновых амальгамных ламп. Установки применяются как в напорных (на давление до 20 атмосфер), так и в самотечных схемах водоснабжения и канализации. Установки комплектуются системами контроля интенсивности излучения, а также системами химической промывки и механической очистки кварцевых чехлов.

Основным элементом установки является камера

ультрафиолетового обеззараживания, изготовленная из пищевой нержавеющей стали. Внутри камеры располагаются бактерицидные лампы, заключенные в прочные кварцевые чехлы, которые исключают контакт ультрафиолетовой лампы с водой. Количество ламп и их расположение определяется производительностью установки, а также типом и качеством обрабатываемой воды. Система автоматики располагается на выносном пульте управления. В состав большинства УФ-систем входит блок промывки, позволяющий легко осуществлять регламентную очистку камер обеззараживания.

Результатом многочисленных исследований установлено, что наибольшим бактерицидным действием обладает электромагнитное излучение на длине волны 200-315 нм и максимальным проявлением в области 260 нм.

В УФ-установках применяют излучение с длиной волны 254 нм. Для питьевой воды при пропускании водой излучения длины волны 254 нм, равном 85% на 1 см, обеспечивается бактерицидная доза не менее 16 мДж/см^2. Для сточной воды при пропускании водой излучения длины волны 254 нм, равном 70% на 1 см, обеспечивается бактерицидная доза не менее 30 мДж/см^2.

При обеззараживании сточной воды, исходная вода должна отвечать следующим требованиям по:

— взвешенным веществам — не более 12 мг/л;

— температуре воды — не более 300°С;

Качество сточных вод после обеззараживания отвечает требованиям СанПиН 2.1.5.980-00. Для этих показателей исходной воды УФ-установки обеспечивают дозу УФ-облучения 30 мДж/см^3.

На сегодняшний день на рынке систем УФ-обеззараживания воды представлено большое количество как зарубежного, так и отечественного оборудования. Не лишним будет отметить, что в этой области отечественное оборудование практически не отстает от зарубежного. Например, установки "Лазурь" **(рис. 60)** предназначены для УФ-обеззараживания

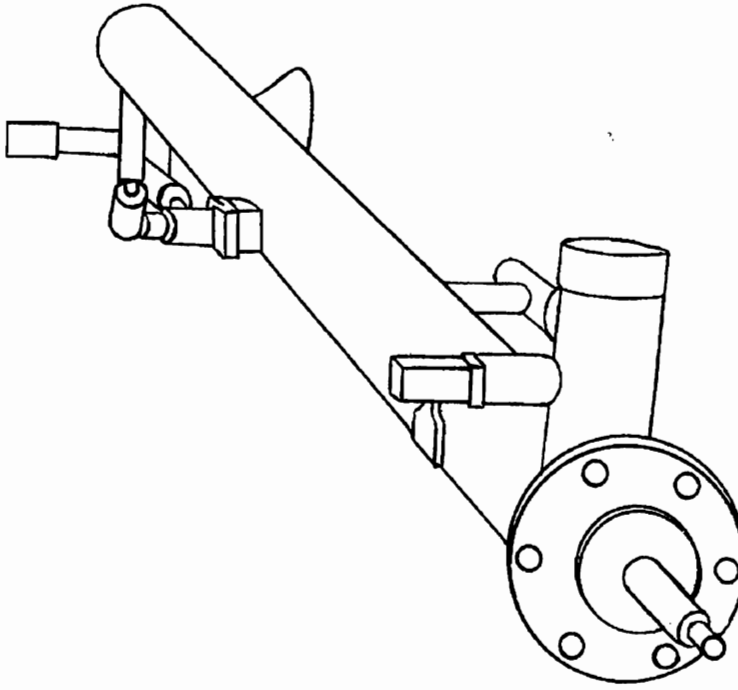


Рис. 60. Установка для УФ-обеззараживания "Лазурь"

доочищенных сточных вод малых населенных пунктов, детских оздоровительных и учебных заведений, санаториев, домов отдыха, больниц, предприятий мясной и молочной промышленности, а также для других областей хозяйственной деятельности. За счет воздействия ультрафиолетового излучения оказывается сильное биопатогенное воздействие на бактерии, вирусы и споры. Особенностью установок является применение в них излучателя с бактерицидной лампой, и ультразвуковым кавитатором, повышающим эффективность работы установки, в т.ч. в условиях ухудшенного качества воды. Установка состоит из блока фотохимического реактора (ФХР) с размещенными в нем блоком ультрафиолетового излучения и кавитатора, а также шкафа управления.

В последние годы все больше производителей очистных сооружений отдают предпочтение обеззараживанию воды при помощи озона, создавая универсальные портативные озонаторы. Озон — нестабильный компонент, разрушающийся сразу после гибели бактерий. Скорость его распада во многом зависит от температуры воды. Чем выше температура воды, тем больше скорость распада озона. Помимо дезинфицирующего действия озон играет большую роль в осветлении воды, так как он активно реагирует с растворимыми солями железа и марганца, находящимися в воде. В результате обработки озоном соли преобразуются в нерастворимые соединения, которые осаждаются на фильтре.

РАЗДЕЛ 7. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В настоящее время уровень загрязненности окружающей среды продуктами жизнедеятельности человека в густонаселенных местах достигает критической отметки. Это приводит к отравлению водных горизонтов и к другим негативным последствиям, которые связаны с нарушением экологической обстановки. Менее остро такая проблема встает в поселках с централизованной канализацией. Но не все населенные пункты имеют возможность для подключения к существующей централизованной канализационной сети или для строительства новых очистных сооружений. В местах, где отсутствуют централизованные сети канализации, проблема очистки сточных вод стоит очень остро.

Централизованная канализация, как известно, тоже не вполне экологически безопасная система - ведь вместе с ней в дом приходит не только цивилизация. Через канализационные сети в дом проникают болезнетворные бактерии, которые активно размножаются в коллекторах. К недостаткам централизованной канализации необходимо отнести и тот факт, что часть сточных вод по мере транспортировки из коллекторов проникает в грунт, загрязняя его. А из канализационных колодцев распространяется неприятный запах. Вывод напрашивается один: очищать сточные воды необходимо в местах их происхождения, но, к сожалению, не все знают, как это сделать.

ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ УСТАНОВОК

Применяемая ранее выгребная яма уходит в прошлое. И не только потому, что она не соответствует современному уровню культуры. Немного экономя на разнице в стоимости выгребной ямы и современной системы очистки (септик), недальновидные люди получают рассадник болезнетворных бактерий, которые становятся источником инфекционных заболеваний. Если бы можно было увидеть вредоносные загрязнения стоков, все эти миллиарды болезнетворных микробов и паразитов, перед нашим взором вокруг выгребной ямы расплылось бы темное пятно грязи, выходящее из грунта на поверхность и разносящееся по участку. Постоянные визиты ассенизационной машины дополнительно заражают территорию в процессе откачки стоков, к тому же эти визиты и недешевы.

Локальное очистное сооружение (ЛОС) пытались сделать многие. Но в подавляющем большинстве сложный процесс очистки лишь упрощался, а иногда и вовсе игнорировался. В результате получались вариации на тему бетонного колодца с открытым дном, которые очень любят сооружать гастарбайтеры. Такие сооружения стоят немалых денег, а плачевный результат, как правило, проявляется не сразу, а лишь когда горе-строителей уже и след простыл. Под эту конструкцию даже подведена теория, которая утверждает, что грязная вода фильтруется через грунт, а "твердый" осадок остается на дне колодцев. Для сведения владельцев таких сооружений нужно отметить, что очищающая способность грунта проявляется только в летние время в верхнем слое плодородной почвы, где находятся колонии бактерий. Зимой верхние слои почвы замерзают, а при понижении температуры ниже +4°С бактерии засыпают. Кроме того, ни один грунт не в состоянии отфильтровать растворенные загрязнения, и неочищенные сточные воды проникают в подземные водные горизонты под

участком. Вода в них становится загрязненной и химически активной.

Далее хуже, в химически активной воде начинают растворяться различные химические элементы из состава грунтов, в больших количествах появляться соли тяжелых металлов. Если же в один прекрасный момент владелец участка или его соседи решают пробурить скважину и качать из нее воду, то, к великому сожалению, эта вода и по цвету и по запаху отличается от питьевой. И тогда после проведения дорогостоящего анализа владелец участка покупает систему очистки воды стоимостью в несколько тысяч евро. Такая установка в дополнение к сточным водам требует слива сотен литров регенерационной соленой воды. В результате, с каждым годом процесс загрязнения грунтовых вод усугубляется. К тому же, особенно в жаркие дни, прибавляется дурной запах, от которого не укроешься нигде. А ведь все это, кроме дискомфорта, постепенно отнимает здоровье. Вывод напрашивается один: "Нужно просто начать с решения главной задачи — не пропитывать землю сточными водами".

Многие понимают важность решения проблемы очистки сточных вод, но их благие намерения часто наталкиваются на авантюристов, которые вполне легально устанавливают несведущим в этой области покупателям модернизированные выгребные ямы с рассасыванием в грунты сточных вод. Для несведущих заказчиков такие фирмы запасаются "липовым" гигиеническим сертификатом, а на случай исковых претензий — высокооплачиваемым юристом. К сожалению, обычно только профессионалы могут отличить хорошую очистную установку от явной плохой подделки. Для того чтобы читатель мог ориентироваться в данном вопросе, постараемся дать основные критерии по выбору локального очистного сооружения.

Мировая практика коттеджного строительства накопила большой опыт в сооружении объектов биологической очистки сточных вод. На Западе малыми си

стемами очистки сточных вод занимаются уже давно. Ранее уровень развития техники не давал возможности создавать недорогие, но эффективные малые очистные сооружения. К тому же европейские малые очистные системы практически не экспортируются в страны СНГ, так как они не обеспечивают требуемые высокие показатели очистки. Требования к очистке сточных вод в странах бывшего Советского Союза остались высокими, независимо от количества очищаемых сточных вод. Научные и проектные институты работали в основном над большими очистными сооружениями, малые же очистные сооружения совсем не воспринимались ими всерьёз.

В результате вышеуказанных причин возник определённый вакуум в области малых очистных сооружений, он и послужил толчком к созданию новых технологий очистки сточных вод. Как правило, это системы биологической очистки, позволяющие доводить концентрацию вредных веществ до показателей, предусмотренных российскими нормативами. Чем же отличается очистка малых объёмов сточных вод на малых очистных сооружениях от очистки больших объёмов сточных вод на городских очистных сооружениях?

К классу малых (индивидуальных или локальных) очистных сооружений относят установки, пропускная способность которых не превышает 20 $м^3$/сутки. На малые очистные сооружения поступает свежий концентрированный сток, в котором количество азота и фосфора в несколько раз превышает известное, оптимальное для биологического процесса, соотношение — 100 : 5 : 1 (органика : азот : фосфор).

Бытовые сточные воды отличаются большой неравномерностью. И это понятно: люди едят не постоянно, моются тоже не круглосуточно. Поэтому для оптимальной работы очистной установки необходимо, чтобы стоки сначала собирались в каком-то объеме (емкости), а затем равномерно подавались на очистку. Это особенно важно, когда мы принимаем ванну или душ. Равномерность подачи стоков на очи-

стку есть непременное условие эффективной работы установки. В противном случае часть биомассы из установки будет выноситься вместе с очищенной водой, что недопустимо. Залповый приток сточных вод или отсутствие его может привести к нарушению процесса биологической очистки. Малые очистные сооружения должны обеспечивать эффективную очистку сточных вод даже в таких экстремальных условиях. Для этого установка должна переходить, при изменении количества поступающих сточных вод, в форсированный или экономный режимы работы, изменяя количество подаваемого кислорода в реакторы, увеличивая или уменьшая степень рециркуляции возвратного активного ила.

Серьёзной проблемой для малых очистных сооружений является содержание в сточных водах, поступающих на установку, большого количества токсичных для микроорганизмов активного ила жиров и других загрязнителей. Для этого установка должна иметь не менее трёх последовательно соединенных реакторов.

Одним из современных методов биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных, а также близких к ним по составу промышленных сточных вод, является метод с применением реакторов переменного действия (SBR). Сооружения, построенные по этому принципу, отличаются от традиционных сооружений проточного действия только тем, что процесс биологической очистки происходит последовательно в одной единственной ёмкости. SBR-системы представляют собой аэробные технологии и на сегодняшний день являются наиболее эффективным методом очистки стоков. Лучшие представители этих систем способны работать даже в оборотном водоснабжении. Не все SBR-системы одинаково хороши, хотя любая из них, даже самая простая, всегда является шагом вперед от традиционных аэрационных технологий.

Мировой опыт эксплуатации SBR показал, что данная технология обеспечивает очистку любых объё-

мов сточных вод. Такие реакторы эффективно работают в небольших поселках, крупных городах и на промышленных предприятиях.

Эта технология позволяет достичь показателей слива, отвечающих нормам на сброс в водоёмы рыбохозяйственного водопользования, при относительно малых затратах и небольшой занимаемой площади, поскольку доочистка минимальна. Полностью автоматизированная система управления позволяет изменять любые параметры и таким образом регулировать качество сливаемой воды.

Данная технология оптимально подходит как для строительства новых очистных сооружений, так и для реконструкции существующих, при этом улучшается качество очистки и значительно увеличивается производительность.

На входе в очистное сооружение обычно используются ступенчатые решетки со щелевым промежутком от 1 до 3 мм. Отложения, улавливаемые на наклонных ступенях решётки, действуют как дополнительный фильтр, улучшающий результат работы. Удаление шлама осуществляется тогда, когда из-за растущего гидравлического давления увеличивается уровень воды в лотке перед решеткой. Далее вода поступает на тангенциальные песколовки, обеспечивающие задержание частиц более 0,2 мм на 98%. На небольших сооружениях песколовки могут устанавливаться в помещениях, что облегчает их эксплуатацию. Песколовки имеют постоянную двухуровневую, грубопузырчатую аэрацию для предотвращения отложения взвешенных веществ вместе с песком. Вынос песка происходит по временной программе с помощью специального насоса.

Растущие требования по зольности песка и запрет на депонирование неочищенного песка делает необходимым использование гидроциклона, в котором отделяется биологический налет от минеральных частиц. Современные же требования по складированию отбросов требуют применения промывочных устройств. Хорошо зарекомендовали себя шнековые

промывочные прессы, у которых после промывки происходит отжим. Такой шнек непосредственно устанаваливается в зоне выгрузки решетки и в свою очередь выносит отбросы в контейнер. Поступающие сточные воды со стадии механической очистки для соблюдения переменного режима работы биореактора временно задерживаются в накопителе, оснащенном плавающей мешалкой и насосом подачи в биореактор.

Биореактор представляет собой резервуар (аэротенк) с системой аэрации, мешалкой, насосом откачки избыточного ила, сливным устройством (декантером) и рядом измерительных приборов. Работа биореактора состоит из 3 циклов: перемешивание в анаэробных условиях, аэробная очистка и разделение ила и воды. В биореакторе находится постоянное количество активного ила (примерно 2/3 объёма). Продолжительность циклов можно варьировать с помощью системы автоматики, но удобной является продолжительность каждого цикла 8 часов.

В начале первого цикла к активному илу за короткое время добавляют исходные сточные воды. В этой фазе без аэрации и перемешивания происходит денитрификация.

Во время аэрации происходит удаление углерода, активность бактерий достигает максимума. Контроль и управление технологическим процессом осуществляется через автоматизированную систему управления. Затем следует фаза разделения, в которой отключены все механизмы. Происходит разделение чистой воды от активного ила. С помощью сливного устройства очищенную воду снимают в накопитель, а образовавшийся избыточный ил направляют в накопитель осадка.

Данная технология позволяет значительно упростить стадию доочистки сточных вод до норм сброса в рыбохозяйственные водоёмы. Достаточно применить фильтры с плавающей загрузкой или фильтры, загруженные песком (цеолитом).

Избыточный ил обезвоживается в автоматическом

цехе, где в состав сооружений могут входить сгуститель, узел приготовления и дозирования флокулянта, ленточный фильтр-пресс, компрессор, насосы промывки лент фильтра, подачи осадка. Управление технологическим процессом осуществляется с помощью специального контроллера.

