

~~71844~~
628.2
К52

Инж. В. В. КЛЮНКОВ

0

МАЛАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

СТРОЙИЗДАТ НАРКОМСТРОЯ • 1941

028.2
1252

000
000

Д Е П

Инж. В. В. КЛИОНКОВ
Кандидат технических наук

Минск АБ
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

Р. С. С. Р.
НАУЧ.
КАБ.

МАЛЫЕ КАНАЛИЗАЦИЯ

+

ВТОРОЕ ПЕРЕРАБОТАННОЕ ИЗДАНИЕ

11

65502

96,07

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
П. П. У. 3001
Д. 12

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА

ЛЕНИНГРАД

1941
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
БССР

В книге изложены вопросы проектирования и эксплуатации сооружений, предназначенных для отведения и очистки фекально-хозяйственных сточных вод от отдельных зданий, групп их, больниц, поселков и фабрично-заводских предприятий, не присоединенных к общегородской канализации.

В книге освещаются также вопросы подземного орошения, водоподъемники „Шэн-Элис“, пневматические эжекторы, инфильтрация и эксфильтрация, производство изысканий, выбор типа очистных сооружений и эксплуатация их.

Книга предназначена для инженеров, техников и санитарных врачей, работающих в области канализации.

Тираж 4000 экз.	Подписано в печати 13/VI 1941 г.	Л 124268.
Печатн. лист. 11 $\frac{1}{4}$.	Учетно-изд. лист. 12,78.	Тип. зн. в 1 печ.
листе 53248.	Цена 5 р. 20 к.	Заказ № 171.

4-я типография ОГИЗа РСФСР треста „Полиграфинг“ им. Евг. Соколовой.
Ленинград, пр. Красных Командиров, 29.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	5
Глава I. Общие положения	6
1. В каких случаях требуется устройство сплавной канализации . .	6
2. Выбор схемы канализации	7
Глава II. Исчисление количества сточных вод	8
3. Причины, влияющие на норму водоотведения	8
4. Исчисление расхода сточных вод по отдельным потребителям . .	9
5. Исчисление расхода сточных вод по санитарным приборам . . .	10
6. Коэффициенты неравномерности	11
Глава III. Канализационные трубы	12
7. Требования, предъявляемые к канализационным трубам	12
8. Каменно-керамические трубы	12
9. Гончарные трубы	12
10. Трубы, изготавливаемые из цемента	13
11. Деревянные трубы и лотки	14
Глава IV. Гидравлический расчет труб и лотков	15
12. Общие положения	15
13. Расчетные скорости	16
14. Расчетное наполнение	16
15. Коэффициенты шероховатости	17
16. Расчет по таблицам	17
17. Аналитический способ расчета	17
18. Расчет напорных труб	20
19. Расчет лотков и канав	23
20. Безрасчетные трубы	23
Глава V. Инфильтрация и эксфильтрация	24
21. Инфильтрация грунтовых вод в трубы	24
22. Эксфильтрация из канализационных труб	26
Глава VI. Проектирование сети	27
23. Трассировка сети в плане	27
24. Составление профилей сети	28
25. Сопряжение трубопроводов	31
26. Составление рабочих чертежей канализационной сети	31
Глава VII. Оборудование сети	33
27. Смотровые колодцы	33
28. Дюкеры	37
29. Эстакады и переходы	40
Глава VIII. Перекачка сточных вод	41
30. Выбор места под насосную станцию	41
31. Выбор типа насосной станции	41
32. Приемный резервуар	47
33. Решетки	47
34. Всасывающие трубы	49
35. Напорные трубопроводы	49

	Стр.
36. Машинный зал	50
37. Аварийный выпуск	51
38. Насосы	52
39. Стоимость перекачки и расход электроэнергии	55
40. Влияние перекачки на работу сети и очистных сооружений	56
41. Водоподъемники „Шэн-Элис“	57
42. Эжекторы	59
Глава IX. Общие вопросы очистки сточных вод	66
43. Загрязнения сточных вод	66
44. Основные принципы очистки сточных вод	67
Глава X. Механическая очистка сточных вод	68
45. Решетки и песколовки	68
46. Септики	69
47. Эмшерские колодцы	75
48. Вертикальные отстойники	83
49. Горизонтальные отстойники	86
Глава XI. Биологическая очистка сточных вод	89
50. Основные задачи при проектировании очистных сооружений для биологической очистки	—
51. Поля орошения	90
52. Поля фильтрации	99
53. Подземное орошение	101
54. Биологические пруды	109
55. Биологические фильтры	114
56. Обработка осадка	126
57. Хлорирование сточных вод	130
58. Очистка мыльных вод	138
Глава XII. Предварительные работы	144
59. Связь канализации с планировкой	144
60. Производство изысканий	146
61. Выбор типа очистных сооружений	149
Глава XIII. Эксплуатация очистных сооружений	156
62. Общие условия эксплуатации очистных сооружений	156
63. Приемка сооружений в эксплуатацию	156
64. Общие правила пускового периода	158
65. Решетки и песколовки	158
66. Септики	159
67. Эмшерские колодцы	161
68. Вторичные вертикальные отстойники	165
69. Поля орошения и поля фильтрации	166
70. Биологические фильтры	169
71. Подсушивающие иловые площадки	173
72. Хлорирование сточных вод	173
Глава XIV. Простейший контроль за работой очистных сооружений	176
73. Измерение количества сточных вод	176
74. Определение времени прохождения воды по отстойникам	177
75. Определение количества нерастворенных веществ в жидкости	177
76. Определение относительной стойкости и загниваемости	178
77. Санитарные требования предъявляемые к эксплуатации очистных сооружений	178
78. Ведение журнала	179
Приложения	180

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная санитарная техника удаления и обезвреживания нечистот и сточных вод главное внимание уделяет двум системам: 1) вывозке нечистот с помощью ассенизационного транспорта (так называемая вывозная система) и 2) устройству общегородской канализации с учетом планировки города. Обширной же области вопросов канализации между этими двумя разделами уделяется недостаточное внимание.

Настоящая работа имеет целью осветить вопросы проектирования и эксплуатации сооружений, предназначенных для отведения и очистки бытовых (фекально-хозяйственных) сточных вод от отдельных зданий, групп их, больниц, поселков и фабрично-заводских предприятий, не присоединенных к общегородской канализации.

Наряду с описанием общеизвестных сооружений, как-то: эмше-ров, биофильтров, полей орошения и фильтрации, в книге изложены вопросы, по которым в русской литературе данные почти совершенно отсутствуют, а именно: эксплуатация и выбор типа очистных сооружений, производство изысканий, подземное орошение, биологические пруды, водоподъемники «Шэн-Элис», пневматические эжекторы, инфильтрация и эксфильтрация, а также временные сооружения.

В основу разработки норм и конструкций сооружений положены два принципа: 1) чем меньше по объему сооружение, тем проще должны быть его постройка и эксплуатация и 2) чем меньше сооружение, тем большим должен быть его объем или площадь, приходящиеся на жителя или на 1 м³ очищаемой жидкости.

Согласно первому положению в книге не приведены данные по первичным отстойникам без перегнивания осадка, а из биологических способов очистки исключены аэротэнки и аэрофильтры. По той же причине автор сознательно избегал сложных и непроверенных на практике малых очистных сооружений, которыми так богата иностранная литература.

Согласно второму положению там, где это возможно было сделать, приняты большие нормы при меньшем числе обслуживаемых жителей.

Книга может служить руководством по малой канализации для инженеров, техников и санитарных врачей и рассчитана главным образом на местных работников, для которых канализация не является основной специальностью.

Глава I

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В каких случаях требуется устройство сплавной канализации

Если внутри здания нет водопровода, то от каждого жителя в год получается следующее количество жидких отходов¹:

1) нечистот из выгребов обычного типа . . .	600 кг, или 0,6 м ³
2) помоев из помойниц " " " . . .	1 400 " " 1,4 "
Всего . .	2 000 кг, или 2,0 м ³

Вывоз такого количества нечистот не представляет особого труда, что может быть сделано с помощью ассенизационного транспорта. Еще лучше использовать эти нечистоты на месте в качестве удобрения для сада или огорода; однако в этом случае приносить воду и выносить помой придется ведрами, что в зданиях свыше двух этажей делать затруднительно.

По указанным причинам вывозная система находит себе широкое применение в районах индивидуальной застройки и для малоэтажных зданий, особенно с приусадебными участками значительной площади.

Если же внутри здания имеется водопровод, то количество жидких отходов (которые в этом случае называются сточными водами), приходящихся на одного жителя, составляет около 100 л/сутки, т. е. в 20 раз больше, чем в домах без водопровода.

Очевидно, вывозить такое количество сточных вод нецелесообразно ни по экономическим, ни по санитарным соображениям.

Возьмем для подсчета семью в 5 человек. Реальная норма расхода воды при наличии водопровода внутри здания составит на одного жителя 75 л/сутки. Следовательно, в день нужно вывозить: $5 \cdot 0,075 = 0,375$ м³, что равно объему обычной ассенизационной бочки.

Стоимость вывозки одной бочки нечистот по данным практики наших небольших городов исчисляется в пределах 8—13 руб., в среднем 10 руб. Таким образом семья в 5 человек вынуждена была бы затрачивать ежемесячно на удаление одних только сточных вод $10 \cdot 30 = 300$ руб., что, очевидно, совершенно неприемлемо, не говоря уже о необходимости соблюдения санитарных условий с уче-

¹ «Организация очистки городов (задание, методика, нормы)», изд. Института коммунальной санитарии и гигиены, М. 1939.

том частой вывозки нечистот и необходимости в организации ассенизационного транспорта.

С другой стороны, устройство сплавной канализации без внутреннего водопровода невозможно, так как транспортирование твердых веществ, которые поступают в трубы, затруднительно при расходе воды менее 50 л/сутки на одного жителя.

Таким образом наличие водопровода внутри здания является необходимым и достаточным условием для устройства правильной сплавной канализации.

Этажность строительства имеет второстепенное значение. Например, амбулатория, столовая, больница и т. п. могут быть расположены в одноэтажном здании, но по своему назначению они требуют высоких санитарных условий, а потому устройство в них внутреннего водопровода и канализации необходимо.

2. Выбор схемы канализации

Всякая сплавная канализация, т. е. такая, в которой нечистоты сплавляются по трубам, состоит в основном из следующих сооружений:

1) внутренней канализации, в которую входят как вся сеть трубопроводов внутри здания, так и санитарные приборы или приемники сточных вод (раковины, унитазы, ванны и пр.);

2) наружной или дворовой сети, т. е. подземных трубопроводов, прокладываемых по территории канализуемого объекта или за его пределами;

3) вспомогательных сооружений на сети, к которым относятся смотровые колодцы, аварийные выпуски, дюкеры и пр.;

4) насосных станций или станций перекачки, если они требуются по рельефу местности;

5) очистных сооружений, предназначенных для выделения и переработки загрязнений до той степени, при которой сточные воды могут быть безопасно спущены в водоем.

Из вышеприведенного краткого перечня составных элементов канализации можно усмотреть, что она является технически сложным и дорогим сооружением, требующим внимания и расходов по ее эксплуатации. Поэтому перед ее осуществлением необходимо тщательно проработать схему канализации и найти технически правильное и наиболее целесообразное решение.

Прежде всего нужно определить, насколько вообще необходимо устройство водопровода внутри здания, т. е. нельзя ли обойтись вовсе без сплавной канализации, применяя вывозку или компостирование нечистот. В п. 1 мы уже указывали, в каких случаях вывозная система не встречает возражений.

Иногда местные условия для устройства сплавной канализации настолько неблагоприятны, что в силу необходимости приходится прибегать к вывозной системе. Если, например, здание стоит среди населенного места, а для подачи сточных вод на очистные сооружения требуется устроить станцию перекачки и проложить длинные трубопроводы, то, очевидно, столь значительные расходы могут

быть приняты только при канализовании довольно значительного объекта; в противном случае по экономическим соображениям придется остановиться на вывозной системе.

При устройстве малой канализации необходимо решить вопрос, нельзя ли присоединиться (самотеком или с перекачкой) к существующей близости канализации, если таковая имеется, и избежать устройства местных очистных сооружений. По санитарным соображениям устройство нескольких отдельных очистных сооружений крайне нежелательно в тех случаях, если можно сделать общие сооружения для целого ряда объектов.

Если нельзя присоединиться к существующей канализации, то нужно выяснить, какие объекты близости нуждаются в канализовании, и объединиться с ними для устройства канализации на кооперативных началах¹.

Если требуется канализовать здание или группу их внутри населенного места, то может оказаться необходимым составить сначала общую схему канализования всего населенного места, а малую канализацию осуществлять как часть общей. В этом случае проектно-изыскательские работы потребуют много времени и средств (съемки, проект планировки); поэтому может оказаться целесообразным устроить временные очистные сооружения.

Принципиальное решение этих вопросов необходимо предварительно согласовать с утверждающими инстанциями и заинтересованными организациями (Горкомхозом, Госсанинспекцией, Облисполкомом и др.).

Для составления схемы канализации необходимо иметь проект планировки или генеральный план канализуемой территории, с показанием как существующей, так и будущей застройки. Это даст возможность установить очередность строительства и предусмотреть развитие канализации в будущем.

Таким образом установление схемы канализации дает возможность точно определить канализуемые объекты и наметить границы канализования, а также очередность строительства, т. е. иметь обоснованное задание на проектирование канализации («программу проектирования»).

Глава II

ИСЧИСЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД

3. Причины, влияющие на норму водоотведения

Как правило, за норму водоотведения в канализации принимается норма водопотребления. Поэтому все причины, влияющие на количество потребляемой населением воды, целиком отражаются и на норме водоотведения.

¹ В этом случае строительные затраты распределяются между отдельными участниками на следующих основаниях:

1) каждый участник принимает долевое участие в строительной стоимости той части канализации, которой он непосредственно пользуется, т. е. через которую проходят его сточные воды;

2) строительная стоимость распределяется между участниками пропорционально расчетному количеству сточных вод, принятому в проекте.

На водопотребление влияют: характер оборудования жилищ санитарными приборами; стоимость воды; наличие или отсутствие горячего водоснабжения; культурный уровень населения; тип здания (общежитие или отдельные квартиры); климат данного места (чем жарче, тем больше расходуется воды). Все эти причины должны быть учтены при назначении расчетной нормы водоотведения.

Практика показывает, что по мере поднятия культурного уровня населения, благоустройства жилищ, привычки пользования водой норма водопотребления возрастает.

Поэтому норма расхода воды на первую очередь канализации, т. е. на ближайшие 3—5 лет, принимается несколько меньшая, чем на расчетный период (на полное развитие).

При исчислении количества сточных вод определяются: суточный расход, необходимый для расчета очистных сооружений (например полей орошения), максимальный часовой расход (для расчета отстойников) и максимальный секундный расход (для расчета труб). Последний расход определяется делением максимального часового расхода на 3 600.

Для определения суточного расхода сточных вод существуют три способа расчета: а) по отдельным объектам и потребителям; б) по санитарным приборам; в) по площади.

Расчет по площади является основным расчетом сети общегородской канализации и подробно излагается в основных курсах канализации¹; в малой же канализации он имеет место как исключение, почему этот способ расчета нами не рассматривается.

4. Исчисление расхода сточных вод по отдельным потребителям

Несмотря на разнообразие зданий одного и того же назначения и значительные иногда колебания расходов, можно с достаточной для практики точностью принять приводимые ниже нормы водоотведения (табл. 1—4).

Таблица 1

Нормы на хозяйственно-бытовые нужды в жилых зданиях

Характеристика здания	На жителя в л/сутки	
	на первую очередь	на расчетный период
С печным отоплением	60—75	} 100—120
„ центральным отоплением	75—90	
То же с ваннами	90—100	} 125—150
„ „ ваннами, отапливаемыми газом	125	
„ „ „ центральным горячим водоснабжением	150	
		} 150—300

¹ Проф. З. Н. Шижкин, Канализация, учебник для техникумов, 1939.

Таблица 2

Нормы для общежитий

Характеристика здания	На жителя в сутки
Общежитие без душей	50
„ с душами	80
„ „ столовыми и прачечными	120
Тостяницы с общими ванными комнатами	100
„ „ особо благоустроенные, с ванными при номерах	250—400

Таблица 3

Нормы для общественных зданий

Характеристика здания	На одного посетителя в сутки
Учебные заведения без душей и столовых	12
„ „ при наличии столовой	25
Амбулатории	6
Больницы (без водолечения) на койку	150—250 до 500
Санатории (без водолечения) „	175—230 до 400
Детские дома и ясли на одного ребенка (без душей)	50
То же при наличии душей	75

Таблица 4

Нормы для учреждений и мелких предприятий

Наименование учреждения или предприятия	Расчетная единица	На единицу в сутки
Учреждения и производственные предприятия	На одного рабочего в смену	10—25
Кустарные мастерские	То же	10
Столовые	На приготовление одного обеда	18—25
Бани	На одного моющегося	125—180
Механические прачечные	На 1 кг сухого белья	60—75
Ручные прачечные	То же	35
Душевые	Одна прачка в смену	500
Кино	Одно пользование	40—60
Клубы	На одного посетителя	2
Театры	На одно зрительное место	12
	То же	6
	„ „	25

5. Исчисление расхода сточных вод по санитарным приборам

При невозможности с достаточной точностью определить количество посетителей или работу учреждения расход сточных вод может быть установлен по числу и характеру санитарных приборов

и расходу на прибор или место за определенный промежуток времени (табл. 5).

Таблица 5

Нормы расхода по санитарным приборам (по Ст 12 НКХ РСФСР)

Наименование	Расчетная единица	На единицу в л	
		в сутки	в час
Клозеты общего пользования (клубы, театры, универмаги и т. п.)	1 место	350	—
То же на вокзалах	1 "	650	—
Писсуары плиточные с постоянной смывкой	1 "	—	200
Парикмахерские	1 место с умывальным прибором	75	—
Столовые	1 кран при мойке	—	250
Буфеты	1 кран	—	120
Чайные и кафе	1 "	—	300
Аптеки	1 "	60	—
Водолечебницы	Кафедра в 5—7 точек	—	1 500—2 000
Кабинеты врачей	Время приема	—	30—40
Бани	Кран или душ	—	500—800
Душевые в школах	Душевая сетка	—	500

6. Коэффициенты неравномерности

Для определения максимального часового притока, а следовательно, и секундного расхода необходимо знать коэффициент неравномерности. В канализационной практике коэффициент неравномерности принято выражать числом, показывающим, во сколько раз максимальный часовой приток больше среднего расхода, получающегося делением суточного расхода на 24.

Для расчета следует принимать следующие коэффициенты неравномерности:

Жилые дома	1,80—2,50
Больницы	2,25—4,50
Амбулатории и школы	2,0 —2,5
Клубы, театры и кино	1,50
Столовые и фабрики-кухни	1,50
Бани и прачечные	1,00
Промышленные предприятия	3,00

Время принятия душ на промышленных предприятиях — 45 мин. по окончании смены; мытье в бане — 1 час.

Приведенные для учреждений и предприятий коэффициенты неравномерности относятся к часам работы учреждений, а не к среднесуточному расходу.

КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ТРУБЫ

7. Требования, предъявляемые к канализационным трубам

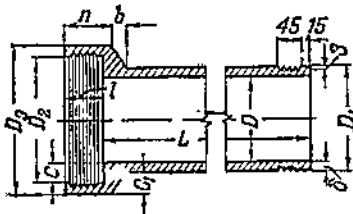
Для отведения сточных вод могут применяться: трубы-из различных материалов, деревянные и кирпичные лотки и открытые канавы.

Трубы применяются во всех случаях заложения ниже поверхности земли. Лотки, открытые или закрытые, применяются при подходе к очистным сооружениям, когда они выходят на поверхность земли, а также на очистных сооружениях. Закрытые деревянные лотки иногда применяются вместо труб во временной канализации. Открытые земляные канавы применяются вне пределов населенного места в качестве выпусков от очистных сооружений.

Материал для канализационных труб должен обладать: прочностью, чтобы противостоять механическим усилиям от временной и постоянной нагрузки; сопротивляемостью химическому воздействию сточных и грунтовых вод, а также газов; водонепроницаемостью и дешевизной.

Этим условиям лучше всего удовлетворяют каменно-керамические трубы, которые имеют наибольшее применение в канализации.

8. Каменно-керамические трубы

Керамические трубы выделяются машинным способом на специальных заводах из чистой пластичной огнеупорной глины с приме-


смесью в известных пропорциях кварцевого песка и шамота. Размеры каменно-керамических труб по ОСТ 68—73 приведены на рис. 1 и в табл. 6. Технические условия на приемку каменно-керамических труб (ОСТ 68) предусматривают главным образом прочность трубы на внешнюю нагрузку, кислотостойкость, водонепроницаемость и соответствие размеров ОСТ.

Рис. 1. Каменно-керамическая труба.

9. Гончарные трубы

В СССР имеется много кустарных мастерских (системы Промкооперации и др.), вырабатывающих гончарные изделия. Эти мастерские в случае острого дефицита в каменно-керамических трубах могут по соответствующему заказу вырабатывать и гончарные трубы, изготавливая их на станках так же, как и посуду. Выработка труб таким способом возможна лишь небольших диаметров (до 250 мм и как исключение — 300 мм), т. е. диаметров, наиболее подходящих для канализования отдельных зданий.

Размеры каменно-керамических труб в мм

D	δ	D ₁	L	l	D ₂	D ₃	n	b	c	c ₁	Средний вес трубы в кг	
											L = 800	L = 1000
125	18	161	800—1 000	70	185	227	85	22	30	33	16,8	20,2
150	19	188	800—1 000	70	212	256	85	23	31	34	20,7	25,0
200	22	244	800—1 000	70	268	318	85	25	34	37	31,0	37,5
250	25	300	800—1 000	70	324	380	85	27	37	40	43,4	52,5
300	28	356	800—1 000	70	380	442	90	29	40	43	58,2	70,4
350	30	410	800—1 000	70	434	500	90	30	42	45	61,5	76,6
400	32	464	800	70	488	558	90	31	44	47	87,0	—
450	35	520	800	70	544	620	90	33	47	50	107,0	—
500	38	576	800	70	600	682	95	35	50	53	130,0	—
550	40	630	800	70	654	740	95	37	52	55	145,0	—
600	43	686	800	70	710	802	95	39	55	58	175,0	—

Размеры гончарных труб (габариты) — те же, что и каменно-керамических, но качество их за редкими исключениями значительно ниже, что объясняется условиями их изготовления.

Гончарные трубы менее прочны, плохо глазурованы и обожжены, вследствие чего для ответственных сооружений они непригодны; они могут применяться лишь для малой канализации в тех случаях, когда получить небольшую партию каменно-керамических труб бывает затруднительно. При этом необходимо тщательно производить приемку гончарных труб.

10. Трубы, изготавливаемые из цемента

Трубы, изготавливаемые из цемента с инертными добавками, разделяются на: а) песчано-цементные, б) бетонные и в) железобетонные.

Песчано-цементные трубы диаметром до 300 мм изготавливаются из одного цементного раствора без гравия. Цементный раствор имеет соотношение 1 : 2 или 1 : 3. Набивка труб производится в металлических формах или одновременно с раструбом (рис. 2, а), или же труба изготавливается гладкая, а соединение труб производится с помощью отдельно изготовленных подвижных муфт (рис. 2, б).

Бетонные трубы изготавливаются из бетона без арматуры в металлических или деревянных, обитых листовым железом формах диаметром до 550—600 мм.

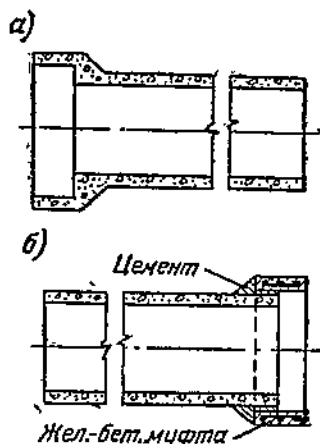


Рис. 2. Бетонные трубы: а — раструбные; б — гладкие.

Железобетонные трубы представляют собой те же бетонные трубы, в которых для увеличения сопротивления действию внешних усилий укладывается арматура. Обычно армирование бетонных труб начинают с диаметра 500—600 мм; при меньших же диаметрах — только в тех случаях, когда необходима увеличенная прочность их, например в сейсмических районах при переходах под железными дорогами и т. п. Нормальный сортament железобетонных и бетонных труб у нас в Союзе отсутствует.

Трубы, изготовленные из цемента, имеют один крупный недостаток, заключающийся в том, что они подвержены агрессивному действию грунтовых и сточных вод, что в некоторых случаях приводит к быстрому разрушению этих труб. Такое разрушение является результатом сложного биохимического процесса, заключающегося главным образом в том, что грунтовые воды, содержащие кислоты и свободную углекислоту, проникая с внешней стороны трубы через стенки внутрь, выщелачивают известь, являющуюся составной частью цемента. Вследствие этого труба приобретает рыхлое строение, и связь между ингредиентами входящими в состав бетона, нарушается. Вместе с тем сероводород, выделяющийся из сточных вод с внутренней стороны трубы, растворяясь во влаге, покрывающей стенки трубы выше уровня жидкости, окисляется бактериями до серной кислоты, которая, вступая в соединение с известью, образует гипс и соли Деваля; при этом объем их по сравнению с известью увеличивается (иногда в 22 раза). В результате происходит отслаивание или раскалывание бетона.

Исходя из этого краткого описания процессов разрушения бетона, возможно наметить и те меры, которые надо принимать для предохранения бетона от агрессивного действия сточных и грунтовых вод, а именно: а) применение для изготовления труб портландцемента с трассовыми или пуццолановыми добавками; б) изготовление труб и подбор состава бетона должны давать максимальную плотность бетону; в) покрытие поверхности труб составами из битумов или малорастворимых силикатов.

11. Деревянные трубы и лотки

Деревянные лотки, применяемые на очистных сооружениях и при устройстве временной канализации, изготавливаются из досок четырехугольной или треугольной формы. При изготовлении и укладке деревянных лотков необходимо соблюдать следующие условия:

- 1) внутренние стенки должны быть гладко остроганы;
- 2) лотки должны быть водонепроницаемы, для чего доски должны соединяться в четверть и хорошо пригоняться; после этого соединения должны быть проконопачены и дважды осмолены горячей смолой;
- 3) для большей водонепроницаемости лотки могут быть обложены снаружи слоем жирной мятой глины;
- 4) деревянные лотки не должны укладываться ниже уровня грунтовых вод;

5) скорости в лотках, а следовательно, и уклоны должны быть достаточны для самоочищения лотков (с учетом неблагоприятных гидравлических условий);

6) при малых расходах сточных вод уклоны лотков не должны быть слишком большими; в противном случае вода с них будет утекать, а осадки останутся на дне лотка.

Деревянные канализационные трубы и лотки как работающие неполным сечением находятся в чрезвычайно неблагоприятных условиях попеременного смачивания; поэтому срок службы их невелик (5—8 лет и лишь в некоторых случаях 10—12 лет).

Тщательно изготовленные и осмоленные лотки вполне приемлемы в санитарном отношении.

Глава IV

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБ И ЛОТКОВ

12. Общие положения

Гидравлическим расчетом труб называется определение диаметра, уклона, скорости и наполнения в трубе.

Для того чтобы заранее определить, с какими трубами придется иметь дело при канализовании отдельных зданий и поселков, подсчитаем, какое количество людей может быть обслужено трубами диаметром от 125 до 300 мм при водопотреблении 100 л/сутки на жителя и коэффициенте неравномерности, равном 2 (табл. 7).

Из табл. 7 видно, что при канализовании отдельных зданий и групп их придется иметь дело с круглыми трубами малых диаметров, так как прокладка коллектора крупного диаметра может потребоваться только в исключительных случаях — в связи с дальнейшим развитием канализации. Наибольший диаметр труб принят нами в 500 мм.

Для гидравлического расчета труб применяется одна из следующих эмпирических формул:

1) старая Куттера:

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,30 + \sqrt{R}} \sqrt{Ri}; \quad (1)$$

2) Маннинга:

$$v = \frac{1}{0,013} R^{\frac{1}{6}} \sqrt{Ri} = 77 R^{\frac{1}{6}} \sqrt{Ri}. \quad (2)$$

Здесь v — скорость в м/сек, R — гидравлический радиус в м; i — уклон.

Расход в трубе получается перемножением площади живого сечения на среднюю скорость потока, т. е. $q = \omega v$.

13. Расчетные скорости

В связи с тем, что содержащиеся в сточной жидкости вещества способны осаждаться в трубах, необходимо, чтобы скорость потока находилась в пределах 0,70—0,90 м/сек в зависимости от характера нерастворенных веществ и диаметра трубы. При больших диаметрах труб следует принимать несколько большую минимальную скорость потока (особенно если расчет ведется по формуле Маннинга), так как большие трубы, как показали наблюдения, имеют при тех же средних скоростях, что и в малых трубах, гораздо больше отложений.

Максимальные скорости потока принимаются в зависимости от материалов стенок труб или обделки откосов. Песок, содержащийся в сточных водах, при больших скоростях может портить стенки труб. В канавах не должны размываться стенки и русло.

Наибольшие скорости должны находиться в следующих пределах:

Для супесчаных почв	0,60—0,75 м/сек
„ средних почв суглинистого типа	0,75—1,00 „
„ более связных суглинков	1,00—1,10 „
При мощных откосах	2,50—2,80 „
Для труб керамических и бетонных	5,00 „

14. Расчетное наполнение

Для расчета городских канализаций по проекту новых норм приняты следующие наполнения:

Для круглых труб от 150 до 300 мм — 0,6 диаметра
„ „ „ 350 „ 450 „ — 0,7 „
„ „ „ 500 „ 900 „ — 0,75 „

Неполное наполнение канализационных труб допускается в целях вентиляции сети, на случай резкого увеличения неравномерности расхода, а также как запас пропускной способности труб.

В связи с тем, что колебания притока сточных вод в малых канализациях весьма значительны, а число присоединений к ним может сильно увеличиться, то целесообразнее принимать для труб, применяемых в малой канализации, несколько меньшее наполнение, а именно:

Для труб от 125 до 300 мм — не свыше 0,5 диаметра
„ „ „ 350 „ 500 „ — „ „ 0,6 „

Высота берм для канав должна быть на 0,10—0,15 м выше расчетного наполнения.

Состояние поверхности стенок создает большее или меньшее сопротивление движению жидкости, что и должно быть учтено коэффициентом шероховатости, приведенным в табл. 8.

Таблица 8

Коэффициенты шероховатости для формулы Маннинга

Материал труб или обделка откосов канав	Состояние стенок		
	плохое	нормальное	отличное
Земляные без обделки	0,040	0,030	0,020
Деревянные	0,016	0,015	0,012
Кирпичные канавы	0,017	0,015	0,013
Каменно-керамические, бетонные трубы и кирпичные коллекторы .	0,015	0,013	0,011
Бутовые	0,025	0,020	0,017
Мощенные откосы	0,030	0,025	0,020

16. Расчет по таблицам

Производство гидравлического расчета труб благодаря наличию подробных таблиц¹ не представляет в настоящее время никаких затруднений.

При проектировании малой канализации часто приходится производить только поверочный расчет труб, для чего можно пользоваться табл. 9; для большинства случаев практики таблица эта вполне достаточна.

17. Аналитический способ расчета

Аналитический способ расчета является самым точным, но зато и самым сложным. При этом способе лучше всего пользоваться вспомогательными таблицами, позволяющими путем перемножения цифр определить среднюю скорость потока.

Гидравлический радиус изменяется с изменением наполнения и равен некоторой части диаметра, т. е. $R = \alpha D$. Подставляя в формулу:

$$v = 77 R^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

¹ Инж. Г. Л. Зах. Таблицы для расчета канализационных коллекторов по формуле Маннинга, 1932.

Его же, Гидравлические основы расчета канализационных сетей, 1935.

Инж. А. А. Лукнянх и И. В. Бородин, Таблицы для расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле Маннинга, 1932.

2 Зах. 171. В. Копылов

Расходы и скорости круглых канализационных труб

i	0,002		0,003		0,004		0,005		0,006		0,007		0,008		0,010		0,012		0,015	
D	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
Н а п о л н е н и е 0,5D																				
125	2,00	0,34	2,57	0,42	2,98	0,48	3,35	0,54	3,64	0,59	3,93	0,64	4,20	0,68	4,70	0,76	5,16	0,84	5,77	0,94
150	3,41	0,39	4,18	0,47	4,82	0,55	5,39	0,61	5,92	0,67	6,40	0,72	6,82	0,77	7,62	0,86	8,39	0,95	9,37	1,06
200	7,38	0,47	9,04	0,57	10,42	0,66	11,58	0,74	12,75	0,81	13,18	0,88	14,40	0,94	16,40	1,05	18,10	1,15	20,10	1,28
250	13,46	0,55	16,50	0,67	18,50	0,75	21,30	0,86	23,40	0,94	25,20	1,02	26,95	1,09	30,00	1,22	32,70	1,33	36,60	1,49
300	21,70	0,61	26,50	0,75	30,60	0,86	34,30	0,97	37,50	1,06	40,70	1,14	43,55	1,23	48,50	1,37	53,10	1,50	59,40	1,68
350	32,70	0,68	40,00	0,88	46,20	0,96	51,50	1,07	56,80	1,18	61,10	1,27	65,50	1,36	73,70	1,53	72,90	1,66	89,50	1,86
400	46,50	0,74	57,20	0,91	66,00	1,05	73,60	1,17	80,50	1,28	87,90	1,39	93,10	1,48	104,40	1,66	114,40	1,82	127,60	2,03
450	63,70	0,80	78,00	0,98	89,90	1,13	101,10	1,27	110,60	1,39	119,40	1,50	127,30	1,60	142,50	1,79	156,80	1,97	175,10	2,20
500	84,50	0,86	103,20	1,05	119,90	1,22	133,60	1,36	146,40	1,49	158,20	1,61	169,00	1,72	189,60	1,93	207,50	2,11	231,90	2,36
Н а п о л н е н и е 0,6D																				
125	2,83	0,37	3,46	0,45	4,00	0,52	4,46	0,58	4,92	0,64	5,31	0,69	5,64	0,73	6,31	0,82	6,90	0,90	7,70	1,01
150	4,55	0,41	5,65	0,51	6,41	0,58	7,19	0,65	7,86	0,72	8,50	0,77	9,08	0,83	10,18	0,92	11,20	1,01	12,47	1,13
200	9,85	0,50	12,00	0,61	14,00	0,71	15,60	0,79	17,18	0,87	18,50	0,94	19,70	1,00	22,00	1,12	24,50	1,23	27,10	1,38
250	17,90	0,58	21,80	0,71	24,55	0,80	28,20	0,92	30,70	1,01	33,40	1,09	35,60	1,16	40,00	1,30	43,80	1,43	49,00	1,60
300	29,10	0,66	35,50	0,81	41,10	0,93	46,00	1,04	50,40	1,14	54,40	1,23	58,10	1,31	65,00	1,47	71,20	1,61	79,60	1,80
350	44,10	0,73	53,70	0,89	62,20	1,03	69,50	1,15	76,70	1,27	82,70	1,37	88,20	1,46	98,40	1,63	108,10	1,79	120,80	2,00
400	62,30	0,80	75,50	0,97	87,20	1,12	98,10	1,26	107,50	1,38	116,00	1,49	123,80	1,59	138,60	1,78	151,90	1,95	169,80	2,18
450	85,80	0,86	104,70	1,05	121,70	1,22	135,60	1,36	148,60	1,49	160,60	1,61	171,50	1,72	192,50	1,93	210,40	2,11	235,40	2,36
500	114,60	0,93	140,50	1,14	161,50	1,31	179,90	1,46	198,40	1,61	213,20	1,73	228,00	1,85	255,10	2,07	278,00	2,26	313,10	2,54

Примечание. Принятые обозначения: D — диаметр трубы в мм; i — уклон; q — расход в л/сек; v — скорость в м/сек; Скорости и уклоны, соответствующие цифрам в рамке, недопустимы.

значение $R = aD$, получим формулу вида:

$$v = bD^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}. \quad (3)$$

Площадь живого сечения трубы составляет некоторую часть площади поперечного сечения всей трубы, т. е.

$$\omega = cD^2. \quad (4)$$

Значение приведенных в формулах величин b , $\sqrt{i}$ и c приведены в табл. 10—12.

Таблица 10

Значения b для определения скорости при разных наполнениях по формуле

$$v = bD^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

Наполнение	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0D	0,00	2,71	4,30	5,61	6,79	7,85	8,83	9,74	10,62	11,55
0,1D	12,24	13,00	13,74	14,44	15,15	15,78	16,42	17,03	17,63	18,63
0,2D	18,78	19,32	19,86	20,38	20,90	21,39	21,87	22,35	22,80	23,28
0,3D	23,69	24,12	24,47	24,95	25,34	25,76	26,11	26,48	26,85	27,23
0,4D	27,54	27,87	28,20	28,52	28,83	29,14	29,43	29,72	30,00	30,27
0,5D	30,53	30,78	31,03	31,27	31,51	31,73	31,94	32,16	32,36	32,55
0,6D	32,73	32,91	33,09	33,25	33,41	33,55	33,70	33,83	33,96	34,07
0,7D	34,17	34,28	34,37	34,46	34,53	34,60	34,66	34,71	34,75	34,77
0,8D	34,79	34,80	34,80	34,79	34,76	34,73	34,67	34,61	34,53	34,43
0,9D	34,32	34,19	34,04	33,86	33,66	33,43	33,15	32,82	32,41	31,86
1,0D	30,53	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Вторая величина в формуле $v = bD^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$, т. е. $D^{\frac{2}{3}}$, определяется из табл. 13.

Таблица 11

Значения $\sqrt{i}$

Уклон	0	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009
0,001	0,0316	0,0332	0,0346	0,0361	0,0374	0,0387	0,0400	0,0412	0,0424	0,0436
0,002	0,0447	0,0458	0,0469	0,0480	0,0490	0,0500	0,0510	0,0520	0,0529	0,0539
0,003	0,0548	0,0557	0,0566	0,0575	0,0583	0,0592	0,0600	0,0608	0,0616	0,0625
0,004	0,0633	0,0640	0,0648	0,0656	0,0663	0,0671	0,0678	0,0686	0,0693	0,0700
0,005	0,0707	0,0714	0,0721	0,0728	0,0735	0,0742	0,0748	0,0755	0,0762	0,0768
0,006	0,0775	0,0781	0,0787	0,0794	0,0800	0,0806	0,0812	0,0819	0,0825	0,0831
0,007	0,0837	0,0843	0,0849	0,0854	0,0860	0,0866	0,0872	0,0878	0,0883	0,0889
0,008	0,0894	0,0900	0,0906	0,0911	0,0917	0,0922	0,0927	0,0933	0,0938	0,0943
0,009	0,0949	0,0954	0,0959	0,0964	0,0970	0,0975	0,0980	0,0985	0,0990	0,0995
0,010	0,1000	0,1049	0,1095	0,1140	0,1183	0,1225	0,1265	0,1304	0,1342	0,1378
0,020	0,1414	0,1449	0,1483	0,1517	0,1549	0,1581	0,1612	0,1643	0,1673	0,1703

Таблица 12

Значения c для определения площади живого сечения круглой трубы при разных наполнениях из формулы $\omega = cD^2$

Наполнение	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0D	0,000	0,0013	0,0037	0,0069	0,0105	0,0147	0,0192	0,0242	0,0294	0,0350
0,1D	0,0409	0,0470	0,0534	0,0600	0,0668	0,0739	0,0811	0,0885	0,0961	0,1039
0,2D	0,1118	0,1199	0,1281	0,1365	0,1449	0,1535	0,1623	0,1711	0,1800	0,1890
0,3D	0,1982	0,2074	0,2167	0,226	0,236	0,245	0,255	0,264	0,274	0,284
0,4D	0,293	0,303	0,313	0,323	0,333	0,343	0,353	0,363	0,373	0,383
0,5D	0,393	0,403	0,413	0,423	0,433	0,443	0,453	0,463	0,472	0,482
0,6D	0,492	0,502	0,512	0,521	0,531	0,540	0,550	0,559	0,569	0,578
0,7D	0,587	0,596	0,605	0,614	0,623	0,632	0,641	0,649	0,657	0,666
0,8D	0,674	0,682	0,689	0,697	0,704	0,712	0,719	0,725	0,732	0,738
0,9D	0,745	0,750	0,756	0,761	0,766	0,770	0,775	0,779	0,782	0,784
1,0D	0,785	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Значения D^2 см. табл. 13.

Пример. Предположим, что мы имеем расход 20 л/сек и уклон 0,006. По табл. 9 принимаем диаметр трубы 250 мм. Так как при наполнении 0,5D и уклоне 0,006 эта труба пропускает расход 23,4 л/сек при скорости 0,94 м/сек, то, следовательно, мы будем иметь наполнение меньше 0,5D.

Примем наполнение равным 0,45D. Тогда по табл. 10, 11 и 12 скорость:

$$v = 29,14 \cdot 0,397 \cdot 0,0775 = 0,90 \text{ м/сек.}$$

Площадь живого сечения:

$$\omega = 0,343 \cdot 0,250^2 = 0,0214 \text{ м}^2.$$

Расход:

$$q = \omega v = 0,0214 \cdot 0,90 = 0,0193 \text{ м}^3/\text{сек} = 19,3 \text{ л/сек,}$$

т. е. немного меньше 20 л/сек.

Принимаем наполнение 0,46D. Аналогичным расчетом получаем расход 20 л/сек при скорости 0,91 м/сек; следовательно, точное наполнение будет равно 0,46D.

18. Расчет напорных труб

Расчет напорных труб как от насосных станций, так и для дюкеров совершенно аналогичен расчету самотечных труб при полном наполнении. Уклон i в случае расчета напорных труб называется кпотерей напора на единицу длины трубы».

Из табл. 10 и 12 видно, что при полном заполнении труб скорость в трубе точно равна скорости при половинном ее наполнении, а расход ровно в два раза больше. Поэтому для предварительных расчетов мы можем воспользоваться табл. 9, принимая расход в два раза меньше расчетного.

Так как напорная труба работает полным сечением, то гидравлический радиус и площадь живого сечения для данного диаметра есть величины постоянные. Поэтому лучше всего для расчета напорных труб пользоваться следующими формулами:

$$v = \varphi \sqrt{i}; \quad (5)$$

где

$$\varphi = \frac{R^{\frac{2}{3}}}{n}$$

или

$$i = \frac{v^2 n^2}{R^{\frac{4}{3}}} = \alpha v^2, \quad (6)$$

где

$$\alpha = \frac{n^2}{R^{\frac{4}{3}}}.$$

Так как

$$v = \frac{q}{\omega},$$

то

$$i = \frac{\alpha q^2}{\omega^2} = \beta q^2. \quad (7)$$

Значения коэффициентов β , α и φ приведены в табл. 13.

Таблица 13

Значения коэффициентов β , α , φ и γ для расчета напорных труб по формулам

$$i = \beta q^2 = \alpha v^2; \quad v = \varphi \sqrt{i}; \quad l = \gamma \xi$$

Диаметр D в мм	β	α	φ	γ	Площадь трубы ω в м ²	D^2	$D^{\frac{2}{3}}$
50	15 170	0,05830	4,14	0,874	0,00196	0,0025	0,136
75	1 736	0,03393	5,43	1,50	0,00442	0,00563	0,178
100	373	0,02305	6,53	2,22	0,00785	0,01	0,216
125	113,6	0,01715	7,64	2,97	0,01227	0,01563	0,250
150	43,3	0,01347	8,62	3,79	0,01767	0,0225	0,282
200	9,27	0,00916	10,45	5,56	0,03142	0,04	0,342
250	2,82	0,00680	12,12	7,49	0,04909	0,0625	0,397
300	1,066	0,00533	13,69	9,55	0,07069	0,09	0,448
350	0,469	0,00435	15,16	11,71	0,09600	0,1225	0,497
400	0,280	0,00364	16,58	14,00	0,12570	0,16	0,543
450	0,1228	0,00311	17,93	16,39	0,15910	0,2025	0,587
500	0,0699	0,00270	19,25	18,89	0,19630	0,25	0,630

При больших скоростях местные сопротивления могут составить значительную долю общих сопротивлений, а потому их следует подсчитывать по формуле:

$$h = \xi \frac{v^2}{2g}. \quad (8)$$

Ориентировочные значения ξ для разных случаев приведены в табл. 14.

Таблица 14

№ п/п	Наименование „местного препятствия“	Коэффициент сопротивления ξ
1	Вход в трубу без воронки	0,5
2	То же с воронкой	0,1
3	„ „ с конусом	0,25
4	Колено 90°	0,5
5	Отвод 45°	0,07
6	„ 30°	0,045
7	„ 15°	0,022
8	Тройник прямой (90°)	1,5
9	„ „ косою (45°)	0,5
10	Резкий поворот 90°	1,0
11	„ „ 45°	0,18
12	Обратный клапан (60°)	3,2
13	Косое соединение (штанообразное)	1,0
14	Ответвление (тройник):	
	а) в прямом направлении	1,0
	б) в направлении ответвления	2,0
15	Выход в бак, реку и пр.	1,0
16	Переходной конус (расходящийся) 65 × 100	$\left. \begin{array}{l} \text{по отношению} \\ \text{к большому} \\ \text{диаметру} \end{array} \right\}$
17	„ „ „ 65 × 125	
18	„ „ „ 65 × 150	
19	„ „ „ 100 × 200	
20	„ „ (сходящийся) 100 × 75	
21	„ „ „ 125 × 75	
22	„ „ „ 150 × 75	
23	„ „ „ 200 × 100	

Местные сопротивления можно перевести в эквивалентную длину трубопровода данного диаметра по формуле:

$$l = \gamma \xi, \quad (9)$$

где γ принимается по табл. 13.

Действительно:

$$h = il = \xi \frac{v^2}{2g}.$$

Так как по формуле (5)

$$i = \frac{v^2}{\varphi^2},$$

то

$$l = \xi \frac{v^2 \varphi^2}{2g v^2}$$

при

$$\xi = 1; \quad l = \gamma = 0,051 \varphi^2.$$

Пользуясь табл. 13 и 14, а также формулами (9) и (7), можно все сопротивления трубопровода выразить формулой вида:

$$h = l \beta q^2 = A q^2,$$

где A — величина постоянная для данного трубопровода (см. примеры на стр. 54, 64 и 144).

19. Расчет лотков и канав

Лотки и канавы рассчитываются по тем же формулам Маннинга и Куттера, которые приведены выше (стр. 15). Коэффициент шероховатости берется из табл. 8. Таким образом подсчет площади живого сечения и гидравлического радиуса не составляет особенного труда. Наполнение при заданном уклоне определяется путем последовательного приближения. Уклон проверяется полученной скоростью, которая не должна быть меньше величин, приведенных выше (стр. 16).

Для предварительного определения размеров лотков поступают следующим образом: по заданному расходу и уклону, пользуясь табл. 9, определяют диаметр керамической трубы, а сечение деревянных лотков определяют по равновеликой площади, пользуясь приведенными ниже данными.

Размеры в мм

Круглые (диаметры)	125	150	200	250	300	350	400	450
Квадратные (стороны)	111	133	177	222	266	311	396	444
Треугольные (стороны)	165	198	263	330	395	461	527	592

Сечение лотков принимается прямоугольное и реже треугольное; сечение канав: для кирпичных — прямоугольное, для бутовых с откосами — $1:1\frac{1}{4}$, для земляных с мощеными стенками — с откосами $1:1$, для земляных с одерновкой — чаще всего с откосами $1:1\frac{1}{2}$.

Минимальная скорость для канав — $0,40-0,50$ м/сек:

Обычный уклон — $0,002-0,005$.

20. Безрасчетные трубы.

Разница в стоимости прокладки каменно-керамических труб малых диаметров весьма незначительна; так например, стоимость укладки 1 м труб 150 мм вместо труб 125 мм выше на 2 р. 58 к., а труб 200 мм вместо труб 150 мм — на 4 р. 59 к.¹ Между тем трубы большого диаметра менее подвержены закупорке. Поэтому в практике канализации наименьший диаметр труб для дворовой и внутриквартальной сети принимается в 125 мм, а для уличных труб — в 150 и 200 мм.

Из табл. 7 мы видели, что эти трубы могут пропустить значительный расход. Поэтому в тех случаях, когда расход сточных вод меньше величины, дающей расчетное наполнение (т. е. $0,5-0,6 D$), расчет труб не производится (или делается только проверочный расчет), а берутся трубы наименьшего диаметра без расчета скорости и наполнения. Для создания же самоочищающих скоростей практика установила, некоторые предельные уклоны, ниже которых идти не следует (недопустимые уклоны и соответствующие им расходы и скорости в табл. 9 взяты в рамку); применение этих уклонов может быть допущено лишь в крайних случаях с разрешения утверждающих инстанций.

¹ Для Москвы при глубине 2,0 м — «Справочник укрупненных сметных норм», 1938.

ИНФИЛЬТРАЦИЯ И ЭКСФИЛЬТРАЦИЯ

21. Инфильтрация грунтовых вод в трубы

В тех случаях, когда канализационные трубы укладываются ниже уровня грунтовых вод, следует обратить самое серьезное внимание на возможную инфильтрацию грунтовых вод в трубы. Инфильтрация оказывает отрицательное влияние на работу и состояние всех канализационных сооружений, а именно:

1) для трубопроводов непроизводительно занимает некоторую площадь расчетного сечения;

2) для насосных станций — требует увеличения расхода электроэнергии, а иногда и увеличения мощности агрегатов;

3) для очистных сооружений — вызывает не только потребность в увеличении их пропускной способности, но вследствие более низкой температуры нарушает нормальный ход биологических процессов очистки.

Кроме того более или менее значительная инфильтрация вместе с грунтовыми водами наносит в сеть грунт, что может вызвать просадку и более частую заужорку сети со всеми вытекающими отсюда техническими и санитарными осложнениями и дополнительными расходами по эксплуатации сети.

Наконец инфильтрация грунтовых вод через стенки бетонных труб может разрушить эти трубы вследствие выщелачивания извести, являющейся составной частью цемента.

Проникновение грунтовых вод в трубы происходит главным образом через неплотности стыковых соединений, вызванные или плохим качеством заделки стыка, или последующим повреждением стыка (например из-за неправильной засыпки). Просачивание воды через стенки труб, уложенных ниже уровня грунтовых вод, может иметь место: а) при укладке гончарных, плохо глазурированных труб; б) в случае изготовления бетонных труб из неплотного бетона; в) при плохом качестве кирпича или бетона для смотровых колодцев.

У нас в Союзе и особенно за границей поступление грунтовых вод в трубы довольно часто вызывалось разрушением последних вследствие недостаточной их прочности.

При укладке труб ниже уровня грунтовых вод следует прежде всего правильно выбрать форму стыкового соединения труб и материал заделки, а укладку труб вести в траншее, со дна которой совершенно удалена вода. Для раструбных труб лучшим стыком следует признать асфальтовый. Если в силу необходимости приходится делать цементный стык, то исключительное значение приобретает здесь прочное неподвижное основание под трубу, так как недостатком цементного стыка является его большая жесткость.

Перед сдачей в эксплуатацию участков сети, уложенных ниже уровня грунтовых вод, следует измерить количество инфильтрационной воды. Производится это следующим способом: верхний

конец исследуемого участка заглушается путем постановки пробки, а в колодце на нижнем конце устанавливается поперек трубы (или лотка в колодце) полукруглый щиток с отверстием, в которое вставляется короткая (5—10 см) трубка диаметром 12 мм. Отверстие делается несколько ниже верха щитка, с тем, чтобы за щитком мог образоваться некоторый напор. Во избежание пропуска щитком воды он обмазывается снизу изнутри глиной.

Грунтовая вода, накапливаясь сзади щитка, создает напор, при некоторой величине которого, определяемой количеством инфильтрации, создается равномерное истечение из трубочки. После этого в зависимости от высоты трубки над лотком колодца или подставляют под нее вымеренное ведро, или наливают воду в такое ведро двумя ковшами попеременно.

После того как время (в секундах) наполнения водой определенного объема будет зафиксировано, нетрудно произвести уже и дальнейшие подсчеты.

Кроме указанного способа для замера инфильтрационной воды можно использовать резервуар насосной станции или отстойник на очистных сооружениях.

Замеры инфильтрации следует производить по прекращении откачки грунтовых вод и до засыпки труб в траншеях во избежание последующей перекладки их с вторичным рытьем траншей.

После определения тем или иным путем количества инфильтрационной воды его нужно выразить в каких-то единицах измерения. В литературе встречаются разные единицы измерения инфильтрата. Конференция по строительству канализации, организованная Академией коммунального хозяйства в мае 1932 г., постановила: «Для единообразия измерений установить единицу измерения количества инфильтрации в куб. метрах на километр сети в сутки».

Что же касается норм инфильтрации, то вышеуказанная конференция приняла следующую резолюцию: «Впредь до получения результатов опытных данных и непосредственных измерений установить следующие максимально допустимые количества инфильтрационной воды на километр сети в сутки:

- 1) для дворовой сети при трубах 125 и 150 мм — 10 м³;
- 2) для уличной сети всех диаметров: а) керамических — 30 м³; б) бетонных — 40 м³, причем в отдельных пролетах размер инфильтрации не должен превышать 50 м³;
- 3) для кирпичных каналов — 10 м³.

Примечание. Указанные размеры устанавливаются при условии напора грунтовых вод не свыше 4,0 м, считая от горизонта грунтовых вод до лотка трубы. В случае превышения высоты напора на каждый добавочный метр указанные размеры соответственно повышаются на 10%.

При проектировании инфильтрацию не учитывать».

При установлении этих норм исходили из предположения, что дворовая сеть, как заложенная на небольшой глубине, должна давать значительно меньшее количество инфильтрационной воды, чем более глубокая уличная сеть. Глазурованные же керамические трубы более водонепроницаемы, чем бетонные, а потому норма для первых несколько понижена.

22. Эксфильтрация из канализационных труб

Эксфильтрацией или дефильтрацией в противоположность инфильтрации называется проникновение сточных вод из труб в окружающий грунт.

Эксфильтрация имеет отрицательное значение главным образом в санитарном отношении, заражая сточными водами грунт и ниже лежащие слои грунтовых вод, которые в некоторых случаях могут служить источником водоснабжения.

Эксфильтрация имеет место при плохой заделке швов или при расстройстве стыковых соединений в случае засорения, когда сеть выше места засорения находится под напором, а горизонт грунтовых вод — ниже уровня воды в трубах. В некоторых случаях при недостаточных диаметрах труб канализационная сеть работает под напором, что также может вести к эксфильтрации. В этих случаях нельзя надеяться на то, что крупные вещества сточных вод затыкнут отверстия и тем самым прекратят эксфильтрацию.

Если эксфильтрация сточных вод будет происходить в значительных количествах, то при малых нормах водоотведения концентрация стоков может настолько повыситься, что при малых уклонах их трудно будет транспортировать самотеком, что, например, пришлось наблюдать автору в 1926 г. в одном рабочем поселке при фабрике в Ногинске Московской области.

