Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

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

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

ПОСОБИЕ СПЕЦИАЛИСТА ПО ОЧИСТКЕ СТОКОВ

Дипл. инж. ЭРВИН СТИР

и

Дипл. инж. МАНФРЕД ФИШЕР

Оригинал: 14-ое издание 2002
Первое издание на русском языке 2002
Варшава 2002

WYDAWNICTWO Seidel Przywecki Spółka z o.o.

Wydawnictwo „Seidel-Przywecki" Sp. z o.o.
ul. Koszycka 8a • 01-446 Warszawa
tel./faks: 022 / 632 59 21
email: wydawnictwo@seidel-przywecki.pl
Internet: www.seidel-przywecki.pl

Данные оригинала:

Название: Klärwärter Taschenbuch
Автор: Erwin Stier, Manfred Fischer
14-ое издание 2002
© 1969 by Hirthammer Verlag – Frankfurter Ring 247 – D 80807 München
© 2002 for Russian edition by Wydawnictwo „Seidel-Przywecki" Sp. z o.o. – ul. Koszycka 8a – PL 01-446 Warszawa – +48 / 22 / 632 59 21

Перевод:

Гогина Елена Сергеевна
Кандидат технических наук
Ст. преподаватель кафедры «Водоотведение»
Московского государственного строительного университета

Потапов Павел Александрович
Кандидат технических наук
Ст. преподаватель кафедры «Водоотведение»
Московского государственного строительного университета

Специализированная корректура и консультации

Саломеев Валерий Петрович
Кандидат технических наук
Профессор кафедры «Водоотведение»
Московского государственного строительного университета

Эту книжку переведено на французский, польский и китайский языки

ISBN 83-910801-7-X ISBN оригинала: 3-921288-09-6

14-ое издание 2002: 66. – 68 тысяч.

Все права, в частности, на перевод, принадлежат издательству.
Воспроизведение любым способом материалов книги, а также выдержек из нее, возможны только по согласованию с издательством.

Об этой книге

В начале 60-ых годов в Германии открылись первые курсы по подготовке специалистов по эксплуатации очистных сооружений. Этими курсами в Баварии руководил **ЭРВИН СТИР**. За годы работы он сумел собрать большое количество материала по технике и технологии в области очистки сточных вод. Работая в этой области, он понимал, что специалистам для работы часто не хватает именно практического пособия. Так возникла идея создания этой книги карманного формата.

В 1980 соавтором книги стал **МАНФРЕД ФИШЕР**. Как специалист ATV-DVWK он обладал большим практическим опытом. Его деловые контакты по всей территории ФРГ способствовали увеличению знаний и опыта.

Сегодня эта книга карманного формата необходима для работников по эксплуатации водоотводящей сетей и очистных сооружений. Она обязательно должна быть на очистных станциях. Специалисты управлений, отраслевых бюро, а также органов власти найдут в ней ответы на многие вопросы. Таким образом, не удивительно, что эта книга стала самым популярным немецкоязычным изданием в области водоотведения. Книга постоянно совершенствуется, так как в каждое издание включаются результаты последних исследований и разработок. Конец этого развития в обозримом будущем ещё не определён, так как канализационная техника постоянно развивается и своевременные изменения являются сильной стороной этой книги. Книга переведена на французский, польский и китайский языки.

Дорогой читатель!

Эта книга представляет собой в Германии существенную основу для информации и повышения классификации обслуживающего персонала станций очистки сточных вод.

Баварское министерство регионального развития по вопросам окружающей среды основало при ведомстве водного хозяйства в Гофе собственный „Проект передачи технологии водоснабжения", чтобы содействовать обмену знаниями о технологиях в области водоснабжения, совместимых с окружающей средой. Наше обслуживание состоит прежде всего в предоставлении информации и консультационных услуг.

Для нас, сотрудников „Проекта передачи технологии водоснабжения", эта книга является важным источником информации для обеспечения продолжительного использования естественных ресурсов. Опыт, собранный в этой книге, мы хотели бы сделать доступными также и иностранным коллегам-специалистам, поэтому мы подняли вопрос о переводе на русский язык. Уже существуют переводы на польский и китайский языки.

Особую благодарность заслуживают фирмы:

ЭМУ Унтервассерпумпен ГмбХ, Гоф Заале

Ганс Губер АГ, Машинен- унд Анлагенбау, Берхинг

Нетцш Фильтратьонстехник ГмбХ, Зелб

СРП Шнайдер+Партнер, Инженер-Консульт ГмбХ, Кронах

ВТВ, Виссеншафтлих-Технише Веркштеттен ГмбХ, Вайльхайм/ОББ

Издательству Ф. Гиртгаммер, Мюнхен а также

Баварскому министерству регионального развития по вопросам окружающей Среды, которое взяло на себя финансирование этой публикации.

Мы хотим также выразить нашу сердечную благодарность издательству Зайдель-Пршивецки сп. з о.о., которому было доверена организация перевода.

Дальнейшую информацию о "Проекте передачи технологии водоснабжения" Вы можете получить по следующему адресу:

Wasserwirtschaftsamt Hof
Projekt TTW
Jahnstr. 4
95030 Hof/Saale

Tel.: +49-9281/891-0
Fax: +49-9281/891-100
http://www.bayern.de/wwa-ho/ttw
e-Mail: ttw@www-hof.bayern.de

Предисловие к 14 изданию

В новое издание этой книги внесены основные изменения в области водного права, каждый раздел содержит новые сведения о современных технических новинках. Более подробно изложены разделы, касающиеся эксплуатации и санирования каналов, дождеприемников и насосных станций. Многие разделы были изменены в соответствии с современными требованиями. Так, например, сведения о балансе азота и фосфора приведены согласно последним требованиям ATV-DVWK. Некоторые разделы и параграфы книги были удалены, как не соответствующие современным задачам водоотведения. Таким образом, общий объем книги и ее сущность сохранились прежними.

Основные изменения и дополнения произведены на следующих страницах: 14/15, 21 (AbwV от 09.02.99), 25, 27, 34, 43, 48, 55, 60, 68, 76, 96 (эксплуатация каналов), 100/103, 114 (испытания плотности), 125, 128, 132, 136 (баланс фосфора), 199, 204, 205, 207 (очистные сооружения с применением растений), 210, 213, с 215 по 217, 222, с 231 по 233, 236, с 237 по 239 (обработка осадков), от 238 до 249 (применение осадков сточных вод), 257, 261, 272, 274/275, 284/285, 293/294, 306/307, с 311 по 314 (значения ХПК, TOC), 318, 320, 324, 329, 331, 336, с 342 по 344, 346, 348, с 350 по 352, 354/355, с 357 по 361, с 362 по 364 (эффект очистки), 365, 367, 371/372, 378, 381, 382 (крысы), с 384 по 387, 397, 401, с 408 по 414, 415/416.

Мы благодарны г-ну Нордманну, д-ру Сейлеру, г-же Шульце за помощь в работе.

Эрвин Стир и Манфред Фишер

Содержание

Об этой книге ... 3

Дорогой читатель! ... 4

Предисловие к 14 изданию ... 5

Содержание ... 6

Сокращения и единицы измерения ... 10

1. Общие сведения об охране водоемов ... 13
   1.1 Водное хозяйство ... 13
   1.2 Водное право ... 19
      1.2.1 Правовые нормы Федеративной Республики Германии ... 19
      1.2.2 Правовые водные законодательства федеральных земель 31
      1.2.3 Устав водоотведения ... 32
      1.2.4 Европейское законодательство ... 34
   1.3 Указания к отраслевому расчету ... 34
   1.4 Введение в химические основы ... 40

2. Виды, состав и свойства сточных вод ... 44
   2.1 Виды сточных вод ... 44
   2.2 Расход сточных вод ... 46
   2.3 Состав и свойства сточных вод. Количество жителей ... 49

3. Отведение сточных вод ... 56
   3.1 Задачи водоотведения ... 56
   3.2 Способы смешения и разделения ... 56
   3.3 Устройство водоотведения застроенного земельного участок ... 57
   3.4 Расчет трубопроводов ... 59
   3.5 Материал труб и формы поперечного сечения коллекторов ... 61
   3.6 Колодцы, уличные дождеприемники ... 62
   3.7 Специальные устройства на водоотводящих сетях ... 67
   3.8 Насосные станции ... 74
   3.9 Содержание канализационной сети в исправности ... 91
      3.9.1 Очистка трубопроводов ... 93
      3.9.2 Технический осмотр – инспекция ... 100
      3.9.3 Ликвидация повреждения ... 113
   3.10 Контроль за выпусками в канализационную сеть ... 119
   3.11 Охрана труда и предупреждение аварий при работе на предприятии по эксплуатации канализационной сети ... 121

4. Основы процессов очистки сточных вод ... 122
   4.1 Механические процессы в очистке сточных вод ... 124
   4.2 Биологические процессы в очистке сточных вод ... 125
      4.2.1 Разложение углерода ... 127
      4.2.2 Удаление азота ... 127
      4.2.3 Биологическое удаление фосфора ... 132
   4.3 Химические процессы ... 133
      4.3.1 Основы процессов ... 133
      4.3.2 Осаждение фосфатов ... 135

5. Методы очистки сточных вод и применяемое оборудование ... 139
   5.1 Общие сведения ... 139
   5.2 Сброс сточной воды общесплавной канализационной сети ... 145
   5.3 Сороудерживающие решетки, сита ... 146
   5.4 Песколовки ... 150
   5.5 Отстойники ... 153
   5.6 Биофильтры ... 158
   5.7 Погружной биофильтр ... 164
   5.8 Аэротенк ... 165
   5.9 Комбинированные сооружения ... 179
      5.9.1 Двухъярусные отстойники ... 180
      5.9.2 Сблокированные сооружения ... 182
      5.9.3 Малые очистные сооружения ... 184
   5.10 Осаждение фосфора ... 184
   5.11 Естественные методы очистки сточных вод ... 186
      5.11.1 Неаэрируемые биологические пруды ... 190
      5.11.2 Биологические пруды с искусственной аэрацией ... 193
      5.11.3 Биологические пруды с биологическими реакторами ... 194
      5.11.4 Растительные пруды ... 194
      5.11.5 Растительные канализационные очистные станции ... 195
   5.12 Дополнительная очистка сточных вод ... 196

6. Осадки, образующиеся в процессах очистки сточных вод ... 201
   6.1 Введение ... 201
   6.2 Осадки сточных вод ... 201
      6.2.1 Разновидности осадков ... 201
   6.3 Количество образующегося осадка и его качество ... 205

7. Методы и оборудование обработки осадка ... 211
   7.1 Основы сбраживания осадка ... 211
   7.2 Уплотнение ... 214
   7.3 Сбраживание ... 215
      7.3.1 Необогреваемый метантенк ... 215
      7.3.2 Обогреваемые метантенки ... 217
   7.4 Аэробная стабилизация ... 221
   7.5 Обезвоживание на иловых площадках ... 223

7.6 Сооружения временного хранения осадка ... 223
7.7 Использование и удаление осадка ... 225
7.8 Механическое обезвоживание ... 243
7.9 Образование и обработка газовой смеси ... 244

8. Машинное и электрическое оборудование ... 249
8.1 Введение ... 249
8.2 Насосы ... 253
8.3 Компрессоры ... 254
8.4 Механические аэраторы, струйный аэратор ... 255
8.5 Оборудование для удаления осадка и плавающих загрязнений ... 256
8.6 Отопительные установки ... 258
8.7 Арматура и трубопроводы ... 260
8.8 Электрооборудование ... 261

9. Техника контроля за показателями сточных вод ... 263
9.1 Отбор проб ... 266
9.2 Контроль физических параметров сточных вод ... 275
9.2.1 Измерение расхода (количества воды, осадка и газовой смеси) ... 275
9.2.2 Цвет, запах ... 286
9.2.3 Температура ... 287
9.2.4 Глубина видимости, прозрачность, мутность ... 287
9.2.5 Оседающие вещества, взвешенные вещества и объем осадка ... 288
9.2.6 Сухое вещество и иловой индекс ... 294
9.3 Определение химических показателей сточных вод ... 297
9.3.1 Концентрация растворенного кислорода ... 297
9.3.2 Химическая потребность в кислороде (ХПК) ... 298
9.3.3 Стабильность (метиловая голубая проба), загнивание ... 303
9.3.4 Величина pH ... 304
9.3.5 Кислотность иловой воды ... 307
9.3.6 Электропроводность ... 308
9.3.7 Ферментативная реакция (тест ТТС) ... 308
9.3.8 Азот аммонийный (NH_4-N) ... 310
9.3.9 Азот нитратов (NO_3-N) ... 310
9.3.10 Азот нитритов (NO_2-N), общий азот ... 311
9.3.11 Фосфор (P) ... 313
9.4 Измерение биохимических / биологических величин ... 314
9.4.1 Биохимическая потребность в кислороде ($БПК_5$) ... 314
9.5 Наблюдения с помощью микроскопа ... 322

10. Контроль за работой систем и сооружений водоотведения ... 324
10.1 Введение ... 324
10.2 Объем работ по проведению контроля ... 325

10.3 Документация на предприятии (эксплуатационная документация) ... 328
10.4 Измерения на месте отбора проб и в лабораторных условиях ... 329
10.5 Оценка производственных результатов ... 333
10.5.1 Ведение эксплуатационного журнала ... 334
10.5.2 Экономичность, возможности экономии электроэнергии ... 345
10.5.3 Ступени потребности в кислороде, ступени нагрузки по биогенным веществам ... 347
10.5.4 Эффект очистки канализационных очистных станций ... 349
10.5.5 Определение расхода чужеродной воды ... 351
10.6 Особые ситуации на производстве ... 355
10.7 Внешний вид ... 362

11. Гигиена ... 369
11.1 Возбудители болезней в сточных водах и осадке ... 369
11.2 Поведение возбудителей болезней в процессе очистки сточных вод ... 371
11.3 Основы гигиены на канализационных очистных сооружениях ... 371

12. Предупреждение несчастных случаев ... 376
12.1 Законодательные основы и организация государственного обязательного страхования от несчастных случаев ... 376
12.2 Задачи обязательного государственного страхования от несчастных случаев ... 377
12.3 Мероприятия по предупреждению аварий ... 378
12.4 Первая медицинская помощь ... 385
12.5 Идентификация несчастных случаев ... 386
12.6 Предписания по безопасности труда ... 386

13. Оборудование канализационных очистных станций ... 388

14. Требования к персоналу, образование и повышение квалификации ... 394

Специальная литература ... 400

Предметный указатель ... 402

Сокращения и единицы измерения

Длины

мкм	= микрометр (тысячная доля мм)
мм	= миллиметр
см	= сантиметр
дм	= дециметр
м	= метр
км	= километр

Площади

$см^2$	= квадратный сантиметр
$м^2$	= квадратный метр
га	= гектар
А	= площадь

Объемы

мл	= миллилитр
л	= литр
гл	= гектолитр
$м^3$	= кубический метр

Массы

мг	= миллиграмм
г	= грамм
кг	= килограмм
т	= тонна
дт	= децитонна = 100 кг

Время

с	= секунда
мин	= минута
ч	= час
сут	= сутки
год	= год

Электрические единицы

Вт	= ватт
кВт	= киловатт
кВт/ч	= киловатт/час (работа)
в	= вольт
А	= ампер (сила тока)
Дж	= джоуль = 1 Ws

Давление

бар	= бар
мбар	= миллибар
Па	= паскаль
гПа	= гектопаскаль

Общие единицы

л/с	= литр в секунду	Расход,
л/мин	= литр в минуту	Объем течения
$м^3$/ч	= кубический метр в час	
$м^3$/сут	= кубический метр в сутки	Расход,
$м^3$/год	= кубический метр в год	Объем течения
м/с	= метр в секунду	

см/с	= сантиметр в секунду
км/ч	= километр в час
л/жит.сут	= литр от жителя в сутки
$м^3$/жит.год	= кубический метр от жителя в год

Единицы пересчета

мг/л	= миллиграмм на литр= $г/м^3$
$г/м^3$	= грамм на кубический метр = мг/л
г/л	= грамм на литр
мл/л	= миллилитр на литр
мл/г	= миллилитр на грамм(иловой индекс)
г/с	= грамм в секунду
кг/сут	= килограмм в сутки
$кг/м^3$	= килограмм на кубический метр = плотность
1 км	= 1000 м
1 м	= 1000 мм = 100 см = 10 дм = 0,001 км
1 см	= 10 мм = 0,01 м
1 га	= 10 000 $м^2$ = 100 ар
1 $км^2$	= 100 га
1 т	= 1 Мг (новое) = 1000 кг = 1 000 000 г
1 кг	= 1000 г = 1 000 000 мг
1 г	= 1000 мг = 0,001 кг
1 $м^3$	= 1000 л
1 л	= 1000 мл = 0,001 $м^3$
1 мл	= 0,001 л
1 $м^3$/с	= 1000 л/с
1 $м^3$/ч	= 0,28 л/с
1 л/с	= 3,6 $м^3$/ч
1мг/л	= 1 $г/м^3$
1 км/ч	= 0,28 м/с
1 кВ	= 1,36 PS (не используют с 1978 года)
1 Дж	= 0,238 кал (не используют с 1978 года)
1 бар	= 100 000 Па = 1 000 гПа
1 мбар	= 1 гПа

Прочие сокращения и единицы измерения

<	= меньше, чем
>	= больше, чем
EZ	= число жителей
EW	= значение жителей= EZ + EGW

EGW	=	эквивалентное число жителей (для индустрии)
$БПК_5$	=	биохимическое потребление кислорода
ХПК	=	химическое потребление кислорода
$N_{общ}$	=	сумма NH_4-N, NO_3-N и NO_2-N одной пробы
GesN	=	сумма органического и неорганического N
z. A.	=	к анализу
DN	=	диаметр (для трубопроводов)
Ш	=	диаметр
°C	=	градус Цельсия
K	=	Кельвин (= –273°C)
DIN	=	Германский промышленный стандарт
ATV-DVWK	=	Немецкое объединение по водному хозяйству, сточным водам и отходам
DVGW	=	Немецкое объединение работников газового и водного хозяйств
AOX	=	органические галогенсодержащие соединения
CKW	=	хлористые углеводородные соединения
PCB	=	полихлорит бифенил
AbwAG	=	закон о спуске сточных вод в канализацию
WHG	=	закон водного баланса
AbwV	=	постановление о сточных водах (требования по сбросу очищенных сточных вод в водоем)
a.a.R.d.T.	=	общепринятые технические правила
AbfKlärV	=	постановление об осадках сточных вод
mT	=	сухое вещество осадков сточных вод
TASi	=	TA Siedlungsabfall (техническое руководство по использованию, обработке и уничтожению бытовых отходов)
[1]	=	число в квадратных скобках дает сноску на источник в списке литературы

Остальные химические символы см. раздел «Химические основы»

1. Общие сведения об охране водоемов

Вода основной элемент всего живого на нашей планете. Однако, для того, чтобы снабжать людей, животных, отрасли индустрии в необходимом количестве водой высокого качества, в нашем густонаселенном пространстве, ручьи, реки, озера, моря, а также грунтовые воды следует содержать в чистоте.

Все мероприятия, способствующие санитарной охране водоемов, относятся к области охраны водоемов от загрязнения и истощения. Эти мероприятия является важной составляющей системы по охране окружающей среды в целом.

Мероприятия по охране водоемов от загрязнений можно условно разделить на пассивные и активные. Под пассивными понимаются меры, направленные на предупреждение загрязнения водоемов, например, мероприятия по защите поверхностных и грунтовых вод при складировании отходов или жидкого топлива.

К активным мерам по охране водоемов от загрязнений следует относить мероприятия по водоотведению и очистке сточных вод, т.е. строительство и эксплуатация водоотводящих сетей и очистных сооружений. *При осуществлении этих мер особая ответственность ложится непосредственно на технический персонал по эксплуатации канализационных сооружений.*

1.1 Водное хозяйство

Круговорот воды

В природе постоянно совершается круговорот воды, таким образом, как это представлено на рис. 1.1.

Примерно половина выпадающих атмосферных осадков в виде дождя и снега (их годовой объем представлен на рис. 1.1. в мм высоты) испаряется, а другая половина попадает в открытые водоемы и в грунтовые воды. В Германии приблизительно 1/10 этого стока используется в качестве питьевой и производственной воды. После использования в быту и на производстве образуются сточные воды, которые снова попадают в реки, а затем в моря. На рис.1.1 указано их количество – 104 мм (1 мм осадков на 1 $м^2$ = 1 л воды), что соответствуют расходу сточных вод около 80 млн куб.м. в день.

Вода испарившаяся с поверхности моря и суши после конденсации образует облака и после охлаждения в атмосфере в конеч-

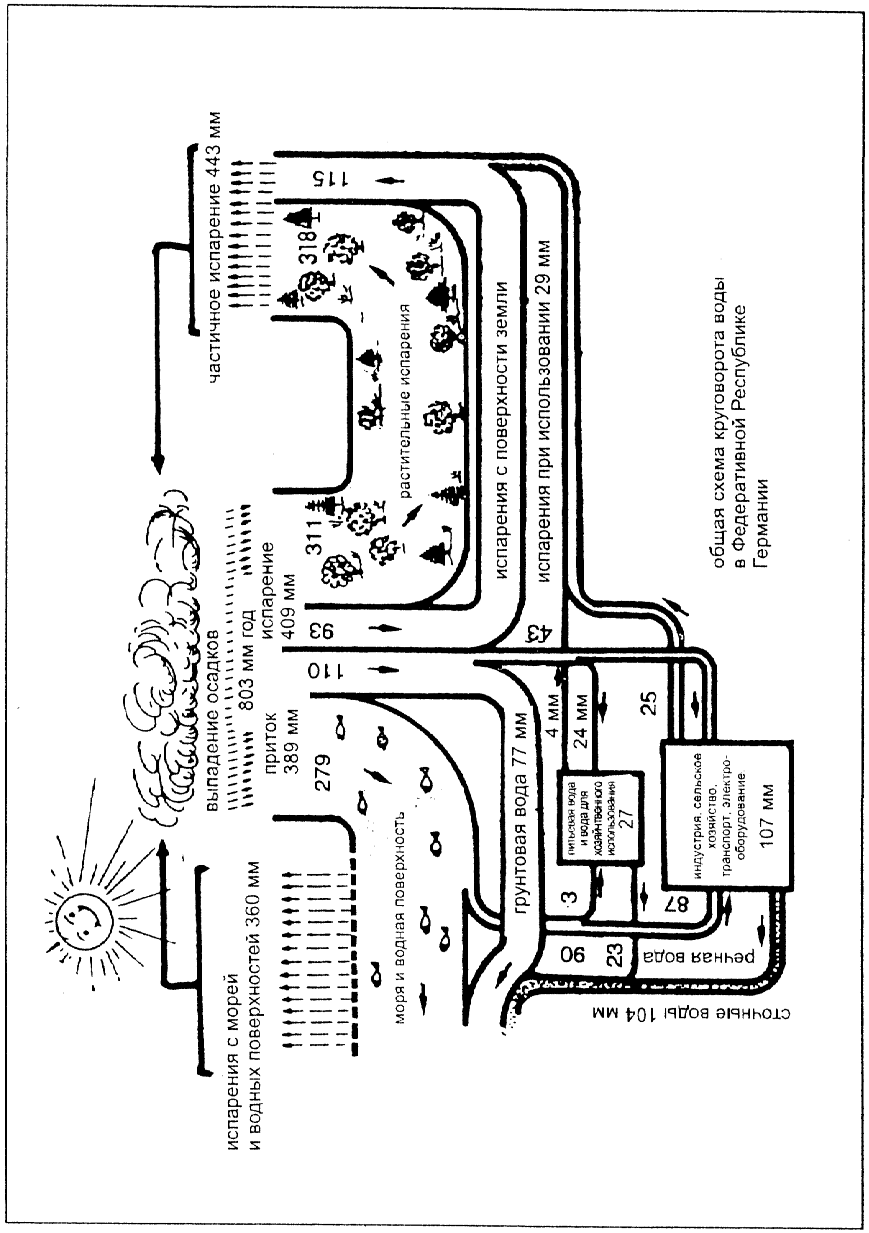


Рисунок 1.1: Круговорот воды в природе

ном итоге вновь выпадают в виде осадков. *Для сохранения природного цикла круговорота воды в полном объеме необходима хорошая очистка сточных вод и качественная работа технического персонала.*

Не каждая капля воды принимает участие во всей циркуляции. В плотно населенных областях, вода использоваться неоднократно, и в зависимости от требуемого качества и назначения может снова и снова очищаться.

Использование воды и экономика качества воды

Человек использует воду во многих областях своей жизнедеятельности, например, как средство для получения энергии, в силовых установках для охлаждения, в отопительных системах в качестве средства для переноса тепла, в сельском хозяйстве вода применяется для орошения. По воде передвигаются средства водного транспорта, а при отдыхе она используется для всех разновидностей водного спорта и рыболовства. Вода применяется при производстве продуктов питания, а также для снижения загрязнений на промышленных предприятиях, в частных хозяйства. И, наконец, самое главное они используется в качестве питьевой воды и как средство обеспечения личной гигиены.

Для того чтобы удовлетворить все потребности человека в густонаселенной стране необходимо тщательное согласование действий всех водопользователей, а также использование водных ресурсов в пределах естественного водного баланса, что и является задачей водного хозяйства. В зависимости от использования воды потребители предъявляет к качеству воды определенные требования. В зависимости от цели использования, такие требования могут быть различными. Отрасль – экономика качества воды – занимается тем, чтобы по возможности принимать во внимание все существующие требования. На это направлены все мероприятия, с помощью которых требования водопользователей, их воздействие на окружающую среду и соответствующее качество воды приводятся в соответствие к требованиям, предъявляемое потребителями .

В частности, с гигиенической точки зрения наивысшие требования к качеству воды, предъявляются к питьевой воде. Качествам питьевой воды должна удовлетворять любая вода, которая непосредственно будет использоваться человеком. Сюда относится, например, вода для производства напитков и пище-

вого льда, для обработки зубов, приготовления пищи или мойки посуды.

Как правило, питьевая вода, поставляется посредством централизованного водоснабжения, к которому относятся, например, каптажные сооружения, колодцы или плотины для забора питьевой воды, системы распределение по водопроводным сетям. Сети водоснабжения часто объединяют в большие системы (водоснабжения с подачей воды из удаленного источника), чтобы, подобно электроснабжению, в случае аварии непрерывно подавать воду потребителю.

В настоящее время, примерно, 2/3 нашей питьевой воды добывается из грунтовых вод, которые лучше защищены природой от загрязнений, чем поверхностные воды из рек и озер, откуда забирают 1/3 всей необходимой для целей водоснабжения. Возрастающее потребление питьевой воды может привести к тому, что в будущем из-за истощения запасов грунтовых вод большую часть воды придется забирать из поверхностных водоемов, в том числе и тех, куда спускаются сточные воды. В этой связи качество очистки сточных вод для качества воды будет особенно важно.

Расход воды

Рассчитано, что на одного жителя сегодня в среднем количество воды составляет – 150 – 200 л в сутки; а в городах 250 л/жит. сут. В крупных городах водопотребление может достигать до 500 л/жит.сут. Общий промышленный расход воды почти в два раза выше, чем расход воды населением.

Изменение среднего расхода воды в домашнем хозяйстве:

Год	1950	1960	1970	1980	1984	1991	1996	1999
л/жит.сут	85	92	92	118	140	145	136	130

Таким же образом уменьшались и увеличивались соответственно расходы сточных вод в промежутках между указанными годами. В последние годы наблюдается тенденция уменьшения расхода воды в результате экономного использования в новых федеральных землях.

В частности расход воды 130 л/жит.сут употребляется как указано ниже на:

Питье и приготовление пищи	3	Мытье посуды	9
Гигиена тела (без ванны)	9	Туалет	43
Ванна и душ	38	Автомойка, сад и т.п.	9
Стирка белья	14	Уборка квартиры	5

Некоторые специфические показатели расхода воды:

1 душевая	40 – 140 л
1 ванна	200 – 250 л
1 легковая машина -мойка	100 – 200 л

1 большое животное (лошадь, корова), ежедневно	50 – 80 л
1 маленькое животное (свинья, теленок, овца), ежедневно	10 – 20 л
1 убой скота	300 – 3 000 л
1 кг белья – стирка	25 – 75 л

В следующей таблице указывается расход воды для различного вида производств в литрах:

1 л молока (мол. Завода) 0,5 – 41 кг крахмала 1 – 6

1 л пива	2,5 – 5	1 кг маргарина	1 – 3
1 кг бумаги	10 – 20	1 кг овечьей шерсти	100
1 кг мяса и колбасы	1 – 3	1 кг угля	20 – 30
1 кг сахара	100		

Самоочищающая способность водоемов

Ручьи, реки, озера и грунтовые воды, называемые также водоприемниками, обладают природной способностью разлагать некоторые виды загрязнений. Вода самоочищается благодаря наличествующим в ней микроорганизмам, прежде всего, бактериям и простейшим, которые используют загрязнения в качестве питания. Таким образом, разрушая загрязнения и питаясь, микроорганизмы получают энергию для своей жизнедеятельности, субстанцию для построения своего тела и размножения, а также выделяют двуокись углерода, воду и минералы. Большие бактерии питаются более малыми и т.д., до тех пор, пока как самый большой хищник в воде – рыба не завершит данную пищевую цепь. Как и человек все эти живые существа для нормальˊного существования нуждаются, в ислороде, который содержится в воде в растворенном виде в ограниченном количестве (в чистых водоемах около 10 мг/л).

Если в водоем спускается большое количество сточных вод, число бактерий резко возрастает, особенно при повышенных температурах, так как сточные воды содержат в большом количестве питательные вещества. При этом содержание в воде кислорода уменьшается, вплоть до нуля, бактерии объединяются во флоки, отмирают и, в качестве гниющего ила опускаются на грунт. Появление ила и пузырьков газа – это несомненные признаки нехватки кислорода. Рыбы не выдерживают таких условий и погибают (они могут выжить при количестве кислорода минимум 2–4 мг/л, более требовательные виды – 5–6 мг/л). Вследствие этого экологическое равновесие отдельно взятого водоема нарушается, в нем не происходит процессов самоочищения и водоем превращается в дурнопахнущую клоаку.