На малых очистных сооружениях должна автоматически поддерживаться требуемая концентрация активного ила, который нарастает в системе в процессе очистки. Утверждение некоторых "специалистов", что при очистке сточных вод на установках практически не образуется избыточный активный ил, вызывает у сведущих людей только скептическую усмешку. Для того чтобы количество избыточного активного ила было минимальным (до 25%), система должна быть, как минимум, трёхступенчатой. Притом, каждая ступень должна работать по принципу аэротенков продлённой аэрации в прерывистом режиме — "нитрификация-денитрификация". Во многих аэробных ЛОС в качестве элемента аэрации применяется перфорированная трубка. Эффективность и долговечность такой конструкции довольно низкая, так как после снятия давления воздуха (технологическая пауза) в перфорированную трубку через отверстия проникает сточная жидкость с еще не разложившейся органикой. При очередном включении компрессора жидкость может полностью или частично закупорить изнутри некоторые из отверстий. Со временем количество отверстий аэратора резко сокращается, а поэтому снижается и аэрация. В России долгое время развитие SBR-систем сдерживало отсутствие аэрационных элементов, способных без снижения эффективности работать с технологическими паузами. И наконец, ситуация таки изменилась. На отечественном рынке появились пленочные мембранные аэраторы, в частности ATE — 65, способные более 10-ти лет работать в SBR-системах. После отключения компрессора все поры пленочного мембранного аэратора под действием давления воды закрываются, и пленка обволакивает остов элемента,

не допуская проникновения жидкости внутрь установки. При подаче воздуха пленка раздувается, раскрывая поры. Происходит процесс постоянного самоочищения элемента аэрации, в том числе и от внешних биообрастаний .

Как уже было сказано, самым оптимальным способом очистки хозяйственно-бытовых сточных вод на сегодняшний день является биологическая очистка **(рис. 61)**. С этим постулатом уже никто не спорит. Биологическая очистка с применением эффективной технологии может решить практически все проблемы сточных вод. Общепризнано, что наиболее эффективной биологической технологией очистки является аэробная, т. е. с использованием бактерий, "дышащих" кислородом воздуха, принудительно растворенным в сточных водах. Количество колоний бактерий, участвующих в этом процессе, в сотни раз больше, чем при анаэробных (без доступа кислорода) технологиях. Существенным преимуществом аэробных установок является и тот фактор, что в процессе очистки отсутствует дурной запах и не развиваются болезнетворные бактерии.

Анаэробные системы сегодня также имеют право на существование, но преодолеть российские нормативы многим из них явно не под силу. Справедливости ради следует отметить, что на этом принципе иногда изготавливают неплохие установки "эконом — класса", с использованием эффективных биоактиваторов.

Это неполный перечень проблем малых очистных сооружений. Большие очистные сооружения не имеют таких проблем, так как на них поступает более менее равномерный сток, уже до 20% очищенный в канализационных сетях, во время движения на очистные сооружения. Кроме того, в централизованных сетях бытовые стоки разбавляются практически чистыми балластными водами, смешиваются с производственными сточными водами, которые имеют, как правило, низкую, в отличие от бытовых стоков, концентрацию азота и фосфора. В результате смешан

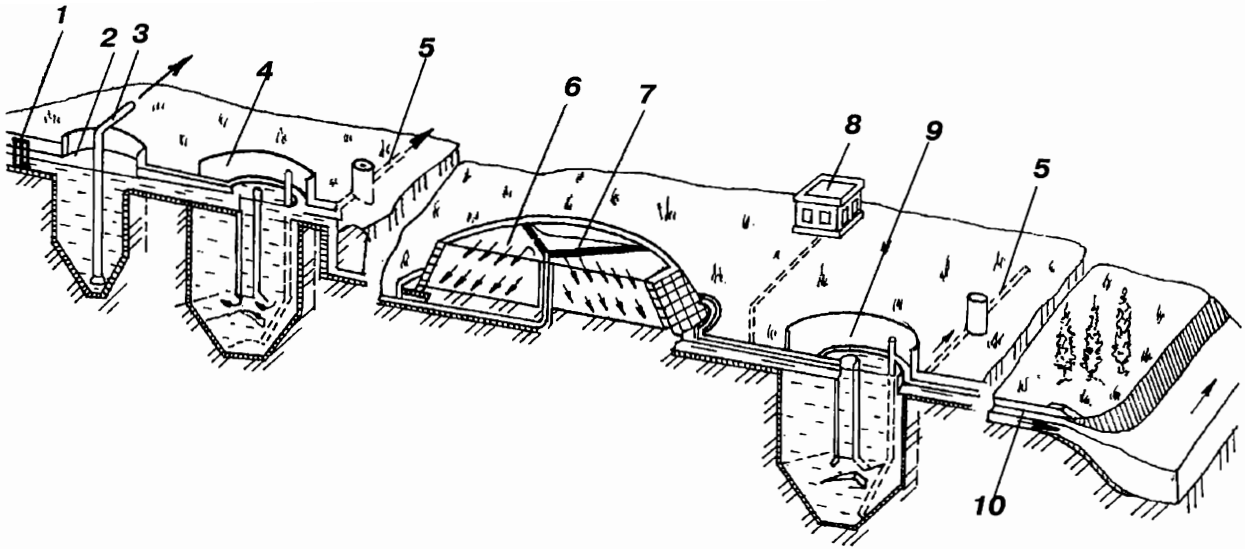


Рис. 61. Схема очистки сточных вод на биофильтрах:
1 — решетка; 2 — песколовка; 3 — трубопровод для удаления песка; 4 — первичный отстойник; 5 — вывод ила; 6 — биофильтр; 7 — реактивный ороситель; 8 — пункт хлорирования; 9 — вторичный отстойник; 10 — выпуск

ный бытовой и производственный сток, разбавлен ный балластными водами, поступает на большие очистные сооружения в виде идеального для бакте рий активного илового "коктейля".

Микроорганизмы активного ила малых очистных сооружений "работают" не в такой благоприятной среде. Специалисты в области очистки сточных вод знают, что малые очистные сооружения должны быть сконструированы на более высоком технологическом уровне по сравнению с большими. Это связано с тем, что малые ЛОС должны обеспечить требуемое качест во очистки сточных вод в вышеприведенных экстре мальных условиях без постоянного обслуживающего персонала и с минимальными затратами на их эксплу атацию (электрической и тепловой энергии и т.п.). Лю бимая фраза некоторых конструкторов малых очист ных сооружений — "...при разработке технологии был использован опыт работы больших очистных сооруже ний..." — является абсурдной, так как вышеприведен ные сложные условия очистки сточных вод на малых очистных сооружениях делают неприемлемым конст руирование их по аналогии с большими, тем более, путём их геометрического уменьшения.

Различают, как известно, два способа обработки сточных вод — континуальный и дисконтинуальный. При континуальном способе сточные воды обрабаты ваются, передвигаясь из одной зоны очистных со оружений в другую. Дисконтинуальная обработка предусматривает прохождение сточными водами всех циклов очистки в одном пространстве. При этом в одной емкости чередуются условия очистки: аэра ция, перемешивание, отстаивание, откачка очищен ных сточных вод и избыточного активного ила. Эти два способа имеют свои достоинства и недостатки.

Континуальный способ не обеспечивает норма тивного качества очищенных сточных вод небольших объемов. Этот способ требует строгого контроля над концентрацией активного ила, так как накопление ила в системе приводит к его выносу из установки при залповом поступлении сточных вод. Одним из

главных недостатков континуального способа является залегание и последующее загнивание активного ила во вторичных отстойниках. Отсутствует ритмичность чередования восстановительных и окислительных процессов. При континуальном способе в период минимальных и максимальных притоков нарушается расчетное время обработки сточных вод в зонах очистных сооружений. Серьезной проблемой этой системы является также необходимость удаления плавающих загрязнений с поверхности отстойников — жиров, частиц активного ила и т.п.

Дисконтинуальный способ лишен вышеуказанных проблем, но зато имеет свои недостатки. Активный ил в системе, адаптированный к сточным водам определенного состава, требует определенного времени на адаптацию для очистки следующей порции поступающих сточных вод. В течение этого периода процесс очистки сточных вод значительно ухудшается. Как только пройдет частичная адаптация ила, в очередном цикле поступают новые сточные воды и проблемы повторяются. В такой системе также не соблюдается один из основных законов инженерной химии — процесс должен продолжаться настолько долго, насколько это возможно. Поскольку реакторы SBR, на принципе которых базируется дисконтинуальный способ, рассчитываются на 4-часовой цикл, в течение которого степень очистки сточных вод недостаточна, так как за этот период окисляются только легкоокисляемые органические загрязнения. К положительным качествам дисконтинуальной системы можно отнести возможность удерживать высокую концентрацию активного ила в системе без опасения его выноса из установки, так как отстаивание сточных вод в таких системах происходит в состоянии покоя, без движения очищаемых сточных вод.

Одно из преимуществ дисконтинуальной системы - не нужно удалять плавающие загрязнения с поверхности отстойников, так как очищенные сточные воды откачиваются из осветленного слоя воды в конце фазы ее отстаивания.

В настоящее время ассортимент локальных очистных установок, которые рынок предлагает потребителю, насчитывает более сорока различных видов. На современно рынке ЛОС различаются по цене, по габаритам, по степени очистки, по способу монтажа и по другим важным параметрам. Интересно, что по способу биологической очистки все эти ЛОС можно поделить на две группы: септики и установки глубокой биологической очистки. В септиках очистка стоков происходит с помощью анаэробных бактерий, которые размножаются без доступа атмосферного кислорода. Во всех септиках в обязательном порядке должен присутствовать биофильтр.

Биофильтр представляет собой неорганическую засыпку или съёмные лотки, на которых будет размножаться активная биомасса, состоящая из различных видов бактерий. Биофильтры могут быть различных конструкций и форм, но предназначены они только для одного — создать наиболее благоприятные условия для размножения бактерий. Как правило, засыпка меняется один раз в три года. Степень очистки в таких сооружениях не превышает 75%. Положительным фактором является малая стоимость септиков, хотя нужно учитывать стоимость монтажа и дренажа, что зачастую превышает стоимость самого септика. Не стоит забывать и о том, что ни один септик не монтируется при высоком уровне грунтовых вод.

В установках глубокой биологической очистки процессы окисления протекают при помощи бактерий, которые живут и размножаются в кислородной среде. Такие установки могут иметь смешанные виды очистки, т.е. чередование аэробных и анаэробных процессов.

Септики правильнее называть установкой первичной доочистки стоков, т. к. степень очистки стоков в них очень низкая. Причиной этому служит сам анаэробный процесс. В природе существует мало видов анаэробных бактерий, способных окислять биологические стоки. Единственным плюсом таких очистных

установок является то, что они работают автономно и не нуждаются в электропитании. Долговечность септиков зависит от материала, из которого изготовлен корпус.

Достойной альтернативой анаэробному процессу служит аэробный. Во-первых, аэробных видов бактерий в природе намного больше, они содержатся в воздухе, питьевой воде, пище, в самом человеке и, как следствие, в стоках. Во — вторых, они не выделяют газы, вызывающие неприятные запахи.

Принцип работы установок, в которых процесс очистки происходит при помощи аэробных бактерий, достаточно прост. В основе лежит работа аэротенка — ёмкости со стоками, насыщаемые атмосферным воздухом **(рис. 62)**. Аэробные бактерии, попадая в благоприятные для них условия, начинают интенсивно размножаться. Образуются большие колонии аэробов, питанием для которых обычно служат органические вещества и кислород. Основными продуктами жизнедеятельности аэробных бактерий являются азот, вода и стабилизированный активный ил.

Активный ил представляет собой колонии бактерий, способных окислять органические вещества. Он накапливается в специальных стабилизаторах, откуда спустя определённый период времени удаляется. Активный ил служит отличным удобрением для растительности, но перед использованием он должен пройти процесс стабилизации, т. к. в его составе могут присутствовать вирусы.

В аэротенке активная аэрация разбивает крупные органические поступления, а далее в работу вступают бактерии. Самые крупные виды бактерий разлагают стоки на более мелкие составляющие, а затем более мелкие виды бактерий — ещё на более мелкие. Такая "эстафета" передаётся от одного вида бактерий к другому, вплоть до одноклеточных организмов. Результатом такой очистки чаще всего является визуально чистая вода, не имеющая никакого неприятного запаха. Степень очистки в некоторых установках с использованием аэротенка достигает 98 %. Но ви-

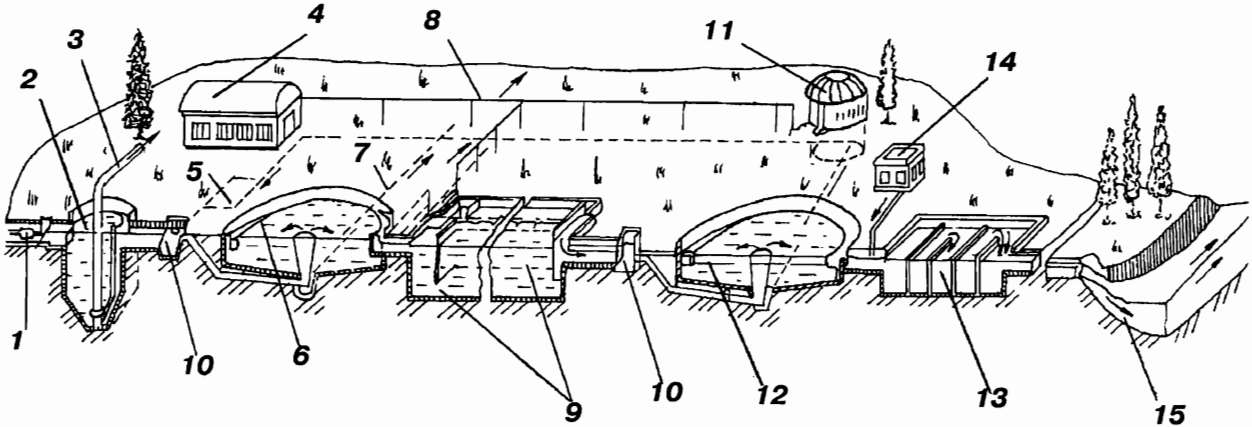


Рис. 62. Схема биологической очистки сточных вод на аэротенках:
1 — решетка; 2 — песколовка; 3 — вывод ила; 4 — компрессорная; 5 — удаление излишнего ила; 6 — первичный отстойник; 7 — вывод ила; 8 — воздухопровод; 9 — аэротенки; 10 — распределительная чаша; 11 — иловая насосная станция; 12 — вторичный отстойник; 13 — контактный резервуар; 14 — хлораторная; 15 — выпуск

русные показатели не допускают выброс такой воды на поверхность грунта, поэтому она должна пройти через дополнительную очистку ультрафиолетом, ультразвуком, гравийно-песчаным фильтром или каким – либо другим фильтром, понижающим вирусный показатель до соответствующих норм.

Положительными факторами установок, в основе которых лежит аэротенк, являются высокая степень очистки, компактность, отсутствие неприятных запахов, универсальность . В процессе работы таких установок происходит выделение большого количества тепла , что не требует дополнительных затрат на утепление. Отрицательным моментом является то, что в установку постоянно должно подаваться электричество. В отличие от септика отработанный активный ил удаляется чаще, но этот процесс, как правило, происходит без ассенизационной машины и в короткие сроки. Контроль работоспособности оборудования осуществляется визуально.Цена таких установок на порядок выше, чем септиков, но затраты на монтаж установок некоторых марок ниже, чем стоимость монтажа септиков .

ВЫБОР ОЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ

При выборе очистной установки первым делом нужно выяснить, находится ли объект в санитарной зоне или нет. Этот фактор определяет критерии к степени очистки установки: ведь для различных санитарных зон существуют свои ограничения по очистке. Этот вопрос можно уточнить в ближайшей СЭС.

Разработкой и изготовлением локальных очистных установок занимаются многие отечественные и зарубежные фирмы. На сегодняшний день существует довольно большой выбор индивидуальных очистных сооружений, отличающихся как по методу и степени (качеству) очистки, так и по материалу, из которого изготовлено само сооружение. Но главные критерии по выбору очистного сооружения "немного" отличаются от тех, которые каждый производитель заявляет в своей рекламе.

Как правило, это компактные установки, сооружение и эксплуатация которых не доставляет особых хлопот владельцу. Перед принятием решения в пользу той или иной конструкции следует обратить внимание на следующие факторы:

— все оборудование, входящее в установку, должно иметь высокую степень надежности, а срок его службы должен быть сравним со сроком службы самого дома;

— сооружение должно обеспечивать очистку вод до уровня, предусмотренного санитарными нормами РФ, учитывая неравномерное поступление стоков в течение суток и сезонное их образование. Для этого нужно убедиться, что выбранное очистное сооружение имеет гигиеническое заключение органов ЦГСЭН России;

— конструкция оборудования должна обеспечивать свободный и безопасный доступ для обслуживания, а узлы и детали установки — легко меняться в случае необходимости;

— обслуживание оборудование должно быть простым и не энергоемким, а в случаях кратковременного прекращения электропитания не терять своего функционального назначения и не наносить ущерба окружающей природе.