Для предотвращения эксфильтрации, а также для проверки качества стыков труб, уложенных выше горизонта грунтовых вод, полезно произвести испытание труб перед их засыпкой. Один из возможных способов такого испытания заключается в следующем. В верхнем конце испытуемого участка ставят заглушку; такую же заглушку ставят и в нижнем колодце на выходящей из этого колодца трубе. Затем трубы и колодец наполняют водой на высоту около 1,0 м над шельгой¹ трубы, отмечают стыки, которые слезают, спускают воду и исправляют места течи.

Если колодцы еще не выложены, то участок заглушается снизу, а сверху устанавливается колено в 90° из керамических труб и стояк (до уровня земли), в который и наливается вода.

По понижению уровня воды в стояке или колодце можно вычислить объем эксфильтрации в определенное время и привести его к принятой для инфильтрации единице измерений. По вопросу эксфильтрации на заседании НТС сектора санитарной техники Академии коммунального хозяйства 16 июня 1936 г. (протокол № 16) принято следующее решение:

«1) считать недопустимой эксфильтрацию сточных вод из канализационных труб в тех случаях, когда имеется опасность заражения источников питьевого водоснабжения или водоснабжения для лечебных целей;

2) перед засыпкой канализационных труб, заложенных выше уровня грунтовых вод, надлежит производить испытание труб на эксфильтрацию чистой воды при статическом напоре в среднем

¹ Наивысшая точка сечения трубы.

1,0 м над шельгой трубы на интервале между двумя смежными колодцами;

3) установить единицу измерений количества эксфильтрационной воды в куб. метрах на 1 км труб в сутки;

4) впредь до получения результатов опытных данных и непосредственных измерений установить при испытании уложенных труб максимально допустимые количества эксфильтрации чистой воды в куб. метрах на 1 км труб в сутки в размере 70% от норм инфильтрации, принятых на конференции АҚХ по строительству канализации в мае 1932 г., а именно:

а) для дворовой сети при трубах диаметром 125 и 150 мм — 7 м³;

б) для уличной сети всех диаметров: 1) каменно-керамических — 20 м³; 2) бетонных и железобетонных — 30 м³;

в) для кирпичных каналов — 7 м³;

5) в отдельных случаях приведенные нормы эксфильтрации могут быть изменены по согласованию с Госсанинспекцией в соответствии с местными условиями и состоянием грунтовых вод».

Глава VI

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ

23. Трассировка сети в плане

Для проектирования сети необходимо иметь план участка или канализуемой территории в масштабе 1:500 — 1:1000 с горизонталями через 0,5—1,0 м. На плане должны быть нанесены все существующие и проектируемые здания с их экспликацией, проезды, дорожки, зеленые насаждения и водопровод.

Если канализуемая территория уже частично канализована, то необходимо получить план и профили существующей канализации и описание ее технического состояния, для того чтобы можно было судить, какие участки труб можно оставить, а какие придется переложить.

Трассировку сети начинают с мест, где существующие здания должны быть канализованы в первую очередь и где они расположены наиболее густо.

Рельеф местности указывает общее направление стоков, которого в основном и следует придерживаться.

Трассу линий ведут параллельно зданиям по проездам и дорожкам, избегая прокладки трубопроводов по малодоступным местам и зеленым насаждениям. Если это неизбежно, то колодцы нужно располагать возле проездов с тем условием, чтобы они всегда были доступны для осмотра и прочистки сети.

При прокладке линий по зеленым насаждениям следует избегать мелких заложений (например менее 2,0 м), иначе корни растений могут прорасти в трубы. Если мелкого заложения избежать нельзя, то нужно класть трубы на асфальтовых стыках с обмазкой стыка

с наружной стороны жирным цементным раствором. В крайних случаях возможна укладка чугунных труб.

Трассировку линий в плане необходимо вести с учетом местоположения очистных сооружений или насосной станции. Так, например, если очистные сооружения располагаются ниже канализуемой территории, а подача на них всех сточных вод самотеком невозможна, то нужно проработать вариант с разделением канализуемой территории на две зоны: верхнюю и нижнюю, передавая сточные воды верхней зоны самотеком, а нижней — с перекачкой. Это бывает выгодно, если на самотек можно выделить более или менее значительное количество сточных вод.

Иногда устройство перед очистными сооружениями дюкера дает возможность избежать устройства станции перекачки.

При сравнении вариантов начертания сети подсчитывают длину линий и число смотровых колодцев. Если хотят сделать более детальное сравнение, то подсчитывают еще объем земляных работ.

Эти подсчеты дают возможность сравнить строительную стоимость вариантов. Эксплуатационные затраты зависят от отложений в трубах, которые тем больше, чем меньше скорости потока. Так как при данном расходе скорость зависит главным образом от уклона, то при сравнении вариантов, где отдельные ветки уложены с разными уклонами, нужно подсчитать «приведенные» или «эквивалентные» уклоны, которые определяются из формулы:

$$i_{np} = \frac{i_1 l_1 + i_2 l_2 + \dots + i_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (10)$$

где i и l соответствуют уклону и длине отдельных участков.

При пересечении водопроводных труб следует располагать канализационную трубу ниже водопроводной; в противном случае канализационная труба должна быть чугунной на интервале не менее 4,0 м по обе стороны водопроводной трубы.

Точно так же следует избегать прокладки канализационных труб в расстоянии ближе 30—50 м от артезианских скважин (в зависимости от грунтов) или же прокладывать чугунные трубы.

24. Составление профилей сети

После того как трассировка сети в плане будет закончена, приступают к вычерчиванию профилей по трассам трубопроводов.

Профили вычерчиваются в одинаковом масштабе с планом, т. е. горизонтальный 1 : 500—1 : 1000; вертикальный же масштаб обычно увеличивают в 10 раз, т. е. 1 : 50—1 : 100. Самый мелкий масштаб для профилей допускается 1 : 2000 горизонтальный и 1 : 200 — вертикальный.

Направление профиля должно соответствовать тому направлению, которое данный трубопровод имеет на плане; например, если линия на плане идет, понижаясь справа налево, то и на чертеже профиля она должна идти, понижаясь в том же направлении; если линии на плане идут примерно в меридиональном направлении, то профиль следует вычерчивать снизу вверх.

Черный профиль, т. е. профиль поверхности земли, вычерчивают, проставляя расстояния временно в графе «промежуточные расстояния» (рис. 3). Затем на профиль наносятся места, где местоположение колодцев уже зафиксировано выпусками из зданий, боковыми присоединениями или поворотами линий. Далее наносятся пересекаемые линии водопровода или иные подземные препятствия и отметки глубоких выпусков из зданий. После этого в соответствующих местах надписываются расходы сточных вод и наименование улиц, если трасса проходит по улицам поселка.

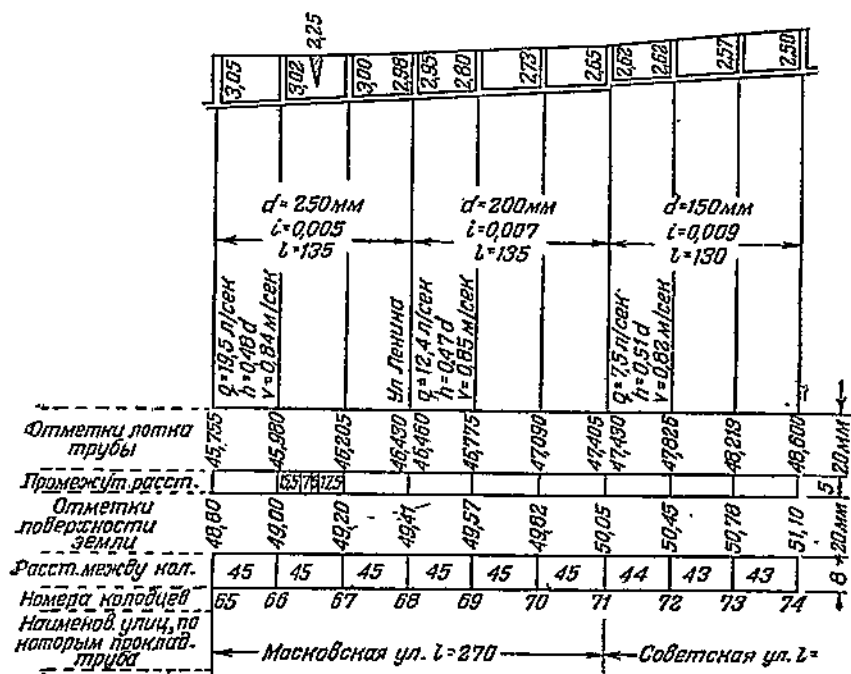


Рис. 3. Профиль самотечного трубопровода.

Подготовив таким образом профиль, приступают к нанесению «красной линии», т. е. лотка проектируемых труб. Проектирование начинают с наиболее критических мест, т. е. с тех, где уклон местности очень мал, в местах резкого перелома профиля, перехода через ручей, овраг, канаву, глубокого бокового присоединения и т. п. Имея с одной стороны, естественный уклон местности, а с другой, — диктующие точки заложений, проектировщик разбивает линию на участки, придерживаясь следующих основных правил: а) участки с однообразным уклоном должны быть по возможности длиннее, чтобы проще были постройка и разбивка линии; б) нежелательно дробить диаметры, т. е. чем меньше число различных диаметров труб, тем лучше. В местах, где расход сточных

вод увеличивается значительно, в большинстве случаев приходится менять диаметр. Параллельно с этим ведется и гидравлический расчет труб.

Во время проектирования необходимо стремиться к тому, чтобы скорости в трубах были более или менее равны, что в малой канализации достигается однообразным уклоном на всем протяжении трубопроводов или, что лучше, созданием вогнутого профиля, т. е. несколько большего уклона в верховьях. При соблюдении этих условий значительно облегчается последующая эксплуатация сети.

На плоских горизонтальных участках там, где линия прокладывается с минимальным уклоном или местность имеет в верховьях труб обратный уклон по отношению к направлению трубопроводов, начальное заложение труб влияет на глубину заложения всей последующей линии. Поэтому такие места должны быть тщательно обследованы в натуре с целью возможности максимального поднятия верхнего конца трубопровода. Это может быть достигнуто переделкой выпуска на нагорную сторону здания или подсыпкой земли над трубами. В последнем случае необходимо, чтобы подсыпка не мешала движению, стоку поверхностных вод, не портила общего вида и т. п.

Минимальная глубина заложения труб принимается исходя из условий прочности на раздавливание, и в зависимости от глубины канализуемых подвалов. При временной канализации и при подходе к очистным сооружениям трубы и лотки иногда прокладываются на поверхности земли. В местах с суровым климатом их обычно утепляют зимой, покрывая соломенными матами и щитами; лучше всего утепляет навоз (конский).

По нанесении красной линии высчитываются отметки лотков обязательных колодцев. Расстояния между этими колодцами разбиваются на равные интервалы с округлением их до 0,5—1,0 м в пределах 40—50 м. Это и будут места промежуточных колодцев.

Затем расстояния между колодцами переносятся в нижнюю графу (рис. 3), а расстояния, проставленные в графе «промежуточные расстояния», вычищаются и заменяются в нужных местах цифрами расстояний от ближайших смотровых колодцев до промежуточных точек.

Имея зафиксированные места смотровых колодцев, интерполяцией или по масштабу (с точностью до 1 см) берут отметки поверхности земли (черные) в местах колодцев и проставляют их на профиле в соответствующую графу.

Отметки лотков вычисляются по уклону и расстоянию с точностью до 1 мм.

После этого высчитывают глубины заложения лотков смотровых колодцев (с точностью до 1 см) и наносят их на профиль, проставляют номера колодцев, делают соответствующие надписи (диаметры, уклоны, расстояния, масштаб, заголовок и т. п.) и на этом проект заканчивают.

Пояснительная записка по канализационной сети должна быть очень краткой, так как самый профиль должен быть вычерчен так, чтобы он давал ответы на все вопросы и был понятен без всяких

пояснений. В записке нужно привести «ведомость труб», если протяжение их более или менее значительно, т. е. общую длину труб по диаметрам и число смотровых колодцев.

25. Сопряжение трубопроводов

Гидравлическим уклоном при расчете труб считается уклон поверхности жидкости. Между тем при проектировании и постройке канализационной линии приходится иметь дело с уклоном лотка труб.

Для перехода от одного уклона к другому в колодцах, где расход разнится значительно, сравнивают горизонты жидкости при разных наполнениях, определяемых расчетом. Получающуюся же разность отметок лотков труб разгоняют по лотку в колодце.

Безрасчетные трубы обычно соединяются шельга в шельгу; однако в тех случаях, когда уклон труб незначителен, во избежание больших заложений соединяют предельные расчетные горизонты или соединяют трубы центр в центр. В малой канализации лучше всего соединять трубы шельга в шельгу, так как диаметры их незначительны.

Сопряжение труб ни при каких условиях нельзя делать с порогом, так как это способствует отложениям впереди порога, загниванию осадков и т. п.; тем более нельзя устраивать каких-либо приямков или осадочников в колодцах.

В тех случаях, когда пологая местность переходит в большой уклон, часто по расчету можно было бы перейти с большего диаметра на меньший; однако на малых трубах (диаметром менее 300 мм) делать это не рекомендуется, так как в таких местах возможны засорения.

26. Составление рабочих чертежей канализационной сети

Перед составлением рабочих чертежей сети нужно внимательно обследовать внутреннюю канализацию зданий (если она имеется), особенно подвалов, для того чтобы точно определить места стояков, а следовательно, и выпусков из зданий. Если внутренняя канализация построена давно, то следует выяснить, насколько она соответствует современным техническим условиям¹, т. е. может ли она быть оставлена без переделок.

Если в здании были люфт-клозеты, то нужно определить, можно ли в этих помещениях установить унитазы со смывными бачками, т. е. с подведением воды, так как эти помещения во избежание замерзания водопроводных труб должны быть теплые.

¹ СТ 13
НККХ РСФСР «Технические условия и нормы на проектирование внутренних канализаций жилых, административных и общественных зданий», «Бюллетень НККХ РСФСР» № 19—20, 1939.

Наконец, если здания обслуживались наружными уборными, то вместе с представителем от администрации канализуемого объекта нужно обойти все здания, подлежащие канализованию, и решить, где должны быть выделены места для уборных и для установки прочих санитарных приборов. Эта работа должна быть закреплена актом.

После этого снаружи здания мелом на стене необходимо отметить места стояков или выпусков из здания, зафиксировать местоположение выгребных ям, а затем установить, каким путем можно обойти их при трассировке сети. Так, например, если существуют выпуски в выгребные ямы или «Шамбо», то при прокладке дворовой сети нужно или перехватить выпуск колодцем между стеной дома и выгребом, или же переделать выпуск от стояка до приемного смотрового колодца, который надлежит ставить в 2—3 м от стены здания.

Если в силу необходимости придется пересекать выгреб трубами, то последние в пределах выгреба нужно уложить по железным балкам или по старым рельсам, а выгреб после дезинфекции засыпать.

При пересечении водопроводной трубы необходимо точно установить глубину ее заложения при помощи нивелировки верха трубы в двух смежных водопроводных колодцах, между которыми пересекается труба.

Выпуск следует назначать по возможности под углом 120° и не менее 90° к линии дворовой сети.

Затем необходимо поставить несколько реперов, для чего следует нарубить из уголкового железа 30×30 мм куски длиной 15—16 см, сделать в каменных цоколях или столбах шлямбуром углубление на 10 см и поставить уголок на цементном растворе ребром вверх.

Нужно следить за тем, чтобы над репером не было карниза или другого выступа, который может помешать постановке рейки для нивелирования; в крайнем случае вместо железного репера можно забить большой гвоздь в крепкий надежный столб или стену.

После того как места колодцев будут определены, нужно промерить расстояния между ними стальной лентой, делая незначительную передвижку колодцев с таким расчетом, чтобы расстояние между ними было округлено до 0,5 или 1,0 м.

Окончательные положения колодцев закрепляются колышками и засечками до углов или выступов зданий или до неподвижных предметов.

После этого по колышкам и реперам делают двойную нивелировку.

При составлении рабочего профиля руководствуются профилем технического проекта; при этом уточняют расстояния и уклоны, сопряжение трубопроводов и пр. Внизу профиля полезно вычертить развернутый план трубопровода с показанием контура близлежащих зданий, пересекаемых трубопроводов, засечек смотровых колодцев, характера покрытия проездов и пр.

Рабочий чертеж должен дать возможность любому технику или десятнику точно разбить на месте трассу сети.

ОБОРУДОВАНИЕ СЕТИ

27. Смотровые колодцы

Канализационные смотровые колодцы предназначаются для доступа к трубопроводам при их осмотре, прочистке и промывке.

Колодцы устанавливаются в следующих местах:

- 1) при изменении направления трубопроводов в плане;
- 2) при изменении сечения трубопроводов;
- 3) при изменении уклона;
- 4) на перепадах;
- 5) в местах боковых присоединений;
- 6) на прямых участках при условии, чтобы расстояние между смежными колодцами не превышало: для труб диаметром 125 мм — 35 м, а для труб диаметром от 150 до 600 мм — 50 м¹.

Колодцы, принимающие выпуски из зданий, должны отстоять от ближайшего стояка внутри здания не далее 15 м при диаметре выпуска 100 мм и не более 10 м при диаметре 50 мм.

Следует избегать постановки колодцев в пониженных местах (лощинах, канавах), где возможно скопление атмосферных вод, а также в местах, где могут быть устроены цветники, клумбы или возведены в будущем хозяйственные постройки.

Колодцы устраиваются из готовых бетонных колец (рис. 4, а), из лекального или прямого кирпича (рис. 4, б) и гораздо реже из дерева, бута и других местных материалов. Иногда колодцы устраиваются смешанной конструкции, т. е. нижняя часть из кирпича, а верхняя — из готовых бетонных колец (рис. 4, в).

Основание колодца в грунтах естественной влажности устраивается из бетона марки 70 толщиной 10—13 см, по щебеночной подготовке толщиной 5—8 см (для мокрых грунтов — до 20 см).

На основание колодца ставятся бетонные кольца или выводится кирпичная кладка внутренним диаметром 1,0 м на высоту не менее 1,8 м, считая от полук лотка, затем устанавливается кося или прямой переходной конус с 1,0 на 0,7 м высотой 0,7 м. На конус устанавливается горловина внутренним диаметром 0,7 м. Высота горловины — величина переменная в зависимости от глубины колодца.

Бетонные кольца рабочей камеры и горловины изготовляются из бетона марки 110 толщиной стенок 10 см (без арматуры) и высотой 0,7 и 0,35 м. Толщина стенок кирпичных колодцев: 12 см — для грунтов естественной влажности и при глубине колодца не более 4 м и 25 см — для мокрых грунтов и при глубине колодца в сухих грунтах более 4 м.

В мокрых грунтах колодцы должны быть оштукатурены цементным раствором 1 : 1 слоем 2 см с добавлением цезезита.

¹ СТ 23
НКСХ РСФСР "Технические условия и нормы проектирования на устройство канализационных смотровых колодцев", "Бюллетень НКХ РСФСР" № 17, 1940.

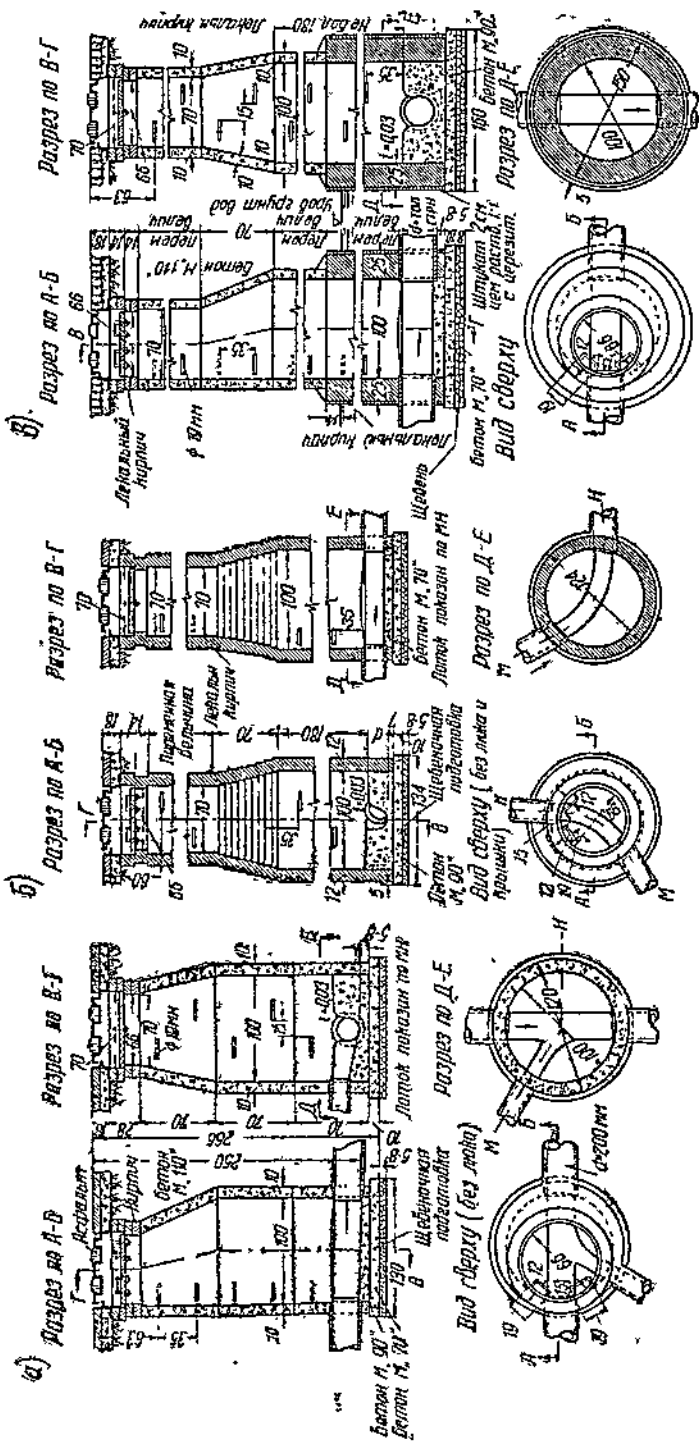


Рис. 4. Смотровые колодезы диаметром 1,0 м: *a* — колодец глубиной 2,5 м на трубах диаметром 125–200 мм; *б* — кирпичный колодец в грунтах естественной влажности для глубин до 4 м; *в* — колодец смешанной конструкции.

. Нарращивание колодца до нужной отметки в пределах высоты полукольца производится кирпичом, но не более четырех рядов, так как пять рядов, дающих высоту 35 см, можно заменить полукольцом.

Лотки колодцев набиваются бетоном марки 90 с оштукатуркой поверхности цементным раствором 1:1 и железнением.

В центре колодца между основанием и лотком должен быть слой бетона 5—8 см.

Высота лотка должна быть не менее диаметра наибольшей трубы в колодце. Для того чтобы при прочистке труб удобнее было заводить «ерш» в трубу, поворот лотка начинается, отступя от стенки колодца на полдиаметра трубы, считая по оси трубы.

Полки лотка должны иметь уклон к лотку 0,02—0,03.

Для пропуска труб внутрь колодца можно вырубить в кольце отверстие если диаметр трубы не более 200 мм; при больших диаметрах нижняя часть колодца или изготавливается на месте или отверстие оставляется заранее при изготовлении колец.

Концы труб по наружному горизонтальному диаметру должны быть заподлицо с внутренней поверхностью стенок колодца.

При благоприятных гидравлических условиях и при глубине колодца не свыше 1,5 м на трубах диаметром 125 мм можно ставить колодцы цилиндрической формы диаметром 0,7 м на всю высоту колодца (рис. 5).

Для доступа внутрь колодца устанавливаются скобы из круглого или квадратного железа диаметром 19—20 мм и шириной внутренней части скобы 15 см. В бетонных кольцах скобы устанавливаются заранее и заделываются цементным раствором; в кирпичных колодцах скобы ставятся при возведении кладки. Расстояние между скобами по высоте — 35 см или через пять рядов кирпичной кладки.

Сверху колодца ставится чугунный люк, желательно московского типа. Верх крышки люка должен быть в уровень с проезжей частью, а на непроезжей части должен возвышаться на 5 см над поверхностью земли.

Вторые крышки ставятся или на выступах кирпича, или на 4—6 скобах, устанавливаемых на уровне первой скобы для спуска-

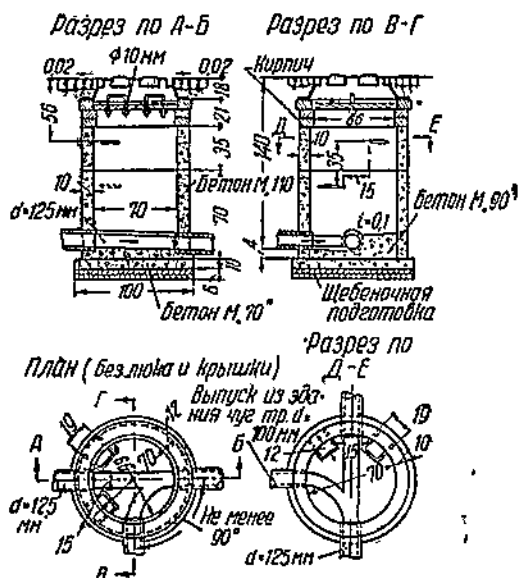


Рис. 5. Смотровой колодец диаметром 0,7 м

ния в колодец. Эти крышки устраиваются из двух половинок с ручками для открывания. Диаметр вторых крышек — 68 см.

Перепадных колодцев в малой канализации следует избегать; если же устройство их вызывается необходимостью, то следует применять один из типов, показанных на рис. 6.

Колодец с внутренним перепадом из чугунных труб устраивается для приточных труб диаметром до 200 мм включительно. Второй

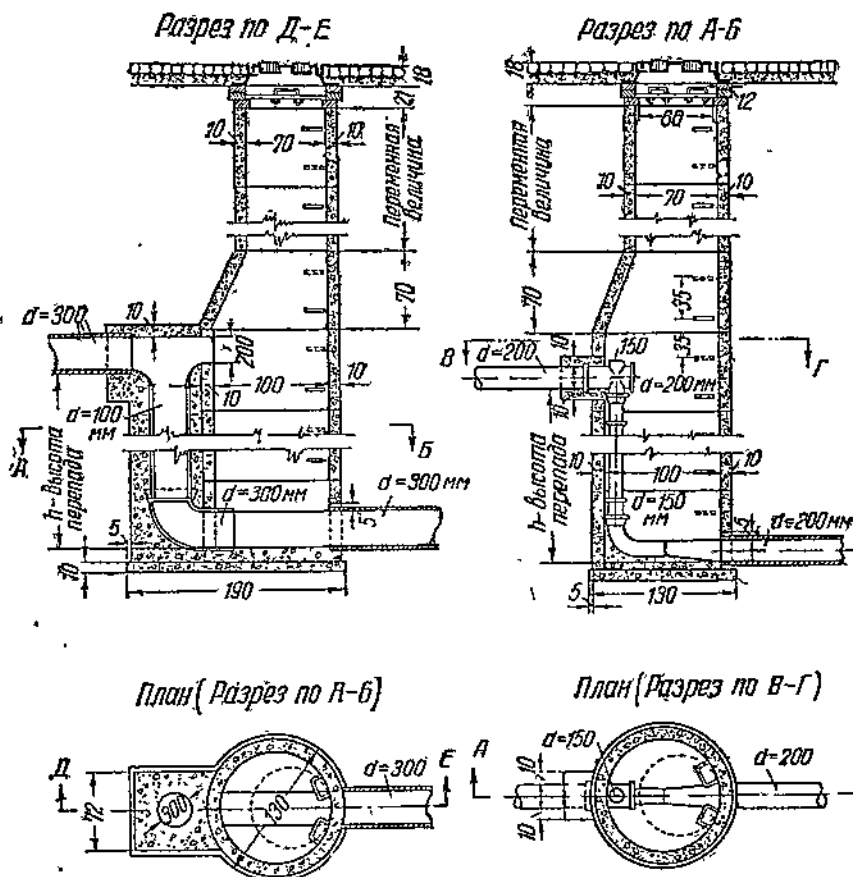


Рис. 6. Перепадные колодцы.

тип перепада, со стояком вне колодца, более рационален и может применяться на трубах диаметром до 400 мм включительно. Детали перепадных колодцев видны из чертежа.

Колодцы на крутых поворотах имеют небольшой радиус лотка, поэтому при больших скоростях вода выбрасывается на полки лотка. В этом случае нужно или устраивать два колодца рядом, поворачивая линию в каждом колодце на половину всего угла поворота, или же увеличивать высоту наружной полки лотка.

Деревянные смотровые колодцы (рис. 7) применяются во временной канализации, на дренажных линиях вне проездов и на прочих неответственных местах. Деревянные колодцы не могут устраиваться при наличии грунтовых вод, а также в местностях, заливаемых весенними или паводочными водами.

Для предохранения от проникновения в грунт сточных вод в случае засорения сети целесообразно устраивать за стенками колодца изоляционный слой глины толщиной в 30—40 см. Стенки рабочей камеры и горловины рубятся из сухого круглого леса хвойных пород или из пластин толщиной не менее 10 см. Пластины покрываются разогретой смолой.

Основание колодца делается из бетона марки 90 толщиной 10 см. Лоток и бермы выделяются так же, как и в обычных бетонных колодцах.

Деревянные колодцы в плане делают прямоугольные, размером 1,0 × 1,0 м, горловина — 0,7 × 0,7 м.

Если деревянный колодец ставится как временный на постоянной сети, то размеры его могут быть увеличены до 1,25 × 1,25 м с тем расчетом, чтобы внутри его можно было поставить обычный бетонный колодец. Срок службы деревянных колодцев — от 7 до 10 лет.

Деревянные смотровые колодцы обычно снабжаются деревянными крышками.

Бетонные и железобетонные люки для смотровых колодцев не оправдали себя на практике, так как они быстро приходят в негодность (откалываются кромки, трескаются и т. п.).

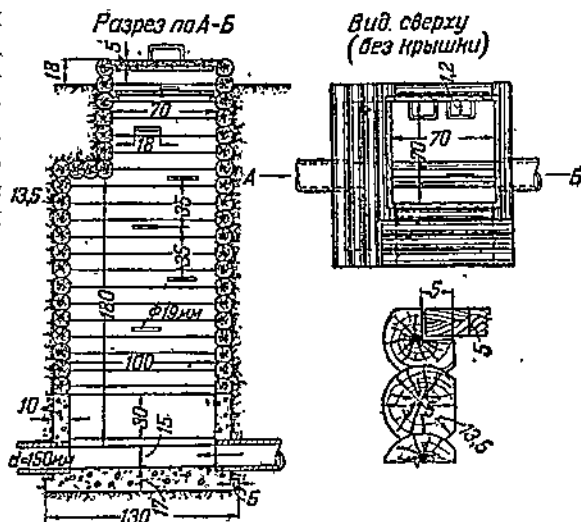


Рис. 7. Деревянный смотровой колодец.

28. Дюкеры

При переходе через водные протоки, овраги, под железными дорогами или различными трубопроводами, т. е. при невозможности проложить самотечные трубы по прямой линии им придают V-образную форму. Тогда они работают на данном участке как самотечные напорные трубы и называются дюкерами (рис. 8).

Дюкеры представляют собой дорогие, сложные в постройке и эксплуатации сооружения, почему к ним следует прибегать лишь

в крайнем случае, в особенности при устройстве малой канализации. В последнем случае вопрос осложняется еще тем, что наименьший диаметр труб дюкера принимается в 150 мм (некоторые считают даже 200 мм). Труба дюкера работает полным сечением, а потому при скорости в 0,8 м/сек необходим расход 14,2 л/сек. При расходе сточных вод в 100 л на жителя и коэффициенте неравномерности 2 означенное количество сточных вод может поступить как максимальное от $(14,2 \cdot 86\,400) : (100 \cdot 2) \approx 6\,100$ человек.

При меньшем числе жителей скорости в трубе дюкера будут недостаточны, в результате чего будут происходить выделения

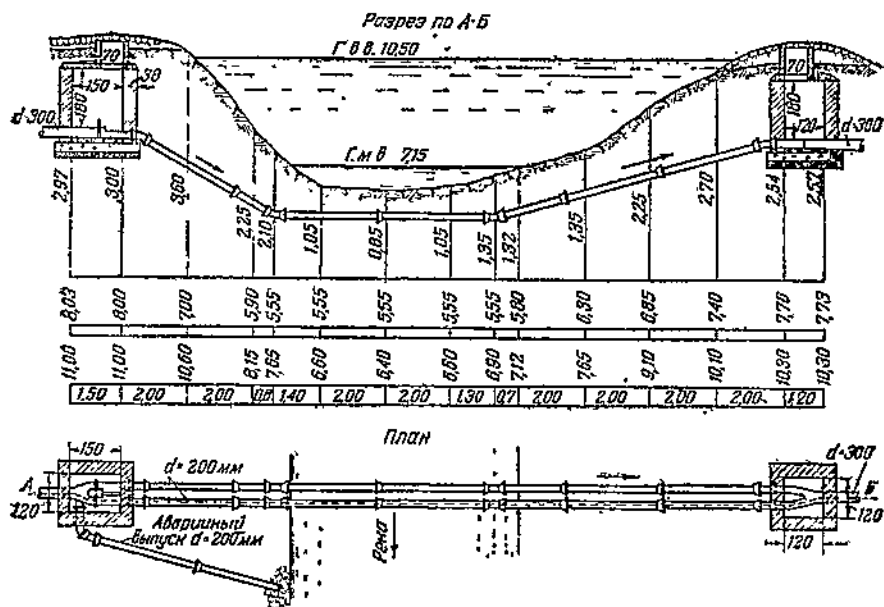


Рис. 8. Дюкер.

осадков и зарастание живого сечения трубы до тех пор, пока отверстие не сузится до величины, создающей самоочищающую скорость. Поэтому расчет таких дюкеров нужно вести на скорость не менее 0,75—0,80 м/сек даже в том случае, когда расход сточных вод незначителен, так как именно эта скорость требуется при промывке дюкера.

Дюкеры устраиваются обычно из двух труб: одной рабочей и другой запасной. Короткие дюкеры через сухие овраги могут устраиваться в одну нитку.

Трубы дюкера могут быть чугунные, железные, керамические, бетонные и деревянные; лучше всего применять чугунные трубы.

Расстояние между наружными поверхностями труб дюкера должно быть не менее 25—30 см, чтобы можно было производить зачеканку раструбов. Стыки смежных труб можно располагать вразбежку, для удобства зачеканки. Раструбы труб на берего-

вых участках с подъемом должны быть направлены вверх, иначе заливка их свинцом будет затруднена. Глубина заложения труб ниже дна реки зависит от размываемости дна; обычная глубина заложения, считая от верха трубы, на реках со спокойным течением принимается в 50 см. Чугунные и стальные трубы могут укладываться непосредственно в грунт, в то время как керамические и бетонные трубы заделываются в бетон при толщине его от наружной стенки труб не менее 10—15 см.

Камеры дюкеров устраиваются прямоугольные, чаще всего кирпичные; перекрытые или железобетонной плитой, или кирпичными сводами между двутавровыми балками или старыми рельсами. Для доступа в камеры устраиваются горловины диаметром 70 см, закрытые чугунными люками со вторыми чугунными крышками. Верх люка должен возвышаться на 50 см над наивысшим горизонтом разлива. Высота камеры над бермами лотков принимается в 1,8 м, а размеры в плане определяются проектированием. На рис. 8 показаны камеры малого дюкера на одну рабочую трубу диаметром 200 мм и одну запасную того же диаметра. Включение запасной трубы при засорении основной производится автоматически через водослив. При такой конструкции, взятой нами из американской практики, постройка задвижек в камерах дюкера на концах чугунных труб не требуется.

Расчет дюкера заключается в определении разности уровней в верхней и нижней камерах, необходимой для создания надлежащей скорости при заданных диаметре и расходе. Эта разность уровня или напор складывается:

1) из сопротивлений по длине трубы (с учетом сопротивлений при входе и в отводах), определяемых по табл. 13 и 14;

2) из напора, потребного для перехода от скорости в подводящей трубе v_0 к скорости в дюкере v :

$$h_c = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}, \quad (11)$$

и 3) из сопротивлений при выходе:

$$h_a = \frac{(v - v_1)^2}{2g}, \quad (12)$$

где v_1 — скорость в отводящей трубе.

К полученной по расчету величине напора нужно прибавить около 10 см на уклон лотков в камерах и в качестве гарантии от ошибок при постройке.

Пример. Требуется рассчитать дюкер на пропуск 30 л/сек при длине труб 20 м, двух отводах по 30°, двух — по 15° и при скорости в подводящем и отводящем коллекторах 0,7 м/сек (рис. 8).

Принимаем диаметр труб дюкера 200 мм при скорости $v = 0,03 : 0,0314 = 0,95$ м/сек. По табл. 14 коэффициенты сопротивлений: при входе $\xi = 0,5$; в отводе 30° $\xi = 0,045$; в отводе 15° $\xi = 0,022$.

$$\sum \xi = 0,5 + 2 \cdot 0,045 + 2 \cdot 0,022 = 0,634.$$

Эквивалентная длина по табл. 13: $l = 5,56 \cdot 0,634 = 3,52$ м.

Общая расчетная длина: $20 + 3,52 = 23,52$ м.

Сопротивления по длине: $h_d = 23,52 \cdot 9,27 \cdot 0,03^3 = 0,196$ м.

Труба укладывается в коробе из досок и засыпается для утепления шлаком или опилками с проливкой опилок разведенной известью или фтористым натрием. Необходимый уклон трубы достигается срезкой свай и устройством по ним насадок по нивелиру на надлежащей высоте, а также с помощью поперечных подкладок под трубу из обрезков досок 5×22 см по две на каждое звено трубы.

Устройство служебного мостика необязательно. В этом случае короб можно располагать на одном ряде свай. Остальные детали ясно видны из чертежа. Приведенный тип эстакады может применяться и для напорных труб.

Глава VIII

ПЕРЕКАЧКА СТОЧНЫХ ВОД

30. Выбор места под насосную станцию

Участок под насосную станцию следует выбирать со спокойным рельефом, благоприятными грунтовыми условиями, не заливаемый высокими водами и по возможности близ водоема, в который намечается аварийный выпуск. Следует также учитывать необходимость снабжения станции электроэнергией и водопроводной водой.

Если коллектор, подводящий транзитом сточные воды к насосной станции, должен пересекать водный проток, железнодорожные пути или другие препятствия, что требует проведения сложных работ, то целесообразнее располагать насосную станцию перед указанными препятствиями, пересекая их напорными трубопроводами.

На местности с резко выраженным уклоном насосную станцию желательно располагать в непосредственной близости к точке схода канализационных коллекторов и с таким расчетом, чтобы длина напорных трубопроводов была наименьшая.

На ровных и горизонтальных местах насосная станция проектируется в «центре тяжести» самотечных трубопроводов, т. е. при таком расположении их, при котором глубина заложения диктующих веток у насосной станции и длина их были бы наименьшие. При этом следует учитывать длину напорных трубопроводов (а следовательно, и связанную с ними потерю напора), а также возможность устройства аварийного выпуска.

Если малые очистные сооружения устраиваются в специальном помещении и требуют перекачки сточных вод, насосную станцию в этом случае нужно размещать в том же здании, где расположены и очистные сооружения.

31. Выбор типа насосной станции

Станция с отдельно расположенным резервуаром устраивается в местах с высоким стоянием уровня грунтовых вод, особенно при наличии плывунов. В этом случае приемный резервуар небольшого

диаметра строится опускным способом, а здание для машинного зала устраивается отдельно, в 5—6 м от приемного резервуара, выше уровня грунтовых вод, т. е. в открытом котловане, чем достигается упрощение и удешевление работ.

Однако этот тип насосной станции обладает следующими недостатками: а) усложняется пуск насосов, так как для этого требуется постановка вакуумнасосов (рабочего и запасного); б) всасывающие трубопроводы получаются длинные и укладываются в земле. При неравномерных осадках здания с насосами и приемного резервуара возможна поломка всасывающих труб или расстройство стыков, что ведет к засасыванию воздуха и нарушению работы насосов; в) связь между резервуаром и машинным залом затруднена, особенно в зимнее время.

По указанным причинам этот тип насосной станции применяется очень редко, например для временных насосных станций или для перекачки сравнительно чистых производственных вод, когда на концах всасывающих труб можно поставить обратные клапаны, или для перекачки небольших количеств сточных вод, от отдельного здания. В последнем случае сборник можно сделать возле здания, а насосы расположить в подвальном помещении, выделив для них площадь, изолированную от остального помещения, а еще лучше — с отдельным входом снаружи здания (рис. 10). Над сборным резервуаром, который должен быть расположен не ближе 4 м от здания, необходимо сделать хотя бы простейшую надстройку для удобного доступа и осмотра резервуара, а также для очистки решетки.

В совмещенных насосных станциях располагать машинный зал над приемным резервуаром не рекомендуется по следующим причинам: а) требуется постановка вакуумнасосов; б) приемный резервуар получается излишне большим, следовательно, будет работать как отстойник и его необходимо регулярно очищать; в) резервуар затемнен, и доступ в него затруднен; г) перекрытие под моторы и насосы должно быть весьма solidное и рассчитано на резонанс, а иногда и на давление воды снизу, если горизонт аварийного выпуска выше пола машинного зала.

Такой тип насосной станции может найти применение при установке не менее трех насосов и при неблагоприятных грунтовых условиях с целью уменьшения диаметра опускного колодца, а также при перекачке условно чистых вод. Иногда к этому типу насосной станции приходится прибегать и при реконструкции существующих станций.

Таким образом единственно рациональным типом малой канализационной насосной станции следует признать станцию с самозаливными насосами¹, расположенными за стеной приемного резервуара (рис. 11). Такие станции очень компактны и удобны для постройки. При большой глубине или в условиях грунтовых вод станция проектируется круглая, а при небольшой глубине и в сухих

¹ Насосы считаются самозаливными, если максимальный рабочий горизонт в приемном резервуаре выше верха корпуса насоса.

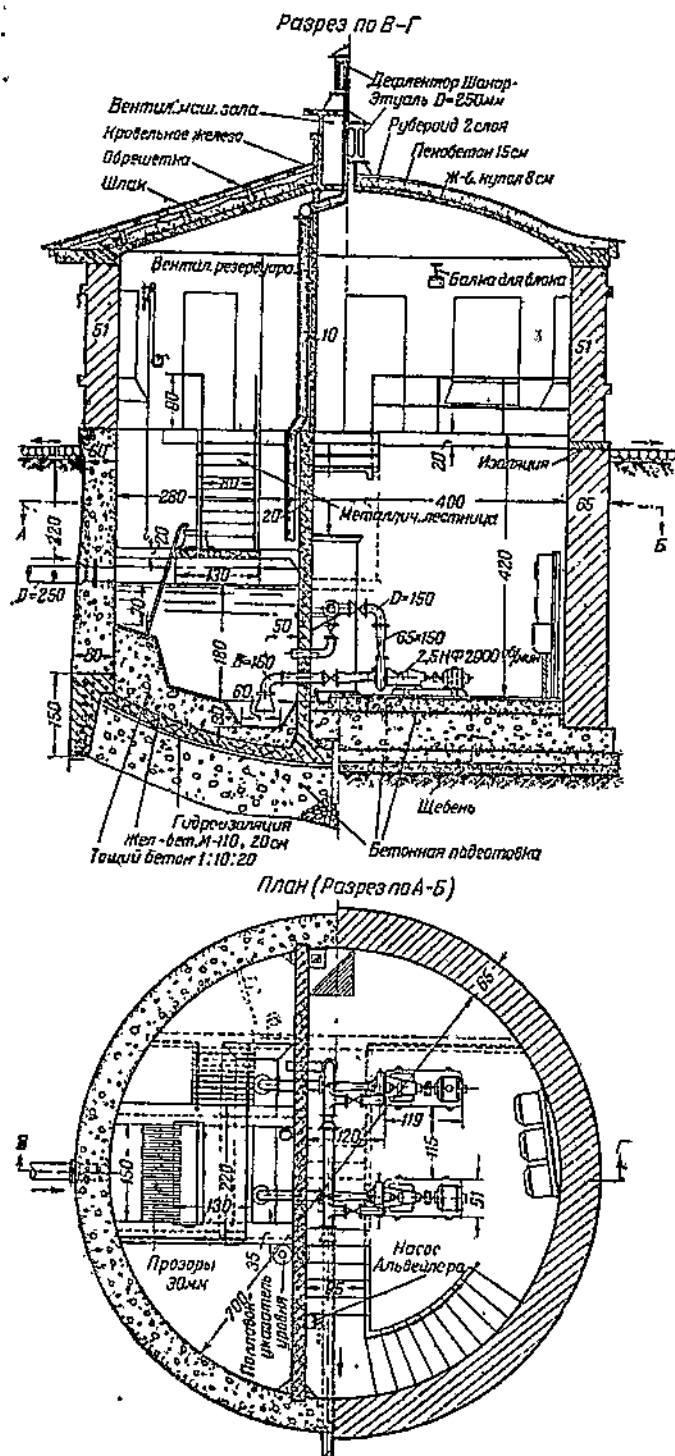


Рис. 11. Станция круглая с самозаливными насосами.

Разрез по Д-Е

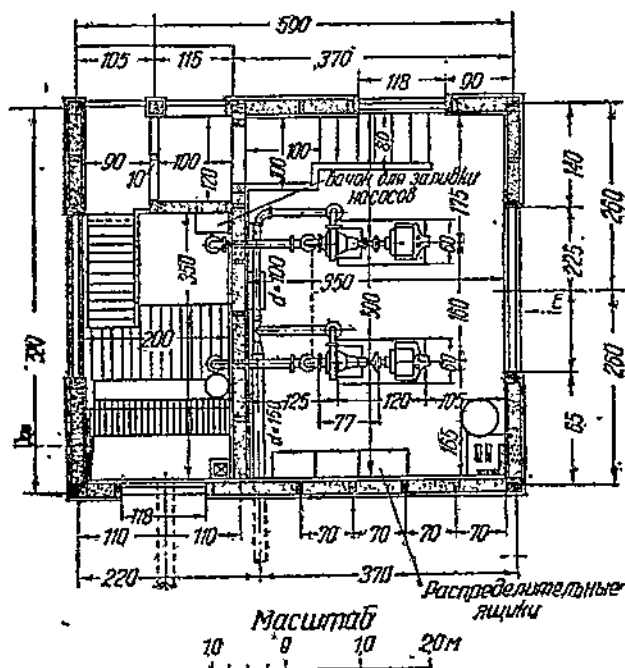
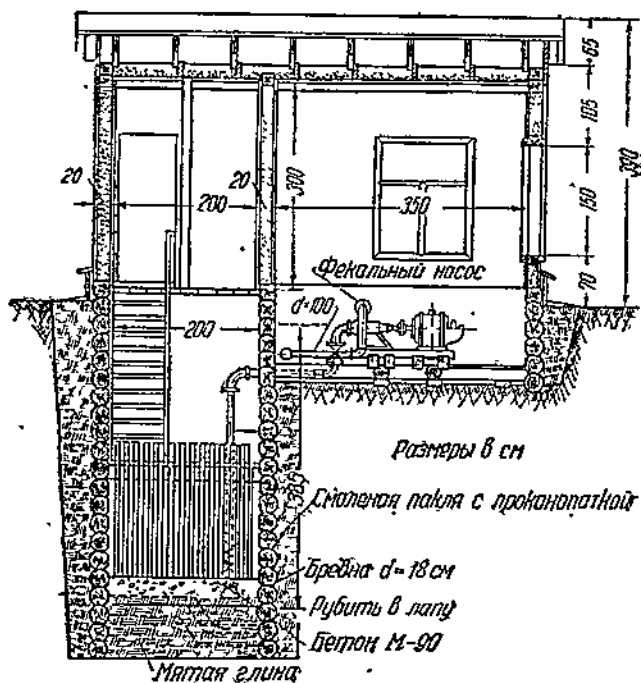


Рис. 13. Временная насосная станция.

32. Приемный резервуар

Приемный резервуар служит для приема сточных вод и размещения в нем всасывающих труб и решеток с приспособлениями для их обслуживания. Кроме того резервуар должен способствовать более равномерной работе насосов, для чего объем его должен быть не менее 5—15-минутного среднего притока сточных вод. С другой стороны, в случае весьма небольшого суточного расхода сточных вод объем приемного резервуара не должен превышать 8-часовой средний приток сточных вод (иначе нужно производить откачку не менее трех раз в сутки); в противном случае возможно их загнивание.

Средняя глубина воды в приемном резервуаре принимается не более 1,8 м, считая от лотка подводящей трубы. Дно приемного резервуара делается с уклоном не менее 0,1 к сосунам насосов.

Под сосунами насосов устраивается приямок, верхнее ребро которого должно быть на 10—15 см выше низа воронки, причем последняя должна возвышаться над дном приямка не менее, чем на величину диаметра всасывающей трубы.

Площадка для обслуживания решетки должна располагаться на 50 см выше лотка подводящего коллектора и иметь перила высотой 80—90 см. Площадка должна иметь небольшие размеры, достаточные только для обслуживания решетки; остальная часть резервуара должна быть открыта. Постоянных лестниц для спуска на дно резервуара устраивать не следует, так как они служат местом задержания тряпок, волокон и пр. Ввиду того что в резервуар приходится спускаться очень редко, гораздо проще и гигиеничнее пользоваться приносной деревянной лестницей.

Лестница для доступа к площадке должна быть шириной не менее 75 см с перилами. Заложение лестницы может быть больше принимаемого обычно в гражданском строительстве.

Приемный резервуар должен быть снабжен отдельным входом, водопроводом с установкой брандспойта, естественным освещением и вентиляцией с установкой дефлектора «Шанар-Этуаль» выше крыши здания.

33. Решетки

Решетки в приемных резервуарах насосных станций обязательны во всех случаях и служат для задержания крупных твердых предметов, которые могут засорить насосы.

Ширина прозоров решетки определяется в зависимости от диаметра и типа насоса. Ориентировочно для насосов марки НФ можно рекомендовать следующие ширины прозоров: а) для насосов 2,5 НФ — 30 мм; б) 4 НФ — 50 мм; для насосов других марок — 15—20 мм.

Ширина решетки должна быть возможно большая и определяется конструктивными соображениями, например, при прямоугольных резервуарах решетка занимает всю ширину резервуара.

Решетки устанавливаются с наклоном к горизонту около 60—75°, причем основание решетки должно быть не менее чем на

свивающимися прутками недопустимо, так как очистка их требует выемки всей решетки или сита.

Временно могут быть установлены деревянные решетки (рис. 15).

34. Всасывающие трубы.

Высота всасывания канализационных насосов принимается не более гарантированной заводом-изготовителем; обычно она не превышает 4,5 м (с потерями).

Каждый насос должен быть снабжен отдельной всасывающей линией, диаметр которой определяется по скорости воды в трубе в пределах 0,7—1,2 м/сек. При коротких всасывающих линиях самозаливных насосов максимальная допускаемая скорость не должна превышать 2,5 м/сек.

На концах всасывающих труб должны быть установлены приемные воронки с плавно закругленными стенками. Постановка обратных клапанов на концах всасывающих труб не допускается.

Расстояние между всасывающими трубами принимается не менее четырех диаметров всасывающих труб, а расстояние от стены до наружной поверхности трубы — не менее 30 см.

Всасывающие линии во избежание образования воздушных пузырей и мешков должны иметь непрерывный подъем к насосу — 0,002—0,005. Перед насосами марки НФ между всасывающей трубой и патрубком насоса должен быть вставлен переходной, косой конус с таким расчетом, чтобы верхняя образующая конуса после его установки находилась вровень с верхом всасывающей трубы (рис. 16).

Для всасывающих линий, укладываемых в земле (станции с отдельно расположенным резервуаром), рекомендуется применять стальные трубы на сварных, нарезных или фланцевых соединениях, покрытых изоляционным слоем.

35. Напорные трубопроводы

Напорные трубопроводы внутри насосной станции собираются из чугунных фланцевых труб или же из стальных на сварке или с нарезными соединениями.

Диаметр напорного трубопровода подбирается из условия, чтобы скорость в трубе была в пределах 1,0—1,2 м/сек; на коротких участках может быть допущена скорость в полтора раза большая, но при этом желательно делать косые соединения труб.

В малых насосных станциях диаметры напорных труб небольшие, а потому их чаще всего располагают вдоль стен на кронштейнах. В этом случае вес трубы может передаваться на насос только при патрубках, направленных вверх; в противном случае должны быть предусмотрены опоры, подвески или столбы. Трубы во избежание образования конденсата должны быть покрыты термоизоляцией. Нельзя располагать трубы над электромоторами, контрольно-измерительной аппаратурой и щитом управления.

За выходным патрубком насоса ставится сначала переходной конус, а затем уже задвижка. Если напор у насосов более 30 м,

то между задвижкой и конусом должно быть предусмотрено место для постановки обратного клапана, если в нем окажется необходимость в процессе эксплуатации станции. При установке насосов разных марок установка обратного клапана у каждого насоса обязательна.

Для опорожнения напорных водоводов, внутри станции устраивается выпуск в резервуар в виде короткой трубы с задвижкой.

Напорные трубопроводы должны выходить из пределов насосной станции ниже глубины промерзания грунта.

Если по условиям развития канализации приходится прокладывать два параллельных напорных трубопровода, то они должны быть оба рабочие и одного и того же диаметра; укладка запасных трубопроводов не требуется.

Вне пределов насосной станции напорные трубопроводы должны иметь по возможности однообразный уклон в сторону станции; если же этого сделать нельзя, то в пониженных местах трубопроводов устраиваются выпуски (грязевики), а в повышенных — краны для выпуска газов.

На концах напорных труб никаких приспособлений для поглощения энергии выходящей воды делать не следует. Чаще всего конец напорной трубы располагается горизонтально. При выходе воды снизу вверх желательно на конце трубы поставить воронку. В этом случае высота, на которую поднимается выходящая вода, может быть рассчитана из условия, что воронка работает как круговой водослив. Если воронки нет, то высота поднятия воды равна (максимум):

$$h = \frac{v^2}{2g},$$

где v — скорость в трубе;

$$g = 9,81 \text{ м/сек.}$$

Расчет потерь напора по длине трубопровода изложен в п. 18 гл. IV.

Местные потери можно принимать в размере 10—15% потерь по длине, но при коротких напорных трубопроводах и особенно при насосах НФ лучше их подсчитать отдельно по табл. 13 и 14 и прибавить скоростной напор

$$h = \frac{v^2}{2g}, \text{ т. е. } \xi = 1.$$

36. Машинный зал

Размеры машинного зала определяются возможностью расположения насосов и электромоторов, всасывающих и напорных трубопроводов с арматурой, лестниц и отопительных, пусковых и измерительных приборов.