Процессы самоочищения водоема – возникновение необходимой пищевой цепи, процесс разложения загрязнений, поглощение их бактериями – довольно длителен. В проточных водоемах (реках)

он может продолжаться от нескольких часов до нескольких дней. В стоячих водоемах (озера, водоемы с искусственно созданным подпором воды) подобные процессы происходят в течение более длительного времени.

Процессы самоочищения водоема определяется многими, сложно достигаемыми, факторами. Основными факторами являются следующие: направление движения воды, скорость течения, глубина водоема, температура воды, количество кислорода (потребляемое и необходимое), качество и количество спускаемых в водоем загрязнений. В течение последних лет вследствие спуска в водоемы хорошо очищенных сточных вод наблюдается тенденция по улучшению качества воды в водоемах, поэтому по отношению к нагрузке на водоемы возросло значение таких питательных компонентов как нитраты и фосфаты.

Во время пониженного уровня воды, имеется ввиду *летний низкий уровень воды*, разбавление сточных вод водой водоемов становится наименьшим и соответственно нагрузка на водоем по загрязняющим веществам увеличивается по сравнению с другими сезонами. *Это означает, что в данное время года со стороны персонала по эксплуатации очистных сооружений необходимо повышенное внимание к качеству очищенных сточных вод.* Следует отметить, что при более высоких температурах количество кислорода в воде понижается, а с другой стороны, водные растения, например, водоросли, при солнечном свете производят кислород (фотосинтез) и таким образом увеличивают его содержание. Разумеется, ночью они снова расходуют кислород. Реки с высокими скоростями течением воды небольшой глубины во время своего течения захватывают кислород из воздуха в большей степени, чем реки с малой скоростью течения и большой глубиной.

Только водоемы, в которых способность к самоочищению используется в незначительной степени остаются чистыми и полезными для здоровья человека. В зависимости от вышеупомянутых обстоятельств проточные водоемы с расходом примерно 1 л/с могут выдерживать нагрузку по загрязнениям от 3–8 жителей, без причинения какого-либо ущерба. Однако, это не означает, что река с расходом 100 л/с может выдержать нагрузку по загрязнениям от 300–800 жителей, так как выше по течению данной реки, вероятно, могут находиться населенные пункты, которые спускают очищенные сточные воды, поэтому самоочищающая способность водоема будет уменьшена. Расположенные ниже по

течению реки, населенные пункты, спускающие очищенные сточные воды в данный водоем, также потребует некоторую способность водоёма к самоочищению. При этом необходимо учитывать, что населенные пункты спускают не только сточные воды после канализационных очистных сооружений, но и дополнительно дождевые воды. Как показывают расчеты, что неочищенные дождевые воды содержат иногда большее количество загрязнений, чем бытовые.

Особый вид нагрузки на водоем представляют питательные вещества, используемые для сельскохозяйственных угодий или удобрения, например, азот и фосфор. Данные компоненты регулярно вносятся на поля и затем с дождевыми или талыми водами вымываются в водоприемник.

Допускаемая нагрузка на водоприемник может определяться продолжительными измерениями и последующими приблизительными расчетами. В любом случае необходимо учитывать, что сточные воды различного происхождения (бытовые, промышленные, дождевые) должны быть максимально очищены в соответствии с существующими техническими возможностями для того, чтобы причинить наименьший вред водоему и прилегающей к нему области. Только таким образом удастся сохранить достаточно чистую воду для будущих поколений людей, зверей и растений.

Важной звеном охраны водоемов от загрязнения является возможность предотвращения попадания загрязняющих веществ непосредственно в сточные воды. При использовании воды в домашнем хозяйстве это означает, например, сокращение потребления моющих средств или выброс отходов в мусорное ведро, а не в туалет, на предприятии – извлечение загрязнений или повторное использование отходов производства. Например, повторное использование кислоты в фотолабораториях, извлечение кадмия на гальванических предприятиях, а в сельском хозяйстве – предотвращение попадания навозной жижи и удобрений в избыточном количестве на поля.

1.2 Водное право

1.2.1 Правовые нормы Федеративной Республики Германии

Закон водного баланса (WHG). Закон водного баланса был принят в 1960 году. За прошедшее время он претерпел довольно значительные изменения. Последняя редакция этого закона бы-

ла утверждена в 1996 году. Данный закон регулирует водохозяйственное использование поверхностных водоемов и грунтовых вод и является правовой основой для их защиты. Закон дополняется местными законами о воде федеративных земель.

Основное положение. В § 1a сформулировано основное положение, согласно которому: использование водоемов должно быть урегулировано таким образом, чтобы предотвратить возникновение необратимых изменений; каждый гражданин обязан предотвращать загрязнение воды. Следовательно, необходимо эксплуатировать канализационные очистные сооружения таким образом, чтобы достигать наилучших эффектов очистки сточных вод.

Использование воды и водоправовые разрешения. Согласно WHG (§ 2) официальное разрешение или лицензия необходимы для всех существенных видов водопользования. К этому также относится выпуск в водоем любых веществ, например, сточных (§ 3). Разрешение на выпуск сточных вод в водоприемник выдается, как правило, только при наличии определенных условий (§ 4), которые предотвращают попадание загрязнений в водоприемник (водоем). Ходатайствующий о разрешении на выпуск должен представить в компетентный орган власти (назначенный местным законодательством) проект сооружений и установок, который выполнен в инженерном бюро или строительном учреждении строительства. Компетентные органы власти рассматривают свидетельства экспертов по данному проекту и выдают разрешение возможность спуска сточных вод на определенный срок или отказа в сбросе. Как правило, в документе должны быть указаны следующие параметры:

- Расход воды, в ... л/с, ($м^3$/ч) и... $м^3$/сут
- Годовое количество загрязнений по
- $БПК_5$, ХПК, NH_4-N, $N_{общ}$ и $P_{общ}$, в соответствии с установленными или более строгими требованиями по выпуску сточных вод
- PH-значение, например, не менее 6,5 и не более 9,0.

Далее прилагается:

- Описание персонала предприятия с указанием образования
- Руководство по эксплуатации сооружений с планом эвакуации и подтверждением об ознакомлении с ним персонала предприятия
- Вид и частота определенных исследований и измерений для самостоятельного контроля технического состояния очистных сооружений установленными на станции приборами, например, pH-значение, прозрачность, загниваемость, $БПК_5$, ХПК, NH_4-N, NO_3-N, $N_{общ}$, $P_{общ}$.
- Журнал предприятия, в который заносятся все сведения о работе очистных сооружений, мероприятия по эксплуатации, надзор за работой сооружений и результаты контроля технического состояния очистных сооружений, а также показания установленных приборов и необходимых устройств.

Документ о назначении ответственного лица по охране водоема от загрязнения (при расходе сточных вод более 750 $м^3$/сут).

Предписания по водоотведению

Каждому предприятию по очистке сточных вод необходимо иметь в наличии копию законов водного законодательства!

Требования к спуску сточных вод

§ 7 a. содержит следующее: сточные воды могут спускаться только в том случае, если их количество и возможный причиняемый вред незначительны, и условия их очистки соответствуют современным техническим возможностям. Значения требований по показателям регулируются правовыми постановлениями земель. Органы власти земель должны обеспечить соблюдение установленных требований. Это делается для того, чтобы учитывать не только существующие правовые нормы, но и конкретно взятый водоприемник и не предъявлять более строгие требования к водоему с водой низкого качества.

(Предписание для коммунальных выпусков дано на следующих страницах).

Требования к мероприятиям по уничтожению сточных вод, а также строительству и эксплуатации канализационных сооружений

В §§ 18a и 18b изложено следующее: сточные воды необходимо уничтожать таким образом, чтобы ни в коей мере не ущемлять права общественности.

Термин «уничтожение сточных вод» в данном контексте включает в себя сбор, транспортирование, обработку, выпуск, просачи-

вание, дождевание сточных вод, а также обезвоживание осадков сточных вод.

Канализационные сооружения необходимо проектировать и строить исходя из условий их использования или качества очищенных сточных вод в соответствии с современными техническими разработками и правилами эксплуатации.

Раньше считалось, что для строительства и эксплуатации очистных сооружений необходимо применять только те технические решения, которые применяются в большинстве подобных случаев. Сегодня достаточно, если какое-либо техническое решение было применено на одном сооружении и дало свое положительные результаты. Соответствующие основания и регулирующие механизмы для этого дают публикации ATV-DVWK [4] и листы германского промышленного стандарта (DIN).

Контроль

За предприятиями, осуществляющими выпуск сточных вод в водоемы, устанавливается соответствующий официальный контроль (§21 WHG). Он проводится согласно водному законодательству федеральных земель.

Постановление
О требованиях по спуску сточных вод в водоем (Abwasserverordnung – AbwV)

От 9 февраля 1999

§ 1
Область применения

(1) Это постановление определяет требования, которые необходимо соблюдать при выдаче разрешения для спуска в водоемы сточных вод различного происхождения.

(2) Требования этого постановления необходимо принимать во внимание только в отношении тех параметров, которые ожидаются в сточных водах.

(3) Остальные требования согласно другим правовым нормам остаются неприкосновенными.

§ 2
Определение понятий

Согласно этому постановлению устанавливается:

1. Единичную пробу для проведения исследований необходимо отбирать непосредственно из потока сточных вод;
2. Для получения усреднённой пробы отбирают несколько проб непрерывно через определенный период времени и смешивают их между собой; для смешивания можно использовать единичные пробы, отобранные через определенный промежуток времени;
3. Для получения усреднённой пробы для проведения квалифицированного исследования необходимо минимум 5 проб, которые отбираются максимум каждые 2 часа, минимум каждые 2 минуты и затем смешиваются;
4. Специфические промышленные единицы измерения (например, $м^3$/т, г/т, кг/т) могут использоваться только для определения параметров конкретно взятой промышленности в соответствии с установленным законодательством;
5. Место смешения сточных вод с другими сточными водами должно быть жестко регламентировано;
6. Смешивание потоков сточных вод различного происхождения;
7. Параметры химических, физических или биологических измеряемых величин, которые изменяются в сооружениях;
8. Расчет смеси отдельных потоков сточных вод по соответствующим нагрузкам или концентрациям, должен производиться согласно требованиям этого постановления.

§ 3
Общие требования

(1) Если в дополнениях не определенно по-другому, то разрешение для спуска сточных вод в водоем может выдаваться только в том случае, если в месте выпуска сточных вод выпадение вредных веществ считается незначительным после проведения соответствующих единичных исследований.

(2) Требования этого постановления не могут выполняться посредством методов, при которых загрязнения попадают в другие среды окружающего мира, например, воздух или грунт, без применения каких-либо технических средств по предотвращению загрязнений.

(3) Значения концентраций, установленные данными требованиями, не могут достигаться посредством разведения.

(4) Если требования по смешению установлены, то смешение может допускаться с целью совместной очистки, для достижения сокращения концентрации вредных веществ до показателей, определенных требованиями для раздельной очистки.

(5) Если установлены требования для места сброса сточных вод, то смешивание допустимо только в случае установления требований для конкретных условий.

(6) Если совместно спускается несколько потоков сточных вод, имеющих различные значения показателей согласно требованиям, то необходимо установить конкретные требования для каждого показателя с учетом смешения. Если в дополнениях не указано по-другому, то пункты 4 и 5 остаются неприкосновенными.

§ 4
Методы анализов и измерений

(1) Требования в дополнениях относятся также к методам анализов и измерений в зависимости от сооружения. Нормы DIN-, DIN-EN, DIN-EN-ISO возникли в обществе GmbH, в Берлине. Нормы DEV (Немецкие единые методы по исследованию воды, сточных вод и осадков) издаются секцией «Химия воды» общества Немецких химиков, издательством химии, Вайнхайм. Упомянутые выше нормативы учтены в немецком патентном ведомстве и им гарантируются.

(2) В разрешении могут устанавливаться другие, равноценные методы.

§ 5
Место применения требований

Требования относятся непосредственно к месту, где осуществляется спуск сточных вод в водоем и к местам, определяемым постановлением, а также к месту смешения сточных вод. Местом сброса сточных вод может являться сооружения, работающие на проток, в котором происходит последняя стадия очистки. Смешение сточных вод может осуществляться в открытом сооружении при одновременном их сбросе.

§ 6
Соблюдение требований

(1) Поскольку данным постановлением не установлены конкретные значения результатов государственных проверок, то данные значения устанавливаются следующим образом: результаты считаются удовлетворительными, если результаты данной государственной проверки и результаты 4 предыдущих проверок не превышают общепринятых значений. Результаты проверок, промежуток времени между которыми составляет более чем 3 года, во внимание не принимаются.

(2) Установленное в водном законодательстве значение химической потребности в кислороде (ХПК) засчитывается также при соблюдении абзаца 1 т.е., если четырехкратное значение общего органического углерода (ООУ), определенное в мг/л, не превосходит этого значения.

(3) Федеральные земли могут приравнивать результаты контроля, выполненные на официально признанных технических приборах по установленным методикам, к результатам государственного контроля.

§ 7
Следующее значение прежних требований

Установленные в следующих пунктах минимальные требования по спуску сточных вод в водоем имеют силу, до тех пор, пока не установлены данные требования. § 4 и сооружения необходимо применять также к спускам сточных вод, для которых установлены предписания согласно предложению 1.

1. Постановление о сточных водах в редакции, опубликованной 31 июля 1996 (стр. 729) с дополнениями 3, 17, 19 часть B, 24 часть A, 30, 31, 47 и 49,
2. 4. Постановление о сточных водах (обработка масел, рафинирование масел и жиров) от 17 марта 1981 (стр. 139),
3. 19. Постановление о сточных водах, часть A (производство целлюлозы), от 18 мая 1989 (стр. 399),
4. 28. Постановление о сточных водах (обработка мелассы) от 13 сентября 1983 (стр. 397),
5. 29. Постановление о сточных водах (охрана рыбы) от 13 сентября 1983 (стр. 398),
6. 38. Постановление о сточных водах (текстильное производство) 5 сентября 1984 (стр. 348),
7. 44. Постановление о сточных водах (производство минеральных удобрений кроме калийных) от 5 сентября 1984 (стр. 361)

Дополнение 1
Бытовые сточные воды

A Область применения

(1) Это дополнение относится к сточным водам, которые
1. Образуются в домашнем хозяйстве или в похожих хозяйствах, например, отели, рестораны, кемпинги, больницы, административные здания, или на установках служащих другим целям, но удовлетворяющих требованиям, определяющих бытовые сточные воды.
2. В канализацию собираются и по существу являются сточными водами, упомянутыми в пункте 1, а также схожие по качеству сточные воды, образующиеся в результате промышленной и сельскохозяйственной деятельности, так как загрязнения таких сточных вод можно успешно удалить посредством биологических методов, как и при очистке бытовых сточных вод.
3. Образуются на речных канализационных очистных станциях и по своему происхождению соответствуют пунктам 1 или 2.

(2) Это дополнение не относится к выпускам очищенной сточной воды после малых очистных сооружений согласно § 8 связанного с § 9 абзац 2 предложение 2 закона об обработке сточных вод.

B Общие требования

§ 3 абзац 1 не находит применения.

C Требования к сточным водам для их выпуска

(1) К сточным водам для выпуска в водоемы предъявляются следующие требования:

См. таблицу на следующей странице

(2) Определение выпусков, изложенных в абзаце 1, и деление водоемов на классы определяют по расчетным значениям очистных сооружений, в основе которых лежит

нагрузка по $БПК_5$ неочищенной сточной жидкости. В случае если известны значения $БПК_5$ очищенной сточной жидкости, то водоёмы возможно разделить на классы следующим образом:

Класс 1 – Менее 40 кг / сут $БПК_5$ (очищ.)

Класс 2 – от 40 до 200 кг / сут $БПК_5$ (очищ.)

Класс 3 – от 200 до 400 кг / сут $БПК_5$ (очищ.)

Класс 4 – от 400 до 4000 кг / сут $БПК_5$ (очищ.)

Класс 5 – Более 4000 кг / сут $БПК_5$ (очищ.)

(3) При наличии прудов, время пребывания в которых 24 часа и более, вода становится сильно окрашенной за счет водорослей, то в такой воде ХПК и $БПК_5$ следует определять в неокрашенной пробе. В этом случае значения показателей, установленных в абзаце 1, снижаются по ХПК на 15 мг/л, по $БПК_5$ на 5 мг/л.

Показатели, необходимые для выпуска очищенных сточных вод в водоем класса:	Химическое потребление кислорода в мг/л	Биологическое потребление кислорода в мг/л	Аммонийный азот (NH_4-N) в мг/л	Азот, как сумма аммония, нитритов и нитратов ($N_{общ}$) в мг/л	Фосфор общий ($P_{общ}$) в мг/л
	Пробы квалифицированного исследования или смешанные двухчасовые пробы				
Класс 1 $БПК_5$ менее 60 кг/сут $БПК_5$ (неочищ.)	150	40	-	-	-
Класс 2 $БПК_5$ 60–300 кг/сут $БПК_5$ (неочищ.)	110	25	-	-	-
Класс 3 $БПК_5$ 300–600 кг/сут $БПК_5$ (неочищ.)	90	20	10	-	-
Класс 4 $БПК_5$ 600–6000 кг/сут $БПК_5$ (неочищ.)	90	20	10	18	2
Класс 5 $БПК_5$ более 6000 кг/сут $БПК_5$ (неочищ.)	75	15	10	18	1

При очистке в биологическом реакторе канализационных очистных сооружений требования по аммонийному азоту и азоту суммарному должны выполняться при температуре сточных вод 12°C и выше. Вместо 12 °C может быть введено другое временное ограничение на период с 1 мая по 31 октября. В законодательном разрешении на эксплуатацию очистных сооружений концентрация азота суммарного может быть увеличена до 25 мг / л, если при этом происходит уменьшение концентрации азота общего минимум на 70 %. Данная концентрация азота общего должна сохраняться в очищенной сточной жидкости в течение суток постоянно. В основании определения нагрузки по азоту должна лежать сумма органической и неорганической составляющих.

Назначение ответственных для охраны водоемов от загрязнения. (§ 21a до 21 g WHG).

Предприятия, выпускающие в водоемы сточные воды в количестве более 750 м³/сут, должны письменным приказом назначить одного или нескольких человек, ответственных за охрану водоема от загрязнений. Это касается также всех населенных пунктов с количеством жителей от 5 000 и выше. В смешанной системе сброса сточных вод учитывается количество выпускаемой жидкости – 750 м³ /сут при населении более 3000 жителей. Ответственный за охрану водоемов от загрязнения правомочен и обязан:

1. Наблюдать за соблюдением предписаний, условий и положений по охране водоемов от загрязнения, в частности, за регулярным контролем канализационных сооружений – учитывать исправное состояние всех сооружений, их удовлетворительную работу, надзор за работой измерительных приборов по качеству и количеству сточных вод, записи контрольных результатов и результатов измерений; об обнаруженных дефектах, недостатках ответственный должен сообщить руководителю предприятия или станции и предложить мероприятия по их устранению.
2. Следить за применением подходящих для данных условий методов очистки сточных вод, соблюдением требуемой технологии, включая методы обработки осадков и других возникающих побочных продуктов.
3. Влиять на развитие и внедрение
   a) Внутрипроизводственных методов, касающихся улучшения качественных и количественных характеристик сточных вод и приводящих к сокращению расходов по их обработке,
   b) Методов, способствующих охране окружающей среды.
4. Информировать работников предприятия о возникающих при сбросе сточных вод нагрузках на водоемы, а также сообщать о новых предписаниях водного законодательства, касающихся работы оборудования или мероприятий по предотвращению попадания загрязнений в водоем.

Ответственный за охрану водоемов от загрязнения ежегодно составляет и направляет свои отчеты руководителю предприятия, в которых содержатся сведения о проведенных и запланированных мероприятиях, касающихся охраны водных ресурсов.

В Баварии руководитель предприятия канализационных очистных станций автоматически является ответственным за охрану водоемов от загрязнения, если нет других предписаний.

Ответственность

Если вследствие спуска сточных вод водоему нанесен какой-либо ущерб, например, замор рыбы, то вся ответственность ложится на предпринимателя, управляющего предприятием (Ответственность, § 22 WHG). При этом не принимаются во внимание причины, по которым нанесен ущерб, будь то умышленное или сознательное повреждение очистных сооружений или объектов, или ущерб, нанесенный вследствие пренебрежения необходимыми предписаниями и нарушения эксплуатации. В свое оправдание предприниматель может возложить вину на оператора очистных сооружений, который неправильно или небрежно эксплуатировал сооружения и установки. Правильность эксплуатации всех сооружений и установок канализационной станции должна быть изложена в руководстве по ее эксплуатации. Данное руководство разрабатывается инженерным бюро или строительной организацией и направляется на очистные сооружения. Правильность эксплуатации сооружений и установок оператор очистных сооружений отмечает в журнале по эксплуатации.

Журнал эксплуатации очистных сооружений является важным Документом, как для оператора очистных сооружений, так и для руководителя предприятия или предпринимателя!

Доступ к канализационным сооружениям и установкам разрешается только работникам по эксплуатации, служащим органов власти для проведения контроля технического состояния очистных сооружений, имеющим специальный пропуск. Остальные посетители должны иметь пропуск или разрешение, подписанное лично руководителем предприятия. На данных посетителей целесообразно накладывать определенную ответственность посредством подписи соответствующего документа.

Меры наказаний.

a) *Преступления*: Преступления, касающиеся охраны окружающей среды караются согласно уголовному кодексу (StGB). На-

рушения, связанные с загрязнениями водоемов рассматриваются §§ 324 и 330 StGB. Согласно § 324 лицо, совершившее загрязнение водоема в корыстных целях наказывается лишением свободы до 5 лет; если загрязнение произошло из-за небрежности – лишением свободы до 2 лет или с денежным штрафом. § 330 предусматривает наказание за нанесение большого ущерба водоему лишением свободы от 3 месяцев до 5 лет.

b) *Нарушения порядка* (§ 41 WHG) наказывается наложением денежных штрафов до 100 000 ДМ. По нарушением порядка в данном случае понимается, например, несанкционированный спуск сточных вод или нарушение предписаний водного законодательства, даже если эти действия не нанесли никакого ущерба водоему. К данному пункту относится также неправильное или неудовлетворительное обслуживание канализационных очистных станций.

Тщательное выполнение всех инструкций и предписаний по эксплуатации очистных сооружений, а также правильное ведение журнала предприятия защищает технический персонал данного предприятия и его руководителей не только от неоправданных затрат на компенсацию повреждения, но и от штрафов и других мер наказания!

Закон о передаче сточных вод (AbwAG). Данный закон впервые вступил в силу 1.1.1978 года. Он касается всех этапов выпуска сточных вод (закон о передаче сточных вод – AbwAG). На сегодняшний день рабочим считается 4 издание этого закона, вступившее в силу с 1. 1. В 1994 года. Налог устанавливается землями и окончательно формируется в зависимости от количества вредных веществ, содержащихся в сточной воде. Величина налога на один вредный компонент составляет с 1997года 70.-ДМ.

Существенными согласно 4 изданию AbwAG-закона с внесенными изменениями от 3.11.1994 являются следующие пункты:

Согласно § 9 абзац 5 AbwAG налог снижается на 75%, если

- В требованиях согласно § 7a WHG установлены соответствующие значения или предприятие, осуществляющее выпуск может объяснить значения показателей, которые не указаны в требованиях;
- Приняты значения согласно требованиям § 7a WHG

Некоторого снижения налога (не более чем на 50%) удается достичь только с 1999 года.

Полученные от налогов средства направляются для осуществления мероприятий по сохранению или улучшению качества водоемов.

В положениях AbwAG устанавливается:

A.

(1) Предельно допустимые концентрации вредных веществ и групп вредных веществ определяются согласно следующей таблице (таблица к положению A):

Nr.	Оценка вредных веществ и их групп	Единица одного ущерба	Предельно допустимые концентрации и годовое количество вещества	
1	Окисляемые вещества по отношению к ХПК	50 кг кислорода	20 мг/л 250 кг/год	
2	фосфор	3 кг	0,1 мг/л 15 кг/год	
3	Азот	25 кг	5 мг/л 125 кг/год	
4	Органические галогенсодержащие соединения	2 кг галогена, рассчитанного по органически связанному хлору	100 мкг/л 10 кг/год	
5	Металлы и их соединения:			
5.1	ртуть	20 г	1 мкг/л	100 г/год
5.2	кадмий	100 г	5 мкг/л	500 г/год
5.3	хром	500 г	50 мкг/л	2,5 кг/год
5.4	никель	500 г	50 мкг/л	2,5 кг/год
5.5	свинец	500 г	50 мкг/л	2,5 кг/год
5.6	медь	1000 г металла	100 мкг/л	5кг/год
6	Токсичность по отношению к рыбам	3 000 м^3 сточных вод, рассчитано по G_F	$G_F = 2$	

G_F – коэффициент разведения, при котором сточная вода становится нетоксичной для рыб

(2) Если сточные воды спускаются в водоемы морского типа, то токсичность по отношению к рыбам не учитывается, так как вступая в реакцию с морскими солями концентрации многих веществ становятся равными основным компонентам морской воды. Равное значение для спуска сточных вод имеют выпуски, устроенные в местах впадения поверхностных водоемов в море, где происходят аналогичные химические реакции.

B.

Содержание вредных веществ, а также токсичность по отношению к рыбам должны определяться в гомогенизированной пробе следующими методами:

1. Окисляемые вещества (ХПК)

Химическая потребность в кислороде определяется бихроматным методом с применением сульфата серебра в качестве катализатора, согласно номеру 303 постановления о сточных водах от 21 марта 1997 года (BGBl. I стр. 566).

2. Фосфор

После растворения пробы воды с пероксидисульфатом калия содержание общих фосфатов, рассчитываемых по фосфору, определяется фотометрическим методом, номер 108 постановления о сточных водах.

3. Азот

Азот определяется как сумма отдельных составляющих – азота аммонийного, нитритов и нитратов. Азот аммония определяется анализом на протоке или после дисстиляции аналитически номер 202 постановления о сточных водах и соответственно согласно DIN 38 406 5 – 2 (октябрь 1983); нитратный азот определяют методом ионной хроматографии – номер 106 постановления о сточных водах; нитритный азот определяют методом экстинкции – номер 107 постановления о сточных водах.

4. Органические галогенсоединения (AOX)

Органические галогенсоединения адсорбируют на активированном угле и затем сжигают в потоке кислорода. Количество оставшегося в воде галогена рассчитывают по хлору – номер 302 постановления о сточных водах.

5. Ртуть

После растворения пробы воды с перманганатом калия и пародиксисульфатом калия содержание ртути определяется методом атомной адсорбции или атомной эмиссии спектрографически – номер 215 постановления о сточных водах.

6. Кадмий, хром, никель, свинец, медь

После растворения пробы воды в азотной кислоте с добавлением пероксида водорода содержание металлов определяется методом атомной адсорбции или атомной эмиссии спектрографически – номер 207 (кадмий), 209 (хрома), 214 (никель), 206 (свинец) и 213 (медь) постановления о сточных водах.

7. Токсичность для рыб

Воздействие яда определяется тестом с применением Goldorfe (Leuciscus idus melanotus) как тестовой рыбы при различных разведениях сточных вод – номер 401 постановления о сточных водах.

Наряду с WHG и AbwAG существует еще **федеральный эпидемиологический закон**. В § 12 записано, что сточные воды необходимо очищать таким образом, чтобы они не представляли эпидемиологической опасности для здоровья населения и не являлись разносчиками возбудителей различных заболеваний.

С октября 1996 года вступил в действие в новой редакции **закон сохранения оборотного использования и гарантий не повреждения природы при уничтожении отходов (Kreislaufwirtschafts– und Abfallgesetz, KrW-/AbfG).** Согласно новому закону еще шире должен внедряться метод оборотного использования при обработке отходов. Эта целевая установка относится также и к осадкам, образующимся при обработке сточных вод, которые, согласно новому закону, рассматриваются как вторичное минеральное сырое удобрение. К этому закону приняты предписания – *постановление об осадках сточных вод (AbfKlärV)* (см. раздел 7.6) и *Техническое руководство (инструкция) по применению, обработке и удалению отходов населенных пунктов (Technische Anleitung Siedlungsabfall, TASi).*

Для лиц, занимающихся непосредственно эксплуатацией очистных сооружений, имеет значение также *постановление о защите от опасных веществ (Gefahrstoffverordnung, GefStoffV)* в редакции от 12.6. 1996 года.

1.2.2 Правовые водные законодательства федеральных земель

Национальные законы и постановления действуют в рамках законов WHG и AbwAG. Кроме того, в местных законах органи-

зуются компетентные органы власти. Низшим органом власти в водной отрасли является национальный (земельный) Совет или районное управление, которое в большинстве случаев выдает разрешение на выпуск сточных вод. Организации водного контроля и контроля за состоянием водоемов почти всегда подчинены данным Советам или районным управлениям. За технический надзор отвечает министерство водного хозяйства как отраслевой орган власти, министерство водного хозяйства и экономики отходов или министерство сельского и водного хозяйств. Национальные законы федеральных земель в рамках законов WHG и AbwAG в значительной мере отличаются друг от друга, поэтому конкретные выдержки в данной книге не представлены.

1.2.3 Устав водоотведения

Общее. Устав водоотведения регулирует отношения между руководителем предприятия и собственником земельного участка, иначе пользователем канализационных сооружений. Он издается общественным или городским Советом. В специализированных объединениях эти связи регулируются непосредственно уставом союза или устанавливается, что члены объединения издают свой устав водоотведения. Устав водоотведения содержит положения о правах пользования, отрасли использования, заключении договоров и уплате пошлин. Пошлины по водоотведению должны соответствовать закону коммунальных сборов (KAG) федеральных земель и должны покрывать возникающие издержки. Далее изложены особенно важные пункты для технического персонала предприятия. В некоторых федеральных землях изданы образцы устава. В уставе может быть отражено также положение о выпуске сточных вод и обработке осадков.