Из всего вышесказанного нетрудно сделать вывод, что для стабильной и эффективной очистки сточных вод малые очистные сооружения должны:

— иметь достоинства континуальной и дисконтинуальной систем очистки и не иметь их недостатков;

— автоматически удерживать необходимые параметры биологической очистки в условиях резко переменных органических и гидравлических нагрузок;

— работать без постоянного обслуживающего персонала;

— передавать через внешние сети (телефон, интернет и т.п.) основные параметры очистки и сигнализировать в случае нарушения работы установки;

— справляться с залповым сбросом стока, не менее 25% суточного расхода, без выноса ила из установки;

автоматически регулировать свою мощность в зависимости от количества поступающих сточных вод. При этом установка должна иметь несколько уровней экономных режимов, на случай временного отсутствия поступления сточных вод;

- система очистки сточных вод должна быть энергосберегающей;

переходить в форсированный режим работы при залповом поступлении сточных вод и при этом обеспечивать требуемую очистку, включая очистку от азотосодержащих соединений путём денитрификации;

- автоматически поддерживать требуемую концентрацию активного ила в системе;

иметь многоконтурную рециркуляцию возвратного активного ила, причём степень рециркуляции должна автоматически изменяться пропорционально количеству поступающих на установку сточных вод;

обеспечивать многостадийную денитрификацию независимо от количества поступающих сточных вод;

отстаивание очищенной воды должно проходить в состоянии покоя, без движения воды;

поддерживать жизнедеятельность микроорганизмов активного ила при длительном отсутствии поступления сточных вод;

система очистки сточных вод должна быть отказоустойчивой;

- должна быть возможность ремонта или замены любого узла без остановки работы очистного сооружения.

автоматически удерживать необходимые параметры биологической очистки в условиях резко переменных органических и гидравлических нагрузок.

В установках биологической очистки следует обращать внимание и на способ перекачки сточных вод **(рис. 63)**. Если использовать центробежные насосы, цепочки бактерий будут разрушаться и биомасса потеряет свою эффективность. В настоящее время самым "нежным" (не разрушающим) способом пере-

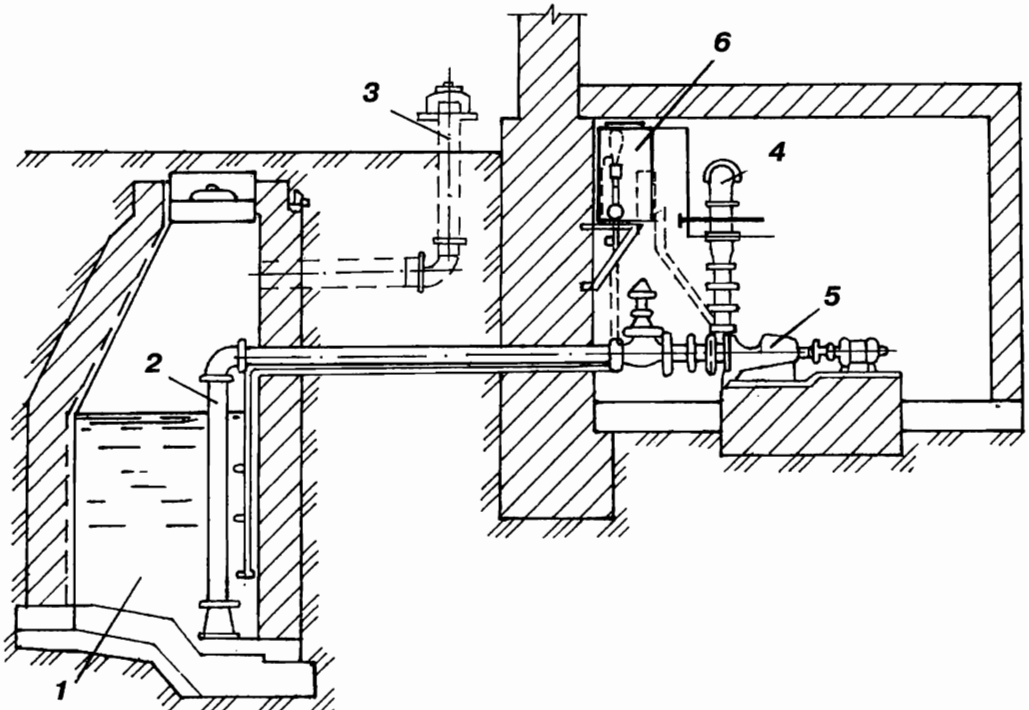


Рис. 63. Установка для перекачки сточных вод с резервуаром вне дома:

1 — сборный резервуар;
2 — всасывающая труба;
3 — стояк вентиляции;
4 — напорный трубопровод;
5 — насос;
6 — бак для заливки насоса

качки является эрлифт, принцип работы которого простой — пузырек воздуха в трубке, поднимаясь, увлекает за собой частичку воды.

Очистную установку желательно подбирать на этапе проектирования дома одновременно с системой водоснабжения. Профессионалы рекомендуют обращать внимание на производительность установки, степень очистки вод, надежность технологического процесса, удобство монтажа и обслуживания, энергоемкость, долговечность и стоимость. Требуемую производительность очистных установок рассчитывают заранее, исходя из количества проживающих в доме (включая гостей) и расхода воды.

Приобретая установку биологической очистки, следует помнить, что современные чистящие средства (особенно хлоросодержащие) негативно воздействуют на микроорганизмы, поэтому их использование лучше ограничить. На бактерии могут отрицательно влиять соли марганца, попадающие в очистные сооружения при еженедельной промывке фильтров-умягчителей и приспособлений для обезжелезивания. Кроме того, нужно убедиться в наличии санитарно-эпидемиологического заключения, подтверждающего соответствие государственным нормативам. Начинать подбор инженерного решения (а не конкретного товара, который без грамотного проекта будет работать плохо или не работать вообще) следует по следующему алгоритму:

1. Правильно рассчитать производительность очистного сооружения, исходя из сложившейся ситуации на сегодняшний день, и учитывать перспективу развития. Производительность рассчитывается по объему водопотребления, чаще просто по количеству человек. Здесь главное не завысить и не занизить производительность очистного сооружения. И если в первом случае хозяин только переплачивает, а работать все будет, возможно, даже лучше, то во втором случае ошибка чревата тем, что очистное сооружение не будет справляться со стоками, и, соответственно, не даст ту очистку, которая заявлена в гиги-

еническом сертификате. Правда, не стоит допускать и стандартную ошибку — брать в расчет только число проживающих с учетом приезжающих людей. При определении количества стоков, поступающих в установку, нужно знать точное количество постоянно проживающих лиц в доме, а также количество сантехнических приборов. Среднее количество стоков от одного человека, ведущего нормальный образ жизни, составляет 200 литров в сутки.

2. Учитывать условия на участке: тип грунта, вопрос водоотведения (сколько стоков пришло в очистное сооружение, столько и уйдет). При этом необходимо решить: "Куда будут направлены стоки из очистной установки?". Ведь очистка стоков — только 50% успеха. Остальные 50% заложены в грамотном решении вопроса водоотведения. Даже дистиллированная вода, застоявшаяся в течение 2-3 дней, приобретет неприятный цвет и запах. Для того чтобы правильно решить эту проблему, обходимо определить уровень грунтовых вод на участке, где будет смонтирована установка. Это можно проделать путём вертикального бурения или выемкой грунта до нужной глубины (глубина залегания дренажа). Обычно дренаж для систем очистки стоков проходит на глубине не менее 1,5 метра . Это значит, что для нормального функционирования дренажа все 12 месяцев грунтовая вода не должна достигать дренажной трубы. Кроме того, определяется состав грунта, от которого зависит скорость рассасывания очищенной воды. Если в предполагаемом районе прокладки дренажа преобладает глинистая почва, которая имеет наименьшую степень проницаемости, лучшим выходом из положения будет создание не дренажа, а фильтрующей траншеи, после которой очищенную воду можно выбрасывать на поверхность грунта.

Если же уровень грунтовой воды высокий либо существует иная причина, по которой невозможно смонтировать дренаж или песчано-гравийный фильтр, тогда имеет смысл использовать ультрафиолетовую, ультразвуковую или другую доочистку, ко-

торая будет обеспечивать нужную степень очистки.

3. Будет ли устанавливаться система водоочистки (очистки питьевой воды) и куда будет производиться ею сброс после регенерации фильтров. При установке серьезного водоочистного оборудования некоторые из фильтров требуют регулярной промывки, после которой производят сброс достаточно большого количества воды. Как правило, фирмы, специализирующиеся только на поставке водоочистного оборудования, не задумываясь, производят сброс такой воды сразу в канализацию. А это недопустимо с точки зрения залпового сброса в индивидуальное очистное сооружение. Нужно учесть то, что слив фильтров чистой воды (если такие имеются в доме) должен производиться не в установку очистки сточных вод, а в отдельный приёмный колодец или в дренаж. Ни одна существующая установка биологической очистки сточных вод не рассчитана на то, чтобы проводить через себя продукты очистки фильтров. Это вызвано тем, что промывка фильтров питьевой воды происходит с применением различных химических реагентов, солей и марганца. Такие реагенты имеют дезинфицирующие свойства, которые являются губительными для бактерий, перерабатывающих стоки.

4. Очередным этапом будет определение стоимости предполагаемой установки. Но при этом нужно учитывать стоимость не только самой установки, но и стоимость ее полного монтажа. Нужно помнить, что низкая стоимость установки не всегда может соответствовать тем требованиям, которые предусмотрены соответствующими органами надзора.

5. Пятым этапом будет определение долговечности и простоты монтажа установки.

6. Нужно определиться, как часто и каким образом будет осуществляться техническое обслуживание.

7. Необходимо проверить гарантийные обязательства фирмы-производителя.

8. Немаловажную роль играет материал самого очистного сооружения. Основные материалы, ис-

пользуемые при изготовлении очистных сооруже ния, — пластик, железобетон, сталь. Последний материал очень плохо согласуется с внешней канализацией, а очистное сооружение, изготовленное из пластика, плохо сочетается с тяжелыми грунтами (глина, суглинок).

Если говорить о материале корпуса очистной установки, то он должен быть прочным, обладать определенными теплоизолирующими свойствами и не должен подвергаться химической и биологической коррозии. Следует иметь ввиду, что черный металл и бетон подвержены коррозии и биокоррозии и плохо держат тепло. Конечно, можно применить бетонную основу с дополнительным водоотталкивающим утеплителем и облицовкой из нержавеющего металла или пластика, но это сопряжено со значительным удорожанием конструкции и низкой технологичностью строительных работ. Однако есть альтернатива — материал, отвечающий всем необходимым требованиям, — это полипропиленовые вспененные пластиковые панели. У этого материала столько преимуществ перед другими, что делает его уникальным для строительства локальных очистных сооружений. Прочность этих панелей позволяет монтировать локальные очистные сооружения в любых грунтах без бетонного усиления. Срок их службы свыше 50-ти лет. А скептиков мы сразу огорчим — грызунам полипропилен не по зубам, эти установки не воплывают, потому что они всегда заполнены водой.

Если выбор подходящей канализационной установки произведен, то очередным этапом будет её покупка и монтаж.

Авторы не ставили себе целью превратить данную книгу в каталог современных технологий очистки сточных вод, но считают нужным для общего представления ознакомить с некоторыми образцами, которые представляют практический интерес для читателя.

Для индивидуальных пользователей российские производители поставляют более 15 наименований

ционных установок, которые гарантируют качество очистки сточных вод на 98-99%. Как правило, они компактны, легки в монтаже и удобны в эксплуатации, с малой мощностью энергетического обеспечения. Но самое главное их достоинство заключается в том, что они сертифицированы по стандартам РФ и намного дешевле зарубежных конкурентов. Примером может служить установка "Коттедж-Био", технология которой разработана ведущим научным центром России в этой области — НИИ ВОДГЕО.

К технологическим и экономическим достоинствам установки можно отнести ее компактность, простоту обслуживания, низкие эксплуатационные затраты, отсутствие постоянного обслуживающего персонала, а также отказ от иловых площадок для складирования осадка. Станция может находиться в непосредственной близости от жилых зданий, что сокращает расходы на коммуникационные системы.

На первой ступени очистки вступает в действие комбинированная установка с роторными биофильтрами (КУРБ), совмещающая в себе зоны механической и биологической очисток. На второй ступени для глубокой доочистки применяют установку БИОСОРБЕР, загруженную активированным углем. Конструкция БИОСОРБЕР обеспечивает высокую производительность и стабильность работы, исключает необходимость регенерации или замены активированного угля. Работа этой ступени обеспечивает качество воды, соответствующее нормам ПДК рыбохозяйственного водоема. На последнем этапе вода проходит ультрафиолетовое облучение, что исключает применение традиционного хлора. Для небольшого коттеджа или дома с числом жителей, не превышающим 10 человек, вся установка монтируется в одном корпусе, что упрощает ее монтаж и обслуживание. После блока доочистки сточные воды можно сбрасывать на рельеф местности, в водоемы и т.д. без каких-либо экологических последствий. На типовой проект "Коттедж-Био" имеется положительное заключение Лицензионного управления Московской области, за-

ключение государственного комитета по охране окружающей среды, заключение Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора Московской области, соответствующих органов городов Санкт-Петербурга, Твери и др.

ПРОСТЕЙШАЯ ОЧИСТНАЯ УСТАНОВКА ТИПА САД

В большинстве сооружений САД (септик аэробной доочистки) применены естественные процессы, происходящие при разложении нечистот в природе. В упрощенном виде это происходит так: сначала анаэробные бактерии (живущие без кислорода) разлагают высокомолекулярную органику (в том числе и большинство болезнетворных организмов) на простые органические вещества. Данный процесс происходит в септике анаэробной очистки. Затем в септике аэробной доочистки — САД или посредством дренажного поля аэробные бактерии перерабатывают всю органику в безвредные неорганические вещества.

Однако в естественных условиях эти процессы происходят медленно. Кроме того, дренажное поле неприемлемо в следующих случаях:

— слишком мала территория;

— негде разместить дренажное поле нужного размера;

— абсолютно непроницаемый грунт;

— отсутствие места для сброса очищенной воды;

— высокий уровень грунтовых вод.

Для таких случаев применяется биологический фильтр или установка доочистки САД **(рис. 64)**. Его конструкция и принцип действия сложнее, но биологические процессы воспроизводятся те же, что и в дренажном поле. Степень очистки составляет 98%. После доочистки в таком устройстве вода отводится в небольшой дренаж или ливнесток. Аэробные бактерии в биофильтре живут на заполнителе — пузолане, а кислород воздуха подаётся компрессором через систему вентиляции. Резервуар САД заполнен

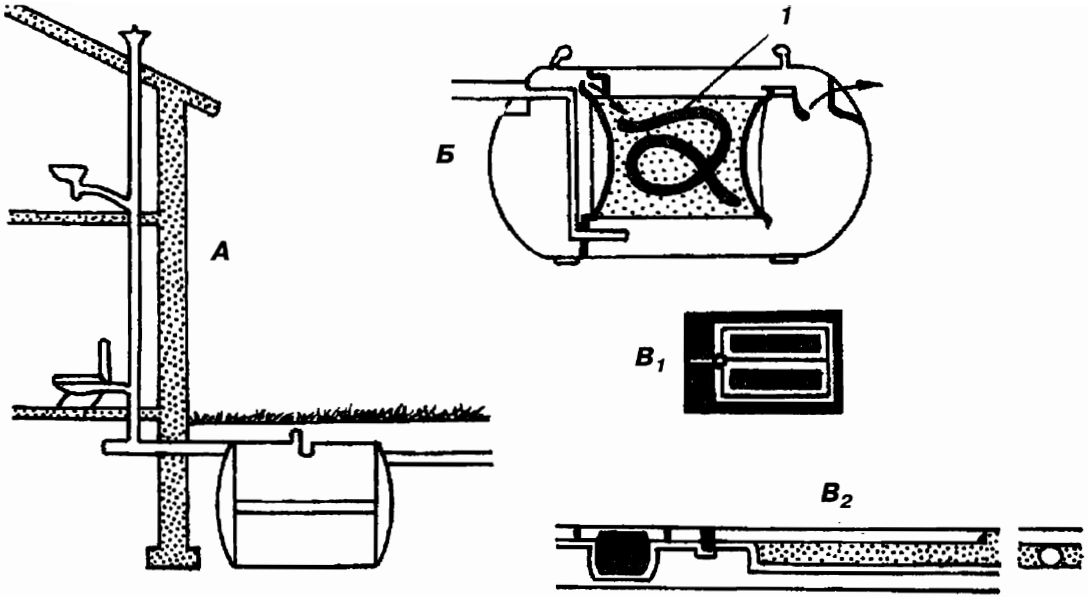


Рис. 64. Очистная установка САД:
А — общая схема; Б — установка САД в разрезе; $В_1$ — дренаж (вид сверху); $В_2$ — дренаж (вид сбоку); 1 — заполнитель с аэробными бактериями

текстильными рамами, на которых живут аэробные бактерии.