Нормальная высота машинного зала — 3,8 м и не менее 3,0 м.

Ширина проходов около насосных агрегатов при моторах низкого напряжения принимается следующая:

- а) с торца насоса — не менее 80 см с проверкой на возможность вытаскивания вала с рабочим колесом насоса;
- б) между электродвигателем и стенкой — не менее 100 см;
- в) между агрегатами — не менее 100 см.

Приведенные расстояния считаются от выступающих частей оборудования.

Весьма полезно иметь в машинном зале монтажную площадку размерами не менее размера фундамента агрегата, увеличенную с каждой стороны на 80 см.

Для отопления машинного зала устанавливается печь, обеспечивающая температуру в машинном зале 15°.

Вентилиция машинного зала осуществляется или специальными вытяжными трубами с постановкой выше крыши дефлектора «Шанар-Этуаль», или вытяжным вентиляционным каналом, устраиваемым рядом с дымоходом от печи.

Машинный зал при расположении его рядом с приемным резервуаром должен быть изолирован от него глухой стеной или перегородкой без проемов в ней.

В машинном зале помещается указатель уровня воды в резервуаре, а в полу устраивается приямок для сбора и перекачки ручным насосом в приемный резервуар случайной воды.

Весьма желательно иметь на насосной станции умывальник и уборную с отведением сточных вод в резервуар. При размещении уборной необходимо следить, чтобы вода при авариях и переполнении резервуара не выступала через отводную трубу и чтобы уборная не затеняла остальных помещений.

37. Аварийный выпуск

Аварийный выпуск устраивается из последнего колодца на подводящем коллекторе. В этом же колодце должны помещаться задвижка или шибер, выключающие насосную станцию во время пользования аварийным выпуском, а также задвижка на самом аварийном выпуске, которая нормально должна быть опечатана пломбой санитарного надзора. В крайнем случае аварийную задвижку можно поставить в приемном резервуаре, но аварийного выпуска из приемного резервуара делать нельзя, так как он будет служить отстойником во время пользования аварийным выпуском.

Местоположение аварийного выпуска в водоем должно быть согласовано с Госсанэпидспекцией. Следует иметь в виду, что устройство на аварийных выпусках каких-либо временных очистных сооружений или хлораторных установок нереально.

При невозможности устройства аварийного выпуска (из-за рельефа местности или санитарных соображений) питание насосной станции электроэнергией должно осуществляться от двух самостоятельных подстанций или же устанавливается резервный агрегат с двигателем внутреннего сгорания.

38. Насосы

Для перекачки фекально-хозяйственных вод следует применять насосы марки НФ¹, соединенные непосредственно с электромотором при помощи эластичной муфты. Применение иных насосов или ременной передачи допускается лишь в виде исключения при надлежащем обосновании.

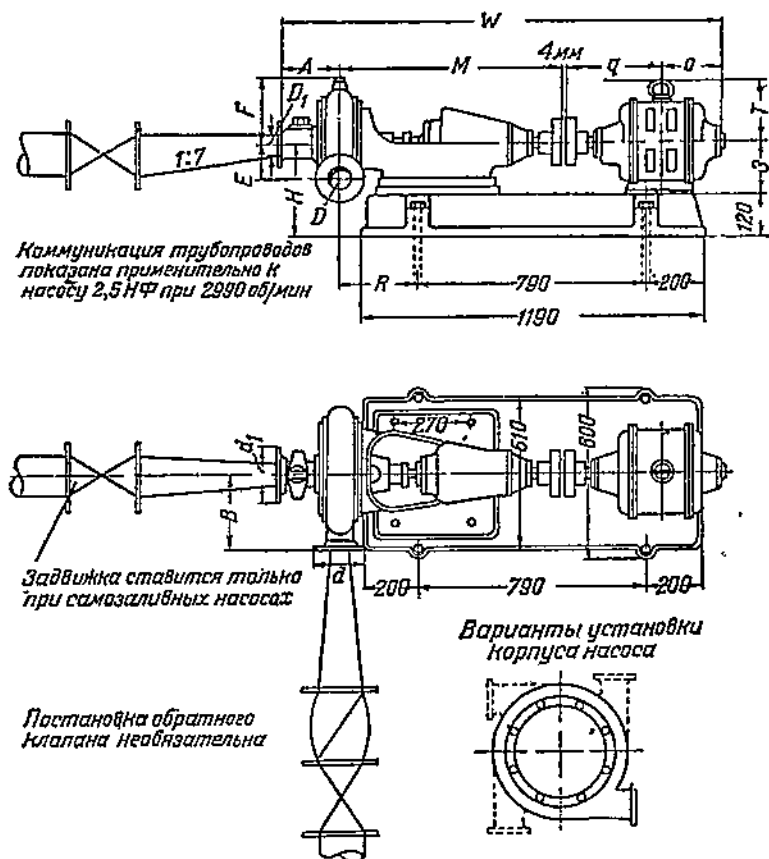


Рис. 16. Габариты насосов НФ и коммуникация трубопроводов.

Габариты стандартных насосов, изготовляемых Одесским машиностроительным заводом им. Сталина, приведены на рис. 16 и в табл. 15.

В малых насосных станциях обычно устанавливаются два насоса: рабочий и резервный; кроме того второй резервный насос

¹ Н означает — незасоряющийся; Ф — фекальный; цифра перед буквами — означает диаметр напорного патрубка насоса в дюймах.

Марка насоса	Габариты насосов в мм											
	A	B	E	F	H	M	W	R	D	d	D ₁	d
4 НФ	283	300	190	262	345	790	1 821	332	100	210	100	210
2,5 НФ	200	225	125	190	320	785	1 540	365	65	160	76	190

Ориентировочные габариты моторов в мм						Вес в кг		
Марка насоса	Тип мотора	T	Z	Q	O	насоса	плиты	мотора
4 НФ	$\frac{\text{TMA-1500}}{20,5}$	282	225	430,5	313,5	250	128	222
2,5 НФ	$\frac{\text{AA-52/2}}{3\ 000/12}$	204,5	170	347	203,5	200	88	94

должен храниться на складе в собранном виде. Все насосы должны быть одной и той же марки, производительности и с одинаковым числом оборотов; в противном случае эксплуатация их будет затруднена.

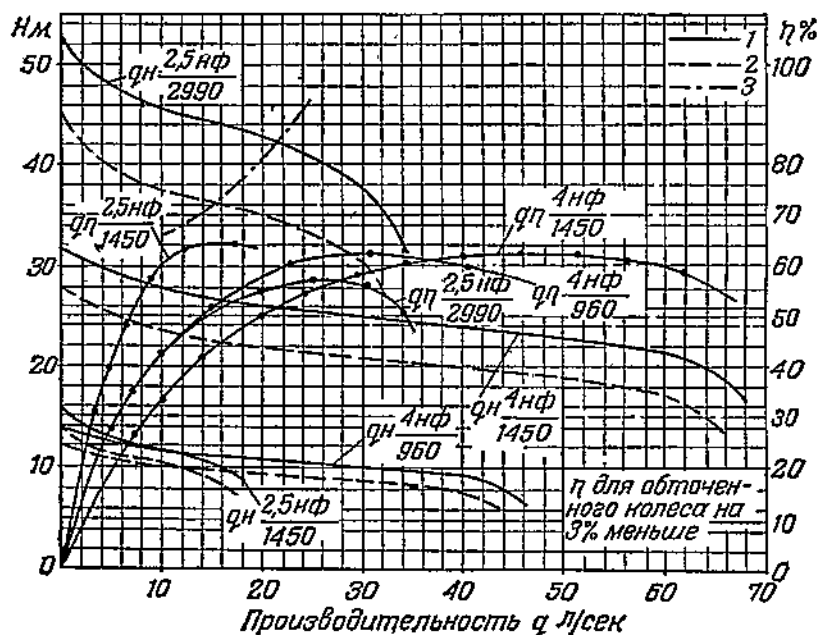


Рис. 17. Характеристика насосов НФ: 1 — нормальное колесо (2,5НФ — 195 мм, 4НФ — 300 мм); 2 — обточенное колесо (2,5НФ — 184 мм; 4НФ — 285 мм); 3 — характеристика трубопровода.

Производительность насоса должна соответствовать максимальному притоку сточных вод в насосную станцию.

Подбор насосов производится по заводским характеристикам. На рис. 17 приведены характеристики насосов 2,5 НФ при 2990 и 1450 об/мин и 4 НФ — при 1450 и 960 об/мин. Кривые qH дают зависимость производительности насоса от высоты подъема при нормальном и обточенном колесе, а кривые $q\eta$ — изменение к. п. д. насоса в зависимости от его производительности. Рабочую точку следует выбирать близкой к максимальному к. п. д. насоса.

Мощность мотора может быть определена по формуле:

$$N = \frac{qH}{75\eta} 1,4, \quad (13)$$

где 1,4 — коэффициент на перегрузку.

На рис. 17 видно, что стандартные насосы НФ не удовлетворяют всем возможным комбинациям напоров и производительностей, а потому часто приходится мириться с невыгодной работой насоса.

При необходимости повышения напора насоса можно соединять последовательно два насоса, т. е. передавать жидкость из первого насоса во второй (рис. 12). Однако о возможности такого соединения следует запросить завод-изготовитель, так как корпус и подшипники стандартных насосов не рассчитаны на двойное давление. Если же спаренные насосы из-за экономии места приходится ставить с одним электромотором между насосами, то нужны насосы правого и левого вращения.

Поясним примером, как пользоваться характеристиками насоса. Предположим, что максимальный приток в насосную станцию $q = 10$ л/сек. Разность отметок между центром конца напорной трубы и низом воронки на конце всасывающих труб в приемном резервуаре равна 30 м. Длина напорных труб — 200 м.

Производительность насоса должна быть близка к максимальному притоку на станцию, т. е. 10 л/сек. Примем диаметр напорной трубы в 125 мм.

Скорость в напорной трубе равна: $0,01 : 0,01227 = 0,815$ м/сек. Местные потери складываются из потерь: при входе, в четырех коленах (90°), в конусах, сходящемся и расходящемся, и в тройнике. Прибавляя коэффициент скоростного напора, получим:

$$\Sigma \xi = 0,25 + 2,0 + 0,45 + 2,3 + 1,5 + 1,0 = 7,5.$$

Эквивалентная длина по табл. 13 будет:

$$7,5 \cdot 2,97 = 22,3 \text{ м.}$$

Длина всасывающих и напорных труб внутри насосной станции 8 м. Общая расчетная длина $l = 200 + 22,3 + 8 = 230,3$ м. По формуле (7) и табл. 13 сопротивления напорного трубопровода можно выразить формулой:

$$h = l \beta q^2 = 230,3 \cdot 113,6 \cdot q^2 = 26162 q^2.$$

При $q = 10$ л/сек; $h = 2,62$ м; $H = 32,62$ м.

Обращаясь к рис. 17, видим, что такого насоса НФ, который мог бы перекачивать 10 л/сек на высоту 32,62 м, не имеется. Поэтому в силу необходимости устанавливаем ближайший насос с большей производительностью, т. е. 2,5 НФ при 2990 об/мин.

Для того чтобы определить, как при данных условиях будет работать этот насос, подсчитаем общие высоты подъема при разных расходах в напорном трубопроводе, а именно:

$$\begin{array}{lll} \text{при } q = 15 \text{ л/сек;} & h = 5,89; & H = 35,89 \text{ м} \\ \text{" } q = 20 \text{ " } & h = 10,47; & H = 40,47 \text{ " } \\ \text{" } q = 25 \text{ " } & h = 16,35; & H = 46,35 \text{ " } \end{array}$$

Перенесем эти точки на рис. 17 и соединим их плавной кривой. Получим характеристику трубопровода, которая пересечется с кривой qH насоса 2,5 НФ (2 990 об/сек) в точке, соответствующей высоте подъема 42,3 м и производительности 21,3 л/сек при к. п. д., равном 0,56. При обточенном рабочем колесе соответственно будем иметь:

$$q = 15,5 \text{ л/сек;} \quad H = 36,3 \text{ м} \quad \text{и} \quad \eta = 0,52 - 3\% = 0,50.$$

Если бы имелся насос производительностью 10 л/сек при высоте подъема 32,62 м и $\eta = 0,6$, то стоимость перекачки была бы дешевле на 28—25% (см. ниже п. 39).

39. Стоимость перекачки и расход электроэнергии

Стоимость электроэнергии можно определять по формуле:

$$A = \frac{aQH \cdot 0,736k \cdot 1\,000}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,8\eta} \text{ руб.}, \quad (14)$$

где a — стоимость 1 квт-ч в руб.;

Q — количество перекачиваемых сточных вод в м³;

H — высота подъема в м (вместе с потерями);

k — коэффициент на неравномерность перекачки (пуск и остановка насоса, перекрытие задвижки и пр.), равный 1,1—1,3;

η — к. п. д. насоса — 0,5—0,6;

0,8 — к. п. д. мотора (механический и электрический), умноженный на к. п. д. сети (провода в насосной станции и трансформатор).

Если принять $k = 1,2$, $\eta = 0,55$, Q — суточному количеству сточных вод, то формула (14) примет вид:

$$A = 0,0075aQH \text{ руб. в сутки} \quad (15)$$

или

$$A = 2,7aQH \text{ руб. в год.} \quad (16)$$

Иногда на действующих насосных станциях приходится определять, с каким к. п. д. работают агрегаты.

Если Q м³ перекачено на высоту H и при этом израсходовано b квт-ч электроэнергии, то к. п. д. установки:

$$\eta = \frac{QH \cdot 0,736 \cdot 1\,000}{75b} \approx 10 \frac{QH}{b}. \quad (17)$$

Если счетчика нет, а имеются вольтметр и амперметр, то к. п. д. установки:

$$\eta = \frac{QH \cdot 0,736 \cdot 1000}{75 \cdot \sqrt{3} UI \cos \varphi t} \approx 7 \frac{QH}{UI}, \quad (18)$$

где U — показания вольтметра;
 I — показания амперметра;
 t — время наблюдений в часах;
 $\cos \varphi$ — можно принять равным 0,8.

40. Влияние перекачки на работу сети и очистных сооружений

Как видно из характеристики насосов, приведенных на рис. 17, наименьшую производительность центробежного насоса 2,5 НФ (при 1 450 об/мин) не следует принимать менее 5—6 л/сек, а насоса 4 НФ (при 960 об/мин) — менее 10 л/сек, что соответствует расходу сточных вод в первом случае примерно от 2 500 жителей, а во втором случае — от 5 000.

При меньшем суточном притоке сточных вод на станцию работа насосов будет создавать «после себя» неравномерность притока, во столько раз большую, во сколько производительность насоса больше среднего притока на станцию.

Если перекачка производится из пониженного района в выше-расположенный коллектор, то большая неравномерность, создаваемая перекачкой, способствует промывке труб. Необходимо лишь при расчете самотечного трубопровода учитывать производительность насосов; при этом можно допустить несколько повышенное наполнение.

Если же перекачка производится на очистные сооружения, то она оказывает благоприятное влияние только на поля орошения и фильтрации, так как поверхность карты заливается равномернее. Во всех остальных случаях (отстойники, биофильтры) неравномерность, создаваемая перекачкой, заставляет увеличивать размеры сооружений во столько раз, во сколько раз коэффициент неравномерности при самотеке меньше коэффициента неравномерности, создаваемого перекачкой. Например, насосная станция перекачивает сточные воды от 1000 жителей при расходе сточных вод на жителя 100 л/сутки и при коэффициенте неравномерности, равном 2. Максимальный секундный расход на станцию составит: $(1000 \cdot 100 \cdot 2) : 86400 = 2,31$ л/сек. Если производительность насоса равна 10 л/сек, то отстойники и биофильтры должны быть увеличены в $10 : 2,31 = 4,32$ раза в сравнении с таковыми при самотеке.

Если за единицу времени принять 1 час и предположить согласно изложенному на стр. 47, что откачка производится три раза в сутки, то коэффициент неравномерности будет: $24 : 3 = 8$, т. е. в четыре раза более самотечного.

Увеличение объема очистных сооружений сопряжено с непроизводительными затратами, поэтому применение центробежных насосов для перекачки сточных вод на искусственные очистные сооружения нецелесообразно. В малой канализации следует особенно

стремиться избегать перекачки, а при неизбежности ее — применять в качестве очистных сооружений поля орошения.

Производительность насоса можно уменьшить: а) обточкой рабочего колеса, б) прикрытием задвижки на напорной трубе у насоса и в) сбросом части воды из напорной трубы в приемный резервуар (например по трубе, служащей для опорожнения напорных труб). Наконец, можно в непосредственной близости к насосу устроить обходную трубу (шунт), соединяющую напорную трубу со всасывающей. На этом ответвлении ставится задвижка, которой можно регулировать производительность насоса.

41. Водоподъемники «Шэн-Элис»

Эти водоподъемники (рис. 18) предложены инж. Д. И. Трембильским и широко применялись до 1929—1930 гг.

Устройство и принцип работы этих водоподъемников состоят в следующем. Бесконечная цепь с надетой на нее проволоочной спиралью перекинута через шкив, вращающийся с помощью ременной передачи от электромотора. Нижняя часть цепи имеет для противовеса балансир, погруженный в сточную жидкость, которая прилипает к виткам спирали и при подъеме цепи не успевает стечь с нее. Дойдя до верхнего шкива при перегибе цепи, сточная жидкость сбрасывается с проволоочной спирали центробежной силой и попадает в лоток, отводящий воду на очистку. Эти водоподъемники поднимают и большую часть осадков, так что чистка резервуара требуется редко.

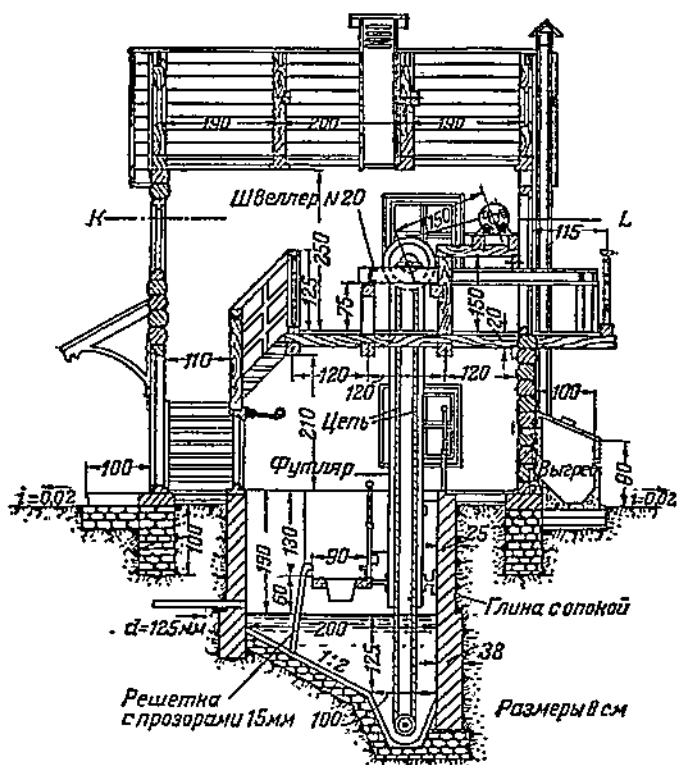
Из приведенного описания видно, что весь водоподъемник должен помещаться над сборным резервуаром. Для предохранения окружающего помещения от брызг цепь заключается в деревянный или металлический кожух.

Ряд наблюдений над работой станций с подъемниками «Шэн-Элис» позволяет сделать следующие выводы:

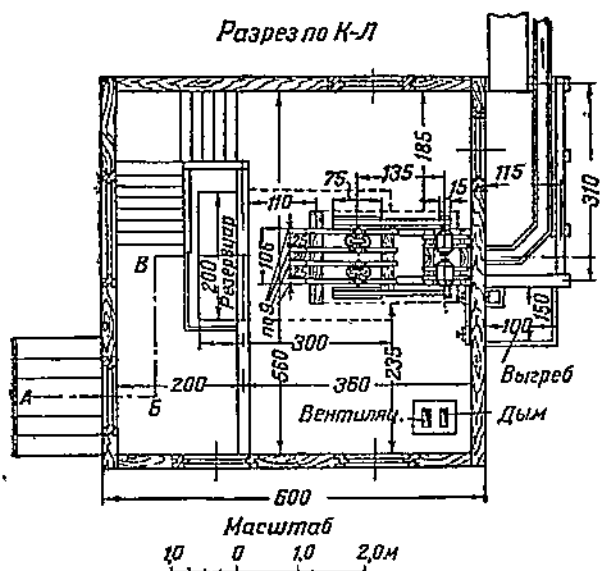
- 1) производительность подъемников составляет от 1,0 до 3,0 л/сек;
- 2) производительность подъемника зависит от скорости движения цепи и высоты подъема;
- 3) скорость движения цепи колеблется у разных подъемников в пределах 2,82—5,13 м/сек;
- 4) глубина погружения цепи с балансиrom в сточную жидкость не оказывает влияния на производительность подъемника;
- 5) высота подъема равна 7,00—14,00 м;
- 6) моторы имеют мощность по 1,5—3 л. с.;
- 7) устанавливать нужно не менее двух агрегатов подъемников с моторами;
- 8) к. п. д. подъемника равен 0,32—0,57 и не менее 0,20;
- 9) новые цепи работают без обрыва по несколько месяцев (до 1,5 года), после чего требуют замены, так как начинают часто обрываться.

Установки с водоподъемниками «Шэн-Элис» недороги и компактны; монтаж и эксплуатация их просты; смена цепей никакого труда не представляет.

Разрез по АБВГ



Разрез по К-Л



В настоящее время под Москвой работает много станций с водоподъемниками «Шэн-Элис» (более 10 лет), но новых установок не имеется, так как эти водоподъемники в настоящее время не вырабатываются.

42. Эжекторы

Пневматические установки, действующие сжатым воздухом, могут найти применение в следующих случаях: а) для перекачки сточных вод от отдельных зданий в вышерасположенный коллектор или на поля орошения; б) для перекачки сильно концентрированных загрязнений; в) при невозможности подобрать насосы нуж-

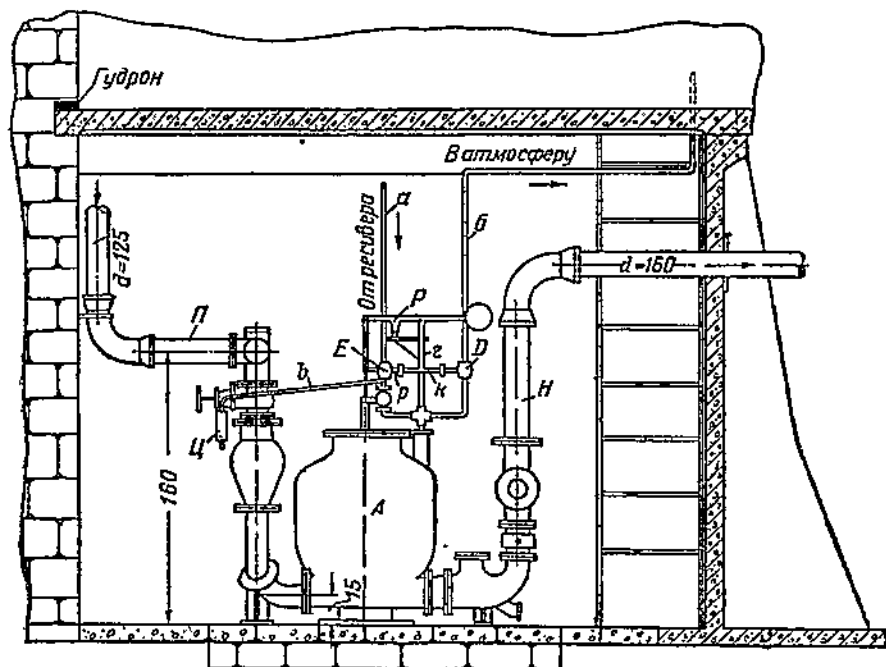


Рис. 19. Эжекторная установка в подвале дома.

ной производительности и высоты подъема; г) при необходимости создания высоких санитарных условий по перекачке сточных вод.

По сравнению с центробежными насосами эжекторные установки более компактны, герметичны, работают автоматически и вполне надежно.

Такие установки состоят¹ (рис. 19) из: а) эжекторов-приемников сточных вод (не более двух) с автоматическими воздухораспределительными клапанами; б) подводящих и напорных трубопроводов

¹ Инж. И. Г. Купцов, Пневматическая перекачка сточных вод, «Водоснабжение и санитарная техника» № 7, 1940, стр. 44.

Центроспецстройпроект, Типовые чертежи и пояснительная записка к техническому проекту, «Пневматическая перекачка сточных вод», 1939, литограф. изд.

с обратными клапанами; в) компрессора с электромотором, управляемым от регулятора давления; г) ресивера-аккумулятора сжатого воздуха и д) воздухопроводов.

Работа установки заключается в следующем (рис. 19 и 20). Сточная вода по трубе П поступает в эжекторный горшок А, соединенный с атмосферой трубой б.

После того как уровень воды достигнет нижнего обреза поплавка В (рис. 21), вертикальный шток начнет подниматься и переместит коромысло Р и связанный с ним рычаг г влево. Ползун к надавит на рычаг р обратного клапана Е на воздухопроводе а (от ресивера); клапан откроется, и сжатый воздух устремится в эжектор. Одновременно пружина такого же клапана Д на вентиляционной трубе б, бывшая до того в сжатом состоянии, закроет этот клапан и отъединит эжекторный горшок от атмосферы. В это же время часть сжатого воздуха по трубе в (рис. 20) поступит в цилиндр и, надавит на поршень и сожмет пружину под тарелкой поршня. Поршень переместится вниз и выдвинет зубчатый шток, связанный с шестеренкой, наглухо закрепленной на оси клапана. Клапан закроется.

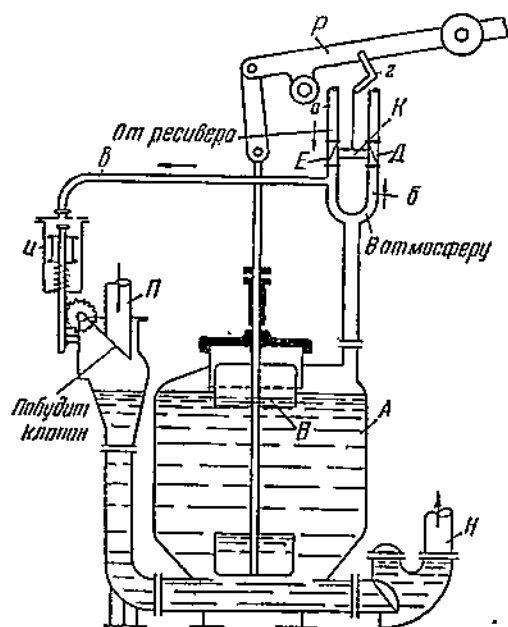


Рис. 20. Схема работы эжектора.

горшок. Поплавок В опустится и перетянет противовес. Коромысло и связанные с ним рычаги переместят ползун к вправо, и вся система вернется в исходное положение. Детали воздухораспределительного устройства показаны на рис. 21.

Описанная установка работает с переменным давлением в эжекторе, так как по мере расходования воздуха давление в ресивере падает. Когда давление упадет до определенной величины, реле давления автоматически включит мотор компрессора, который и подкачает воздух в ресивер до максимального давления, после чего компрессор автоматически выключится из работы.

Если на воздухопроводе а, соединяющем ресивер с эжектором, поставить клапан, дающий «после себя» постоянное давление¹, то

¹ Тип 25 Главармалита.

установка будет работать при постоянном давлении, что более выгодно (рис. 21).

Запас воздуха, сжатого в ресивере до максимального давления P_m , должен быть достаточен на m опорожнений эжектора, причем компрессор должен включаться в работу тогда, когда в ресивере еще остался сжатый воздух на n опорожнений; де-

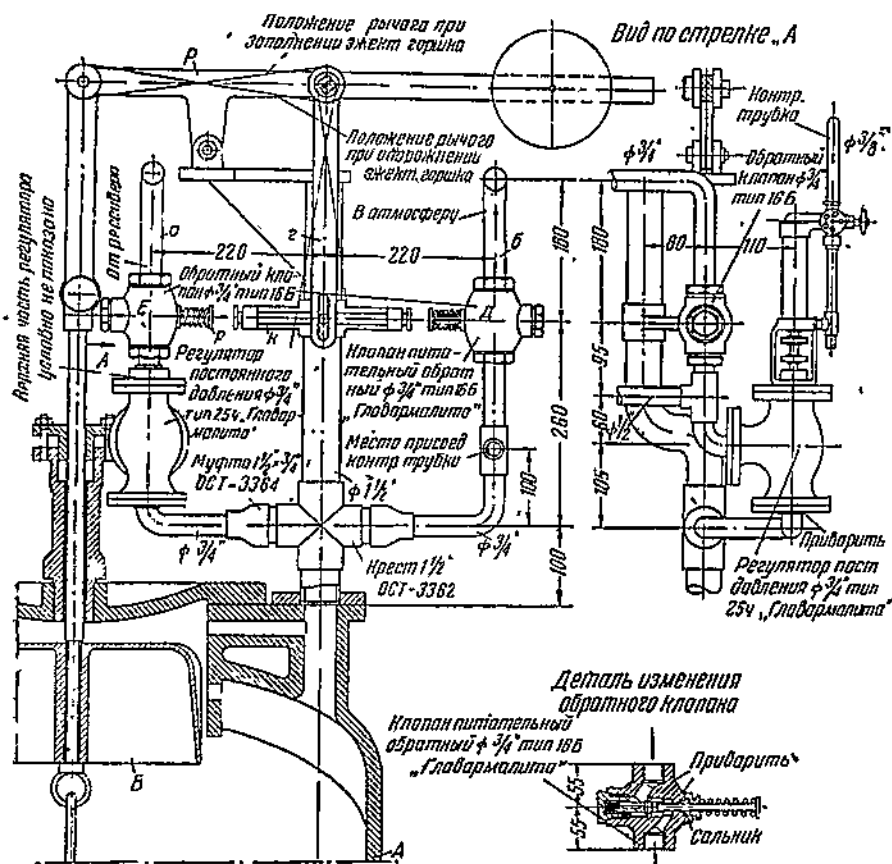


Рис. 21. Воздухораспределительное устройство.

лается это с целью устранения временных неполадок, на что ориентировочно принимается 15—20 мин.

Если приток сточных вод в эжектор обозначим через $q_{\max}$ м³/сек, а объем эжектора через V' , то

$$n = \frac{(15-20 \text{ мин.}) \cdot 60 q_{\max}}{V'} \quad (19)$$

Перерывы между отдельными включениями компрессора при максимальном притоке сточных вод принимаются от 10 до 15 мин.; следовательно, за это время эжектор опорожняется $m-n$ раз:

$$m-n=x=\frac{(10-15 \text{ мин.}) \cdot 60 q_{\max}}{V'} \quad (20)$$

Расчет установки ведется на основании закона Бойля-Мариотта о газах, согласно которому произведение давления на соответствующий объем есть величина постоянная, т. е.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots = \text{const.} \quad (21)$$

Расчет установки, работающей при переменном давлении

Предположим, что с компрессором или реле произошла неполадка и ресивер израсходовал рабочий объем воздуха полностью на n опорожнений. После того как произошло последнее опорожнение эжектора, система оказалась заполненной воздухом, сжатым до давления P_0 . Это давление должно быть достаточно для преодоления высоты столба воды H (высота перекачки), сопротивлений при движении воды в выбросной трубе при минимальной скорости и сопротивлений в воздухопроводе.

Таким образом

$$P_0 = H + h + 10, \quad (22)$$

где 10 — давление атмосферы.

Объем, занимаемый в это время воздухом, будет:

$$V_0 = V + kV', \quad (23)$$

где V — объем ресивера в м^3 ;

V' — объем эжектора;

k — коэффициент, учитывающий нерабочий объем и утечку; примем $k = 1,15$.

Когда обратный клапан изолирует эжектор от ресивера, включим компрессор в работу.

Чтобы накачать воздух в количестве, достаточном для одного опорожнения, нужно засосать атмосферный воздух в объеме V_1 и сжать его в объеме ресивера V до некоторого давления P_1 с таким расчетом, чтобы, расширившись до объема $V + kV'$, давление было равно P_0 .

Отсюда

$$10V_1 = VP_1 = (V + kV')P_0$$

или

$$P_1 = P_0 \frac{V + kV'}{V}. \quad (24)$$

Рассуждая аналогичным образом, получим, что для двух опорожнений нужно создать давление в ресивере:

$$P_2 = P_0 \left(\frac{V + kV'}{V} \right)^2,$$

а для n опорожнений:

$$P_n = P_0 \left(\frac{V + kV'}{V} \right)^n. \quad (25)$$

Для полной зарядки ресивера нужно создать давление:

$$P_m = P_0 \left(\frac{V + kV'}{V} \right)^m \quad (26)$$

и засосать объем воздуха при атмосферном давлении:

$$V_m = \frac{V(P_m - P_0)}{10} = \frac{P_0 V}{10} \left[\left(\frac{V + kV'}{V} \right)^m - 1 \right]. \quad (27)$$

При нормальной работе компрессора для $x = m - n$ опорожнений нужно засосать воздуха:

$$V_x = \frac{P_0 V}{10} \left[\left(\frac{V + kV'}{V} \right)^x - 1 \right]. \quad (28)$$

Время перерыва в работе компрессора:

$$t = \frac{V'(m - n)}{q_{\max}} \text{ сек.} \quad (29)$$

Для определения давлений P_0 , P_n и P_m необходимо найти величину сопротивлений h , которая складывается из сопротивлений воды в выбросной трубе и из сопротивлений в воздухопроводах.

Сопротивление во всяком трубопроводе можно выразить в виде $h = \beta q^2 = Aq^2$ (стр. 22). Для воды величина β (на единицу длины трубы и для разных диаметров) приведена в табл. 13. Сопротивление в фасонных частях определяется по табл. 13 и 14.

Так же рассчитываются и потери в воздухопроводах, для которых значения γ_1 и β_1 приведены в табл. 16, причем q воздухопровода равно $1,15q$ воды.

Таблица 16

Диаметр трубы в дюймах	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2
γ_1	0,19	0,33	0,51	0,83	1,04
β_1	8 585	1 498	375	75	34

Общие сопротивления будут равны:

$$h = [(\gamma \sum \xi + l_1) \beta + 1,15^2 (\gamma_1 \sum \xi + l_2) \beta_1] q^2 = Aq^2 \quad (30)$$

или

$$q = \sqrt{\frac{h}{A}},$$

где A — величина, постоянная для данной установки.

При опорожнении эжектора при давлении в ресивере P_m давление в эжекторе снижается с P_m до $H + 10$, причем эта разница давлений тратится на преодоление сопротивлений в трубопроводах. То же происходит и при другом давлении в ресивере. Отсюда мы

можем определить средний расход в выбросной трубе за время снижения давления в ресивере с P_m до P_n :

$$q_{cp} = \frac{1}{\sqrt{P(P_m - P_n)}} \cdot \sum_{P_n - H - 10}^{P_m - H - 10} \sqrt{h} = \frac{(P_m - H - 10)^{1.5} - (P_n - H - 10)^{1.5}}{1.5 \sqrt{P(P_m - P_n)}} \text{ м}^3. \quad (31)$$

Среднее время опорожнения эжектора будет:

$$t_2 = \frac{V'}{q_{cp}} \text{ сек.} \quad (32)$$

Работа компрессора на сжатие воздуха от давления 10 м до P_m выражается формулой:

$$Z_{ad} = 10\,000 \cdot \frac{ks}{k-1} \left[\left(\frac{P_m}{10} \right)^{\frac{k-1}{s}} - 1 \right] \text{ кгм/м}^3, \quad (33)$$

где s — число ступеней сжатия;

$k = 1,41$.

Расход мощности адиабатического цикла:

$$N = \frac{Z_{ad} V}{t \cdot 60 \cdot 75} \text{ л. с.}, \quad (34)$$

где t — время работы компрессора.

Мощность мотора:

$$N_m = \frac{N \cdot 0,736}{\eta_1 \eta_2 \eta_3}, \quad (35)$$

где η_1 , η_2 и η_3 — к. п. д. компрессора, передачи и мотора.

Пример. Примем $q_{max} = 1,25 \text{ л/сек}$; $H = 6,95 + 1,45 = 8,40$, где 1,45 — разность между подводящей трубой и дном эжектора. По конструктивным соображениям принимаем диаметр напорного трубопровода равным 150 мм, воздуховода $d = 1''$, эжектор Мышевского труболитейного завода емкостью 0,25 м³ и ресивер Химмаштреста $V = 1,5 \text{ м}^3$. Принимаем минимальную скорость в напорном трубопроводе равной 0,5 м/сек.

$$q_{min} = \frac{3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,5}{4} = 0,0088 \text{ м}^3/\text{сек},$$

Потери напора в выбросной трубе (по табл. 13 и 14) приведены в табл. 17 (стр. 65).

Потери напора в воздухопроводе приведены в табл. 18 (стр. 65).

Общие потери:

$$h = (2\,540 + 5\,000) q^2 \approx 7\,540 q^2;$$

$$P_0 = 8,4 + 7\,540 \cdot 0,0088^2 + 10 = 19 \text{ м вод. ст.};$$

$$n = \frac{10 \cdot 60 \cdot 1,25}{250} = 3;$$

$$P_n = P_0 \left(\frac{V + kV'}{V} \right)^3 = 19 \cdot \left(\frac{1,5 + 0,25 \cdot 1,15}{1,5} \right)^3 = 32 \text{ м вод. ст.}$$

Примем $m - n = x = 3$.

$$P_m = 19 \cdot 1,19^3 = 54 \text{ м вод. ст.};$$

$$V_x = \frac{V}{10} (P_m - P_n) = \frac{1,5}{10} \cdot (54 - 32) = 3,3 \text{ м}^3.$$

Таблица 17

Место-положе-ние	Наименование	Количе-ство	ξ	γ	$D = 125 \text{ мм}$ $\gamma \Sigma \xi$	$D = 150 \text{ мм}$ $\gamma \Sigma \xi$
В здании	Колено $D = 125 \text{ мм}$	2	0,5	2,97	2,97	—
	" $D = 150 \text{ мм}$	1	0,5	3,79	—	1,90
	Обратный клапан $D = 125 \text{ мм}$	1	3,2	2,97	9,50	—
	Тройник $\frac{125 \times 125}{150}$	1	1,5	3,79	—	5,70
Вне здания	Колено $D = 150 \text{ мм}$	2	0,5	3,79	—	3,79
	Выход	1	1,0	3,79	—	3,79
					12,47	15,18
Длина трубопроводов $D = 150$ внутри здания . .					—	0,7
" " $D = 150$ вне " . .					—	10,0
Всего					12,47	25,88

$$h_1 = (12,47 \cdot 113,6 + 25,88 \cdot 43,3) q^2 = 2\,540 q^2.$$

Таблица 18

Наименование	Количе-ство	ξ	γ_1	$\gamma_1 \Sigma \xi$
Отводы $d = 25 \text{ мм}$	5	0,3	0,51	0,76
Вентили $d = 25 \text{ мм}$	1	7,0	0,51	3,57
Тройники $d = 25 \text{ мм}$	2	1,5	0,51	1,53
Выход $d = 25 \text{ мм}$	1	1,0	0,51	0,51
Прямой участок	—	—	—	3,70
Итого	—	—	—	$l = 10,07 \text{ м}$

$$h_2 = 10,07 \cdot 375 \cdot 1,15^2 q^2 = 5\,000 q^2.$$

Принимаем компрессор треста ГАРО производительностью $0,38 \text{ м}^3/\text{мин}$ двух ступеней сжатия до 11 ат (манометрических).

Средний секундный расход в напорной трубе:

$$q_{cp} = \frac{(54 - 8,4 - 10)^{1,5} - (32 - 8,4 - 10)^{1,5}}{1,5 \cdot 7\,700 (54 - 32)} = 0,053 \text{ м}^3/\text{сек};$$

$$t_2 = \frac{1,5}{0,053} = 28 \text{ сек};$$

$$Z_{ад} = 10\,000 \cdot 6,88 \cdot \left[\left(\frac{54}{10} \right)^{0,143} - 1 \right] = 19\,120 \text{ кгм/м}^3.$$

Расход мощности:

$$N = \frac{19\,120 \cdot 3,3}{600 \cdot 75} = 1,4 \text{ л. с.}$$

Мощность мотора при к. п. д. компрессора 0,85, передачи 0,85 и мотора 0,97 будет:

$$N_{\text{м}} = \frac{1,4 \cdot 0,736}{0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,97} = 1,48 \text{ кат.}$$

Если изменить емкость ресивера, то изменится и величина $m - n = x$:

Емкость ресивера V	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Число опорожнений x	2	3	4	5,5	7,7
Время перерыва в мин. . . .	6,7	10,0	13,3	18,3	25,7

К. п. д. установки:

$$\eta = \frac{1,25 \cdot 9 \cdot 600 \cdot 0,736 \cdot 0,38}{75 \cdot 3,3 \cdot 60 \cdot 1,48} = 0,086.$$

Пневматическая установка, работающая с постоянным давлением

Рабочее давление в эжекторе должно иметь запас в 20% на случай внезапного увеличения сопротивлений в трубопроводе. Скорость в выбросной трубе принимается 0,8—1,0 м/сек. Принимая те же обозначения, что и для установки, работающей при переменном давлении, будем иметь:

$$P_0 = H + 1,2h + 10 \text{ м вод. ст.} \quad (36)$$

Так как при каждом опорожнении расходуется одинаковое количество воздуха, то

$$P_n = \frac{P_0(V + nkV')}{V} \text{ м.} \quad (37)$$

k принимается равным 1,2 вместо 1,15 в предыдущем расчете.

$$P_m = \frac{P_0(V + mkV')}{V} \text{ м;} \quad (38)$$

$$V_w = \frac{P_0 x k V'}{10} \text{ м}^3. \quad (39)$$

Остальной расчет аналогичен предыдущему: необходимо лишь к сопротивлениям в воздухопроводе добавить сопротивление в редукционном клапане, для которого $\xi = 2$.

Ниже приведена зависимость притока сточных вод от рабочего давления P_0 для компрессора производительностью 0,38 м³/мин:

P_0 в м вод. ст.	14	16	18	20	22	24	26
$q_{\text{мах}}$ в л/сек	3,70	3,25	2,90	2,65	2,40	2,20	2,00

Глава IX

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

43. Загрязнения сточных вод

Загрязнения сточных вод состоят из веществ: а) растворенных, б) нерастворенных (как плавающих, так и способных осаждаться) и в) коллоидов¹.

¹ Следует отметить, что современная санитарная техника очистки сточных вод имеет дело с первыми двумя видами загрязнений. Очистные сооружения не имеют приспособлений, предназначенных специально для задержания и видоизменения коллоидов; если в процессе очистки они и претерпевают те или иные изменения, то происходит это без воздействия и контроля со стороны человека.

По своему характеру загрязнения разделяются на минеральные и органические. Первые из них для обычных бытовых вод составляют около 40% от всех загрязнений, а вторые — около 60%. В осадок может быть выделено около $\frac{1}{3}$ всех органических загрязнений, остальная часть будет в растворе и в коллоидальном состоянии.

Количество органического вещества в осадке можно принять в среднем в размере 70% от веса сухого вещества осадка, а в жидкой фазе сточных вод — в размере 55% от веса растворенных веществ после выпаривания воды.

Минеральные загрязнения могут быть опасны, если в состав их входят ядовитые вещества, например медь, циан, хром, сильные кислоты, щелочи и пр., поступающие в канализацию в большинстве случаев вместе с производственными водами. В обычных фекально-хозяйственных водах минеральные загрязнения неопасны, например песок, поваренная соль.

Органические загрязнения служат пищей бактерий, получающих из них жизненную энергию и материал для построения своего тела. При этом сложные органические соединения переходят в вещества более простые.

В зависимости от того, при каких условиях происходит жизнедеятельность микроорганизмов, продукты распада органического вещества могут быть или в виде стойких безвредных соединений, или в виде ядовитых и дурно пахнущих газов.

Если бактерии окисляют органические вещества кислородом воздуха или кислородом, растворенным в воде, то получаются безвредные продукты распада. Такие бактерии называются аэробными и мы используем их при очистке сточных вод на биофильтрах, на полях орошения, в прудах и в естественных водоемах.

Если же разрушение бактериями органического вещества происходит без присоединения кислорода, то продукты распада получаются вредные — органическое вещество гниет. Такие бактерии называются анаэробными, а самый процесс — гнилостным или анаэробным.

Анаэробные бактерии используются при перегнивании осадка, для чего необходимо вырастить специальную культуру бактерий, производящих газ метан (болотный газ), иначе осадок будет не бродить, а киснуть, что только ухудшит его свойства и причинит много хлопот при эксплуатации очистных сооружений.

44. Основные принципы очистки сточных вод

Характер загрязнений сточных вод указывает нам те способы, которые мы должны применять для обезвреживания сточных вод.

Если нужно выделить крупные нерастворенные вещества, то сточные воды пропускаются через решетки. Для выделения песка и других тяжелых примесей устраиваются песколовки, в которых скорость потока уменьшается в 2—3 раза по сравнению со скоростью в подводящем коллекторе. Для того чтобы выделить бо-

лее легкие и мелкие нерастворенные вещества, устраниваются отстойники, в которых скорость потока уменьшается в сотни раз. Наконец, все растворенные вещества и самая мелкая фракция взвешенных веществ разрушаются с помощью микроорганизмов.

Последний способ очистки называется биологическим, а все предыдущие — механическими.

Ядовитые вещества сточных вод не должны поступать в канализацию и обезвреживаются у места их образования, что должно быть гарантировано соответствующим надзором. Если в очищенной сточной жидкости могут оказаться болезнетворные бактерии, то устраиваются дезинфекционные сооружения, где вода обрабатывается хлором.

Очистку сточных вод можно вести на ряде последовательных сооружений, из которых каждое выполняет ликвидацию какого-либо одного вида загрязнений (например решетка, отстойник, биофильтр). В этом случае степень очистки может изменяться в зависимости от состава сооружений. Так как такие сооружения устраиваются из искусственных заранее заготовленных материалов, то этот способ очистки называется искусственным.

Напротив, поля орошения и поля фильтрации соединяют в себе все виды очистных сооружений и используют природные, естественные условия, а потому этот способ очистки называется естественным или почвенным.

Глава X

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

45. Решетки и песколовки

Если на очистных сооружениях имеются отстойники с удалением из них осадка по трубам, то во избежание засорения этих труб полезно установить решетку с прозорами 20 мм. Однако эксплуатация таких решеток на малых очистных сооружениях требует большого внимания из-за незначительного расхода воды.

Если установить решетку в узком канале или в лотке на его дно, то первая же тряпка или бумажка задержится решеткой, создаст подпор в подводящем лотке и перед решеткой начнутся отложения осадка. Во избежание этого решетку необходимо непрерывно очищать.

Если же увеличить площадь решетки, то придется уширить лоток; тогда скорость в этом месте уменьшится и осадки будут выпадать.

Если, наконец, опустить решетку ниже дна лотка, т. е. сделать приямок, то мы получим песколовку, также требующую регулярной очистки.

По указанным причинам на малых очистных сооружениях решетки и песколовки лучше не устанавливать, предусмотрев проектом лишь место для установки их, на случай если окажется в них необходимость.

В случае необходимости можно рекомендовать устройство щелевой песколовки (рис. 22), состоящей из лотка с двумя щелями по 10 см и приемка для задержания песка. Величина щели может изменяться постановкой бобышки или выпиливанием доски.

Песок из песколовки вычерпывается специальным черпаком. Устанавливать на дне песколовки в углублении ведро или какую-либо иную съемную посуду не рекомендуется, так как при переполнении ведра (что часто случается) в приемок попадает песок и удалить его будет затруднительно.

Решетку по причинам, изложенным выше, рекомендуется ставить после песколовки.

46. Септики

Септиками называются одноярусные отстойники, в которых происходит выделение из сточной жидкости нерастворенных веществ и последующее перегнивание их в той же камере (рис 23).

Среди разнообразных типов отстойников, применяемых в деле очистки сточных вод, септики являются простейшими, недорогими и надежными сооружениями. Богатый опыт Западной Европы и Америки, где малые септики строятся ежегодно сотнями и тысячами штук, показывает, что септики особенно пригодны для малых количеств сточных вод.

Сущность процесса, происходящего в септике, заключается в том, что сточная жидкость, проходя по септику с весьма малой скоростью, выделяет вещества, способные осаждаться; органическая часть этих веществ, оставаясь долгое время в отстойнике, перегнивает, превращаясь в растворимые и газообразные вещества. Кроме того значительно уменьшается и количество воды в иле благодаря слеживанию осадка.

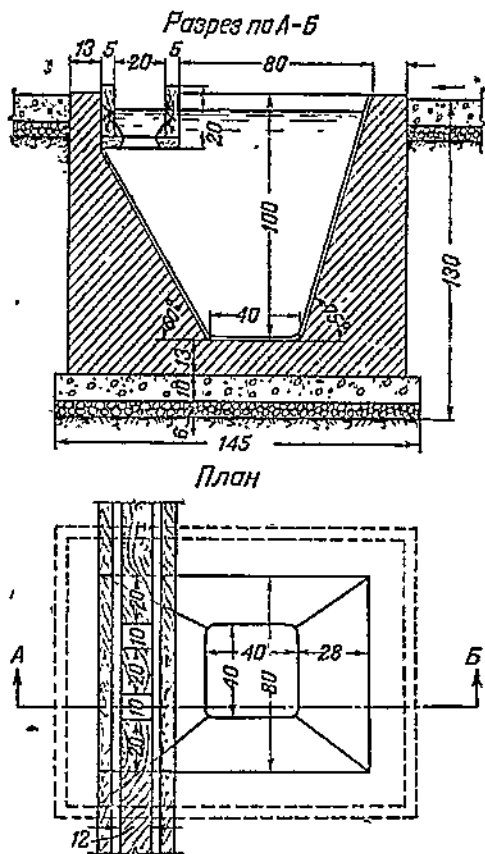


Рис. 22. Песколовка.

По указанным причинам количество ила, подлежащего удалению при чистке, по сравнению со свежим осадком уменьшается в 3—4 и более раз, и последний теряет свои неприятные свойства.

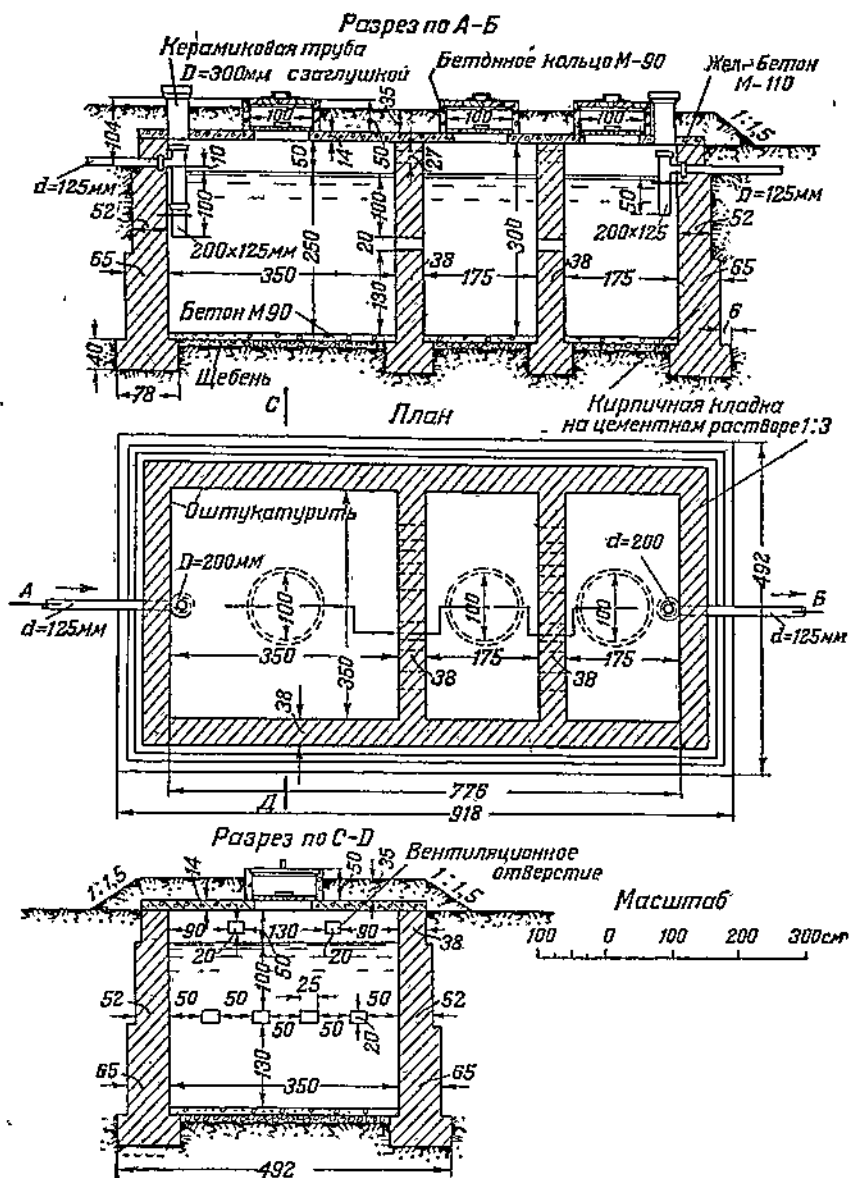


Рис. 23. Септик кирпичный на 250 жителей.

Газы, выделившиеся при разложении осадка, поднимаясь вверх, увлекают за собой легкие частицы осадка на поверхность. После

отдачи газа эти частицы снова оседают на дно, проходя через толщу протекающей жидкости. Этот постоянно повторяющийся процесс приводит к тому, что легкие вещества в некотором количестве выносятся из септика. Для задерживания их целесообразно устроить вторую, а иногда и третью камеры септика.

Всплывшие на поверхность жидкости вещества подсыхают и уплотняются, образуя корку иногда до 1,0 м толщиной в зависимости от количества и характера плавающих веществ и частоты очистки септика.

Корка наибольшей толщины образуется в первой камере септика, во второй камере она уже гораздо тоньше, в третьей — вообще образуется очень редко.

Точно так же и количество ила в первой камере гораздо больше, чем в последующих, так как во вторую и в третью камеру выносятся лишь самые легкие вещества, преимущественно органического происхождения, которые могут совершенно перегнить. Поэтому первую камеру необходимо делать по размеру больше остальных.

К достоинствам септиков следует отнести: а) простоту в постройке и эксплуатации; б) надежность действия; в) значительное уменьшение ила, подлежащего удалению из септика и притом достаточно перегнившего и хорошо сохнувшего; г) достижение более однообразного состава и температуры сточных вод, что является весьма важным для очистки сточных вод на малых сооружениях; д) значительный распад органического вещества, гидролиз мочевины и свертывание коллоидов; е) уменьшение количества патогенных бактерий.