Канализационные сети в сельской местности. Устав устанавливает, каким образом необходимо устраивать канализационные сети в сельской местности. Они нормируются германским промышленным стандартом (DIN) 1986 и 1987 годов. Особое внимание уделено соответствию запроектированному плану прокладки сетей, включая дворовые сети. Наблюдение за прокладкой сетей поручается ответственному от предприятия (или часто техническому персоналу центральных очистных сооружений). Малые очистные сооружения (DIN 4261) должны быть соединены в единую канализационную сеть с центральными очистными сооружениями, без включения в эту сеть промышленных предприятий. На предприятиях, где в сточные воды в больших количествах может поступать бензин, масло или смазочный материал (жир), необходимо устанавливать отстойники для выделения всплывающих примесей из сточных вод, например, в соответствии с DIN 1999 года.

Запрет на спуск сточных вод. Согласно уставу в канализационную сеть запрещено спускать:

Вещества, которые могут повредить канализационную сеть, причинить вред работающим там людям, создать аварийное состояние, повредить прилегающие земельные участки или затруднить эксплуатацию канализационной сети.

Это запрещение, в частности, относится к:

a) Твердым материалам, включая их измельченную форму, таким как мусор, тряпье, навоз, разного рода отбросы, кухонные отходы, отбросы обрабатывающих фрукты и овощи перерабатывающих, строительный мусор, песок, зола, шлак, дрожжи, осадок от сооружений предочистки, содержимое выгребных ям;

b) Веществам, которые выпадают в осадок, могут вызывать засоры в сети;

c) Огнеопасным и взрывоопасным веществам, вызывающим детонацию, ядовитым, инфекционно-опасным, радиоактивным материалы;

d) Навозной жиже, сыворотке, кровяным отходам мясобоен, отходам от производства бензина, масла, от работы жироуловителей;

e) Сильно красящим веществам;

f) Горючим смесям и парам;

g) Сточным водам от малых очистных сооружений, если имеются центральные очистные сооружения;

h) Сточным водам из небольших мастерских и промышленных предприятий,
   - Распространяющим вредные испарения или запахи,
   - Имеющим температуру более + 35 ° C,
   - Имеющим PH менее 6,5 или более 9,5,
   - Содержащим масла или смазочный материал (жир),

- Содержащим более 20 мг/л немылящихся углеводородов,
- Содержащим органические растворители, в частности, хлор или фторсодержащие вещества,
- Содержащим вредные концентрации тяжелых металлов, цианидов, карболовых кислот или других ядовитых веществ (предельные концентрации для тяжелых металлов имеют особое значение для обработки осадка сточных вод),
- Продувочные воды системы оборотного водоснабжения,

i) Грунтовым и артезианским водам (дополнительная вода).

Рабочий лист ATV-DVWK A 115 «Указания по спуску сточных вод в сооружения по обработке сточных вод» содержит дополнительные сведения [4].

Предприниматель может позволить себе провести исследование сбрасываемых сточных вод в любое время и имеет право использовать для этого земельные участки в сельской местности.

Оператор очистных сооружений должен знать устав водоотведения. Устав должен находится на всех канализационных очистных станциях!
Это особенно важно, если на оператора очистных сооружений возложены обязанности по наблюдению за составом поступающих сточных вод.

1.2.4 Европейское законодательство

Необходимость санитарной охраны водоемов и борьбы с загрязнениями в них были признаны Европейским Советом как особо важными для всеобщего блага многих поколений людей. Поэтому уже в 1968 году был опубликован специальный европейский документ о воде, для того, чтобы распространить понимание проблемы охраны водоемов от загрязнения среди общественности.

Для того, чтобы создать единые рамки для мероприятий Европейского Сообщества в области водной политики, Европейским парламентом и Советом была утверждена директива о воде (WRRЛ), которая вступила в силу 22.12.2000 года.

1.3 Указания к отраслевому расчету

Очень часто приходится слышать о том, что операторы по эксплуатации очистных сооружений не справляются с основными расчетами по специальности. Несмотря на то, что для этого достаточно необходимо использование всего лишь простого микрокалькулятора. Важно помнить также об адаптации тех значений, которые заносятся в журнал, по отношению к тем, которые рассчитываются.

Наиболее часто трудности представляют применение простых математических *формул*, расчеты *средних значений* и *процентов, а* также определение значений по диаграммам. Все работы с формулами должны производиться в письменной форме. Тогда расчеты будут представлены просто и наглядно.

Примеры использования формул:

Для расчета рабочего объема, например, горизонтального отстойника необходимо умножить длину на ширину и глубину воды. Вместо слов могут быть введены соответствующие буквы для сокращения, как например:

Полезный объем	= V	ширина	= b
длина	= l	средняя глубина воды	= h_m

Формула выглядит следующим образом: $V = l \times b \times h_m$.
Если для данного горизонтального отстойника ввести требуемые значения, то получим:

$$l = 18\ м,\ b = 5'м,\ h_m = 1{,}80\ м$$
$$l \times b \times h_m = 18 \times 5 \times 1{,}80 = 162\ m^3 = V.$$

Для радиального отстойника или биофильтра:
Полезный объем – это произведение площади поверхности на среднюю глубину воды или высоту слоя загрузки.

Поверхность	=	A
Средняя глубина воды	=	h_m
Высота слоя загрузки	=	h

Формула выглядит следующим образом:

$A \times h_m = V$ – для радиального отстойника или
$A \times h = V$ – для биофильтра.

Для круглой поверхности верна формула:

$$A = \frac{d^2 \times \pi}{4}$$

При этом является: d = диаметр круга;
π = постоянная величина (неизменяемое число) = 3,14.
d^2 означает, что нужно умножить d x d.

Если диаметр круга составляет 6 м,то следует считать следующим образом:

6 x 6 x 3,14 и затем это произведение разделить на 4 либо 6 x 6, далее разделить на 4 и затем умножить на 3,14.

Итак $A = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{d \times d \times \pi}{4} = \frac{6 \times 6 \times 3{,}14}{4} = 28{,}26 =$ около 28 м^2

См. также диаграмму на одной из следующих страниц.

Для отстойника с диаметром 6 м и средней глубине воды 2,70 м получаем:

$$V = A \times h_m = 28 \times 2{,}7 = \text{около } 75 \text{ м}^3.$$

Для биофильтра с диаметром 5,20 м и высоте слоя 4,30 м получаем:

$$V = A \times h = \frac{d \times d \times \pi}{4} \times h = \frac{5{,}2 \times 5{,}2 \times 3{,}14}{4} \times 4{,}3 = 21{,}2 \times 4{,}3 = 91 \text{ м}^3.$$

Если округлить значение площади поверхности на 1,2 м^2, получается 20 x 4,3 = 86 м^3.

При расчете значений по формулам необходимо обращать особое внимание на единицы измерения того или иного числа; нельзя перемножать, например, см с м или кг с г или сек с час.

Пример определения *среднего значения*:

Для определения БПК5 на очистных сооружениях в одном и том же месте были отобраны три пробы сточной воды. Результаты анализов показали небольшие различия в данных трех пробах. Они составили 23, 27 и 29 мг/л. Для того, чтобы найти среднее значение (среднее арифметическое) необходимо сначала рассчитать сумму всех имеющихся значений, а затем разделить ее на число слагаемых. Таким образом – первый шаг: 23 + 27 + 29 = 79;

второй шаг: 79: 3 = 26,3 = около 26.

Окончательное среднее значение – 26 мг/л.

Формулу можно записать следующим образом: M = где

M = среднее значение

A, b, c... = значения, из которых необходимо рассчитать среднее значение

n = число усредняемых значений.

Примеры расчета *процентов*:

Основой расчета является определение общего числа (значения), которое соответствует 100%. Сотая часть (доля) от данного общего числа считается 1%. Теперь нужно рассчитать, количество этих сотых долей, чтобы получить необходимое количество процентов.

Формулу можно представить следующим образом:

$$TM = \frac{GM}{100} \text{ y [\%], где}$$

TM = часть, которая должна быть рассчитана в процентах

GM = общее количество = 100%

y = процентная ставка, которая соответствует части от данного общего количества.

В очистной станции измерялись значения БПК$_5$ в течение суток

Установлено:

На входе (сырая сточная вода)	317 кг/сут
После первичного отстаивания	243 кг/сут
На выходе после биологической очистки	26 кг/сут

Необходимо рассчитать какой процент загрязнений от поступающего количества в сточной воде:

a) остается на выходе из очистных сооружений;

b) в целом удаляется на очистной станции;

c) удаляются при первичном отстаивании;

d) удаляются при биологической очистке;

e) какой процент загрязнений, поступающих на биологическую очистку, удаляется в сооружениях биологической очистки.

Расчеты по пункту a)

GM = 317 кг/сут

TM = 26 кг/сут

$$y = TM : \frac{GM}{100} = 26 : \frac{317}{100} = 26 : 3{,}17 = 8{,}2\ \%$$

На выходе из очистных сооружений остается только 8,2% по БПК$_5$ от общего количества загрязнений

Расчеты по пункту b)

Если $БПК_5$ на выходе составляет 8,2%, а общее количество загрязнений составляет 100% , то в процессе очистки удаляется 91,8%, или по-другому:

TM = 317 – 26 = 291 кг/сут
GM = 317 кг/сут

$$291 : \frac{317}{100} = 91{,}8\ \%$$

На очистных сооружениях удалено 91,8% всех загрязнений по $БПК_5$.

Расчеты по пункту c)

От общего количества загрязнений по $БПК_5$ – 317 кг/сут, после первичного отстаивания остается 243 кг/сут. Таким образом в первичном отстойнике удаляется 317 – 243 = 74 кг/сут.

TM = 74 кг/сут
GM = 317 кг/сут

$$74 : \frac{317}{100} = 74 : 3{,}17 = 23{,}4\ \%$$

При первичном отстаивании удаляется 23,4% загрязнений по $БПК_5$.

Расчеты по пункту d).

При биологической очистке разница между поступающими и выходящими значениями $БПК_5$ – 243 кг/сут и 26 кг/сут.
243 – 26 = 217кг/сут.

TM = 217 кг/сут
GM = 317 кг/сут

$$217 : \frac{317}{100} = 68{,}4\ \%$$

Таким образом, на биологических очистных сооружениях удаляется 68,4% загрязнений по $БПК_5$.

Проба:

Остаточное загрязнение	8,2%	
Удаление загрязнений в первичном отстойнике	23,4%	23,4%
Удаление загрязнений в биологич. сооружении	68,4%	68,4%
	100,0%	91,8%

Расчеты по пункту e).

Сточные воды поступали на биологическую очистку с величиной 243 кг/сут $БПК_5$. Это значение является общим количеством загрязнений для определения процента удаляемых на биологических сооружениях загрязнений. Расчёт производим следующим образом:
243 – 26 = 217 кг/сут

TM = 217 кг/сут
GM = 243 кг/сут

$$217 : \frac{243}{100} = 217 : 2{,}43 = 89{,}3\ \%$$

В результате биологической очистке удалено 89,3% поступающих сюда загрязнений по $БПК_5$.

Использование микрокалькулятора значительно облегчает такие расчеты!

Пример применения *диаграммы*:

Сложные расчеты при помощи диаграмм превращается в простое считывание уже готовых результатов. В одном из предыдущих примеров указана формула для расчета площади поверхности, по которой рассчитать значения без подручных средств довольно проблематично

$$A = \frac{d^2 \times \pi}{4}$$

По данным диаграммы, представленной на рис. 1.2. это можно сделать значительно проще.

На горизонтальной оси X (абсцисса) нанесены диаметры, а на вертикальной оси Y (ордината) площадь круга. Кривая, изображенная на графике соответствует формуле.

Сначала найдите на горизонтальной оси абсцисс соответствующий диаметр (в примере – 5,20 м). От точки необходимо подняться по вертикали до пересечения с кривой, а затем через эту точку провести горизонтальную прямую налево до пересечения с вертикальной осью ординат. Данная точка пересечения с осью ординат и покажет значение площади поверхности, соответствующей выбранному диаметру (в примере 21,2 $м^2$).

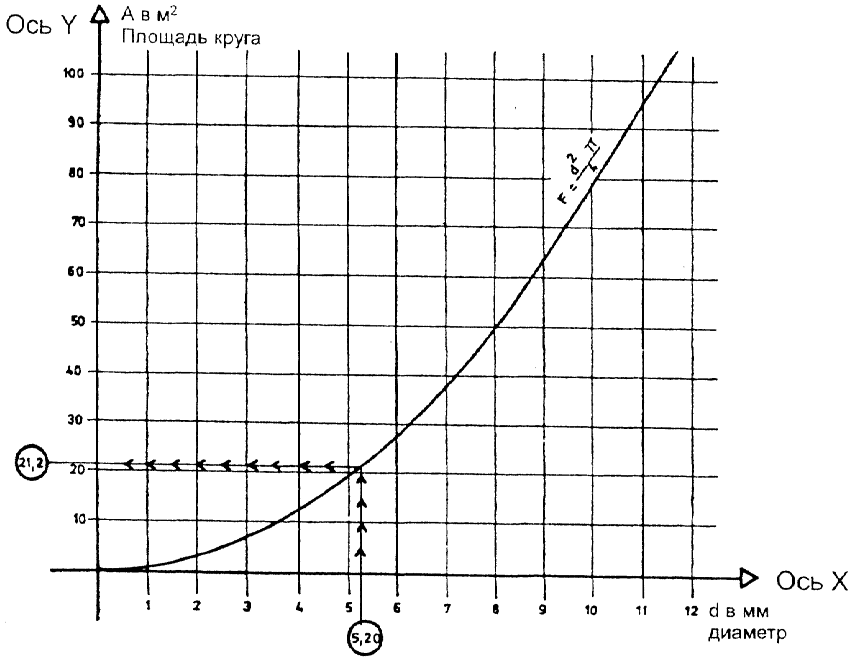


Рисунок 1.2: Диаграмма для расчета площади круга

1.4 Введение в химические основы

Химия – это учение о веществах и изменениях, происходящих в этими веществами; например, производство цветных и пластичных материалов и сжигание масла, угля и др. являются химическими процессами.

На очистных сооружениях также происходят химические процессы и превращения. Так, на хорошо работающих очистных сооружениях поступающие мутные, дурно пахнущие сточные воды, превращаются в прозрачные, лишенные запаха и незагнивающие воды. При сбраживании осадка гнилостная сырая масса превращается в черный, без запаха осадок сточных вод. Эти преобразования осуществляются живыми существами (бактериями), поэтому эти процессы называют «биохимическими». Если в воде присутствует растворенный кислород или в сооружение подается воздух, то речь идет об *аэробных* процессах. Подача необходимого количества кислорода является необходимым условием для самоочищения воды в водоемах или для проведения биологической очистки на канализационных очистных станциях. Процессы, проходящие без доступа кислорода, называются анаэробными. Такие процессы происходят, например, в органах пищеварения человека или при сбраживании осадка. Частицы, из которых состоят все материалы, жидкости и горючие смеси, называют элементами; самая маленькая частица элемента – это атом. В природе существуют 92 элемента (считая, искусственно полученные – более 100), которые обозначаются символами, например:

Al	= алюминий	K	= калий
As	= мышьяк	Mg	= магний
C	= углерод	Mn	= марганец
Ca	= кальций	N	= азот
Cd	= кадмий	Na	= натрий
Cl	= хлор	Ni	= никель
Co	= кобальт	O	= кислород
Hg	= ртуть	P	= фосфор
Cr	= хром	Pb	= свинец
Cu	= медь	S	= сера
Fe	= железо	Zn	= цинк
H	= водород		

Многие из этих элементов могут быть связаны друг с другом, т.е. они вступают в реакции и образовывают химические соединения. Вновь образованные химические соединения обладают другими качествами по сравнению с составляющими их элементами. Самую маленькую часть соединения называют молекулой; она состоит из 2 или большего количества атомов. Например, 2 атома водорода (H) и атом кислорода (O) связываются друг с другом и образуют молекулу воды H-O-H = вода = H_2O. Два одинаковых атома также могут образовывать одну молекулу. Например, газообразный, или растворенный в воде кислород является одной молекулой и записывается в виде O_2. Далее представлены примеры химических соединений:

CaO	=	оксид кальция, известь (гашеная известь) Едкая известь (содержание кальция в осадке)
$Ca(OH)_2$	=	гидроксид кальция (гашеная известь, гидроокись кальция)
CO_2	=	двуокись углерода (угольная кислота)
CH_4	=	метан

HCl = соляная кислота
H_2S = сероводород (пахнет тухлыми яйцами)
H_2SO_4 = серная кислота
$KMnO_4$ = перманганат калия
K_2O = оксид калия (содержание калия в осадке)
MgO = оксид магния (содержание магния в осадке)
$NaOH$ = гидроокись натрия (Ätznatron, in Wasser Natronlauge)
$NaNO_3$ = нитрат натрия (Natronsalpeter)
NH_3 = аммиак (Salmiak)
NH_4 = аммоний
NH_4-N = азот аммонийный
NO_2 = нитрит
NO_3 = нитрат
NO_3-N = азот нитратов
P_2O_5 = ангидрид фосфорной кислоты (содержание фосфора в осадке)
PO_4-P = фосфор ортофосфатов

Исследования пробы (например, пробы сточных вод) с целью определения в ней видов и концентраций химических элементов называется анализом. Вредное воздействие на работу канализационных очистных сооружений или токсичность для рыб определяется концентрацией химических соединений.

Если умножить расход сточных вод (в л/с или м³/сут) на концентрацию какого-либо вещества (в мг/л или г/ м³), то получится значение нагрузки по данному веществу на канализационные очистные сооружения или на водоем за определенное время. Нагрузка измеряется в массе по отношению ко времени, т.е., например, в г/с или кг/сут.

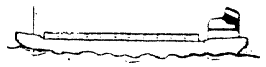
Чтобы иметь понятие о концентрации, как мг/л, приведем несколько примеров:

Кубик сахара, растворенный в воде, даст следующие результаты:

в 2 чашках (1/4 л)	10 г/л	Или 1 %
в 2,7 л	1 г/л	Или 1 ‰
в 2 700 л (цистерна)	1 мг/л	Или 1 ppm
2,7 млн. л (танкер)	1 мкг/л	Или 1 ppb

Определенные качества сточных вод определяются не с помощью химического анализа, а посредством физического измерения, например, расход воды, температура и прозрачность.

Низшие концентрации, представленные в числах и картинках

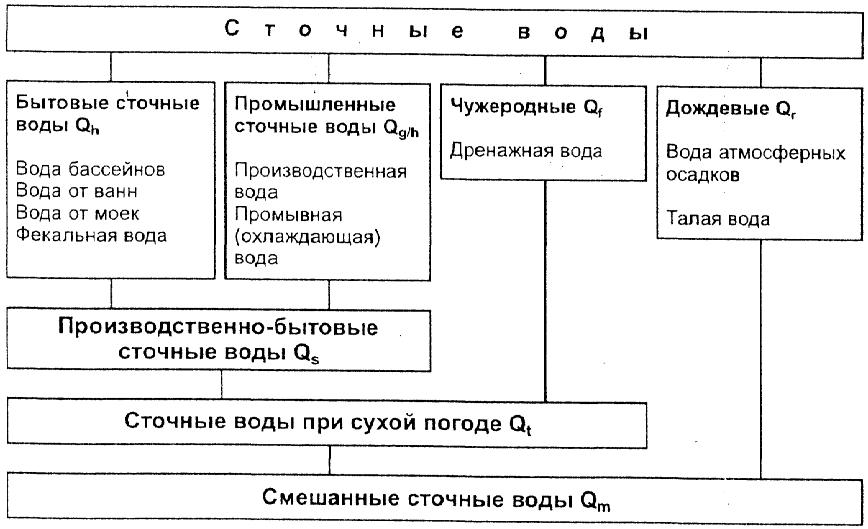
			Пример: содержание одного кубика сахара, растворенного в
1 процент – это одна часть из ста частей	**10 грамм** от килограмма	10 г/кг	0,27литра  чашки
1 промиля – это одна часть из тысячи частей	**1 грамм** от килограмма	1 г/кг	2,7литра  лаборат. склянка
1 ppm (part per million) – это 1 часть из миллиона частей	**1 милли-грамм** от килограмма	0,001 г/кг (10^{-3})	 2 700 литра цистерна
1 ppb (part per billion) – это одна часть из миллиарда частей (b=биллион – англ.)	**1 микро-грамм** от килограмма	0,000 001 г/кг (10^{-6})	 2,7 млн литров танкер
1 ppt (part per trillion) – это одна часть из биллиона частей (t=триллион – англ.)	**1 нано-грамм** от килограмма	0,000 000 001 г/кг (10^{-9})	 Плотина Östertal 2,7 млрд.литров
1 ppq (part per quadrillion) – это одна часть из биллиарда частей (q=квадриллион – англ.)	**1 пико-грамм** от килограмма	0,000 000 000 001 г/кг (10^{-12})	 Озеро Starnberger 2,7 биллион литров

2. Виды, состав и свойства сточных вод

Наибольшая часть воды, используемая населением в домашнем хозяйстве или на промышленном предприятии, загрязняется в процессе ее использования. Загрязнения могут быть твердыми (например, песок, овощные остатки, фекалии) и жидкие (например, моча, молочные остатки) и нерастворимые (например, тонущие или плавающие вещества) и растворенные (например, сахара в воде). В соответствии с химическим составом загрязнения сточных вод можно разделить на неорганические или минеральные (например, песок, соль, металлы) и органические (например, белок, сахар, жир, минеральное масло, фекалии, древесина).

2.1 Виды сточных вод

Сточные воды – это воды, изменяющие свои свойства в процессе использования в домашнем хозяйстве, на производстве, в сельском хозяйстве и других областях. Сточные воды, образующиеся при бытовом использовании воды, называются бытовыми. Совместно отводимые при сухой погоде бытовые и производственные сточные воды называются производственно-бытовыми сточными водами. Сточные воды, образующиеся в результате сбора атмосферных осадков с застроенных площадей населенных пунктов, называют дождевыми (§ 2 AbwAG).
Различают следующие виды сточных вод:



Указанные сокращения Q_h, Q_g, Q_f, Q_r, Q_g, Q_t, и Q_m, используются в формулах для расчета различных характеристик сточных вод. Например, формулой $Q_s+Q_f = Q_t$ выражается сток при сухой погоде.

Бытовые сточные воды – сточные воды, образующиеся в домашнем хозяйстве или на малых предприятиях, состоящие из воды от моек, ванн и плавательных бассейнов и промывочной воды с мочой и фекалиями.

Коммунальные (городские) производственно-бытовые сточные воды содержат бытовые сточные воды наряду с производственными от промышленных предприятий.

Промышленные или индустриальные *сточные воды образуются* на промышленных предприятиях или в мастерских, при использовании воды в производственном технологическом процессе, для промывки или охлаждения. Особое значение для процесса очистки сточных вод представляют стоки следующих предприятий:

- Молочные заводы
- Пивоварни
- Скотобойни
- Мясо, рыбоперерабатывающие или кожевенные предприятия
- Фабрики по производству сахара
- Фрукто– и овощеперерабатывающие предприятия
- Винодельные предприятия
- Фабрики по производству бумаги
- Шахты и металлургические предприятия
- Сталеварные заводы
- Текстильные фабрики и предприятия химической промышленности.

Сточные воды данных предприятий зачастую содержат большое количество органических или минеральных загрязнений; они могут иметь высокую цветность, очень высокие или очень низкие значения PH, высокую температуру. Поэтому многие сточные воды таких предприятий перед спуском в канализационную сеть должны быть подвергнуты предварительной очистке. Например, сточные воды гальванических и травильных производств перед сбросом в канализационную сеть должны быть обязательно нейтрализованы и продезинфецированы.

Сельскохозяйственные сточные воды обычно имеют сильное органическое загрязнение, так как образуются в конюшнях, хлевах и других местах массового содержания животных, например при мойке молокодоилен или при очистке футеровки. Очень часто в сточные воды могут попадать остатки навоза и силос. При этом следует обращать особое внимание на состав сточных вод, так как сброс навоза и силоса в канализационную сеть запрещен.

Чужеродная вода – это общее понятие для воды, которая собственно не должна попадать в канализацию и очищаться на канализационных очистных сооружениях. Данное понятие включает в себя грунтовые воды, которые могут проникать в трубопроводы при их нарушении плотности стыков, дренажные воды от дренажей (осушения низколежащих подвалов, земельных участков или дренажных канав) Чужеродная вода не должна попадать канализационной сети. Однако, это не всегда является возможным по техническим и экономическим причинам. Во многих случаях на очистные сооружения поступает большое количество дополнительных вод в сухую погоду. Согласно § 3 абзац 3 постановления о сточных водах (AbwV) разведение сточных вод в частности дополнительной водой не допустимо. Например, 1 л/с дополнительной воды означает 31.500 м^3 годового стока.

Дождевые воды – это воды, образующиеся вследствие атмосферных осадков (дождь, град или снег) на кровлях и застроенных поверхностях (дворы, улицы и площади или неукрепленные поверхности, например, зеленые насаждения или сады), которые поступают в канализационную сеть. Для этих стоков характерной особенностей является наличие минеральных загрязнений, однако время от времени в их составе могут появляться значительное количество органических примесей. В районах промышленных предприятий это объясняется значительным загрязнением воздуха или выбросами пыли (эмиссия).

Смешанные сточные воды образуются в том случае, если все виды сточных вод (бытовые, промышленные и дождевые) отводятся совместно.

Неочищенные сточные воды называются *сырыми*.

2.2 Расход сточных вод

Как правило расход производственно-бытовых сточных вод соответствует расходу воды в домашнем хозяйстве и на производстве.

Максимальное количество притока сточных вод приходится на время максимального водопользования. Соответственно ночью, в воскресенья и праздники, а также во время отпуска расход бытовых сточных вод гораздо меньше, чем в другие дни. В курортных зонах наоборот он возрастает во время отпусков и каникул. В маленьких населенных пунктах такие неравномерность поступления сточных вод наиболее изменяется более резко по сравнению с городами. На рисунке 2.1 представлены колебания суточного расхода сточных вод и количество взвешенных веществ в них для города с 50 000 жителей.

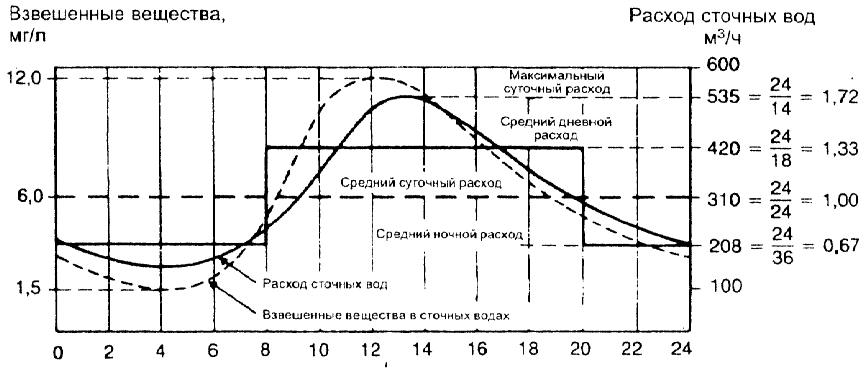


Рисунок 2.1: Суточный расход сточных вод [1]

Из графика видно, что максимальный приток сточных вод наблюдается вскоре после 12 часов дня и составляет примерно 1/14 от суточного расхода, после полуночи приток приблизительно равен всего 1/37 от суточного. Как эмпирическая величина максимальный суточный расход составляет 3–5 л/с на 1000 жителей.

В малых и средних населенных пунктах норма водоотведения бытовых сточных вод составляет 150–200 л/жит.сут, в крупных городах эта величина вырастает до 300–400 л/жит.сут. Такое увеличение связано преимущественно с наличием в городах промышленных предприятий.

Расход производственных сточных вод зависит непосредственно от вида производства и принятого технологического процесса. Чем больше предприятию требуется воды для изготовления продукции, тем больше поступление сточных вод в канализационную сеть. В разделе водное хозяйство приведены значения расходов сточных вод некоторых промышленных предприятий.

Расход сельскохозяйственных сточных вод в последние годы очень сильно изменился вследствие быстрого развития механизации сельского хозяйства. Поэтому точные цифры по расходам сельскохозяйственных сточных вод в данной книге не приво-дятся.

Ориентировочно *расход дополнительной воды* может быть определён только с помощью измерений. Для средней канализационной сети принята эмпирическая величина от 0,05 до 0,15 l л/с.га. Однако для канализационных очистных станций такой грубый расчет не достаточен. Здесь необходимы более точные результаты измерения. Для этого разработаны специальные [6] формуляры. Ежемесячно автоматическое устройство измеряет расход дополнительной воды, и затем составляется годовой отчет по полученным результатам.

При использовании данных о количестве дополнительной воды на канализационной очистной станции возможно рассчитать *годовой объем сточных вод* без проведения дополнительных замеров:

Специфический годовой расход сточных вод $м^3$/жит.	Дополнительной воды расход %
30 – 50	0 – 25
50 – 60	25 – 33
60 – 80	33 – 50
> 80	> 50

Эти данные достоверны для сточных вод, в составе которых процент промышленных стоков невелик. При расчетах характеристик сточных вод количество промышленно-бытовых сточных вод совместно с чужеродные водами принимают за 100%. Для более точных расчетов расход дополнительной воды должен быть измерен минимум четыре раза в год, в противном случае расчеты будут не верны.

Расход дождевых сточных вод особенно важен для расчетов каналов, трубопроводов, дождеприемников и насосных станций.