Отличие системы САД состоит в том, что в ней благодаря продуманным техническим решениям, созданы идеальные условия для работы бактерий над очисткой стоков, в результате чего естественные процессы многократно ускоряются. Специальные условия позволяют ускорить процессы разложения сточных вод в 1000 и более раз. В септике применяют скопление селекционированных анаэробных бактерий, в результате чего уничтожается около 60-75% взвешенных веществ.

Этап окончательной очистки может осуществляться в различных конструкциях: фильтрующий колодец, дренажное поле, песчано-гравийные фильтры или биофильтры. Все конструкции создают оптимальные условия для окончательной аэробной доочистки сточных вод. Стоки очищаются на 98-99% и, согласно санитарным нормам могут быть отведены в грунт.

Важное место в работе очистного сооружения имеет вентиляция всей системы. Воздух в локальном очистном сооружении перемещается в направлении, обратном сточным водам.

УСТАНОВКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТИПА ТОПАС

Специалистами группы Компаний "ТОПАС-ЭКО" запатентованы и внедрены в производство более тридцати моделей станций. Все они прошли суровые испытания и полностью отвечают требованиям жестких норм российских СанПиН. Домашние станции очистки сточных вод ТОПАС моделей от 5 до 125 предназначены для очистки всех сточных вод (включая сточные воды со стиральных и посудомоечных машин) от индивидуальных источников загрязнения, таких как частные дома, небольшие производства, дачи и т.п. Модельный ряд включает множество разновидностей, начиная с малютки ТОПАС-5, рассчитанной на постоянное проживание пяти человек

и имеющей размеры 1х1х2,4 м, и заканчивая двухкорпусными установками ТОПАС-100 и ТОПАС-150, рассчитанными соответственно на 100 и 150 человек и предназначенными для коллективного пользования.

При конструировании станций ТОПАС был использован многолетний опыт в области очистки сточных вод, а сами установки были сертифицированы авторизованной испытательной станцией ГИС г. Брно и имеют аттестацию немецкого института строительной техники (Deutsches Institut fur Bautechnik). Станции очистки ТОПАС были сконструированы на основании опыта эксплуатации больших станций с мелкопузырьковой аэрацией как с непрерывным, так и с периодическим расходом. определенным способом оба эти процесса соединены в одну очистительную станцию, и это оригинальное техническое решение защищено международным патентом № 282 411. Аэрационные станции "ТОПАС" — это идеальное решение проблемы очистки хозяйственно-бытовых стоков для людей любого достатка — дачников, владельцев загородных домов и коттеджей, а также инвесторов, застройщиков и эксплуатирующих организаций. Поэтому сегодня эти модели устанавливаются на территории РФ и за ее пределами — практически во всех климатических поясах России и сопредельных государств. Очистные сооружения, производимые ГК "ТОПАС-ЭКО", показали потрясающую надежность, долговечность и удобство в эксплуатации. Вся продукция сертифицирована и имеет комплект необходимых для согласования документов.

Аэрационная станция глубокой биологической очистки ТОПАС представляет собой единую конструкцию, размещенную в компактном корпусе, изготовленном из специально разработанного для этой цели вспененного полипропилена. Срок ее службы при условии правильной эксплуатации и ухода составляет не менее 50 лет. ТОПАС очень тщательно изготавливается на производстве, размещенном

в подмосковном городе Лобня. Все операции производятся вручную, как при сборке самого дорогого автомобиля.

В установках глубокой биологической очистки процессы окисления компонентов сточных вод протекают при помощи аэробных бактерий, которые живут и размножаются в кислородной среде. Микробиологи утверждают, что абсолютно все вещества биологического происхождения могут быть окислены в аэробных условиях и, каким бы сложным ни было органическое вещество, в природе всегда найдется микроорганизм, способный его полностью или частично расщепить. Причем, фрагменты частично расщепленного вещества обязательно используются другими микроорганизмами. В этом смысле биологическое окисление примесей бытовых сточных вод естественным образом включено в общий биологический круговорот биосферы. Задача состоит лишь в интенсификации окислительного процесса. Очистка сточных вод в станции ТОПАС проходит при помощи взвешенного активного ила. Процесс биологической очистки заключается в биохимическом разрушении микроорганизмами органических веществ. Сточные воды теряют склонность к загниванию, становятся прозрачными, значительно снижается бактериальное загрязнение. Необходимый для жизнедеятельности микроорганизмов воздух подается мембранными нагнетателями, размещенными непосредственно в станции. Эти нагнетатели также используются для привода воздушных насосов, которые обеспечивают перекачку сточной воды между камерами. Очистная установка ТОПАС с мембранной фильтрацией комплектуется дополнительно:

— мембранной фильтрацией;

— механической доочисткой для гиперфильтрации (вплоть до удаления бактерий).

Очищенная в такой установке вода совершенно чистая и обеззараженная и может использоваться в качестве технической (для смыва туалетов, стирки белья и т.п.). Варианты отвода очищенной воды зави

сят от многих факторов и требуют индивидуального подхода в каждом конкретном случае **(рис. 65, 66, 67)**. Регенерация мембран производится раз в 6 месяцев.

Очистка сточных вод станцией ТОПАС может использоваться на объектах с длительными перерывами поступления сточных вод.

При конструировании очистных станций одновременно исходили из условий образования сточных вод в домашнем хозяйстве, когда их приток очень нерегулярен и практически происходит с периодичностью два раза в день. Поэтому на притоке установлена сборная емкость для усреднения единовременных залповых сбросов.

Аэрационные станции глубокой биологической очистки осуществляют очистку, а не аккумуляцию (накапливание) стоков. Работа станции основана на сочетании биологической очистки с процессом мелкопузырчатой аэрации (искусственная подача воздуха) для окисления составляющих сточных вод.

Напомним, что принцип работы установок, в которых процесс очистки происходит при помощи аэробных бактерий, достаточно прост. В его основе лежит работа аэротенка — емкости, заполненной стоками, принудительно насыщаемыми воздухом. Аэробные бактерии в созданных в аэротенке благоприятных условиях начинают интенсивно размножаться. Образуются большие колонии аэробов, питанием для которых служат органические вещества, а продуктами жизнедеятельности являются азот, вода и стабилизированный активный ил. Активный ил накапливается в специальных стабилизаторах, откуда периодически удаляется. Он служит отличным удобрением для растений, но перед использованием должен пройти процесс дополнительной стабилизации. В аэротенке активная аэрация разбивает крупные органические поступления, а далее в работу вступают бактерии. Самые крупные виды микроорганизмов разлагают частицы на более мелкие, затем более мелкие бактерии — на еще более мелкие фрагменты. Результатом

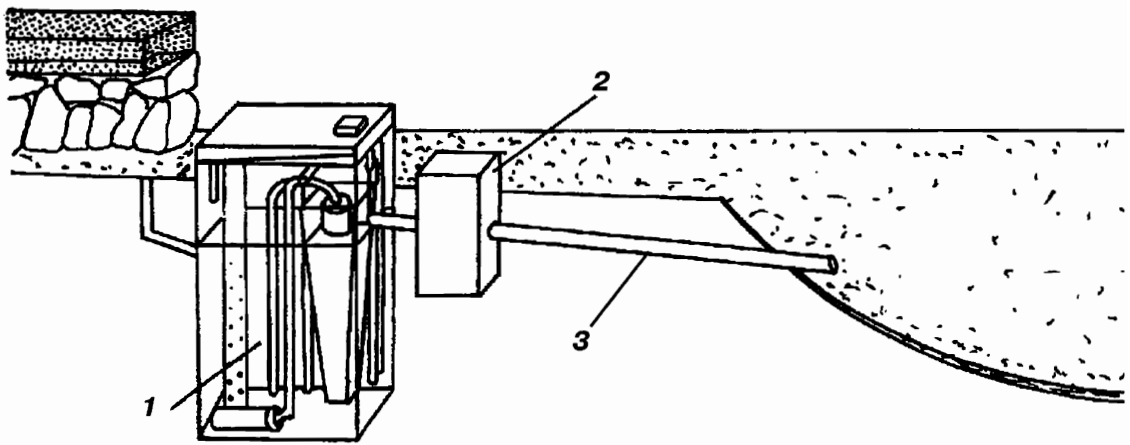


Рис. 65. Станция ТОПАС с блоком доочистки:
1 — станция ТОПАС; 2 — блок доочистки; 3 — сброс стоков

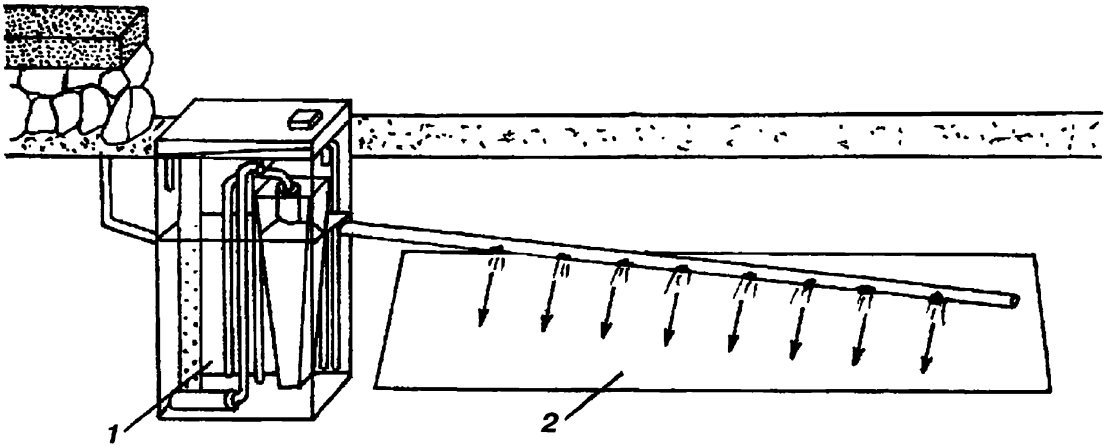


Рис. 66. Станция ТОПАС с доочисткой на полях фильтрации:
1 — станция ТОПАС; 2 — поле фильтрации

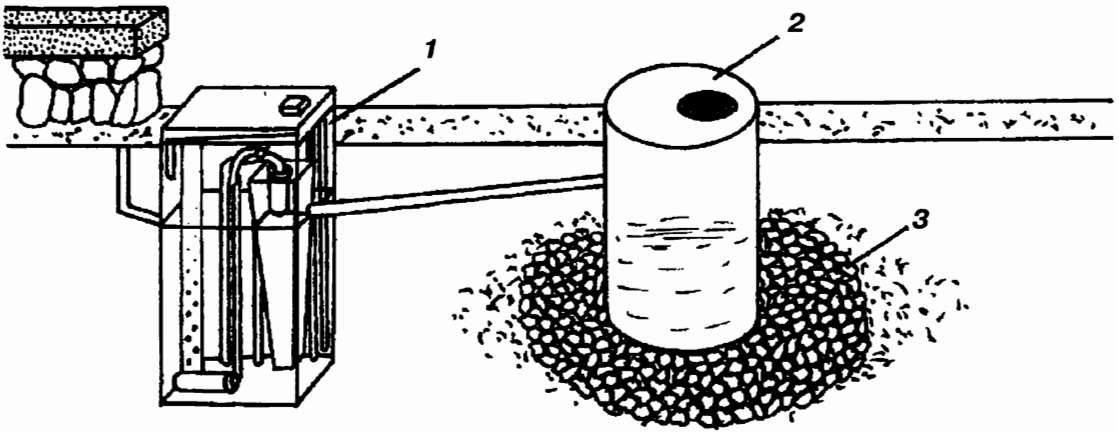


Рис. 67. Станция ТОПАС с доочисткой в фильтрующем колодце:
1 — станция ТОПАС; 2 — фильтрующий колодец; 3 — гравийная засыпка

такой "эстафеты" является визуально чистая вода, не имеющая никакого запаха. Степень очистки достигает 98%.

Вначале сточные воды поступают в приемную камеру, уравнивающую их поступление, здесь же заблаговременно производятся биологическая и механическая очистки. Предварительно очищенная сточная вода равномерно закачивается эрлифтом в аэротенк, где происходит окончательное разрушение органических соединений путем окисления активным илом. Активный ил — биологически активная среда, состоящая из колоний аэробных и анаэробных бактерий, образующихся в смеси воздуха и сточной воды. Далее смесь чистой воды и активного ила при помощи эрлифта рециркуляции направляется во вторичный отстойник (пирамиду), где в неаэрируемом пространстве под действием гравитации происходит отделение активного ила от чистой воды. Очищенная вода самотеком удаляется через выходное отверстие.

Отделенный ил оседает в нижней части вторичного отстойника и вновь попадает в аэрируемое пространство аэротенка. После нескольких циклов он направляется в стабилизатор ила с помощью эрлифта рециркуляции. Отработанный стабилизированный ил постепенно накапливается в стабилизаторе и периодически удаляется эрлифтом через шланг. Откачанный стабилизированный ил можно использовать в качестве удобрения.

Очистные сооружения ТОПАС поставляются в комплектном виде, включая крышку, и нет необходимости покупать дополнительные удлинители в зависимости от глубины магистрали притока.

СОСВ ТОПАС представляет собой самонесущую пластмассовую емкость, которая обычно устанавливается в котлован таким образом, чтобы крышка находилась приблизительно в 0,15 м над подготовленной территорией для защиты СОСВ от проникновения дождевых вод. СОСВ необходимо устанавливать так, чтобы максимальное отклонение верх-

ней грани емкости от горизонтального уровня составляло 10 мм. При нормальных условиях установку достаточно размещать на песчаной подсыпке толщиной 100 мм и обсыпать ранее выкопанной землей без крупных камней. СОСВ при нормальных условиях может устанавливаться ниже уровня грунтовых вод без бетонной отделки. Арматура на внешней стенке очистной станции после надлежащего засыпания обеспечивает прижатие СОСВ землей и предотвращает ее вымывание. Обсыпка СОСВ должна происходить одновременно с заполнением всех емкостей станции водой для выравнивания внутреннего давления воды и внешнего давления обсыпки. В случае, если приходится устанавливать СОСВ на грунтах (например, мокрых), вызывающих повышенное давление на стенки емкости, обсыпка производится слоями по 0,3 м и поверхности отдельных слоев пересыпаются цементом, что стабилизирует засыпку.

Заполнитель песчаного фильтра поставляется в мешках вместе с очистной станцией. Песчаный фильтр лучше всего наполнять перед обвалованием установки землей и заполнением ее водой. В объем песчаного фильтра засыпается сортовой песок с зерном 1-2 мм. Перед введением СОСВ в эксплуатацию необходимо песчаный фильтр заполнить водой до предохранительного перепада.

Глубина притока обычно составляет 1,5 м над дном очистной станции, т.е. около 0,65 м над территорией. СОСВ поставляется со стационарно встроенным стоком с диаметром 110 мм на высоте 1,6 м от дна СОСВ. Сток одновременно выполняет функцию предохранительного перепада из компенсационной (сборной) емкости СОСВ. Так как приток может быть на разной высоте, СОСВ для облегчения установки и монтажа поставляется без отдельной приточной трубки. После установки СОСВ в котлован в стенке сборной емкости в необходимом месте и на необходимой высоте вырезают отверстие для трубы притока. Для правильной работы СОСВ необходимо, чтобы

труба притока была расположена минимум 1,1 м над дном СОСВ, тем самым был образован достаточный объем для сбора и не происходило частое вздувание воды в приточном трубопроводе. Отверстие в стене вырезается точно по размеру канализационной трубки и уплотняется шпаклевкой. Если монтаж производит специализированная фирма, то обычно в стену вваривается фасонная часть с патрубком, в который позднее вставляется труба притока, что позволяет создать герметичный впуск.