Единственным и вместе с тем серьезным недостатком септиков, который служит поводом для возражений против их применения со стороны санитарных врачей, является загнивание сточной воды, так как протекающая по септику сточная вода от гниющего осадка ничем не отделяется, а время пребывания воды в септике весьма значительно.

В западноевропейской литературе имеются чрезвычайно противоречивые данные о работе септиков. Одни исследователи и гигиенисты находили выходящую из септиков воду достаточно осветленной и обезвреженной, а другие — мутной, с запахом сероводорода, наличием патогенных бактерий и большим содержанием взвешенных веществ.

Ввиду большого процента задерживаемых взвешенных веществ в септике, выделения жиров и масел и свертывания коллоидов сточная жидкость, прошедшая септик, очень хорошо фильтруется почвой. По этой причине за границей после септиков устраивают чаще всего подземное орошение. Устройство септика в некоторых случаях может окупиться уменьшением потребности площади полей орошения для осветленных вод в сравнении с площадью, необходимой для орошения неотстоенной водой, особенно в случаях: а) тяжелых почв с плохими фильтрационными свойствами; б) при необходимости устройства площадок из привозного песка; в) при большом количестве земляных работ вследствие трудного рельефа местности.

Устройство искусственных шлаковых окислителей для биологической очистки сточных вод при малых септиках широко практикуется во Франции и отчасти в Германии. В этих странах имеется немало специальных фирм, вырабатывающих стандартные установки, состоящие из септика и окислителя¹. В наших условиях эти установки требуют предварительного испытания и могут быть рекомендованы лишь в качестве опытных сооружений.

Из большого числа разнообразных конструкций септиков наиболее подходящими для наших условий являются закрытые септики, с люками для чистки над каждой камерой при числе камер не менее двух; если возможно, лучше устраивать трехкамерные септики.

Если к септику требуется присоединить банно-прачечные воды, то такое присоединение нужно делать во вторую камеру. Хлорирование стоков следует производить в третьей камере.

Самый малый объем септика по условиям габарита камер равен 3,0 м³, или на 7 человек (рис. 24).

Перекрытие септика и засыпка его сверху землей, соломой и пр. делаются с целью утепления септика. Толщина утепления — около 50 см в зависимости от климатических условий. Вентиляция септика осуществляется через подводящую трубу и стояки внутри зданий. В стенах, разделяющих камеры септика, выше уровня воды устраиваются вентиляционные отверстия. Приток свежего воздуха происходит по отводящей трубе.

Специального распределения поступающих в септик сточных вод не делается. В небольших по размерам септиках притекающая вода свободно изливается из конца подводящей трубы, что делается с целью наибольшего упрощения постройки и облегчения эксплуатации. В более крупных септиках поступающую воду можно чугунным тройником подводить ниже корки. Тройник устанавливается также и в начале трубы, отводящей воду из септика, для препятствования выноса плавающих веществ. Глубина погружения нижнего конца тройников равна 0,4 глубины воды в септике и не менее 50 см. Диаметры тройников должны быть не менее диаметра трубы, подводящей воду в септик².

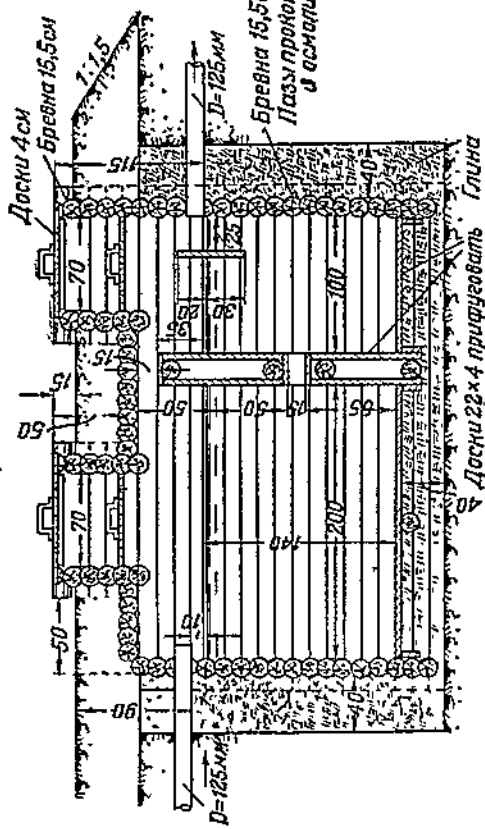
Для возможности прочистки тройников над ними устраиваются деревянные короба, закрытые обычно деревянными крышками размером в плане 30 × 30 см.

Для перехода воды из одной камеры в другую в промежуточных разделительных стенках делаются отверстия на одном и том же уровне, равном 0,4 глубины септика, считая от поверхности воды, т. е. на высоте, несколько большей от дна, чем от поверхности жидкости (рис. 24), так как слой ила больше толщины корки. Чтобы удлинить путь воды по септику, а следовательно, лучше использовать проточную часть, подведение и отведение воды в одной

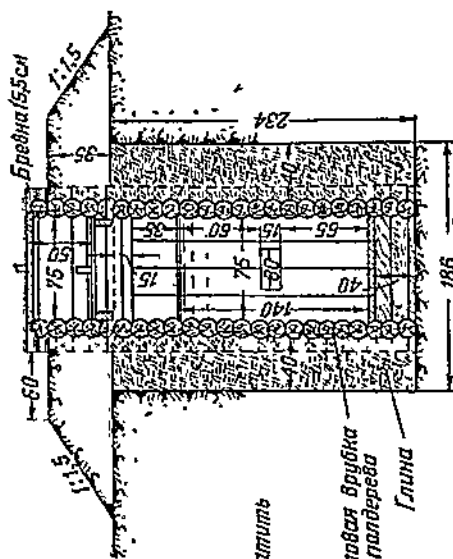
¹ А. Бильдер, Септики, перев. с франц., 1936; Б. Тешлер, Сооружения для очистки сточных вод отдельно стоящих зданий, 1933.

² $\frac{ОСТ}{ВСКХ} = \frac{8460}{87}$.

Разрез по А-Б



Разрез по В-Г



Размеры в см

Вид сверху

План

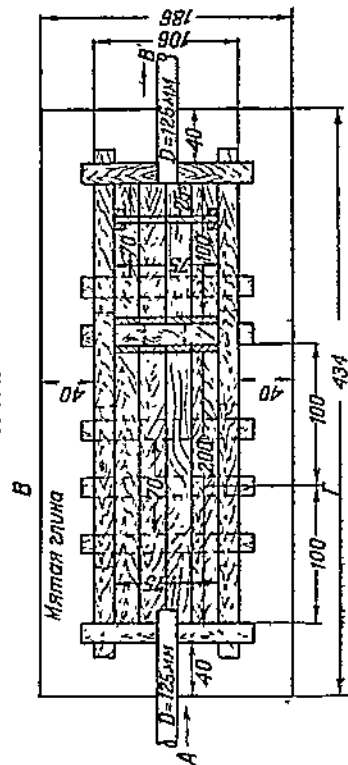
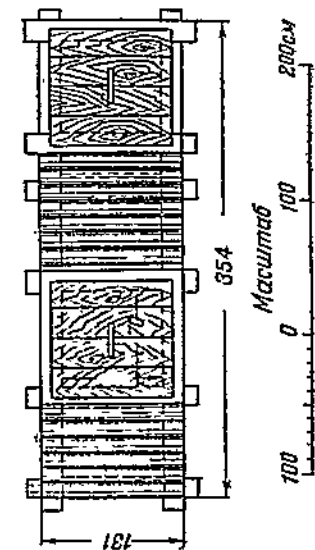


Рис. 24. Деревянный септик на 7 человек.

и той же камере желательно располагать в противоположных, наиболее удаленных углах.

Удержание плавающих веществ от выноса из септика осуществляется или тройником, соединенным отростком с началом отводящей трубы, или с помощью деревянной доски, установленной поперек септика на расстоянии 15—30 см от отверстия отводящей трубы. Доска должна быть погружена на глубину 30 см от горизонта воды, а верхнее ребро ее должно возвышаться над уровнем воды на 20 см.

Стенки септика могут быть выполнены из любого местного материала — дерева, кирпича, бута и бетона.

Временные деревянные септики должны иметь за стенками и под днищем слой жирной мятой, плотно утрамбованной глины толщиной 30—40 см, а рубка стен должна производиться на пакле с проконопаткой и осмолением горячей смолой за два раза. Этим достигается водонепроницаемость стенок. Устройство стенок из пластин, соединяемых в четверть, а также из бревен со шпунтом и гребнем для малых септиков не рекомендуется, так как выполнять эти соединения нужно очень тщательно, что на практике трудно осуществимо.

При наличии глинистых грунтов меры против водопроницаемости могут быть, очевидно, менее строги, чем в песчаных грунтах. В грунтах водянистых устраивать септики не следует ввиду трудности производства работ и охлаждения септика грунтовыми водами.

Расчетный объем септика может быть подсчитан из следующих соотношений: если принять расход сточных вод в 100 л/сутки на одного жителя, время отстоя — в 24 часа, то проточная часть должна иметь объем на каждого жителя в 100 л.

В септике задерживается 40 г сухого вещества на одного жителя в сутки¹. Органического вещества в осадке — 70%. Перегнивание органического вещества осадка примем от нуля (свежий осадок) до 50% («технический предел»), в среднем — 25%. Удельный вес сухого вещества осадка — 1,2. Содержание воды в осадке от 100 до 90%, в среднем — 95%. Время хранения осадка — 180 дней, отсюда:

1) количество органического вещества в осадке равно $40 \cdot 0,7 = 28$ г;

2) количество перегнившего органического вещества равно $28 \cdot 0,25 = 7$ г;

3) остаток органического вещества $28 - 7 = 21$ г;

4) количество неорганического вещества $= 40 - 28 = 12$ г;

5) всего сухого вещества $= 21 + 12 = 33$ г;

6) объем сухого вещества $= 33 : 1,2 = 27,5$ см³;

7) объем осадка при содержании воды 95°:

$$\frac{27,5 \cdot 100}{(100 - 95) \cdot 1000} = 0,55 \text{ л};$$

¹ С. Н. Строганов и К. Н. Корольков, Биологическая очистка сточных вод, 1934.

8) объем ила при хранении 180 дней: $0,55 \cdot 180 = 99 \approx 100$ л.

При очистке септика следует оставлять около 20% осадка (для заражения нового ила), т. е. 20 л; следовательно, объем иловой части должен быть $100 + 20 = 120$ л. Плавающая корка принимается толщиной 60 см, или по 60 л на 100 л проточной части при расчетной высоте ее в 1 м.

Таким образом общий расчетный объем септика будет: $100 + 120 + 60 = 280$ л на жителя, или 2,8 суточного расхода.

Отсюда расчетный объем септика принимается с округлением 300 л на жителя, а для малых септиков, обслуживающих до 100 человек (ввиду возможности более редкой очистки, а также увеличения толщины корки до 1,0 м), 400 л на человека.

При проектировании типовых септиков выяснилось, что устройство септика целесообразно при расчете его на 250 жителей; выше 250 человек можно уже запроектировать правильный работающий эмшер. Если же предполагается, что уход за эмшером не будет удовлетворителен, то лучше запроектировать септик даже для большего числа жителей (до 500 человек). Устройство септиков открытого типа на большое число жителей по вышеприведенным нормам нецелесообразно.

До последнего времени большие септики проектировались общим полезным объемом на 24-часовой расход сточных вод. В таких септиках для ила остается лишь очень малая часть объема; поэтому считалось, что септикам свойственно кислое брожение с плохим перегниванием ила. Если же рассчитать септик по вышеприведенным нормам, то, очевидно, что перегнивание ила в септике не будет отличаться от такого же процесса в эмшере, т. е. от метанового брожения.

47. Эмшерские колодцы

Эмшерскими колодцами называются двухъярусные отстойники, у которых верхняя часть служит для выделения из сточной жидкости нерастворенных веществ, а нижняя — для перегнивания ила, причем осадочная часть выполнена в виде специальных желобов, предохраняющих протекающую в них воду от смешения с загнившей водой, находящейся в иловой камере.

Принцип работы эмшерского колодца заключается в следующем (рис. 25).

Сточная жидкость по подводящей трубе поступает в осадочные желоба, представляющие собой обычные отстойники с горизонтальным движением жидкости, пройдя которые, осветленная вода отводится на последующую очистку или к выпуску.

Выделившиеся из сточной жидкости нерастворенные вещества проваливаются через щель в нижнюю иловую камеру, где, так же как и в септике, они подвергаются двоякого рода изменению: а) механическому обезвоживанию и б) биохимическому распаду под действием бактерий.

Механическое обезвоживание осадка состоит в том, что свежий ил, содержащий около 95—97,5% воды, под влиянием уплотнения вследствие долгого хранения, а также благодаря изменениям его

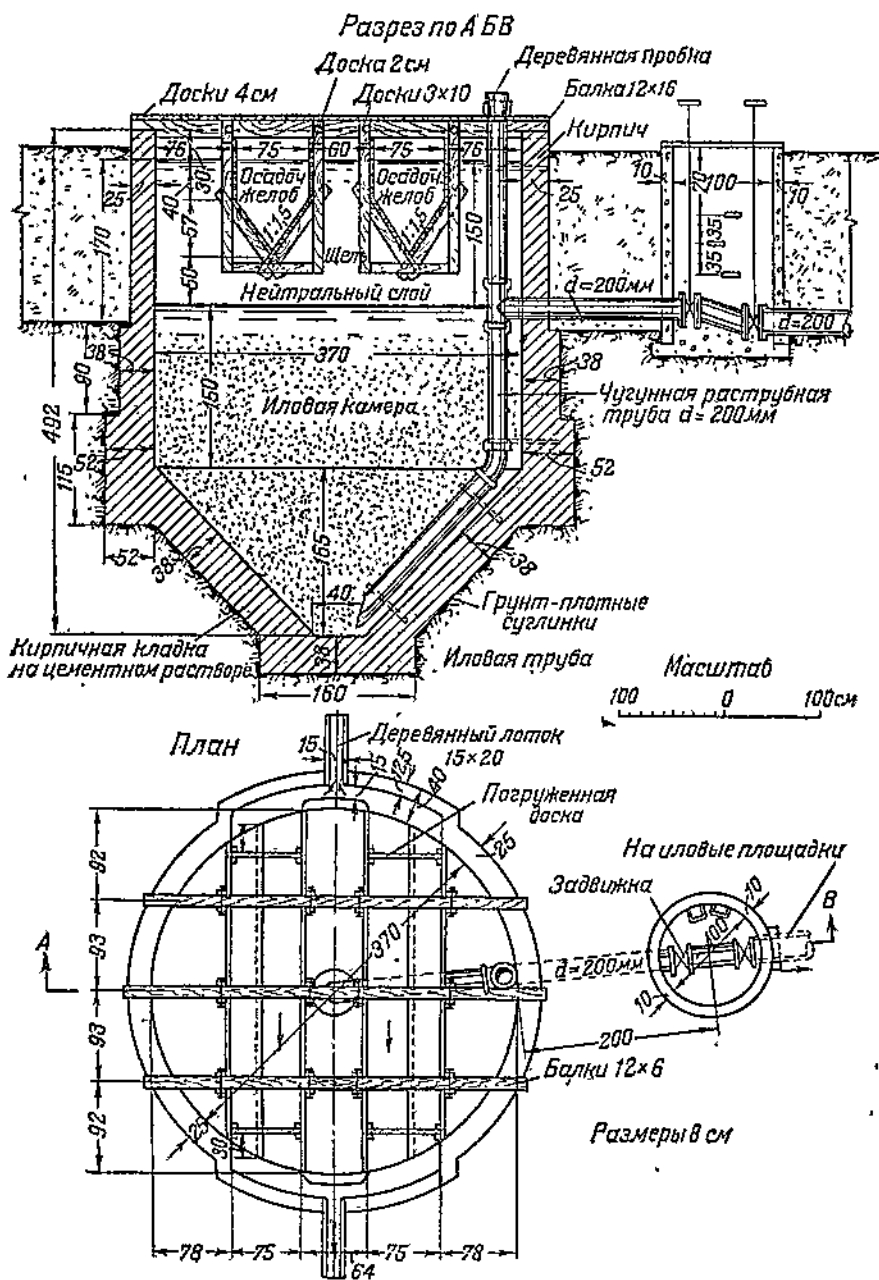


Рис. 25. Эмшерский колодец.

структуры под влиянием гнилостных процессов освобождается от части содержащейся в нем воды. Например, осадок со дна эмшерских колодцев после 120 дней хранения при температуре 10° содержит 85—90% воды, что соответствует содержанию твердого вещества 15—10% против 5% в свежем иле. Таким образом объем ила уменьшается вследствие обезвоживания примерно в 2—3 раза.

Что касается биохимического распада органической части осадка, то процесс этот происходит в анаэробных условиях, т. е. без доступа воздуха, и определяется действием двух групп бактерий.

Первая группа разрушает белки, жиры и углеводы до жирных кислот и их солей, образуя газы: водород, углекислый газ и, что особенно характерно, сероводород¹.

Вторая группа бактерий, потребителей кислот, разрушает жирные кислоты, давая углекислый газ, азот и метан (болотный газ), последний в количестве до 75% от объема всего газа. При этом сероводород связывается железом, образуя сернистое железо. Первая стадия называется «кислое брожение», вторая — «метановое» или «щелочное брожение». Выпущенный в эксплуатацию эмшерский колодец сначала имеет кислое брожение осадка. Затем со дна иловой камеры начинает развиваться метановое брожение, которое охватывает постепенно всю массу гниющего осадка. Кислое брожение при перегнивании ила чрезвычайно нежелательно, так как объем ила при этом процессе уменьшается незначительно, и выпущенный на подсушивающие площадки ил с трудом подсыхает. Цвет его желтовато-серый, иногда зеленоватый, консистенция липкая, запах неприятный. На подсушивающих площадках при этом иле разводятся большие желтые мухи (*Eristalis tenax*), которых никогда не бывает на хорошо перегнившем иле. Пузырьки газа образуют вместе с частицами ила большую пену на поверхности эмшера. Реакция кислого ила $pH=5-7$.

В противоположность кислому брожению метановый процесс характеризуется отсутствием неприятного запаха. Выпущенный на подсушивающие площадки ил хорошо отдает воду, так как выделяющиеся пузырьки газа, растворенного в иловой воде, поднимают частицы ила на поверхность, оставляя более чистую воду внизу на фильтрующем материале. Цвет такого ила черный, запах напоминает жженую резину, горячую смолу или сургуч. Реакция ила $pH=7-7.6$. Объем ила при метановом брожении значительно уменьшается.

В иловой камере эмшера, так же как и в септике, выделяющиеся при брожении пузырьки газа, поднимаясь вверх, увлекают за собой частицы ила, которые после отдачи газа снова оседают в иловую камеру, заражая метановым брожением вновь поступающий ил. Для такого циркулирования частиц ила и равномерного распределения его по иловой камере предусматривается нейтральный слой, обычно в 50 см, считая от щели на дне осадочного же-

¹ К. Н. Корольков, Распад осадка сточной жидкости в анаэробных условиях, МЖХ, 1926.

лоба до расчетной поверхности ила в иловой камере. Чтобы поднимающиеся вместе с газом частицы ила не могли попасть в проточную часть, концы наклонных стенок желобов, образующих щель, в плане перекрывают друг друга на 10 см (не менее 5 см).

Из приведенного описания можно заключить, что отличие эмшера от септика заключается в том, что протекающая по осадочным желобам сточная жидкость в правильно работающем эмшере не смешивается с иловой водой и выходит из эмшера в свежем, незагнившем состоянии, что имеет существенное значение для ее последующей обработки. Таким образом единственный недостаток септика в эмшере устранен. Однако это обстоятельство приводит к усложнению конструкции эмшера по сравнению с септиком и, что особенно важно для малых установок, к усложнению эксплуатации. Кроме того в малых эмшерах длина и глубина проточного желоба получаются незначительные; поэтому поступающая в эмшер сточная жидкость может проникнуть через щель в иловую камеру.

Очевидно, что чем меньше по размеру эмшер, тем сильнее сказываются все эти неблагоприятные условия. Поэтому, если нет уверенности, что сточная жидкость будет действительно протекать по осадочным желобам, лучше отказаться от эмшера и применить септик, так как в противном случае эмшер будет работать хуже септика, вынося нерастворенные вещества.

Для лучшего сползания ила по боковым стенкам осадочных желобов им придается в нижней треугольной части уклон от 1,5 до 1,75 вертикального расстояния к 1,0 горизонтальному. Внутренние стенки деревянных желобов должны быть остроганы, а бетонных — гладко оштукатурены.

Величина щели на дне осадочных желобов принимается в 12—15 см независимо от величины эмшера.

На малых очистных сооружениях устройство парных эмшерских колодцев с общими лотками не допускается, так как при необходимости выключить эмшер из работы придется выключить всю установку. По той же причине вместо одного большого эмшера лучше делать два эмшера средних размеров.

Расчетная глубина осадочных желобов малых эмшеров принимается¹ не более 1,0 м, так как нижележащие слои не затрагиваются движением протекающей по эмшеру жидкости. Объем проточной части осадочных желобов назначается по практическим соображениям и принимается: для эмшеров до 250 человек — на 2 максимальных часа, до 1 000 человек — на 1½ максимальных часа и свыше 1 000 человек — на 1 максимальный час.

Расчетная длина осадочной части эмшера считается от распределительной полупогруженной доски до ребра сборного лотка или начала отводящей трубы, если сборный лоток не устраивается. Участок осадочного желоба между распределительной доской и переливным лотком в начале эмшера не следует вводить в расчет

¹ $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ВСКХ}} - \frac{8461}{88}$.

длины осадочного желоба ввиду завихрений, образующихся при выпуске сточных вод в эмшер.

Впуск в эмшерский колодец и отведение из него сточных вод осуществляются в большинстве случаев посредством распределительных и сборных лотков прямоугольного сечения 15×15 см и не более 20×20 см. При ширине желоба 75—100 см можно устроить плоский слив (рис. 25), так как прямоугольный лоток задерживает осадки и требует частой прочистки; наконец, в самых малых эмшерах распределение воды по поперечному сечению не устраивается, и она непосредственно изливается и собирается подводящей и отводящей трубами.

Горизонт жидкости в осадочной части должен быть на 2—5 см ниже сливного ребра распределительного лотка или лотка подводящей трубы. Большая высота перепада приводит к проникновению поступающей воды в иловую камеру. Полупогруженные доски устанавливаются в 15—20 см от распределительных или сборных лотков или подводящей и отводящей труб. Погружаются доски на 25 см и возвышаются над горизонтом жидкости на 20 см. При проектировании и постройке весьма желательно предусмотреть возможность изменять положение полупогруженных досок.

По проекту новых норм НККХ РСФСР (для расчета городских канализаций) иловая камера эмшера, обслуживающего население до 8—10 тыс. жителей, должна иметь объем из расчета 75 л на жителя.

Для малых эмшеров объем иловой камеры должен быть такой же, как и для септиков, т. е. 100 л на жителя.

Исходя из этих пределов, можно установить следующие нормы для расчета иловой камеры эмшера (расположенного вне здания или в неотапливаемом помещении), отнесенные к одному жителю, постоянно проживающему в канализованном здании или поселке:

При числе жителей до 250 человек	100 л
" " " 250—1 000 человек	90 "
" " " 1 000—2 000 "	80 "
" " " свыше 2 000 "	75 "

В случае расположения эмшера в отапливаемом помещении или для южных районов СССР (Северный Кавказ, юг Украины и т. п.) указанные нормы могут быть уменьшены на 10—15%; для Закавказья и Средней Азии нормы следует уменьшать на 15—20%.

Приведенные нормы относятся к эмшерам с периодическим удалением перегнившего ила (через 1—2 месяца); при удалении ила два раза в год объем иловой камеры должен быть повышен против указанных норм на 25%.

Если в эмшерский колодец перекачивается ил из вторичного отстойника за биофильтрами, то объем его камеры увеличивается на 30%.

Угол наклона к горизонтали боковых стенок днища иловой камеры при удалении ила по иловой трубе, должен быть в 45° ; в крупных эмшерах по нормам НККХ этот угол может быть уменьшен до 30° . Эмшерские колодцы с удалением ила откачкой пере-

движными насосами («Летестю», диафрагмовые) могут устраиваться с плоским дном.

Удаление ила из иловой камеры лучше всего производить по иловой трубе на подсушивающие площадки. Диаметр иловой трубы должен быть 200 мм и не менее 150 мм, а статический напор для выдавливания ила должен быть не менее 1,5 м и не свыше 2,0 м, считая от горизонта жидкости в отстойнике до центра задвижки. Под нижней частью иловой трубы устраивается площадка размером в плане не менее 35×35 см.

Верхний конец иловой трубы должен возвышаться над горизонтом жидкости в эмшере не менее как на 40 см.

При удалении ила по трубопроводам потери на трение в трубах следует принимать в 0,02—0,03 от длины трубопровода. Количество ила, подлежащего удалению из эмшерского колодца, см. стр. 126 (обработка осадка).

Поднявшиеся на поверхность эмшера из иловой камеры плавающие вещества образуют корку вне осадочных желобов; поверхность для корки должна составлять не менее 30% от общей площади эмшера. При наличии двух осадочных желобов между ними должен быть промежуток не менее 0,6 м. Нельзя устраивать два лотка вместе с установкой между ними вентиляционной трубы, так как промежуток между лотками будет забит всплывающими веществами и последние смогут через щель выноситься в проточную часть. Образующаяся иловая корка периодически разбивается и гонится. На поверхности жидкости в осадочных желобах никаких плавающих веществ быть не должно; поэтому их нужно вычерпывать (а также и пену) по мере накопления.

Возвышение бортов резервуара должно быть выше горизонта жидкости на 30—40 см.

Очень полезно, а в средних и северных районах СССР и необходимо, делать над эмшером простейшую надстройку для того, чтобы он был всегда открыт и доступен для удаления пены с поверхности воды в желобах, прочистки щели, удаления корки и прочих операций, связанных с его эксплуатацией.

В Западной Европе очень широко распространены малые эмшеры преимущественно с круговым движением жидкости. Изготавливаются они стандартного типа из бетона и кроме того часто имеют добавочные приспособления, препятствующие проникновению сточной жидкости в нижнюю септическую часть. Однако эти эмшеры работают в большинстве случаев как септики, почему и могут устраиваться только как опытные.

На рис. 26, а изображен малый эмшер типа «Дивидаг» с круговым движением жидкости по отстойной части, показавший наилучшие результаты при испытании малых эмшеров разнообразных конструкций¹. В этом эмшере сточная вода после поступления в осадочную часть проходит под небольшой бетонной перегородкой, погруженной в жидкость на 20 см. Пройдя по обоим сторонам

¹ М. Штрелл, Влияние неравномерной нагрузки на работу домовых очистных сооружений, «Gesundheits Ingenieur» № 50, 10/X 1932.

между стенками внутреннего и наружного цилиндров, осветленная вода вытекает по отводящей трубе. Перед выходом также имеется бетонная перегородка для удержания плавающих веществ от выноса. Эти перегородки одновременно служат и для поддержания внутреннего цилиндра, внутри которого накапливается жорка; через этот же цилиндр производится и удаление ила из эмшера.

На рис. 26, б показан малый эмшер типа «Гидоро», собирающийся из отдельных колец и частей. Работа его аналогична эмшеру типа «Дивидаг».

Если канализация обслуживает население более 250 человек, то устройство эмшера вполне целесообразно. Можно предположить, что и эксплуатация его будет достаточно удовлетворительна.

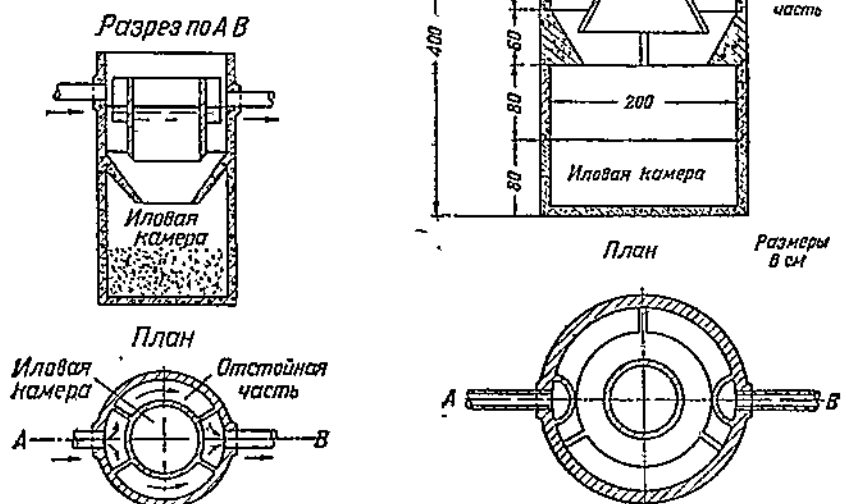


Рис. 26. Малые эмшеры: а — «Дивидаг»; б — «Гидоро».

Хотя приведенная цифра числа жителей несколько условна, но все же ее можно в первом приближении принять за переходную грань между септиками и эмшерами.

Если эмшер рассчитан правильно и эксплуатируется внимательно, то работа его очень устойчива и он представляет собой прекрасное сооружение для предварительной очистки сточных вод. Область применения эмшеров чрезвычайно обширна: или как самостоятельных сооружений перед выпуском сточных вод в водоем, где это допустимо по местным условиям, или в качестве отстойника перед биофильтрами.

Противопоказанием к устройству эмшерских колодцев служит следующее: 1) наличие в сточной воде ядовитых веществ, могущих подавить или приостановить биологические процессы перегни-

вания осадка; 2) низкая температура сточных вод или иловой камеры (ниже 6°). Последнее обстоятельство может иметь место в районах с холодным климатом или при устройстве эмшерских колодцев в грунтовом потоке (опускным способом), или, наконец, при значительной инфильтрации грунтовых вод в трубы. В холодном климате эмшер следует не зарывать в землю, а помещать в отапливаемом помещении.

Ниже приведем пример гидравлического расчета эмшера (рис. 25).

Пример. Требуется рассчитать эмшер на 250 человек при норме водоотведения 100 л на человека и коэффициенте неравномерности 2. Удаление ила должно производиться по иловой трубе небольшими порциями.

Расчет. Объем осадочных желобов принимаем на 1,5 максимальных часа, т. е.

$$\frac{250 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 1,5}{24} = 3130 \text{ л} = 3,13 \text{ м}^3.$$

Объем иловой камеры рассчитываем (для средней части СССР) по 90 л. на жителя, т. е. на

$$250 \cdot 90 = 22500 \text{ л} = 22,5 \text{ м}^3.$$

Угол наклона днища иловой камеры принимаем в 45° или с заложением 1:1.

После ряда попыток и схематического вычерчивания находим, что наилучшие результаты получаются при диаметре эмшера 3,70 м, а именно: расчетная длина желобов $3,70 - 0,55 = 3,15 \text{ м}$ и объем осадочной части (рис. 25):

$$V_1 = 2 \cdot \left(0,75 \cdot 0,40 + \frac{0,75 \cdot 0,57}{2} \right) \cdot 3,15 = 3,21 > 3,13 \text{ м}^3.$$

Объем конической части иловой камеры:

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} h_1 (D^2 + Dd + d^2),$$

где h_1 — глубина конической части, равная $\frac{3,70 - 0,40}{2} = 1,65 \text{ м}$;

D — диаметр эмшера — 3,70 м;

d — диаметр площадки под концом иловой трубы — 0,40 м.

Подставляя соответствующие значения, получим:

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 1,65 (3,70^2 + 3,70 \cdot 0,40 + 0,40^2) = 6,63 \text{ м}^3.$$

Количество ила в цилиндрической части:

$$V_3 = 22,5 - 6,63 = 15,87 \text{ м}^3.$$

Отсюда глубина ила в цилиндрической части:

$$h_2 = 15,87 : \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) = 15,87 : 10,75 = 1,48 \text{ м};$$

принимаем 1,50 м.

Нейтральный слой — 0,50 м.

Общая глубина воды в эмшере:

$$H = 0,40 + 0,57 + 0,50 + 1,50 + 1,65 = 4,62 \text{ м}.$$

Пространство для плавающей корки:

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot 2 \cdot (0,75 + 0,25) \cdot (3,70 - 0,25) = 5,23 \text{ м}^3 > 30\%$$

Стоимость эмшера, приведенного на рис. 25, по ценам 1935 г. исчисляется в сумме 3590 руб.

Для его изготовления требуется следующее количество основных материалов: досок 10×2 см — 0,48 м³; досок $25 \times 3,8$ см — 0,76 м³; досок 10×3 см — 0,21 м³; брусьев 12×16 см — 0,36 м³; гвоздей — 12,82 кг; цемента портландского — 4,51 т; кирпича — 11 289 шт.

48. Вертикальные отстойники

Вертикальными отстойниками называются резервуары, предназначенные для выделения из сточной жидкости нерастворенных веществ за время прохождения жидкости по отстойнику в вертикальном направлении.

В малых очистных сооружениях вертикальные отстойники могут найти применение в качестве вторичных отстойников за биофильтрами с одновременным использованием их для контакта хлора со сточной жидкостью при ее дезинфекции или в качестве самостоятельных контактных резервуаров при дезинфекции. Таким образом область применения вертикальных отстойников для малой канализации весьма ограничена. В качестве первичных отстойников для выделения нерастворенных веществ из сырой сточной жидкости вертикальные отстойники для малых количеств сточных вод рекомендовать нельзя, ввиду того что ил в этих отстойниках может загнивать и его нужно удалять через 2—3 дня в неразложившемся состоянии со всеми вытекающими отсюда последствиями для его дальнейшей обработки.

Работа вертикального отстойника состоит в следующем (рис. 27). Сточная жидкость по деревянному желобу подводится к центральной трубе и опускается вниз. Здесь жидкость меняет нисходящее вертикальное движение на горизонтальное, распределяясь более или менее равномерно по всему поперечному сечению отстойника. Такое распределение сточных вод происходит благодаря направляющему действию отражательного щита, а при отсутствии его — благодаря сопротивлению неподвижных слоев воды, лежащих ниже центральной трубы (нейтральный слой).

Распределиться по всему поперечному сечению отстойника, сточная жидкость под влиянием вновь поступающих слоев воды начинает двигаться по отстойной части в вертикальном направлении.

При восходящем движении жидкости снизу вверх с весьма малой скоростью из нее начинают выделяться все нерастворенные вещества, вертикальная скорость осаждения которых больше скорости восходящего потока жидкости. Взвешенные вещества, имеющие скорость осаждения, равную скорости восходящего потока, находятся в состоянии суспензии до тех пор, пока не уплотнятся до состояния, способного к осаждению. Некоторые исследователи¹ считают, что высокий эффект задержания нерастворенных веществ вертикальными отстойниками объясняется фильтрующим и коагулирующим действием суспензированных веществ.

Дойдя до поверхности воды в отстойнике, определяемой гребнем сборного лотка, сточная жидкость по этому лотку отводится

¹ Metcalf and Eddy, Sewerage and Sewage Disposal, 1930.

С увеличением расхода сточных вод при всех прочих равных условиях прямо пропорционально ему увеличивается скорость восходящего движения жидкости.

Вполне равномерное распределение и сбор воды по всему поперечному сечению отстойника практически неосуществимы, а потому и движение жидкости вверх по отстойной части происходит не по принципу замещения, а отдельными струями, скорость и направление движения которых различны для разных точек. Поэтому действительная скорость движения жидкости отличается от расчетной. Кроме того некоторые участки осадочной части не захватываются движением жидкости, образуя застойные пазухи, что также приводит к понижению эффекта осаждения.

Очевидно, что чем больше будет отношение диаметра отстойника к глубине погружения центральной трубы, тем труднее добиться равномерного распределения скоростей и тем хуже будет работа отстойника. Поэтому указанное отношение не должно быть более 1,5—2,0¹; в противном случае приходится прибегать к усложнению конструкции, устраивая сборные лотки радиальными.

Достоинство вертикальных отстойников состоит в том, что очищенная вода, проходя отстойники, соприкасается с отложившимся осадком лишь очень короткое время и потому не ухудшает своих свойств. Вторым достоинством вертикальных отстойников является большая надежность их действия при правильном устройстве и эксплуатации по сравнению с горизонтальными отстойниками. Наконец, занимаемая ими площадь незначительна.

К недостаткам вертикальных отстойников следует отнести большую глубину и трудность постройки в сравнении с горизонтальными отстойниками.

Расчет вертикальных отстойников сводится к следующему.

Поперечная площадь центральной трубы определяется делением максимального секундного расхода сточных вод на скорость нисходящего потока, которая принимается: 1) при отсутствии отражательного щита — в 0,03 м/сек; 2) при наличии щита — 0,10 м/сек.

Труба устраивается квадратного сечения из деревянных досок.

Отражательный щит подвешивается на 30—40 см от низа центральной трубы. Если щель делается переменной, то величина ее колеблется в пределах 30—70 см. Диаметр отражательного щита на 20% больше диагонали квадрата поперечного сечения центральной трубы. Щит устраивается в виде опрокинутого конуса с углом при вершине 150—160°.

Осадочная часть рассчитывается по скорости восходящего потока, которая для отстойников за биофильтрами принимается в 1 мм/сек, считая по максимальному часовому расходу. Время отстаивания принимается не менее 30 мин. Таким образом расчетная высота слоя воды в осадочной части, а следовательно, и

¹ Проф. Турчинович в статье „Элементарная теория отстойных бассейнов“ („Санитарная техника“ № 4, 1931) считает, что следует принимать

$\frac{H}{D-d} < 0,8$, где H — высота цилиндрической части вертикального отстойника, D — диаметр отстойника, d — диаметр центральной трубы.

глубина погружения центральной трубы равняются: $0,001 \cdot 30 \cdot 60 = 1,8$ м. Если же принять время отстаивания равным одному часу, то высота эта будет равна 3,6 м. Другими словами, если мы зададимся определенной скоростью движения жидкости и временем отстаивания, то получим вполне определенную полезную высоту цилиндрической части отстойника независимо от его диаметра, так как низ центральной трубы почти всегда совпадает с основанием цилиндрической части отстойника. Ввиду того что отношение диаметра отстойника к высоте цилиндрической части не должно быть более 1,5—2,0, то диаметр вертикального отстойника за биофильтрами не должен быть больше $2,0 \cdot 1,8 = 3,6$ м; в противном случае конструкцию придется усложнять. Жесткие нормы чрезвычайно связывают проектирование, заставляя в некоторых случаях строить нерациональные по конфигурации отстойники.

После определения высоты цилиндрической части отстойника определяют площадь его, а отсюда и диаметр, путем деления максимального часового расхода сточных вод на указанную высоту.

Сборные лотки устраиваются по периметру отстойника. Сечение лотков — прямоугольное; чаще всего — квадратное размером 20×20 см.

Для предохранения плавающих веществ от выноса из отстойника устанавливаются полупогруженные доски.

Ниже центральной трубы назначается нейтральный слой размером 50—75 см от низа трубы до расчетного горизонта осадка, если нет отражательного щита. При наличии отражательного щита нейтральный слой принимается в 50 см и менее от низа щита.

Иловая часть рассчитывается на 2—3-суточное хранение ила, количество которого для отстойников за биофильтрами принимается на одного жителя 0,15—0,2 л/сутки. Для специальных контактных резервуаров при дезинфекции стоков количество ила принимается 0,1 л на жителя при влажности 95%.

Угол наклона боковых стенок днища иловой камеры принимается в 45° .

Удаление ила из отстойников следует производить ежедневно.

Если ил удаляется по иловой трубе, то статический напор для выдавливания ила принимается не менее 1,5 м.

Возвышение бортов резервуара над горизонтом жидкости принимается в 20—30 см.

Для удобства обслуживания отстойников, а также для подвески центральной трубы, подводящего лотка и полупогруженных досок поверх отстойника укладываются деревянные балки; по этим же балкам в случае надобности укладывается простое дощатое покрытие (настил) для прохода и утепления.

49. Горизонтальные отстойники

Горизонтальный отстойник представляет собой прямоугольный однокамерный резервуар вытянутой формы, по коротким сторонам которого расположены впуск и выпуск сточных вод (рис. 28).

Разрез по А-Б

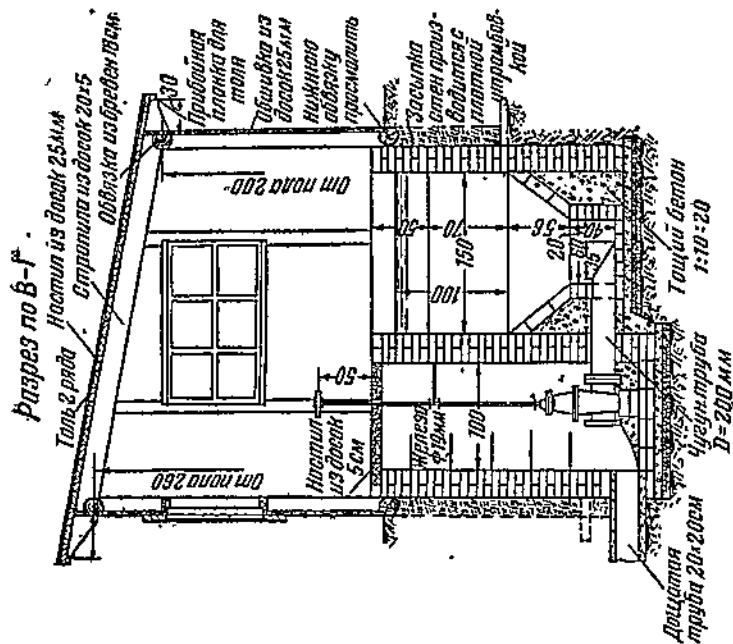
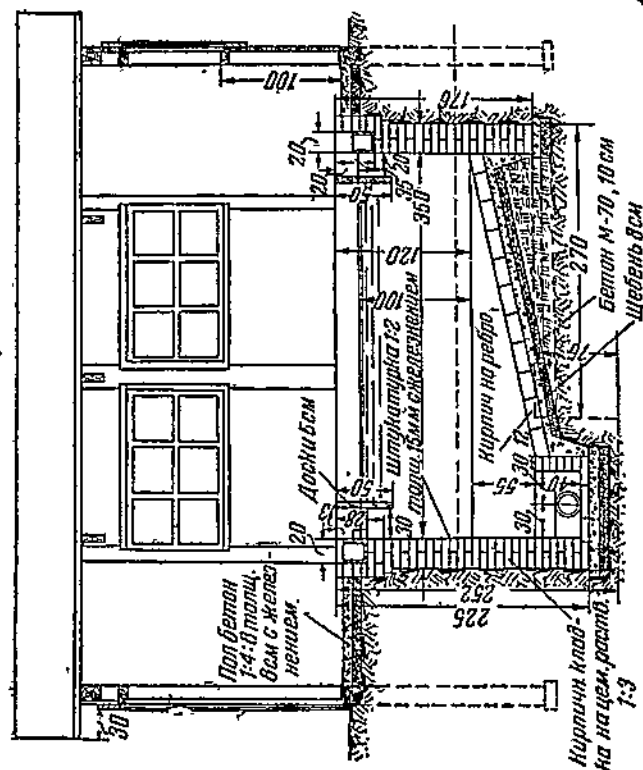


Рис. 28а. Горизонтальный отстойник.

Осадки, выпавшие на дно горизонтального отстойника, не отделены от протекающей воды, и септическая часть для их перегнивания не предусматривается; поэтому они должны удаляться из отстойника через 2—3 дня. При этих условиях размеры отстойника в сравнении с септиком получаются незначительные, а сточная вода, пройдя отстойник, сохраняется в свежем, незагнившем состоянии.

Однако систематическое удаление осадков усложняет эксплуатацию. Количество осадка, подлежащего удалению из отстойника, в 3—4 раза больше, чем количество осадка из септиков или эмшеров, и кроме того удаляемый осадок обладает неприятными свойствами; поэтому горизонтальные отстойники в малой канализации

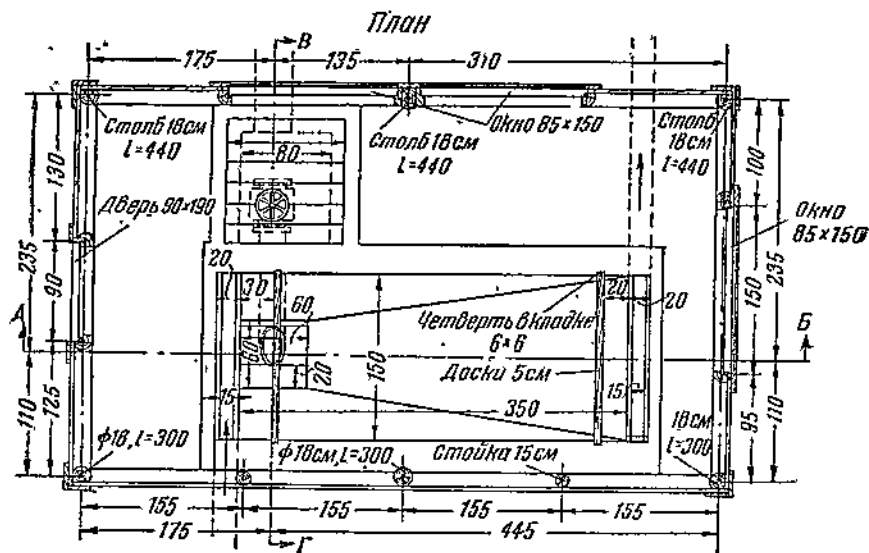


Рис. 286.

применяются только в качестве вторичных отстойников после биофильтров и одновременно служат для контакта воды с хлором при ее дезинфекции.

Расчетная глубина отстойника принимается обычно около 1 м, а время отстоя — от 30 мин. до 1 часа, что определяется главным образом конструктивными соображениями¹.

Дно отстойника устраивается с уклоном не менее 0,1 к приямку в начале отстойника. Сдвигается осадок к приямку осторожно под водой с помощью короткой доски, прикрепленной перпендикулярно к концу длинной рукоятки. Из приямка ил или откачивается насосом (ручным или с электромотором), или выпускается на подсушивающие площадки под гидростатическим давлением. При вывозе ила бочками целесообразно выпустить его сначала в иловый

¹ По $\frac{\text{ОСТ 8463}}{\text{ВСКХ 90}}$ время контакта с хлором должно быть не менее 30 мин.

колодец, устраиваемый вне здания очистных сооружений, затем уже забирать его в бочки,

Диаметр иловой трубы, величина гидростатического давления, расположение полупогруженных досок и прочие детали конструкции в горизонтальных отстойниках принимаются те же, что и в эмшерских колодцах.

Отношение длины отстойника к его ширине желательно делать не менее 4; однако для возможности доступа в отстойник ширина его не должна быть менее 75 см, а еще лучше 100 см; поэтому указанное отношение сторон в малых сооружениях не всегда можно выдержать.

Если горизонтальный отстойник устраивается отдельно от остальных сооружений, то над ним желательно сделать простейшую надстройку, как это показано на рис. 28.

Глава XI

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

50. Основные задачи при проектировании очистных сооружений для биологической очистки

Выше мы отмечали, что биологическая очистка производится с помощью микроорганизмов, т. е. живых существ, которые, как и всякие живые существа, требуют для своего существования и жизнедеятельности наличия определенных внешних условий.

К числу этих условий относятся:

1. Наличие необходимой среды, которую микроорганизмы могли бы заселить. Этой средой в биофильтрах служит поверхность шлака, битого камня, а на полях орошения — частицы почвы. Чем больше поверхность частиц при одном и том же объеме, тем больше разместится на ней микроорганизмов и тем меньше потребуются объем сооружений на 1 м³ очищаемых вод.

2. Снабжение бактерий элементами питания должно происходить в определенном количестве. Излишек питания не будет использован бактериями, и вода получится недостаточно очищенная; наоборот, недостаток питания приведет к неиспользованию очистительной способности сооружения, следовательно, к его излишним размерам. Практически эта задача сводится к установлению правильной нормы нагрузки на сооружение.

3. Питание должно быть распределено равномерно между потребителями, т. е. бактериями. С этой целью на биофильтрах устраиваются специальные, иногда весьма сложные приспособления для равномерного орошения поверхности биофильтра; на полях орошения участки планируются, а гряды или борозды нарезаются в определенном направлении и с заданным уклоном.

4. Нужные нам микроорганизмы могут существовать только в присутствии кислорода воздуха. Для этого в биофильтрах грузочный материал сортируется и куски принимаются такой крупно-

сти, чтобы поры между ними не засорялись, а для почвенных методов очистки выбираются почвы с хорошими фильтрационными свойствами, т. е. песчаные и структурные. Кроме того орошение или подача воды производится периодическими напусками с тем, чтобы фильтрующаяся вода засасывала воздух в поры. Наконец, при устройстве биофильтров стенки их делаются из ажурной кладки, сухой кладки или проволоочной сетки, а помещение фильтров, если они устроены в здании, должно иметь хорошую вентиляцию.

5. Помещение для бактерий должно иметь температуру не ниже 6°; при более низких температурах жизнедеятельность бактерий замирает. Поддержание необходимой температуры достигается прежде всего за счет тепла самой сточной жидкости, а также тепла, выделяющегося при окислительных процессах. Малые биофильтры устраиваются в здании, чаще всего отапливаемом печами, а на полях орошения зимой стараются производить орошение под лед или слой снега.

6. Вредные для бактерий продукты, образующиеся в результате их жизнедеятельности, например углекислый газ, должны удаляться. Это достигается хорошей вентиляцией, дренажем, отдыхом сооружений, промывкой и пр.

7. Наконец, необходимо следить за тем, чтобы не получили развития нежелательные нам формы бактерий. Если это случилось, то нужно избавиться от таких бактерий, или убивая их хлором (что иногда применяется на биофильтрах), или создавая для них неблагоприятную среду. Так, например, для подавления бактерий, производящих «кислое» брожение осадка в эмшерских колодцах, добавляют известь, т. е. стремятся создать щелочную среду.

51. Поля орошения

Полями орошения называются специально подготовленные земельные участки, предназначенные для очистки сточных вод с одновременным использованием их для агрикультурных целей.

Отличие полей орошения от обычных орошаемых участков, устраиваемых при ирригации земель, состоит в том, что сточные воды поступают на поля орошения непрерывно в течение всего года и должны быть приняты и размещены на поливных участках независимо от потребности растений во влаге.

Так как по санитарным соображениям сброс излишней воды не допускается, то все участки или карты полей ограждаются валиками, а для размещения воды в период дождей, уборки урожая и пр., когда полив сельскохозяйственных культур не требуется, устраиваются запасные или резервные участки.

Условие непрерывного принятия сточных вод не дает возможности выключить отдельные элементы полей орошения на длительный срок для ремонта, а потому все сооружения на полях орошения делаются более капитальными по сравнению с таковыми при обычном орошении. Последнее приводит к тому, что стоимость приспособления земель под поля орошения обходится дороже (10—20 тыс. руб. за 1 га вместо 2—3 тыс. руб. при обычном орошении),

что в свою очередь, заставляет доводить нагрузку на поля орошения до максимальной возможной величины, определяемой целым рядом условий: 1) характером почв и грунтов, 2) потребностью растений в увлажнении и удобрении и 3) местными климатическими условиями (количеством атмосферных осадков, зимним намораживанием).

Работа полей орошения как очистного сооружения заключается в следующем. Сточная вода, поступившая на наиболее высокую (командную) точку полей, подводится с помощью распределительных лотков к выпускам на карту. От выпусков нарезаются выводные борозды, а перпендикулярно к ним — поливные борозды или гряды, которые последовательно заполняются водой из выводной борозды.

Для возможности равномерного распределения воды по всей поверхности карты поливные борозды или междугрядья устраиваются с небольшим уклоном (до 0,005), для чего или используется естественный рельеф местности, или поверхность карты планируется.

После заполнения борозды или междугрядья сточная жидкость, фильтруясь через почву, механически освобождается от нерастворенных веществ. Одновременно происходит адсорбция (поглощение, задержание) коллоидов и растворенных веществ. Дальнейшее их окисление за счет кислорода воздуха производится микроорганизмами, населяющими верхний слой почвы (около 30 см). В более нижних слоях, куда проникает мало кислорода воздуха, окисление идет главным образом за счет кислорода нитратов. Отфильтрованная вода или поступает в дренаж, или опускается до поверхности грунтового потока, с которым и следует далее. На место отфильтрованной воды засасывается воздух, необходимый для окисления органического вещества, адсорбированного почвой.

Если мы дадим излишне большую нагрузку на труднопроницаемые почвы, то жидкость долгое время не будет впитываться или, впитавшись, будет задерживаться почвой, что прекратит доступ воздуха для аэробных бактерий. В результате очистка происходить не будет (поля заболотятся). Наоборот, на крупнозернистых песках значительная часть жидкости пройдет через почву, недостаточно очищенная. В этом случае возникает угроза заражения источников водоснабжения.

Таким образом для полей орошения лучше всего подходят легкие суглинистые и супесчаные почвы со средней крупностью зерен. Кроме того почва должна быть структурной, т. е. состоящей из связанных небольших комков, что увеличивает циркуляцию почвенного воздуха.

Количество воды, приходящейся на единицу площади полей, должно не только соответствовать очистительной способности почвы, но и сообразоваться с потребностью растений в удобрениях и влаге в различные периоды их роста.

Благодаря последнему обстоятельству нагрузки на поля орошения в несколько раз меньше, чем на поля фильтрации, которые, как правило, сельскохозяйственными культурами не засаживаются. Однако соответствующим подбором культур и соотношением пло-

шадей под отдельные виды растений можно в значительной степени выравнять график полива и повысить нагрузку на поля орошения.

Эффект очистки на полях орошения, как и всякой биологической очистки, связан с температурой. Осенью и частично зимой температура в почве поддерживается за счет тепла, выделяемого из сточной жидкости или при окислительных процессах, а также за счет глубокого прогрева почвы в летний период. С выпадением снежного покрова последний служит хорошей защитой почвы от охлаждения; поэтому орошение стараются производить под лед или под слой снега, для чего с осени нарезают глубокие борозды или устраивают высокие гряды (40 см). Таким приемом на малых полях орошения почти всегда удается избежать зимнего намораживания жидкости, тем более, что на малых полях один и тот же участок непрерывно заливается долгое время (например 1—3 месяца); в результате вода в междурядьях под снегом проделывает себе ходы и не замерзает.

Однако гарантировать, что замерзание жидкости происходить не будет, нельзя; поэтому по действующим правилам следует производить поверочный расчет полей на зимнее намораживание. Продолжительность зимнего намораживания для средней части СССР принимают обычно в 100 дней; при этом полагают, что атмосферные осадки за период намораживания компенсируются вымораживанием льда. Часть поверхности карты может быть свободна от льда; поэтому возможно вводить некоторый коэффициент на зимнюю фильтрацию, который в зависимости от характера почв, тщательности надзора за полями и климатических условий принимается в пределах 25—75%.