Отношение расхода бытовых сточных вод при сухой погоде (Q_s) к расходу дождевых вод (Q_r) может сильно различаться в зависимости от того, идет ли дождь в час максимального расхода бытовых сточных вод или в час среднего/минимального. Например:

Сельский населенный пункт с количеством жителей 3 000 и площадью водосборного бассейна 50 га.

Максимальные расходы: Q_s от 9 до 2 л/с
Q_r от 1500 до 2 500 л/с
Q_s: Q_r = от 1: 100 до 1: 250

Годовые стоки: Q_s от 150 000 до 200 000 $м^3$ / год
Q_r от 100 000 до 200 000 $м^3$ / год
Q_s: Q_r = приблизительно 1: 1

Небольшой город с 30 000 жителями и площадью водосборного бассейна 300 га

Максимальные расходы: Q_s 100 до 150 л/с
Q_r от 12 000 до 20 000 л/с
Q_s: Q_r = от 1: 80 до 1: 200

Годовые стоки: Q_s от 2 до 3 млн. $м^3$ / год
Q_r от 0,7 до 1,5 млн. $м^3$ / год
Q_s: Q_r = приблизительно от 1,3 : 1 до 4: 1

В данном случае преобладает годовой сток при сухой погоде.

2.3 Состав и свойства сточных вод. Количество жителей

При проведении анализа поступающей сточной воды сначала определяют цветность, прозрачность и запах, а затем исследуют физические и химические характеристики пробы. Наиболее важными характеристиками сточных вод являются:

Цвет;
Мутность (прозрачность);
Запах;
Температура;
Взвешенные вещества;
PH;
Растворенные и нерастворимые примеси;
Органические и неорганические (минеральные) вещества;
Загниваемость (стабильность);
Солесодержание;
Ядовитые (токсичные) вещества;
Масла, жиры, горючие, взрывчатые вещества;
Детергенты;
Инфекционные носители;
Результаты исследований по БПК, ХПК, NH_4-N, NO_3-N, $P_{общ}$.

Коммунальные сточные воды имеют, как правило, светло-серый цвет, затхлый запах, низкую прозрачность. Черно-серый цвет и запах сероводорода обычно свидетельствует о наличии гнилостных примесей. Процессы гниения могут проходить в местах отложений осадков в трубопроводах с незначительным уклоном или при большом времени пребывания сточной жидкости в сети. Другие цвета или запахи обусловлены присутствием производственных сточных вод. В зависимости от сезона температура сточных вод колеблется от 10 до 20 °C. Для сравнения: питьевая вода имеет температуру от 8 до 14 °C, а грунтовые воды от 6 до 12 °C.

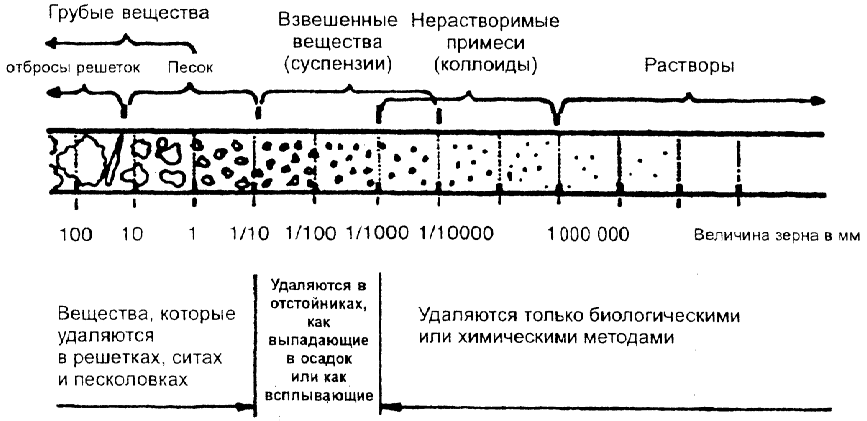


Рисунок 2.2: Размеры загрязнений

Количество взвешенных веществ, находящихся в сточных водах колеблется в зависимости от расхода (см. рис. 2.1.) и может составлять до 20 мл/л. При сильном дожде сточные воды могут содержать большое количество плавающих веществ. Приблизительные размеры загрязнений, которые могут находится в сточных водах приведены на рис. 2.2.

Значение PH (концентрация ионов водорода) бытовых сточных вод составляет 6,5 – 7,5, что определяет реакцию среды как нейтральную. Общая шкала значений pH представлена на рис. 2.3.

Загрязнения бытовых сточных вод на 2/3 состоят из растворенных и коллоидных примесей и на 1/3 из взвешенных или оседающих веществ.

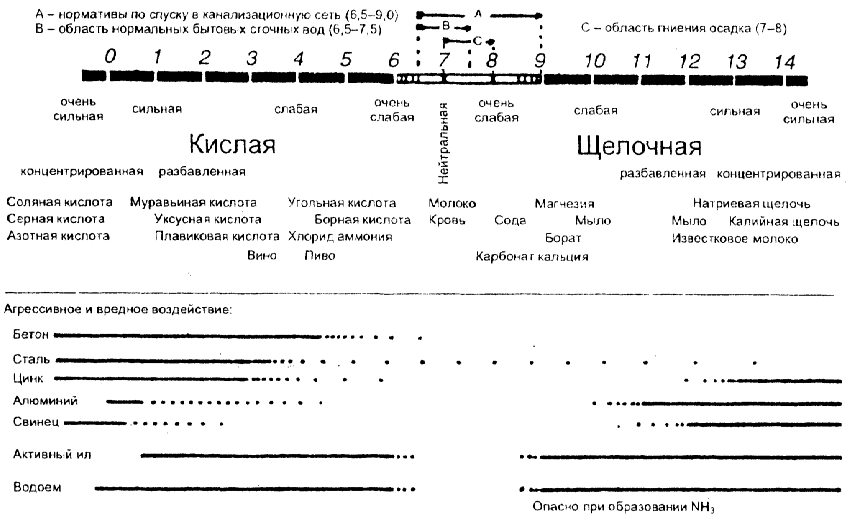


Рисунок 2.3: Шкала значений pH

Хорошо очищенные сточные воды не имеют запаха, не содержат взвешенных веществ и имеют прозрачность минимум 50 см. Иногда может наблюдаться легкое окрашивание из-за присутствия гуминовых кислот. Наличие гуминовых кислот не способствует развитию процессов гниения и pH очищенной сточной жидкости составляет около 7.

В других видах сточных вод колебания качественного состава и её количества выражены сильнее и зависят непосредственно от способа образования стока (например, соотношение бытовой и промышленной составляющих в коммунальных стоках).

Мутность вызывается присутствием в воде нерастворимых примесей в коллоидной форме или в виде суспензии, которые представляют собой мелкодисперсные частицы и довольно сильно уменьшают прозрачность. Происхождение данных частиц может быть неорганическим, например, глина, или органическим, например, бактерии.

Происхождение некоторых видов сточных вод можно определить по запаху, например, сельскохозяйственные сточные воды имеют типичный запах навоза или силоса. Сточные воды пивоварни пахнут дрожжами, а сточные воды молочного завода – сывороткой.

Иногда опасные, вещества, например, токсичные составляющие сточных вод гальванического производства, не во всех случаях имеют отличительную цветность или запах. К ним с ледует отнести также группы веществ с пометкой CKW (хлористые углеводороды, PCB (полихлорит бифенил), AOX (органические галогенсоединения) или аналогичные вещества, имеющие в своем названии слоги Tri, Per и Tetra. Данные вещества являются органическими, растворимыми и сильно токсичными. Многие из них практически невозможно извлечь из воды. AOX введены в таблицу вредных веществ AbwAG. Действие некоторых тяжелых металлов также токсично, однако их вредное воздействие в значительной мере зависит от концентрации в сточной воде.

Соли содержатся в любой природной воде, поэтому присутствуют и в сточных водах. Однако, содержание сульфатов в воде более 300 мг/л действует разрушающе на бетонные поверхности, применяемых для строительства сооружений водоотведения конструкций. Содержание солей в воде может измеряться электрической электропроводностью.

Детергенты поступают в сточные воды с моющими средствами и средствами для полоскания; они способствуют образованию пены в воде. В моющих средствах содержится также значительная часть фосфатов, которые, попадая в водоем, являются питательными компонентами наряду с нитратами.

Многие органические загрязнения, содержащиеся в сточных водах, загнивают при недостатке кислорода. *Загниваемость* и со-ответственно *стабильность* являются важными характеристиками стоков, причем стабильность определяется опытным путём добавления сероводорода и ацетата свинца или метиленового синего. В городских сточных водах метиленовый синий обесцвечивается обычно через несколько часов. Если сточные воды не обесцвечиваются, то это свидетельствует о наличии токсичных веществ.

При исследовании бытовых сточных вод обязательно проводят анализ на наличие *возбудителей болезней* (бактерии, вирусы, паразиты, яйца гельминтов). Остатки этих патогенных микроорганизмов существуют даже в хорошо очищенной сточной воде, если она не продезинфицирована.

Горючие вещества, как, например, бензин, бензол или органические разбавители и т.д. представляют опасность прежде всего в трубопроводах из-за возможности взрыва.

Наиболее важными параметрами для оценки качества неочищенных сточных вод (серых) сточных вод являются

Биохимическая потребность в кислороде (БПК)
Химическая потребность в кислороде (ХПК)
Сумма органического азота аммония (TKN) и фосфор ($P_{общ}$).

$БПК_5$

При определении $БПК_5$ определяется количество кислорода O_2, которое необходимо микроорганизмам при 20 °C в течение 5 дней для потребления органических веществ. Данная характеристика является важной для биологических канализационных очистных сооружений. Определение $БПК_5$ важно как для проведения расчетов, так и для осуществления контроля за работой биологических очистных сооружений, так как показывает динамику снижения содержания органических загрязнений в воде.

В постановлении о сточных водах $БПК_5$ является основной характеристикой для определения класса водоема.

$БПК_5$ коммунальных сточных вод составляет 200 – 400 мг/л. Меньшее значение свидетельствует о слабоконцентрированных сточных водах, что наиболее характерно для крупных городов с большим специфическим расходом воды и более высокой составляющей дополнительной воды. В Германии считается, что от одного человека ежедневно отводится 60 г $БПК_5$.

Органические загрязнения сточных вод промышленных предприятий также определяются значениями $БПК_5$. Если значение $БПК_5$ разделить на 60 (при измерении после предварительной очистки на 40) – количество $БПК_5$ на одного жителя, то получится количество загрязнений соответствующее эквивалентному числу жителей (EGW).

В пересчете на EGW в сточные воды в среднем поступают следующее количество органических загрязнений при произ-водстве продуктов:

2 – 5 кг	Мясные и колбасные изделия	1 – 2 л Картоф. спирт
1 – 2 кг	Масло	3 – 20 л Пиво
4 – 22 кг	Сыр	0,2 – 0,3 кг Целлюлоза
0,5 – 2 кг	Рыбные консервы	1 – 5 кг Бумага
2 кг	Овощные и фруктовые консервы	1 кг мыло

1 EGW спускает в канализацию от 0,5 л цельного молока или при мойке 1 – 5 кг загрязнений.

Сумма общего числа жителей (EZ) и эквивалентного числа жителей (EGW) дает в итоге **количество жителей (EW)**, требуемое например, **для расчета и строительства канализационных очи-стных станций**.

ХПК

ХПК характеризует потребность кислорода O_2 для окислении трудноокисляемых загрязнений. Для городских сточных ХПК равно 400 – 600 мг/л и соответственно ежедневно на одного жителя приходится 120 г.

NH_4-N

Содержание азота аммония (NH_4-N) в коммунальных сточных водах зависит от наличия дополнительной воды, видов промышленных сточных вод и степени преобразования органического N в NH_4-N в канализационной сети и ориентировочно составляет 20 – 50 мг/л. В пересчете на одного жителя приходится 11 г/сут общего азота – общ N. При окислении NH_4-N в нитраты расходуется примерно в четыре раза больше кислорода, чем при окислении углеродистых соединений при постоянной температуре и pH. Азот аммония по своим характеристикам аналогичен аммиаку (NH_3-N). Если повышается концентрация NH_4-N, то повышаются и значения NH_3-N. При более высоких температурах воды и значениях pH концентрация аммиака в воде водоема может повыситься, что может оказаться токсичным для рыб.

TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) – это сумма всех соединений, содержащих азот, т.е. азота аммония и органического азота. Окисленный азот при этом не учитывается; нитриты и нитраты в бытовых сточных водах, как правило не присутствуют. Значение TKN, измеренное на входе на канализационные очистные сооружения имеет значение как эксплуатационный показатель. Так как только в процессе очистки сточных вод (в анаэробной среде) преобладающая часть органического азота превращается в азот аммония. Без органической части азота невозможен расчет баланса азота для выяснения качества работы очистных сооружений.

$P_{общ}$

Концентрация фосфора в сточных водах в течение последних лет заметно уменьшилась и составляет на сегодняшний день около 8 – 12,5 мг/л. В расчете на одного жителя 1,8 г/сут $P_{общ}$. Такое заметное уменьшение содержания фосфатов в сточной воде связано прежде всего с изменением технологии изготовления моющих средств.

Фосфор наряду с азотом нитратов принадлежит к питательным веществам для растений и водорослей. Поэтому эти компоненты способствуют процессам эвтрофикации водоемов.

Вышеуказанные замечания относятся в первую очередь к неочищенным сточным водам сточным водам. Конечно, существует тесная связь между качеством неочищенных стоков и качеством очищенных. Для описания этой связи существуют определенные закономерности.

Для всех населенных пунктов в дополнении 1 AbwV в зависимости от размера канализационных очистных станций установлены жесткие значения для $БПК_5$, ХПК, NH_4-N, $N_{общ}$ и $P_{общ}$.

„$N_{общ}$" является суммой результатов измерения NH_4-N, NO_3-N и NO_2-N без учета органического азота. Количество соединения азота необходимо определять одновременно в одной и той же пробе. Именно предел значения $N_{общ}$ устанавливается требованиями AbwV или в AbwAG.

Необходимо различать сумму органического и неорганического азота „общ N" и сумму неорганического азота „$N_{общ}$". Данное различие особенно важно для поступающей на очистные сооружения сточной воды, так как содержание органической части в этом случае может быть довольно высоким.

Так как на сегодняшний день углерод (органическое вещество) на канализационных очистных станциях удаляется достаточно глубоко, то особое внимание следует уделять питательным веществам – азоту и фосфору. Необходимые требования к содержанию данных компонентов в воде установлены в § 7a WHG, в AbwAG.

3. Отведение сточных вод

3.1 Задачи водоотведения

Основной задачей канализационных сооружений является отведение коммунальных сточных вод (бытовых и производственных), а также дождевых сточных вод (дождевых и талых) без причинения какого-либо вреда человеку и природе. Трубопроводы могут хорошо выполнять данную задачу при условии их постоянного осмотра и своевременного ремонта. Так как строительство трубопроводов требует больших капиталовложений, то для экономии средств необходимо постоянно поддерживать трубопроводы в хорошем состоянии и осуществлять их технический контроль с помощью современных приборов. Трубопроводы должны быть герметичными и не иметь протечек, при этом вода может свободно протекать по сечению трубопровода. Необходимо обращать внимание на то, что определенные вещества нельзя сбрасывать в канализационные в трубопроводы. В частности, это – строительные материалы и компоненты, которые мешают процессам очистки сточных вод, причиняют вред водоемам и жизни человека. Существующие запреты на спуск этих веществ в канализацию изложены в уставе водоотведения.

3.2 Способы смешения и разделения

Если производственно-бытовые сточные воды отводятся совместно с дождевыми водами по одному трубопроводу, то происходит смешение сточных вод. Для характеристики применяемых систем водоотведения введены понятия общесплавной и раздельной канализации. В раздельной системе канализации (водоотведения) производственно-бытовые и дождевые сточные отводятся по двум раздельным трубопроводам (в двух системах). Такое разделение начинается с самых первых безрасчетных участков, где дождевые воды собираются в трубопровод и отводятся в коллектор дождевой канализации, а коммунальные стоки собираются в отдельные канализационные трубопроводы и отводятся в коллектор производственно-бытовой канализационной сети.

В населенных пунктах могут использовать различные виды систем водоотведения. Существуют города, в которых в одном

районе принята общесплавная система водоотведения, а в другом – раздельная. При этом особую опасность представляют случаи переполнения трубопроводов в местах соединения двух систем.

Для того, чтобы коллекторы общесплавной системы канализации при большом расходе дождевых вод не переполнялись, устраивают специальные места для разгрузки дождевых вод. Это могут быть ливнеспуски или дождеприемники.

Существующие принципы водоотведения в последнее время дополняются новыми рекомендациями по планированию, расширению и санации трубопроводов *современных* общесплавных и раздельных систем для того, чтобы они удовлетворяли экологическим и экономическим требованиям.

В современных системах дождевые воды *обрабатываются* или *не обрабатываются* на в канализационных очистных станциях. Неочищенная дождевая вода пари этом может быть использована на какие-то нужды или направлена в водоем без очистки.

В последнее время все большее распространение получает метод поглощения грунтами дождевых вод, Если дождевая вода впитывается в грунт там же где и выпадает, говорят о децентрализованном поглощении, если она собрается и отводится в специальное место, то такой процесс называется централизованным.

С поглощением грунтом дождевых вод восстанавливаются природный круговорот воды и не нарушается экологическое равновесие, нарушенное вследствие освоения площадей.

3.3 Устройство водоотведения застроенного земельного участок

Система водоотведения застроенного земельного участка включает в себя сбор и отвод коммунальных и дождевых стоков (рис. 3.1.) Для расчета, строительства и комментариев к ним в 1986 году принят германский промышленный стандарт – DIN 1986.

Основными понятиями являются:

– *Домовый выпуск*, в грунте – трубопровод, уложенный под зданием до соединения с дворовой канализационной сетью

- *Стояк* – вертикально расположенный трубопровод в пределах здания для сбора сточных вод, имеющий свободный выход на крышу для осуществления вентиляции
- *Дворовая канализационная сеть* – трубопроводы, соединяющие контрольный колодец, который устраивается на границе дворового участка и канализационный коллектор.

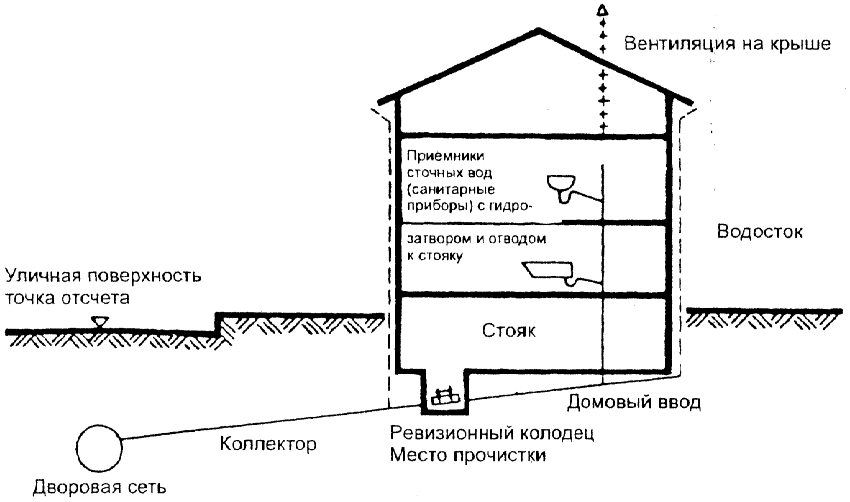


Рисунок 3.1: Изображение канализования земельного участка

Все трубопроводы должны быть герметичны и защищены от промерзания. Материалы, использующиеся для водоотведения должны иметь контрольное клеймо, свидетельствующее об их стандартизации. Выход газов из сети обязательно должен предотвращаться сифонными затворами или гидрозатворами. При прокладке водоотводящих сетей внутри домов необходимо учитывать соотношение строительных высот уличного покрытия, расположения санитарных приборов и подвалов для предотвращения затопления помещений в случае возникновения подпора в канализационной сети. Для этой же цели на каждом стояке необходимо установка канализационной задвижки (DIN 1997).

Если застроенный земельный участок не присоединен к канализационной сети с очистными сооружениями, то сточные воды

должны обрабатываться на малых очистных сооружениях (германский промышленный стандарт – DIN 4261). Малые очистные сооружения должны регулярно опорожняться ассенизационными машинами, которые вывозят образовавшийся фекальный осадок на центральные очистные сооружения для обработки.

Сведения по эксплуатации малых очистных сооружений можно найти в книге „Эксплуатация и техническое обслуживание малых очистных сооружений" [5]. Малые очистные сооружения иногда могут быть установлены из-за экономических соображений, Например, нецелесообразности устройства канализационной сети. В неблагоприятных случаях возможно устройство напорных канализационных сетей для подачи сточных вод с более низко расположенных коллекторов в более высокорасположенные.

На участках, где сточные воды которых могут содержать нефтепродукты и другие плавающие вещества, например, бензин, масло, смазочный материал (жир), перед спуском их в городскую кана-лизационную сеть необходимо устанавливать специальные уста-новки – отделители для легких жидкостей, например, бензиноуловители (DIN 1999), жироуловители (DIN 1940 – 43). При этом данное оборудование должно регулярно контролироваться и опорожняться от собранных примесей.

3.4 Расчет трубопроводов

Трубопроводы обычно устраивают в соответствии с естественным уклоном и рассчитывают из уравнения непрерывности неразрывности потока

$$Q = v \times A \text{ и соответственно } A = Q : v$$

Где

Q = расход в $м^3/с$
v = скорость течения в м/с
A = смоченный диаметр поперечного сечения в $м^2$

Поперечное сечение трубы A определяют исходя из расхода сточ-ных вод и скорости течения.

Расход для коллектора общесплавной системы канализации опре-деляют по формуле

$$Q = Q_s + Q_f + Q_r = Q_t + Q_r,$$

Причем Q_r является определяющим параметром.

Для раздельной системы водоотведения расход для трубопровода бытовой канализации определяют

$$Q = 2\,Q_t$$

а для коллектора дождевой канализации

$$Q = Q_r$$

Скорость течения **V** зависит от уклона, шероховатости стенок и формы поперечного сечения трубопровода. Выполнение точных расчетов по гидравлическим формулам достаточно сложны; поэтому для расчета часто используют таблицы. В зависимости от шероховатости могут подбираться трубопроводы с определенной формой поперечного сечения, с разными размерами поперечных сечений при полных или неполных наполнениях и для определенных уклонов с соответствующим расходом и требуемой скоростью течения.

Чтобы предотвратить выпадение осадков в трубопроводе, *минимальная скорость* течения жидкости принимают не менее 0,5 м/с. С другой стороны, предельная скорость потока при полном наполнении из условия неразрушения трубопровода грубыми отбросами не должна превышать 6–8 м/с.

Скорость течения жидкости зависит от уклона трубопровода. Чем больше уклон, тем больше скорость течения и тем меньше должно быть поперечное сечение трубопровода. Уклон J рассчитывается как отношение разности высот к длине или дается в ‰.

Простая эмпирическая формула для круглых сечений, которая учитывает краевые потоки выглядит следующим образом:

J = 1: DN (**в мм**) для минимальной скорости и

J = 1: DN (**в см**) для максимальной скорости
(DN = номинальный внутренний диаметр).

Например, трубопровод с DN 200 должен иметь минимальный уклон 1 : 200 = 5‰. Это составит 1 м разности высот на 200 м длины. Максимальный уклон для данного трубопровода – 1 : 20 = 50‰.

Расчет канализационных сетей требует довольно большого количества математических действий и составления подробных таблиц, поэтому в последнее время такие расчеты производят с помощью компьютерных программ с электронной обработкой данных.

3.5 Материал труб и формы поперечного сечения коллекторов

Для *устройства трубопроводов* применяют:

- Керамические трубы, соединяемые при помощи муфт
- Бетонные трубы
- Железобетонные трубы
- Трубы из цементного волокна; (ранее асбестоцементные трубы)
- Пластмассовые трубы
- Стальные трубы или чугунные трубы, например, для напорных водоводов и дюкеров
- Из монолитного бетона, для устройства каналов.

Некоторые трубопроводы облицовываются изнутри глиной, клинкерной массой, цементным раствором или покрываются пластмассой. На старых канализационных сетях встречаются коллектора сложенные из камня (кирпича или булыжника).

Особое внимание следует уделять уплотнению стыковых соединений труб. Раньше стыки труб заделывались просмоленной прядью и заливались горячей заливочной мастикой. В зависимости от способа соединения трубопроводов современные уплотнения представляют собой уплотнительные кольца, торцевые уплотнения или твердые уплотняющие средства, по форме поперечного сечения и в зависимости от материала трубы. Эти уплотнения должны иметь контрольное клеймо института строительной техники в Берлине, свидетельствующее о требуемом качестве.

Основными требованиями при испытаниях являются:

- Водонепроницаемость
- Прочность
- Эластичность стыков при небольших перемещениях труб
- Усталостная прочность.

Состав и свойства сточных вод могут оказывать определенное влияние на материал трубопроводов. Особо важными из них являются температура и pH. Так как высокие температуры сточных вод, например, могут повредить места уплотнения труб или их стыков, поэтому температура стоков при спуске в канализацию должна быть не более 35 °C. Кислые сточные воды с pH менее 6 разрушают цементсодержащие трубопроводы и колодцы.

Наиболее частыми формами поперечных сечений трубопроводов являются круглая и яйцевидная. Трубопроводы с круглым

сече-нием могут иметь диаметр от DN 100 до DN 3000 (цифра указывает номинальный внутренний диаметр в мм). Яйцевидные сечения имеют отношение ширины к высоте 2:3 и бывают следующие: 600/1050 до 1600/2400. При этом данный трубопровод укладывается острой стороной вниз для того, чтобы создавать большую высоту потока даже при небольшом расходе сточных вод. Кроме пере-численных выше существует еще ряд других форм поперечных сечений, которые либо применялись ранее, либо используются только в особых случаях, например, сжатые или вытянутые сечения, лотковые сечения и др.

3.6 Колодцы, уличные дождеприемники

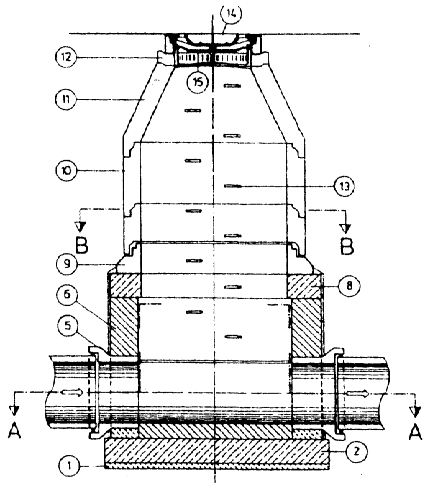
Все трубопроводы должны быть доступны для технического осмо-тра и содержания их в исправности. Поэтому на всех канализационных сетях через определенные интервалы устаривают смотровые колодцы (рис. 3.2). Такие колодцы одновременно выполняют функцию приточно-вытяжной вентиляции. Колодцы располагают в местах изменения направления течения, смене диаметра или уклона, а также в месте подсоединения боковых веток. На прямых участках канализационной сети расстояния между колодцами составляют 50–100 м.

Для строительства колодцев используются преимущественно железобетонные кольца, монолитный бетон или кирпичные кладки. Дно колодца устраивается в виде лотка, который соответствует нижней части сечения трубопровода или коллектора. Таким образом, обеспечивается непрерывность потока и предотвращается выпадение осадков даже при небольшом расходе сточных вод.

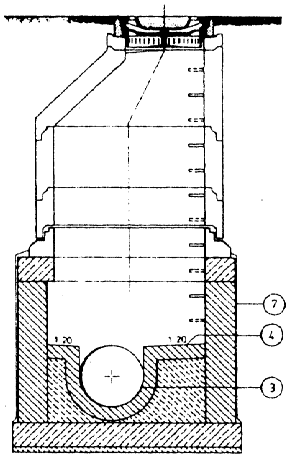
Внутренний диаметр колодца составляет 1 м, при этом диаметр верха колодца и верхней защитной крышки должен быть минимум 610 мм. Брызговики на крышках люков (рис. 3.3) защищают трубо-провод от попадания в него грубых загрязнений, которые могут препятствовать хорошей работе вентиляционной системы.

Внутри колодца на стенах его должны быть установлены ходовые скобы или подножками в виде скобы для установки лестницы для спуска в колодец (рис. 3.4).

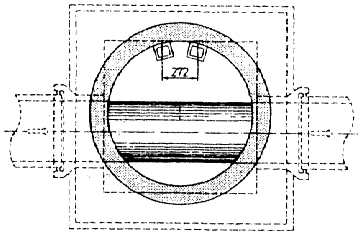
Ходовые скобы или подножки в виде скобы расположены с определенным интервалом для удобного спуска в колодец (рассто-



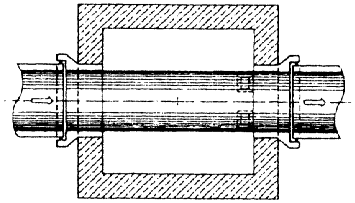
Разрез С-С



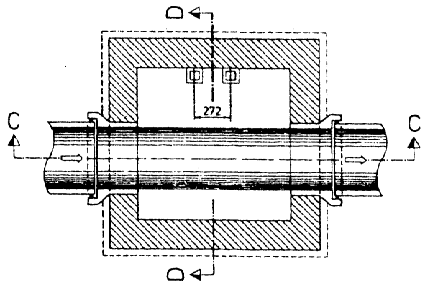
Разрез Д-Д



Разрез Б-Б



Вариант разреза А-А



Разрез А-А

Лист строительных материалов		
N	Название	Сокращение DIN
1	Чистота слоя	B5 DIN 1045
2	Дно	B25 DIN 1045
3	Лоток	Исполнение см. лист N 11
4	Выход	
5	Соединение	
6	Стены (бетон, каменная кладка)	
7	Наружная отделка, включая защиту	
8	Плоскость прохода	B 25 DIN 1045
9	Нижняя опора	
10	Колодезное кольцо	SR-M DIN 4034
11	Колодезный выход	SR-M DIN 4034
12	Фундамент кольца	AR-V DIN 4034
13	Лестница	
14	Крышка колодца	Соотв. DIN 1229
15	Брызговик	Соотв. DIN 1229

Рисунок 3.2: Колодец DN 500: прямоугольная нижняя часть с акладными кольцами

яние между скобами 25 см). Ходовые скобы смещены друг относительно друга, а подножки располагаются в один ряд. Ходовые скобы изготавливаются из чугуна, а подножки из алюминия с изоляцией из пластмассы в соответствии с существующими видами форм и размеров. Первая ступень устанавливается, как правило, на расстоянии 50 см от верха колодца.