СОСВ является полностью закрытой установкой, и ее крышка собственным весом опирается на стенки емкости. Это значительно уменьшает распространение запахов, поэтому СОСВ может размещаться вблизи жилых домов. В объем СОСВ снаружи подается воздух и предполагается вентиляция через приточную канализационную трубу над крышей здания. Если канализация не вентилируется (более старые здания или при использовании вакуум — клапана на последнем этаже дома), то СОСВ вентилируется через сточную трубу или в окружающую среду. При правильной работе СОСВ не распространяет неприятный запах, так как в ней не проходят анаэробные процессы. Очистную станцию необходимо оборудовать фильтром запаха только в исключительных случаях, если есть проблемы с биологическим функционированием станции. При этом фильтр запаха размещают на крышке СОСВ. Нагнетатель находится под утепленной крышкой СОСВ и поэтому работа станции практически бесшумна.

Обслуживание СОСВ отличается простотой и не требует специально обученного персонала, хотя элементарные знания все же необходимы. Проектируя станцию, предполагалось, что сам пользователь сможет самостоятельно осуществлять сервисное обслуживание. Для этого необходимо:

— провести визуальный осмотр станции и очищенной воды (для проведения данных процедур необходимо просто поднять крышку);

— 3-4 раза в год либо раз в полгода при помощи

дренажного насоса удалить отработанный ил из от стойника;

— произвести раз в полтора — два года замену мембран компрессоров;

— выполнить 3-4 раза в год очистку устройства сбора неперерабатываемых частиц;

— 1 раз в месяц извлечь и очистить фильтр крупных фракций и 1 раз в 12 лет заменить аэрационные элементы.

В процессе эксплуатации установки запрещается

— сброс в канализацию сгнивших остатков овощей;

— сброс в канализацию строительного мусора (песка, извести, полимерных пленок, шерсти домашних животных и других биологически неразлагаемых соединений), так как это приводит к засорению установки и, как следствие, к потере ее работоспособности;

— сброс в канализацию воды от регенерации систем очистки питьевой воды с применением марганцовокислого калия или других внешних окислителей. Слив следует проводить по отдельной напорной канализации;

— сброс промывных вод фильтров бассейна;

— сброс в канализацию большого количества стоков после отбеливания белья хлорсодержащими препаратами ("Персоль", "Белизна" и др.)

— применение антисептических насадок с дозаторами на унитаз;

— сброс в канализацию лекарств и лекарственных препаратов;

— слив в канализацию машинных масел, антифризов, кислот, щелочей, спирта и т.д.

Разрешается:

— сброс в канализацию туалетной бумаги;

— сброс в канализацию стоков от стиральных машин, при условии применения стиральных порошков без хлора;

— сброс в канализацию кухонных стоков;

— сброс в канализацию душевых и банных стоков;

— сброс в канализацию один раз в неделю небольшого количества средств для чистки унитазов, санфаянса и кухонного оборудования.

Рекомендации по эксплуатации:

— при отключении электричества необходимо сократить водопотребление, так как возможно переполнение приемной камеры и попадание неочищенного стока в окружающую среду;

— применение чистящих средств, содержащих хлор и другие антисептики, в больших количествах может привести к отмиранию активного ила и, как следствие, потере работоспособности установки;

— несвоевременная откачка избытков активного ила приводит к его загустению, что впоследствии может привести к нарушению работы установки.

Ниже приводятся характеристики на самые распространенные модели станций глубокой биологической очистки ТОПАС.

Топас — 5

Количество обслуживаемых человек — 5.

(Возможна перегрузка, один раз в три дня до 8 человек)

Перерабатываемый сток за сутки, м^3 — 1

(Возможна перегрузка, один раз в три дня до 1,6 м^3)

Диапазон рабочей температуры, °С — –40.....+50

Эл.мощность компрессора — 60 Вт

Эл.мощность клапана — 15 Вт

Габаритные размеры (ШхДхВ) — 1 х 1 х 2,36 м

Модель идеально подходит для дачного домика и небольшого коттеджа.

Топас — 8

Количество обслуживаемых человек — 8

(Возможна перегрузка, один раз в три дня до 14 человек)

Перерабатываемый сток за сутки, м^3 — 1,6

(Возможна перегрузка, один раз в три дня до 2,2 м^3)

Диапазон рабочей температуры, °С — –40...+50

Эл.мощность компрессора — 60 Вт

Эл.мощность клапана — 15 Вт

Габаритные размеры (ШхДхВ) — 1 х 1,5 х 2,36 м

Данная модель подходит для среднего и небольшого коттеджа или отдельно стоящего магазина.

Топас — 10

Количество обслуживаемых человек — 10 или 15

(Возможна перегрузка, один раз в три дня до 18 человек)

Перерабатываемый сток за сутки,м³ — 2 или 3

(Возможна перегрузка, один раз в три дня до 4 м³)

Диапазон рабочей температуры, °С — –40...+50

Эл.мощность компрессора — 100 Вт

Эл.мощность клапана — 15 Вт

Габаритные размеры (ШхДхВ) — 1 х 2 х 2,36 м

Данные модели наиболее распространены в коттеджных поселках, так как подходят для одного или двух отдельно стоящих жилых зданий или небольшого офиса.

Топас — 20, 30, 40, 50

Количество человек — 20, 30, 40, 50

Перерабатываемый сток за сутки,м³ — 4, 6, 8, 10

(Возможна перегрузка, один раз в три дня)

Диапазон рабочей температуры, °С — –40...+50

Эл мощность клапана — 15 Вт

Данные модели получили распространение в небольших коттеджных поселках, офисах, домах отдыха и т .д. , так как подходят для канализирования нескольких коттеджей, офиса, небольших кафе или небольших предприятий.

Топас — 75, 100, 125, 150

Количество человек — 75, 100, 125, 150

Перерабатываемый сток за сутки,м³ — 12, 16, 19 23

(Возможна перегрузка, один раз в три дня)

Диапазон рабочей температуры, °С — –40...+50

Эл мощность компрессора — 400 Вт

Габаритные размеры (ШхДхВ) — 4 х 2 х 3 м

Данные модели используются при канализировании поселков, домов отдыха, предприятий, ресторанов.

Модели не чувствительны к нерегулярности стока, к сильным перегрузкам, обилию моющих средств, жирам, которые, как правило, сопровождают эксплуатацию предприятий общественного пользования.

АЭРАТОРЫ ПОЛИАТР

Путь к совершенству всегда очень тернистый, особенно, если это касается разработки одного из главных компонентов систем биологической очистки — аэрационных элементов. Создание мелкопузырчатых аэрационных элементов начиналось с фильтроносных пластин, далее тарельчатых, колпачковых аэраторов. Затем появились трубные каркасные аэраторы с волокнисто-пористой оплёткой, с волокнистой навивкой и множество других. Но все они имели массу недостатков. И эти недостатки очень ощутимо "били" по бюджету очистных сооружений. Основная же беда их состояла в том, что при снятии давления воздуха в эти элементы аэрации заходила сточная вода, засоряя поры при следующей подаче давления. Затем биомасса начинала размножаться, полностью забивая поры. Элемент аэрации терял до 70% своей эффективности. Срок службы любых элементов аэрации составлял не более 3-х — 5-ти лет, и это с ежегодными прочистками и дорогостоящими ремонтами. Также много нареканий было и к узлам крепления аэраторов.

А ведь частые ремонтные работы подразумевают остановку и опорожнение аэротенков. И, как следствие, серьезные материальные и трудовые затраты, не говоря уже о прямом вреде экологии. Как правило, о стабильности и эффективности работы очистных сооружений в таких условиях вообще не может быть и речи. Аэрационные сооружения биологической очистки всегда были довольно дороги. А учитывая малонадежные компоненты и большие эксплуатационные затраты, многие очистные сооружения без поддержки государства существовать не могли и просто вели жалкое существование.

Все ждали появления новых разработок в этой об ласти. И ожидания были не напрасны. В России груп па компаний "Национальный экологический проект" приступила к выпуску мембранных элементов аэра ции ПОЛИАТР на основе гибкой пластичной мембра ны АТЕ-65 производства Чехии. Эта мембрана с ус пехом выдерживала многолетние нагрузки в состав системы аэрации аэротенков и благополучно пере носила периодические отключения подачи воздуха Технологические паузы аэрации не уменьшали срок службы аэратора, а наоборот, помогали избавляться от внешних биообрастаний. Это свойство успешно стали использовать в больших и малых очистных ус тановках на базе ARS — (аэроритмовых систем — аэ робные реакторы с циклично прерываемой активнос тью), где подача воздуха в аэраторы прекращается и возобновляется в относительно короткие проме жутки времени. Применение данной технологии поз волило разработать очень эффективные системы би ологической очистки.

Тринадцатилетняя история использования этих аэраторов показала исключительную их надёжность при очень высокой интенсивности использования Сегодня мы можем с уверенностью сказать, что срок службы ПОЛИАТР не менее 10-ти лет. И это не пре дел.

Аэратор представляет собой пластмассовую труб ную арматуру с рукавным пластичным плёночным по лимерным материалом. По всей площади полимер ной плёнки нанесены микроскопические прорези При подаче давления плёнка расправляется, стряхи вая с себя бионаросты, прорези начинают приоткры ваться, выпуская в толщу воды миллионы крошечных пузырьков воздуха. При отключении подачи воздуха все прорези закрываются, плёнка сморщивается, а вода внутрь аэратора не проникает. С каждым включением подачи воздуха происходит процесс са моочищения поверхности плёнки, что и влияет на уникальные характеристики ее надёжности и долго вечности.

Преимущества мелкопузырчатых аэрационных систем с аэрационными трубными элементами ПОЛИАТР:

1. Срок службы свыше 10-ти лет.

2. Простая и надёжная конструкция, лёгкая и быстрая сборка на месте применения — экономия капиталовложений.

3. Высокая эластичность и долговечность аэрационных мембран в агрессивных средах, где происходит деградация даже специальных резин.

4. Перфорация мембран обеспечивает постоянное образование очень мелких пузырьков, автоматический отвод воды из элементов, что предотвращает засорение мембран.

5. Используемые материалы проверены долголетней надёжной эксплуатацией на станциях очистки сточных вод и не только.

6. Возможность сборки, перемещения и дальнейшего дополнения элементов в зависимости от необходимости.

7. Возможность вноса различной интенсивности в отдельных зонах активационных бассейнов.

8. Придонное размещение элементов обеспечивает необходимое движение жидкости в бассейнах, что предотвращает нежелательную седиментацию активного ила.

Реконструкция аэрационной системы, основанная на внедрении аэрационных трубных элементов ПОЛИАТР необходима, если:

1. Существующие аэротенки оснащены средне- или крупнопузырчатой системой аэрации, электроэнергия в буквальном смысле выбрасывается на ветер. При использовании ПОЛИАТР будет достигнута существенная экономия электроэнергии (до 60%), уменьшено количество работающих воздуходувных агрегатов.

2. Традиционные системы выполнены из керамических фильтросных плит, труб или иных морально устаревших аэрационных элементов. Они требуют постоянного технического обслуживания для ликви-

дации порывов, ручного запуска системы с помощью водосбросных стояков после отключения воздухо дувных агрегатов. При этом происходят большие за траты электроэнергии из-за значительных потерь на пора в системе и ежегодной регенерации с помощью соляной кислоты. При использовании ПОЛИАТР до стигается существенная экономия электроэнергии (до 35%), резко снижаются эксплуатационные затра ты на ремонт и обслуживание, увеличивается надёж ность системы.

3. Аэротенки оснащены системой аэрации, которая не обеспечивает потребности активного ила в кисло роде. В этом случае производится расчёт и проектиро вание ПОЛИАТР, эксплуатация которой позволит повы сить эффективность очистки сточных вод.

4. На станции очистки имеются существенные ко лебания по расходу и качеству поступающих сточных вод, которые требуют регулирования расхода возду ха. ПОЛИАТР осуществляет регулировку расхода воздуха в широком диапазоне при стабильных мас сообменных характеристиках.

5. Существующая система выполнена из аэрато ров с низкими массообменными характеристиками, которые не позволяют поддерживать требуемую кон центрацию растворённого кислорода, что приводит к плохому качеству очистки. При использовании ПО ЛИАТР будет улучшено качество очистки не только по БПК, но и по аммонийному азоту, так как ПОЛИАТР позволяет повысить концентрацию растворённого кислорода до 5-6 мг/л.

Области применения систем с элементами ПОЛИАТР

Области применения мелкопузырчатых аэрацион ных систем с аэрационными трубными элементами ПОЛИАТР:

— строительство новых станций очистки сточных вод;

— реконструкция и интенсификация существую щих станций очистки сточных вод;

— интенсивное разведение рыб: в водоёме необходим кислород для питания рыб и аэробного планктона. Зимой над аэратором образуется полынья, предотвращающая промерзание водоёма и гибель рыб. Применение аэрационной системы с аэрационными элементами ПОЛИАТР восстанавливает баланс водоёма, уменьшает слой ила. Вода становится прозрачной, а рыба начинает активно размножаться;

— воздухообмен водотоков и резервуаров;

— смешивание гальванической и нейтрализационной ванн;

— смешивание суспензий;

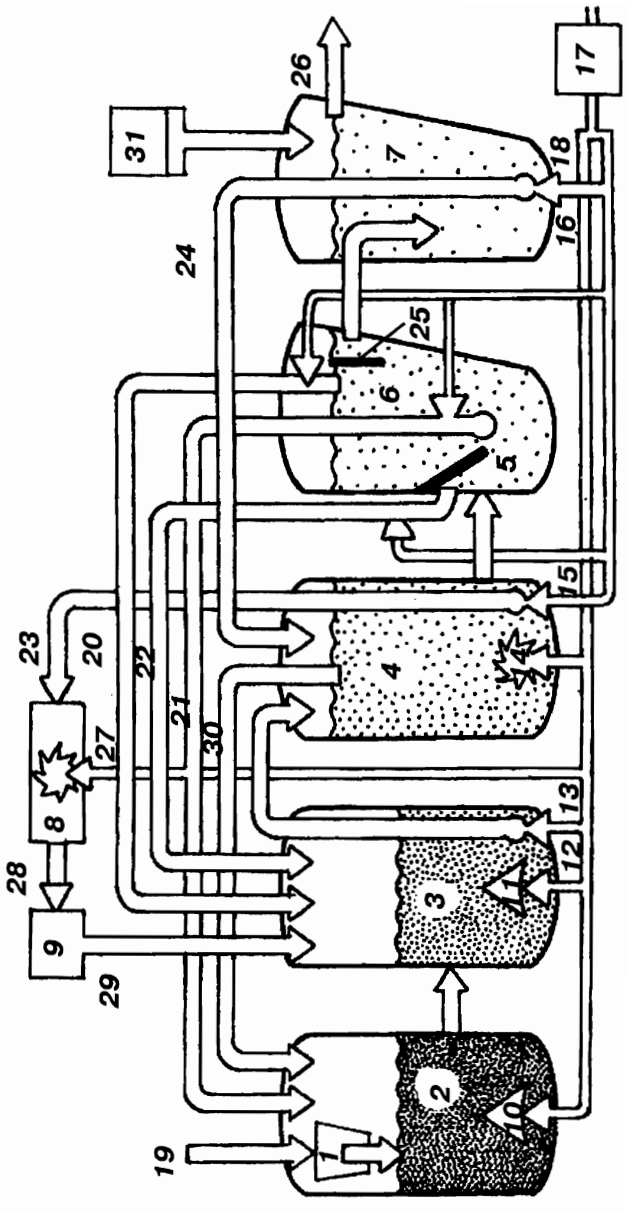
— биодеградация нефтяных шламов;

— биотехнологии.

УСТАНОВКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТИПА BIOTAL (*Рис. 68.*)

Доктором технических наук А.Тетерей разработана совершенно новая энергосберегающая технология BIOTAL, которая включает в себя ряд новейших, охраняемых патентами, технических решений, позволивших комплексно решить традиционные пробле-

Рис. 68. Технологическая схема установки BIOTAL:
1 — приемная камера; 2 — аноксидно-контактная зона; 3 — аноксидная зона; 4 — аэрационная зона; 5 — камера дегазации; 6 — вторичный отстойник; 7 — третичный отстойник — контактный резервуар; 8 — аэробный стабилизатор избыточного активного ила; 9 — фильтровальный мешок или емкость избыточного ила; 10 — перемешиватель зоны 2; 11 — перемешиватель зоны 3; 12 — управляемый эрлифт; 13 — клапан; 14 — аэратор; 15 — эрлифт удаления избыточного активного ила; 16 — эрлифт удаления ила из третичного отстойника; 17 — компрессор; 18 — электромагнитный трехходовой вентиль; 19 — приток сточных вод; 20 — отвод плавающих загрязнений; 21 — возвратный активный ил из вторичного отстойника; 22 — возвратный активный ил из камеры дегазации; 23 — избыточный активный ил; 24 — возвратный активный ил из третичного отстойника; 25 — полупогружная стенка перед оттоком в третичный отстойник; 26 — отток очищенных сточных вод; 27 — аэратор; 28 — аэробно-стабилизированный активный ил; 29 — иловая вода; 30 — пена; 31 — автоматический дозатор дезинфицирующего раствора


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

мы малых очистных сооружений. Установка BIOTAL работает в режиме продленной аэрации с использованием процессов нитрификации и денитрификации для глубокого удаления азотосодержащих загрязнений. Технологическая схема работы установки BIOTAL показана на **рис. 64**. Несмотря на высокий технический уровень установки BIOTAL, а также на использование для её изготовления компонентов от ведущих мировых производителей, полную автоматизацию процессов и длительный срок гарантии, стоимость её не только не превышает стоимость установок, имеющихся на рынке, но и порой значительно ниже.