Зимнее намораживание крайне нежелательно по санитарным соображениям, так как весной талая вода будет продолжительное время впитываться в почву и испаряться (до 1,5 месяцев), создавая вокруг полей неблагоприятную санитарную обстановку.

Если период весеннего таяния намороженной жидкости совпадает с весенним наводком в водоеме, служащим приемником очищенных вод, то по согласованию с местным санитарным надзором возможно сбрасывать талые воды в водоем с помощью весенних выпусков.

На рис. 29 показан простейший выпуск талых вод в осушительную канаву. Выпуск состоит из деревянного жолоба. Небольшая площадка перед шибером опражена валиком, который весной по мере таяния намороженной жидкости перекапывается. Талая вода отводится в осушительную канаву. После спуска талых вод валик снова восстанавливается. Выпуск должен быть устроен в самом пониженном углу карты полей. Более капитальные выпуски устраиваются из керамических труб, причем вместо оградительного валика устанавливается четырехугольный кирпичный колодец, из которого начинается труба выпуска. В стенке колодца, обращенной к карте, устраивается вертикальная щель на всю высоту колодца. В пазы щели вставлены короткие доски (шандоры), снимая которые, можно спустить талую воду.

Под-намораживание отводятся преимущественно участки с лучшими фильтрационными свойствами почв, спланированные горизонтально и расположенные ниже остальных участков, для того чтобы отфильтрованные воды не подтопляли нижележащие участки. Поскольку участки с намораживанием жидкости работают преимущественно зимой, они иногда называются зимними полями орошения. Если территория, приспособляемая под поля орошения, состоит из грунтов различных фильтрационных свойств или если уклоны поверхности земли отдельных участков сильно разнятся между собой, то зимние участки закрепляются на определенном месте полей. При однообразных грунтах и спокойном рельефе зим-

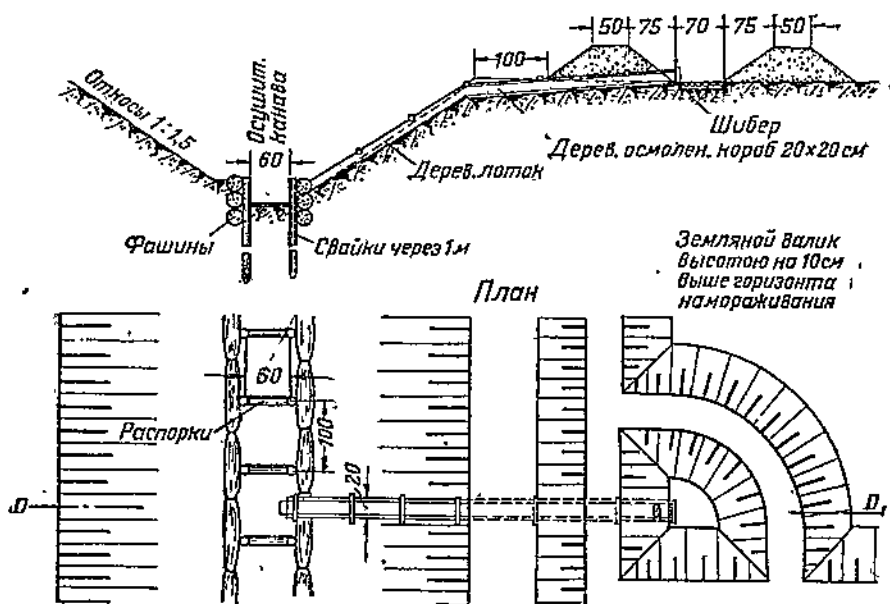


Рис. 29. Весенний выпуск.

ние поля каждый год размещаются на новых участках, что весьма желательно для отдыха почвы и введения в севооборот трав. Последние не допускают зимнего орошения, но зато восстанавливают структуру почвы, разрушаемую обильным орошением сточными водами.

Участки, орошаемые в безморозный период времени, называются летними полями.

Такое деление полей на летние и зимние строго выдерживается только на малых полях орошения и то не всегда, потому что если орошать летние поля только летом, а зимние зимой, то по существу мы будем иметь два очистных сооружения, рассчитанные каждое на полную проектную мощность. Поэтому с целью уменьшения площади полей допускают зимнее намораживание на летних полях слоем 15—25 см, который не создает особых затруднений в весенней подготовке почвы.

Стремление еще более интенсивно использовать площадь полей для очистки сточных вод побуждает при благоприятном рельефе местности или при спланированных участках никакого различия между зимними и летними полями не делать, допуская зимнее орошение на всей площади полей за исключением резервных участков на весенний период. Выбор той или иной схемы разделения полей определяется их преимущественным назначением: или как санитарно-технического сооружения, или как сельскохозяйственного. Однако соблюдение основных санитарно-гигиенических требований должно быть обязательным при всех условиях. К таким требованиям относятся: хорошая очистка сточных вод, определенный состав культур и способы их выращивания, мойка овощей, санитарные разрывы между полями и жилыми зданиями, личная гигиена работников на полях.

Надлежащая очистка сточных вод зависит от нагрузки на единицу площади полей и от равномерности распределения воды по поверхности карт. При уклонах поверхности карт до 0,005 достигнуть равномерного распределения воды не представляет особого труда. При больших уклонах все зависит от искусства орошальщика, так как возникает опасность размыва борозд, прорыва гряд и валиков и скопления жидкости в пониженных местах карты.

Значительные санитарные улучшения вносит полив полей отстойной, а в некоторых случаях и очищенной сточной жидкостью.

При отстаивании сточных вод их удобрительная ценность снижается незначительно. Так, по С. Н. Строганову¹ в осадок переходит от общего количества удобрений: азота (N) — 16%; фосфора (P_2O_5) — 29% и калия (K_2O) — 2,6%.

Чтобы предотвратить распространение запаха и мошек, следует располагать поля орошения от селитебной границы населенного места на расстоянии 100—200 м, и только самые малые поля для сточных вод от отдельных зданий (площадью до 0,5 га) могут располагаться в 40—50 м от жилых зданий, что должно быть согласовано с Госсанинспекцией. Во всех случаях полезно отделять поля орошения от населенного места зелеными насаждениями. При выборе места расположения полей необходимо учитывать направление преобладающих ветров.

Овощные культуры, которые можно разводить на полях орошения, чрезвычайно разнообразны. Однако врачи и гигиенисты считают, что на полях орошения нельзя выращивать овощи, которые употребляются в пищу в сыром виде (например, редис, салат, огурцы, лук на перо). Для некоторых культур требуется принятие особых мер предосторожности (подвязка культуры томатов на тычках, широкие гряды, прекращение полива с начала созревания плодов и т. п.).

Лучше всего для полей орошения подходят капуста и кормовые корнеплоды, затем идут луговые травы.

¹ М. И. Лапшин и С. Н. Строганов, Химия и микробиология питьевых и сточных вод, 1938, стр. 246 и 248.

Расчет площади полей орошения может быть сделан двумя способами: а) по среднесуточной нагрузке и б) по графику распределения воды на полях. Первый способ применяется для предварительных расчетов и заключается в том, что размер полезной, т. е. занятой культурами площади полей орошения, выраженной в гектарах, определяется путем деления общего среднесуточного количества сточных вод, подлежащего очистке на полях орошения, на величину среднесуточной нагрузки на гектар.

Расчетная среднесуточная нагрузка на поля орошения в зависимости от почв и грунтов приводится в табл. 19.

Таблица 19

Районы СССР (зоны увлажнения)	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Недостаточное увлажнение	60—75	45—60	35—45	25—35
Среднее увлажнение	45—60	35—45	25—35	25—20
Избыточное увлажнение	35—45	25—35	20—25	15—20

Примечание. При условии предварительного отстаивания сточных вод приведенные нормы могут быть увеличены в полтора раза.

Площадь под резервными участками определяется характером почв, климатическими условиями и возможностью весеннего сброса в зависимости от мощности водоема. Размеры этой площади колеблются от 25 до 50% площади полей под культурами, причем большие нормы относятся к менее проницаемым почвам и меньшим по размерам полям. Площадь для вспомогательных сооружений определяется в размере 30—60% от суммы площадей под культурами и резервными участками.

Этот способ расчета не учитывает особенностей эксплуатации полей как предприятия сельскохозяйственного назначения, т. е. направления хозяйства на полях орошения, состава культур, разделения полей на зимние и летние и т. п. При наличии этих данных оказывается возможным проследить распределение воды на полях по сезонам или даже по отдельным месяцам года, т. е. составить примерный график полива.

Обычно и по хозяйственным и по агротехническим соображениям в средней части СССР выгоднее всего иметь на полях орошения овощно-молочное направление хозяйства, занимая, например, под овощи — 50% полезной площади полей (т. е. площади без резервных участков), под травы — 30% и под кормовые корнеплоды — 20%.

Оросительную норму для овощных культур (капуста, столовые и кормовые корнеплоды) на супесях и суглинках можно принять от 4 000 до 6 000 м³/га, в среднем 5 000 м³, а для трав — 7 000 м³. Вегетационный период для большинства культур — 100—120 дней или в среднем 110 дней (с 10/V по 10/IX).

При принятом выше соотношении площадей средняя оросительная норма будет:

$$(0,5 + 0,2) \cdot 5000 + 0,3 \cdot 7\,000 = 5\,600 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Если принять среднесуточное количество сточных вод $Q \text{ м}^3$, то за время вегетационного периода можно оросить:

$$110Q : 5\,600 = 0,0196Q \text{ га}.$$

Зимой при намораживании в течение 100 дней и фильтрации 25% будет наморожено: $100 \cdot 0,75Q \text{ м}^3$. При нормальной высоте валиков в 50 см слой льда может быть 45 см или величина намораживания может быть принята в 4 500 $\text{м}^3/\text{га}$. Отсюда потребная площадь зимних полей будет:

$$(100 \cdot 0,75Q) : 4\,500 = 0,0167Q \text{ га}.$$

Общая площадь полей:

$$F = (0,0196 + 0,0167) Q = 0,0363Q \text{ га}.$$

При $F=1$, Q будет нагрузкой на поля. Для данного случая $Q = 27,5 \text{ м}^3/\text{га}$.

Если же рельеф местности позволяет производить намораживание на летних полях (за исключением занятых под травы), то количество воды, соответствующее высоте слоя льда, должно быть вычтено из принятого для расчета зимних полей. Например, при слое льда в 20 см на летних участках (за исключением трав) может быть размещено: $0,7 \cdot 0,0196 \cdot 2\,000Q = 27,5Q \text{ м}^3$ сточных вод, причем потребная площадь зимних полей будет равна:

$$(100 \cdot 0,75Q - 27,5Q) : 4\,500 = 0,0106Q \text{ га};$$

$$F = (0,0196 + 0,0106) Q = 0,0302Q \text{ га},$$

и нагрузка

$$Q = 33,1 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Наконец, если производить намораживание на площади $0,7 \cdot 0,0196Q \text{ га}$, т. е. не разделять поля на зимние и летние, то слой льда будет:

$$(100 \cdot 0,75Q) : (0,0196Q \cdot 0,7 \cdot 10\,000) = 0,55 \text{ м}$$

и нагрузка

$$Q = 1 : 0,0196 = 51 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Отсюда видно, что нагрузка на поля зависит от характера их эксплуатации.

Во всех предыдущих случаях необходимо предусмотреть резерв на весенний период орошения как наиболее ответственный. В этот период участки необходимо включать под орошение последовательно, по мере посадки овощей; кроме того возможно дать один-два полива лугов. Таким образом на резервные участки весь суточный расход сточных вод может поступать не каждый день. Поэтому на резервные участки можно дать нагрузку около $100 \text{ м}^3/\text{га}$ в сутки (т. е. в 1,5—2 раза больше, чем на поля фильтрации

в условиях нормальной эксплуатации), что составит площадь резервов около 30% полезной площади полей.

Поливные участки (карты). В случае устройства малых полей орошения число карт не должно быть менее 6.

При обычном для полей орошения способе полива по бороздам ширина карты принимается для почв песчаных и супесчаных не более 40 м, а для почв суглинистых может быть увеличена до 50 м. Длина карт не должна превышать их пятикратной ширины.

Продольный уклон карты должен быть в пределах от 0,001 (для тяжелых почв) до 0,003 (для легких почв). Поперечный уклон карт лучше всего иметь равным 0,002—0,003 и не более 0,004.

Разность отметок двух смежных карт не должна быть более 1,0 м во избежание сползания откосов и просачивания жидкости на нижние участки.

Ширина разделительных и оградительных валиков поверху принимается 50 см; угол откоса — чаще всего полуторный.

Высота валиков определяется толщиной слоя льда за время зимнего намораживания. Максимальная высота валиков — 1 м, обычная — 50 см, минимальная — 30 см.

Разводящая сеть. Разводящая сеть состоит из: а) картовых оросителей, подводящих воду к выпускам на карту, и б) разводных лотков или распределительных, питающих картовые оросители.

Картовые оросители устраиваются преимущественно деревянные прямоугольные сечением не менее 10×10 см, но могут быть и земляные с внутренними одернованными откосами 1:1. Ширина по дну земляного картового оросителя принимается не менее 15 см и глубина — не менее 20 см. Уклон картового оросителя и разводных лотков — не менее 0,005; меньший уклон должен быть обоснован расчетом.

Дно картового оросителя в месте выпуска на карту над наивысшим горизонтом намораживания должно быть выше на 5—10 см.

Разводные лотки устраиваются кирпичные или деревянные прямоугольного сечения размером не менее 15×15 см (рис. 30).

Расстояние между выпусками на карту из картового оросителя зависит от характера грунтов, способов орошения, планировки карт и не должно быть более 30—40 м для малых полей и не более 80 м — для более крупных полей.

Осушительная сеть. При тех небольших нагрузках на поля орошения, которые приведены в табл. 19, трудно ожидать сколько-нибудь значительного поднятия грунтовых вод под влиянием орошения, а потому устройство дренажа при низком уровне грунтовых вод (2,0 м и ниже) может иметь место лишь в том случае, если при эксплуатации полей выяснится действительная необходимость дренажа.

Открытые осушительные каналы устраиваются трапециoidalного сечения (рис. 31). Заложение откосов каналов определяется углом естественного откоса грунта. Обычное расстояние между каналами — 80—100 м. Наименьшая глубина — 1,50 м; ширина каналов понизу — не менее 30 см. Уклон дна принимается в пределах 0,002—0,0005.

Русло канав крепится фашинами длиной 3,0 м, толщиной 20—30 см. При наличии местного камня предпочтительнее крепление русла камнем.

В случае устройства закрытого трубчатого дренажа глубина заложения дрен принимается 1,2—1,5 м при расстоянии между ними от 10 до 20 м. Подземный дренаж устраивается из каменно-керамических неглазурованных труб диаметром 75 мм и длиной 30 см с уклоном 0,0025—0,005. Наибольшая длина одной дренажной ли-

нии — 100 м. Дрены выводятся или в открытую осушительную канаву, или в закрытую собирательную сеть. В случае вывода дрен в открытую канаву устья их располагаются на 25—40 см выше дна канавы.

Укладка дренажных труб производится на выравненное ложе по шнуру и отвесу. Между дренами оставляется зазор 4—6 мм (рис. 31). При дренах с подвижными муфтами или из обыкновенных раструбных труб заделка стыка производится войлоком, мохом, морской травой. Сверху дрены засыпаются щебнем, дубовой корой или покрываются перевернутыми дернинами в зависимости от местных материалов.

Дороги на полях орошения устраиваются с таким расчетом,

чтобы были обеспечены въезд и выезд на каждую карту полей. На малых полях орошения дороги можно не устраивать, но необходимо обеспечить подъезд к любой карте полей, а вместо съездов на карту устраивать в этих местах валики с пологими откосами, например 1:4.

Поля ограждаются канавами, простейшими заборами или изгородью из колючей проволоки, а с нагорной стороны устраивается канава для отвода ливневых и талых вод.

Ввиду того что каждая карта малых полей орошается долгое время и непрерывно, зимняя эксплуатация полей облегчается, но

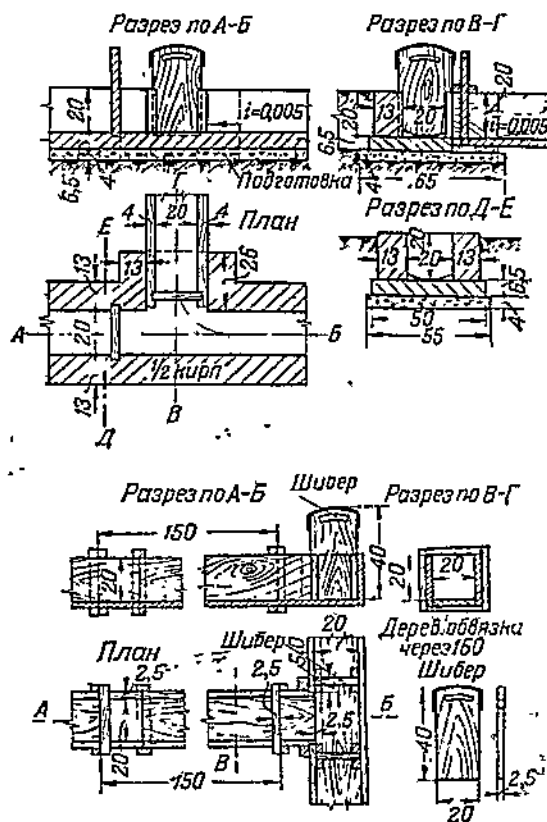


Рис. 30. Разводные лотки.

зато у места выпусков скопляются твердые отбросы, которые приходится время от времени разносить по площади полей. Наконец, очень полезно для малых полей ввести предварительное отстаивание сточных вод, особенно на трудно проницаемых почвах. В качестве отстойников лучше всего применять септики.

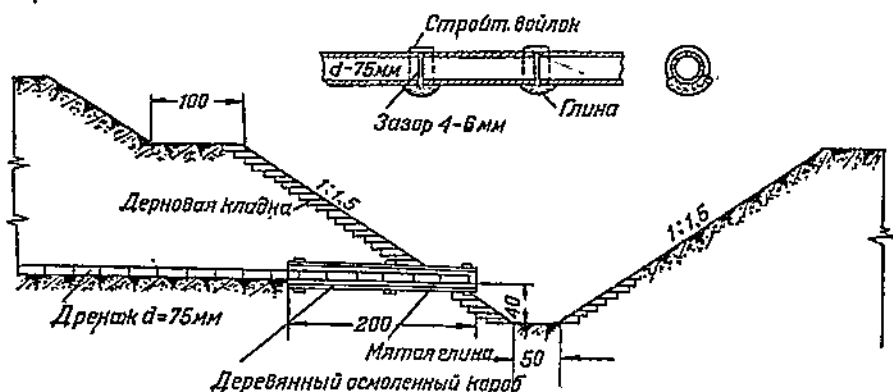


Рис. 31. Открытая осушительная канава.

52. Поля фильтрации

Отличие полей фильтрации (рис. 32) от полей орошения состоит в том, что на полях фильтрации никаких сельскохозяйственных культур не разводится, а поля служат только для очистки сточных вод. Это приводит к тому, что нагрузки на поля фильтрации могут быть повышены, так как нагрузки эти не связаны с потребностью растений в поливе, а определяются исключительно фильтрационной способностью почв и эффектом очистки. Поэтому, как правило, поля фильтрации устраиваются на легких, хорошо фильтрующих почвах с низким стоянием грунтовых вод.

В случае, если местные грунты совершенно непригодны для полей фильтрации, можно устраивать очень небольшие поля и на привозном песке.

Мероприятия по понижению уровня грунтовых вод на полях фильтрации сводятся в большинстве случаев к устройству закрытого трубчатого дренажа и осушительных канав. Устройство их такое же, как и на полях орошения.

Орошение полей фильтрации производится по бороздам, которые нарезаются или плугом, или вручную лопатой. На зиму лучше устраивать высокие гряды, чтобы можно было орошать под лед.

Ввиду повышенных нагрузок на поля фильтрации (по сравнению с полями орошения) возникают трудности с зимним намораживанием, особенно на крупных полях.

Так как поля фильтрации устраиваются на песчаных почвах, то для летнего орошения нужно делать поперечный уклон карт не менее 0,003, иначе вследствие легкой проницаемости почв поливная жидкость не дойдет до конца борозды. Это заставляет повышать

валики для зимнего намораживания, что нежелательно. Таким образом поля фильтрации зачастую рассчитываются по зимнему намораживанию.

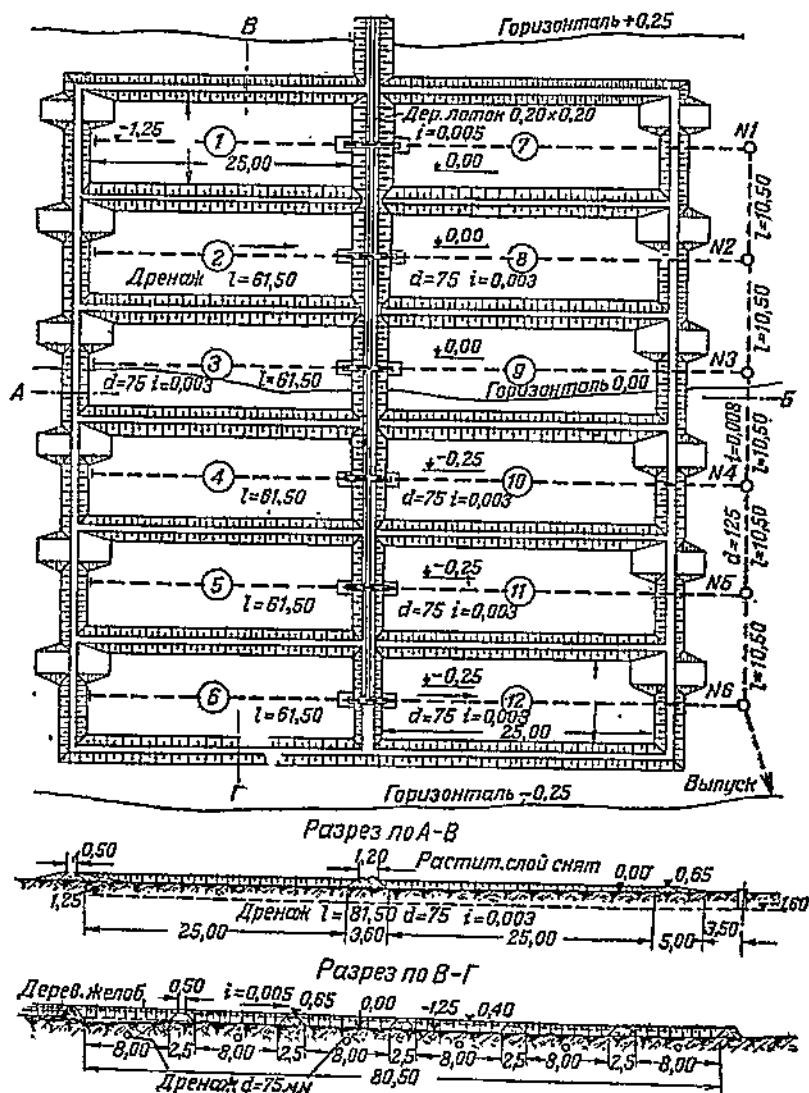


Рис. 32. Поля фильтрации.

Общая площадь полей фильтрации складывается из: а) площади, заливаемой сточными водами; б) запасных участков; в) площади для вспомогательных сооружений, как-то: оросительной и осушительной сети, валиков, дорог и пр.

Расчетная среднесуточная нагрузка на поля фильтрации в зависимости от климатических и грунтовых условий приведена в табл. 20.

Таблица 20

Районы СССР (зоны увлажнения)	Песок	Супесь	Суглинок
Недостаточное увлажнение	100—125	70—100	50—70
Среднее	70—100	50—70	40—50
Избыточное	50—70	40—50	30—40

Примечание. При условии предварительного отстаивания сточных вод приведенные в таблице нормы могут быть повышены в 1,25—1,5 раза, причем меньшее увеличение относится к большим нагрузкам.

При нагрузках свыше 125 м³/га предварительное отстаивание необходимо, так как иначе поля очень быстро заиливаются.

Площадь резервных или запасных участков колеблется от 15 до 20% полезной площади полей фильтрации. Площадь для вспомогательных сооружений определяется в каждом случае особо в зависимости от величины полей, наличия осушительных канав, подземного дренажа, дорог и т. п.

Все сооружения на полях фильтрации устраиваются так же, как и на полях орошения.

53. Подземное орошение

Подземным орошением называется способ очистки сточных вод, предварительно прошедших септик, путем периодического распределения их под поверхностью земли с помощью системы дренажных труб.

Подземное орошение для очистки сточных вод канализации отдельных зданий впервые нашло применение в США в 1870 г. [10]¹. Достоинства этой системы вскоре были оценены и в других странах, и в настоящее время в Западной Европе и Америке этот способ очистки малых количеств сточных вод является господствующим.

При подземном орошении, так же как и в случае устройства полей поверхностной фильтрации, очистка сточных вод производится с помощью микроорганизмов, заселяющих поверхность частиц почвы. Однако механизм процесса этих двух способов очистки разный, а именно: в то время как при поверхностном орошении задержание нерастворенных веществ происходит в самых верхних слоях почвы, главным образом на ее поверхности, при подземном орошении вода поступает сразу на некоторую глубину от поверх-

¹ Цифра, заключенная в скобки, показывает ссылку на литературные источники, приведенные в конце параграфа (стр. 109).

ности, а потому вода обязательно должна быть заранее освобождена от нерастворенных веществ.

Во-вторых, при подземном орошении используется не только нисходящее движение жидкости вследствие силы тяжести, но главным образом боковое и восходящее вследствие капиллярного движения жидкости от более увлажненного места к менее увлажненному. Оставленные во множестве древесными корнями ходы исполняют при этом роль оросительной системы, очень хорошо распределяющей жидкость внутри почвы.

Сточная жидкость, пропитывая почву, частично поглощается растениями, частично поднимается на поверхность почвы и испаряется, а частью опускается вниз до уровня грунтовых вод. На место воды засасывается воздух, который необходим для окисления органического вещества сточных вод аэробными бактериями.

Всасывающая сила почвы, которую мы используем при подземном орошении, зависит от капиллярных свойств этой почвы, крупности ее частиц, степени уплотнения и степени влажности. Чем больше капиллярность почвы, чем мельче диаметр ее частиц, чем больше уплотнение и чем меньше влажность, тем большей всасывающей силой обладает данная почва. При насыщении полной влагоемкости данной почвы всасывающая сила ее равна нулю; наоборот, в абсолютно сухом состоянии почва обладает максимальной всасывающей силой. При оптимальном для растений содержании воды в почве в размере 50% полной влагоемкости всасывающая сила для тяжелых почв составляет 2,0—2,70 м вод. ст., а для легких почв — 0,4 м [1].

С этой стороны, казалось бы, для подземного орошения лучше всего использовать тяжелые плотные суглинки. Однако для жизнедеятельности микроорганизмов необходим кислород воздуха, проникающего в промежутки между частицами почвы; очевидно, что для снабжения воздухом лучше подходят крупнозернистые почвы.

Чтобы уязвать эти два противоречивых требования, для подземного орошения, так же как и для поверхностного, лучше использовать легкие суглинистые и супесчаные почвы комковатой структуры.

Для предварительного отстаивания сточных вод перед подземным орошением необходимо устраивать септики, что вызывается следующими причинами:

1. Подземное орошение более чем на 250 человек на одном участке расположить трудно, так как иначе затрудняется равномерное распределение воды. Folwell [2] считает, что максимальная площадь участка для подземного орошения должна быть равной 0,4—0,8 га, что примерно соответствует обслуживанию населения в 250 человек; для обслуживания такого числа жителей наиболее подходящим отстойником является септик.

2. Септик кроме усреднения состава стоков и высокого процента задержания нерастворенных веществ производит частичное свертывание коллоидов; вследствие этого вода, прошедшая через септики, особенно пригодна для орошения, так как поры почвы меньше засоряются; запах же сероводорода, свойственный жидко-

сти, прошедшей септик, при подземном орошении не имеет значения, так как уничтожается почвой.

Если сточная вода после септика будет поступать в дренажную систему самотеком и непрерывно, то орошаться будут только начальные участки дрен, так как расход воды крайне мал.

При подземном орошении за септиком обязательно устраивается камера с дозирующим сифоном или другим приспособлением, опо-

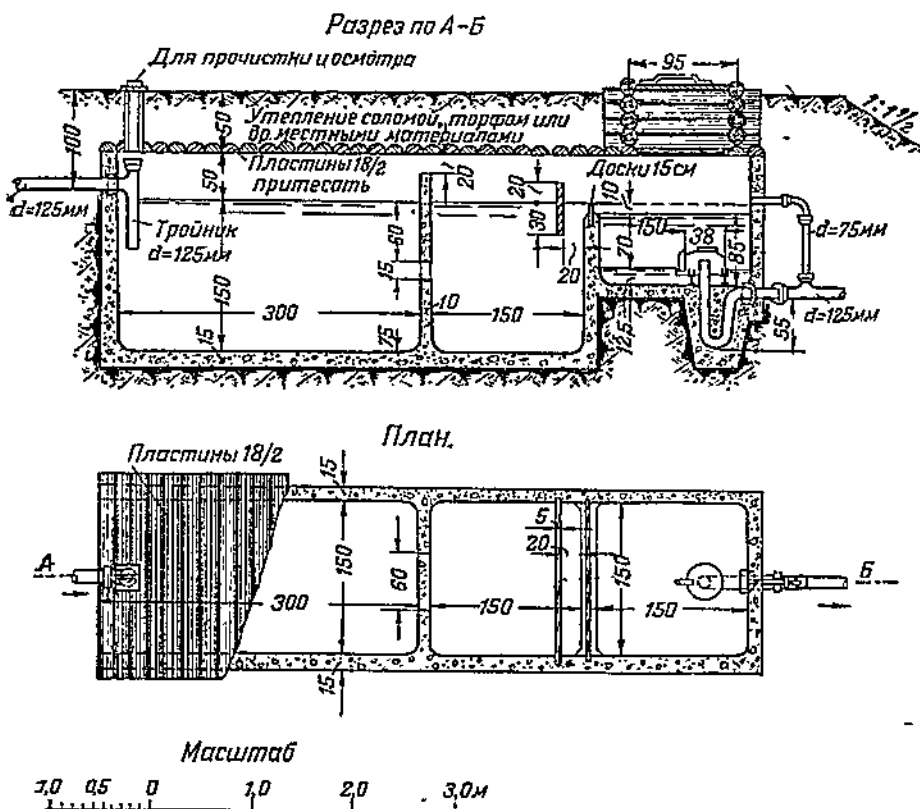


Рис. 33. Бетонный септик с дозирующей камерой.

рожняющаяся каждый раз, как только уровень в камере достигнет определенной высоты (рис. 33). Объем камеры назначается равным объему дрен, орошаемых за каждый раз, чем достигаются равномерное распределение воды и продувка почвы. Диаметр и длина дрен и объем камеры должны быть между собой согласованы.

Благодаря периодическому заполнению дрен распределение воды по участку при подземном орошении происходит равномерно, в то время как при поверхности орошения сточная вода засасы-

Источники	Длина дрен на жителя в пог. м	Площадь на жителя в м ²	Глубина заложения в см	Уклон	Диаметр дрен в мм
1. IV Водопр. и сан.-тех. съезд в Свердловске	15 (или 7,2 л/пог. м в сутки)	30 (или 3,5 л/м ²)	100	0,002	75 × 100 (дерев. жести)
2. Германия (по Тешнеру)	—	20—40	50	0,0015	80—100
3. U. S. Public Health Servis, 1919	15	20	30—45	—	—
4. D-r K. Imhoff	15	100	50	—	—
5. Metcalf and Eddy	6—30	> 10	30—60	0,00165—0,00415	75—100
6. Foltwell	—	5—50	30	0,002—0,005	75—150
7. Fuller and Mc Clinlock	6—12 (для тяжелых почв 23—30)	—	30	0,005	75—100
8. Уаррен Дж.	17	—	30—50 (для селера 70)	0,01	100
9. Dan C. Miller	12	9,5—14,2	30	0,00167	75—100
10. L. H. Weir	9—30	—	30	0,002	75—150

вается в немногих точках (при песчаных почвах у самых выпусков на карту).

За исключением некоторых сведений о подземном орошении в поселке «Сокол» (Москва) в нашей литературе данных об этом способе очистки не имеется; поэтому нормы для расчета площади подземного орошения приходится устанавливать по данным иностранной практики с учетом особенностей нашего климата, почв и расхода сточных вод на жителя. В табл. 21 дается сводка (по различным авторам) длины дрен или орошаемой площади подземного орошения, приходящихся на одного жителя, обслуживаемого канализацией.

Из этой таблицы можно усмотреть, что средняя норма на жителя составляет около 15 пог. м дрен.

Расстояние между дренами теоретически не должно быть больше двойной величины всасывающей силы данной почвы, т. е. в пределах 0,8—5,4 м. Отбрасывая крайние пределы, принимаем расстояние между дренами в 1—4 м, причем меньшее расстояние относится к лучше фильтрующим почвам.

Если норму подземного орошения 15 пог. м дрен на жителя пересчитать на принятую при расчете полей орошения норму в м³/га, то при норме

водоотведения на одного жителя в 100 л/сутки и расстоянии между дренами в 1,0 м будем иметь:

$$\frac{10000 \cdot 0,1}{1 \cdot 15} = 66,7 \text{ м}^3/\text{га в сутки},$$

а при расстоянии между дренами 4 м — 16,67 м³/га в сутки.

На основании приведенных выше соображений можно составить таблицу среднесуточной нагрузки на площадь подземного орошения в м³/га (табл. 22).

Таблица 22

Районы СССР (зоны увлажнения)	Песок	Супесь	Суглинок
Недостаточное увлажнение	60—75	40—60	30—40
Среднее	40—60	30—40	25—30
Избыточное	30—40	25—30	20—25

Примечание. Для подземного орошения, работающего только в летний период времени, указанные нормы могут быть повышены на 50%.

Распределение воды на участке подземного орошения производится с помощью системы дренажных труб, заложенных неглубоко

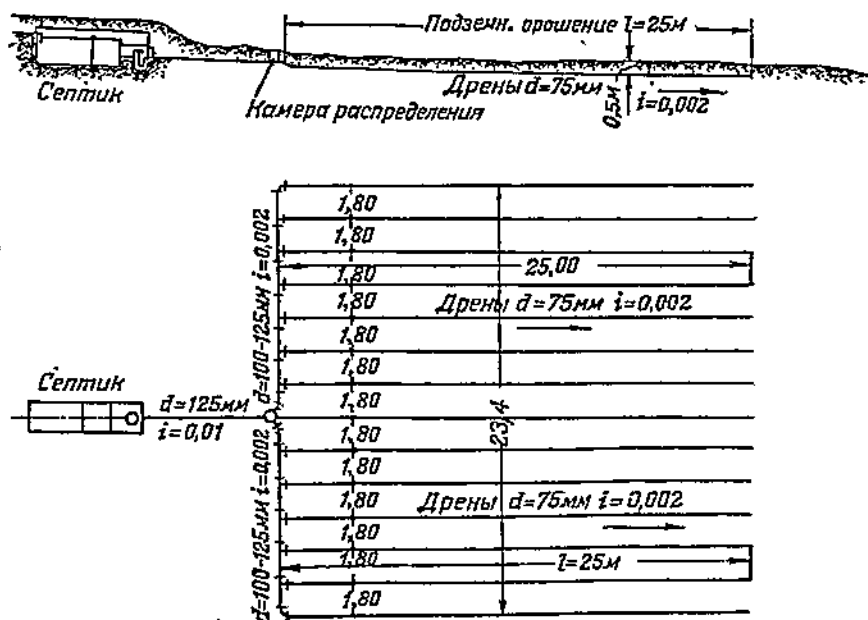


Рис. 34. Схема подземного орошения.

от поверхности земли (рис. 34). В качестве дренажных труб могут быть приняты обыкновенные гончарные трубы, уложенные с прозорами в стыках 5—8 мм и перекрытые сверху толем, войлоком,

надвижной муфтой или полумуфтой. За неимением гончарных труб можно применять обычные каменно-керамические трубы, укладывая их раструбами вниз (т. е. по течению) без заделки стыков; в этом случае нижнюю треть раструба рекомендуется отрубить. Наконец, могут применяться и деревянные желоба сечением от 50×50 до 100×100 мм с отверстиями диаметром 3—10 мм через 20—30 см.

Во всех случаях очищаемая жидкость поступает в почву или через прозоры в стыках, или через отверстия в стенках.

Диаметры труб принимаются от 50 до 100 мм, что определяется расчетом по наполнению дрен.

Для того чтобы вода лучше распределялась по длине всех дрен, им придается уклон к дальнему концу 0,002—0,004, а в некоторых случаях и больший: чем более проницаемы почвы, тем больший должен быть уклон дрен.

Глубина заложения распределительных дрен должна быть возможно минимальной, так как жизнедеятельность бактерий происходит интенсивно лишь в верхних слоях почвы. Глубина заложения дрен в 30 см рекомендуется большинством авторов, что видно из табл. 21.



Рис. 35. Укладка дрен в суглинках.

Некоторые американские авторы, например Miller [6], считают, что дрены не могут замерзнуть ни при каких условиях благодаря теплу, выделяемому при окислительных процессах и из самой сточной жидкости.

Другие авторы рекомендуют в местностях с суровым климатом держать участок подземного орошения под травой, задерживать, на нем снег, а в подходящих случаях сгребать на зиму на орошаемый участок старые опавшие листья или покрывать его соломой.

Очевидно, что подземное орошение, работающее только летом, может быть заложено на очень небольшую глубину, почему этот способ очистки особенно пригоден для курортов, домов отдыха, санаториев, лагерей и т. п.

Если участок под подземное орошение держится под пахотой, то глубина заложения дрен не должна быть менее 50 см. В тех случаях, когда почвы трудно проницаемы, полезно обложить дрены кругом крупнозернистым песком, гравием, битым камнем или кирпичным щебнем слоем не менее 10—15 см (рис. 35).

Наконец, в некоторых случаях особо тяжелых почв на глубине 1,25—1,5 м под распределительными трубами устраивается собирательный дренаж, а вся траншея засыпается песком; другими словами, устраивается как бы песчаный подземный фильтр. Данных о работе такого устройства не имеется, а потому без соответствующих опытов и исследований его рекомендовать нельзя.

Иногда для контроля за работой сооружения или с целью поддержания определенного уровня грунтовых вод устраивается второй дренаж.

Опорожнение камеры осуществляется посредством сифона (рис. 36), основные размеры которого приведены в табл. 23.

Таблица 23

	Обозначения на рис. 36	Размеры в см		
Диаметр сифона	<i>A</i>	7,5	10,0	12,5
" колокола	<i>B</i>	25	30	38
" выхода	<i>C</i>	10	10	15
Рабочая глубина	<i>D</i>	33	35,5	58
Глубина трапа	<i>F</i>	30	33	56
Ширина "	<i>g</i>	25	30	35,5
Высота над дном	<i>H</i>	18,5	22	24
Просвет под колоколом	<i>K</i>	5	5	7,5
Диаметр отводной трубы	<i>d</i>	10	10—15	15—20
Высота от лотка отводной трубы до наивысшего уровня воды	<i>I</i>	52	58	85
Средний расход в л/сек	<i>q</i>	4,5	10	20,5

На случай ремонта или отказа сифона в работе из дозирующей камеры в дренажную сеть устраивается переливная труба диаметром не менее 50 мм. Для выключения подземного орошения из работы необходимо предусмотреть устройство аварийного выпуска перед септиком или из ка-

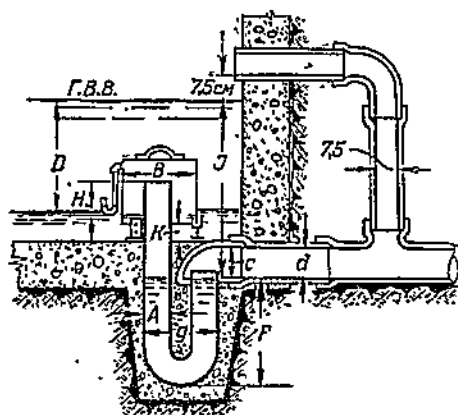


Рис. 36. Сифон.

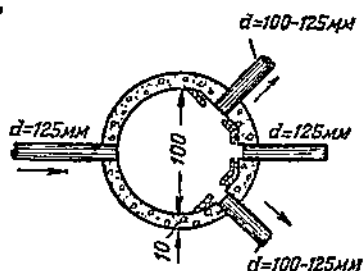


Рис. 37. Камера распределения.

меры распределения. Местоположение выпуска и возможность его устройства должны быть согласованы с Госсанинспекцией.

Над дозирующей камерой должен быть в перекрытии сделан люк с тем, чтобы камера была всегда доступна для ремонта и осмотра.

Кроме сифонов для опорожнения камеры могут применяться и другие приспособления и даже опрокидывающиеся лотки (для очень малого количества обрабатываемых стоков).

Между дозирующей камерой и дренажной системой устанавливается камера распределения, откуда начинаются разводящие дренажные трубы (рис. 37). Поэтому камера распределения ставится в самом начале дренажной системы, соединяясь с септиком или, вернее, с дозирующей камерой обыкновенными каменно-керамическими трубами. Благодаря камере распределения сточная жидкость более равномерно распределяется по отдельным участкам дрен.

Иногда разводящая дренажная система разбивается на два участка, орошаемых попеременно через 5—10 дней. В этом случае в камере распределения устраиваются шиберы, с помощью которых и производится переключение орошения с одного участка на другой.

При пересеченной местности, когда дренажная система имеет сложное очертание в плане, может быть устроено несколько камер распределения.

Камера распределения представляет собой неглубокий колодец, устраиваемый или из обыкновенных бетонных колец, которые употребляются для смотровых колодцев, или же из кирпича, бута, дерева и других местных материалов. Сверху камера закрывается деревянной крышкой.

Участок для подземного орошения надлежит выбирать с таким расчетом, чтобы вода могла поступать в дренажную систему самотеком, а заложение дрен было бы не глубже допускаемой величины. Ввиду того что дренам придается уклон 0,002—0,004, желательно выбирать участок с таким же уклоном, что уменьшит количество земляных работ.

Грунтовые воды на участке подземного орошения должны стоять не выше 2,0 м от поверхности земли.

Грунт, пригодный под подземное орошение, должен залегать слоем не менее 1,25—1,50 м, что должно быть определено шурфованием.

Под подземное орошение желательно иметь участок, подверженный действию солнца и ветра и свободный от кустов и деревьев. Участок может быть под пахотой, огородом или лугом.

К достоинствам подземного орошения следует отнести отсутствие неприятного вида, запаха и мошек, свойственных всем видам очистки. Это позволяет располагать подземное орошение внутри населенного места, чем уменьшаются затраты на подведение воды к очистным сооружениям. Подземное орошение не портит местности земляными работами: нет валиков, лотков, дорог и канав. Сооружения для подземного орошения еще более просты, чем для полей орошения, и не требуют особо квалифицированной рабочей силы и дефицитных материалов. Эксплуатация подземного орошения также очень проста. Подземное орошение дает хороший эффект очистки и особенно пригодно для зданий, заселяемых только летом.

Наряду с этим подземное орошение обходится в общем дороже, чем поля орошения, так как при той же площади на кубометр очищаемых вод оно требует устройства септика с дозирующей камерой и значительного протяжения дренажных труб, хотя и заложённых очень неглубоко. При заложении же дрен излишне глубоко

или на неподходящих почвах следует ожидать недостаточной очистки, а поэтому при устройстве подземного орошения, так же как и при устройстве полей орошения, надлежит исследовать вопрос о возможности заражения источников питьевого водоснабжения.

Пример. Требуется рассчитать подземное орошение на 25 жителей при норме отведения на одного человека в 100 л/сутки. Грунт — легкая супесь с глубиной стояния грунтовых вод более 2,0 м.

Расчет. Суточный расход сточных вод: $25 \cdot 0,1 = 2,5 \text{ м}^3$. Септик — по 400 л на жителя объемом $25 \cdot 0,4 = 10 \text{ м}^3$ — состоит из двух камер: первой, равной $\frac{2}{3}$ объема всего септика, т. е. $6,67 \text{ м}^3$, и второй — $3,33 \text{ м}^3$. Принимаем нагрузку в $40 \text{ м}^3/\text{га}$. Потребная площадь: $(10\,000 \cdot 2,5) : 40 = 625 \text{ м}^2$. Принимаем расстояние между дренами в 1,8 м; отсюда общая длина дрен — 350 м, или 14 рядов длиной по 25 м каждый (рис. 34). Диаметр дрен — 75 мм. Объем всех дрен: $(3,14 \cdot 0,075^2 \cdot 350) : 4 = 1,54 \text{ м}^3$. Объем дозирующей камеры (рис. 33) принимаем: $1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,7 = 1,57 \text{ м}^3$, что соответствует среднему притоку сточных вод в течение 15 час. Диаметр сифона принимаем в 125 мм.

В случае орошения каждой половины участка попеременно (через 5—10 дней) объем дозирующей камеры должен быть в два раза меньше, а диаметр сифона — 100 мм.

ЛИТЕРАТУРА ПО ПОДЗЕМНОМУ ОРОШЕНИЮ

1. Проф. А. Н. Костяков, Основы мелиорации, Москва 1933.
2. A. P. Folwell, Sewerage, изд. 10-е, 1929.
3. K. Imhoff and G. M. Fair, The Arithmetic of Sewage Treatment Works, 1929.
4. U. S. Public Health Service, The Treatment of Sewage from Single Houses and small Communities. „Public Health Bull.“, 101, 1919.
5. L. H. Weir, Parks, A manual of Municipal and Country Parks, vol. II, 1928.
6. Dan C. Miller, Sewage Disposal for Country Homes, Bull. 10. Texas Engineering Experiment Station.
7. G. W. Fuller and J. R. Mc Clintock, Solving Sewage Problem, 1927.
8. Уаррен Дж., Канализация отдельно стоящих владений в городах, поселках, селах и деревнях, перев. с англ. под ред. инж. А. И. Будникова. Москва 1928.
9. В. Тешнер, Сооружения для очистки сточных вод отдельно стоящих зданий, перев. инж. С. М. Шифрина, ОНТИ, 1933.
10. L. Metcalf and Eddy, Sewerage and Sewage Disposal. A textbook, изд. 2-е, 1930.

54. Биологические пруды

Загрязнения, поступающие в реку или пруд, постепенно ликвидируются, происходит «самоочищение» водоема. Этот процесс заключается не в простом механическом разбавлении загрязнений водой водоема, но в разрушении их с помощью живых организмов. Распад органических загрязнений может происходить путем окисления их аэробными бактериями или путем гниения без доступа кислорода.

На биофильтрах при хорошей вентиляции поступление кислорода не лимитировано и может быть увеличено механическим путем (аэрофильтры). В воде же кислород растворяется, как и всякий газ, в строго определенных количествах в зависимости от температуры. В табл. 24 приведены цифры максимальной растворимости кисло-

рода в дистиллированной воде при давлении 760 мм рт. ст. при разных температурах.

Таблица 24

t°	Кислород в мг/л	t°	Кислород в мг/л	t°	Кислород в мг/л
0	14,62	8	11,87	16	9,95
2	13,84	10	11,33	18	9,54
4	13,13	12	10,83	20	9,17
6	12,48	14	10,37	22	8,83

Поэтому если в водоем поступает небольшое количество загрязнений, то для их окисления будет достаточно растворенного кислорода. Тогда разрушение органического вещества будет происходить в желательном для нас направлении, т. е. аэробными микроорганизмами.

Если же в водоем поступает много загрязнений, то на базе питательных веществ развивается очень большое количество бактерий. Та часть загрязнений, которая может быть использована аэробными микроорганизмами, ограничена пределом растворимости кислорода; остальная часть загрязнений приходится на долю гнилостных бактерий. В зависимости от количества загрязнений и условий смешения с водой водоема преобладающее развитие могут получить или окислительные, или гнилостные процессы.

По мере расходования кислород пополняется путем растворения его из воздуха, а днем еще и за счет кислорода, выделяемого зелеными водорослями при усвоении ими углерода из углекислоты с помощью хлорофила. Наконец, по мере смешения загрязнений с чистой водой водоема поступает дополнительное количество кислорода, растворенного в чистой воде.

Процесс потребления кислорода микроорганизмами и его пополнение протекает во времени (8—12 суток)¹. За это время загрязнения должны пройти по реке значительное расстояние, делая водоем на некотором участке опасным или непригодным для использования. Отсюда вполне естественно возникает мысль создать обстановку, при которой были бы полностью использованы процессы самоочищения водоемов, но которые находились бы под нашим контролем, т. е. сделать искусственные проточные пруды (рис. 38).

Пруды устраиваются чаще всего прямоугольной или трапециoidalной формы. Глубина пруда — от 0,5 до 1,0 м. При этой глубине создается большая поверхность соприкосновения воды с воздухом, а следовательно, происходит и энергичное растворение кислорода. Это же обеспечивает хороший прогрев воды, перемешивание и проникновение света до дна пруда. Если пруды будут работать и в зимнее время, то глубина их не должна быть менее

¹ М. И. Ляпин, С. Н. Строганов, Химия и микробиология питьевых и сточных вод, 1938, стр. 313.

0,7 м. Дно пруда делается с небольшим уклоном для возможности его опорожнения.

Число последовательно работающих прудов — от 3 до 6. Делается это с той целью, чтобы не происходило перемешивания недостаточно очищенной воды в начале пруда с хорошо очищенной водой в конце его.

Устройство прудовой очистки облегчается, если поблизости имеются заброшенные карьеры, староречья или лощины, в которых можно сделать ряд земляных запруд. Если есть опасность, что население будет пользоваться прудами, следует обнести их простейшей изгородью.

Во избежание развития личинок комаров откосы пруда планируются с заложением 1:1—1:1,5 (для глинистых грунтов).

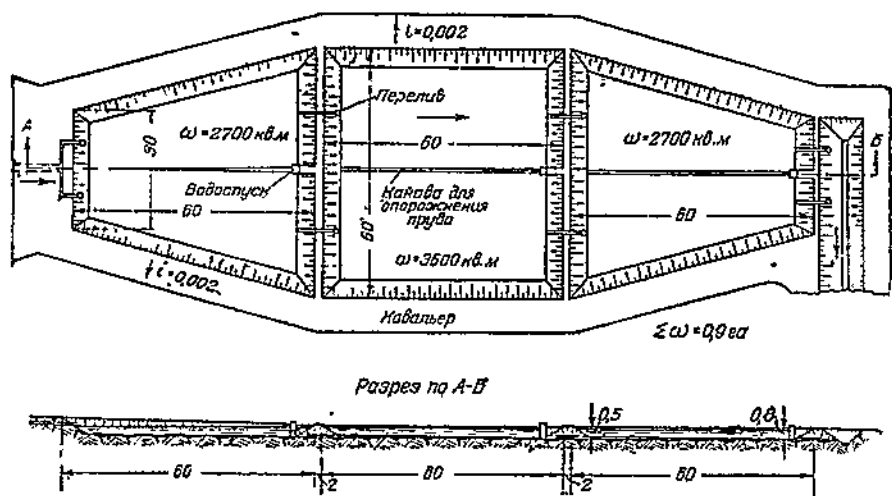


Рис. 38. Биологический пруд.

Перед поступлением в пруды сточная вода должна быть разбавлена чистой водой в 3—5 раз, для чего используется вода вышерасположенных источников (река выше плотины, ключи, пруды). На небольших ручьях или речках не составляет труда устройство небольшой плотины простейшего типа.

Сточная вода перед разбавлением должна обязательно пройти отстойники, желательно эмшерского типа, т. е. без загнивания. Чем большее осветление сточных вод будет достигнуто отстойниками, тем лучше, так как на дне пруда осадки разлагаются во много раз медленнее, чем фастворенные загрязнения.

Если пруды будут эксплуатироваться зимой, забор воды выше плотины следует делать ниже толщины льда.

Подведение к пруду сточной и чистой воды желательно делать разными лотками или трубами, а перед впуском в пруд устраивать «ерш». Если воду для разбавления можно подать в сточную воду метров за 50 до поступления смеси в пруд, то дополнительное смешение не требуется.

Смешанная вода должна поступать в пруд в нескольких точках одновременно, а также равномерно переливаться из одного пруда в другой; этим достигается использование всего объема прудов.

В конце каждого пруда устраивается перелив (рис. 39), с помощью которого возможно забирать воду из нижних, более холодных слоев; кроме того устраивается водоспуск для опорожнения пруда.

Нагрузка на пруды может быть получена на основании следующих соотношений. Предположим, что в пруд ежедневно поступает Q м³ сточных вод с БПК₂₀ = a г/м³. Тогда для окисления органического вещества сточных вод нужно Qa г кислорода в сутки. Если принять содержание кислорода в речной воде в 9 г/м³ и в очищенной в прудах воде также 9 г/м³, то при разбавлении сточной воды в n раз количество кислорода, поступающего в пруд с речной водой, составит $9Q(n-1)$ г/сутки¹, а количество кислорода, выходящего из пруда, — $9Qn$ г. Если принять реаэрацию водоема в x г кислорода с 1 м³/сутки при глубине 1,0 м, то при поверхности пруда в F м² и глубине его H м будет поступать кислорода $\frac{xF}{H}$ г/сутки².

Таким образом мы можем написать равенство:

$$\frac{xF}{H} + 9Q(n-1) = Qa + 9Qn$$

или

$$F = \frac{QH(a+9)}{x} \text{ м}^2. \quad (40)$$

При $F = 10\,000$ м² Q будет нагрузка на пруд, которая равняется

$$\frac{10\,000x}{H(a+9)} \text{ м}^3/\text{га}. \quad (41)$$

Если принять обычную сточную жидкость с БПК₂₀ 400 г/м³, а реаэрацию — от 2 до 5 г/м³ в сутки, то можно составить следующую таблицу нагрузок на пруды в м³/га в сутки (табл. 25).

Как видно из формулы (41), нагрузка на пруды не зависит от степени разбавления; поэтому сточную воду можно не разбавлять, приняв ту же нагрузку на 1 га прудов. Действительно, такие проточные «серийные пруды» были введены в эксплуатацию в 1919 г. на

Таблица 25

Реаэрация г/м ³ в сутки	$H = 0,5$ м	$H = 0,6$ м	$H = 0,7$ м
2	100	80	70
3	150	120	100
4	200	160	140
5	240	200	175

¹ Разбавление в 5 раз означает, что на 1 часть сточных вод добавляется 4 части речной.

² Скорость реаэрации пропорциональна дефициту кислорода, т. е. $-\frac{dD_t}{dt} = k_2 D_t$. Так как D_t выражается в г/м³, то реаэрация $x = 2,3 k_2 D_t$ будет также в г/м³ (Г. В. Стритер, Вопросы загрязнения и самоочищения водоемов М. 1937, стр. 143 и 144).