Полностью исправное состояние лестницы крайне важно для надежности работы персонала предприятия. Обнаруженные при техническом осмотре какие-либо дефекты лестницы должны быть устранены в наиболее короткие сроки. Наиболее типичными дефектами в колодцах являются следующие:

- Ходовые скобы повреждены коррозией
- Ходовые скобы сломаны
- Ходовые скобы или подножки ослаблены
- Интервалы между скобами не равные
- Лестница построена не снизу вверх
- Слишком низко находится первая скоба
- Лестница слишком длинна и не имеет страховочного предохранителя
- Лестница заканчивается не на дне колодца
- Лестница не перпендикулярна.

Лестница должна быть устроена таким образом, чтобы спускаться по ней можно было в «слепую».

Покрытия колодцев и *дождеприемников*, а также *лестницы* должны регулярно очищаться от грязи. При наличии крышек необходимо особо тщательно очищать брызговики.

Покрытия колодцев должны иметь хорошие поддерживающие опоры для того, чтобы по возможности лежать в плоскости уличного покрытия и не издавать стука при проезде по ним автотранспорта. Поэтому при техническом осмотре колодца необходимо обращать особое внимание на регулировку опор покрытия. Для борьбы со стуком возможно использование смягчающих прокладок. Но, прежде всего, опорная поверхность должна содержаться в чистоте.

Присоединения дворовых сетей и уличные дождеприемники располагаются, как правило, вне колодцев. Как присоединения, так устройство и колодцев на сети должны удовлетворять существующим требованиям, в частности, в области уплотнения сты-

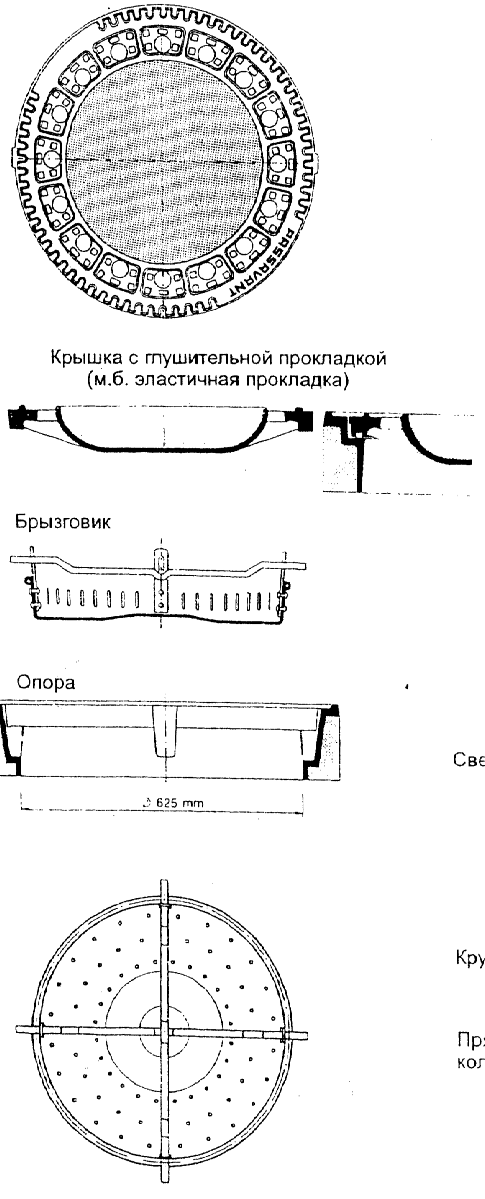


Рисунок 3.3: Люки с крышкой и брызговиками

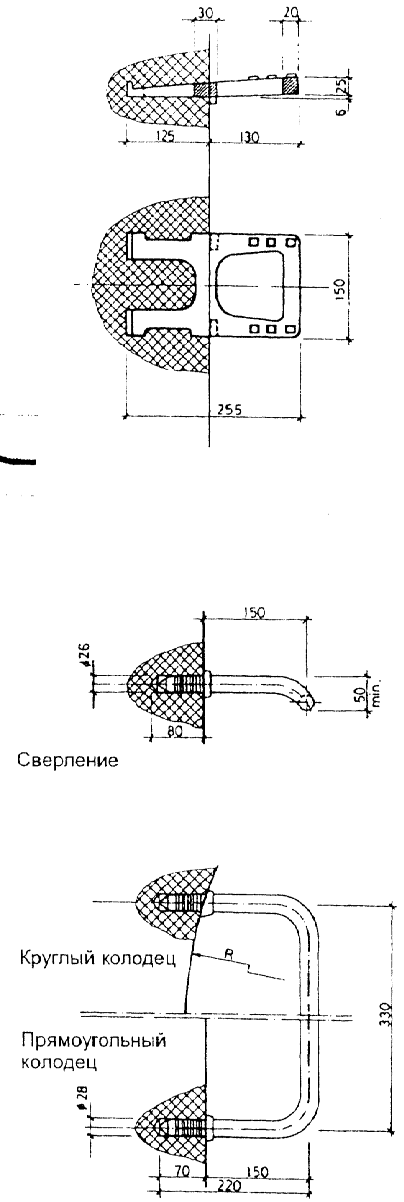


Рисунок 3.4: Ходовые скобы и подножка в виде скобы

ковых соединений труб. Соединительные устройства ни в коем случае не должны выступать в проточную часть в трубопроводе, так как это затрудняет процессы водоотведения.

Уличные дождеприемники (Рис. 3.5) могут быть с шламосборником или без него. Они располагаются в местах сбора дождевых вод с улиц и площадей и осуществляют отвод этих стоков в коллектор. При наличии в дождевых водах большого количества песка и других крупных загрязнений в дождеприемниках иногда устраивают песколовки. Уличные дождеприемники изготавливают из чугуна, бетона или комбинированными из двух материалов. Дождеприемники необходимо чистить по меньшей мере раз в год. Для облегчения очистки с применением минимального ручного труда используют специальные всасывающие транспортные средства с грузоподъемным оборудованием.

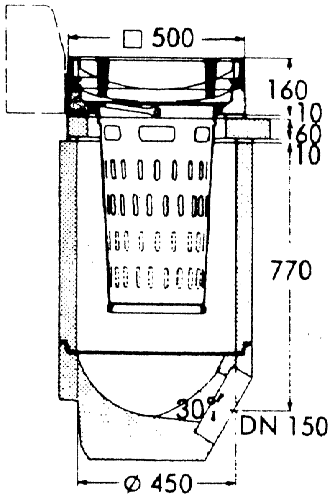


Рисунок 3.5: Уличный дождеприемник с удлиненной решёткой

3.7 Специальные устройства на водоотводящих сетях

Ливнеспуски и дождеприёмники

В общесплавных системах канализации для разгрузки трубопроводов при максимальном дожде на канализационной сети устраивают ливнеспуски и дождеприёмники. Они принимают пото-ки дождевых вод, которые превышают расчётный расход и отводят их в водоем. Таким образом, коллекторы и трубопроводизационные очистные станции защищаются от гидравлической перегрузки или переполнения.

Для таких сооружений используют следующие сокращения:

Ливнеспуски и дождеприёмники	RЬ
Дождеприемники	RB
Камеры ливнеспуска	RЬB
Разделительные камеры	RRB
Отстойники для дождевых вод	RKB
Улавливающие камеры	FB
Проточные камеры	DB
Проточные очистные сооружения	KЬ
Усредняющие камеры	BЬ

В ливнеспуске (Рис. 3.6) предусмотрен порог перепуска сточных вод (односторонний или двухсторонний), который затопляется, если высота потока воды в трубопроводе превосходит установленную границу. Это соответствует стоку при, так называемой, критической интенсивности дождя по расходу(Q_{rkrit}). Как правило rkrit наблюдается при стоке 15 л/(с х га). Нарушение порога перепуска происходит от 5 до 20 раз в год.

Дождеприемники служат той же цели, что и ливнеспуски. Однако, за счет процессов седиментации они осуществляют очистку сточных вод от взвешенных веществ и направляют в водоем не сильно загрязненные стоки. По принципу дождеприемника работают: камера ливнеспуска (RЬB), разделительные камеры (RRB) и отстойники для дождевых вод (RKB). Некоторые емкости, устраиваемые иногда на коллекторах, также могут эксплуатироваться как камеры ливнеспуска. Камеры ливнеспуска отличаются от улавливающих камер (FB) (Рис. 3.7) и проточных камер (DB). Улавливающие камеры принимают самый грязный сток во время дождя или сток от небольшого дождя.

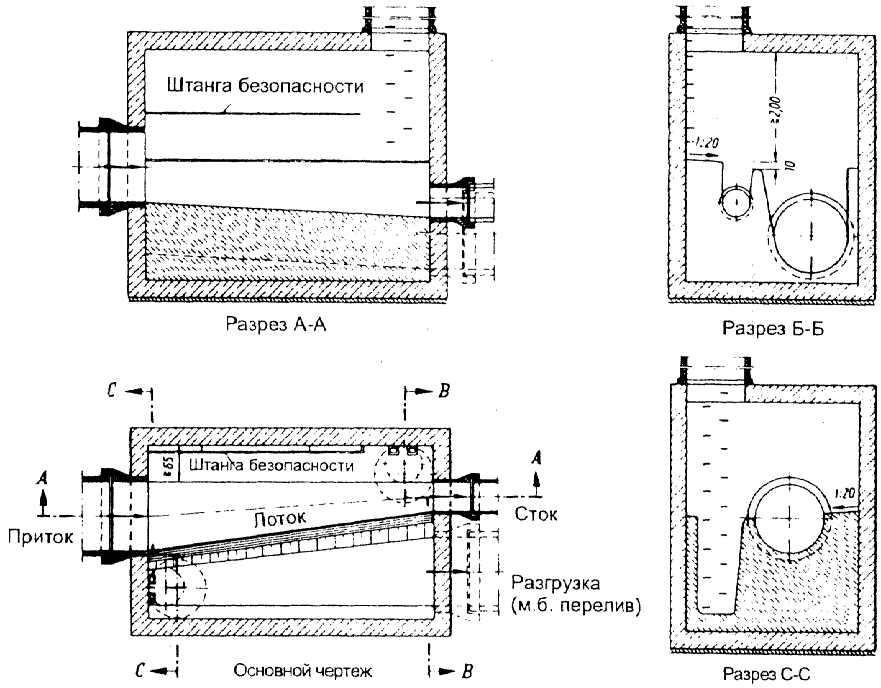


Рисунок 3.6: Ливнеспуск с односторонним порогом перепуска

Улавливающие камеры имеют собственный регулирующийся выпуск в водоем и после наполнения не работают на проток. Аналогичным образом работают и усредняющие камеры (BЬ), которые имеют больший объем, чем улавливающие камеры. Поэтому улавливающие камеры располагают для сбора дождевых вод в небольших водосборных бассейнах, а усредняющие камеры в более крупных. Проточные камеры наполняются при потоке дождевых вод и далее работают на проток. В конце камеры находятся очистные сооружения (КЬ), и, таким образом камера работает как отстойник. Для сбора и перепуска больших потоков дождевых сточных вод, которые незначительно загрязнены, могут быть построены комбинированные сооружения.

Наполнение камер (FB и DB) управляется дроссельным оборудованием, например, насосом, дроссельной задвижкой, дроссельной поплавковой заслонкой, и другими регулирующими устройствами.

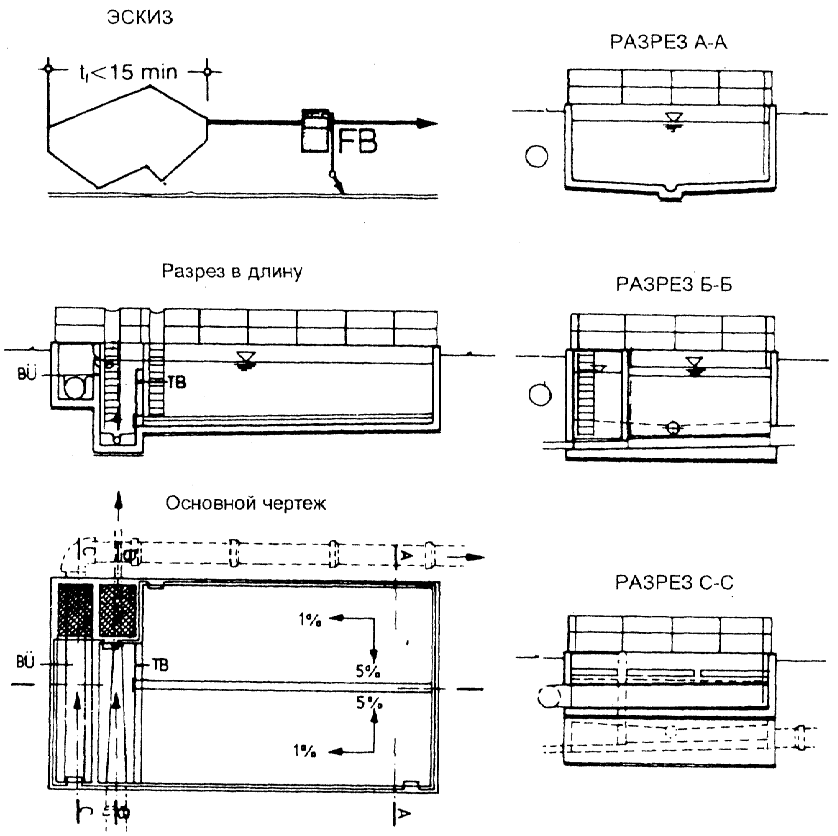


Рисунок 3.7: Улавливающая камера

Для очистки дождеприемников существуют автоматические устройства. Процесс очистки с помощью таких устройств связан с большими потоками промывной воды, что приводит к резкому увеличению гидравлической нагрузки на небольшие очистные сооружения, если они расположены недалеко. Большое количество песка и грязи может привести к нарушениям нормальной работы сооружений. Поэтому таких залповых сбросов необходимо избегать посредством регулирования отвода промывных вод, например, колебательными мешалками. Они нуждаются в меньшем количестве энергии по сравнению со струйными насосами.

Содержимое некоторых дождеприемников возможно отводить на установленные на коллекторах очистные станции. Ливнеспуски RÜ и камеры ливнеспусков RÜB рассчитывают в соответствии с операционной картой ATV–DVWK рабочий лист 128 «Основы расчета и построения сооружений для приема дождевых сточных вод в коллекторах общесплавной системы канализации» [4].

Как правило, с гектара застроенной площади собирается 15–25 м^3 объема дождевых вод. Меньшая цифра относится к среднему загрязнению регионах с небольшим количеством осадков, большая – сильному загрязнению в регионах большим количеством осадков.

Регулирующие камеры строятся в том случае, если поблизости нет водоема. Они предотвращают спуск большого расхода дождевых вод при максимальной интенсивности дождя напрямую в коллектора, так как аккумулируют часть дождевого стока и позднее отводят в примыкающий трубопровод. Регулирующие камеры имеют, как правило, перепуск, который при необходимости используется не чаще, чем раз в год.

Отстойники для дождевых вод устраивают только при наличии раздельной системы канализации. Если это удовлетворяет существующим требованиям, дождевой сток собирается в отстойник и механически очищается перед спуском в водоем. Осадок из таких отстойников вывозится после сбора на обработку на очистные сооружения или удаляется на свалки.

Контроль технического состояния дождеприемников

Контроль технического состояния дождеприемников дождеприемников основные задачи:

- Оценку строительных конструкций, надежности эксплуатации и исправного состояния,
- Оценку воздействий преимущественно вредных веществ на окружающие водоемы.

Несколько федеральных земель разработали минимальные требования по наблюдению за сооружениями по сбору и очистке дождевых сточных вод определенными постановлениями (например, функциональный контроль с помощью машинного оборудования минимум раз в месяц и после каждого дождя).

Для содержания в исправности сооружений по сбору и очистке дождевых вод необходимо выполнять следующие мероприятия:

- Установить вид и объем осадков дождевых вод и своевременно их удалять,
- Производить своевременную промывку, возможно автоматическую, сооружений; при необходимости очищать емкости и люки,
- Проверять состояние дросселей,
- Проверять ходовую часть шиберов, клапанов, замков и приводов,
- Осматривать насосы, осуществлять ежемесячный пробный пуск резервных насосов или перевод их из резерва на активный режим,
- Защитные покрытия и строительные части проверять один раз в полгода, контролировать работу приточно-вытяжной вентиляции; принудительных воздушных клапанов; обращать вни-мание на образование конденсата,
- Проверять освещение,
- Контролировать работу измерительных приборов.

Под терминами «проверка» и «контроль» в данном контексте понимается выполнение всех требований руководства по эксплуатации и служебной инструкции по предписанным видам деятельности; прежде всего это касается смазочно-заправочных работ и ведение контрольного журнала технического состояния измерительных приборов.

Как правило, при ведении журнала хватает показанных на рис. 3.8 пунктов.

Оценка состояния

Для оценки эффективности работы ливнеспуска достаточно сведений, отмеченных в приведенной выше форме. Замеры величины наполнения сооружения и высоты перепуска осуществляют спе-циальной водомерной рейкой или другим измерительным прибором. На белой поле рейки после замера уровня воды могут оставаться загрязнения, которые впоследствии будут мешать считыванию отметок. Поэтому после каждого использования ее необходимо тщательно промыть.

Записи наблюдений за ливнеспусками

Указания по заполнению смотри на обороте

Обозначение ливнеспуска: Untere Brücke (offenes Durchlaufbett) / Obere Brücke (abgedecktes Bauwerk)

1	Год 2001	Месяц	Juli			Juli		
2		День	Do 6.	Fr 7.	Di 18.	Do 6.	Fr 7.	Di 18.
3		Время	9-10^{00}	8-12^{00}	8^{00}	10-11^{00}	13-16^{00}	9^{00}
Оценка состояния								
4	Количество осадков		5.7 — 7.7.		17.7.	5.7 — 7.7.		17.7.
5	Наполнение	в м	Überlauf		2	1.80	1.80	1.30
6	Продолж. использования	в ч	24	6	5	24	6	4
7	Высота потока в см	ВÜ	2	—	—	3	—	—
8		КÜ	10	2	—			
9	Время протока	в ч ВÜ	12	—	—	15	—	—
10		КÜ	18	6	—			
11	Сброс в водоем	в м³/с						
12		м³	15000	3000	—	10000	—	—
13						Lehmfrüh		
14								
Функциональная надежность и уход								
15	Количество и Вид осадков			15 cm Schlamm	3cm Schlamm		10 cm Schlamm	1 cm Schlamm
16	Оборудование для промывки:	проверено		x				
17		отремонтировано		x	x	Heizungsrohr	Absetzgefäß	
18		осмотрено		x				
19	Дроссельное оборудование:	проверено	= Pumpe				x	x
20		осмотрено					x	x
21	Шибера, клапаны, приводы	проверено		x			x	
22		осмотрено		x			x	
23	Состояние счетчиков		2468	2492	2497			
24	Насосы:	проверены		x				
25		осmотрены		x				
26	Вентиляция проверена						x	
27	Освещение проверено						x	
28	Внешний вид проверен							
29	Измерительные приборы:	проверены		x			keine vorh.	
30		осмотрены		x				
31	Строительные конструкции проверены							
32	Затраченного рабочего времени:		1	4	1	1	4	1
33	Наблюдение проводил: (обозначается инициалами)							

Рисунок 3.8: Записи наблюдений за ливнеспусками

Собранные в процессе эксплуатации записи наблюдений за работой ливнеспусков и других сооружений в конце года подшиваются к годовому отчету о работе канализационной сети, как это предписывают законодательства федеральных земель.

Работу важных для нормальной работы водохозяйственного комплекса ливнеспусков необходимо контролировать и оценивать непрерывно.

При этом следует отмечать:
- Время, частота и продолжительность подпора,
- Время, частота и продолжительность разгрузки
- В верхних точках: количество собранной и разгруженной воды.

Характеристики подпора и разгрузки ливнеспусков устанавливаются относительно просто с помощью сенсорных датчиков. Чаще всего применяют датчики давления или ультразвуковые сенсоры (эхолоты). Датчики давления являются экономически целесообразными, чем эхолоты, так как они потребляют незначительное количество электрического тока, и могут работать в режиме питания от аккумуляторной батареи без дополнительного электроснабжения. При установке датчиков необходимо учитывать размеры и особенности сооружения, например, несколько камер, образование порога и его длину. Кроме того, датчики не дол-жны повреждаться оборудованием, используемым для очистки ливнеспуска.

Избыточный расход воды может оцениваться посредством измеренного уровня воды на пороге ливнеспуска, если приблизительно известно время прохождения через него. Наибольшие неточности при выяснении расхода возникают при технически неправильном устройстве порога. Конструктивное оформление порога, его длина и сам водослив значительно влияют на точность результатов по определению расхода. Поэтому наиболее точный результат дает статистический анализ сопоставления большого количества расходов, рассчитанный за длительный период времени (лет).

Оценка воздействий необходима также на дне водоема в том месте, куда происходит сброс дождевой сточной воды. По истечении периода года, с наибольшим количеством атмосферных осадков и при большом количестве загрязнений, попадающих из ливнеспусков в водоем, необходима более частая промывка канализационных трубопроводов и сооружений.

При помощи автоматических записывающих и анализирующих устройств данные о работе ливнеспусков могут передаваться в центр, например, на канализационные очистные станции.

Сооружения выпусков

В местах, где сточная жидкость выпускается в водоем из канализации или канализационных очистных станций, предусматривается устройство специальных *выпусков*. Их необходимо устраивать таким образом, чтобы при выпуске большого количества сточных вод дно и берег водоема не подвергались разрушению или загрязнению. Иногда при больших выпусках в водоеме устраивают заградительные решетки с крупными отверстиями; это делается для того, чтобы посторонние лица, в частности дети, не попадали в места сброса сточных вод. В период паводков выпуски оборудованы автоматической задвижкой для предотвращения затопления очистных сооружений и канализационных сетей.

Дюкер

Иногда трубопроводы должны пересекать улицы или водоемы и при этом располагаться глубже, чем пересекаемые ими препятствие. Такие пересечения устраивают посредством *дюкера*. Сточные воды из коллектора попадают сначала в верхнюю камеру дюкера. Затем под определенным уклоном сточные воды по дюкеру попадают в нижнюю камеру. В трубопроводе дюкера движение воды может быть, как самотечным, так и напорным под гравитационным давлением. Поэтому при устройстве дюкеров очень важно обращать внимание на разность отметок верхней и нижней камер. Такие сооружения подвержены довольно частым повреждениям и поэтому при эксплуатации дюкеров необходимо проведение постоянного технического контроля.

3.8 Насосные станции

При особых топографических условиях, например, если коллектора оказываются слишком заглубленными, устраивают насосные станции. В зависимости от требований применяют разные виды насосов и насосных станций; для напора около 7 м предпочтительны шнековые насосы или шнековые подъемники (рис. 3.9), так как они достаточно надежны, не требуют особого ухода и мало подвержены повреждениям.

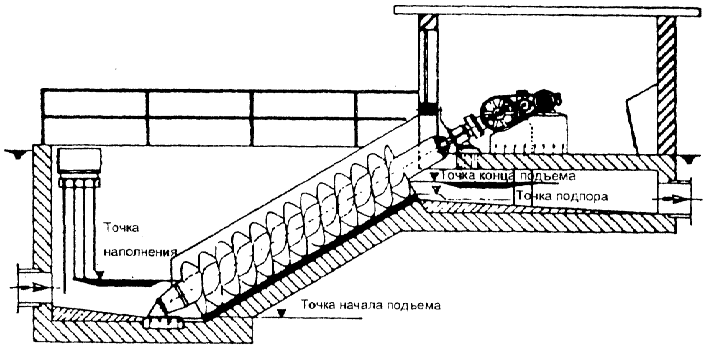


Рисунок 3.9: Разрез шнекового насоса

Между точкой начала и точкой конца подъема жидкости в постоянном режиме работает шнековый подъёмник, поэтому количество транспортируемого материала постоянно, вследствие этого невозможно возникновение гидравлического удара.

Для создания большого напора устраивают насосные станции с центробежными насосами. В насосных станциях небольшой производительности насосы устанавливают так называемым «мокрым» способом, а при большой производительности – «сухим» способом. При установке насоса «мокрым» способом, он устанавливается непосредственно в камере всасывания (Рис. 3.11). При «сухой» установке он располагается вне камеры всасывания (Рис. 3.10).

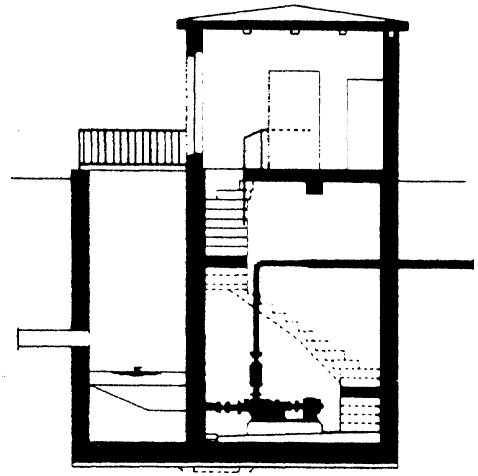


Рисунок 3.10: Горизонтальный насос, «сухая» установка

В зависимости от вида сточных вод в насосах могут использоваться различные формы рабочего колеса. Зачастую применяют срезку рабочего колеса из-за его большого напора и расхода, это повышает надежность напорных трубопроводов и конструкций и обеспечивает долговечность и эксплуатационную надежность. До и после насоса монтируют шиберы для возможности отключения насоса и проведения ремонтных работ. На напорном патрубке насоса устанавливается обратный клапан, который предотвращает обратный поток жидкости при остановке насосов.

Для перекачивания небольших расходов жидкости устраивают различные насосные станции особых форм с применением специальных насосов (например, рис. 3.11).

Погружные насосы образуют моноблок из гидравлической части (рабочее колесо с корпусом насоса) и электрической части (двигатель с корпусом). Приводной двигатель опускается вместе с рабочим колесом в сточные воды. Уплотнения подводной части происходят посредством торцевого уплотнения, которое охлаждается сточными водами. Для того, чтобы избежать попадание сточной воды внутрь насоса из-за недостаточного уплотнения, необходимо проводить технический контроль насоса.

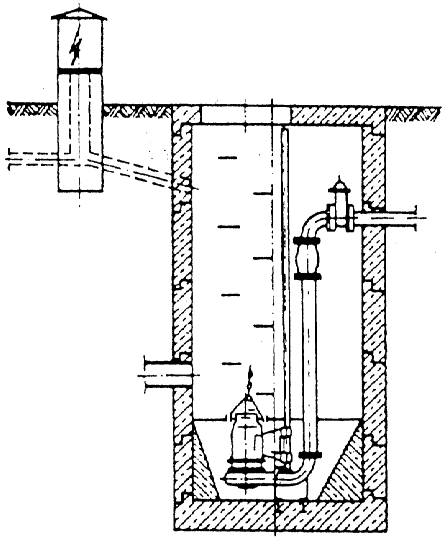


Рисунок 3.11: Малая насосная установка (погружной насос) «мокрая» установка

Это происходит с применением так называемой масляной камеры. Насос подключается к масляной камере и опорожняет ее. Если изпод уплотнений насоса начинает сочиться оставшаяся вода, то торцевое уплотнение необходимо менять.

В течение последних лет наряду со шнековыми и центробежными насосами для перекачки сточных вод появилось много других разновидностей насосов, например

- Объемные насосы (экспцентрические шнековые, роторно-поршневые насосы)
- Эрлифты
- Диафрагменные поршневые насосы (для загрузки камеры фильтрпресса).

Для центробежных насосов созданы новые формы рабочего колеса как, например, шнековое колесо, гидравлическое режущее колесо.

При соединениях небольших районов, расположенных на удаленных расстояниях или при неблагоприятном ландшафте устраивают следующие системы канализации:

- Специальные выпарные сооружения (система Strate),
- Напорная канализация,
- Гидростатическая канализация,
- Вакуумная канализация,
- Движение жидкости напорных гравитационных водоводов под напором сжатого воздуха или кислорода,
- Вентиляция для предотвращения неблагоприятного запаха.

Применение напорной канализации оказалось экономически невыгодным, прежде всего для канализования отдельных участков с малыми очистными сооружениями.

В этом случае наряду с проблемами, связанными с постоянной работой насосов, возникают проблемы с дополнительными задачами по работе персонала, включающими наблюдение и уход за насосными установками, а также

- подключение воздуха в напорные гравитационные водоводы и арматуру
- опасность гидравлического удара в напорных водоводах
- удары обратных клапанов при их закрытии.

Подробное описание всех мероприятий по эксплуатации насосных установок не вошли бы в рамки этой книги, поэтому хотелось бы

привести некоторые комментарии проблем наиболее часто встречающиеся при использовании центробежных насосов.

Все расчетные характеристики насосов приводятся на заводской табличке с обозначением модели изделия. Номер предприятия-изготовителя важен для поставки запасных частей к агрегату. Далее обычно указываются

- Q = производительность
- H = напор
- n = частота вращения
- P = мощность привода в кВт.