Технология BIOTAL запатентована в 28-ми странах мира и представляет собой новый тип системы очистки сточных вод от 1,5 до 400 м^3/сут. BIOTAL — это запатентованный трёхступенчатый реактор SBR с многоконтурной рециркуляцией активного ила. В технологию BIOTAL включен ряд новых, разработанных автором технологий и охраняемых патентами устройств. К ним можно отнести такие элементы саморегулирующей гидропневматической системы: "эрлифтный сифон"; "управляемый эрлифт"; "управляемый сифон". Все это позволило превратить установку BIOTAL в "живой организм", тонко реагирующий на залповые поступления и органические перепады в сточных водах. При этом создаются оптимальные условия для микроорганизмов активного ила, что позволило эффективно очищать сточные воды от органических загрязнений и проводить глубокую денитрификацию даже при гидравлической и органической перегрузках установки.

В основу технологии BIOTAL была заложена концепция, отличная от классической, а именно: очистить сточные воды и утилизировать продукты очистки до состояния продуктов потребления — технической воды и органоминерального удобрения. Хорошо очищенные сточные воды частично решают проблему водоснабжения, так как их можно использовать в технических целях. Плохо очищенные сточные воды тре-

буют решения вопроса водоотведения и, в конечном итоге все-таки загрязняют окружающую среду. Удаленный из системы стабилизированный и обезвоженный избыточный активный ил является хорошим органоминеральным удобрением. Это особенно важно для малых объектов.

Использование на полив питьевой воды, стоимость которой постоянно растет, опять-таки, из-за загрязнения источников водоснабжения неочищенными сточными водами — "удовольствие" достаточно дорогое. Поэтому инженерные решения при разработке установки BIOTAL были направлены, прежде всего, на обеспечение высокого качества очищенной воды и устойчивой работы при небольших капиталовложениях и энергозатратах. При этом учитывалась особая специфика очистки малых количеств сточных вод в условиях высокой неравномерности гидравлических и органических нагрузок, изменений состава и свойств поступающих сточных вод,

Установка BIOTAL включает в себя три поочередно соединенных между собой реактора SBR последовательно-периодического действия. Обрабатываемая сточная вода перетекает от первого до третьего реактора. В каждом из этих реакторов проходят циклы биологической очистки — "нитрификации-денитрификации", подвергаясь в каждом реакторе многократно повторяющимся процессам аэрации и перемешивания с многоконтурной прямой и возвратной рециркуляцией активного ила. Причем, последний SBR-реактор периодически переходит в режим отстаивания с последующей откачкой очищенных сточных вод в третичный отстойник. В период отстаивания воды в третьем реакторе, в первых двух продолжаются полноценные циклы очистки, а поступающие сточные воды накапливаются в аккумулирующих объёмах первого и второго реакторов, которые образованы управляемыми эрлифтами. Аккумулирующие объемы позволяют установке справиться с залповым сбросом сточных вод до 25 % суточного расхода.

Монтаж установки BIOTAL следует доверять спе-

циалистам. Установка монтируется на бетонное основание толщиной 150-200 мм, выполненное по песчано-щебёночной подготовке, уложенной на уплотненное основание. Основание должно быть строго горизонтальным — допустимый перепад высот не более 3 мм. Основание выравнивается с точностью до 2 мм, и, после полного схватывания бетона, устраивается растворная стяжка толщиной 10-15 мм, на которую устанавливается BIOTAL. Монтаж установки производится в железобетонный колодец высотой 2100-2700 мм (в зависимости от производительности установки). Кольца устанавливаются строго вертикально. Смещение колец не допускается.

При монтаже необходимо просверлить в железобетонных кольцах отверстия под трубопроводы и кабельную подводку. Если уровень грунтовых вод выше отметки основания выемки, устраиваемой для монтажа установки, необходимо провести соответствующие работы по понижению уровня грунтовых вод или монтировать установку в цельном железобетонном стакане, который обеспечивает изоляцию емкости от грунтовых вод. Дно и стыки колец железобетонного колодца в обязательном порядке гидроизолируются.

Воздух к установке подводится по четырем воздуховодам (диаметром 20-32 мм), которые располагаются в кожухе диаметром 100-150 мм. Диаметры воздуховодов и кожуха зависят от производительности установки и расстояния от места расположения компрессоров до установки **(таблица 26)**.

При необходимости обеззараживания очищенной сточной воды гипохлоридом или хлорной известью монтируют дополнительный трубопровод для подачи обеззараживающего раствора. Если установка оснащается насосом для подачи сточных вод на очистку или откачку очищенной воды, питающий электрический кабель укладывается вместе с воздуховодами. В отдельный кожух диаметром 50 мм укладываются два слаботочных многожильных кабеля датчиков уровней воды. Для предотвращения электрических наводок в кабелях датчиков расстояние между этим

Таблица 26
Расстояния от места расположения установки BIOTAL до компрессора

Тип установки	Диаметры воздуховодов	
	до 25 м	свыше 25 м
BIOTAL-1.5	20 мм	25 мм
BIOTAL-2	20 мм	25 мм
BIOTAL-3	20 мм	25 мм
BIOTAL-4	25 мм	32 мм
BIOTAL-5	25 мм	32 мм

кожухом и кожухом воздуховодов с кабелем электропитания насоса должно составлять не менее 100 мм. Оба кожуха подводятся к установке на отметке не менее 400 мм над отметкой максимального уровня воды.

Установка работает автоматически и не требует ежедневного обслуживания.

Чтобы избежать засорения приемной камеры, которое может привести к переполнению и нарушению работы установки, категорически запрещается спускать в канализацию грубые нерастворимые отбросы (овощные очистки, пластиковые пакеты, тряпье, а также растворы, токсичные для бактерий активного ила, как например, растворители, краски, машинные масла и т.п.).

Нежелательно отключение установки более чем на 2 часа.

При контроле за состоянием установки необходимо один раз в месяц:

— проверить приемную камеру. Если она заполнена грубыми отбросами, поступившими вместе со сточными водами, их необходимо выбросить в мусор;

— отобрать иловую смесь из аэрационной зоны

в период работы установки в фазе аэрации в стеклянную посуду и дать ей отстояться в течение 15 минут. Если осевший за этот период активный ил будет составлять более 25% от первоначального объема, то необходимо на блоке автоматического управления Mitsubishi откорректировать время откачки избыточного активного ила согласно инструкции.

Один раз в три месяца необходимо очистить пылесосом фильтр компрессора, находящийся под крышкой.

Один раз в шесть месяцев необходимо проверить состояние электродов датчика уровней. При образовании налетов на концах электродов нужно снять фиксатор датчика, вынуть электроды из воды и острым металлическим предметом, например, ножом, очистить налет на концах электродов, а затем установить датчик уровней на место.

Дно первого реактора установки необходимо очищать насосом от песка через 2-3 года работы.

Через 3-4 года работы необходимо заменить мембрану компрессора.

Через 8-10 лет работы нужно проверить аэрационные элементы и, при необходимости, заменить их мембраны.

В зимний период эксплуатация установки BIOTAL не требует дополнительных мер по утеплению. Установка BIOTAL предназначена в основном для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, температура которых достаточна для процесса биологической очистки. Кроме того, процесс биологической очистки сопровождается выделением тепла, а воздух в компрессоре, сжимаясь, нагревается, чем дополнительно подогревает иловую смесь в установке. Эксплуатация установок BIOTAL большой производительности проводится согласно инструкции.

ОЧИСТНОЕ СООРУЖЕНИЕ "ЛИДЕР"

Сооружение представляет собой установку полной заводской готовности, предназначенную для глу-

бокой биологической очистки бытовых сточных вод отдельно стоящих жилых зданий **(рис. 69)**. Конструкция установки обеспечивает высокую степень очистки при малых строительно-монтажных размерах благодаря 4-ступенчатому циклу, непосредственно происходящему внутри установки. Основной технологической особенностью очистного сооружения "Лидер" является существенно увеличенный объем приемной камеры — септика, что позво́ляет более эффективно производить осветление стока и значительно реже осуществлять откачку накапливаемого осадка.

Преимущества установки "Лидер":

1. Устойчивость процесса очистки к перебоям в энергоснабжении, к временным перегрузкам по расходу и загрязнениям сточных вод, к значительным перерывам в поступлении стоков.

2. Не требуется почвенная доочистка (поля фильтрации) и дополнительные биодобавки.

3. Доступность, простота и безопасность в обслуживании.

Конструктивное преимущество очистного сооружения (септика) "Лидер" заключается в легком доступе к эксплуатационным частям установки.

Принцип работы очистного сооружения "Лидер":

1-я ступень: септик — отстаивание; первичное осветление стока и удаление взвешенных веществ;

2-я ступень: анаэробный биореактор — сбраживание стока при помощи анаэробных бактерий в виде биопленки на загрузке из полимерных материалов без подачи воздуха; преобразование трудноокисляемых веществ в легкоокисляемые;

3-я ступень: аэротенк — окисление стока с подачей воздуха от компрессора через аэраторы, осветление стока при помощи аэробных бактерий, в виде биопленки на загрузке из пористого материала совместно с активным илом;

4-я ступень: аэробный биореактор — биологическая очистка стока при помощи биопленки на загрузке из полимерных материалов; сорбция и окисление за-

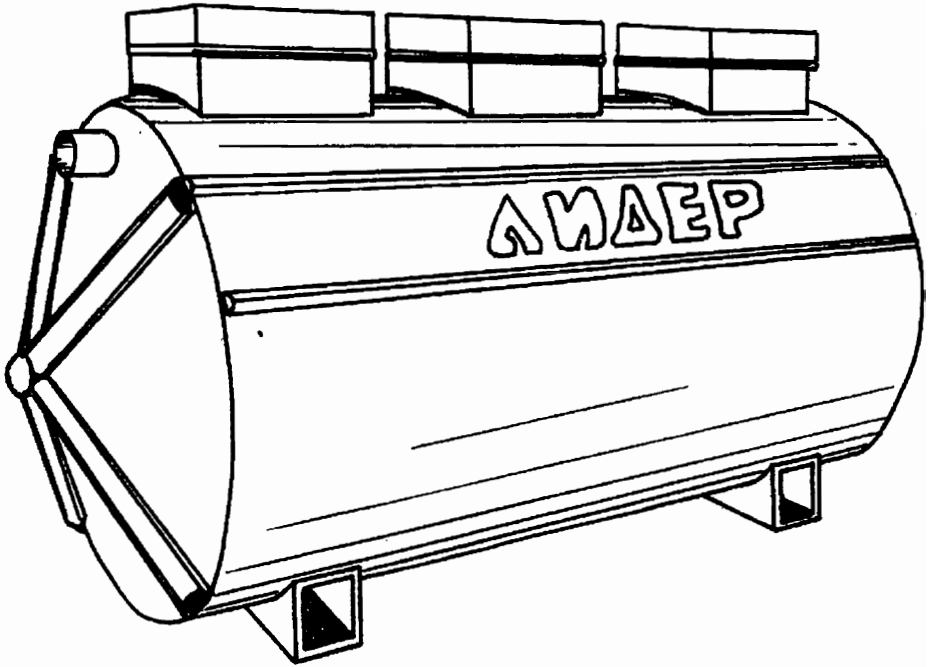


Рис. 69. Внешний вид установки "Лидер"

грязнений с подачей воздуха от компрессора; удаление фосфатов за счет их связывания с ионами кальция и магния при растворении доломитовой загрузки.

Для перекачки в септик отработанных биомасс предусмотрены эрлифты удаления осадка.

Очистное сооружение "Лидер" полностью отвечает правилам расчета объема установок глубокой биологической очистки. Полезный объем с учетом всех ступеней технологического процесса должен быть равен не менее чем троекратному суточному притоку сточных вод. При несоблюдении данного правила, согласно обновленным СНиП, невозможно достижение высоких показателей очистки (более 95%) в цельноемкостной конструкции.

УСТАНОВКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТИПА "БОС"

Система очистки стоков типа "БОС" сочетает анаэробно-аэробные процессы с использованием взвешенного и прикрепленного биоценозов, биосорбции и фильтрации **(рис. 70)**. Установка типа "БОС" может использоваться в квартирах, офисах, предприятиях и позволяет обеспечить стабильное качество очистки хозяйственно-бытовых стоков при:

— гидравлических нагрузках от 30% до 100%;

— концентрациях от 50 до 350 мг/л;

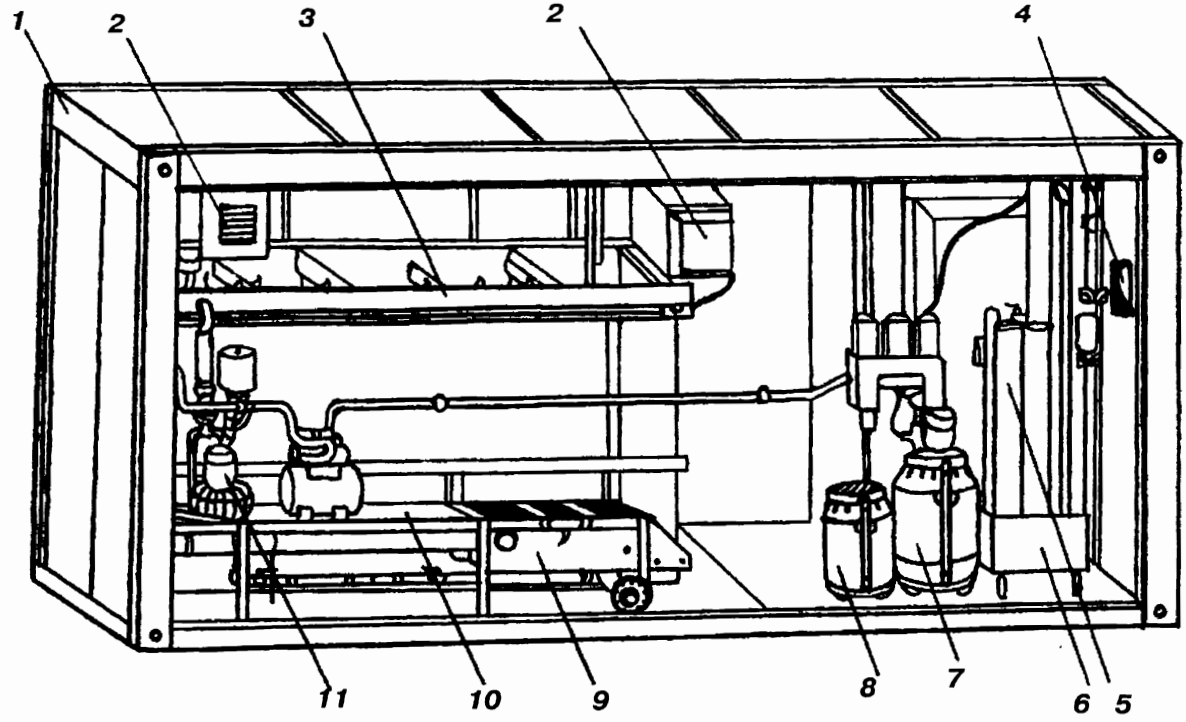
— снижениях температуры стока до +10 °С.

Биологическая очистка стоков предусматривает использование:

— прикрепленного ила, развивающегося на специальной пластмассовой загрузке;

Рис. 70. Установка "БОС":
1 — контейнер; 2 — отопительно-вентиляционное оборудование; 3 — блок емкостей; 4 — расходомер; 5 — установка обезвоживания осадка; 6 — насос фильтрата; 7 — дозирующий комплекс флокулянта; 8 — дозатор коагулянта; 9 — обеззараживание стоков; 10 — панель; 11 — компрессор

Рис. 70. Установка "БОС":



— чередующихся восстановительных и окислительных процессов;

— мелкодисперсной аэрации;

— биофильтрации;

— тонкослойной сепарации осадка;

— автоматического управления механическим оборудованием.