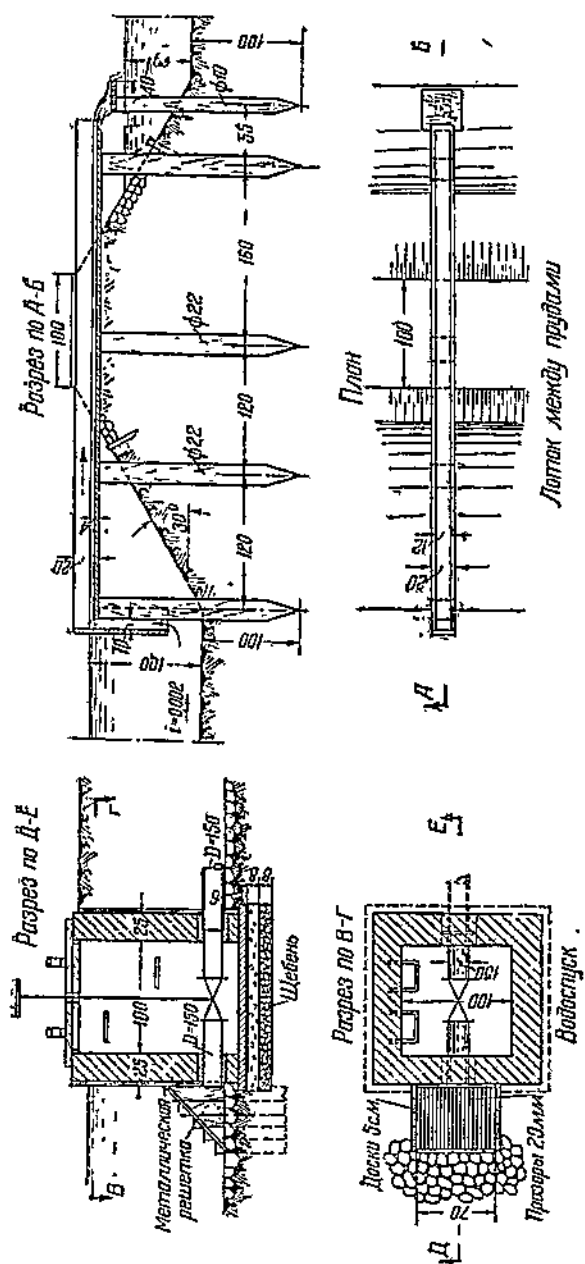


Рис. 39. Водоспуск и перелив.

Люблинских полях орошения московской канализации, где при нагрузке $220 \text{ м}^3/\text{га}$ в теплое время и не свыше $100 \text{ м}^3/\text{га}$ при температуре, близкой к 0° , и при БПК 200 мг/л были получены вполне удовлетворительные результаты¹.

Очистка в прудах дает очень большое снижение бактерий, поступающих со сточными водами (до 99%), так что дезинфекция воды после прудов не требуется.

При устройстве прудов без разбавления необходимо считаться с тем, что первый пруд будет по существу септиком. Выращивание рыбы возможно только в последних двух-трех прудах (при числе 5—6 прудов). В прудах с разбавлением 1:5 возможно выращивание рыбы уже в первом пруде.

К достоинствам прудов кроме высокой степени очистки следует отнести: а) небольшую разность высот между поверхностью земли у канализуемого объекта и на месте устройства прудов; б) возможность использовать грунты, мало пригодные для полей орошения (глины); в) потребность в меньшей площади земельного участка, чем под поля орошения и даже фильтрации; г) возможность использования земель с высоким уровнем грунтовых вод; д) возможность покрытия части расходов по эксплуатации прудов разведением рыбы и уток.

Зимняя работа прудов аналогична работе полей орошения. Стоимость устройства прудов ориентировочно может быть принята в $2\,500—3\,000 \text{ руб. на } 1 \text{ га}^2$.

Для малой канализации очистка в прудах сточных вод вполне целесообразна в тех случаях, когда применение почвенных методов очистки невозможно.

Иногда пруды устраиваются после биофильтров для доочистки сточных вод. Нагрузку в этом случае можно принять равной $2\,000—2\,500 \text{ м}^3/\text{га}$ в сутки.

55. Биологические фильтры

Биологическими фильтрами называются сооружения для очистки предварительно отстоянных сточных вод с помощью микроорганизмов, заселяющих поверхность отсортированного и уложенного послойно материала, по которому сточная жидкость распределяется тонкой пленкой³.

Биофильтры предназначаются для обезвреживания растворенной и коллоидальной частей органических загрязнений сточных вод, а также тех мелких фракций нерастворенных органических веществ, которые не задержаны отстойниками.

¹ Н. Г. Захаров и Е. Ф. Константинова, Очистительные пруды на Люблинских полях фильтрации в 1919—1920 гг., М. 1929, стр. 96 и 98.

² В. А. Мейен и проф. П. С. Белов, Временные основные положения для очистки сточных вод в рыбоводных прудах, Сборник трудов канализационного сектора к V Всесоюзному водопроводному съезду, М. 1934, стр. 287.

³ Биологические фильтры непрерывного действия называются также перколяторами, окислителями и капельными биофильтрами.

Сточная вода, распределенная равномерно по поверхности биофильтра, при прохождении сверху вниз по загрузочному материалу, обволакивает его куски тонким слоем, тем самым приходя в тесное соприкосновение с биологической пленкой, заселенной микроорганизмами. При этом происходит адсорбция (поглощение, извлечение) органических загрязнений. После поглощения микроорганизмы окисляют¹ органические вещества с помощью кислорода, который они получают из воздуха, заполняющего промежутки между кусками загрузочного материала.

Изложенные основные принципы работы биофильтра диктуют те условия, которые необходимо создать для получения максимальной производительности биофильтра, а именно:

1. Поверхность кусков загрузочного материала должна быть наибольшей на единицу объема, чтобы в теле биофильтра могло разместиться возможно большее количество микроорганизмов.

2. Поверхность зерен загрузки должна быть шероховатой, чтобы биологическая желатинообразная пленка могла прочно прикрепиться к поверхности кусков.

3. Куски загрузки должны быть отсортированы, чтобы промежутки между ними не были заполнены более мелкими кусками, так как последнее влечет за собой снижение вентиляции биофильтра, а следовательно, и уменьшение снабжения кислородом воздуха, необходимым для окислительных процессов.

Так как движение воздуха через толщу загрузки идет преимущественно сверху вниз, то загрузку сверху желательно делать из более мелкого материала, укладывая его послойно. Делать же загрузку фильтра из кусков только одной крупности экономически нецелесообразно, так как при этом получится очень большое количество отходов ценного материала. Более мелкий верхний слой способствует лучшему выравниванию недостатков поверхностного орошения; однако покрытие поверхности биофильтра слоем мелких высевок с диаметром зерен в 2—3 мм, так называемым «дунбаровским слоем», не рекомендуется, так как этот слой затрудняет вентиляцию биофильтра и скоро заиливается.

На биологические фильтры должна поступать сточная вода, обязательно прошедшая отстойники. Если отстойники по какой-либо причине перестают работать, то вынесенные из них нерастворенные вещества забьют поры фильтра и прекратят его действие. Для биофильтров желательно применять отстойники эшперского типа, дающие незагнивающую воду, так как такая вода легче очищается и дает меньше запаха, чем загнившая.

Так как после прохождения биофильтров в жидкости содержится много нерастворенных веществ и кроме того она может содержать в себе и болезнетворные бактерии, то в большинстве случаев требуется дальнейшая обработка ее хлором и отстаиванием.

Загрузочный материал должен обладать достаточной прочностью, чтобы противостоять как механическому раздавливанию от вышележащих слоев, так и выветриванию от попеременного оро-

¹ Поэтому биофильтры называются «окислителями».

шения, а в некоторых случаях и от замерзания и оттаивания. Перечисленным качествам лучше всего удовлетворяет доменный или котельный шлак, но возможно применение и других материалов, удовлетворяющих вышеупомянутым требованиям; такими материалами являются кирпичный щебень и щебень твердых торных пород, а в некоторых случаях могут найти применение кокс и деревянные бруски (рейки). Употребление гальки не допускается, так как на ее гладкой обкатанной поверхности биологическая пленка держится очень плохо и легко смывается. Диктующими условиями при выборе материала загрузки являются экономические показатели, главным образом транспорт,

Доставленный к месту загрузочный материал должен быть отсортирован по качеству и прогноточен через четыре грохота с размерами ячеек 25, 35, 50 и 75 мм. Куски крупностью более 75 мм дробятся, а остатки, прошедшие грохот с отверстиями в 25 мм, идут на засыпку дрен, иловых площадок или в качестве покрытия дорог и т. п.

После отсортировки производится загрузка биофильтра в три слоя:

- 1) нижний слой на высоту 20 см крупностью кусков 50—75 мм; назначение его прикрыть отверстия дренажа;
- 2) средний слой на высоту 100—150 см крупностью 35—50 мм;
- 3) верхний слой на высоту 30 см крупностью 25—35 мм.

Таким образом общая высота биофильтра определяется в 1,50—2,0 м.

Высота биофильтра назначается в зависимости от крупности зерен и условий вентиляции биофильтра, а именно: чем мельче куски шлака и чем выше биофильтр, тем труднее вентиляция его и тем легче заиливание поверхности; при малой высоте крупность кусков может быть уменьшена. Кроме того на высоту биофильтра в некоторых случаях может влиять имеющаяся в нашем распоряжении разность высот подведения и выпуска воды из биофильтра.

Приведенные нормы высоты загрузки и крупности кусков установлены практикой.

Так как верхние куски шлака наиболее подвержены разрушению (от хождения по ним и от выветривания), то вполне целесообразно верхний слой шлака на высоту 10 см заменить гравием твердых пород такой же крупности, как и основной материал.

Деревянные рейки для загрузки малых биофильтров вполне оправдали себя на практике (Америка) и в последнее время применяются К. Имгофом в Германии¹ (рис. 40).

Рейки должны быть нестроганные сечением $2,5 \times 5$ см. Длина их принимается с таким расчетом, чтобы между концами реек и подпорной наружной стенкой биофильтра, заглубленного в землю, оставался промежуток в 10—15 см. Таким образом применением для загрузки реек крайне упрощается вопрос с боковой вентиляцией малых биофильтров, так как стенка, поддерживающая загрузку

¹ В. Тешнер. Сооружения для очистки сточных вод отдельно стоящих зданий, перев. с нем., 1933.

зочный материал, здесь отсутствует. Срок службы реек примерно равен времени между двумя очередными сроками выгрузки и промывки шлака или камня, т. е. 3—4 годам.

Загрузку рейками следует вести взаимно перпендикулярными рядами с промежутками между отдельными рейками, равными ширине реек, т. е. 5 см. Для увеличения длины пути жидкости при прохождении ею толщи биофильтра прозоры между рейками по высоте надлежит чередовать, повторяя укладку через 4 ряда, т. е. рейки третьего ряда укладывать над прозорами первого, а рейки четвертого ряда над прозорами второго, пятый ряд укладывается так же, как первый.

Объем загрузки биофильтра, приходящийся на одного жителя, пользующегося канализацией, должен составлять¹:

Число жителей	Объем загрузки в м ³
До 100	0,40
100—250	0,35
250—500	0,30
500—1 000	0,25
1 000—2 000	0,20

Если качество загрузочного материала удовлетворительное и он хорошо отсортирован и правильно уложен, то изменять приведенную норму загрузки в зависимости от материала не следует, так как обоснований для такого изменения у нас не имеется.

Биофильтр работает всем своим объемом; поэтому каждая единица этого объема должна получить одно и то же количество сточных вод.

Американским ученым Тэйлором² было исследовано прохождение воды через толщу биофильтра, причем оказалось, что все недостатки поверхностного орошения сохраняются и в дальнейшем при прохождении водой тела биофильтра. Поэтому нельзя надеяться на «выравнивающее действие» самого загрузочного материала, а необходимо добиваться максимальной равномерности орошения поверхности биофильтра.

Для малых биофильтров применяются самые простые распределительные устройства, как-то: опрокидывающиеся лотки или корыта с дырчатыми желобами или (для самых малых биофильтров) продырявленные противни. Широкое применение под Москвой находят дырчатые трубы, уложенные по поверхности биофильтра, в которые сточная вода подается из бачка с сифоном. Однако прочищать отверстия в таких трубах в случае засорения труднее, чем в желобах или противнях.

В Америке вместо дырчатых желобов для самых малых биофильтров применяются простые доски, затесанные клином (рис. 41).

¹ СТ 25
НKKX РСФСР Нормы расчета малых биологических фильтров непрерывного действия, „Бюллетень НKKX РСФСР“ № 16, 1940.

² W. G. Taylor, Aerial Distribution of sewage over percolating Filter. „Eng. News.“, 11/XI 1909.

Опрокидывающиеся лотки могут быть двухстороннего (рис. 41) и одностороннего опорожнения (рис. 40). В последнем случае лоток после опорожнения возвращается в первоначальное положение благодаря собственному весу. При мгновенном опорожнении лотка распределительные дырчатые желоба в очень короткий промежуток

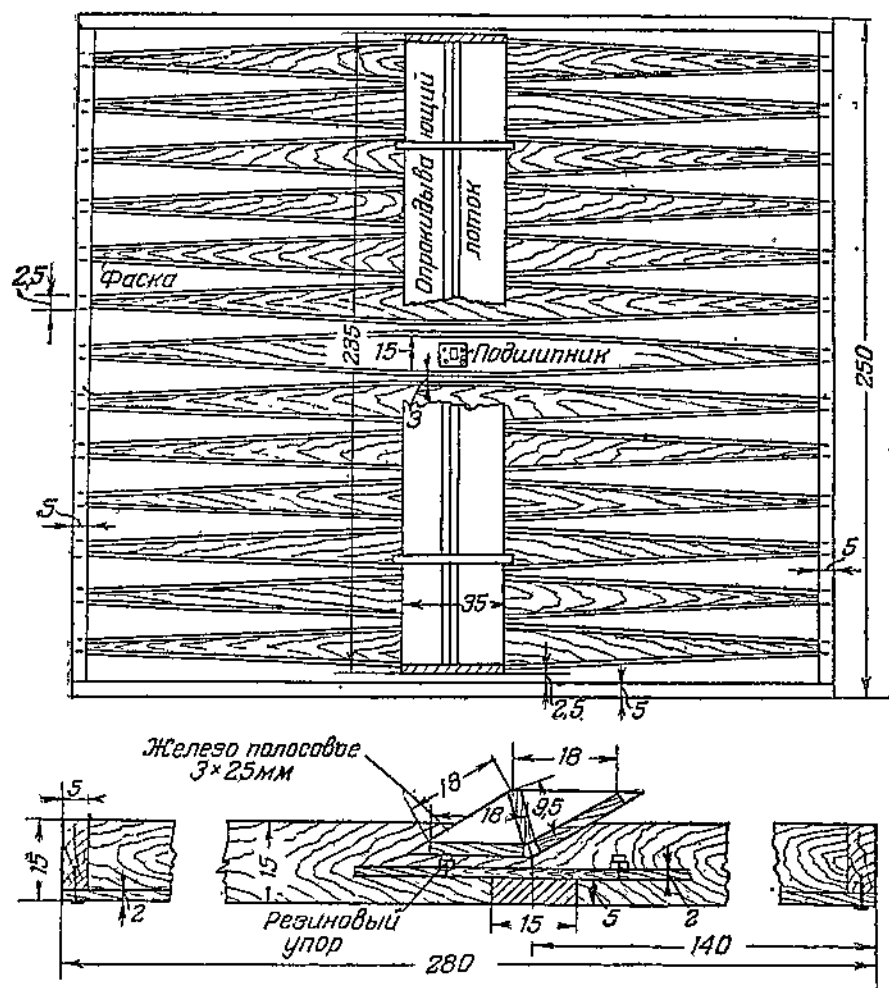


Рис. 41. Распределительное устройство из досок.

времени заполняются сточной водой, благодаря чему достигается равномерное истечение из отверстий. Практика показала, что средний 5- и 10-минутный объем опрокидывающегося лотка дает в этом отношении удовлетворительные результаты.

Опрокидывающиеся лотки могут быть деревянные или металлические, причем длина деревянного лотка не должна быть более 3,0 м, а металлического — более 5,0 м.

Расстояние между распределительными желобами не должно превышать 30—40 см, так как исследования Тэйлора показали, что если вода поступает в одну точку поверхности биофильтра, то при движении вниз она распространяется на глубину около 30 см в виде параболического конуса с диаметром основания около 30—40 см, а затем в виде прямого цилиндра.

Желоба применяются прямоугольного сечения высотой 10—12 см и шириной 6—7 см. В этих желобах на 0,5 см над дном и на расстоянии в 20—25 см друг от друга просверливаются отверстия диаметром 0,8—1,0 см. Длину дырчатого желоба не следует принимать более 5,0 м.

Что касается более сложных распределительных устройств, как-то: «фиддианов» и «сегнеровых колес», то они в малых установках находят применение только в том случае, когда за биофильтром имеется надлежащее и повседневное наблюдение, а наименьший расход сточных вод превышает 2,0 л/сек.

При норме водоотведения 100 л на человека в сутки и минимальном коэффициенте неравномерности 0,5 наименьший расход сточных вод в 2 л/сек может быть получен только от

$$\frac{2 \cdot 86\,400}{100 \cdot 0,5} = 3\,500 \text{ жителей.}$$

Учитывая, что иметь менее двух секций биофильтра нежелательно, получим, что для возможности применения «фиддианов» нужны биофильтры не менее чем на 7 000 человек, что уже выходит из пределов малой канализации.

Очень хорошее распределение сточных вод по поверхности биофильтра достигается с помощью разбрызгивателей, работающих от напорного бачка с дозирующим сифоном.

Разбрызгиватели должны иметь насадку с отверстием и струенаправляющий конус (рис. 42). Наименьший диаметр отверстия — 10 мм. Отверстия разбрызгивателей должны возвышаться над поверхностью биофильтра на 10—15 см.

Расход в насадке определяется по формуле

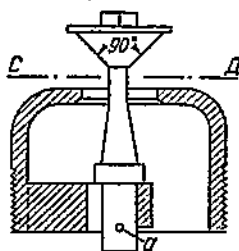
$$q = 0,62 \omega \sqrt{2gH} \text{ м}^3/\text{сек}, \quad (42)$$

где ω — площадь отверстия насадки за вычетом площади, занимаемой ножкой конуса, в м^2 ;

H — свободный напор в насадке в м;

$g = 9,81 \text{ м/сек}^2$.

Разрез по А-Б



План по С-Д

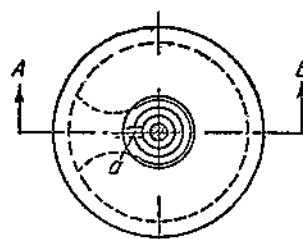


Рис. 42. Разбрызгиватель (ворчестерский тип).

Дозирующий бачок должен быть расположен на такой высоте, чтобы минимальный свободный напор в насадках был не менее 0,2 м, а расход через все насадки при минимальном напоре в 1,5 раза превышал максимальный приток в бачок.

Дозирующий бачок должен иметь форму опрокинутой усеченной пирамиды, нижние размеры которой определяются из условия, чтобы между стенками колокола сифона и стенками дозирующего бачка было не менее 20 см. Верхняя поверхность бачка должна быть во столько раз больше нижней, во сколько расход в насадках при максимальном горизонте больше расхода при минимальном напоре. К максимальному уровню воды в бачке следует добавить высоту слоя воды, необходимой для заполнения верхнего колена сифона и колокола в момент зарядки.

Дозирующий бачок снабжается переливной трубой. Диаметр сифона определяется по скорости при максимальном расходе около 1,0 м/сек.

Соппротивление в сифоне равно $2,5 \frac{v^2}{2g}$, где v — скорость в м/сек. Диаметр колокола сифона принимается в два раза более диаметра труб сифона.

Наименьший диаметр распределительных труб определяется возможностью монтажа разбрызгивателей; рассчитываются эти трубы так же, как и всякие напорные трубы. На концах распределительных труб устанавливаются заглушки для опорожнения труб и их прочистки и промывки. Расположение разбрызгивателей в плане должно быть шахматное.

Расстояние между разбрызгивателями может быть определено по следующей эмпирической формуле:

$$a = \frac{2,42H}{1 + 0,12H}, \quad (43)$$

где H — свободный максимальный напор в насадке.

Чтобы крайние струи при работе насадки не брызгали на проходы или стенки биофильтра, расстояние крайних насадок от внутренней стенки биофильтра следует определять по следующей формуле (наибольший радиус разбрызгивания насадки):

$$b = 2,25 \sqrt{H - 0,15}. \quad (44)$$

Загрузочный материал биофильтра укладывается на дренаж. Собственно дренажем называется вся часть биофильтра между низом загрузки и основанием. Поэтому часть дренажа, на которой лежит нагрузочный материал, иногда называется «ложным дном».

Дренаж должен удовлетворять следующим условиям: а) быть достаточно прочным, чтобы выдерживать давление от веса всей загрузки; б) иметь отверстия для пропуска воды, прошедшей толщу загрузки; в) непосредственно сообщаться с атмосферным воздухом для вентиляции биофильтра.

Для малых биофильтров почти исключительно применяется дренаж из кирпича, уложенного плашмя с соответствующими прозо-

рами (рис. 43). Ввиду того что крупность нижних кусков шлака может доходить до 50 мм, прозоры в ложном днище не должны быть более 3 см. Для вентиляции и промывки дренажа между ложным дном и основанием биофильтра должно быть пространство не менее 10 см.

Основание биофильтра при наличии расположенных под биофильтром лотков («сборных») делается с уклоном к ним не менее 0,02; при отсутствии же сборных лотков оно делается с уклоном не менее 0,012 к отводящим лоткам, расположенным вне биофильтра. Сборные лотки присоединяются к отводящим. Отводящие лотки могут устраиваться или с одной стороны биофильтра, или с нескольких сторон в зависимости от компоновки сооружения. Уклоны лоткам придаются тем больше, чем меньше на данном участке воды и чем труднее его промывка, а именно: для сборных лотков — не менее 0,01, а для отводящих — не менее 0,005.

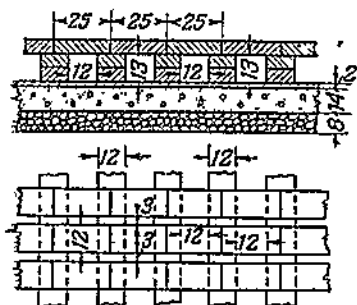


Рис. 43. Дренаж биофильтра из кирпича.

Стенки биофильтра имеют назначение, с одной стороны, поддерживать загрузочный материал, а с другой, — служить для боковой вентиляции. По некоторым наблюдениям боковая вентиляция не распространяется в толщу биофильтра глубже 1—2 м; поэтому для крупных биофильтров пористость боковых стенок не имеет значения. Для малых же биофильтров, площадь которых исчисляется единицами и десятками кв. метров, боковая вентиляция имеет существенное значение. По Германским

данным¹ соприкасающаяся с атмосферным воздухом поверхность фильтра должна быть не менее $4\sqrt[3]{Q^2} \text{ м}^2$, где Q — объем загрузки в м^3 .

При устройстве биофильтра выше поверхности земли стенки биофильтра для возможности боковой вентиляции устраиваются в виде ажурной (рис. 44) или сухой кладки из камня или крупных кусков шлака. В последнем случае боковым стенкам придается некоторый уклон, например 4 : 1.

Круглые в плане биофильтры могут иметь вместо стенок сетку из проволоки, натянутую между стойками из уголкового железа, или из старых рельсов.

Гораздо труднее осуществить боковую вентиляцию в биофильтрах, заглубленных в землю, так как боковая их стенка служит здесь подпорной стенкой. Если же кроме сплошной подпорной стенки внутри биофильтра устраивать вторую ажурную стенку, то в результате окажутся большой расход кирпича и значительное увеличение размеров биофильтра в плане.

Так как заглубленные биофильтры устраиваются преимущественно самого малого размера, то боковая вентиляция для них

¹ В. Тешнер, Сооружения для очистки сточных вод отдельно стоящих зданий, перев. с нем., 1933.

На рис. 46 изображен временный деревянный биофильтр на 100 м^3 загрузочного материала. Фильтр заглублен в землю и перекрывается на зиму съемными досками по прогонам, так что специального отопления не требует. Вентиляция фильтра — вполне достаточная. При проектировании биофильтра необходимо учитывать, чтобы горизонт самых высоких грунтовых вод не залегал выше дна биофильтра.

При внимательной эксплуатации правильно рассчитанные и тщательно построенные фильтры работают очень интенсивно, давая незагнивающий сток в течение нескольких минут (за время прохо-

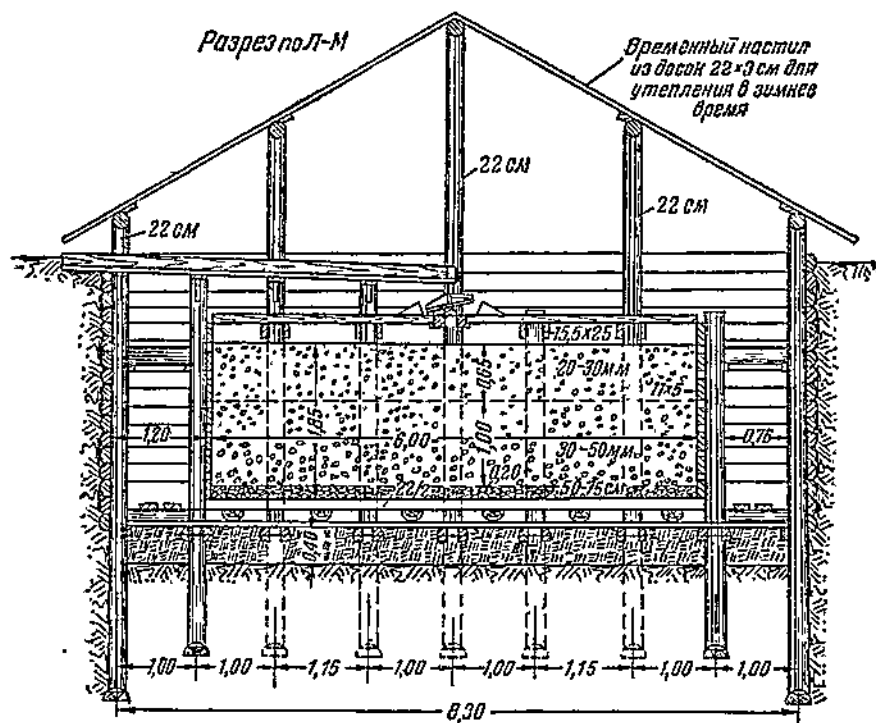


Рис. 466.

ждения жидкостью фильтра), тогда как на полях орошения это время исчисляется днями и месяцами. Такая интенсивность процесса на биофильтрах требует чрезвычайно внимательной их эксплуатации и хорошей предварительной подготовки сточных вод (отстаивание); в противном случае биофильтр быстро выходит из строя. В этом отношении методы почвенной фильтрации гораздо более надежны и устойчивы.

Сказанное приводит нас к заключению, что там, где нельзя иметь полную гарантию и уверенности в правильной и внимательной эксплуатации биофильтров, их не следует строить. В этом случае иногда выгоднее с санитарной точки зрения ограничиться от-

стаиванием и хлорированием сточных вод перед выпуском их в водоем, так как запущенные фильтры не только не улучшают качества стоков, но даже ухудшают их.

56. Обработка осадка

Удаление и обезвреживание осадка, получающегося в отстойниках, представляет собой одну из наиболее сложных и дорогих работ по очистке сточных вод.

Количество осадка, получающегося в сутки на одного жителя, равно 1,6 л при содержании воды 97,5%.

Уменьшение количества осадка можно достигнуть двумя путями: а) перегниванием органического вещества осадка и б) обезвоживанием.

Первый способ уже рассмотрен нами при описании септиков и эмшерских колодцев; этим путем можно уменьшить лишь органическую часть осадка.

Количество органического вещества в осадке зависит не только от местных бытовых условий, но и от скоростей движения жидкости по трубам. При малых уклонах тяжелые вещества, главным образом минерального происхождения, осаждаются в трубах, а на очистку поступают преимущественно органические вещества.

Наибольшее уменьшение количества осадка идет за счет его обезвоживания.

Объем осадка при изменении количества содержащейся в нем воды определяется по следующей формуле:

$$V_1 = \frac{V_2(100 - p_1)}{100 - p_2}, \quad (45)$$

где V_1 — конечный объем осадка;

V_2 — начальный объем осадка;

p_1 — процент воды в начальном осадке;

p_2 — процент воды в конечном осадке.

Количество ила, удаляемого для подсушки на иловые площадки, может быть подсчитано, исходя из следующих цифр: а) содержание сухого вещества в осадке — 40 г на жителя в сутки с удельным весом 1,2; из них органического вещества 70%; б) удаляемый осадок содержит 90% воды; в) органическая часть осадка перегнила на 50% (технический предел перегнивания). При этих условиях мы будем иметь на жителя в сутки:

1) сухого органического вещества в перегнившем осадке:
 $40 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 14$ г;

2) неорганического вещества $40 \cdot 0,3 = 12$ г.

Всего на одного жителя: $14 + 12 = 26$ г. Объем — $26 : 1,2 = 21,7$ см³.

При содержании 90% воды объем осадка будет:

$$\frac{21,7 \cdot 100}{(100 - 90) \cdot 1000} = 0,217 \text{ л.}$$

Различные авторы определяют количество осадка, подлежащего удалению из гнилостных камер, в пределах 0,175—0,25 л на жителя в сутки.

Осадок из сооружений целесообразно использовать для удобрения огородов. Длительное время хранения и запас объема сооружений позволяют производить чистку отстойников в такое время года, когда ил требуется для удобрения (весной и осенью).

В населенных местах удаление ила возможно производить с помощью ассенизационного транспорта. Наконец, в случае располо-

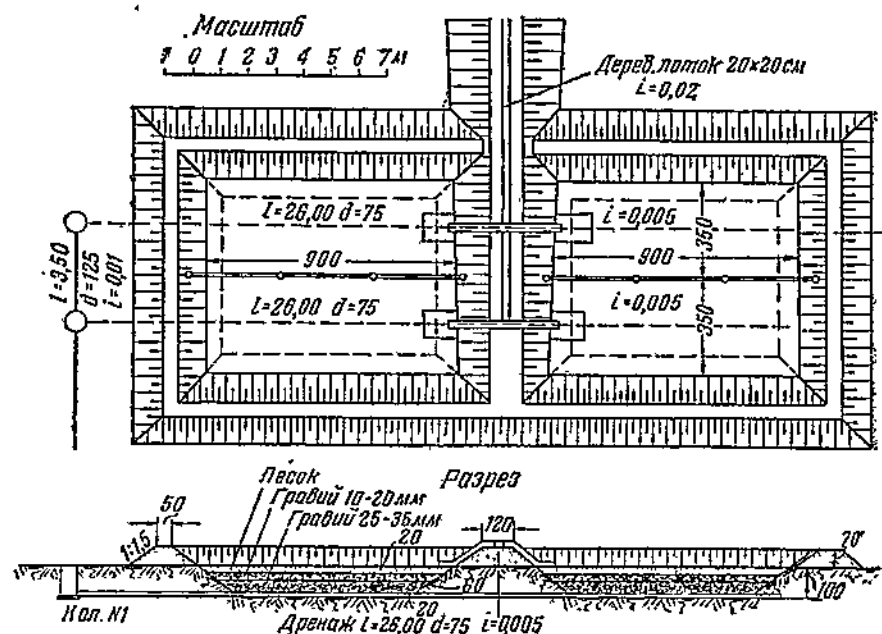


Рис. 47. Иловые площадки.

жения септиков или эмшеров на берегу реки возможно с разрешения Госсанинспекции выпускать ил в реку во время весеннего половодья или осеннего паводка. При невозможности применения одного из указанных способов приходится подсушивать ил на специальных иловых площадках (рис. 47).

При крупных сооружениях, где количество ила значительно, чаще всего применяются иловые площадки.

Иловые площадки разделяются на: а) естественные, у которых фильтрующим материалом служат почвогрунты в их естественном состоянии на месте устройства площадки, и б) искусственные, у которых фильтрующей средой служат привозные материалы, как-то: песок, гравий, битый щебень, шлак и пр.

При выпуске ила на площадки два раза в год слой напуска можно допускать толщиной в 50 см; следовательно, годовой слой на-

пуска будет 1,0 м. Таким образом площадь участка в кв. метрах будет равна количеству ила в куб. метрах.

При периодическом выпуске ила для подсушки небольшими порциями — слоем не более 25 см — величина годового слоя может быть принята в 1,5 м, так как в этом случае можно рассчитывать на более тщательную эксплуатацию площадок.

Если при этом подсохший ил будет удаляться с площадок каждый раз после подсушки, а намороженный зимой ил будет скалываться и увозиться для удобрения, то нагрузка может быть увеличена до 2,0—2,5 м.

Приведенные нормы могут быть рекомендованы для средней части СССР; для северных районов они должны быть снижены на 30—50%, а для южных — повышены на те же величины процентов.

Полученную по предыдущему расчету общую площадь разбивают на ряд площадок, исходя из следующих основных положений: для достижения равномерной заливки длина карты должна быть не больше 12 м, а ширина — 6 м; наименьшее число карт — 3. Чтобы обеспечить принятие ила во время ремонта площадок или при аварийных выпусках, необходимо предусмотреть запасные площадки — одну или две при малой общей площади, а в случае более значительной площади — около 25% от полезной площади карт.

Площадь иловых площадок в местностях с суровым климатом и при периодических напусках ила должна быть проверена на зимнее намораживание, продолжительность которого для средней части СССР принимается в 100 дней. Зимнюю фильтрацию и вымораживание следует принимать в 25%. Для того чтобы во время весеннего таяния имелись участки, свободные от льда, в зимнее время намораживаются не все площадки, а лишь часть их (например 75% площади).

Наименьшая высота валиков принимается в 50 см. Разделительные и оградительные земляные валики устраиваются так же, как и на полях орошения.

Ввиду того что иловые карты гораздо меньше, чем участки на полях орошения, обычно бывает выгодно из-за недостатка земли заменить внутренние разделительные валики досками (2—3 шт.), поставленными на ребро в пазах деревянных столбиков (рис. 48); при этом нижняя доска для предотвращения вымывания грунта илом должна быть втиснута в землю. Выбор между приведенными выше двумя типами определяется балансом земляных масс и экономическими соображениями.

При устройстве искусственных иловых площадок загрузочный материал укладывается в три слоя (рис. 49): а) нижний — из шлака, травя, битого кирпича и других материалов с крупностью зерен 25—35 мм; б) средний — с крупностью 10—20 мм и в) верхний слой песка толщиной не менее 10 см. Общая толщина загрузочного материала не должна быть менее 40 см.

Основание под фильтрующий материал должно быть уплотнено тощим бетоном или втрамбовыванием щебня и спланировано с уклоном к дренам в 0,02.

57. Хлорирование сточных вод

При рассмотрении отдельных способов очистки сточных вод мы отмечали, что только методом почвенной фильтрации можно задержать большинство бактерий; стоки же от остальных видов очистки содержат громадное количество бактерий, среди которых могут быть и носители желудочно-кишечных заболеваний.

Хлорирование сточных вод имеет целью понизить общее количество бактерий на 99%, но не менее чем на 95%, так как считается, что при этом погибают все патогенные бактерии, как менее стойкие.

В санитарной технике для дезинфекции применяют жидкий хлор, или хлорную известь. И в том и в другом случаях при растворении в воде мы получаем два реагента, могущих действовать бактерицидно: молекулярный хлор и свободный кислород. Дезинфекция производится главным образом хлором, так как бактерицидное действие кислорода даже при применении более сильных окислителей, как, например, перекиси водорода или озона, менее сильно, чем элементарного хлора.

Технически дезинфекция стоков производится следующим образом: а) водный раствор хлора вводится в сточную жидкость; б) немедленно производится их энергичное перемешивание, и в) создается контакт в течение определенного времени, причем безразлично — в спокойной среде (отстойники) или в движущейся, например в трубах, канавах и пр.

Приготовление водного раствора хлора производится в хлораторных помещениях или будках. В случае применения хлор-газа помещение оборудуется (рис. 50): а) хлораторами одной из испытанных систем; б) баллонами с хлором, питающими хлоратор (число рабочих баллонов не менее двух; один запасный); в) водопроводом; г) отоплением и вентиляцией; д) запасным помещением для хранения баллонов и е) шкафом с противогАЗами.

Производительность хлораторов — от 10 до 1000 г хлора в час. Работать на крайних пределах производительности не рекомендуется, это лимитирует применение хлораторов для малых установок.

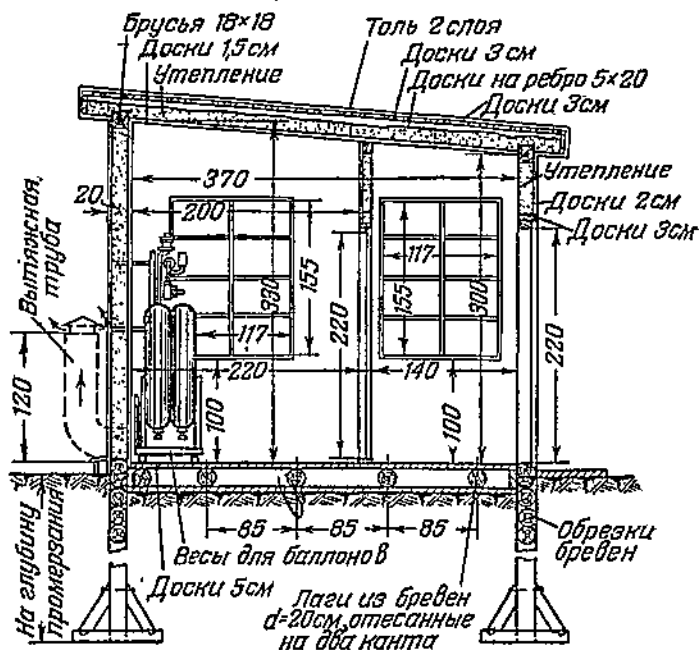
Количество устанавливаемых хлораторов должно быть не менее двух (один из них запасный). Баллоны при хлораторах устанавливаются на весы для учета количества расходуемого хлора.

При испарении хлора из баллонов происходит сильное их охлаждение и даже замерзание и разрыв трубок хлоратора. В случае надобности баллоны помещаются для подогрева в металлические баки, наполненные горячей водой. Температура в самом хлораторном помещении не должна быть ниже 18°.

Потребность в воде определяется расходом хлора, исходя из растворения его 1—2 г на 1 л воды (максимальное растворение при 20° 6,84 г/л)¹.

¹ Инж. Е. А. Яковлев, Хлорирование сточных вод, Ленинград 1932; Поппик, И. В. Новопашенному, Хлоратор и его эксплуатация, М. 1935, — 7,16 г/л воды при 20°.

Разрез по А-Б



План

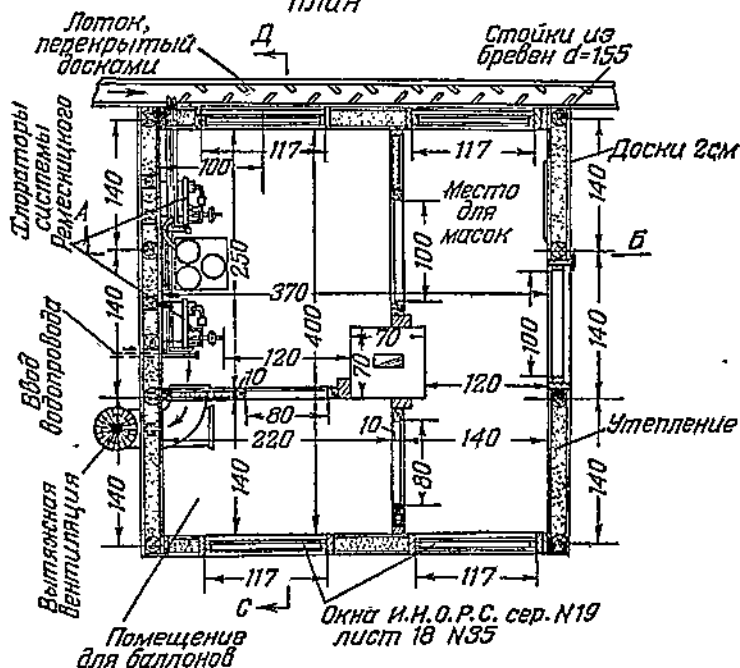


Рис. 50а. Хлораторное помещение для установки с жидким хлором.

Ввиду возможной утечки газа из баллонов, порчи и даже аварийной арматуры аппаратов необходимо снабжать хлораторное помещение побудительной вентиляцией, забирающей воздух вблизи от пола помещения. При входе в хлораторное помещение в тамбуре или в коридоре должны храниться противогазы.

В случае применения хлорной извести устанавливаются четыре бака: один для перемешивания извести с водой; два — для отстоя и один дозирующий бачок (рис. 51).

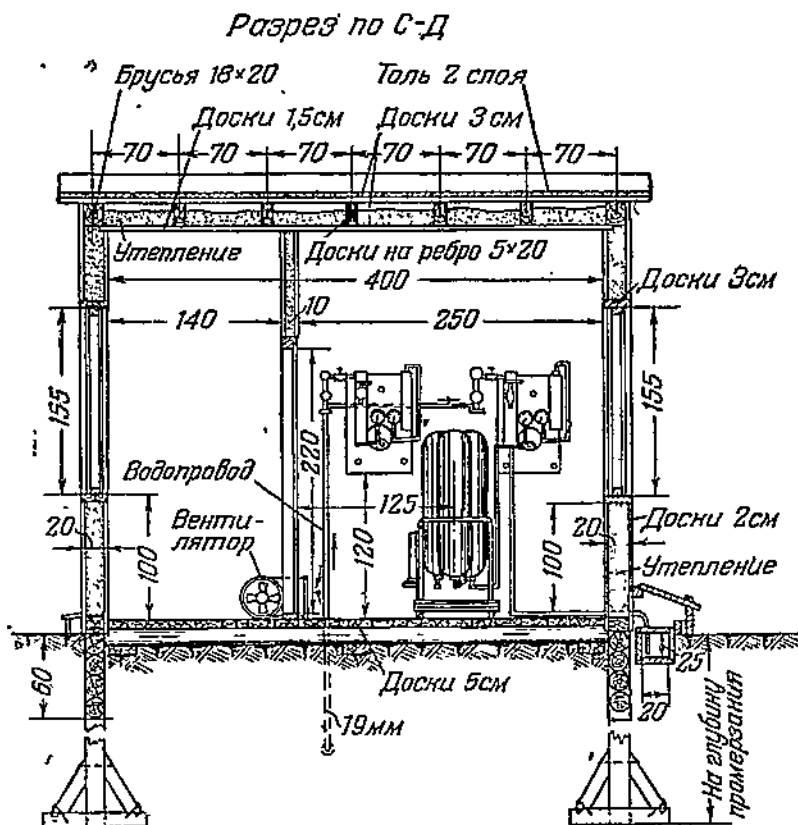


Рис. 506.

Так как в продажной извести могут оказаться крупные твердые куски, то во избежание засорения ими трубок и кранов известь засыпают сначала в небольшой металлический ящик с отверстиями (рис. 516), в который наливают немного воды, и протирают известь деревянным пестиком в смесительный бачок. После этого вынимают металлический ящик, в бачок наливают воды и энергично перемешивают в течение 10—15 мин., после чего, не прекращая перемешивания, спускают смесь в отстойные баки, где и происходит оседание нерастворимых веществ извести. Так как для последней

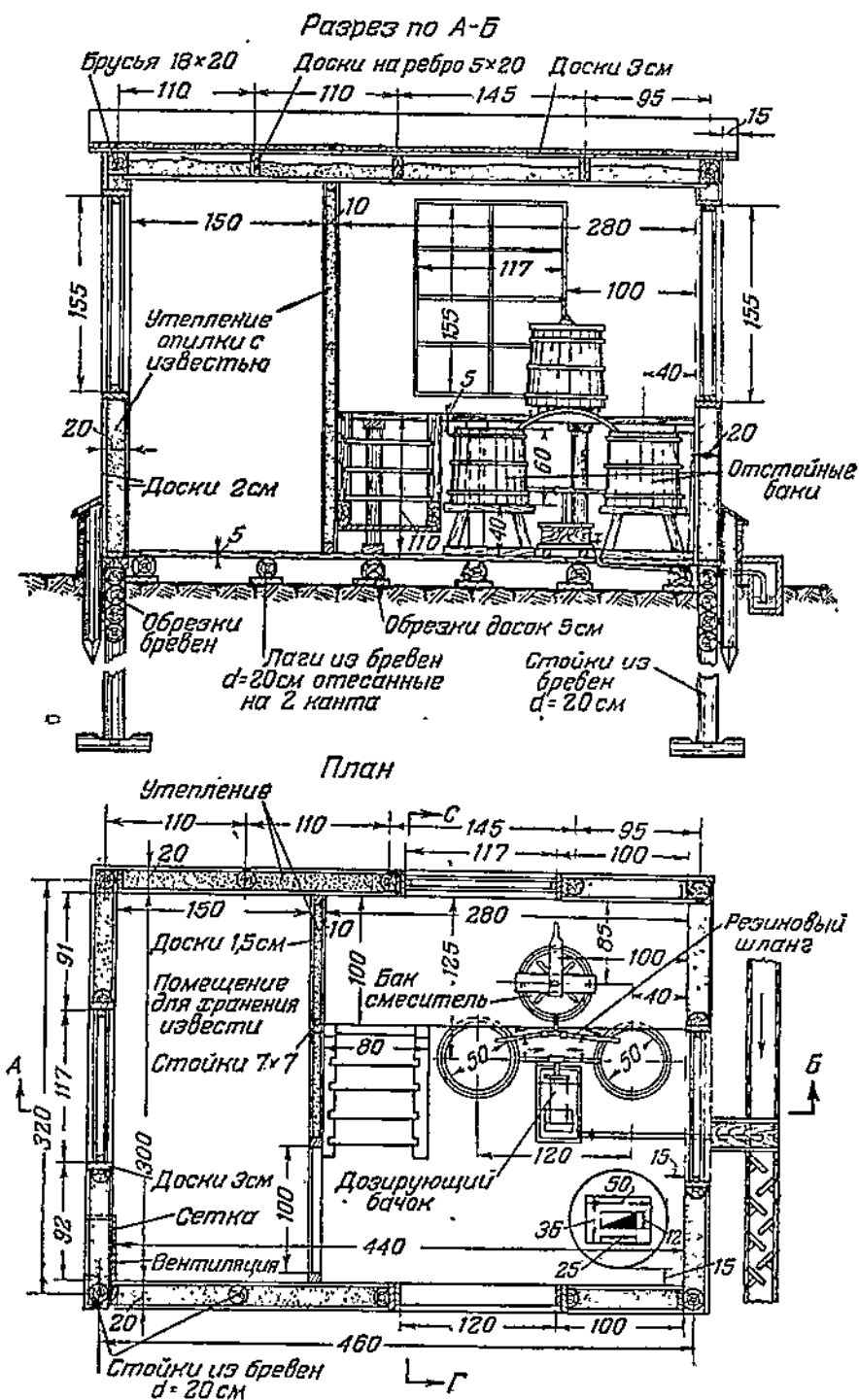


Рис. 51а. Хлораторное помещение для установки с хлорной известью.

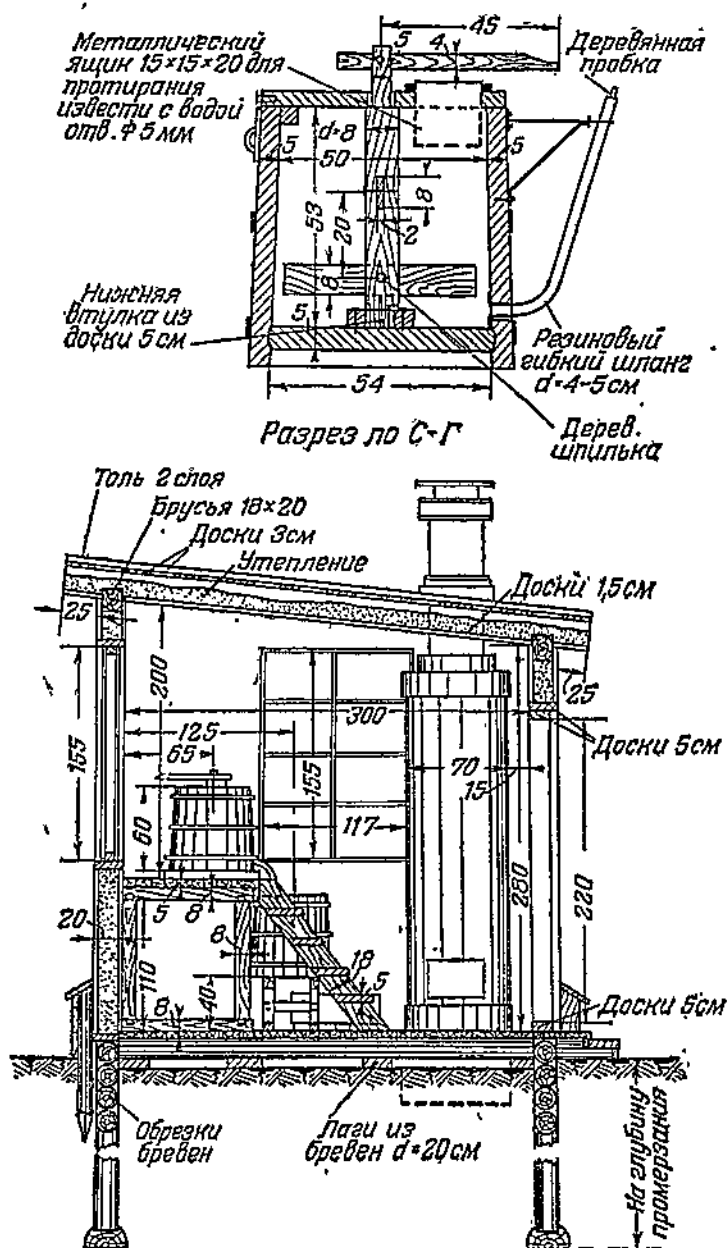


Рис. 516.

операции требуется около 12 час. и ни в коем случае не менее двух, то берутся два отстойных бака, один из которых питает дозирующий бачок, а в другом происходит отстаивание. После опорожнения рабочего бака из него удаляют осадок и вновь наполняют смесью воды с известью. Трубки из смесителя в отстойные баки выходят со дна, а из отстойных — в дозирующий бачок — на 15 см выше дна (из боковой стенки бака). Размеры дозирующего бачка устанавливаются по конструктивным соображениям. Этот бак

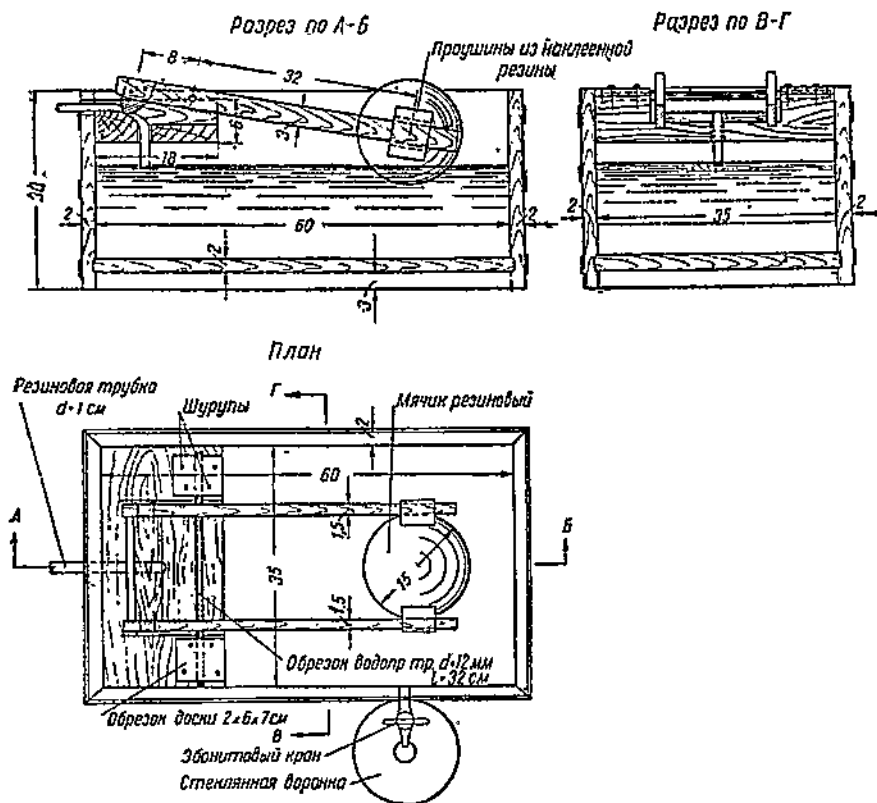


Рис. 52. Бачок с постоянным уровнем.

служит для поддержания постоянного уровня; дозировка хлора в малых установках производится от руки с помощью обычного эбонитового крана. Вся проводка между баками осуществляется из резиновых и стеклянных трубок с эбонитовыми кранами и медицинскими зажимами.

Внутренняя поверхность бачков и все металлические части покрываются за 2—3 раза асфальтовым лаком.

Поддержание постоянного уровня в дозирующем бачке может осуществляться различными способами. На рис. 52 показано одно из простейших приспособлений.

Контакт хлора со сточной жидкостью должен быть не менее 30 мин. Если отстойники устраиваются после биофильтров, то они обычно и служат контактными резервуаром.

Количество осадка, удаляемого из контактного резервуара, после биофильтров принимается в 0,15—0,20 л/сутки на человека. При наличии септиков хлорную воду следует вводить в последнюю камеру в месте поступления воды из предыдущей камеры.

Иногда во избежание хлорирования совершенно неотстоявшейся воды и устройства специальных контактных резервуаров хлорную воду добавляют в середине длины отстойника, а для создания хотя бы простейшего перемешивания погружают в этом месте поперек отстойника доску, над которой скорость движения жидкости увеличивается. Эти паллиативы можно применять лишь в качестве временной меры в экстренных случаях. Гораздо лучше (с небольшими затратами) устроить запруду с помощью земляной или простейшей деревянной плотины в тальвеге или овраге, по которому идут сточные воды после очистки к месту выпуска в водоем. При совершенно ровной местности можно выкопать пруд.

Если отводящая канава или выпуск имеют значительное протяжение, то проверяют время прохождения этого пути жидкостью, и если оно достаточно (30 мин.), то контакт происходит в самой канаве или трубе. При использовании канав или прудов для контакта необходимо считаться с дополнительным расходом хлора, поглощаемого загрязнениями канавы или пруда.

Если после насосной станции сточная жидкость поступает на отстойники или непосредственно к выпуску, то хлорирование можно производить, вводя хлорную воду перед насосом во всасывающую трубу или в приемный резервуар; в последнем случае обязательно перед сосунами насосов во время их работы. Тогда в насосах происходит идеальное перемешивание и упрощается дозировка хлора. В этом случае точно так же должно быть проверено время контакта.