Насосы разделяют по производительности и мощности двигателя. Основной формулой для расчета является следующая:

$$P = \frac{Q \times H}{\eta \times 101{,}9} \text{ кВт}$$

Где

P = необходимая мощность электрического привода двигателя насоса

Q = производительность в л/с

H = манометрический напор в м водяного столба (геодезический напор + потери на трение в трубах)

η (произносится как слово **эта**) = коэффициент полезного действия насоса, равен 0,5 – 0,8 в зависимости от вида насоса и формы рабочего колеса?

101,9 = постоянная для пересчета, содержащая силу тяжести 9,81 м/с^2.

Если, например, расход составляет 28 л/с, требуемый напор 10 м, потери на трение трубы – 3 м и фирма поставщика указала коэффициент полезного действия 0,6, то

$$P = \frac{28 \times 13}{0{,}6 \times 101{,}9} = 5{,}9 \text{ кВт}$$

В эксплуатационных характеристиках насоса имеется запас мощности от 10 до 20%, т.е. в данном случае для работы насоса требуется мощность от 6,5 до 7 кВт.

Рекомендации по устройству всасывающих камер и колодцев

- Всасывающие камеры насоса должны быть устроены таким образом, чтобы не образовывались так называемые «мертвые» зоны, где могут скапливаться осадки. Специальные откосы предотвращают образование таких зон и облегчают очистку камеры.
- Всасывающие камеры насоса должны быть легко доступны для очистки и ремонта. Необходимо устройство специальных стремянок с защитой или лестниц (по возможности высокоскладных). Применение ходовых скоб не рекомендуется.
- Спуск к всасывающим камерам насоса должен был огорожен. При работе шнековых насосов всасывающие камеры должны быть разделены шиберными перегородками по количеству насосов для проведения ремонта и очистки камеры во время работы другого насоса.
- Для чистки камер должен быть подведен трубопровод технической воды.
- Всасывающие камеры насоса необходимо оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией. Приточные вентиляторы должны обеспечивать подвод достаточного количества свежего воздуха.
- Межлестничные площадки в больших всасывающих камерах облегчают уход и очистку приёмного резервуара. По возможности не должны применяться колосниковые решетки и забетонированные лестничные площадки с перилами.
- Если все-таки применены колосниковые решетки, они должны быть укреплены специальными зубцами для предотвращения опрокидывания или обвала.
- Покрытия отверстий люков должны были быть выполнены таким образом, чтобы они могли выдержать вес одного мужчины, открывающего люк.
- Во всасывающей камере погружного насоса следует предусмотреть установку лебедки для подъёма насоса.
- Во всасывающих камерах должны быть помечены высоты, обозначающие объем жидкости для облегчения контроля за работой насоса.

Эксплуатация насосных станций

Основными задачами эксплуатации насосных станций являются контроль за работой и правильной эксплуатацией насосного агрегата, а также контроль при вводе его в эксплуатацию. При этом необходимо ведение журнала насосной станции, картотеки наблюдения за насосными агрегатами, в которой отмечаются напор, производительность, часы работы и потребление тока насосными агрегатами. На крупных насосных станциях целесообразно отмечать также метеорологическую ситуацию, атмосферные осадки, уровни воды, количества перекаченной жидкости за сутки, электрические максимальные производительности и потребление тока. В больших канализационных сетях наиболее важная инфо-рмация передается в центральный диспетчерский пункт. В этих случаях необходимо постоянное дежурство персонала или предусматривается вызов сотрудника.

Нарушения нормальной работы насосов должны устраняться как можно быстрее для того, чтобы избежать подпора и переполнение сети. Для исключения возникновения аварийной ситуации насосное оборудование должно ежедневно проверяться. Для осуществления этого возможна установка автоматических систем оповещения о неисправности того или иного узла или агрегата.

В случаях нарушения работы системы электроснабжения или какихлибо повреждений электрических сетей необходимо моментально известить об этом энергетическую службу (EVU в Германии), номер телефона которой должен быть записан в журнале насосной станции.

Для того, чтобы быстро устранять возникшие неисправности, на складе насосной станции обязательно должен присутствовать запас необходимых запасных частей. Особенно часто изнашиваются, например, рабочие колеса, сальники, включая набивку, торцевые уплотнения, клиновые ремни, шиберы, обратные клапаны.

Указания по подключению и эксплуатации центробежных насосов

Мероприятия по вводу в эксплуатацию

1. Проверяя насос, необходимо выяснить легко ли вращается рабочее колесо.

2. Определяют направление вращения, при необходимости производят замену полярности.

   Направление вращения насосов должно контролироваться уже после установки, либо специальным *прибором для испытаний*. При выполнении работ по первому варианту следует помнить, что погружной насос не может долго работать всухую. Второй вариант может выполняться только с помощью опытного электрика.

3. Проверяют возможный ток перегрузки и устанавливают номинальную силу тока двигателя.

   При непосредственном включении: регулировка производится на номинальный ток.

   При трехфазном подключении: регулировка (настройка) на 0,58-кратный номинальный ток.

4. Проверяют напряжение (на указателе напряжения в электрошкафу). Без привлечения электрика.

5. Проверяют уровень масла или наполнение смазочных емкостей или смазочного шприца и при необходимости дополняют.

6. Центрируют насос – проверяют двигатель.

7. Контролируют натяжение ремня и при необходимости подтягивают, при этом очищают шкив от остатков предохраняющих покрытий применяемых при длительном хранении.

8. Очищают всасывающую камера насоса и всасывающие трубопроводы от остатков строительного мусора.

9. Устраняют имеющуюся опалубку. Наполняют всасывающую камеру и удаляют плавающие остатки древесины.

10. Проверяют правильно ли работают контролирующие приборы насосов.

11. Открывают шиберы на всасывающих патрубках и проверяют герметичность трубопроводов и корпуса насосов.

12. Включают насос и при закрытом шибере напорного патрубка снимают показания манометра и амперметра (**внимание**, это не относится к шнековым поршневым и эксцентрическим насосам к винтовой шестерне и турбовинтовым насосам).

13. Медленно открывают задвижку на напорном водоводе. При открытом шибере показания манометра должны соответствовать напору, указанному на заводской табличке с обозначением модели изделия. Потребление тока не может быть больше установленного. Если обнаружены значительные различия между показаниями манометра и амперметра и номинальными значениями паспортных данных насоса, насос необходимо отключить и сообщить об этом производителю.

14. Во время работы насосов проверяют герметичность трубопроводов и арматуры. Проверяют уровень шума и вибрацию при работе насоса и двигателя.

15. Необходимо контролировать работу сальников. При первом вводе в эксплуатацию состояние сальников проверяется рукой. Через несколько часов работы насоса сальники необходимо затянуть, при этом может выходить небольшое количество жидкости. Очень осторожно необходимо обращаться с тефлоновой набивкой, поэтому следует избегать особо сильного затягивания сальников, так как это способствует быстрому их износу. После ввода в эксплуатацию насоса необходимо проверять, достаточно ли воды или масла в гидравлическом затворе в месте уплотнения вала.

16. Во время ввода в эксплуатацию необходимо постоянно контролировать состояние торцевых уплотнений. Перед первым пуском насоса корпус насоса промывают чистой водой или просто ополаскивают. При сильном нагреве корпуса насоса, его необходимо отключить. Установка без соблюдения центрирования насоса ведет к быстрому изнашиванию торцевых уплотнений.

17. После большой продолжительности работы насоса измеряют температуру подшипников агрегата.

18. Параметры работы насосной станции необходимо контролировать и при необходимости регулировать. Сигнализация переполнения всасывающей камеры испытывается закрытием шиберов на всасывающих патрубках насоса.

19. Из возвышенных точек трубопроводов и корпуса насосов при их запуске необходимо удалять воздух. Эти работы необходимо проводить также во время эксплуатации насосов через

определенные промежутки времени. Состояние вентиляционного трубопровода, расположенного чуть выше уровня воды во всасывающей камере насоса необходимо контролировать и соответственно регулярно прочищать.

20. Всасывающие патрубки самовсасывающих насосов должны быть полностью герметичны, это же относится к задвижкам и обратным клапанам на всасывающих патрубках. Сальники таких насосов обязательно должны иметь гидравлический затвор для предотвращения подсоса воздуха через материал набивки.

21. Начиная с момента ввода в эксплуатацию насосов, ведется журнал наблюдений за работой насосной станции. Сюда зано-сятся записи о потреблении тока, напоре, количестве откачен-ной жидкости и возможные чрезвычайные ситуации.

Работы по уходу за центробежными насосами

Наибольшему износу подвержены те части насоса, которые находятся в местах соприкосновения движущихся и неподвижных частей. Это, например, место между всасывающей и напорной зоной, рабочим колесом и корпусом, а также уплотнением вала насоса.

В зависимости от вида насоса износ между рабочим колесом и корпусом может быть больше или меньше. Полугодового контроля состояния зазоров между корпусом и рабочим колесом достаточно для своевременного обнаружения дефектов.

Эксплуатация насосов обычно не создает особых проблем, если вовремя проводятся профилактические смазочно-заправочные работы.

В любом случае на складе насосной станции обязательно должен находиться набор запасных частей к работающим насосам.

Сальники подвержены особенному износу. Во время работы насоса они испытывают особую нагрузку. Помимо этого они могут забиваться илом или песком, поэтому за сальниками необходим особый уход, включающий их прочистку, контроль смазки и состояние гидравлического затвора.

При соответствующем соблюдении следующих указаний работы по уходу за сальниками становятся минимальными.

Новые сальники устанавливают вручную с соблюдением производственных норм. Затягивание сальников необходимо проводить только через несколько часов после их установки. Это касается всех материалов набивки независимо имеется или нет гидравлический затвор.

Давление воды в гидравлическом затворе должно немного превышать давление, создаваемое насосами. Например, при рабочем давлении насоса 1,5 бар давление воды в гидравлическом затворе должно составлять от 1,8 до 2,0 бар. Высокое давление, создаваемое в гидравлическом затворе приводит к быстрому износу материала набивки. В процессе эксплуатации вследствие износа сальники необходимо периодически подтягивать. Если подтяги-вание произвести невозможно, то в сальники необходимо добавить набивку или уплотнительное кольцо. За время эксплуатации насоса сменить набивку или уплотнительное кольцо приходиться дватри раза. Если старая набивка максимально изношена и не осуществляет требуемого уплотнения, то ее необходимо заменить. С помощью специального аппарата для удаления набивки ее снимают, уплотнительное кольцо – если оно имеется – снимают двумя стальными крюками.

Внимание! Очередность и количество уплотнительных колец необходимо запоминать при удалении. Вал и особенно защитная втулка должны проверяться на износ. Изношенные поверхности даже с новым материалом набивки не смогут создать хорошего уплотнения. Легкие неровности на поверхностях могут быть сглажены за счет набивки и уплотнения.

Новый материал набивки постоянно должен иметься в наличии в необходимом количестве. В специализированной продаже постоянно имеется набивка или готовые уплотнительные кольца. Уплотнительные кольца должны приобретаться только тогда, когда точно известны наружный диаметр и величина требуемого уплотнения.

Метраж обыкновенной набивки должен отрезаться специальными инструментами в соответствии точно по требуемой длине. Зная диаметр вала и соответственно защитной втулки легко можно подсчитать длину набивного материала. Если уплотнительное кольцо или другой материал набивки имеет неровную поверхность соприкосновения, а специально вырезанную по косой, то такое уплотнение легче подгоняется и осуществляет

лучшую защиту от попадания воды в насосную станцию. Если используются несколько уплотнительных колец, то они вкладываются косой стороной друг к другу, при этом они имеют большую площадь соприко-сновения и лучшее прилегание к поверхностям.

Подтягивание сальников осуществляют специальными винтами до необходимого уплотнения. При недостаточном или избыточном уплотнении срок эксплуатации насоса сокращается. После подтягивания винтов проверяют протечки воды или масла.

По сравнению с сальниками практически никакого ухода не требуют торцевые уплотнения насоса. Необходим только контроль его плотности. В том случае, если насос долго не эксплуатировался, то перед его запуском торцевые уплотнения необходимо смочить чистой водой. Пуск насоса с сухими уплотнениями ведет к разрушению уплотнения и, как следствие, корпуса насоса.

Неисправности

Причина	Ликвидация
Насос не работает в автоматическом режиме	
Преодолен порог перегрузки	Кнопку защиты от перегрузки включить снова.
Ручной переключатель на автоматический режим не включен.	Переключатель установить в необходимое положение. Выполнить пробное включение.
Сгорел предохранитель	Заменить предохранитель, осуществить пробный пуск насоса. Если предохранитель сгорел снова следует обратитесь к электрику.
Испорчен двигатель	Обратиться к фирме изготовителю для замены или ремонта двигателя. После ремонта необходимо узнать причину поломки.
Двигатель насоса не получает необходимого импульса автоматического устройства	Проверить предохранитель, провести ручное испытание, проверить автоматическое управление

Причина	Ликвидация
	по уровню воды, поручить электрику проверить индукционную катушку.
Сгорела катушка зажигания	Обратиться к электрику.
Насос не создает требуемого напора и вне системы показа-тели резко падают	
Время переключения со звезды на треугольник большое	Установить время переключе-ния 6-8 сек.
Заклинили защитные контакты	Проверить время переключения. В противном случае заменить реле переключения. Проверить защиту.
Перегружен двигатель	Проверяют напорный патрубок, не засорился ли он.
Насос не перекачивает воду!	
	Проверить показания манометра и амперметра; сравнить с предыдущими показаниями.
Не удален воздух из насоса и трубопроводов	Запустить вакуумный насос и удалить воздух из корпуса насоса и из трубопроводов
Неправильно подсоединен насос.	Сменить полярность насоса.
Закрыты всасывающий или насосный патрубки	Открыть шиберы.
Из-за неблагоприятный условий работы загрязнен обратный клапан.	Закрыть шибер, очистить обратный клапан; при эксплуатации чаще менять насосы (рабочие и резервные).
Всасывающий патрубок неплотно прилегает к насосу	Проверить всасывающий патрубок и уплотнить
Засорен вход в насос	Проверить линию всасывания, очистить приемную камеру.

Причина	Ликвидация
Засорен напорный трубопровод	Напорную линию промыть и очистить
Сальники на всасывающем патрубке насоса прилегают неплотно	Подтянуть или заменить сальники; проверить снабжение водой гидравлического затвора.
Насос транспортирует мало воды!	
	Проверить манометры и сравнить их показания с предыдущими
Всасывающий трубопровод и корпус насоса еще содержит воздух	Полностью удалить воздух
Всасывающий и напорный шиберы открыты не полностью	Шиберы открыть полностью.
Всасывающая линия неплотно прилегает к насосу	Уплотнить всасывающую линию.
Сальник на всасывающем патрубке пропускает воздух	Сальник подтянуть или заменить.
Закупорен вход в насос	Открыть люк очистки, проверить вход в насос.
Направление вращения неверно	Поменять полярность присоединения двигателя.
Напор насоса больше чем требуется	Проверить компоновку фирмы-изготовителя. Изменить компоновку большим рабочим колесом или повышением частоты вращения рабочего колеса при ременном приводе.
Большой износ внутренних деталей и уплотнений	Заменить изношенные части насоса.
Насос перекачивает много вды!	
Наличествующий напор меньше, чем напор насоса.	Проверить компоновку фирмы-изготовителя. Компоновку можно изменить установкой более ма-

Причина	Ликвидация
	ленького рабочего колеса или уменьшением частоты вращения. (Возможно временное дросселирование напорного патрубка. При этом возможны засоры!)
Двигатель перегружен!	
	Снять показания манометра и амперметра и сравнить данные в предыдущими.
Наличествующий меньше, чем требуется.	Напорный патрубок временно дросселировать. Проверить производительность насоса у фирмы изготовителя.
Застопорилось рабочее колесо.	Очистить рабочее колесо.
Нагар на элементах уплотнения (особенно после длительной эксплуатации)	Если возможно прочистить уплотнение, открывают насос и прочищают рабочее колесо. Если это не возможно уплотнение заменяют.
Сальники слишком сильно затянуты	Ослабить сальники.
Насос расчален	Насос установить заново и правильно подвести трубопроводы.
Рабочее колесо при работе задевает корпус	Проверить установку рабочего колеса и установить заново.
Двигатель и насос находятся не на одной линии	Разобрать и отцентрировать заново.
Корпус насоса перегревается!	
Нехватка масла	Добить масло до требуемой высоты.
Насос расчален	Насос установить заново и правильно подвести трубопроводы.

Причина	Ликвидация
Двигатель и насос находятся не на одной линии	Разобрать линию и установить заново.
Вышло из строя устройство для защиты от вибрации	Установить новое устройство.
Большое ременное натяжение	Выправить натяжение ремня.
Шаровые опоры загрязнены.	Обновить шаровые опоры согласно руководству по эксплуатации
Насос издает сильный шум и работает нестабильно!	
Насос подсасывает воздух	Устранить неплотности в насо-се, арматуре и трубопроводах.
Насос работает в области кавитации	Область работы насоса и его компановка должна быть проверена специалистами фирмы-изготовителя (фактический напор незначительно больше высоты компоновки насоса)
Двигатель и насос находятся не на одной линии	Разобрать линию и отцентрировать заново.
Насос расчален	Насос установить заново и правильно подвести трубопроводы.
Корпус насоса загрязнен (содержит камни и т.д.)	Очистить насос.
Неправильное направление вращения рабочего колеса	Заменить полярность насоса.
Рабочее колесо при работе задевает корпус	Проверить установку рабочего колеса и установить заново.
Шкивы клиноременной передачи и клиновые ремни горячие!	
Натяжение ремня меньше требуемого	Подтянуть ремни.
Компановка двигателя и насоса неправильная	Установить правильно двига-тель и насос

Причина	Ликвидация
Клиноременный привод слишком слабо прилегает	Обратиться к фирме-изготовителю.
Ремни не выдерживают долгой эксплуатации	Заменить ремни.
Зависимое от уровня воды управление неисправно:	
При электропневматическом управлении!	
Пневматическая линия или контактные датчики прилегают неплотно	Проверить плотность прилегания с помощью мыльной пены и устранить неисправность.
Наличие воздуха и загрязнений во всасывающем патрубке	Очистить всасывающий патрубок.
Нарушены показания ртутных датчиков	Выправить датчики.
При электродном управлении!	
Электроды замаслены или замкнуты	Очистить электроды, проверить электрические подсоедине-ния.
Емкостные электроды замкнуты	Очистить электроды от бумажных и текстильных остатков.
При поплавковом управлении!	
Поплавок, системы тяг или трос загрязнены	Очистить или заменить управление.
Система тяг повреждена	Закрепить поплавок заново.

3.9 Содержание канализационной сети в исправности

Понятия

Следующие понятия разработаны в соответствии с памяткой ATV–DVWK M 143 „Инспекция, восстановление, санация и обновление дренажных трубопроводов и водоотводов". Часть 1: основы [4].

Содержание в исправности

Общее понятие для всех мероприятий, которые служат сохранению и ремонту трубопроводов; понятие включает в себя также оценку состояния в настоящее время.

Очистка

Очистка, промывка трубопроводов и линий трубопроводов.

Осблуживание

Включает в себя очистку трубопроводов и линий трубопроводов; а также проверку работы насосов, включая контроль уровня масла.

Технический осмотр-инспекция

Контроль, оценка состояния в настоящее время; включает внешний осмотр, а также испытания плотности.

Восстановление

Ремонт трубопроводов; устраняют повреждения, которые невозможно устранить мероприятиями по обслуживанию.

Санация

Ремонт трубопроводов, имеющих большие повреждения, а также уплотнение стыков канализационной сети.

Обновление

Установка новых частей трубопроводов, которые принимают на себя функцию наличествующих частей, вышедших из строя; это может быть замена трубопровода, трубопровода или насоса.

Эксплуатация трубопроводов

Водоотведение является одной из существенных задач канализации городов и поселков. Водоотводящие сети охватывают все канализационные трубопроводы, коллектора, включая сооружения на них. Канализационные сооружения должны содержаться в исправности, должны собирать и отводить бытовые сточные воды, с поверхностей дорог, а также промышленных предприятий в любое время дня и года. Таким образом, необходимо обеспечить эксплуатационную надежность и исправное состояние трубопроводов. Для содержания их в рабочем состоянии необходимы мероприятия по обслуживанию, надзору и оценке состояния, а также по ремонту трубопроводов.

В маленьких поселках, где всю водоотводящую сеть обслуживает оператор очистных сооружений, также необходимо проведение многих мероприятий по содержанию сети в исправности. Для проведения ремонта должна быть создана специальная бригада. Но простая проверка технического состояния и контролирующие функции являются задачами оператора очистных сооружений.

Предпосылкой правильной эксплуатации сетей водоотведения является безупречное строительство и укладка сети, а также хорошее образование и обучение персонала предприятия водоотведения.

К этому относится

- Точное знание населенного пункта, который обслуживается канализационной сетью со всем производственным оборудованием и сооружениями,
- Знание технических соединений и производственных спусков в пределах канализационной сети, а также возможные неисправности и их устранение,
- Знание правил безопасности и охраны труда
- Организация работы персонала различных областей деятельности.

Персоналу предприятия должны быть известны требования органов надзора, постановления устава канализации, включая запрещения спуска вредных веществ, и особенности промышленного

спуска сточных вод в канализационную сеть. Работники должны знать постановления в области защиты от проникновения воды в защитные зоны с картами санитарных зон и прочие указания, документация и соглашения, например, с фирмами.

На предприятиях, обслуживающих водоотводящую сеть необходимыми являются установочные планы (кадастр трубопроводов), которые соответствуют действительности, описания функций, в том числе электросхемы и руководства по эксплуатации оборудования фирм производителей. Последнее, необходимо для обслуживания и технического контроля за аппаратами и другим оборудованием.

Все подробности и точное описание заданий (план ухода и технического осмотра) должны быть описаны в служебной инструкции и руководстве по эксплуатации для персонала предприятия. Служебная инструкция и руководство по эксплуатации должна содержать также необходимые мероприятия в случае опасности.

Некоторые из следующих указаний взяты из книг «Эксплуатация канализации» [25] и «Основы для предприятия водоотведения» (федеральная организация ATV–DVWK Баден-Вюртемберг) [21].

Следующие разделы описывают в первую очередь содержание в исправности трубопроводов и колодцев, так как уход за насосными станциями и дождеприемниками рассмотрен в разделах, посвященных этим темам.

3.9.1 Очистка трубопроводов

Очистка трубопроводов является одной из основных задач предприятия водоотведения, так как составляет существенную часть обслуживания системы водоотведения.

Трубопроводы должны быть запроектированы и построены таким образом, чтобы в них по возможности проходили процессы самоочищения. Это гарантировано только тогда, когда сила тяжести взвешенных веществ сточных вод (песок, пластмассу, бумагу и т.д.) не превосходит силу течения жидкости. В этом случае они не могут осаждаться и образовывать осадки. Благоприятной для этого являются минимальная скорость течения сточных вод 0,7 м/с. Если уклон трубопровода слишком маленький, а диаметр трубо-

провода слишком велик и трубопровод не имеет возможности самоочищения за счет большого количества дождевой воды в общесплавной системе, то необходима его своевременная прочистка. Практика показывает, что даже при тщательном проектировании и оптимальных гидравлических условиях в трубопроводе необходима регулярная очистка.

Осадки уменьшают живое сечение трубопровода или коллектора, вплоть, до полного его засорения, ведут к появлению неприятного запаха и образованию гниющей массы, что в свою очередь способствует размножению крыс, так как она служит им в качестве среды питания.

Прочистка канализационной сети может проводиться с различной целью. Она может быть производится перед техническим осмотром трубопровода или перед ликвидацией повреждения, возможна очистка с целью поддержания в исправности трубопровода. Необходимая частота очистки самотечных трубопроводов, как мероприятия по обслуживанию, зависит от многих условий, таких, например, как возраст, уклон и диаметр трубопровода, а также наличие критических уклонов. В среднем трубопроводы должны прочищаться примерно один раз в год. Такие прочистки способствуют также, как и очистка улиц, меньшему загрязнению водоемов.

Маленьким поселкам можно рекомендовать осуществлять прочистку трубопроводов силами отраслевых фирм. О больших прочистках необходимо сообщать очистным станциям, так как любая очистка приводит к попаданию большего количества песка и образующегося осадка на очистные сооружения.

Промывка потоком жидкости – это самый старый метод очистки трубопроводов. Время от времени этот метод применяется и сегодня. С помощью заградительных элементов на сети накапливаются сточные воды (например, установка специальные шиберы). После быстрого открытия, поток жидкости направляется далее по трубе, смывая образовавшиеся осадки. Эффективность очистки этим методом распространяется на протяженность коллектора 100–200 м. Перед проведением очистки и перекрытием трубопровода необходимо учитывать возможный подпор сточных вод и не допускать переполнения емкостей.

Самоходные промывочные аппараты (рисунок 3.12) также используют энергию подпора сточных вод для прочистки канализационной сети. Передвижной щит, который удерживается при помощи канатной тяги, сужает живое сечение потока. Сточные воды по давлением устремляются в трубу аппарата и через специальное сопло направляются на лоток трубопровода или коллектора. Таким образом, будут осадки размываться и смываться потоком сточной воды. Однако подобный метод невозможно использовать для смыва плотных осадков.

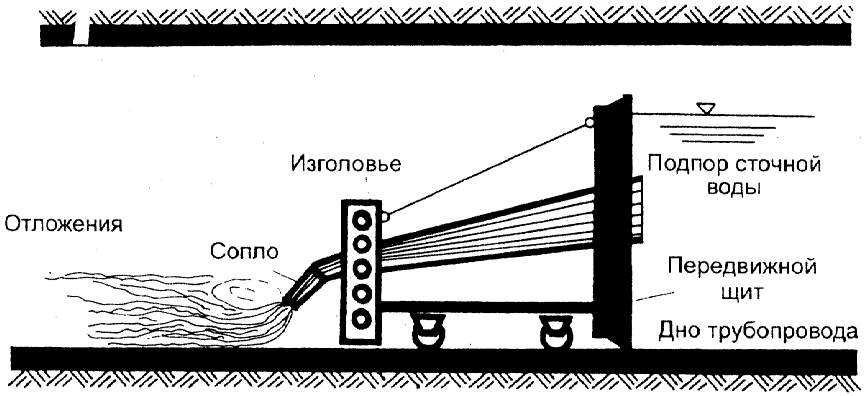


Рисунок 3.12: Схематическое представление аппарата для промывки трубопровода.

Метод очистки трубопровода с применением лебедки применяют только лишь в особых случаях, так как он требует более длительное время по сравнению с современными методами, с помощью данного метода могут устраняться объемные загрязнения, более слежавшиеся осадки. Его применяет в том случае, когда, например, в трубопровод проникают прорастающие корни деревьев. Такой корень быстро уплотняется в трубопроводе, нарушая его герметичность. При прочистке в промываемый трубопровод на проволочных канатах укрепляются специальные устройства (например, специальные ножи или ерши для прочистки канализационных коллекторов), которые приводятся в движение в прямую и обратную стороны посредством канатных лебедок (Рисунок 3.13). В КА 3/99 [14], стр. 348 подробно освещается также метод использования ,так называемых „Геттингенских шаров".

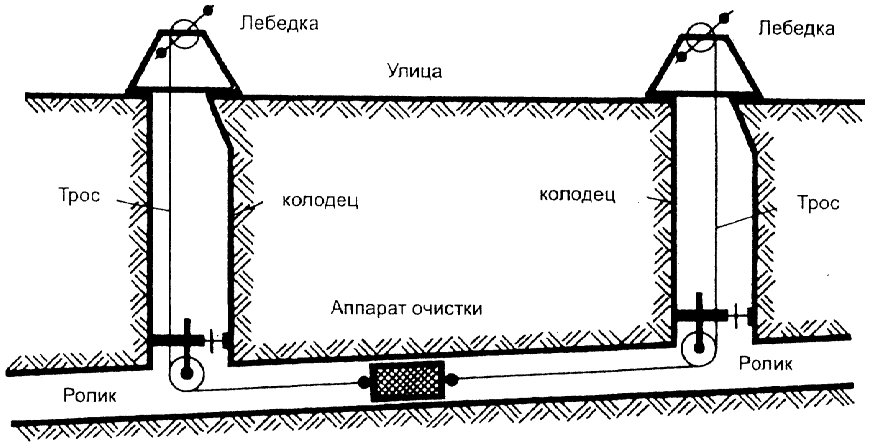


Рисунок 3.13: Схематическое представление очистки с применением лебедки.

Способ промывки при высоком давлении (МЕТОД HD) (рисунок 3.14), с помощью которого в настоящее время в Германии производятся около 90% всех прочисток, необходимо описать более подробно. Данный метод удобен и экономичен. С его помощью можно прочистить любой трубопровод или коллектор диаметром до 2500 мм. Промывная вода из автоцистерны посредством насоса высокого давления и высоконапорного шланга через сопло выбрасывается на стенки трубопровода. Отверстия распылителя расположены таким образом, что струи воды выходят из них под углом от 15 до 30 °. Они бьют по стенкам трубопровода против уклона. Шланг с соплом при этом двигается на специальном тросе сначала в сторону противоположную течению, а затем назад (к стартовому колодцу, в котором опускается шланг с соплом). При этом струи воды ускоряют течение сточной воды, которые растворяют уплотнившееся осадки, и транспортируют эту суспензию со скоростью не менее 3 м/с до стартового колодца. В этом колодце суспензия удаляется посредством вакуумного шланга всасывающего устройство. Аппарат высокого давления и всасывающее устройство часто комбинируются в одном автомобиле.