Из трубопровода системы бытовой канализации сточные воды самотеком попадают в блок механической очистки, где последовательно проходят:

— предварительную очистку крупных примесей в колодце-грязеотстойнике, оборудованном решеткой;

— улавливание жировой пленки в колодце-жироловке, оборудованном вертикальной перегородкой — в колодцах-септиках (емкости-септике).

Осветленный сток поступает непосредственно на установку типа "БОС". Очистка сточных вод происходит в блоке емкостей. Выпавший осадок в колодцах разлагается при помощи биопрепаратов. На установке очищаемый сток попадает в блок аэротенков, где последовательно проходит ряд камер.

Содержащиеся в стоке органические вещества последовательно минерализуются изолированными биоценозами микроорганизмов-обрастателей (активным илом) на специальных носителях, которые удерживаются в пределах каждой ступени и находятся в погруженном в воду состоянии. Подача кислорода осуществляется за счет работы компрессора. Перемешивание — за счет аэрации. Условия, которые определены конструкцией аэротенка, позволяют без внешнего вмешательства сформироваться биоценозу в динамическом режиме.

Большое количество простейших в биоценозе обеспечивает высокую эффективность осветления и очищения стоков от кишечной палочки и других патогенных бактериальных форм. Из аэротенка очищаемый сток попадает в камеру смешения, где смешивается с поступающим сюда от насоса-дозатора раствором коагулянта.

Пройдя камеру смешения, сток поступает во вторичный отстойник, где происходит разделение воды и избыточного ила. Осадок выпадает на наклонные пластины, уплотняется и сползает вниз, на дно вторичного отстойника. Удаление уплотненного осадка производится насосом вторичного осадка в фильтрующий мешок (блок концентрации илового осадка). Сброженный с помощью биопрепаратов осадок не имеет запаха, высоко минерализован, хорошо обезвоживается и является отличным органическим удобрением.

Очищенная и осветленная вода из вторичного отстойника самотеком попадает в блок обеззараживания сточной воды ультрафиолетовыми лучами и выводится из установки типа "БОС" в колодец чистой воды.

СЕПТИК "ТВЕРЬ"

Установка "Тверь" **(рис. 71)** предназначена для глубокой биологической очистки бытовых сточных вод при отсутствии централизованной системы канализации от отдельных домов (коттеджей), группы жи-

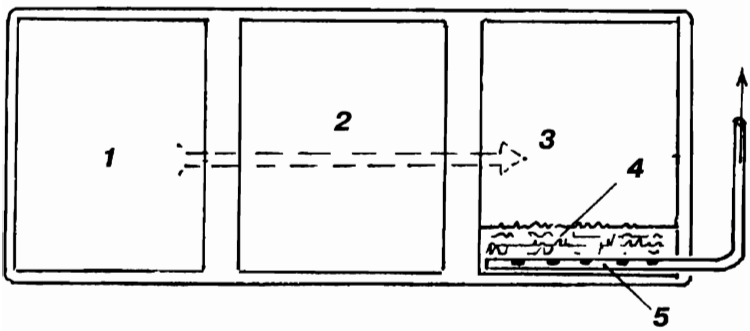


Рис. 71. Схема установки биологической очистки "Тверь":
1 — септическая камера; 2 — биореактор; 3 — аэротенк;
4 — керамзитовая засыпка; 5 — перфорированная труба

лых домов, поселков. Установка может эффективно использоваться для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод от кафе, ресторанов и других объектов общественного питания. Модельный ряд станций глубокой биологической очистки "Тверь" разработан с учетом сложных геологических условий: глинистые грунты, высокий уровень подземных вод и т.п. Станции размещаются в герметичном пластиковом или в металлическом (с эпоксидным и резинобитумным покрытием) корпусе. Например, в станции "Тверь-6Н" "серые" и "черные" стоки проходят четырехступенчатую систему очистки, сочетающую анаэробную и аэробную технологии. Степень очистки составляет 98%, что позволяет сбрасывать воду на рельеф и даже в водоем. Станция подбирается, исходя из полезного объема емкости (не менее чем в три раза больше суточного объема сточных вод). Подводящие и отводящие патрубки располагаются в верхней части установки, что позволяет сбрасывать очищенную воду в безнапорном режиме (без применения насоса). Обслуживание станции, контроль за ее работой и удаление излишней биомассы осуществляются с поверхности земли.

Технические характеристики различных моделей установки "Тверь" представлены в **таблице 27**.

После биореактора сточные воды поступают в аэ-

Примечание к таблице 27:

П — установка изготовлена из полипропилена;

Н — модификация установки с насосным отсеком перекачки очищенных сточных вод.

Стенки установки и внутренние перегородки усилены ребрами жесткости, которые предназначены для сопротивления давлению воды изнутри установки, а также грунта и подземных вод — снаружи.

Сточные воды поступают в септическую камеру, в которой отделяются взвешенные вещества, затем в анаэробный биореактор с ершовой насадкой. На насадке происходит преобразование трудноокисляемых органических загрязнений в легкоокисляемые.

Таблица 27

Технические характеристики различных моделей установки "Тверь"

Модель	Производительность $м^3$/сутки	Жителей чел.	Габариты, м			Компрессор, мощность, Вт
			длина	ширина	высота	
Тверь 1П	1	до 5	2,5	1,1	1,72	40
Тверь 1ПН	1	до 5	2,85	1,1	1,72	40
Тверь 1	1	до 5	2,4	0,8	1,6	40
Тверь 1Н	1	до 5	2,8	0,8	1,6	40
Тверь 1.5П	1,5	до 8	3,5	1,1	1,56	50
Тверь 1,5	1,5	до 8	3,0	1,0	1,6	50
Тверь 1.5ПН	1,5	до 8	3,85	1,1	1,56	50
Тверь 1.5Н	1,5	до 8	3,4	1,0	1,6	50
Тверь 3	3	до 16	3,0	2,0	1,6	100
Тверь 3Н	3	до 16	3,4	2,0	1,6	100
Тверь 6	6	до 32	4,3	1,8	1,8	100
Тверь 6Н	6	до 32	4,7	1,8	1,8	100

ротенк, в котором смешиваются с активным илом. В нижнюю часть аэротенка через загрузку из керамзита подается воздух по аэраторам из перфорированных труб. На загрузке образуется биопленка из микроорганизмов, которая совместно с активным илом поглощает и окисляет загрязнения.

Иловая смесь из аэротенка поступает во вторичный отстойник, в котором происходит ее разделение: ил возвращается эрлифтом в аэротенк, а осветленная сточная вода отводится в аэробный биореактор. В нем сточные воды очищаются наросшей на ершовой насадке биопленкой, которая сорбирует и окисляет загрязнения, оставшиеся в сточной воде. На дне аэробного биореактора размещается слой известняка, постепенное растворение которого в сточной воде способствует удалению из нее фосфатов за счет связывания с кальцием и магнием.

После аэробного биореактора сточные воды поступают в третичный отстойник, который также выполняет роль контактного (обеззараживающего) резервуара за счет размещения в нем сменного хлорпатрона (футляр с пористыми стенками, в котором содержится смесь хлорной извести с песком, поставляется по требованию Госсанэпиднадзора).

Очищенная и обеззараженная вода отводится в ближайший водоток. При необходимости сточная вода может отводиться в накопитель (колодец из металла или железобетонных колец) и перекачиваться в водоем насосом любого типа. Характеристики стоков после очистки на установке "Тверь" приведены в **таблице 28**.

Монтаж установки "Тверь" выполняют в такой последовательности:

1. Подводящий трубопровод сточных вод из асбестоцементных или пластмассовых труб диаметром 100 мм прокладывают с уклоном не менее 0,02 на глубине до верха трубы не менее 300 мм. Все повороты коллектора выполняют в колодце диаметром 700 мм с лотком радиусом 300 мм.

2. Установку заглубляют в землю на основание

Таблица 28
Характеристики стоков после очистки на установке "Тверь"

Концентрация загрязнений, мг/л	На входе в установку	После очистки
$БПК_{полн}$	250 усл. единиц	3-5 усл. единиц
взвешенные вещества	220 усл. единиц	3-5 усл. единиц
азот аммонийных солей (по N)	25 усл. единиц	0,5 усл. единиц
фосфаты (по P_2O_5)	10 усл. единиц	0,5 усл. единиц

толщиной 150 мм из уплотненного или утрамбованного песка со щебнем, а сверху закрывают крышкой.

3. Воздухопровод с подводящей трубой прокладывают в траншее от компрессора к установке.

4. Если верх крышки окажется ниже отметок планировки, подсыпку до уровня планировки выполняют керамзитом. Если сооружение эксплуатируется при отрицательных температурах, его утепляют сверху и снаружи борта на глубину 0,5 слоем керамзита или любым другим теплоизоляционным материалом.

5. Отводящий трубопровод прокладывают аналогично подводящему, но его уклон следует принять не менее 0,005.

6. Установку заполняют водопроводной водой до уровня водосливов.

7. Пуск установки осуществляют при положительных температурах наружного воздуха подачей на нее сточной воды температурой ниже + 12° С с одновременным включением в работу компрессора.

8. Через 3-4 недели вода, выходящая из установки достигнет расчетной степени очистки (проба очищенной воды должна быть прозрачной, без видимых включений частиц, окраски и запаха).

9. При удовлетворительных результатах пробы следует пригласить представителя местного центра Госсанэпиднадзора для отбора пробы очищенных

сточных вод, показатели которых должны соответствовать паспортным данным.

10. После указанного анализа оформляется акт приемки установки в постоянную эксплуатацию.

УСТАНОВКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТИПА NV

Установки биологической очистки типа NV предназначены для очистки бытовых или близких к ним стоков **(рис. 72)**. Установки используются там, где нет возможности подсоединения к централизованным сетям канализации: коттеджные поселки, кемпинги, отдельно стоящие дома. Установка NV рассчитана на очистку сточной воды из кухонь, ванных, туалетов и других, схожих по назначению помещений. Конструкция установки позволяет наиболее эффективно осуществлять технологический процесс аэробной биологической очистки, то есть с использованием бактерий, "дышащих" кислородом воздуха, который принудительно подается компрессором в установку.

Процесс очистки бытовых сточных вод основан на биохимическом разложении органических веществ аэробными бактериями, прикрепленными на неподвижной загрузке. Характерная особенность установки типа NV — наличие бактерий, прикрепленных в виде биопленки к загрузке. Биопленка представляют собой плотный слой, состоящий из клеток бактерий, способных прикрепляться к твердой поверхности и образовывать фиксированную полимерную пленку, которая препятствует их выносу. Для насыщения сточной воды кислородом в установках типа NV используется компрессор фирмы Secoh, который надежен, долговечен и не требует никакого обслуживания.

Корпус установки изготовлен из прочного стекловолокна и является статически устойчивым, поэтому дополнительного бетонирования не требует. При высоком уровне грунтовых вод достаточно установить

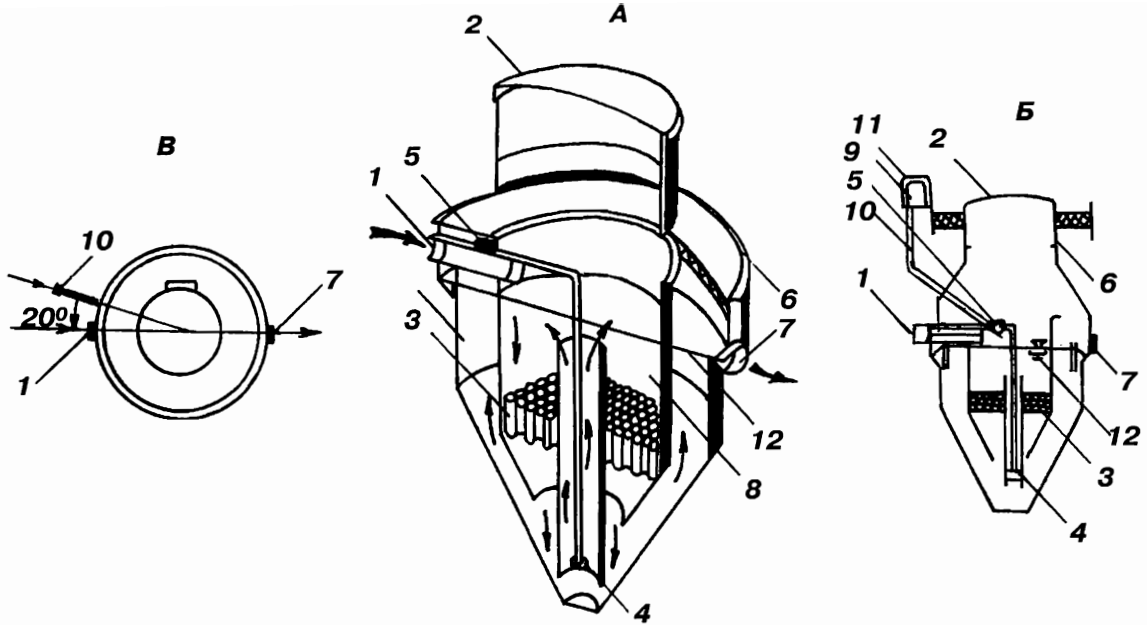


Рис. 72. Установка биологической очистки типа NV:
А -общий вид; Б — схема; В — разрез; 1 — подача стоков; 2 — люк; 3 — каркас биопленки; 4 — диффузор; 5 — соединитель воздуховода; 6 — корпус установки; 7 — выход стоков; 8 — внутренний резервуар; 9 — воздушный компрессор; 10 — подача воздуха от компрессора; 11 — короб компрессора; 12 — уровень стоков

анкерное крепление с помощью бетонного основания или якорей.

Установка типа NV полностью автоматическая и не требует для обслуживания спецперсонала. Обслуживание установки легко производит сам пользователь. Установка долговечна, так как корпус не подвержен коррозии и не меняет своей структуры под лучами солнца. Установка работает без снижения качества очистки в зимних российских условиях.

Установка типа NV представляет собой конусно-цилиндрическую стеклопластиковую емкость, состоящую из двух частей — корпуса и крышки с люком превышения.

Сточная вода поступает в центральную аэрационную камеру, где происходит постоянная аэрация и перемешивание сточной воды с активным илом. Камера представляет собой круглую конусную емкость с отверстием внизу. В центре аэрационной камеры находится направляющая труба, где происходит перемешивание стоков, насыщением их кислородом воздуха и биологическая деструкция при помощи активного ила, состоящего из аэробных бактерий. Активный ил вырабатывается из сточной воды в течение 15-25 дней. Воздух поступает через аэраторы с размером пузырьков 2-3 мм. Для достижения необходимого эффекта очистки центральная аэрационная камера снабжена биофильтром, на поверхности которого происходит нарастание биопленки. Биопленка создается в результате орошения загрузки водой, насыщенной кислородом в течение 15-25 дней.

Под действием гравитации происходит осаждение ранее всплывших частиц активного ила на дно емкости, откуда они опять выталкиваются на поверхность через направляющую трубу. Сточная вода поступает в камеру аэрации и вытесняет активный ил из аэрационной части в отстойник.

После очистки стоки самотеком или через канализационные насосные станции дренируют в грунт через фильтрационные поля, фильтрующие колодцы,

траншеи или фильтрующие кассеты, выполненные в соответствии со СНиП 2.04.03-85. По требованиям местных органов надзора при сбросе очищенной воды в водоемы после установки NV сточная вода подвергается обеззараживанию, для этого в цепочку очистных сооружений добавляются контактные камеры под УФ-установку для обеззараживания. Когда нет притока стоков, вода циркулирует по установке.

Установки типа NV нетребовательны в обслуживании. Воздуходувку следует монтировать в сухом и хорошо проветриваемом помещении, а при размещении вне помещений обязательно оборудовать для неё герметичный ящик. Необходимо регулярно, не реже чем раз в 2 года, откачивать две трети избыточного ила, который со временем накапливается в нижней части установки. В случае интенсивной фактической загрузки очистного оборудования откачивать ил следует чаще.

СТАНЦИИ ГЛУБОКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ "SBM"

Станции глубокой биологической очистки "SBM" являются перспективной разработкой в области утилизации бытовых стоков **(рис. 73)**. Станция создана в Чехии, имеет международный патент и отлично зарекомендовала себя в странах Европы. На текущий момент установка "SBM" успешно эксплуатируется в Германии, Франции, Словакии и в других европейских странах. За всё время эксплуатации станция показала высокую надёжность и удобство в эксплуатации.

В России станция эксплуатируется в течение многих лет и успешно прошла испытания в "НИИ Экологии Человека и Гигиены Окружающей Среды им. Сысина", что говорит о её полной адаптации к российским зимним условиям. Следует отметить, что на данный момент это одна из немногих зарубежных установок, которая очищает сбрасываемую воду до уровня, отвечающего строгим российским нормам.