При необходимости в особо надежной работе хлораторных устройств делается смешанная установка на жидкий хлор и хлорную известь. Рассчитываются эти установки на независимую работу каждого вида хлорирования.

Кроме своего прямого назначения — борьбы с патогенными бактериями — хлорирование применяется для уничтожения запаха сточных вод или гниющего осадка; доза хлора при этом незначительная — 5—10 г/м³.

Уничтожение личинок мухи психоды в теле биофильтра достигается периодическим хлорированием сильными дозами, например 25 г/м³.

Иногда добавление хлора к сточной воде бывает полезно для борьбы со вспучиванием ила в иловой камере эмшерского колодца и для улучшения работы биофильтров.

Наконец, большое значение имеет также хлорирование сточных вод перед выпуском их в водоем. Хлор убивает большинство бактерий, содержащихся в сточных водах, и тем самым резко снижает биохимическую потребность (БПК) сточной жидкости в кислороде.

Это снижение продолжается около суток. После дехлорирования БПК восстанавливается, так как бактерии снова бурно развиваются, вследствие того, что запас питательного вещества в сточных водах уменьшается хлорированием лишь незначительно. Однако это справедливо лишь для лабораторных опытов в малых сосудах. В водоеме же после надлежащего смешения восстановление биохимических потребностей в кислороде неопасно ввиду большого разбавления; опасность же загрязнений в первое время после выпуска благодаря хлорированию значительно уменьшается.

58. Очистка мыльных вод

Мыльные воды, получающиеся в жилых домах от стирки белья, мытья рук и пр., входят в состав обычных фекально-хозяйственных вод и отдельно не учитываются. Собственно мыльными водами называются воды от бань и прачечных. Количество этих вод может быть определено по нормам, приведенным в п. 4 гла стр. 10.

Характеристика банно-прачечных вод по основным показателям загрязнений (в мг/л) приведена в табл. 26¹.

Таблица 26

	Банные воды	Прачечные воды	Бытовые воды
Температура в °С	22—27	17,5—32,5	8—15
Взвешенные вещества (105°)	93—225	176—506	350—500
pH	7,6—8,2	7,3—7,75	7,2—7,6
Окисляемость фильтрованной воды . .	10—30	20—56	50—70
Окисляемость нефильтрованной „ . .	26—65	41—105	—
БПК ₅	115—390	155—486	200—340
Азот солевой	2,5—13,6	2,4—7,5	70—80
Жиры в жидкой фазе	19—32	—	—
„ „ осадке	100—200	—	—
Титр Coli	0,1—0,001	—	—
Общее количество бактерий 1 см ³ в тыс.	666—7 600	154—2 500	1 000—100 000

По данным Института коммунальной санитарии и гигиены НКЗ РСФСР² загрязнения прачечных вод еще выше (окисляемость 110—500, БПК₅ — 400—2 000 мг/л).

Из приведенной таблицы видно, что банно-прачечные воды по сравнению с обычными фекально-хозяйственными водами имеют меньшую концентрацию загрязнений почти по всем показателям

¹ Доц. С. Н. Черкинский и И. А. Керчикер, Химическая очистка банно-прачечных сточных вод, «Водоснабж. и сантехника» № 9, 1935.

² Инж. С. А. Несмеянов, Обработка банно-прачечных вод в неканализованных владениях. «Санитария и гигиена» № 1, 1936.

(в том числе и по бактериальным), более высокую температуру и большее количество жиров. Прачечные воды примерно вдвое более концентрированы, чем банные воды; кроме того в прачечных водах имеются стиральная сода, жавель и иные вещества, употребляемые при стирке белья.

Простое отстаивание, даже весьма продолжительное, дает очень небольшое улучшение качества воды за счет выпадения осадка ($2-3 \text{ см}^3/\text{л}$)¹.

Наиболее правильной и целесообразной как в санитарном, так и в экономическом отношении является совместная очистка мыльных и фекально-хозяйственных вод. Такой метод очистки не встречает возражений, если баня или прачечная расположена внутри канализованного поселка. Если же, как это часто бывает, баня находится среди неканализованного мелкого индивидуального строительства, или баней на промпредприятии пользуются также рабочие, живущие в близлежащих поселках и колхозах, то возникает необходимость в самостоятельной очистке мыльных вод.

По неофициальным нормативам считается, что если количество мыльных вод превышает 25% от общего количества фекально-хозяйственных вод, то необходима отдельная очистка мыльных вод, так как трудно разлагающиеся жиры обволакивают частицы шлама или почвы и затрудняют проникновение воздуха внутрь фильтрующего материала. Однако опыты В. М. Сафроновой и Е. К. Ярошевской показали, что, если приучать постепенно биологические фильтры к мыльным водам, то процент их по отношению к фекально-хозяйственным водам может быть доведен до 75%. Инж. С. А. Несмеянов в вышеприведенной работе также полагает возможным повысить норму для мыльных вод до 60%. Учитывая, что реальные условия эксплуатации очистных сооружений менее благоприятны, чем лабораторные, все же приходится признать, что норма в 25% занижена и ее можно повысить раза в два.

Самостоятельная очистка мыльных вод возможна химическим способом — путем добавления извести, глинозема, хлорного или сернокислого железа и др. На практике применяется почти исключительно известь как более дешевый и малодефицитный коагулянт.

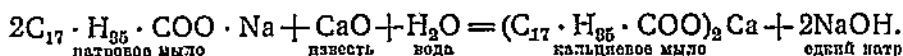
Обычная продажная негашеная известь имеет разный состав. В среднем для расчетов можно считать, что в ней содержится 60% окиси кальция (CaO), 30% углекислого кальция (CaCO_3) и 10% песка, глины и прочих примесей².

При очистке мыльных вод все расчеты ведут на CaO (т. е. на чистую негашеную известь).

¹ В. М. Сафронова и Е. К. Ярошевская, Исследование коагуляции и биологической очистки банно-прачечных сточных вод, «Журнал прикл. химии», вып. 6—7, 1932.

² По ГОСТ 2643 содержание $\text{CaO} + \text{MgO}$ в жирной воздушной извести должно быть не менее 85% (из них MgO — до 3%); однако при хранении количество CaO уменьшается.

При добавлении к мыльным водам извести растворимое мыло (натриевая соль жирных кислот) переходит в нерастворимое кальциевое мыло по уравнению:



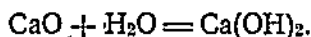
Выпадающее хлопьевидное кальциевое мыло адсорбирует часть растворенных веществ и коллоидов, а также механически увлекает в осадок мельчайшую суспензию. Вместе с тем происходит и значительное понижение числа бактерий. Через 4—6 час. отстоя сточная жидкость осветляется и улучшает свои качества, а именно: окисляемость уменьшается на 60—80%, БПК₅ — на 50—70%, взвешенные вещества — на 85—95%, количество бактерий — на 95—99%. В большинстве случаев такая вода удовлетворяет нормам Наркомздрава и может быть спущена в водоемы.

В некоторых случаях для надежности дезинфекции стоков возможно по требованию санитарного надзора добавление хлорной извести 100—150 г на 1 м³ мыльных вод (20—30 г активного хлора).

Технически очистка мыльных вод распадается на следующие отдельные операции: а) приготовление и добавка к сточной воде необходимого количества коагулянта, б) энергичное перемешивание для создания реакции и в) отстаивание.

Известь может быть употреблена в дело в различных состояниях.

Если к негашеной извести («кипелке») прибавить по весу 40—70% воды, то она превратится в гашеную известь (гидрат окиси кальция) по уравнению:



При этом известь нагревается до 400°, распадается в мелкий белый порошок и увеличивается в объеме в 2—3 раза (пушится). Такая известь называется «пушонкой». Гашеная известь в состоянии поглотить гораздо больше воды (на 1 т «кипелки» — 2,5—3 т воды), чем требуется для гашения извести, но с дополнительным количеством воды она не вступает в соединение, а образует густое тесто. При дальнейшем добавлении воды и перемешивании — получается известковое молоко различной концентрации. Наконец, если известковому молоку дать отстояться, то сверху образуется бесцветный известковый раствор, в котором CaO растворяется всего в количестве 1,2—1,5 г/л воды.

При расчетах доза извести (CaO), необходимая для очистки мыльных вод, принимается: для банных вод — 400—500 г/м³, а для прачечных — 700—800 г/м³ и должна быть проверена при эксплуатации путем отбора проб и производства контрольных анализов (химических и бактериологических).

Так как на практике приходится иметь дело с обыкновенной продажной известью, то для удобства расчетов в табл. 27 приведены необходимые количества различных видов известкового коагулянта (по весу и объему) на 1 м³ очищаемых мыльных вод

из расчета содержания в продажной извести 60% СаО, 30% СаСО₃ и 10% примесей и дозе СаО 500 г/м³.

Хотя при коагуляции известковой водой известь используется более полно (на 20—30%) и получается меньшее количество осадка, однако большой расход воды, громоздкость аппаратуры и длительность процесса приготовления коагулянта

приводит к тому, что известковая вода в эксплуатационных условиях не применяется.

На практике чаще всего работают с сухой известью или известковым тестом. Сухая известь должна храниться не более одного года, так как, соединяясь с влагой и углекислотой воздуха, она теряет свои свойства¹. Если загасить известь в твoriльной яме и покрыть слоем песка, то она может сохраняться в течение нескольких лет.

Сначала из сухой извести или теста готовится известковое молоко, для чего на 1 объемную часть «кипелки» или теста добавляют 10—20 частей воды.

Приготовление молока может производиться в таких же затворных бачках, что и для приготовления хлорной извести (рис. 51), а в самых малых установках — даже в простом ведре. В более крупных установках баки снабжаются механическими мешалками.

Так как известь в известковом молоке должна все время находиться во взвешенном состоянии, то никаких промежуточных бачков — отстойных или дозирующих — устраивать нельзя, иначе они быстро забьются нерастворенной известью. По этой же причине нежелательно устройство и проточных отстойников непрерывного действия, так как они требуют непрерывной дозировки и смешения коагулянта.

Для очистки мыльных вод лучше всего применять два контактных резервуара (рис. 53) каждый объемом на полусуточный расход сточных вод; при одном резервуаре в случае ремонта или неполадок вся установка будет выключена из работы.

Эксплуатируются эти резервуары следующим образом. К моменту открытия бани один из резервуаров должен быть освобожден от воды. В первую половину дня этот резервуар заполняется сточной водой, а второй опорожняется. После того как резервуар напол-

Коагулянт	Вес в кг	Объем в л	Объем- ный вес
Сухая негашеная известь («кипелка»)	0,83	1,00	0,85
Пушонка (при среднем уплотнении)	1,10	1,85	0,60
Густое тесто . .	2,40	1,85	1,30
Известковая вода	400,00	400,00	1,00

¹ То-есть гасится и превращается в почти нерастворимый углекислый кальций (известняк) по уравнению: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (растворимость СаСО₃ = 16 мг/л по А. С. Озерову, а по американским данным — 14 мг/л).

няется, приток воды переключается на второй резервуар, а в первый резервуар добавляется известковое молоко в количестве, соответствующем объему резервуара и установленной дозе извести. Затем производится энергичное перемешивание коагулянта со сточной водой в течение 10—15 мин. и жидкость оставляется в покое.

По окончании работы бани добавляется известь во второй ре-

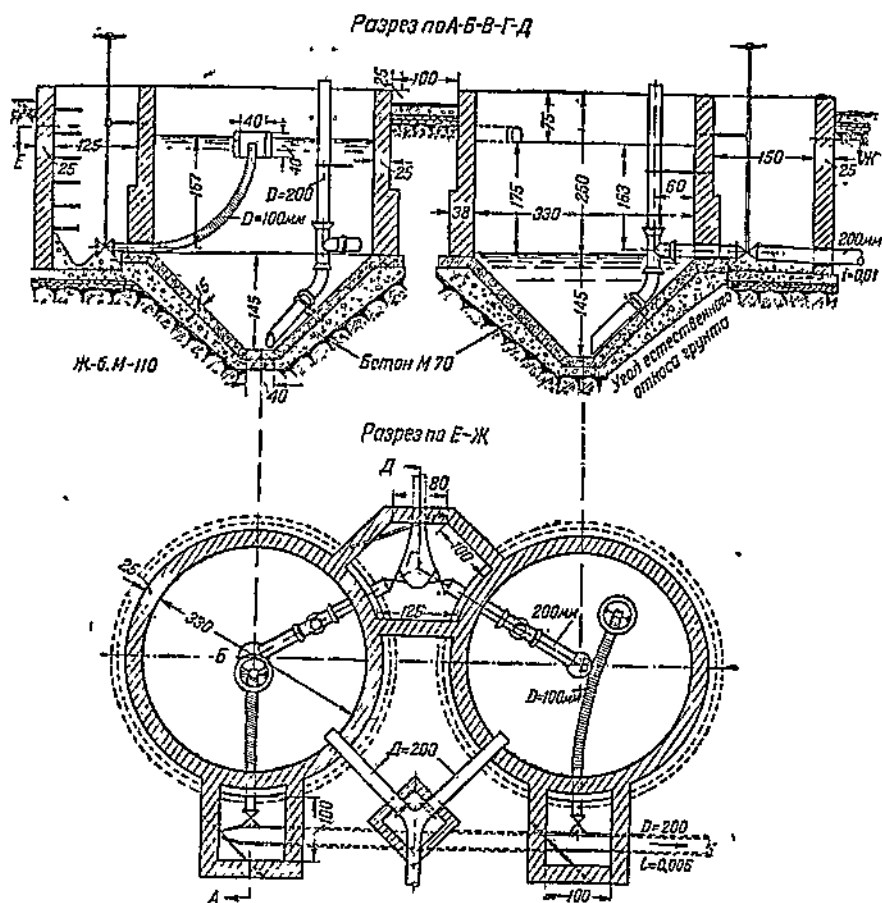


Рис. 53. Контактные резервуары для мыльных вод.

зервуар, перемешивается и оставляется на ночь, а отстоянная жидкость из первого резервуара спускается в отводящий коллектор с помощью плавающего рукава, который дает возможность удалять верхние осветленные слои воды. Плавающий рукав или изготовляется из оцинкованного железа и шарнирно соединяется с началом спускной трубы, или же представляет собой гибкий ребристый прорезиненный рукав, наглухо прикрепленный к спускной трубе. Верхний конец рукава шарнирно прикрепляется в середине

поплавок, имеющего форму пустотелого кольца. Такой поплавок удерживает пену от выноса из резервуара при спуске воды.

Оставшиеся на дне осадки удаляются на подсушивающие площадки самотеком, если позволяет рельеф местности, или с перекачкой. Перекачка производится или ручным диафрагмовым насосом («лягушкой») или центробежным насосом марки НФ. При удалении или самотеком гидростатическое давление воды должно быть не менее 1,5 м.

Перемешивание коагулянта осуществляется простым веслом, пропеллерной мешалкой, приводимой в движение от электромотора, сжатым воздухом или циркуляцией с помощью илового насоса. В последнем случае укладывается дополнительная напорная труба, выходящая в резервуар выше поверхности воды в стороне, противоположной иловой трубе.

Отстой в контактных резервуарах должен продолжаться 4—6 час. При этом получается 2—3% осадка с влажностью 95—97,5%. Осадок удаляется из резервуара не реже одного раза в неделю, а в случае удаления самотеком или насосом — каждый день.

Подсушивающие площадки рассчитываются на годовой слой в 1 м для площадок на естественном песчаном грунте и в 2 м — для искусственных площадок. Осадки хорошо отдают воду и уменьшаются в объеме в 3—5 раз. Подсушенный осадок может быть использован на удобрение огородов.

Трубопровод, соединяющий очистную установку с водоемом, должен быть рассчитан на пропуск максимального расхода воды, который получается при открытии задвижки в начальный момент опорожнения резервуара. В этом случае:

$$q_{\max} = \mu \omega \sqrt{2g(H-h)} = 2,66 \omega \sqrt{H-h}, \quad (47)$$

где $q_{\max}$ — расход в $\text{м}^3/\text{сек}$;

μ — коэффициент расхода, равный 0,6;

ω — площадь отверстия задвижки в м^2 ;

H — разность отметок в м между наивысшим уровнем в резервуаре и центром задвижки (если за задвижкой открытый лоток или колодец);

h — потери напора в м (по длине и местные);

$$2g = 2 \cdot 9,81 = 19,62 \text{ м.}$$

Наполнение в отводящем коллекторе можно принять полное. Время опорожнения резервуара определяется по формуле:

$$t = \frac{2W}{q_{\max}} \text{ сек.}, \quad (48)$$

где W — объем воды до уровня задвижки в м^3 ;

$q_{\max}$ — расход через задвижку при максимальном напоре, определяемый по формуле (47).

Пример. Требуется рассчитать очистную установку для бани с пропускной способностью 25 чел.-час и работе 8 час/сутки.

Расчет. При расходе воды по 150 л на моющего суточный расход сточных вод $Q = 0,150 \cdot 8 \cdot 25 = 30 \text{ м}^3$. Принимаем два контактных резервуара объемом каждый на 15 м³. При глубине осадочной части 1,75 м¹ поверхность воды будет: $15 : 1,75 = 8,6 \text{ м}^2$. Если принять прямоугольный резервуар, то размеры его в плане будут: 2,4,3 м или 2,25 · 3,8 м. Круглый резервуар будет иметь диаметр 3,3 м. По ориентировочным схемам при круглых резервуарах площадь здания (шатра) получается на ~10% больше, но ширина здания меньше на 1—1,5 м, что выгоднее для конструкции стропил. Кроме того круглые резервуары имеют меньшую толщину стенок и более удобны для удаления осадков. Окончательно принимаем два круглых резервуара диаметром 3,3 м и глубиной цилиндрической части 1,75 м (рис. 53). Уклон боковых стенок днища — 45°. Площадка на дне резервуара — 0,4 м. Объем конической части подсчитываем так же, как и для эмпера (стр. 82); он равен 4,7 м³. Осадок принимаем в размере 30%, т. е. $15 \cdot 0,03 = 0,45 \text{ м}^3$.

Таким образом объем конической части может быть заполнен осадком за течение $4,7 : 0,45 = 10,4$ дня.

Диаметры плавающего рукава и задвижек могут быть определены по времени опорожнения и максимальному расходу следующим образом: по табл. 14 коэффициент сопротивления при входе — 0,5; на изгибе (при переходе плавающего рукава в отводящую трубу) — 0,5 и на выходе — 1,0. $\sum \xi = 2$. При диаметре 100 мм эквивалентная длина труб по табл. 13 равна $2 \cdot 2,2 = 4,4$ м; длина плавающего рукава и отрезка трубы — 3 м; общая длина $l = 7,4$ м. Сопротивления согласно той же табл. 13 определяются по формуле:

$$h = l \beta q^2 = 7,4 \cdot 373 q^2 = 2760 q^2.$$

По формуле (47):

$$q_{\max} = 2,66 \omega \sqrt{H - h}.$$

При $H = 1,75 - 0,08 = 1,67$ и $\omega = 0,00785$.

$$q_{\max} = 0,0209 \sqrt{1,67 - 2760 q_{\max}^2}.$$

Отсюда

$$q_{\max} = 0,0182 \text{ м}^3/\text{сек} \approx 18 \text{ л/сек}.$$

Время опорожнения:

$$t = \frac{2 \cdot 15 \cdot 1000}{18} = 1670 \text{ сек.} = 27,8 \text{ мин.}$$

Аналогичными расчетами найдем:

$$\begin{array}{lll} \text{При } D = 125 \text{ мм,} & q_{\max} = 29 \text{ л/сек; } & t = 17,2 \text{ мин.;} \\ \text{" } D = 150 \text{ " } & q_{\max} = 42 \text{ " } & t = 12 \text{ " } \end{array}$$

Окончательно принимаем $D = 100 \text{ мм}$.

Диаметр отводящего коллектора при уклоне 0,006 по табл. 9 для половинного наполнения, принимая $q = 19 : 2 = 9,5 \text{ л/сек}$, определяем в 200 мм. Дозу извести назначаем 500 г/м³.

По табл. 27 требуется известкового теста 1,85 л/м³, или на каждый резервуар: $15 \cdot 1,85 = 27,7 \text{ л}$. Для приготовления известкового молока тесто разбавляем водой в отношении 1 : 10. Отсюда объем бачка будет: $27,7 \cdot 10 = 277 \approx 300 \text{ л}$. Принимаем круглый бак диаметром 0,7 м и высотой 0,8 м.

Глава XII

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

59. Связь канализации с планировкой

Учет требований канализации при составлении генерального плана или проекта планировки поселка, промышленного предприятия или территории дома отдыха, больницы и т. п. в большинстве

¹ При меньшей глубине иловая и спускная трубы будут пересекать подошву цилиндрической части резервуара, что нежелательно в строительном отношении.

случаев значительно упрощает схему и уменьшает стоимость канализования данного объекта.

Основное требование, которое предъявляется к внутренней планировке здания, состоит в том, чтобы все санитарные приборы были расположены друг над другом поэтажно, чем достигается уменьшение количества выпусков, а следовательно, смотровых колодцев. Если кроме обычного минимума — kloзета и раковины — имеются и другие приборы (ванны, умывальники, мойки), то они должны располагаться в непосредственной близости к основным приборам (групповое расположение приборов). Для промывки внутренней сети и выпусков, а значит, и для уменьшения засоров, ванны желателно располагать в начале отводящих труб.

При расположении здания за водоразделом и необходимости из-за этого заглублять всю сеть, выпуск из здания должен быть запроектирован на нагорную сторону.

Если участок для отдельного здания (амбулатория, школа), которое должно быть канализовано, выбирается среди мелкой индивидуальной застройки, то нужно заранее решить вопрос о местоположении очистных сооружений. При проектировании очистных сооружений на самом участке величина его должна быть значительной, так как кроме территории, потребной под эти сооружения, необходимо иметь здесь еще и санитарные разрывы не менее 40—50 м от здания и до границы соседних участков.

При выборе участка под поселок нужно избегать плоских горизонтальных мест, иначе при прокладке канализационной сети придется значительно заглублять ее нижние концы. Лучше всего, если местность имеет ровный уклон 0,005—0,01 в одну сторону.

Проезды в новом поселке не должны назначаться по водоразделам или параллельно и перпендикулярно горизонталям, так как это затрудняет канализование дворов с обратными уклонами, а должны пересекать горизонтالي под углом 45°.

Пересечение кварталов или участков тальвегами или лощинами не допускается; по этим местам должны устраиваться проезды для прокладки труб и стока поверхностных вод.

Все неудобные места, как-то: овраги, заболоченные низины, заброшенные карьеры песка, гравия или глины, надлежит отводить под зеленые насаждения. По обеим сторонам оврагов нужно устраивать проезды, так как делать присоединения через овраги весьма затруднительно.

Если поселок располагается возле железной дороги, то он должен быть расположен с низовой стороны дороги, считая по рельефу местности; благодаря этому удастся избежать устройства перехода под железной дорогой, т. е. дорогого и сложного сооружения, особенно если придется пересекать магистраль. Сказанное не относится к фабрично-заводским веткам местного значения.

При расположении канализуемой территории на берегу реки сточные воды собираются обычно на границе участка возле места выхода реки от канализуемого объекта. Здесь же будет расположена или насосная станция, или очистные сооружения с неизбежными аварийными выпусками. Поэтому в этом месте должны наме-

чаться огороды, хозяйственные постройки, а физкультурные площадки, водные станции и жилой сектор должны располагаться выше по течению реки.

При разбивке поселка на отдельные участки более или менее значительной площади нужно назначать участки вытянутой формы, располагая жилые здания по обеим сторонам проезда; благодаря такому расположению значительно сократится длина сети на единицу площади.

По тем местам, где должны быть проложены трубы, нужно за проектировать проезды или дорожки; в крайнем случае места эти нужно отводить под газоны, но не под цветники или зеленые насаждения.

60. Производство изысканий

Для производства обследований и изысканий необходимо иметь генеральный план или схему планировки канализуемой территории в масштабе 1:500—1:1000 с горизонталями через 0,5—1,0 м и ситуационный план местности в масштабе 1:5000 или в крайнем случае 1:50000 (1 верста в дюйме) с показанием водоема на 5—10 км ниже предполагаемого места выпуска сточных вод. Последний план необходим для суждения о дальнейшей судьбе очищенных вод и расположении селений по отношению к водоему.

Если получить полноценный материал невозможно, то цент тяжести работ следует перенести на изыскания и реконструировки в натуре, а по намеченным трассам трубопроводов сделать промер и нивелировку. План местности под насосную станцию или очистные сооружения снимается путем разбивки на местности сетки квадратов со сторонами 10—20 м в зависимости от рельефа. Эта сетка, закрепленная на месте колышками, позволяет затем легко произвести разбивку всех сооружений в натуре. По этой сетке вычерчивается план в масштабе: для полей орошения — 1:200—1:500, а для искусственных сооружений — 1:100—1:200.

Кроме планового материала необходимо получить от администрации канализуемого объекта также и официальные данные о числе живущих и приходящих рабочих и служащих, о пропускной способности бани, столовой, амбулатории и т. п., как в настоящее время, так и на полное развитие. На основании этих данных определяется количество сточных вод, что в свою очередь позволяет судить об объеме очистных сооружений и потребных для них площадях.

В большинстве случаев на местах уже имеются кое-какие заметки по решению вопросов канализования, разработанные местными силами; с этими предположительными решениями и следует прежде всего ознакомиться. При этом необходимо учитывать основные установки, изложенные в п. 2 (стр. 7), по выбору схемы канализации.

Трасса сети намечается обычно по плану в горизонталях на основе данных, приведенных в п. 23 (стр. 27); при изысканиях следует лишь проверить в натуре линию, поставить реперы и дополнить недостающие данные. Параллельно с этим необходимо

выяснить характер грунтов на участке и особенно на месте очистных сооружений, а также глубину стояния грунтовых вод. Если здание строится или выстроено недавно, то десятник или производитель работ может дать нужные сведения; если здания старые, то нужно заглянуть в уже вырытые колодцы, выяснить горизонт воды, посмотреть, не ведутся ли по соседству какие-нибудь строительные работы, и, наконец, заложить один-два шурфа. Кроме того следует обращать внимание на окружающие строения, жилые здания, дороги, так как очистные сооружения могут иногда оказывать неблагоприятное влияние на окружающую местность (распространение запаха и мошек).

Одновременно с этим нужно проследить путь воды после очистки. Если имеется тальвег или ручей, то необходимо пройти ими до впадения в мощный водоем или во всяком случае до выхода из населенного места. При этом выяснить есть ли постоянное течение в ручье или тальвеге, примерные его расход и скорость, насколько он загрязнен другими стоками или отбросами, использует ли его население для питья, купанья, полоскания белья и водопоя скота. Берега и откосы ручьев и оврагов могут дать указания о грунтах и грунтовых водах; словом, от внимания изыскателя не должно укрыться ничто, что бы могло помочь ему правильно решить вопрос о канализации.

Собрав эти сведения, изыскатель разрешает вопрос о степени очистки, потребной в данных условиях, намечает возможные методы очистки и типы сооружений (см. стр. 149) и делает прикидку на плане, определяя возможность расположения этих сооружений на данном участке по их размеру, площади и высоте; решающее значение при этом имеют варианты, не требующие перекачки. В случае выявления необходимости вынесения даже самых мелких сооружений за пределы участка, требуется произвести новые обследования, а также выяснить, в чьем ведении находится место, намеченное под очистные сооружения, и может ли оно быть занято.

Если поля орошения предполагается разместить на колхозных землях без их изъятия, то нужно получить согласие колхоза, которое должно быть вынесено на общем собрании не менее как $\frac{2}{3}$ всех колхозников; предварительно следует ознакомить колхозников с тем, что представляют собой поля орошения и какие выгоды получают колхозники от орошения сточными водами.

Под поля орошения следует выбирать участки открытые, подверженные действию ветра и солнца, с ровным однообразным уклоном в 0,003—0,005; устройство полей орошения на участках с уклоном в 0,01—0,015 ведет к большим земляным работам.

При изысканиях под поля орошения являются решающими следующие три момента: а) расстояние до полей и способ подачи воды на них (самотеком или с перекачкой), б) грунтовые условия и в) достаточность площади.

Грунты на полях орошения определяются при рекогносцировках наружным осмотром, в особенности оврагов, берегов рек и пр. После того как возможность устройства полей орошения становится более реальной, необходимо заложить несколько шурфов

глубиной 1,5—2,0 м или до уровня грунтовых вод. Шурфы надо закладывать по уклону местности, т. е. перпендикулярно горизонталям.

При выборе места под искусственные сооружения, а также под насосные станции нужно, чтобы к ним был обеспечен свободный подъезд. На месте глубокого заложения приемных резервуаров или отстойников следует произвести бурение на глубину 2—3 м ниже подошвы заложения фундамента, что позволит решить вопрос о способе производства работ (в открытом котловане или опускным способом). Точно так же нужно знать отметку наивысшего горизонта паводка, если очистные сооружения или насосная станция располагаются в пойме реки.

Выбор места под искусственную очистку (полную или частичную) связан с условиями выпуска, так как эти сооружения ненадежны в работе, особенно в отношении задержания бактерий. С технической точки зрения выпуск должен устраиваться на берегу в том месте, где он не подвержен размывам. Если берег заливадается весенними водами, а к месту выпуска вода подводится открытой канавой, то нужно выяснить вопрос о возможности размыва или заиления канавы во время весеннего половодья. Следует установить также, как будет работать канава или труба при подпоре¹.

Во всех случаях выпуск лучше делать не сразу в большую реку, а сначала в маленький ручей (или речку), впадающую в большую реку, если этим ручьем население не пользуется.

В месте выпуска течение реки не должно образовывать отмелей и перекатов. Нельзя устраивать выпуск в затоны, рукава и прочие места, где течение отсутствует или где имеются заросли водяных трав и кустов. С другой стороны, нельзя делать выпуск и в глубокие места, потому что в большинстве случаев они располагаются у вогнутого берега, подверженного размыву. Полезно проследить движение струй, вернее стрежня реки. Если вследствие излучин реки стержень несколько раз переходит от одного берега к другому, то это способствует хорошему перемешиванию, что весьма желательно.

Если здание, подлежащее канализованию, расположено внутри населенного места, то необходимо обследовать все близлежащие пустыри, в том числе и огороды (в пойме реки), в особенности расположенные на более возвышенных местах, не заливаемых высокими водами.

Параллельно с проведением полевых работ должны быть собраны сведения о возможности использования для сооружений местных материалов, о средствах, отпущенных на канализацию, о ценах на рабочую силу и материалы, о наличии транспорта, а также о том, кому передается эксплуатация сооружений, ка-

¹ Труба при подпоре работает как дюкер; поэтому к горизонту высоких весенних вод следует прибавить потери напора, определяемые по формулам, приведенным на стр. 39, а затем проверить, не будет ли при расчетном горизонте нежелательных затоплений. При наличии открытой канавы сточные воды будут изливаться на горизонте разлива.

кая строительная организация будет вести работы по устройству канализации и т. д.

Лишь после того, как изыскателю будут ясны все санитарные требования, технические приемлемые сооружения и все финансовые и материальные возможности устройства канализации и особенно очистных сооружений, только после этого из ряда возможных вариантов может быть ясно и определенно намечена та или иная схема канализации. Представление проектов со многими вариантами свидетельствует о том, что работа не доведена до конца.

Все ответственные моменты работы, как-то: передача планового материала, заданий на проектирование, сведений о пропускной способности зданий, отметки реперов и горизонта высоких вод в реке, результаты шурфования, заключение Госсанинспекции о способе очистки сточных вод и местоположении очистных сооружений, нужно закреплять актами, официальными сопроводительными документами и т. п. Все это должно быть приложено к проекту.

61. Выбор типа очистных сооружений

Перед тем как выбирать тип очистного сооружения, нужно решить вопрос о том, какой способ очистки требуется в данных условиях, т. е. нужна ли полная биологическая очистка или же можно ограничиться механической очисткой, например отстойниками с последующим хлорированием.

Выбор способа очистки зависит главным образом от места выпуска очищенных вод в водоем и условий водопользования из этого водоема ниже места выпуска.

Для ликвидации загрязнений, поступающих в водоем со сточными водами, требуется некоторое время, в течение которого сточные воды будут протекать в реке; если население пользуется водой этой реки, то налицо мы имеем постоянную угрозу распространения кишечно-желудочных заболеваний независимо от того, много или мало сточных вод спущено в водоем. При большом количестве стоков загрязнения распространяются иногда на 20—30 км ниже места выпуска, при малом количестве — на значительно меньшее расстояние. Сократить эти расстояния можно, устраивая затопленный выпуск в стрежень реки, при котором возможно хорошее смешение очищенных сточных вод с водой водоема. Устройство таких выпусков сложно и дорого, а потому для малой канализации устраиваются преимущественно береговые сосредоточенные выпуски, при которых выпущенные в водоем сточные воды плохо смешиваются с водой реки.

Если скорость течения в водоеме значительна, то смешивание сточных вод с водой водоема происходит лучше, а следовательно, самоочищение происходит в более короткое время; однако при большой скорости течения вода за время самоочищения проходит более длинный путь, чем в водоеме со слабым течением.

При необходимости делать выпуск сточных вод возле плотины, вопрос — выпустить ли воды выше или ниже плотины — решается

в зависимости от водопользования из водоема. Если выпуск делается ниже плотины, то загрязнения распространяются по реке на значительное расстояние; при выпуске выше плотины загрязнения ликвидируются в верхнем бьефе и могут оказывать неблагоприятное действие на водопользование лишь на сравнительно ограниченном участке. При этом необходимо иметь в виду, что при очень слабом течении в верхнем бьефе загрязнения под действием ветра могут распространяться на некоторое расстояние и вверх по реке.

Чем медленнее течение в водоеме, тем больше должно быть выделено из сточных вод нерастворенных веществ; иначе, оседая на дно водоема, они обезвреживаются медленнее растворенных загрязнений. Это обстоятельство дает нам некоторые указания для выбора расчетных норм для отстойников и суждения о необходимости вторичных отстойников после биофильтров.

Так как в работе очистных сооружений возможны аварии, то даже при самом совершенном способе очистки нельзя делать выпуск очищенных вод выше мест забора воды водопроводом независимо от того, для каких целей служит водоснабжение. Поэтому при назначении мест выпуска нужно прежде всего выявить и нанести на план все водоприемники и произвести обследование выпуска ниже их.

Однако в некоторых случаях, для того чтобы обойти водоприемники, потребуется прокладка очень длинных трубопроводов, вызывающих большие строительные затраты и очень неудобных в эксплуатации. Выполнение таких трубопроводов в малой канализации часто бывает невозможно; поэтому приходится устраивать двойную очистку, например, сначала на биофильтрах, а после них на полях орошения или фильтрации или в биологических прудах. Такие сооружения устраиваются, например, в охранных зонах строгого режима водопровода. При устройстве полей орошения в два яруса при небольших нагрузках дренаж на верхних полях почти не работает, а потому устройство второго яруса полей, предназначенных для очистки дренажных вод, не достигает цели.

Если водоприемники расположены на значительном расстоянии от места выпуска, то необходимо выяснить места купаний, пляжей и водных стадионов ниже места выпуска. Так как внутри населенного места население всегда пользуется рекой в том или ином виде, то можно заранее сказать, что при расположении очистных сооружений внутри или выше населенного места нужна полная биологическая очистка сточных вод, лучше всего на полях орошения или с помощью подземного орошения.

Применение одной механической очистки в отстойниках с последующим хлорированием сточных вод возможно только при наличии выпуска ниже населенного места и при отсутствии водопользования рекой ниже места выпуска на несколько километров или как временная мера до постройки сооружений для биологической очистки.

Так как население пользуется водоемами преимущественно в летнее время, то в некоторых случаях может оказаться возмож-

ным ограничить очистку на зимнее время одним отстоем и хлорированием, а летом очищать воду после отстойников в биологических прудах; в этом случае на зиму пруды можно спускать.

Окончательное решение вопроса о способе очистки, потребной в данных условиях, принимается по согласованию с органами Госсанинспекции.

Наконец, следует предусмотреть хотя и редкий, но все же встречающийся на практике случай, когда вообще никакого выпуска очищенных вод сделать нельзя из-за отсутствия водоема или тальвега, что иногда имеет место при плоском рельефе местности. В таких случаях лучше всего устраивать поля орошения с пониженной против обычных норм нагрузкой, что позволит избежать устройства дренажа или осушительных канав. Для малых установок еще лучше применять подземное орошение.

Наконец, в некоторых исключительных случаях возможно было бы по согласованию с местной Госсанинспекцией спускать воду, очищенную на биофильтрах или в одних только отстойниках, в поглощающие скважины, особенно при благоприятных грунтовых условиях. Хотя по данному вопросу и имеется общее распоряжение Наркомздрава от 16 мая 1928 г., запрещающее применение поглощающих скважин, однако это не исключает возможности при надлежащем обосновании ходатайствовать перед органами Госсанинспекции о разрешении применения этого способа.

После того как способ очистки сточных вод будет установлен, выбор того или иного типа сооружений уже не представит затруднений (достоинства и недостатки каждого типа сооружений описаны выше в соответствующих параграфах). Решающим моментом при выборе типа сооружений являются условия их эксплуатации. Следует всегда помнить, что более совершенные сооружения требуют большего внимания со стороны обслуживающего персонала, что в действительности, однако, не всегда имеет место; поэтому с санитарной точки зрения выгоднее иногда несколько снизить требования, предъявляемые к очистке, но зато иметь простые и надежные сооружения.

В этом отношении для малого количества сточных вод следует при механической очистке отдавать предпочтение септикам. Выше мы упоминали (стр. 75), что для населенных пунктов с количеством жителей до 250 человек септики предпочтительнее эмшеров во всех случаях. От 250 до 500 человек¹ выбор между септиком или эмшером следует делать уже с учетом эксплуатационных условий и окончательной очистки; например, для полей орошения и подземного орошения следует предпочитать септики, а для биологических прудов и биофильтров — эмшеры, особенно при орошении поверхности биофильтров с помощью разбрызгивателей. При выпуске сточных вод в водоем только после одного отстаивания в случае систематического хлорирования лучше применять эмшеры, а при временном хлорировании, когда рассчитывать на внимательную эксплуатацию трудно, лучше устраивать септики, так как

¹ Приведенные цифры весьма приближенны.

в септиках отмирает большинство патогенных бактерий. Если очистные сооружения обслуживают более 500 человек, то почти во всех случаях эшеры будут более целесообразны.

На выбор типа отстойников влияют также местные грунтовые условия и возможность получения тех или иных строительных материалов. Эшеры сложнее в постройке и требуют значительно большей глубины заложения оснований. Поэтому при необходимости постройки отстойников, заглубленных в землю, особенно при наличии грунтовых вод, в строительном отношении следует предпочесть септики. Эшеры при более значительных глубинах и диаметрах лучше всего выполнять из железобетона, в то время как для септиков почти во всех случаях наиболее подходящим материалом является кирпич; деревянных отстойников следует избегать, так как очень трудно добиться их водонепроницаемости.

При выборе типа отстойника нужно решить вопрос об удалении и обработке осадка. Этот вопрос имеет существенное значение, так как удаление осадка обходится дорого и неблагоприятно в санитарном отношении, а между тем от своевременного удаления его из отстойников зависит их надлежащая работа. По этой причине в малой канализации применение для предварительной очистки простых горизонтальных или вертикальных отстойников без перегнивания ила не рекомендуется, потому что удалять из них осадок нужно через 2—3 дня, а в жаркое время года еще чаще.

Если рельеф местности позволяет, нужно стремиться к тому, чтобы ил удалялся из отстойников по иловой трубе самотеком при открывании задвижки или пробки, а подсушка осадка производилась на иловых площадках.

Назначение иловых площадок состоит в том, что они должны уменьшать содержание воды в иле, и эту задачу подсушивающие площадки решают в большинстве случаев удовлетворительно. Однако очистку иловой воды они полностью не производят, особенно искусственные иловые площадки. Поэтому, если при очистных сооружениях имеется насосная станция с приемным резервуаром на такой отметке, что дренажные воды можно спустить в него самотеком, то лучше всего подавать их на перекачку и пропустить через данные очистные сооружения. Если же подвергнуть дренажные воды полной очистке нельзя, то нужно их дезинфицировать, направив в контактный резервуар.

Устройство малых полей фильтрации или песчаных фильтров для дренажных вод, хотя и является целесообразным, однако затруднено невозможностью равномерного распределения дренажных вод по поверхности полей фильтрации, так как количество этих вод очень незначительно и непостоянно. Во всяком случае дренажные воды с иловых площадок не следует выпускать отдельной канавой в водоем, а нужно присоединять их к отводной канаве очищенных вод, где дренажные воды смешаются с очищенными.

В тех случаях, когда установлена необходимость в полной биологической очистке сточных вод, необходимо прежде всего выяснить возможность устройства полей орошения или фильтрации, так как эти сооружения являются наиболее подходящими для

очистки небольших количеств сточных вод. Действительно, поля орошения по сравнению с биологическими фильтрами обладают следующими преимуществами:

1) при правильной эксплуатации дают очень высокий эффект очистки;

2) соединяют в себе все виды очистных сооружений, т. е. не требуют предварительного отстаивания сточных вод и последующей дезинфекции;

3) стоимость постройки полей орошения, отнесенная на одного жителя, обслуживаемого канализацией, приблизительно раза в полтора меньше стоимости биофильтров;

4) эксплуатация полей орошения чрезвычайно проста. Надежность очистки сточных вод на полях орошения значительно выше очистки на биофильтрах;

5) на небольших по размеру полях зимнее намораживание жидкости бывает очень редко;

6) для полей орошения требуется гораздо меньшая разность отметок участка под поля орошения и заложения трубы у канализуемого здания, чем для биофильтров;

7) при перекачке небольшого количества сточных вод на очистные сооружения участки полей заливаются более равномерно, чем при самотеке, в то время как для биологических фильтров перекачка создает настолько большую неравномерность притока, что часто служит причиной их неудовлетворительной работы;

8) для устройства полей орошения требуется минимум дефицитных материалов и квалифицированной рабочей силы;

9) расширение площади полей орошения можно вести постепенно путем приспособления под орошение новых участков по мере увеличения количества сточных вод;

10) сбор урожая с полей орошения может покрыть часть расходов на их содержание, а в некоторых случаях дать и некоторую прибыль.

Все это говорит о том, что к устройству биофильтров следует прибегать лишь при полной невозможности устройства полей орошения.

Противопоказаниями к устройству полей орошения являются:

1) отсутствие достаточных по площади участков или их удаленность;

2) слишком суровый климат, например в северных районах СССР;

3) водонепроницаемые грунты;

4) неприятный вид полей и возможность распространения запаха и мошек.

Однако путем применения соответствующих мероприятий значение этих противопоказаний можно сильно уменьшить. Так например, в случае недостатка площадей нагрузку на поля можно повысить в 1,5—2 раза предварительным отстаиванием сточных вод. Для самых малых полей в случае неподходящих грунтов можно в некоторых случаях устроить поля на привозном песке слоем 0,5 м, если песчаные карьеры расположены недалеко. Если тре-

буется укрыть поля из-за их неприятного внешнего вида, то следует проработать вариант устройства подземного орошения или оградить поля живой изгородью, забором и т. п.

По своему устройству поля орошения не отличаются от полей фильтрации, но величина расчетной нагрузки для полей фильтрации принимается раза в 1,5—2 больше, чем для полей орошения; кроме того на полях фильтрации не используются удобрительные и увлажнительные свойства сточных вод. Поэтому устройство полей фильтрации может иметь место при необходимости максимального сокращения площади полей (например устраиваемых на привозном песке) или при наличии производственных вод, могущих повредить сельскохозяйственным культурам.

При полной невозможности использовать естественные способы биологической очистки необходимо прибегнуть к устройству биофильтра.

Так как для биофильтра при самотеке требуется большая разность высот (3—4 м), то нужно прежде всего установить, при каких условиях возможно избежать перекачки. При этом может случиться, что для использования рельефа местности биофильтр придется расположить на значительном расстоянии от канализуемого объекта, так что окончательное решение вопроса о способе подведения воды на биофильтр возможно лишь после производства изысканий и экономического сравнения вариантов.

При устройстве перекачки биофильтр может располагаться в любом удобном месте, лучше всего в здании выше поверхности земли. В этом случае насосную станцию и отстойники следует также размещать в этом здании, а горизонт воды в отстойниках назначать на такой высоте, чтобы поступление воды на последующую очистку (после отстойников), а также удаление ила производились самотеком. При больших количествах сточных вод и возможности производить основную очистку без перекачки выгоднее перекачивать только ил, который составляет всего $1/4$ — $1/2\%$ от количества воды, прошедшей отстойники.

В местностях с теплым климатом устройство открытых окислителей возможно и вне здания, но при условии, что в ночное время будет обеспечен приток сточных вод, достаточный для предотвращения промерзания биофильтра. Фактически при $t = 5$ — 6° биологические процессы очистки приостанавливаются, что должно быть учтено с санитарной точки зрения при выборе этого типа сооружений.

Если количество сточных вод незначительно, то устройство здания для биофильтра и насосной станции будет экономически нецелесообразно; в этом случае нужно всемерно стремиться к самотеку, а для предохранения биофильтра от промерзания углублять его в землю с устройством над ним простейшей надстройки.

Конфигурация биофильтра в плане определяется целым рядом местных условий, а именно: при прямоугольных биофильтрах лучше всего используется площадь здания, в котором помещается биофильтр. Вместе с тем эти биофильтры являются наиболее подходящими, если поверхность их орошается с помощью «фиддиа-

нов», разбрызгивателей, а также дырчатых желобов. Биофилтры с деревянными стенками или загрузкой из деревянных реек также должны быть прямоугольными в плане. Круглые биофилтры очень удобны при орошении с помощью вращающихся «сегнеровых колес» или (для самых малых биофилтров) с помощью одного разбрызгивателя, помещенного в центре поверхности биофилтра. Подпорные стенки для круглых биофилтров, заглубленных в землю, получаются по расчету значительно тоньше, нежели для прямоугольных.

Что касается контактных и двухступенчатых биофилтров, то они встречаются только на старых установках; в настоящее же время применяются исключительно одноступенчатые биофилтры непрерывного действия, т. е. орошаемые через короткие интервалы времени, причем промежутки между кусками загрузочного материала никогда не заполняются целиком сточной водой, как это имеет место в контактных окислителях.

После того как тип биофилтра будет выбран, следует решить вопрос о загрузочном материале, причем решающее значение здесь имеет стоимость загрузки (главным образом транспорт). При отсутствии хорошего шлама нужно использовать местный камень, если он дешев, или кирпич-бой; в лесных районах загрузкой могут служить деревянные рейки или бруски.

Наконец, последний вопрос заключается в выборе типа распределительного устройства для орошения поверхности загрузки биофилтра. В этом случае наибольшее значение имеют его размеры: самые малые биофилтры орошаются с помощью опрокидывающихся лотков и дырчатых желобов или поддонов, более крупные — разбрызгивателями или дырчатыми трубами (последние менее желательны).

При выборе биофилтра нужно обязательно разрешить вопрос о дальнейшей обработке воды до выпуска ее в водоем, так как после биофилтра вода содержит большое количество бактерий. Обычно в этом случае проектируются хлораторные установки. Однако для самых малых сооружений устройство хлораторных помещений обходится иногда дороже самого биофилтра. Кроме того для производства систематического хлорирования требуется назначение специального лица, что ведет к большим эксплуатационным расходам. Вследствие этого хлорирование производится обычно только в более или менее крупных установках, для эксплуатации которых можно выделить особого работника.

Во избежание спуска в водоем нехлорированных вод за границей применяются различные устройства для спуска очищенной на малых биофилтрах воды или непосредственно в грунт, или через слой камня, уложенного в колодце без дна; в некоторых случаях для этой цели прокладывается дренажная труба, обсыпанная камнем¹.

¹ Это устройство следовало бы испытать в качестве опыта и у нас при наличии центрального водоснабжения.

Наконец, для этой же цели можно за биофильтром устраивать в тальвеге или овраге небольшую земляную запруду с тем, чтобы получить очистительный пруд с обменом воды в течение нескольких суток, или небольшую фильтрационную площадку из привозного, хорошо отсортированного песка.

Из изложенного следует, что решение вопроса о дальнейшей судьбе сточных вод должно приниматься в каждом отдельном случае особо с учетом всех местных условий и по согласованию с Госсанинспекцией.

Глава XIII

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

62. Общие условия эксплуатации очистных сооружений

При эксплуатации как отдельных частей, так и всего сооружения в целом необходимо стремиться к получению наибольшего эффекта той работы, для которой данное сооружение предназначено, например для отстойников — наибольшего задержания нерастворенных веществ; для биологической очистки — получение незагнивающей воды и т. д.

Это достигается следующими мероприятиями: а) организацией правильного режима работы очистного сооружения; б) производством своевременного ремонта отдельных частей сооружения и поддержанием их в таком состоянии, чтобы они действовали безотказно; в) систематическим контролем за работой сооружения и ведением записей отдельных моментов и результатов эксплуатации.

При эксплуатации очистных сооружений необходимо учитывать следующее: если по своим размерам, конструктивным особенностям и состоянию очистное сооружение не может удовлетворительно очищать всего количества поступающих на него сточных вод, то на очистное сооружение надо пускать только такое количество воды, которое данное сооружение может очистить надлежащим образом. Излишек сточных вод следует или обрабатывать отдельно, учитывая указания Госсанинспекции, или же принять меры к расширению очистных сооружений.

Необходимо поддерживать чистоту как на самих сооружениях, так и вокруг них, не допуская вредного влияния очистных сооружений на обслуживающий персонал и окружающую местность.

Эксплуатация очистных сооружений должна быть поручена опытному лицу и производиться под контролем Госсанинспекции, распоряжения которой обязательны для руководителей указанных сооружений.

63. Приемка сооружений в эксплуатацию

Каждое сооружение независимо от его размеров может быть пущено в эксплуатацию только после приемки его органами Госсанинспекции и получения письменного разрешения на его эксплоа-

тацию. Приемка производится комиссией в составе представителей: Госсанинспекции, местных органов коммунального хозяйства и администрации учреждения, в чьем ведении будет находиться эксплуатация данного сооружения. Приглашаемые специалисты — консультанты, проектировщики, представитель строительной организации и др. — пользуются в комиссии правом совещательного голоса.

К началу приемки как самые сооружения, так и территория вокруг них должны быть приведены в порядок и освобождены от остатков строительных материалов, ненужных лесов, креплений и мусора, а трубопроводы, дренаж, лотки и водосливы прочищены и промыты чистой водой. Сооружения, имеющие деревянное перекрытие из пластин или досок, должны быть раскрыты.

Если сооружения до приемки были заполнены водой, то к началу приемки они должны быть полностью освобождены от нее и прочищены.

Комиссии по приемке должны быть представлены:

- 1) оформленный и утвержденный проект сооружений;
- 2) рабочие чертежи сооружений (если таковые необходимы из-за недостаточной подробности технического проекта) с внесением в них всех отступлений и изменений, сделанных при производстве работ;
- 3) документы, подтверждающие согласование с утверждающей инстанцией тех отступлений от проекта и изменений его, которые могут оказать существенное влияние на работу сооружения;
- 4) акты обследования грунтов и глубины залегания грунтовых вод, результаты бурения и прочие геологические и гидрологические данные, если таковые были получены при изысканиях и проектировании;
- 5) акты промежуточных приемок, если таковые составлялись по ходу работ, например освидетельствование оснований и фундаментов, трубопроводов, засыпаемых земель, загрузки биофильтров и прочих ответственных частей сооружений, которые будут скрыты в дальнейшем по ходу работ.

По ознакомления с документами комиссия устанавливает путем осмотра и замеров соответствие выстроенных сооружений утвержденному проекту, проверяет их размеры, качество работ, наличие всех приборов и оборудования. По заполнении сооружений водой проверяются водонепроницаемость сооружений, их взаимное расположение по высоте («по воде»), работа аппаратов и приборов, а также достаточность уклонов лотков и труб. Результаты приемки закрепляются актом, подписанным всеми членами комиссии.

Решение комиссии по приемке сооружений в эксплуатацию утверждается органами Госсанинспекции, которые на основе заключения комиссии имеют право выдать разрешение как на постоянную, так и на временную или пробную эксплуатацию сооружений. В последнем случае должен быть назначен точный срок вторичной приемки сооружений в постоянную эксплуатацию. При отказе в пуске сооружений в эксплуатацию органы Госсанинспекции должны указать причины отказа.

64. Общие правила пускового периода

Эксплуатация сооружений в пусковой период имеет целью не только проверить работу отдельных частей сооружений с чисто механической стороны и организовать эксплуатацию их, но и дать возможность «созреть» сооружениям по биологической очистке или перегниванию ила.

При пуске сооружений в эксплуатацию они должны быть отрегулированы, причем первоначальная регулировка может быть произведена на чистой воде с тем, чтобы обнаруженные дефекты могли быть устранены в лучших санитарных условиях без необходимости очистки и дезинфекции сооружений; кроме того чистая вода при ее подкрашивании дает возможность наблюдать за ее движением по сооружению.

После регулировки сооружения включаются в работу на сточной жидкости, причем если сооружение не требует исправления, чистая вода из него не удаляется.

Нагрузку на сооружение доводят до расчетной (или максимально возможной по количеству сточных вод) сразу или постепенно в зависимости от характера и назначения отдельных частей сооружений, причем ведется непрерывный контроль за результатами очистки.

65. Решетки и песколовки

Решетки на насосных станциях или очистных сооружениях очищаются вручную металлическими граблями, у которых расстояние между зубьями в точности соответствует расстоянию между прутками решетки.

Очистка решеток должна производиться как только отбросы, задержанные решеткой, начнут создавать подпор в подводящем коллекторе, но не реже двух раз в сутки.

Для удаления излишков воды отбросы сбрасываются на дырчатый поддон или в ведро с дырчатым дном. После частичного обезвреживания отбросы или складываются в ларь с плотно закрывающейся крышкой, или закапываются неглубоко в землю (в междугрядьях), или складываются в компостную кучу с засышкой их каждый раз торфом или огородной землей слоем 10—15 см. Отбросы из ларя периодически отвозятся на поля ассенизации или обезвреживаются на месте на огородах или в компостных кучах. В теплое время года во избежание распространения мух и зловония отбросы во время хранения посыпаются хлорной известью, торфом или землей.

Учет количества отбросов ведется по числу вынесенных ведер, для облегчения подсчета которых можно, например, перевешивать металлический номерок с одного пвезда на другой при удалении каждого ведра.

Песок из песколовок вычерпывается металлическим черпаком в ящик, тачку или ведро и вывозится на подсушивающие площадки или огороды.

Следует иметь в виду, что в песколовках наряду с песком задерживаются и органические вещества. Поэтому отбросы из песколовки небезопасны в санитарном отношении, и их следует обезвреживать теми же способами, как и отбросы с решеток.