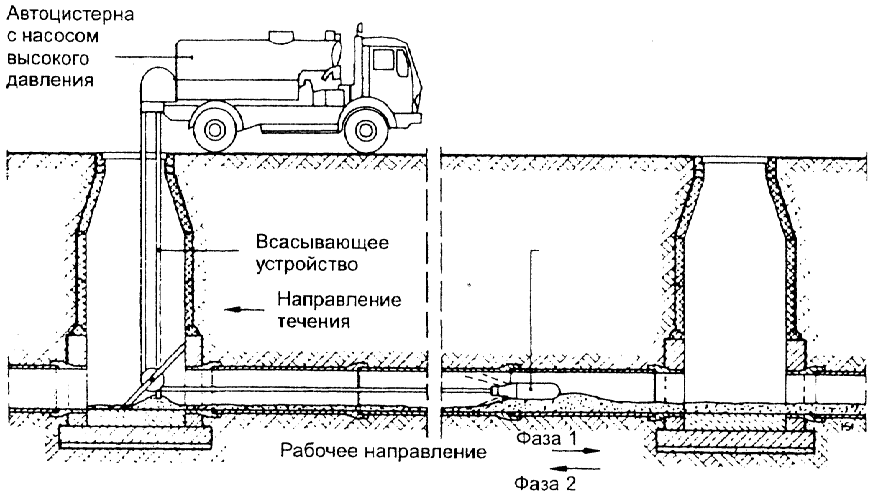


Рисунок 3.14: Принципиальный эскиз способа промывки высокого давления (Метод HD)

У транспортных средств, которые оборудованы дополнительно оборотной системой, существует необходимость в пополнения цистерны природной водой. Сопла при применении природной воды изнашиваются незначительно. Количество необходимых проходов и скорость очистки (между 4 и 60 м/мин) необходимо рассчитывать в зависимости от количества загрязнений, а также возможности вывоза загрязнений. Насос высокого давления должен создавать напор между 100 и 150 бар, таким образом, давление в сопле составляет от 60 до 100 бар. Такое давление не разрушает материала трубопровода. Однако в *поврежденных трубах необходимо соблюдать осторожность!* Поврежденные трубопроводы, которые не санированы или не обновлены, должны промываться с меньшим напором, но с более большим расходом. Требуемый напор, создаваемый насосом высокого давления, зависит от вида, высоты и плотности осадков. Если высота осадка меньше чем 0,5 DN и наполнение трубопровода сточными водами во время очистки не больше чем 50%, необходимы следующие значения напора: 320 л/мин для DN < 800, от 390 до 450 л/мин для DN 800 до DN 1200, от 640 до 800 л/мин для DN > 1200.

В зависимости от загрязнений и внутреннего диаметра применяются различные виды сопел.

Сопла принципиально можно разделить на
- Радиальные сопла (струя воды распределяется радиально на объем сопла) и поворотные сопла (поворотно шарнирно опертые радиальные сопла) для очистки всего объема трубы,
- Подошвенные сопла (струя воды в направлении лотка трубы) для очистки лотка трубопровода или коллектора и для взмучивания тяжелых осадков
- Сопло для устранения закупорок (струя воды направлена вперед).

При прочистке трубопроводов методом HD возникают аэрозоли (мелкие капли сточных вод), которые могут создавать угрозу здоровью персонала, занимающегося прочисткой трубопроводов. Для защиты персонала от аэрозолей следует применять легкие люки на колодцы с отверстиями для напорного и всасывающего шлангов.

Большое преимущество метода HD состоит в том, что спуск в колодец персонала здесь сведен к минимуму. На транспортном средстве должно быть задействовано минимум 2 человека. Высоконапорный шланг для обычных машин с цистернами выпускают длиной 120 и 250 м (у специальных промывочных транспортных средств до 800 м). В ходе работ такие шланги могут быть использованы для очистки нескольких коллекторов. Для промывки трубопроводов методом HD необходима опытная рабочая бригада из двух–трех человек, которая в зависимости от размера трубопровода и количества загрязнений может чистить от 1000 м до 3000 м трубопроводов в день. При наличии большого количества загрязнений в больших трубопроводах эффект их работы снижается незначительно.

Если затвердевшие, сцементированные осадки невозможно устранить методом HD, то наряду с гидравлическим соплом могут применяться специализированные инструменты (ударное сопло, пескоструйное сопло, фрезерный роторный станок и т.д.).

Для прочистки канализационной сети могут применяться следующие *специальные методы*:
- Метод „подвижного шара" *(Геттингенский шар)* – это пустая сфера, которая покрыта сверху слоем резины. В потоке сточных вод она катится медленно вниз по течению и является помехой для течения сточных вод, которое продолжается с повышенной скоростью. Образуется турбулентный поток и осадки в трубопроводах взмучиваются.
- Для прочистки трубопроводов больших диаметров используют метод *„Sielwolf"*.
- *„Kanaljumbo"* применяют для сильно загрязненных трубопроводов.

Для очистки напорных трубопроводов применяют метод „саламандры" *(„Molche")*. При этом речь идет о пластмассовой трубе, наружный диаметр которой соответствует внутреннему диаметру напорного водовода. Она вставляется в шлюз напорного водовода, и под давлением воды продвигается по направлению течения сточных вод, очищает трубопровод и извлекается в следующем шлюзе. (Рисунок 3.15).

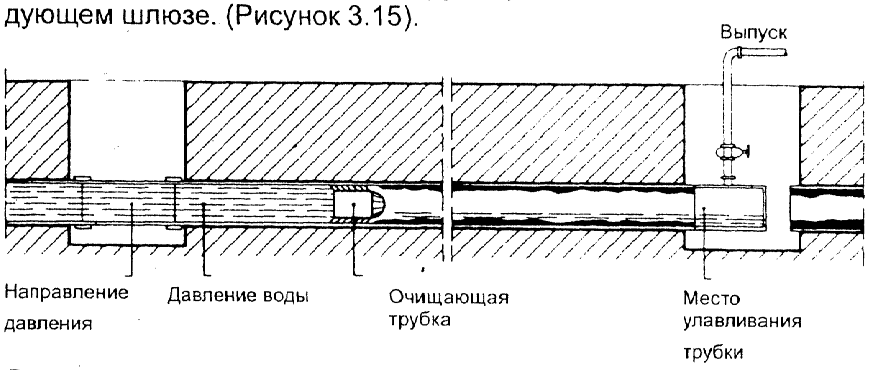


Рисунок 3.15: Эскиз принципа механической очистки напорного водовода [25]

К работам по прочистке относится ежегодная очистка уличных дождеприемников (Рисунок 2.6). Наиболее рациональной является прочистка ручным методом с применением специальных всасывающих средств.

При очистках трубопроводов образующийся осадок имеет TR зольность около 40%; органическая часть составляет от 10 до 40%. Согласно TASi депонирование возможно только лишь с 2005 г., если органическая часть составляет меньше чем 5%. Осадок – это отходы, нуждающиеся в обязательном контроле. Для такого осадка должно существовать упрощенное методы обработки и утилизации. Копия этого документа должна быть на каждом автомобиле, прпедназначенном для прочистки трубопроводов.

3.9.2 Технический осмотр – инспекция

С помощью выводов, сделанных на основе технического осмотра, можно установить, требуется ли прочистка данному трубопроводу или, наоборот, успешно ли проведена предыдущая прочистка. Однако, в первую очередь технический осмотр необходим для раннего установления повреждений трубопроводов и причин их появления. Технический осмотр проводят

- Оптическим методом (качественно), например, телевизионного исследование трубопровода
- Измерительным методом (количественно), например, испытания плотности.

Раньше трубопровод исследовался только в том случае, если налицо были какие-либо изменения в трубопроводе. Тем временем было установлено, что регулярный технический осмотр необходим для того, чтобы избежать нарушений нормальной работы трубопровода и возможного проникновения грунтовых вод в него (стратегия технического осмотра). По этой причине во многих федеральных землях появились постановления о проведении технических осмотров трубопроводов через регулярный интервал времени. Регулярный контроль канализации способствует экономии средств, так как при обнаружении повреждений на начальном этапе для их устранения необходимы небольшие мероприятия. К тому же резко сокращается количество дополнительной воды, попадающей в трубопроводы и на очистные сооружения, что также способствует экономии средств.

Записи и сообщения технических осмотров должны сохраняться в течение 5 лет.

„Визуальный" внешний осмотр

Каждый трубопровод должен быть проверен по крайней мере однажды в год. Спустя несколько лет после первого осмотра персоналу примерно известно о слабых местах того или иного трубопровода по предыдущим техническим осмотрам. Технический персонал ознакомлен с трубопроводами, которые возможно требуют более частого осмотра. Такой контроль называют как правило „визуальным" внешним осмотром без осушения трубопровода. Он включает в себя открытие канализационных колодцев, очистку брызговиков, контроль за повышением концентрации горючей смеси или выделяющимся запахом, оптический осмотр и установление повреждений. Также должны быть проверены люки с крышкой и дождеприемники по всей трассе трубопровода, так как в некоторых случаях они могут возвышаться над поверхностью дорого и тротуаров или быть ниже их. Такие покрытия требуют специальных поддерживающих стенок, так как они должны лежать по возможности точно в плоскости поверхности дороги и не должны издавать стук, поэтому необходимо довольно часто проводить работы по их регулированию. Против стука используются смягчающие прокладки. Но, прежде всего, поверхность опоры люков должна содержаться в чистоте.

Трещины или просадки в поверхности дороги могут повлечь за собой изменения целостности трубопроводов. На нарушение герметичности трубопроводов указывают дополнительные наложения песка, попавшие в трубопровод извне.

Установленные повреждения записывают в протокол испытаний (Рисунок 3.16). Также должны быть отмечены план местности, обозначение улицы, номер колодца и другие необходимые подробности. Проведение внешнего осмотра часто устраивают в комбинации с прочисткой канализационной сети и время от времени сочетают с осмотром коллектора при помощи зеркала.

Осмотр коллектора при помощи зеркала (Рисунок 3.17) – это самый старый и самый простой способ технического осмотра прямых участков трубопровода, не рассчитанных на нагрузки от людей. В одном колодце располагается прожектор таким образом, чтобы освещался весь коллектор, а в колодце наблюдения опускают зеркало, которое соответствует сечению трубопровода или коллектора. Зеркало расположено перед трубопроводом таким образом, что коллектор может просматриваться наверху с края колодца. Зеркальное отображение трубопровода должно исполь-зоваться, разумеется, только для простого контроля, так как точная оценка состояния трубопровода при использовании такого метода невозможна. Данный метод не может быть применен для оценки состояния длинного коллектора. Такой способ используют для проверки качества прочистки трубопровода, для установления отклонения от нормального положения или фиксации помех стока и/или обвалов. Для более точной оценки состояния необходимо применение метода телевизионного обследования трубопровода.

Канализационная сеть – простой визуальный осмотр *2000* Лист **2**

Город, село, поселок *Унтербрунн* Область *Обербрунн*

День / месяц	Район/улица (от колодца до колодца)	Длина	Наличие повреждений в колодцах: Колодец	Взрывчатые газы	Неприятный запах	в колодце: Крышка	Стены	Спуск	Приток воды	в коллекторе: Предыдущий	Подпор: Причина	Осадки: Незначительный	Значительный	Вид	Приток чужеродной воды
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3/8	*Марктштрассе* 1401 – 1410	520	04 08						X	X	?				
3/8	*Марктштрассе* 1410 – 1418	465	15 18			X							X	S (орг)	
4/8	*Уташтрассе* 1201 – 1211	520	01 11				X						X	S (орг)	
5/8	*Орбштрассе* 1211 – 1225	854													
6/8	*Орбштрассе / Марктплатц* 1225 – 1240	830	32 39							X	домовый сет				X
7/8	*Марктплатц / Людвигштрассе* 1240 – 1249	520	42 49						X						X X

Возможные причины повреждений

Марктштрассе: Причины подпора неизвестны

Марктштрассе / Уташтрассе – Причины органических отложений – плоский участок трубопровода и органические скопления

Марктштрассе (1415): Значительные повреждения мостовой

Марктплатц: причина подтопления колодца – большое количество чужеродной воды

Проведенные на месте мероприятия *Очистка от жировых и органических отложений*
Осмотр трубопровода в районе Марктштрассе и Уташтрассе

Требуемые мероприятия *Срочно: более подробный осмотр Марктштрассе*

Скоро: санирование в районе Марктштрассе и домовой сети на Орбштрассе

Определить: откуда поступает чужеродная вода на Марктплатц?

Осмотр проводил

М. Фишер *7 августа 2000 года*

Рисунок 3.16: Пример протокола испытания „простого" внешнего осмотра.

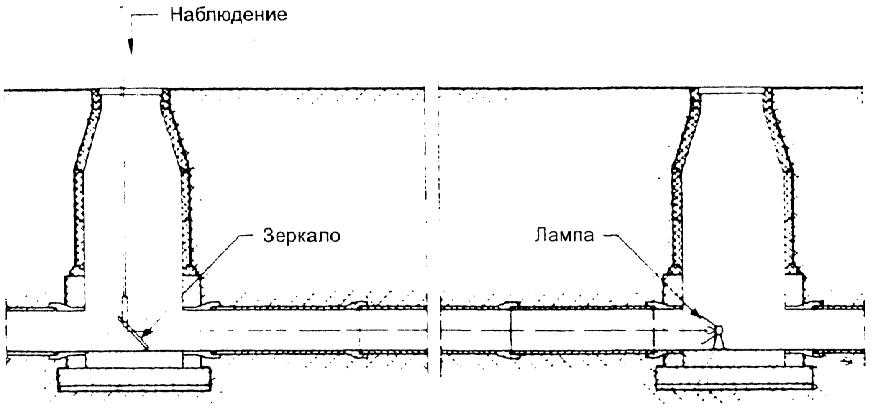


Рисунок 3.17: Эскиз принципа зеркального осмотра коллектора [20]

„Подробный" осмотр

Более детальный контроль за состоянием трубопроводов должен проводиться, как правило, каждые 10 лет. Данная проверка состояния трубопроводов более точная нежели оптический технический осмотр и проводится при помощи телевизионных устройств. Необходимым условием для проведения такого контроля является не только обязательная предварительная очистка трубопровода, но и его осушение. Это делается для того, чтобы помимо всего прочего проверить состояние лотка трубы ниже уровня протекания жидкости. При проведении контроля фиксируются следующие повреждения:

- Помехи стока (например, сцементированные осадки),
- Негерметичности,
- Отклонения от нормального положения,
- Механические износы,
- Коррозия,
- Повреждения покрытия труб,
- Деформации поперечных сечений,
- Трещины и обломы,
- Разрывы трубы или трубопровода
- Обвалы.

Дополнительно в колодцах должны быть проконтролированы лестничные ходы. Полное исправное состояние лестничного хода крайне важно для надежности работы технического персонала. Лестничный ход должен быть устроен таким образом, чтобы по нему можно было спускаться «вслепую». Зафиксированные при осмотре повреждения должны устраняться как можно быстрее. При этом основными наиболее часто встречающимися дефектами являются следующие:

- Ходовые скобы или подножки в виде скобы повреждены коррозией или ослаблены,
- Первая от поверхности ходовая скоба или подножка вставлена слишком глубоко,
- Лестничный ход неравномерен, не соответствует отвесу, слишком длинный, не имеет предохранителя или кончается не на тротуаре.

Особое внимание необходимо уделять месту стыка земли с колодцем. Большая часть повреждений канализации связана именно с технически неправильным устройством данного стыка.

Все повреждения, которые связаны с препятствиями свободного стоку сточных вод (как-то помехи стока, деформации поперечных сечений отклонения от нормального положения, обвалы) могут привести к образованию засоров и таким образом вызывать подпор сточных вод и возможное затопление сети, эти повреждения препятствуют качественной прочистке трубопроводов.

Негерметичность трубопроводов способствует тому, что сто-чные воды могут выходить в грунт, загрязнять его и грунтовые воды или проникать в подвалы зданий. Если трубопровод лежит в плоскости грунтовых вод, то грунтовые воды, проникая в трубопровод и образуя чужеродную воду дополнительно гидравлически нагружают канализационные сооружения. Одновременно с этим в трубопровод может намываться песок. Таким образом, вокруг трубопровода возникают опасные полости, которые могут привести к прорыву линии коллектора.

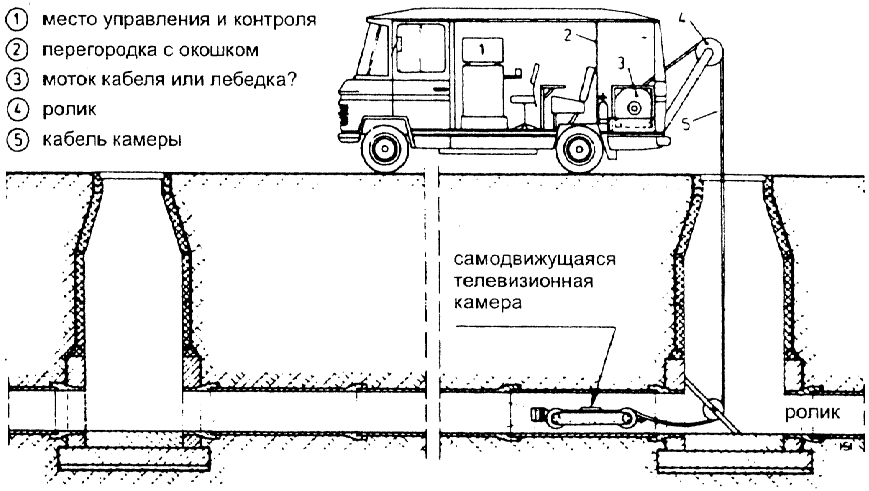


Рисунок 3.18: Эскиз принципа телевизионного технического осмотра с самодвижущейся камерой и специальным транспортным средством [20]

а) Телевизионное обследование трубопровода

В маленьких поселках проведение телевизионного обследования своими силами экономически невыгодно. Для выполнения технического осмотра необходимо договариваться с крупными отраслевыми фирмами.

Телевизионное обследование трубопроводов или так называемый телевизионный осмотр применяют сегодня в большинстве случаев для контроля трубопроводов, не рассчитанных на поступление бытовой сточной воды (Рисунок 3.18). Для этого используют специальные взрывоустойчивые системы камер или проводят обследование с применением технической приточной вентиляции. Как правило поворотная головка камеры обеспечивает осмотр всех стенок трубы не только в осевом, но и в радиальном направлении. Возможности таких камер очень велики. Фиксируются трещины шириной 2 мм. Большой радиус действия этих систем способствует проведению технического осмотра нескольких бьефов. Возможное перемещение камеры от колодца определяется длиной кабеля телекамеры. Технический осмотр трубо-

проводов дворовой сети производится через контрольный колодец или с помощью камеры-спутника, которая может вводиться в домовый ввод на расстояние до 20 м (рисунок 3.19).

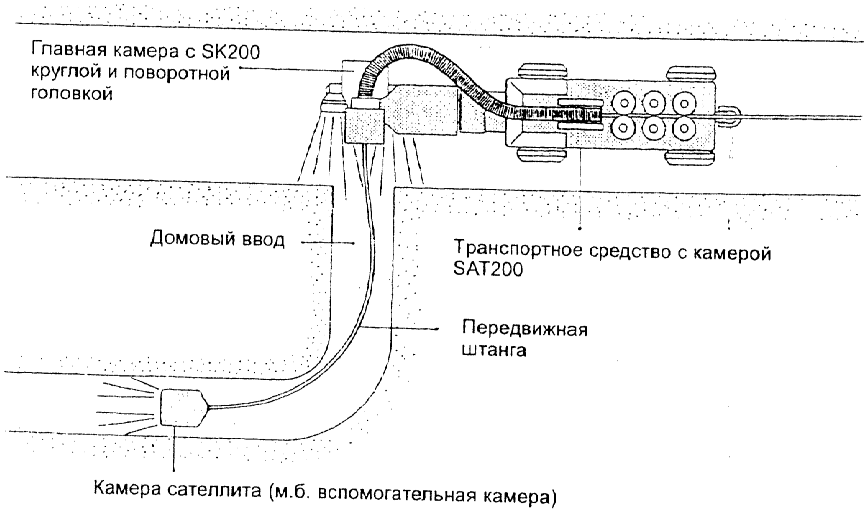


Рисунок 3.19: Камера – спутник

Необходимое оборудование наблюдения и механизмы управления установлено в большинстве случаев на специальных транспортных средствах технического осмотра (рисунок 3.19).

Основными компонентами являются:
- Элементы управления камерой,
- Монитор для передачи изображения,
- Электроснабжение,
- Видеомагнитофон,
- Персональный компьютер и принтер.

Вся полученная при исследовании трубопровода информация (например, место обследования, материал и характеристики трубопровода, повреждения и др.) передается на монитор, записывается на видеомагнитофон и затем может быть использована для разработки мероприятий по санированию трубопровода. Для

большого массива данных, требуемых при таком методе контроля коллекторов применяется электронная обработка данных. Протокол обследования данного трубопровода создается уже специальным техническим оборудованием. Этот протокол содержит все сведения о техническом осмотре и его результатах. Все протоколы записываются на носители информации и могут служить для обновления базы данных (кадастра) канализационной сети. При устранении повреждений, выявленных в процессе осмотра, необходимо соблюдение приоритетов важности в процессе санации.

b) Обход

При обходе канализационных трубопроводов должны соблюдаться правила безопасности для технического персонала. Технический осмотр производится непосредственным визуальным методом. Наряду с письменным протоколированием результаты контроля должны быть зафиксированы с помощью фотоаппарата или бытовой видеокамеры.

Метод задымления

Для установления неизвестных или не утвержденных присоединений линий трубопроводов к наружной канализационной сети (например, дренажей, случайных тупиков) подходит быстрый и недорогой метод задымления. При этом дым подается под низким давлением в загороженный коллектор или в трубопроводе размещаются дымовые шашки. Наблюдение за выходом дыма происходит на поверхности. По итогам наблюдения составляют документацию, к которой прикладываются фотографии.

Испытания герметичности

Оптические технические осмотры часто не достаточны для полной оценки состояния трубопроводов. Различные повреждения (например, неплотность прилегания муфты) оптическими методами осмотра, как правило, не фиксируются и могут быть установлены только испытаниями герметичности коллектора.

Особое значение имеют данные испытания при вводе трубопровода в эксплуатацию. По окончании строительных работ компетентное лицо проводит данное обследование с целью установления погрешностей в работе, которые после пуска трубопровода в эксплуатацию будет практически невозможно устра-

нить. Испытания герметичности канализационных сетей должны быть предписаны в уставе. При этом проверяющий не может удовлетвориться визуальным контролем, а должен провести полное испытание герметичности трубопровода.

Само предприятие водоотведения редко проводит самостоятельные испытания герметичности. При проведении этих испытаний другими фирмами необходимо обращать внимание на то, чтобы эти фирмы были независимы, т.е. *никакие* строительные фирмы или фирмы по санации не могут проводить данные испытания. Принципиально различают 4 случая проведения испытаний герметичности: запуск нового трубопровода, установка гарантии, проведение санации и повторное испытание (в рамках собственного контроля технического состояния трубопровода).

Существует несколько методов, с помощью которых проверяется герметичность трубопроводов (рисунок 3.20). В зависимость от цели испытаний применяют различные проверочные критерии. Например, к новому трубопроводу предъявляются более высокие требования, чем к старому, находящемуся в эксплуатации.

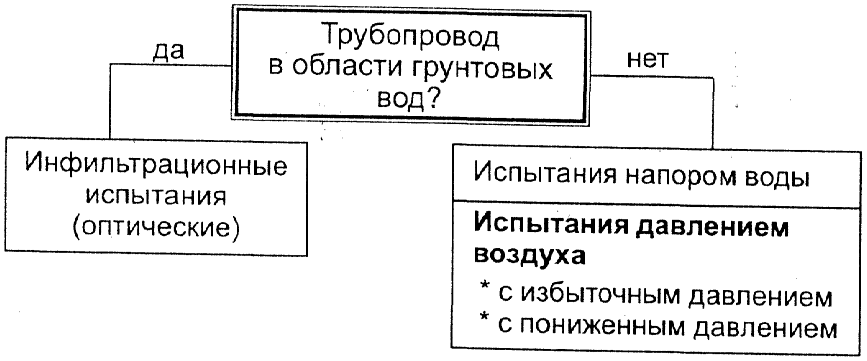


Рисунок 3.20: Методы испытаний герметичности трубопроводов

Испытания герметичности канализационных коллекторов описаны в рабочем листе ATV–DWK A 139 и в памятке м ATV–DVWK M143 часть 6 [4].

a) Инфильтрационные испытания трубопроводов в грунтовых водах

Если трубопровод расположен в грунтовых водах, то при подробной проверке сети может быть установлена негерметичность стыков и инфильтрация грунтовых вод в трубопровод. Для проведения испытания необходимо очистить и осушить трубу. Для трубопроводов расположенных не горизонтально испытания должны проводиться при максимально высоком уровне грунтовых вод.

b) Испытания напором воды

Испытания напором воды согласно DIN EN 1610 производятся по-другому. Для проведения испытаний все отверстия испытываемого участка закрываются, Трубопровод заполняют водой, поднимают давление в сети до необходимых значений и после подготовительного периода, как правило, 1 часа (например, для пропитывания водой цементных материалов) начинают испытания.

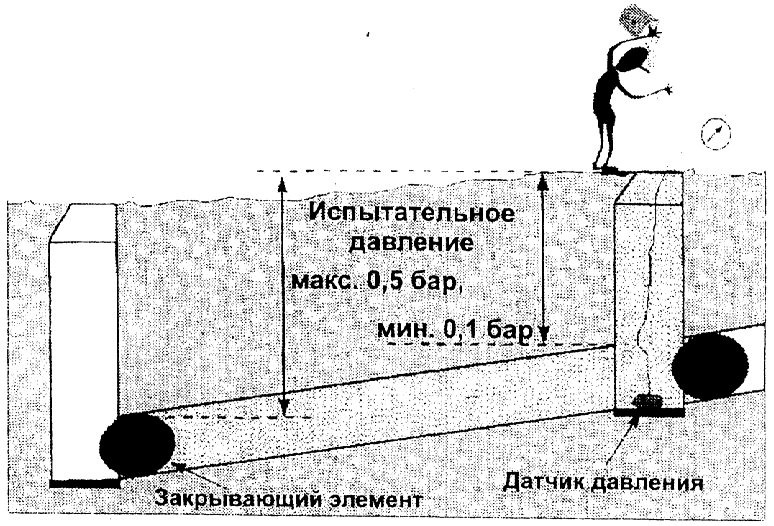


Рисунок 3.21: Принцип испытаний напором воды согласно DIN EN 1610

Испытательное давление соответствует напору воды, который устанавливается после заполнения водой колодца вплоть до поверхности земли. Оно должно составить – минимум – 0,1 бар, максимум – 0,5 бар (рисунок 3.21). Испытываемый участок считается герметичным если после 30 минут отстаивания необходимо добавить количество воды, не превышающее следующие значения:

0,15 л/м² поверхность стенки трубы для трубопроводов
0,2 л/м² поверхность стенки трубы для трубопроводов включая колодец
0,4 л/м² поверхность стенки трубы для колодца

Повременные испытания герметичности старых безнапорных водоводов проводятся с более низким напором воды, например, 0,05 бар в высшей точке трубы.

c) Испытания давлением воздуха

Испытания герметичности с помощью данного метода возможны также с повышенным или пониженным давлением. Так как в настоящее время не существует стандартизованных проверочных критериев для испытаний пониженным давлением, новые трубопроводы и колодцы могут испытываться методом повышенного давления согласно DIN EN 1610. В связи с явными преимуществами метод испытаний давлением воздуха применяется все чаще по отношению к испытаниям напором воды. Преимущества данного метода следующие:

- небольшие временные затраты (около 30 минут на участок коллектора),
- нет необходимости в подаче воды,
- экономия средств,
- нет высокого давления в нижних частях испытываемого участка.

Для проведения испытаний все открытые участки трубопровода закрываются воздухонепроницаемыми материалами. При помощи компрессора создается испытательное давление. Через некоторое время после выравнивания температуры давление корректируется еще раз. Испытываемый трубопровод считается герметичным, если падение давления во времени считается незначительным для данного участка. Необходимое время испытания зависит при этом от диаметра трубы (рисунок 3.22).

С помощью данного метода могут испытываться и трубопроводы, находящиеся в эксплуатации. Проверочные критерии для них, должны снижены.

Материал труб давление	Испытат. испытания	Падение давления	Время в минутах						
В мбар	DN		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
Сухие бетонные трубы	200	15	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Влажные бетонные и другие трубы	200	15	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7

Рисунок 3.22: Таблица проверочных критериев для испытаний давлением воздуха (DIN EN1610-метод LD)

d) Испытания напорных водоводов и испытания при помощи пониженного давления

DIN 4279 описывает метод испытания герметичности напорных трубопроводов. Испытательное давление при этом рассчитывается исходя из рабочего давления следующим образом:

Рабочее давление < 10 бар: испытательное давление = номинальное давление x 1,5
Рабочее давление > 10 бар: испытательное давление = номинальное давление + 5 бар
(Номинальное давление = допустимое рабочее давление при 20°C).

Испытания трубопроводов при помощи пониженния давления во время строительства трубопроводов в качестве предварительной проверки и после окончания строительства как испытания на герметичность. Испытанный участок считается герметичным, если установленное пониженное давление минимум 0,6 бар в течение 1 часа изменилось не более чем на 10%. Повременные

испытания после ввода в эксплуатацию не требуются, так как негерметичности самоустраняются при быстром снятии пониженного давления.

e) Испытуемые объекты

Испытания на герметичность могут проводиться в коллекторах, на участках трубопровода, отдельных стыковых соединениях труб и колодцев.