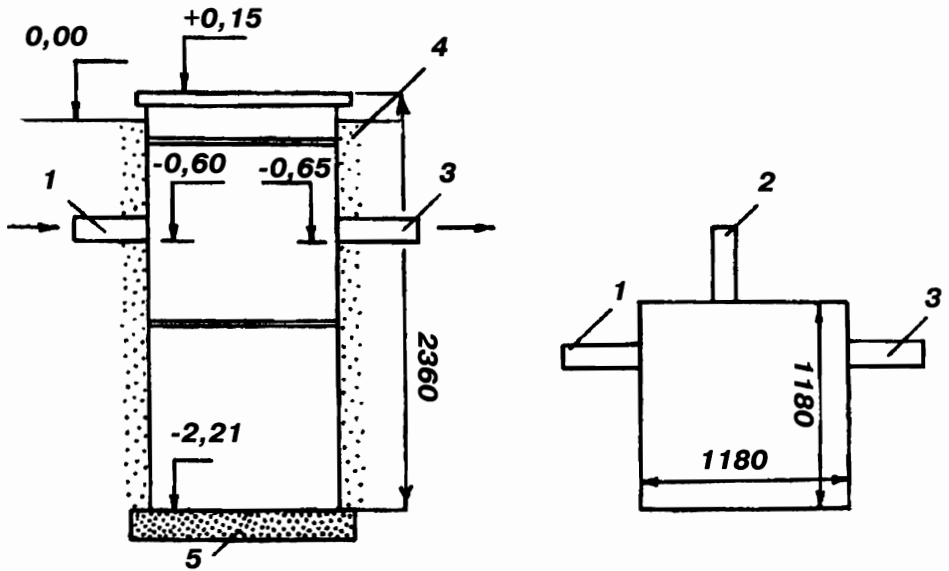


Рис. 73. Станция глубокой биологической очистки "SBM" (размеры в мм):
1 — входной патрубок; 2 — допустимый вариант врезки входного патрубка; 3 — выходной патрубок; 4 — засыпка песком; 5 — песчаная подушка

С помощью очистной установки "SBM" можно в кратчайшие сроки решить проблему очистки сточных вод индивидуального дома, коттеджа или офиса. Следует обратить особое внимание на то, что станция биологической очистки, в отличие от существующих септиков, производит очистку, а не аккумуляцию загрязнений, поэтому ориентирована на использование всего спектра сантехнических устройств (унитаз, ванна-душевая, стиральная и посудомоечная машина и т.д.). Основным достоинством установки является высокая степень очистки сточных вод от всех видов органических загрязнений и отсутствие дурных запахов, неизбежно сопровождающих анаэробные процессы, проходящие в септиках и биофильтрах.

Отличительными характеристиками модельного ряда "SBM" являются:

1. Пластиковый корпус, выполненный из интегрального полипропилена с вспененным внутренним слоем и, как следствие, отсутствие коррозии, высокая морозоустойчивость, минимальные потери тепла (что очень важно для биосреды в зимний период). Если материалом корпуса служит металл или бетон, то эти качества существенно понижаются.
2. Компактность и малый вес.
3. Простота технического обслуживания при эксплуатации.
4. Низкое энергопотребление.
5. Относительная простота монтажа, которая позволяет с минимальными нарушениями ландшафта устанавливать "SBM" даже в эксплуатируемое строение (так как при монтаже малых станций, можно обходится без тяжёлой техники).
6. Сохранение жизнедеятельности бактерий при отсутствии бытовых стоков в течение длительного времени (до трёх месяцев).
7. Отсутствие дурных запахов при эксплуатации, что достигнуто применением в установке особой технологии очистки, которая использует аэробные и аноксидные процессы, снижающие образование таких газов, как метан, сероводород и т.д. Кроме то-

го, при аэробной очистке количество очищающих бактерий в 200 раз больше, что неизбежно сказывается на скорости очистки и ее эффективности.

8. При откачке излишков активного ила его можно использовать как удобрение.

9. Возможность монтажа дистанционных датчиков исправного функционирования.

10. Техническое обслуживание не требует дополнительного оборудования.

Установки модельного ряда "SBM" имеют довольно широкий спектр применения, начиная от индивидуального пользования и заканчивая коллективными станциями очистки обслуживающими коттеджные поселки. Технические характеристики установок модельного ряда "SBM" представлены в **таблице 29**.

Система очистки воды от механических примесей и взвешенных веществ

Основу предлагаемой технологии составляет метод двухступенчатой фильтрации с использованием автоматических самопромывных фильтров марки **TEKLEN®** (США), которые применяются во многих отраслях промышленности **(рис. 74)**:

— для очистки охлаждающей воды от песка, окалины и др.;

— очистки сточных вод;

— для очистки воды, предназначенной для кристаллизаторов и баков-накопителей;

— для предварительной фильтрации перед обратным осмосом;

— для защиты распылительных головок, сальниковых уплотнений;

— для фильтрации "белой" воды;

— для промышленного забора воды;

— для применения в качестве сетчатых фильтров и промышленных фильтров.

При прохождении воды через фильтр частицы грязи оседают на сетке фильтра. Это приводит к падению давления воды. Когда показатель давления достигает предварительно установленного на электронном контроллере промывок уровня, начинается

Таблица 29
Технические характеристики установок модельного ряда "SBM"

Модель	Кол-во обсл. чел	Производит. ($м^3$/сут)	Мощность (Вт)	Потреб.эл. эн. (кВт/сут)	Вес (кг)	Габариты (Д х Ш х В) (м)
"SBM"- 5	5	1	50	1,20	250	1,0X1,0X2,36
"SBM"- 8	8	1,6	60	1,44	350	1,5X1,0X2,36
"SBM"- 10	10	2	60	1,44	420	2,0X1,0X2,36
"SBM"- 15	15	3	80	1,92	430	2,0X1,0X2,36
"SBM"- 20	20	4	150	3,60	530	2,0X1,0X2,36
"SBM"- 30	30	6	200	4,80	600	2,0X1,0X2,50
"SBM"- 40	40	8	370	8,88	600	3,0X2,0X2,50
"SBM"- 50	50	10	370	8,88	850	3,0X2,0X2,50
"SBM"- 75	75	15	600	14,40	1050	4,0X3,0X2,50
"SBM"- 100	100	20	750	18,00	1200	4,0X3,0X2,50

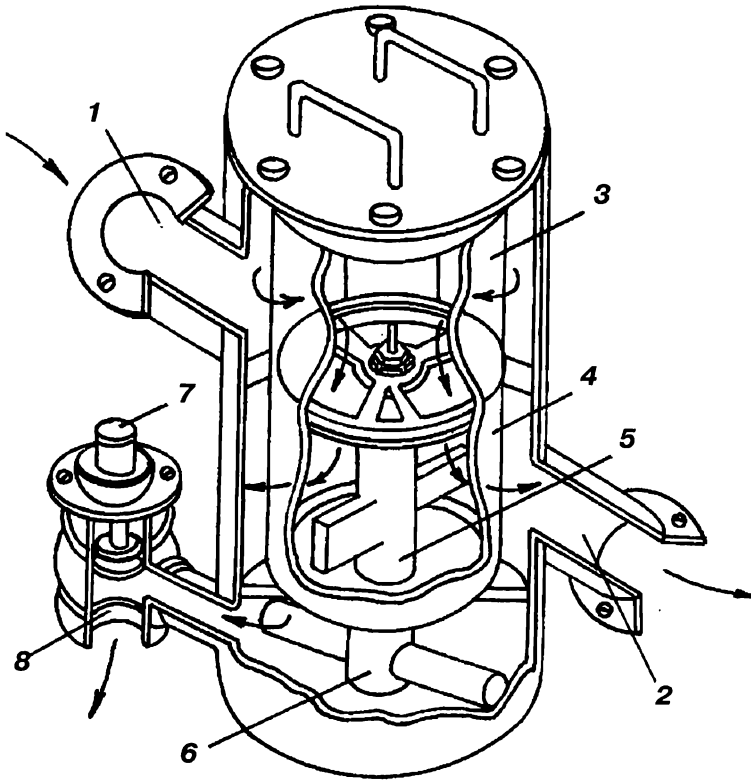


Рис. 74. Система очистки воды "TEKLEN":
1 — входной патрубок;
2 — выходной патрубок;
3 — камера грубой очистки;
4 — камера тонкой очистки;
5 — грязевой коллектор;
6 — гидромотор;
7 — промывочный клапан;
8 — выпуск промывочной воды

цикл промывки. Вакуумная (либо щеточная) система очистки принудительно удаляет грязь изнутри фильтра и отводит её через сливное отверстие. Частота промывок зависит от степени загрязненности воды, размера ячейки сетки, установленного на дифференциальном манометре перепада давления, при котором будет включаться обратная промывка.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....3

РАЗДЕЛ 1. СТОЧНЫЕ ВОДЫ — ХАРАКТЕРИСТИКА И НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ..... 7

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД.....7

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СТОЧНЫХ ВОД ... 9

ТРЕБОВАНИЯ К ЛОКАЛЬНЫМ ОЧИСТНЫМ СООРУЖЕНИЯМ 15

РАЗДЕЛ 2. ГРУНТОВЫЕ И ЛИВНЕВЫЕ ВОДЫ, ИХ ДРЕНАЖ 21

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ 21

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ И ГЛУБИНА ИХ ЗАЛЕГАНИЯ 24

ВИДЫ ДРЕНАЖЕЙ 28

ПОВЕРХНОСТНЫЙ (ОТКРЫТЫЙ) ВОДООТВОД, ИЛИ ЛИВНЕВКА 31

Точечный водоотвод 33

Линейный водоотвод 35

ПОДЗЕМНЫЕ ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ 43

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ..... 56

РАЗДЕЛ 3. ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ 70

ДРЕНАЖНЫЕ ТРУБЫ

Дренажные керамические трубы 70

Металлические трубы 71

Полимерные дренажные трубы 72

Фасонные части 78

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ЛИНЕЙНОГО ВОДООТВОДА 78

Бетонные желоба 78

Пластиковые желоба.....82

Пескоуловитель.....85

Дождеприемник.....86

РАЗДЕЛ 4. ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ И ДРЕНАЖНЫХ ВОД.....89

ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ МЕТОДОМ ОТСТАИВАНИЯ 90

Очистные сооружения "Векса" 102

Установки типа "НГП-С" и "НГП-СК" 107

СЕПАРАТОРЫ НЕФТЕПРОДУКТОВ 109

СОРБЦИОННЫЕ КОЛОННЫ SK 111

КОМПАКТНЫЕ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД SWOK 113

ЖИРОУЛОВИТЕЛЬ (СЕПАРАТОР ЖИРА) 118

ЖИРОУЛОВИТЕЛИ НЕМЕЦКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ 121

КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД..... 124

ВОДООЧИСТНЫЕ УСТАНОВКИ НАПОРНОЙ ФЛОТАЦИИ ТИПА "АФ"..... 127

ГРАВИТАЦИОННЫЕ РАЗДЕЛИТЕЛИ 128

ОЧИСТКА ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ 132

РАЗДЕЛ 5. ОЧИСТКА ФЕКАЛЬНЫХ СТОКОВ 134

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ 134

КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ 139

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ 146

Механический способ очистки сточных вод..... 146

Физико-химический способ очистки сточных вод..... 168

Биологический способ очистки сточных вод 171

РАЗДЕЛ 6. ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ..... 193

ОЧИСТКА ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ..... 193

Очистка на станциях мойки автомобилей типа УТК-Фламинго *196*

Флотационно-фильтрационная установка модели ФФУ..... *199*

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ***199***

Электрокоагуляция *201*

ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДЫ ОТ ФЕНОЛОВ..... ***205***

УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА ***205***

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОКОВ..... ***207***

РАЗДЕЛ 7. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....**212**

ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ УСТАНОВОК ***213***

ВЫБОР ОЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ ***227***

ПРОСТЕЙШАЯ ОЧИСТНАЯ УСТАНОВКА ТИПА САД ***236***

УСТАНОВКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТИПА ТОПАС ***238***

АЭРАТОРЫ ПОЛИАТР ***251***

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОЛИАТР ***254***

УСТАНОВКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТИПА BIOTAL ***255***

ОЧИСТНОЕ СООРУЖЕНИЕ "ЛИДЕР"..... ***261***

УСТАНОВКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТИПА "БОС" 264

СЕПТИК "ТВЕРЬ" 267

УСТАНОВКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ТИПА NV.....272

СТАНЦИИ ГЛУБОКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ "SBM" 275

Издательство “Аделант” приглашает к сотрудничеству авторов, дилеров и оптовых покупателей. Книги, выпущенные издательством “Аделант”:

"Сварка, резка, пайка металлов", "Скорняжные работы", "Планировка и дизайн участка", "Приусадебное цветоводство", "Бани и сауны", "Печи и камины", "Бассейны и пруды", "Современная сантехника", "Дом от фундамента до крыши", "Ковка, чеканка, инкрустация, эмаль", "Ремонт квартиры в современных условиях", "Обработка кожи и меха", "Лепка", "Лестницы", "Кровельные и жестяные работы", "Плетение лозой, берестой, соломой, рогозом", "Паркетные полы", "Цветы в саду и ландшафтный дизайн", "Комнатное цветоводство", "Розы в саду и в доме", "Роза – королева цветов", "Арки, окна, двери", "Электрооснащение дома и участка", "Лестница нашего дома", "Камины и печи", "Балконы и лоджии, остекление и оборудование", "Прудовое разведение рыб и раков", "Рыбалка летняя и зимняя", "Беседки, перголы, ротонды", "Все о банях и саунах", "Парикмахерское искусство – уроки мастерства", "Хозблоки", "Кактусы в нашем доме", "Луковичные растения в саду и в доме", "Современный загородный дом – энциклопедия строительства", "Сварочные работы, практическое пособие", "Новые методы строительства – технология "ТИСЭ", "Мебель для нашего дома", "Свадьба, свадьба","Справочник строителя", "Секреты красоты", "Современный ландшафтный дизайн", "Секреты кузнечного мастерства", “Обработка дерева на станках", "Строительство деревянного дома", "Каталог проектов загородных домов" (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8-й выпуски), "Деревянные дома", "Отопление загородного дома","Инженерное оборудование дома и участка", “Хозяйственные постройки и гаражи”, “Резьба по дереву”, “Технологии малого строительства”, “Большая книга о банях и саунах”, “Строим легко и просто”, “Строительные материалы и изделия”, “Фундаменты”, “Работы с гипсокартоном”, “Строительство каменного дома”, “Праздники для взрослых”, “Плиточные работы”, “Крыши и кровли”, “Бассейны в доме и на участке”, “Плотничные и столярные работы”, “Альпинарии и камни в саду”, “Строительство каркасного дома”, “Каменные дома”, "Для вас, девчонки", “Теплый дом”, "Камины. Современный взгляд", "Ворота, ограды, решетки", "Готовим в микроволновой печи", "Готовим в горшочках", “Работы с сайдингом”, "Для вас, мальчишки", “Универсальный фундамент”, “Русская рубленая баня”, “Мансарды, эркеры, балконы”, “Расход материалов при строительстве”, “Готовим в духовке”, “Колодцы, скважи-

ны, водопроводные сети", "Теплицы", "Домашнее виноделие", "Сайдинг, особенности установки", "Домашнее консервирование", "Дизайн вашего участка", "Отделка загородного дома", "Что скрыто в имени твоем?", "Гипсокартон. Монтажные работы", "Камины, печи, барбекю", "Веранда, терраса, крыльцо", "Кованые изделия в оформлении дома", "Готовим салаты", "Готовим в аэрогриле", "Красивые потолки", "Праздники в детском саду", "Внутренние дворики", "Полы в вашем доме", "Окна и двери вашего жилища", "Сантехника в доме", "Готовим диетические блюда", "Сиянье хладное клинка".

По вопросам оптовой закупки книг и с предложениями обращаться по телефонам:
тел. — (495) 995-20-04,
тел/факс — (495) 673-23-20,
E – mail: adelantinfo @ mtu–net.ru,
www.adelant-book.ru









- НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СТОЧНЫХ ВОД
- ДРЕНАЖНЫЕ И ОЧИСТНЫЕ СИСТЕ
- ГРУНТОВЫЕ И ЛИВНЕВЫЕ ВОДЫ, ИХ ДРЕНАЖ И ОЧИСТКА
- ОЧИСТКА ФЕКАЛЬНЫХ ВОД
- ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

ISBN 978-5-93642-184-6
КТК: 515
9 785936 421845
Дренаж и очистка сточных вод
Цена:149.00