Рабочий, обслуживающий решетку и песколовку, должен быть снабжен прозодеждой, резиновыми сапогами и перчатками.

Качество отбросов из песколовки определяется анализом (влажность, остаток после прокалывания, механический состав).

66. Септики

Если при приемке сооружений септик был проверен на водонепроницаемость и все отметки соответствуют проекту, то регулировка его на чистой воде обычно не требуется, так как среди отстойников септик является наиболее простым сооружением.

Для скорейшего получения метанового брожения септик необходимо предварительно инфицировать¹ возможно большим количеством осадка из другого хорошо работающего септика, эмшерского колодца или в крайнем случае содержимым заброшенных или старых выпребных ям, не чистившихся в течение 1—2 лет. Введение зрелого осадка следует производить в наполненный сточной жидкостью септик, осторожно опуская этот осадок на дно первой камеры. Без предварительного заражения получение нормального метанового брожения осадка возможно лишь в течение 6—12 месяцев в зависимости от температуры сточных вод.

Чтобы определить уровень ила в септике, нужно привязать к бечевке пластинку, ролик или даже простой камешек и опустить его в пробитое в корке отверстие; поднимая и опуская бечевку, можно по натяжению нитки довольно точно определить уровень ила.

Для определения толщины корки следует вставить в отверстие палку с пришитой на конце ланкой в виде буквы «Г» или «Г». Повернув палку на 90° и поднимая ее вверх, прощупывают нижнюю поверхность корки. Для той же цели можно пользоваться также крючком из проволоки диаметром 5—6 мм, затнутым под прямым углом. Опустив этот крючок в корку, его начинают поворачивать в разные стороны. Крючок будет поворачиваться свободно только в том случае, когда он опустится ниже корки. Нельзя допускать, чтобы поверхность осадка или нижняя поверхность корки доходила до отверстий, через которые вода поступает из одной камеры септика в другую, или до нижнего обреза тройника.

Удаление корки и осадка следует производить два раза в год — весной и осенью, используя осадок для удобрения садов или огородов.

Земельный участок, предназначенный для использования осадка, должен быть подготовлен нарезкой глубоких борозд или устройством гряд шириной 50—60 см при глубине междугрядий 30—40 см.

¹ «Заразить», «звестить заправку».

Осадок выпускается в борозды или междугрядья, разравнивается и засыпается землей.

Чистка септиков производится в часы минимального притока через специальные люки. Если люки отсутствуют, что может иметь место при устройстве перекрытия из дерева, то нужно удалить утепление или засыпку, разметить все пластины или бревна по порядку и аккуратно сложить их в стороне. Это нужно для того, чтобы не делать новой притески пластин.

Перед чисткой септик необходимо выключить из работы и осторожно откачать из него излишек воды, чтобы не взмутить осадка. Если разделительные стенки между камерами имеют отверстия для прохода воды, то откачку лучше производить из последней камеры.

При откачке вследствие понижения горизонта и уменьшения давления воды иногда происходит сильное выделение газов, увлекающих за собой частицы ила. Как только вынос осадка будет замечен, откачку следует немедленно прекратить.

Удаление корки производится вычерпыванием ее вилами с длинными изогнутыми зубьями и черпаком в виде сетки с отверстиями 3—4 см. Корка предварительно разбивается на куски.

При чистке септика следует оставлять в нем часть осадка (около 20% объема камеры) для заражения вновь поступающего осадка нормальным брожением; оставшийся осадок (из углов) нужно перемешивать и распределять ровно по всему днищу камеры.

Осмотр и чистку тройников на конце подводящей трубы или при переходе воды из одной камеры в другую следует производить по возможности ежедневно. Скопившиеся в тройнике крупные плавающие вещества проталкиваются вниз или удаляются через специальные небольшие люки при помощи цапки, насаженной на палку. Цапка состоит из 4—5 коротких изогнутых зубьев, расположенных в 1—2 см друг от друга.

Для хранения отбросов следует иметь возле септика ящик или ведро, куда и надлежит складывать отбросы, обязательно пересыпая их каждый раз торфом или растительной землей. Ящик или ведро должны быть закрыты от мух. По мере наполнения ящика содержимое его относится и засыпается землей или складывается в компостные кучи.

В случае частых закупорок тройника с подтоном и отложениями в коллекторе и на бермах смотровых колодцев тройник следует удалить, а на его место вставить небольшой слив — совок из листового железа — с таким расчетом, чтобы вода изливалась в септик не ближе 10 см от стенки.

При чистке септика необходимо осмотреть и произвести ремонт люков, крышек, перекрытий, а также прочистить все вентиляционные отверстия.

Для утепления и для устранения запаха септик должен быть покрыт поверх перекрытия торфом, соломой, землей или листьями. Если перекрытие для чистки септика разбирается, то септик лучше всего покрыть соломой. При засыпке деревянного перекрытия зе-

млей или торфом следует сначала проложить по бревнам щиты или толь — иначе при разборке перекрытия в септик попадет земля.

Если удаление ила из септиков производится по иловой трубе, то задвижки и трубопроводы должны быть в полной исправности. Для предотвращения закупорки труб тнездами или трупами птиц и зверей (мыши, лягушки) в устье илопровода желательно иметь щит-хлопушку или затыкать устье деревянной пробкой.

Контроль за работой септика сводится к отбору проб и производству анализов жидкости, выходящей из септика (вынос осадка, прозрачность¹). Определение количества удаляемого ила производится учетом вывезенных бочек, считая объем обычной одноконной ассенизационной бочки около 0,4 м³. Качество осадка, определяется влажностью, зольностью и активной реакцией (рН).

67. Эмшерские колодцы

Основное отличие работы эмшера от работы септика заключается в том, что сточная жидкость протекает через эмшер по специальным желобам, предохраняющим ее от смешения с загнившей водой, находящейся в иловой камере. Поэтому задача состоит здесь в том, чтобы не допустить протекания сточной жидкости через иловую камеру и проникновения всплывающего осадка в осадочные желоба.

Поступление воды через щель на дне осадочных желобов в иловую камеру возможно в силу следующих причин: а) неправильной постановки полупогруженных досок; б) большой высоты перепада между горизонтом воды в эмшере и гребнем сливного ребра распределительного лотка или лотком подводящей трубы, если распределительный лоток не устраивается; в) если поступающая сточная жидкость имеет большой удельный вес, чем находящаяся в отстойных желобах, что вызывается более низкой температурой или большей концентрацией нерастворенных веществ.

Если железобетонные осадочные желоба опираются в нескольких местах на балку, проходящую ниже щели, то на стенках желобов, выступающих выше поверхности воды, следует сделать черной краской вертикальные полосы против тех мест, где желоба соединены с балкой; в противном случае при прочистке желобов возможны повреждения этих соединений.

При наличии распределительного и сборного лотков необходимо добиваться того, чтобы поступающая и отводящая вода совершенно равномерно переливалась по всей длине сливных ребер водосливов, что достигается строго горизонтальным положением их (ребер).

Если положение сливного ребра негоризонтально, то выравнивание его производится следующими способами:

1) при деревянных лотках — подстрогиванием фуганком тех участков водослива, через которые вода переливается более тонким слоем или не переливается вовсе; острое ребро водослива должно быть скошено по направлению движения воды;

¹ Если очистка сточной жидкости ограничивается одним септиком, то нужно производить обычный санитарный анализ.

2) при бетонных лотках незначительное снятие гребня лотка может быть произведено при помощи карборундового бруска;

3) в некоторых случаях может оказаться более целесообразным выровнять гребень водослива дополнительной шпательной.

После этого надлежит отрегулировать полупогруженные доски, расположенные в начале и в конце осадочных желобов, для чего следует подкрасить поступающую в эмшер воду и наблюдать как за равномерностью ее распределения, так и за временем прохождения через отстойник краски. Опыт следует повторить несколько раз при различном погружении досок и разных расстояниях их от водосливов распределительного и сборного лотков, изменяя каждый раз положение досок на 10 см по длине и глубине (всего 9 положений). С целью возможно лучшего использования длины осадочных желобов желательно добиться лучших результатов при наибольшем приближении досок к распределительному и сборному лоткам. При этом нужно следить за тем, чтобы подкрашенная вода ни в коем случае не проникала через щель в иловую камеру, что может иметь место при излишнем погружении доски в воду. По достижении наилучшего результата доски следует закрепить.

Если подкрашенная вода поступает в значительной своей части в иловую камеру у места выпуска, то при одинаковой ее температуре с водой в осадочных желобах следует уменьшить живую силу падающей воды. Это достигается следующими способами:

1) при деревянном водосливе распределительного лотка уменьшением величин перепада;

2) при железобетонных лотках некоторым поднятием уровня воды в отстойнике, для чего необходимо пробить осторожно шлямбуром отверстия в вертикальной стенке лотка и поставить на болтах деревянную доску толщиной не менее 2 см, отрегулировав ее так, как сказано выше;

3) при простом изливании воды из конца подводящей трубы — установкой под ней, выше уровня воды, доски из двух половин, соединенных под углом около 120° и направленных ребром вверх.

При наличии двух эмшерских колодцев, работающих одновременно, необходимо добиться равномерного распределения воды между ними, что достигается поднятием или опусканием шибера на подводящем лотке.

После заполнения эмшера водой следует проверить легкость открытия и закрытия задвижки на иловой трубе, а также плотность закрытия. Если задвижка на иловой трубе расположена в колодце, то для удобства обслуживания питангу от нее следует вывести выше поверхности земли (если это не было сделано при постройке).

Для быстрого получения метанового брожения иловую камеру надлежит заполнить предварительно зрелым осадком, опуская его в камеру через пространство для плавающей корки, но не путем выливания в осадочные желоба.

При невозможности получить зрелый осадок в достаточном количестве следует к введенному на дно эмшерского колодца зрелому осадку прибавить в половинном объеме свежий осадок, определяя

его величину по горизонту осадка или по количеству прошедшей через эмшер воды и по принятой норме выпадения осадка (0,8 л на человека в сутки). Смесь эту надо держать до полного превращения прибавленного осадка в зрелый, что контролируется путем отбора проб сверху осадка (щелочность, сероводород, жирные кислоты). Затем необходимо вновь добавить свежего осадка в количестве, равном объему полученной смеси, и опять сохранять эту смесь до полного созревания осадка. Этот процесс повторяется до тех пор, пока объем зрелого осадка не достигнет уровня на 1 м ниже щели. В некоторых случаях созревание осадка в иловой камере можно ускорить путем прибавления к нему гашеной извести периодически небольшими порциями с таким расчетом, чтобы pH ила не превышало 8.

Распределительные лотки и в особенности их водосливы должны ежедневно прочищаться метлой. Стенки и щель осадочных желобов по мере накопления отложений также должны прочищаться под водой скребком или метлой. На время чистки эмшер должен быть выключен из работы. Кроме того должны ежедневно удаляться с поверхности воды в осадочных желобах плавающие вещества, задержанные полупогруженными досками (пена, жиры). Удаление их производится специальными сетками (с отверстиями размером 3—5 мм), насаженными на ручки соответствующей длины. Снятые вещества сбрасываются в отделение для корки или в ведро. Для удобства обслуживания желобов следует устроить удобный подход к ним со всех сторон.

Удаление корки с поверхности эмшера вне осадочных желобов должно производиться настолько часто, чтобы нижняя поверхность корки не доходила до уровня щели, так как в противном случае всплывающие в иловой камере частички ила неизбежно пройдут через щель в осадочные желоба. Для удаления корки ее следует утопить путем расшатывания лопатой, предварительно разрубив на куски. Очень хорошо разбивается корка сильной струей воды из брандспойта. Если корка образуется слишком быстро, то всплывший осадок необходимо перемешивать вручную или струей воды.

Всплывание больших масс осадка чаще всего наблюдается:

а) весной, когда с наступлением теплого времени года и повышением температуры сточных вод начинается интенсивное перегнивание накопившегося за зиму осадка с сильным выделением газа;

б) при перемешивании ила в иловой камере. При смешении илового осадка, находящегося в верхних слоях, с нормальным осадком происходит реакция между имеющимися кислотами и бикарбонатами, дающая бурную вспышку выделения газа, увлекающего за собой осадок на поверхность эмшера. При всплывании осадка работу эмшера следует приостановить и, снизив уровень воды путем выпуска части осадка, перемешать осадок, оставшийся в иловой камере. Если вспенивание не прекращается, то необходимо произвести предварительное хлорирование сточных вод перед поступлением их в эмшер. Начинать хлорирование следует дозой активного хлора 5 г/м³. В некоторых случаях может оказаться полезным прибавление в иловую камеру гашеной извести.

Уровень ила в иловой камере должен быть не менее, чем из 50 см ниже щели осадочных желобов. Внешним признаком высокого стояния ила является появление в осадочных желобах над щелью пузырьков газа.

Выпуск зрелого осадка должен производиться раз в месяц, причем делать это нужно возможно медленнее, для того чтобы не получилось прорыва иловой воды и осадок выпускался более плотный. При этом выключать эмшер из работы не следует во избежание понижения горизонта жидкости; иначе вследствие уменьшения давления возможны сильное выделение газа и всплывание осадка. Количество удаляемого осадка должно равняться приросту его за время между выпусками.

Если осадок по трубе не идет, то с верхнего конца иловой трубы следует вставить проволоку или шест (при прямолинейной трубе) и пошуровать осадок как в трубе, так и возле нее; этим приемом иногда удается удалять со дна эмшера даже песок. В некоторых случаях при наличии водопровода разрыхление осадка возможно производить напором воды, для чего шланг, присоединенный к водопроводу, постепенно спускается в иловую трубу.

В летнее время осадок быстро созревает, и подсушка его на иловых площадках протекает в благоприятных условиях. Поэтому желательно, чтобы к концу теплого времени года в иловой камере оставалось возможно минимальное количество зрелого осадка. Это достигается выпуском осадка на подсушивающие площадки увеличенными порциями при условии, однако, чтобы оставшееся количество осадка в иловой камере гарантировало нормальное брожение. Наоборот, к весне желательно иметь заполнение камеры до нейтрального слоя (50 см ниже щели).

Самые малые эмшеры устраиваются иногда без иловой трубы с плоским днищем. Удаление из них осадка производится два раза в год откачкой или вычерпыванием.

Если по каким-либо причинам из эмшера удален весь ил (например для ремонта или по случаю аварии), то с эмшером следует обращаться как спускаемым заново.

Если над эмшером нет никакой надстройки, то с наступлением холодного времени года поверхность эмшера должна быть перекрыта досками, а поверх их — соломенными матами. В этом случае с перекрытия надо регулярно очищать снег и скалывать лед. В средней и северной полосах СССР необходимо сделать над эмшером надстройку (шатер, будку) хотя бы простейшего типа.

Для контроля за работой эмшера необходимо иметь следующие данные: а) количество обрабатываемых сточных вод; б) температуру поступающей воды; в) температуру в иловой камере вверху и внизу (если возможно); г) количество нерастворенных веществ до и после эмшерского колодца; д) высоту стояния осадка в разных точках эмшерского колодца (в обоих концах желобов и в наиболее удаленных от них точках); е) количество выпускаемого осадка и его внешние признаки; ж) активную реакцию и влажность выпускаемого осадка.

68. Вторичные вертикальные отстойники

Регулировка отстойника в пусковой период сводится к тому, чтобы добиться возможно более равномерного поднятия воды по всему поперечному сечению осадочной части. При этом вертикальная восходящая скорость движения жидкости будет минимальной, что необходимо для задержания наибольшего количества нерастворенных веществ, а время пребывания жидкости в отстойнике — наибольшим, что необходимо для хлорирования.

Эффект работы отстойника определяется отбором проб и производством контрольных анализов.

Если в одной какой либо части отстойника наблюдается вынос нерастворенных веществ, то причину этого следует искать:

- 1) в негоризонтальном положении гребня водослива кругового сборного лотка;

- 2) в перекосе отражательного щита (щит не параллелен нижнему обрезу центральной трубы);

- 3) в перекосе центральной трубы (труба не вертикальна);

- 4) в нахождении центральной трубы вне центра отстойника.

Если у центральной трубы образуется мертвое пространство, то следует увеличить величину щели. В тех случаях, когда вода поднимается возле центральной трубы, следует уменьшить величину щели.

Если добиться удовлетворительной работы отстойника не удастся, то следует проверить, нет ли в центральной трубе щелей или отложений на тяжах, прикрепляющих щит к трубе. При этом надо учитывать, что неудовлетворительная работа отстойника может зависеть также от неправильного отношения диаметра отстойника к величине погружения центральной трубы (причем во всех случаях погружение должно быть до начала конусной части отстойника) или от разности температур поступающей и находящейся в отстойнике жидкости.

Для правильной работы отстойника сборные лотки и водосливы следует прочищать ежедневно метлой, а с поверхности отстойника удалять плавающие вещества, особенно из пространства между полупогруженными досками и водосливом.

Если будет замечено всплывание на поверхность отстойника больших масс осадка, что может произойти вследствие загнивания его, то работу отстойника нужно прекратить, а затем, понизив горизонт жидкости на 2—3 см, «утопить» всплывший осадок. При повторении этого явления осадок нужно удалить из отстойника полностью. Если по каким-либо причинам выпустить осадок не представляется возможным, то следует попробовать произвести хлорирование воды перед отстойником дозами, начиная с 5 г/м³.

Удалять осадок из отстойника следует своевременно, не доводя его до загнивания, что определяется по пузырькам газа, поднимающимся на поверхность отстойника. За каждый раз нужно удалять только половину или даже одну треть осадка, с тем, чтобы удалался со дна наиболее плотный осадок с меньшим содержанием воды. Удаление осадка из вторичных вертикальных отстойников производится, как и из эмшерских колодцев, — по иловой трубе.

Уровень ила в отстойнике нужно проверять периодически в разных местах, следя за тем, чтобы он не доходил до отражательного щита ближе чем на 50 см.

Контроль за работой вертикальных отстойников сводится:

1) к определению количества нерастворенных веществ до и после отстойника;

2) к определению времени контакта при хлорировании сточных вод, что проверяется краской (см. стр. 177).

69. Поля орошения и поля фильтрации

Перед пуском в эксплуатацию полей орошения или полей фильтрации надлежит произвести замачивание деревянных разводных лотков и картовых оросителей.

Замачиваются лотки постепенно, наполняя их на глубину 3—5 см и оставляя на сутки с водой. Места утечки воды заделываются смоленой прядью или паклей, смоченной в гудроне или в разогретой смоле. Затем лотки снова наполняются на глубину 10 см, места утечки воды исправляются, как и раньше. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнута полная водонепроницаемость лотков. После заделки щелей лотки покрываются дважды горячей смолой, а откосы валиков одерновываются сплошной одерновкой или в клетку с засыпкой промежутков слоем растительной земли и последующим посевом трав. При заполнении лотков водой проверяются также легкость и плотность закрытия деревянных шиберов.

Перед спуском в эксплуатацию поверхность карт должна быть подготовлена к орошению нарезкой борозд или устройством гряд. В зависимости от размеров полей орошения или полей фильтрации работа эта выполняется лопатой или плугом.

Для выращивания овощей на поверхности карт полей орошения устраиваются гряды. Поля фильтрации при конной тяге обрабатываются нарезкой борозд. При работе лопатой во всех случаях устраиваются гряды. Обычная ширина гряд поверху — 50—60 см, глубина междурядий — 30—40 см. В том случае, когда на полях орошения предполагается выращивание овощей, которые могут употребляться в пищу в сыром виде¹, ширина гряд поверху должна быть не менее 1,0 м.

Нарезка борозд или устройство гряд на полях, имеющих карты с продольным и поперечным уклонами, производится параллельно картовому оросителю. После этого против выпусков производится нарезка выводных борозд в направлении, перпендикулярном бороздам или грядам; глубина борозд — 20—25 см. Орошение глубоких борозд при длине их 20—30 м возможно и без уклона.

После подготовки полей орошения или фильтрации к орошению составляется план полива. При этом сначала выделяются запасные или резервные участки, которые орошаются только в тех случаях, когда основные участки по каким-либо причинам орошаться не могут, например во время весеннего таяния намороженной жидкости, в период дождей или при уборке овощей, при авариях и т. п.

¹ Здесь имеются в виду томаты и морковь.

На полях фильтрации и на полях орошения после уборки урожая устанавливается последовательность орошения отдельных карт, причем межполивной период для одной и той же карты принимается в 3—10 дней. Участки, занятые культурами, орошаются в зависимости от потребности растений в увлажнении.

Хотя полное созревание полей орошения и полей фильтрации заканчивается в течение 2—3 лет, тем не менее поля с первого же года работы включаются в эксплуатацию на полное количество сточных вод.

Во время эксплуатации полей следует проверять равномерность заливания борозд или междурядий. Если при данном расходе сточных вод жидкость не доходит до конца борозды, то следует уменьшить число одновременно орошаемых борозд или увеличить уклон борозды, особенно на хорошо фильтрующих почвах, что достигается: а) на картах, спланированных с уклоном, устройством борозд или гряд по иному направлению с большим уклоном; б) при горизонтальной планировке карт — углублением междурядий к дальнему концу; в) перепланировкой карт.

При орошении следует наблюдать время, в течение которого залитая в борозду жидкость поглощается почвой, так как повторное орошение данной борозды или всего участка до полного поглощения жидкости не допускается. Поглощение жидкости должно происходить не более суток, иначе в теплое и сырое время года сточная жидкость может загнить.

Под влиянием орошения после насыщения почвы водой иногда происходят просадка валиков и повреждение лотков, если валики выполнены в насыпях. Меры борьбы — перекладка лотков с уплотнением прунта. Поэтому кирпичные лотки рекомендуется строить только через 1—2 года после включения полей в эксплуатацию, а до этого времени применять деревянные лотки.

В первый же период эксплуатации полей необходимо произвести посадку кустарников или деревьев (лучше хвойных пород), отделяющих жилые здания от полей; эти насаждения препятствуют распространению запаха и мошек.

Разводящая сеть, т. е. картзовые оросители и разводные лотки, должны периодически очищаться от отложений и посторонних предметов. Ежегодно весной и осенью все лотки, валики, каналы и выпуски тщательно осматриваются и ремонтируются, а сгнившие или разрушенные лотки заменяются новыми. Все кротовые и мышиные норы перекапываются или заделываются тотчас же по их обнаружении. Особенно тщательно осматриваются валики весной, так как от заморзания и оттаивания они иногда расслаиваются или дают трещины. При осмотре уклоны лотков выравниваются, а места утечки заделываются конопаткой с осмолением. В течение лета валики два-три раза должны окашиваться от трав. На зиму лотки и разводные каналы перекрываются деревянными щитами или досками.

Выпуски весенних вод, а также трубы и лотки должны быть заблаговременно очищены от льда и снега, а все щели в лотках забиты, проконопачены и осмолены, особенно в местах перехода

керамических труб в деревянные лотки. Трубы, заполненные льдом, прочищаются введением в них горячих длинных ломов или металлических штанг. С наступлением зимы следует подвезти на поля навоз и сложить его в кучи в тех местах, откуда им удобно будет пользоваться для утепления или ликвидации начавшихся размывов валиков или весенних выпусков.

Откосы и русло осушительных канав должны не менее одного раза в лето освобождаться от трав путем выкашивания или выдергивания с помощью «кошки», т. е. металлических граблей с длинными (до 10 см) зубьями, расположенными друг от друга на 3—4 см. Удаление из русла осушительных канав жидкой грязи или оползших откосов производится при помощи лопат, совков или вилкоушей. Прочистку необходимо производить по течению, начиная с верха канавы, чтобы взмученная грязь не засоряла уже очищенных участков. Для борьбы с оползнями откосов осушительных канав, что часто наблюдается весной в слоистых грунтах, необходимо устраивать вертикальное крепление из хвороста, прижатого жердями, которые прикрепляются к откосу кольями.

При наличии дренажа следует возможно чаще производить осмотр и ремонт его устьев и сливов по откосу осушительных канав. Неработающая дрена может быть обнаружена по застою воды на поверхности карты вдоль этой линии дрен. Ликвидация засоренности дрены может производиться промывкой, прочисткой, а в особо тяжелых случаях — перекладкой.

Для прочистки дренажной линии откапывается ее слепой конец, через который и производится промывка подвезенной водой. При длине дрен более 20—25 м производится промежуточная раскопка линии, для чего вынимаются 2—3 дрены и через образовавшееся отверстие протягивается проволока.

Если поля орошения расположены на местности с уклоном, то с наступлением весеннего таяния снега надлежит прочистить от него нагорные канавы для предотвращения затопления полей талыми водами. Нагорные канавы с осени должны быть обозначены тычками (вешками). Если поля орошения обнесены изгородью, то следует поддерживать ее в постоянной исправности во избежание разрушения валиков и канав скотом.

Скапливающиеся у места выпуска на карту крупные нерастворенные вещества должны периодически разноситься и перекапываться. Следует также разрыхлять залившиеся борозды.

Равномерность орошения отдельных борозд или междурядий достигается кроме надлежащей планировки и подготовки поверхности карт тем, что орошальщик снимает лопатой выступы земли, мешающие воде протекать в борозду, и подсыпает снятую землю в тех местах, куда поступает излишне большое количество воды.

Поля фильтрации ввиду больших на них нагрузок кроме весенней и осенней обработки поверхности участка требуют еще одной промежуточной летней перепашки с нарезкой борозд.

Подготовка поверхности карт, техническая эксплуатация, способы орошения полей фильтрации и резервных участков — те же, что и для полей орошения.

Контроль за работой полей орошения и фильтрации проводится систематическим наблюдением за их работой и анализами дренажных вод. При этом следует принимать во внимание разбавляющее действие грунтовых вод, которое может быть определено по содержанию хлоридов в сточных и дренажных водах. Специфическим показателем ненормальной работы полей являются фосфаты, которые в дренажных водах могут быть обычно только в виде следов, а также резкое увеличение количества бактерий.

Для контроля за работой полей, не имеющих дренажа, полезно проложить в зависимости от размера площади одну или несколько дренажных линий, заложенных на глубину 1,2—1,5 м. В крайнем случае пробу для анализа следует брать в месте выхода грунтовых вод на откосе осушительной канавы.

Внешним признаком плохой работы полей служит запах или зловоние. Следует иметь в виду, что поля начинают работать ненормально, еще раньше, чем начнет распространяться запах.

70. Биологические фильтры

Пусковой период биофильтра имеет целью «созревание» фильтра, т. е. образование на поверхности загрузочного материала биологической пленки (активного ила). Пуск биофильтров, находящихся в неотапливаемом помещении, должен производиться в теплое время года, так как при температуре сточной жидкости ниже 10° процесс созревания замедляется, а при 5—6° прекращается вовсе.

Для ускорения созревания биофильтра, а также при необходимости пуска его в работу в холодное время года можно произвести предварительное инфицирование загрузочного материала хорошо нитрифицирующим активным илом из аэротенка или из вторичного отстойника другого нормально работающего биофильтра. Последнее возможно лишь в том случае, если хлорирование очищенной воды при этом не производится.

Количество активного ила, потребное для инфицирования биофильтра, составляет 10—15% от объема загрузочного материала. Производится инфицирование путем использования устройства, распределяющего сточные воды по поверхности биофильтра, пускаемого в эксплуатацию; для этих целей активный ил должен иметь жидкую консистенцию.

Нагрузку биофильтра следует доводить до расчетной постепенно, вне зависимости от того, был ли фильтр предварительно инфицирован или нет. Начинать орошение следует суточными дозами не свыше $\frac{1}{4}$ от расчетной, следя за количеством нитратов в воде, прошедшей биофильтр. Когда количество азота нитратов дойдет до 20 мг/л, нагрузку следует увеличить в 1,5—2 раза, все время контролируя работу биофильтра. В теплое время года полную нагрузку на биофильтр возможно давать через 2—3 декады, хотя окончательное созревание происходит не ранее двух месяцев. Окончательное созревание биофильтра характеризуется содержанием в очищенной воде нитритов меньше 5 мг/л.

В холодное время года произвести пуск биофильтра иногда не удается вовсе или нагрузку на него можно довести только до половины расчетной. В этих случаях надо утеплить биофильтр и сохранить температуру приходящей воды. Достигается это надлежащим отоплением помещения биофильтра, если он расположен в здании; утеплением отстойников (перекрытие их щитами, матами и сверху соломой и пр.), а также утеплением лотков и труб, подводящих воду на биофильтры, если они заложены на поверхности или близко к поверхности земли. Утепление производится перекрытием лотков досками и обкладыванием лотков и труб конским навозом. При регулировании распределительного устройства необходимо стремиться к тому, чтобы поверхность биофильтра орошалась равномерно, что проверяется или «на-глаз», или, лучше, расстановкой мелкой посуды в разных местах и замером воды в определенный промежуток времени.

При наличии нескольких секций или отделений биофильтра, работающих самостоятельно, необходимо следить за равномерным распределением воды между ними; в противном случае перегрузка какой-либо секции приведет к быстрому ее заилению. Если будет замечен вынос осадка из отстойников, то работу биофильтра надо немедленно приостановить и принять меры к устранению дефектов работы отстойника.

За распределительной системой необходим ежедневный и систематический уход, а именно:

1) опрокидывающиеся лотки и дырчатые желоба должны периодически прочищаться метлой, а отверстия в желобах — волосной щеткой, употребляемой для чистки бутылок; подшипники опрокидывающихся лотков должны быть всегда хорошо смазаны тавотом или техническим вазелином; 2) разбрызгиватели должны очищаться от волос и ниток, которые обычно задерживаются подставкой для ножки конуса. Для прочистки головки разбрызгивателя вывинчивается или вынимается поворотом ее на 90° в зависимости от конструкции крепления. Разводящие трубы прочищаются проволокой с тряпкой и последующей промывкой, для чего на концах их должны быть съёмные заглушки, а сами трубы уложены с уклоном 0,002—0,005. Колпак сифона должен периодически сниматься и прочищаться.

Если на поверхности загрузочного материала будут обнаружены лужи и застаивание воды, то следует определить, являются ли они следствием выноса нерастворенных веществ из отстойника, неправильного орошения фильтра или заилиenia его поверхности от длительной работы. Раскапывая места застоя жидкости, следует установить, на какую глубину произошло заилиenie. При очень незначительном заилиении можно осторожно поворошить граблями загрузочный материал и промыть его водой¹. При более глубоком заилиении следует выбрать засоренный слой материала, промыть его вне биофильтра и уложить вновь.

¹ К этой операции, неправильно называемой «перештыковой», можно прибегать лишь в крайних случаях, так как смытая пленка задержится нижележащими слоями шлама.

Более или менее равномерное заиливание всей поверхности биофильтра на незначительную глубину может произойти от слишком мелкого размера кусков загрузки в верхнем слое или от механического его разрушения при частом хождении по поверхности фильтра, особенно при недостаточной прочности материала. Слишком мелкий поверхностный слой загрузки должен быть заменен более крупным, например, для малых биофильтров размер кусков должен быть не менее 25 мм.

При механическом разрушении верхних кусков загрузки следует снять слой на глубину 10—15 см и заменить его гравием или щебнем твердых горных пород.

Неглубокое заиливание поверхности биофильтра в некоторых случаях может быть устранено хлорированием воды за отстойниками перед поступлением ее на биофильтр. Доза активного хлора — от 35 до 50 г/м³. Так как хлор разрушает пленку, то ее следует удалить последующей промывкой или орошением.

Во время весеннего половодья или в иных случаях по согласованию с Госсанинспекцией работу биофильтра рекомендуется приостановить на срок от 2—3 дней до 2—3 декад. Приостанавливать работу открытого биофильтра зимой допускается только на 1—2 часа.

Заиливание биофильтра может произойти вследствие падения его окислительной мощности, из-за снижения температуры сточных вод или помещения биофильтра. В этом случае необходимо применять те же меры, что и при пуске биофильтров в эксплуатацию. Если указанными мерами восстановить работу биофильтра не удастся и его заиливание распространилось на большую глубину, то необходимо произвести выгрузку, промывку, сортировку и обратную послойную загрузку всего материала биофильтра.

Перед началом капитального ремонта биофильтра необходимо:

- 1) поставить в известность местного представителя Госсанинспекции о времени начала ремонта с тем, чтобы согласовать с ним выпуск воды после отстойников и промывных вод;

- 2) приобрести грузочный материал (если его не было в запасе) в количестве 25—30% от объема загрузки;

- 3) заготовить четыре грохота с отверстиями 25, 30, 50 и 75 мм; при значительном количестве материала, подлежащего промывке, желательно применить гравиемоек и ленточный транспортер;

- 4) озаботиться подведением воды от ближайшего пожарного колодца пожарными рукавами или проложить временную линию диаметром не менее 25 мм; можно использовать для этой цели воду местного водоема, установив насос, или производить промывку сточной жидкостью, прошедшей отстойники;

- 5) заготовить площадку с канавами для отвода промывной воды; при достаточных размерах биофильтра можно выгрузить из биофильтра наружу только часть его загрузки, а дальнейшую работу по промывке производить в освободившейся части биофильтра, постепенно перемещаясь на другое место по мере удаления материала;

- 6) снять распределительное устройство.

Выгрузку материала следует производить при помощи транспортера, тачек или носилок. Чаще всего для выгрузки приходится разобрать часть стенки биофильтра, а по окончании работ вновь ее сложить. Выгрузку материала нужно производить послойно, складывая его в штабели или кучи кусков одинакового размера.

Незначительные количества загрузки промываются на грохотах, подвешенных за четыре угла. Грохот двигают вперед и назад с такой скоростью, чтобы загрузка перекатывалась, и в это время поливают ее водой из лейки или шланга. Если менять грохоты, сообразуясь с крупностью ячеек и кусков шлака, то дальнейшая сортировка загрузки не требуется.

Если промывка загрузки производилась на гравиемойке или на одном грохоте, то нужно произвести дальнейшую сортировку загрузки, пропуская ее через четыре грохота с размером ячеек 25, 35, 50 и 75 мм. Куски, не прошедшие грохот с ячейками 75 мм дробятся, а высевки после грохота с отверстиями 25 мм идут на засыпку дрен, иловых площадок или для покрытия дорог и проходов.

Привезенный для добавки шлак (загрузка из камня обычно готовится на месте) тщательно осматривается. Все рыхлые и непригодные куски удаляются, а затем производится его сортировка через все четыре грохота согласно вышеизложенному; шлак добавляется по мере надобности при загрузке слоев соответствующей крупности. Перед обратной загрузкой биофильтра следует осмотреть дренаж, исправить и, если нужно, переложить его, хорошо промыть и прочистить днище и сборные лотки.

Загрузку биофильтра следует производить отсортированным материалом послойно, не допуская при этом перемешивания кусков разной крупности¹. Общая высота загрузки после промывки должна быть на 5—10 см больше первоначальной; излишек дается на усадку материала. При хождении по материалу при загрузке биофильтра следует класть на него доски во избежание раздавливания кусков.

Капитальный ремонт открытого биофильтра необходимо начинать весной с прекращением заморозков, так как восстановление нарушенной работы биофильтра, а также его созревание в зимнее время весьма затруднительны.

При работе биофильтра находящийся под ним дренаж следует периодически промывать и прочищать. Промывку лучше всего производить струей воды из брандспойта, направляя ее под биофильтр в отверстия дренажа. Если водопровода при биофильтре не имеется, то промывку надо производить подвешенной водой при помощи ручного насоса, дающего достаточную силу струи, а донное пространство прочищать предварительно тряпками на проволоке.

На вентиляцию биофильтра следует обращать особое внимание. В летнее время окна и вытяжки должны быть открыты, временные перекрытия или надстройки разобраны. Дренаж должен беспрепятственно сообщаться с атмосферным воздухом. Сборные и отводя-

¹ Крупность кусков и толщину слоев, см. стр. 116.

щие лотки в проходах не должны закрываться досками. Трубы, отводящие воду из биофильтра, должны периодически прочищаться, чтобы в них не было отложений, а наполнение их не должно превышать половины диаметра. При отсутствии вентиляции неизбежно отравление микроорганизмов биофильтра углекислотой и выход его из строя на длительное время.

Для контроля за работой биофильтра следует иметь следующие данные:

- 1) суточное количество воды, поступающей на биофильтр;
- 2) температуру поступающей и выходящей жидкости;
- 3) анализ очищенных вод по схеме обычного санитарного анализа. Пробы воды следует брать через 15 мин. и составлять из них для анализа средние за 2—3 часа. Если потребуется единичная проба, то следует брать притекающую воду в момент начала орошения и при выходе ее из дренажа. При пульсирующем орошении этот промежуток времени установить легко, наблюдая за изменением количества выходящей из дренажа жидкости.

71. Подсушивающие иловые площадки

Подготовка площадок к эксплуатации состоит в замочке и устранении утечки воды из лотков, что выполняется аналогично таким же работам на полях орошения (см. стр. 166); в остальном никаких подготовительных к эксплуатации мероприятий не требуется. Так как напуск ила на подсушивающие площадки производится затоплением, то борозды или гряды на их поверхности не устраиваются.

Порядок ухода за валиками, разводными лотками, выпусками и дренажем изложен выше в разделе эксплуатации полей орошения (стр. 167). При искусственных подсушивающих площадках необходимо иметь запас песка для возмещения песка, удаляемого вместе с подсохшим илом при чистке участков.

Удаление ила производится после того, как он подсохнет до состояния, при котором его можно брать лопатой. Подсохший ил удаляется тачками по катальным доскам и отвозится в места, где он используется как удобрение. Для ускорения просыхания ила весьма полезно удалять его с площадки каждый раз после просушки.

В целях контроля и учета работы иловых площадок производится записи в журнал, в котором должны быть отражены следующие данные:

- 1) время и количество напускаемого ила;
- 2) время и количество удаленного подсохшего ила;
- 3) характеристика ила (влажность, зола, pH и внешние признаки);
- 4) температура воздуха и осадки;
- 5) анализ дренажной воды.

72. Хлорирование сточных вод

Хлорирование сточных вод производится по требованию и под контролем Госсанинспекции и может быть постоянным или временным. Для установления расхода хлора необходимо измерить

количество сточных вод и колебания их поступления по часам суток. Исходная доза хлора может быть установлена одним из следующих способов.

1. Берутся двух-, трехчасовые средние пробы жидкости, т. е. пробы отбираются через 10—15 мин., и сливаются в один сосуд. После тщательного взбалтывания жидкость разливается в несколько сосудов одинаковой емкости (около 1 л). Затем готовится осветленный раствор хлорной извести тем же способом, каким он будет готовиться при хлорировании, и наливается в сосуды в разных отмеренных порциях. Непосредственно после введения раствора хлора жидкость энергично встряхивается в течение 1—2 мин. По истечении промежуток времени, равного периоду контакта в контактном резервуаре, определяется остаточный хлор в каждой пробе; количество остаточного хлора должно составлять 0,5—1,0 мг/л. По расходу сточных вод за время взятия средней пробы и устанавливается норма расхода хлорной воды.

2. Устанавливают неизменную в течение суток дозу хлорной воды и через определенные промежутки времени определяют остаточный хлор в воде, выходящей из контактного резервуара. В периоды слишком большого избытка остаточного хлора соответственно уменьшают дозу и, наоборот, в часы отсутствия остаточного хлора дозу увеличивают; при этом изменять дозу хлора следует не в те часы, в которые наблюдалось избыточное или остаточное количество активного хлора, а раньше — на время, равное контакту.

Первоначальная доза активного хлора может быть принята согласно данным, приведенным на стр. 136. Приготовление водного раствора хлора описано на стр. 132.

Крепость раствора хлорной воды устанавливается практикой, исходя из возможности удобного регулирования подачи необходимого количества раствора «от руки». Так например, если придется подавать очень незначительное количество раствора, то крепость раствора лучше сделать меньшей, а подачу его большей, и наоборот. Лучше всего работать с раствором крепостью на активный хлор 0,5%, т. е. 5 г/л.

Количество хлорной воды, поступающей в сточную воду, измеряют мерным цилиндром, замечая по часам (секундная стрелка) время его наполнения. Так как определение это приходится делать часто, то необходимо выпускать хлорную воду из дозирующего бачка в стеклянную воронку, а не прямо в резиновый шланг.

Хлорная вода добавляется в сточную воду перед «ершом-смесителем», работа которого проверяется путем подкрашивания сточной жидкости в месте ввода хлора. Если, пройдя «ерш», вода примет ровную однообразную окраску, то работа «ерша» удовлетворительна, в противном случае следует или удлинить «ерш» или увеличить его уклон.

Монтаж и регулирование хлораторов, работающих на жидком хлоре, производится персоналом предприятия, изготовляющего хлораторы данной системы, или персоналом, обслуживающим подобные аппараты на других хлораторных установках.

При эксплуатации хлораторной установки необходимо следить

за тем, чтобы постоянно имелся запас хлорной извести¹. Известь следует хранить в сухом, темном и хорошо вентилируемом помещении, так как хлорная известь жадно впитывает влагу и теряет при этом хлор. Прямой солнечный свет также разлагает хлорную известь, создавая опасность взрыва. Бочки для хранения хлорной извести не должны иметь отверстий и щелей. Сверху бочки перекрываются досками, бумагой, рогожами, а щели и отверстия замазываются глиной. Бочки следует ставить на деревянные подкладки.

Баки для приготовления раствора хлорной извести следует своевременно очищать от осадков и ремонтировать. Разъеденные хлором деревянные части следует заменять новыми, покрывая их асфальтовым лаком не менее двух раз. Если деревянные баки будут быстро разрушаться хлором, то внутреннюю поверхность их следует оштукатурить цементным раствором с церезитом слоем в 3 см. Чтобы штукатурка держалась хорошо, необходимо перед штукатуркой в стенки бака набить гвозди через 10 см, выступающие на 1 см от стенки, и обвязать проволокой.

Запорные краны должны быть герметичные. Краны употребляются проходные (самоварного типа). Чтобы поворотная часть крана не высккивала из гнезда, ее следует ставить на пружине или притянуть упругой резиной. Необходимо тщательно следить за исправностью зажима или запорного крана в дозирующем бачке и иметь запасный комплект зажимов и кранов.

При получении баллонов с жидким хлором следует осмотреть клейма об испытании баллонов на прочность. Клейма указывают или время, когда должно быть сделано новое испытание, или на время производства испытания; в последнем случае устанавливается двухгодичный срок эксплуатации баллона².

При хранении баллонов с жидким хлором необходимо соблюдать следующие главные правила³:

1) стандартные баллоны Е-24 и Е-10 хранятся на деревянных подкладках или гнездах в стоячем положении вентилями вверх или в лежащем положении (не выше 5 ярусов) вентилями к проходу и в количестве не более 500 кг жидкого хлора;

2) баллоны должны быть защищены от действия прямых солнечных лучей;

3) тщательный осмотр баллонов должен производиться не реже одного раза в месяц, а контрольный — ежедневно; признаки утечки газа — низкая температура баллона, запах хлора, налет кристаллов в сырую погоду, образование вокруг ваты, смоченной нашатырным спиртом, белых паров хлористого аммония; если устранить утечку газа быстро нельзя, то следует опустить такой баллон в воду, например во вторичный отстойник;

4) помещение для хранения баллонов должно быть сухое с побудительной вентиляцией, забирающей воздух на высоте 30—40 см от пола;

¹ ОСТ 3987. «Инструкция по хранению хлорной извести и обращение с ней».

² ОСТ БКС 7419 «Хлор жидкий. Технические условия и методы испытания».

³ «Правила хранения жидкого хлора в потребляющих его производственных предприятиях», утвержденные НКХХ РСФСР 4/III 1940 г.

5) в помещении при входе (в шкафчике) должны храниться две противогазовые маски, раствор гипосульфита с содой и чистые тряпки.

Контроль за хлорированием осуществляется органами местной санитарной инспекции путем отбора и анализа проб воды, прошедшей контактный резервуар. Анализ на остаточный хлор должен время от времени сопровождаться определением общего количества бактерий и титра кишечной палочки. По нормам Наркомздрава общее количество бактерий после хлорирования должно уменьшаться не менее как на 95%.

Лицо, ведущее хлорирование, может при соответствующем навыке с достаточной для практики точностью контролировать остаточный хлор по запаху; запах хлора должен быть не слишком сильный, но ясно выраженный.

Поясним регулировку хлоратора примером. Требуется хлорировать $3 \text{ м}^3/\text{час}$ сточных вод, прошедших биофильтр. Назначаем дозу активного хлора $5 \text{ г}/\text{м}^3$. Крепость водного раствора хлора принимаем 0,5% (по активному хлору). Требуется активного хлора: $3 \cdot 5 = 15 \text{ г}/\text{час}$, или хлорной воды: $\frac{15 \cdot 100}{0,5} = 3000 \text{ г} = 3000 \text{ см}^3/\text{час}$, или $3000 : 60 = 50 \text{ см}^3/\text{мин}$. Кран из дозирующей бачка регулируем так, чтобы мерный сосуд объемом 100 см^3 наполнялся ровно в 2 мин.

Глава XIV

ПРОСТЕЙШИЙ КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

73. Измерение количества сточных вод

Количество сточных вод может быть определено: а) наполнением резервуаров, бачков, камер с сифонами и опрокидывающихся лотков, б) мерной посудой, в) водосливами и г) по работе насосов. Выбор того или иного способа зависит от величины расхода сточных вод (в секунду, час) и конструктивных особенностей данного сооружения.

При наличии опрокидывающихся лотков или камер с сифонами следует прежде всего точно измерить объем их за каждое опорожнение. В этих целях необходимо: а) заметить горизонт воды перед опорожнением б) приостановить работу лотка или камеры и в) наполнить ее вновь до горизонта опорожнения предварительно вымеренной посудой. После этого с часами в руках нужно определить число опорожнений за определенный промежуток времени.

При необходимости часто определять расход сточных вод желательно устроить, где это возможно, перепад воды высотой около 40 см и установить в данном месте опрокидывающийся маленький лоток объемом на 10—20-секундный расход. Лоток должен иметь обходную трубу для исключения его из работы.

Устройство небольшого перепада в земляном русле обычно довольно просто. При незначительном расходе сточных вод достаточно иметь перепад в 15 см; количество сточных вод можно замерять в этом случае при помощи вымеренного сосуда, наполняя его двумя ковшами, попеременно подставляемыми под водослив.

При невозможности устроить перепад, в одном из лотков или в подводящей трубе следует установить треугольный водослив с острыми краями (угол водослива 90°), а переливающуюся воду замерять или способом, изложенным выше, или путем расчета по формуле:

$$q = 1,343 H^{2,47} \text{ м}^3/\text{сек}^1, \quad (49)$$

где H — высота воды в m над углом водослива, причем H берется на расстоянии не ближе 1,0 m вверх по течению от водослива;

q — расход сточных вод в $m^3/\text{сек}$.

Высота порога водослива над дном лотка должна составлять (4—5) H , а пространство под вытекающей струей — свободно сообщаться с атмосферой.

При наличии станции перекачки следует определить производительность насоса при разных горизонтах воды в резервуаре с помощью вымеренного сосуда. Дальнейший расход сточных вод трудно определить по времени работы насосов.

74. Определение времени прохождения воды по отстойникам

Для определения времени прохождения воды по отстойникам нужно развести яркую краску (например красную краску флюоресции), вылить ее в начале отстойника в подводящую трубу или между водосливом распределительного лотка и полупогруженной доской и точно замерить время выливания краски. После этого на водосливе сборного лотка или в устье отводящей трубы необходимо заметить время: а) начала появления краски, б) наиболее интенсивного окрашивания и в) исчезновения краски. Среднее время между началом и концом окрашивания воды на водосливе сборного лотка и принимается за момент окончания прохождения воды через отстойник.

75. Определение количества нерастворенных веществ в жидкостях

Для повседневного систематического контроля за работой отстойника на каждой установке должен иметься градуированный сосуд (конус Лисенко) емкостью 500 или 1 000 cm^3 .

Количество нерастворенных веществ в 1 cm^3 определяется отсчетом по горизонту осадков после двухчасового отстаивания. За 15 и 5 мин. до отсчета нужно несколько раз осторожно повернуть конус вокруг оси, чтобы осевший на стенках сосуда осадок сполз вниз.

¹ Акад. Н. Н. Павловский. «Гидравлический справочник», ОНТИ, 1937, стр. 417.

Объемное количество осадка зависит в значительной степени от его влажности. Поэтому следует периодически направлять осадок в местную санитарную лабораторию для определения процентного содержания в нем воды.

76. Определение относительной стойкости и загниваемости

Жидкость, освобожденную отстаиванием от крупных взвешенных веществ, наливают в чистую с притертой пробкой склянку емкостью 150 см³, после чего растворяют в 1 л воды 0,5 г метиленовой синьки (двойной цинковой соли)¹. Полученный раствор

Таблица 28

Время, необходимое для обесцвечивания, в днях	Относительная стойкость в ‰	Время, необходимое для обесцвечивания, в днях	Относительная стойкость в ‰
0,5	11	8,0	84
1,0	21	9,0	87
1,5	30	10,0	90
2,0	37	11,0	92
2,5	44	12,0	94
3,0	50	13,0	95
4,0	60	14,0	96
5,0	68	16,0	97
6,0	75	18,0	98
7,0	80	20,0	99

в количестве 0,4 см³ вводят в жидкость, плотно закрывают склянку притертой пробкой (причем в склянке не должно быть воздуха) и хранят при постоянной температуре в 20°, два раза в день проверяя состояние окраски. Обесцвечивание жидкости указывает на начало загнивания. Далее по приведенной ниже табл. 28 определяют относительную стойкость².

Время загнивания жидкости может быть определено следующим простым способом: бутыл с притертой пробкой емкостью около 250 см³ наполняют сточной жидкостью и хранят при $t=20^\circ$ (комнатная

температура), периодически (два раза в день), проверяя наличие запаха сероводорода.

77. Санитарные требования к эксплуатации очистных сооружений

Очистные сооружения не должны оказывать неблагоприятного действия как на обслуживающий персонал, так и на окружающую местность.

В целях предупреждения распространения запахов следует стремиться к тому, чтобы на очистные сооружения поступали свежие, незагнанные сточные воды, что особенно важно при наличии биофильтров с орошением разбрызгивателями. Уничтожение запаха достигается хлорированием воды перед поступлением ее на биофильтры дозами 4—5 г/м³ (по активному хлору).

Очистные сооружения следует отделять от жилых зданий защитной зоной кустарниковых или древесных пород (лучше всего елью или сосной).

При выпуске для подсушки не совсем перегнившего или свежего осадка запах уничтожается добавлением к осадку хлорной воды,

¹ Раствор метиленовой синьки можно взять в местной лаборатории.

² Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод, изд. Постоянного бюро всесоюз. водопр. и сан.-техн. съездов, 1928.

количество которой всецело зависит от качества осадка. В крайнем случае следует посыпать поверхность ила на площадках хлорной известью.

Если на полях орошения и фильтрации замечается распространение запахов, что может иметь место при медленном впитывании жидкости на залитых участках, то следует перепахать участок и делать на него меньший напуск воды.

Для уничтожения мошек (психоды) на биофильтрах применяют (в присутствии санитарного инспектора) кратковременное хлорирование дозами активного хлора 25 г/м^3 . Хлорирование уничтожает взрослых насекомых, но не личинок, а потому необходимо повторять хлорирование несколько раз.

Удаляемые при прочистке лотков и труб отбросы должны складываться в специальные ящики с крышками, закапываться в землю или компостироваться.

Вокруг сооружений земля должна быть спланирована с отводом поверхностных вод, а дорожки утрамбованы и посыпаны песком. Лестницы, переходы и мостики должны обметаться, а лед скалываться. Свободные места между проходами и сооружениями следует засадить цветами или устроить газоны.

В целях предохранения сооружений от повреждений, а также могущих быть несчастных случаев очистные сооружения, особенно наполненные водой, должны быть ограждены.

Если очистные сооружения расположены в здании, то полы нужно ежедневно промывать струей воды из брандспойта или прометать метлой с поливкой воды из лейки. В здании очистной станции нельзя допускать образования плесени, застоя воды, сырости стен, поставив в случае надобности для просушки временную железную печь. Все деревянные и металлические части сооружения должны быть окрашены масляной или асфальтовой краской.

В холодное время года печи должны топиться регулярно, а в теплое время года окна здания, в котором расположены очистные сооружения, должны быть открыты с таким расчетом, чтобы образовался сквозняк.

Для лиц, обслуживающих очистные сооружения, должны быть выданы: прозодежда, резиновые сапоги и перчатки. В бытовых помещениях станции устанавливается раковина или умывальник с чистым полотенцем, щетками, мылом и бутылкой со слабым раствором лизоформа. При очистных сооружениях должна быть кладовая для хранения необходимого инвентаря и запасных частей.

Опускаться в опорожненные резервуары без принятия соответствующих мер предосторожности против отравления газами ни в коем случае нельзя.

78. Ведение журнала

Для учета за работой сооружений на каждой очистной установке следует вести журнал, в который записываются все замеры и данные по эксплуатации, как-то: время и количество выпускаемого ила, определения количества сточных вод, анализы воды, осложнения в работе сооружений и меры, принятые к их устранению, и т. п.

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Образец записи об удалении ила из эмшерского колодца

№ п/п	Год, месяц и число	Количество выпущенного ила			Характеристика ила	Примечание
		число наполненный иловый колодец	объем иловый колодца в м³	всего удалено ила в м³		
1	1936 г. сент. 14	2,5	1,75	4,38	Хорошо перемешанный. Запах слабый. Цвет черный	После открытия задвижки требовалось взрыхление ила проволокой через иловую трубу

2. Образец записи определения расхода сточных вод по числу опорожнений опрокидывающегося лотка на биофильтре

№ п/п	Год, число и часы	Число опорожнений во время наблюдений	Время наблюдения в мин.	Время наполнения лотка в мин.	Число опорожнений в час	Объем опрокидывающегося лотка в л	Расход сточных вод в л/час	Коэффициент неравномерности
1	1936 г. окт. 25	3	19,5	6,5	9,23	25	231	0,98
2	6—7 утра	3	12,3	4,1	14,64	25	366	1,56
3	7—8 "	...	...	...	...	...	...	...

Число опорожнений лотка в сутки: 225.

Расход сточных вод в сутки: 5 625.

Среднее время наполнения лотка: $\frac{24 \cdot 60}{225} = 6,4$ мин.

Среднее число опорожнений в час: $225 : 24 = 9,38$.

Коэффициент неравномерности: $9,23 : 9,38 = 0,98$; $14,64 : 9,38 = 1,56$ и т. д.

3. Образец записи определения относительной стойкости

№ п/п	Год, месяц и число	Какая взята проба	Когда обесцветилась окраска метиленовой синьки	Время, потребное на обесцвечивание, в днях	Относительная стойкость	Примечание
1	1936 г. марта 2, 10 час. утра	Средняя за 2 часа. Отбирались отдельные пробы через 15 мин.	Марта 9, во второй половине дня	7,5 суток	82%	При смешении отдельных проб коэффициент неравномерности не учитывался

1-10

Цена 11 руб.

1941

-65502-

RLST



0000000364699