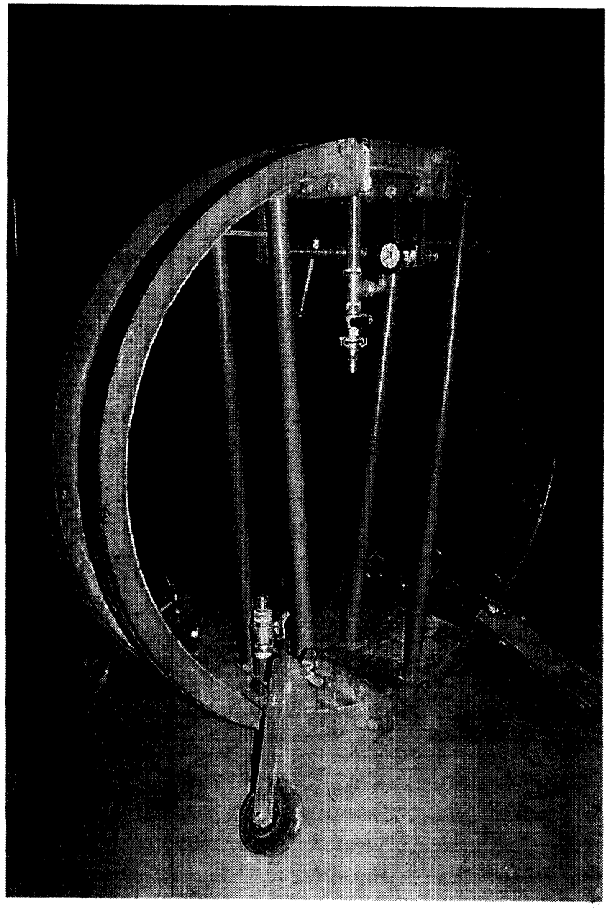


Рисунок 3.23: Прибор для испытаний муфты DN 1400

Для экономии средств при соответствующих технических возможностях трубопровод должен быть испытан полностью, включая все соединения. Если проведение таких испытаний невозможно, то необходимо проведение испытаний участков трубопроводов или отдельных его элементов. Если испытание длинных участков трубопровода не возможно или не выгодно (например, из-за необходимости подачи значительных расходов воды при больших номинальных внутренних диаметрах), то стенки трубопровода могут контролироваться тщательным внешним осмотром, а каждое место соединения исследоваться отдельно прибором для испытаний муфты, методом давления воздухом или напором воды. Предложения для проверочных условий описаны в DIN EN 1610.

В непроходных трубопроводах приборы для испытаний муфты применяются совместно с канатной лебедкой или самоходными устройствами, в которые встроены камеры наблюдения. В трубопроводах, рассчитанных на нагрузку от людей прибор для испытания муфты монтируется непосредственно в колодце и перемещается от муфты к муфте по трубопроводу (рисунок 3.23).

3.9.3 Ликвидация повреждения

Если в ходе проведенных обследований были обнаружены повреждения трубопровода, то необходимо проведение мероприятий по их устранению. Метод ликвидации повреждения зависит от конкретных условий. Однако при планировании мероприятия по устранению повреждения должны учитываться следующие пункты:
причина повреждения, способ повреждения, место повреждения, размер повреждения, количество повреждений в трубопроводе, последствия повреждения, свойства трубопровода (назначение трубопровода, размер, гидравлическая нагрузка, глубина заложения, возраст, материал, расположение трубопровода – например, в свободной местности или под улицами), грунтовые условия и режимы подземных вод.

Многочисленные методы по ликвидации повреждений в трубопроводах делятся на группы (рисунок 3.24). Небольшие повреждения устраняются на месте. Более значительные повреждения ликвидируются в ходе проведения санации трубопровода. В противоположность восстановлению и санации, при которых основная часть старого трубопровода сохраняется, иногда возможна

замена трубопровода, т.е. обновление, при котором новые трубы при подсоединении принимают на себя функцию старых. Новые трубопроводы могут быть проложены как на старом, так и на новом месте.

Многие поселки и города до сих пор пренебрегают регулярными осмотрами и устранениями мелких повреждений трубопроводов. Это влечет значительные убытки и как следствие – разрушение канализационной сети. Как отмечалось выше, в случае, если поселок не может провести обследование сети самостоятельно, необходимо поручить проведение обследования отраслевым фирмам.

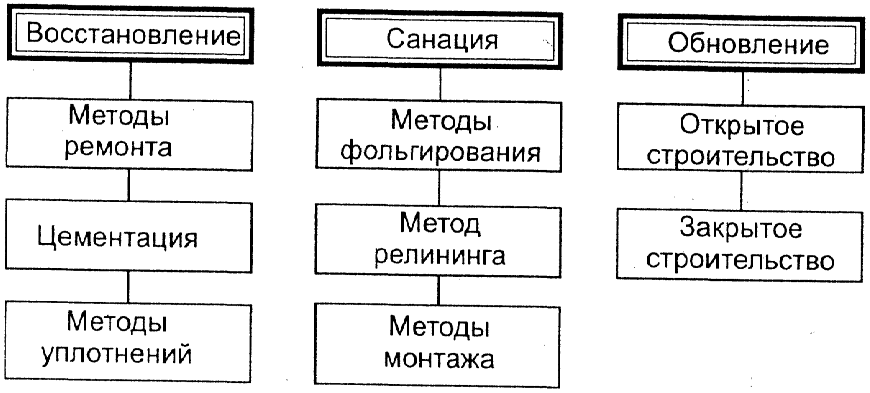


Рисунок 3.24: Методы ликвидации повреждений

Причинами повреждения трубопровода м]огут быть
- Ошибка в производстве строительных работ (например, неудовлетворительное уплотнение трубы, технически неправильно установленные патрубки),
- Применение неподходящих материалов,
  Естественное старение,
- Спуск вызывающих коррозию сточных вод
- Биогенная сернокислая коррозия (BSK),
- Нарушение других строительные мероприятия на трассе трубопровода.

Принцип биогенной сернокислой коррозии представлен на рисунке 3.25. Так как появление сульфида в трубопроводе канализационной линии зависит от деятельности бактерий в осадках сточных вод, необходимо заботиться о регулярных прочистках и хорошей приточной вентиляции трубопроводов. Сульфидная коррозия подробно рассматривается в книге „Сульфиды в канализационных сооружениях" [8].

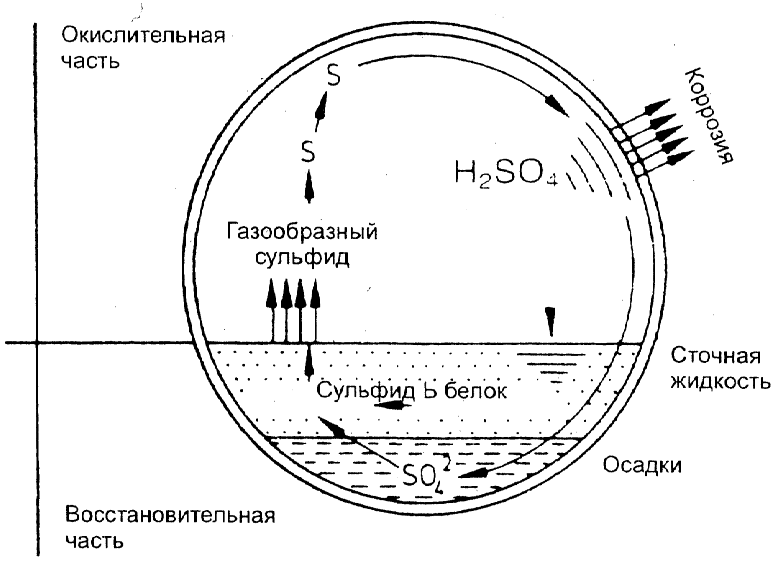


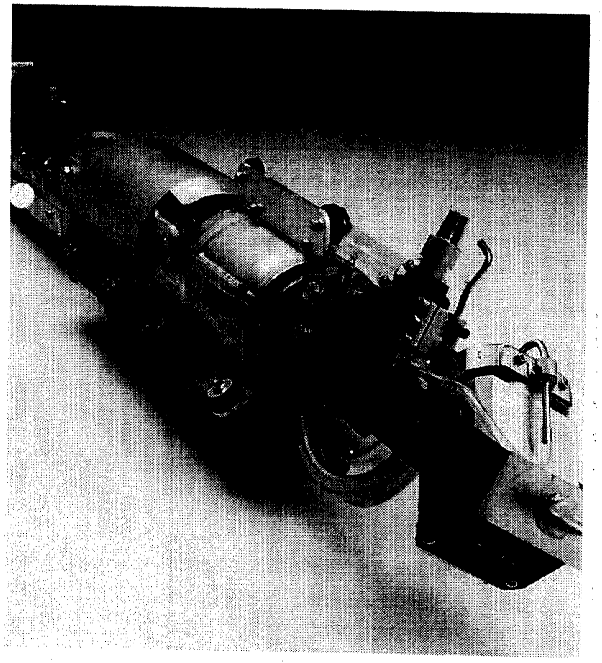
Рисунок 3.25: Принцип биогенной сернокислой коррозии [20]

Даже если когда-нибудь будет наработан большой опыт по ликвидации повреждений трубопроводов канализационной сети, данная работа все равно будет составлять основу деятельности предприятий по эксплуатации сети. Поэтому технический персонал предприятия должен владеть достаточными знаниями для проведения ремонтных и восстановительных работ на канализационной сети.

Хороший обзор существующих в настоящее время и широко используемых методов дает книга «Содержание канализации в рабочем состоянии» [20]. Далее коротко описаны три наиболее часто применяемых метода.

Метод с применением робота

Применение дистанционно управляемых роботов оправдано для ремонта непроходных трубопроводов с трещинами, маленькими обломами, неплотными муфтами или технически неправильно выполненными соединениями. Область применения этого метода распространяется на номинальные внутренние диаметры от DN 150 до DN 800.



Изображение 3.26: Робот с фрезой и камерой наблюдения

Составной частью систем робота являются самоходные устройства, которые могут быть оборудованы кроме всего прочего фрезерными и буровыми головками, устройствами для шпатлёвки и опалубками для снабжения раствором (рисунок 3.26). В сечение трубопровода или коллектора ненужные патрубки или

корни могут быть вырезаны и зашпаклеваны эпоксидной смолой. Для правильного выполнения мероприятий за работой робота наблюдают через видеокамеру, установленную в нем.

Цементация (метод инъекций)

Данный метод применяют только в том случае, если повреждение незначительно и имеет малую площадь (например, трещины, не герметичность муфты) или восстановление трубопровода другим методом невозможно. Герметичность трубопровода при инъекции создается не только в результате цементирования места повреждения, но и укреплением грунта также посредством инъекции. Материалы, применяемые для инъекций, изготавливают на основе стекла, пластмассы или цементной суспензии.

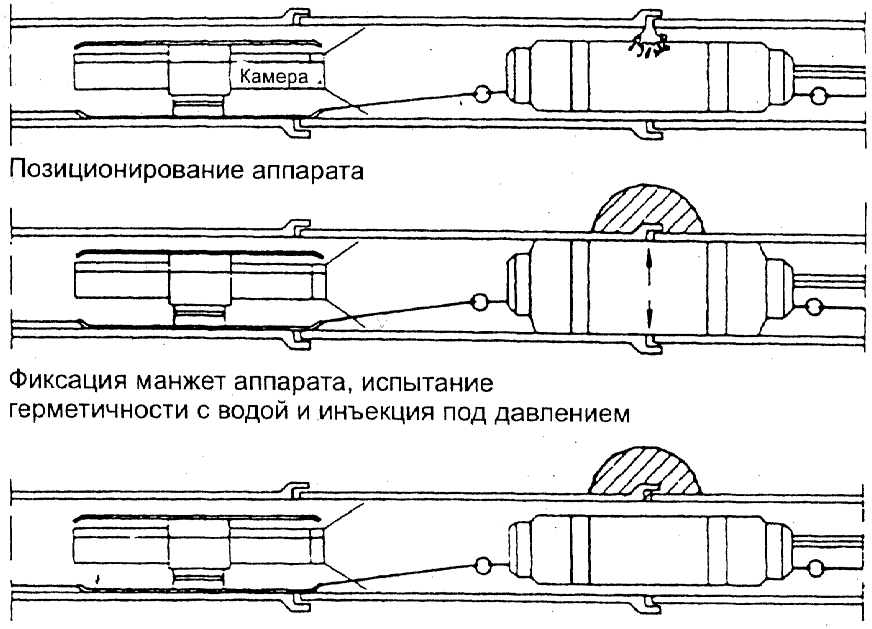


Рисунок 3.27: Технологический процесс по Cherne-методу [20]

При ликвидации повреждений в непроходных трубопроводах предпочтение отдается внутренним инъекциям посредством разрежения (подсасывания). В коллектор помещается инъекционный аппарат. Под видеонаблюдением он размещается в месте повреждения, двумя надувными резиновые манжетами фиксирует свое положение, оставляя зазор в месте ремонта. Далее выжимает средство для цементации в грунт и закрывает область ремонта (рисунок 3.27). Так как, в частности, при применении химических средств для инъекции загрязнение грунтовых вод не может быть исключено, то средства и методы цементации должны иметь „Специальное строительное разрешение" от института строительной техники в Берлине.

Шланговый релининг

Шланговый релининг – это метод санации трубопровода или внутренняя обработка бьефа укладкой ткани, пропитанной синтетической смолой (например, полиэстер, стекловолокно), под давлением. Таким образом, получается внутренняя облицовка трубопровода в месте повреждения и восстанавливается его герметичность.

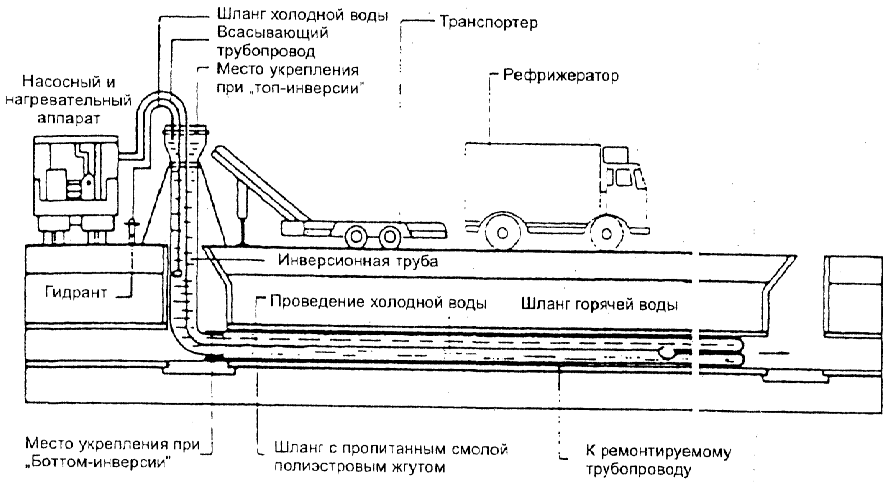


Рисунок 3.28: Шланговый релининг *методом Insituform [20]*

Жгут укладываемый в трубопровод достаточно тонкий, поэтому он несущественно сокращает диаметр трубопровода. Существующие виды данного метода различаются между собой прежде всего, способом ввода жгута через колодец и способом отверждения синтетической смолы (теплом или УФ-излучением). Обрезание лишних концов жгута происходит при помощи робота. Герметичность стыков при разветвлениях трубопроводов, а также уплотнение мест соединения трубопроводов и колодцев осуществляются при выполнении специальных мероприятий.

3.10 Контроль за выпусками в канализационную сеть

Выпуски в канализационную сеть (непрямые выпуски) осуществляют промышленные предприятия, которые спускают сточные воды не непосредственно в водоемы, а в канализационную сеть или на очистные сооружения. Они могут осуществлять выпуск непосредственно с предприятия или через локальные очистные сооружения.

Противоположностью этого метода является выпуск очищенных производственных сточных вод через канализационную сеть и очистные сооружения непосредственно в водоемы (прямые выпуски). В небольших поселках и городах обычно осуществляют прямые выпуски в водоемы.

Промышленные сточные воды могут быть спущены в канализационную сеть только при соблюдении следующих условий:

- Персоналу предприятия канализационной сети и персоналу органов контроля технического состояния трубопроводов не может быть причинен вред в результате содержания в сточных водах H_2S, HCN, SO_2, CO_2, кислот или щелочей с крайними значениями pH, высокой температуры сточных вод, наличия огнеопасных и взрывчатых материалов, а также летучих орга-нических растворителей (как, например, CKW),
- Сооружения по очистке сточных вод не будут повреждены сточными водами с крайними значениями pH, высокими содержаниями SO_4-или NH_4-соединений, растворяющей известь и другими, в частности твердыми отходами,
- Функции канализационных очистных станций не должны быть нарушены слишком высокими концентрациями и нагрузками по тяжелым металлам, кислотам, щелочам, токсичным материалам.

Сточные воды следующих предприятий могут представлять опасность:

Предприятия по переработке овощей и фруктов
Пивоварни, винодельческие заводы
Скотобойни, мясоперерабатывающие предприятия
Молочные заводы
Предприятия металлообработки
Красильные фабрики
Химические заводы
Большие прачечные
Целлюлозо-бумажные предприятия
Кожевенные производства.

Уставы канализации многих поселков, городов и земель запрещают спуск вредных веществ в городскую канализацию (см. раздел „Водное право").

Контроль за соблюдением предписаний устава является составной частью работы предприятия, обслуживающего канализационную сеть. К этому относится, например, отбор проб сточной жидкости и проведение соответствующего анализа. В больших городах для аналитических исследований устроены специальные лаборатории, так как большое количество анализов может быть проведено только на специальном оборудовании. Лаборатории очистных сооружений часто не имеют современного оснащения. Поэтому устройство специальных лабораторий имеет особое значение.

Небольшие поселки посылают пробы сточных вод на фирмы-лаборатории, где выполняются анализы. Если необходим регулярный контроль сточной жидкости в течение длительного периода, то следует использовать автоматические анализаторы. Такие приборы не многочисленны и легко могут быть установлены на небольших предприятиях в поселках. В некоторых случаях для осуществления контроля полезно сотрудничество с промышленным предприятием. Возможна также установка своих приборов в контрольном колодце предприятия. Предприятия обязаны сами проводить регулярный контроль качества сточных вод по наиболее опасным веществам.

3.11 Охрана труда и предупреждение аварий при работе на предприятии по эксплуатации канализационной сети

На предприятии по эксплуатации канализационной сети действуют те же правила техники безопасности, что и для всех канализационных сооружений. Но, разумеется, случаи спуска человека в колодец здесь встречается гораздо чаще, чем при работе на очистных сооружениях.

При подробном внешнем осмотре необходим обязательный спуск в колодец. Так как при данных работах происходит большое количество несчастных случаев рекомендуется еще раз обратить внимание на рекомендации «Технические канализационные сооружения» (GUV 7.4) и «Правила безопасности при работах в закрытых технических канализационных сооружениях» (GUV 17.6). Для открытия люков колодцев должны применяться только специальные инструменты. Человек не должен спускаться в колодец и входить в трубопровод один. Интенсивного проветривания колодца из люка недостаточно, вентиляция колодца должна быть устроена принудительным методом при помощи работоспособного аэрационного устройства. Во время проветривания могут быть проведены другие работы, например, очистка крышек колодцев и брызговиков. Наконец, с помощью газоанализатора необходимо проверить наличие в колодце взрывчатых или ядовитых смесей и определить количество кислорода (больше чем 17%). В противном случае человек может быть допущен в колодец только с одетым респиратором. Входящий в колодец человек должен иметь при себе спасательное оборудование, а второй человек обязан постоянно находиться снаружи и поддерживать связь с тем, кто работает внутри колодца или трубопровода. Место входа в колодец должно быть ограждено от транспорта (предписания правил дорожного движения).

Все специальные правила техники безопасности для канализационных сооружений рассматриваются в разделе „Предупреждение аварий".

4. Основы процессов очистки сточных вод

Сведения, приведенные в главе 1, касающиеся естественных процессов самоочищения водоемов – это предпосылки для проведения аналогичных процессов на канализационных очистных сооружениях. Однако процессы, которые длятся в природных водоемах дни и недели, здесь необходимо провести за несколько часов. Это касается, прежде всего, биологических сооружений. Необходимые для биологической очистки сточных вод бактерии, как правило, уже присутствуют в сточных водах. К тому же на очистных сооружениях они дополнительно выращиваются искусственно. Для этого создаются специальные благоприятные условия для роста и развития микроорганизмов, как то достаточное количество кислорода, своевременная подача питания (загрязнений). Для того, чтобы такие сооружения могли нормально работать и эксплуатировать их было экономически выгодно, сточные воды должны быть предварительно обработаны. Предварительная очистка включает в себя удаление грубых примесей на сорозадерживающих решетках, удаление песка в песколовках и первичное отстаивание. Возникающие в биологических сооружениях хлопья бактерий удерживаются при вторичном отстаивании.

Осажденные вещества после первичного и вторичного отстаивания образуют осадок, который направляется на сооружения сбраживания, где он уменьшается в объеме на 1/3, а затем на обезвоживание.

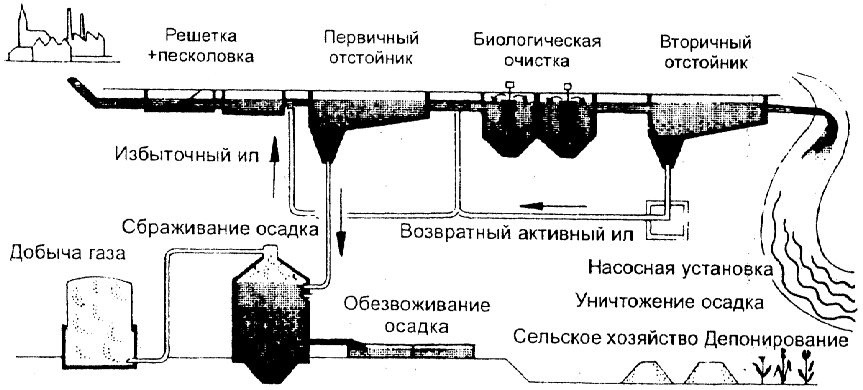


Рисунок 4.1: Схема канализационных очистных сооружений (д-р Бойе)

На рисунке 4.1 показана упрощенная схема обычных канализационных очистных сооружений без специального удаления соединений азота и фосфора.

При очистке сточных вод различают канализационные очистные сооружения промышленного предприятия (локальные очистные сооружения), где промышленные сточные воды очищаются с применением специальных методов обработки (например, дезинфекция, нейтрализация и др.) и центральные или городские очистные сооружения, где очистке подвергаются сточные воды города или поселка. Если промышленные сточные воды очищаются на локальных очистных сооружениях частично, а затем сбрасываются в городскую канализационную сеть, то такая очистка называется предварительной. Это может быть, например, предочистка с целью удаления масляных и всплывающих веществ. Если на стадии предочистки используются химические вещества, то говорят о химической очистке сточных вод. Применение химических веществ способствует образованию специфического осадка в результате „химического осаждения". Если при обработке сточных вод образуется так называемый всплывающий осадок, то речь идет о процессе, называемом флотацией. В зависимости от производства флотация часто способствует улучшению качества предварительной очистки.

На центральных канализационных очистных станциях применяют различные методы очистки сточных вод. На первой стадии производится *механическая* очистка сточных вод. Здесь удаляются грубые примеси, песок, взвешенные вещества, включая плавающие загрязнения. Это обеспечивают сороудерживающие решетки, песколовки и отстойники; к этой группе сооружений относится и так называемый двухъярусный отстойник. Биохимический процесс сбраживания осадка необходим для осажденных в отстойниках взвешенных веществ для того, чтобы стабилизировать их и лишить запаха. Сооружения механической очистки способны удалить 20 – 30% всех загрязнений сточных вод. Поэтому необходима следующая стадия очистки – биологическая. Здесь удаляются растворенные органические загрязнения и остаточные взвешенные вещества. Биологические сооружения обеспечивают очистку от органических загрязнений на 90–98%; допустимое остаточное загрязнение установлено правовыми нормами (значения допустимых загрязнений в соответствии с существующими требованиями) (см. раздел „Водное право").

Азот и фосфор, снабжающие водоемы большим количеством питательных веществ, также должны удаляться из сточных вод, особенно при сбросе в водоем большого количества жидкости. Азот удаляется, как правило, биологическими методами, в то время как фосфор возможно максимально удалить только химическим осаждением.

Некоторые сооружения очистных станций можно комбинировать друг с другом. Так возможна комбинация первичных отстойников, биологических сооружений и вторичных отстойников в единый блок. Такие блоки выполняются обычно фирмами-производителями в стандартной комплектации, но различного объема для очистных станций разной производительности. Для того, чтобы уменьшить количество ручного труда, все больше используют автоматически управляемые устройства для работы на очистных сооружениях. В большей степени это касается малых очистных сооружений. Такая механизация очистных сооружений часто приветствуется операторами очистных сооружений, так как в данном случае ручной труб минимизируется и необходим только тщательный уход и технический контроль за работой сооружений.

4.1 Механические процессы в очистке сточных вод

Все твердые вещества, содержащиеся в сточных водах, способны оседать согласно закону силы тяжести, т.е. вещества, которые тяжелее воды при спокойном течении потока жидкости выпадают в осадок. Более тяжелые вещества имеют более высокую плотность (удельную массу), и соответственно оседают быстрее, чем вещества с меньшей плотностью.

В песколовках устанавливается такая скорость течения потока жидкости, при которой сравнительно тяжелые зерна песка оседают, в то время как более легкие загрязнения находятся во взвешенном состоянии. В отстойниках скорость потока значительно замедляется таким образом, чтобы практически все взвешенные вещества могли осесть. Предпосылкой успешной очистки в таких сооружениях является также равномерное ламинарное движение потока. Препятствия на входе в сооружение или неравномерный приток (например, при сильном ветре) делают поток неравно-мерным и могут помешать процессу осаждения.

Ухудшить процесс отстаивания могут также низкая температура воды или ее большое солесодержание. Так как при этом возникает слоистость разных потоков воды из-за различной температуры или плотности жидкости.

4.2 Биологические процессы в очистке сточных вод

Большая часть органических загрязнений бытовых сточных вод, около 2/3, состоит из растворенных или тонкодисперсных примесей, которые не выделяются в отстойнике. Эти вещества можно в значительной мере удалить из сточных вод с помощью биологических методов очистки.

При биохимической очистке сточных вод органические вещества поглощаются микроорганизмами, в частности, различными видами слизистых бактерий (одноклеточные). Быстро размножаясь они образуют «биологическую пленку» в биофильтре или «хлопок активного ила» в аэротенке. В дальнейшем в составе биологической пленки и активного ила появляются микроскопические животные – простейшие (Protozoen), которые питаются в большинстве случаев свободно плавающими бактериями и маленькими частицами загрязнений. Они также способствуют очистке сточных вод. В отличие от бактерий их можно легко определить микроскопическим исследованием и поэтому наличие простейших служит косвенным признаком хорошего состояния активного ила [17, 19]. Совокупность наличия бактерий и простейших в активном иле или биопленке называется биоценозом. Полная масса бактерий, простейших и других микроорганизмов составляют биомассу.

Содержащиеся в сточных водах частицы загрязнений извлекаются биологической пленкой или активным илом и поглощаются микроорганизмами. При этом органические вещества окисляются с получением углекислого газа и водорастворимых минеральных солей и, используются микроорганизмами для построения клетки и выработки энергии, необходимой для жизнедеятельности. Помимо питательных веществ для нормального существования микроорганизмам необходим кислород. Для удовлетворительной работы биологических очистных сооружений необходима подача достаточного количества кислорода одновременно с подачей сточных вод. Выносимые, из биофильтра биопленка или активный ил из аэротенка осаждаются во вторичном отстойнике. Сущность биологического метода очистки состоит в том, чтобы преобразовать растворенные органические загрязнения до веществ, не загрязняющих окружающую среду, за счет деятельности микроорганизмов.

Очистка сточных вод на биофильтрах, погружных биофильтрах и в аэротенках относится к биологическим методам.

В *биофильтре* биомасса (бактерии и простейшие) располагается на наполнителе, где образуется биопленка, через который фильтруется сточная вода. Похожие процессы происходят на дисковых биофильтрах, в которых 1/3 диска погружена в сточную воду и заполнителях погружных биофильтров.

В *аэротенках* процесс очистки сточных вод происходит при интенсивной аэрации и перемешивании. Это способствуют тому, что активный ил хорошо смешивается со сточной водой и при этом бактерии и простейшие получают достаточное кислорода и питательных веществ. Однако, количество поданых питательных веществ должно соотноситься с количеством наличествующей биомассы.

В слабонагруженных сооружениях микроорганизмы начинают голодать. Вследствие этого может происходить вспухание биомассы. В сильно нагруженных сооружениях, напротив, развивается большее количество бактерий, так как питательный субстрат более многообразен. В итоге большая нагрузка на сооружение влечет за собой увеличение биомассы, и, как следствие, увеличение избыточного активного ила. Слабонагруженные установки должны иметь малые объемы для обеспечения необходимой нагрузки по БПК.

На самом деле процессы разложения органических веществ гораздо сложнее, чем представленное здесь описание. Они зависимы от многих факторов, таких как – температура, время, значение pH, разнообразие питательных веществ и т.д.

При описании биологических процессов нельзя не упомянуть о развитии водорослей. Присутствующие в сточных водах питательные вещества, например, фосфаты, в зависимости от сезона и освещенности часто способствуют росту водорослей. Разрастаясь, они образуют, например, в сточных желобах или на поверхности тела биофильтра поверхности, покрытые зелеными водорослями. Рост водорослей не сказывается на процессах очистки, но свидетельствует о достаточно большом количестве кислорода в сточных водах. Однако, наиболее предпочтительным является регулярное удаление водорослей из сооружений, так как они портят внешний вид сооружений в целом. К тому же при попадании в водоем они создают определенную нагрузку на него. Иногда, при проведении длительных процессов очистки водоросли могут поглощать остаточные загрязнения (например, в биопрудах), но при выпуске очищенных сточных вод в водоем водоросли необходимо удалять.

В аэробных биологических прудах время от времени наблюдается очень сильное образование водорослей. В данных условиях они также не потребляют загрязнения, но при достаточном освещении водоросли производят кислород, который передается бактериям. Такое воспроизводство кислорода называется фотосинтезом. Ночью водоросли снова расходуют кислород, но в значительно меньшей степени, чем производят.

4.2.1 Разложение углерода

Основную часть растворенных органических веществ в сточных водах составляют углеродистые соединения. Наиболее важные из них – это углеводы, белки и жиры. Все эти соединения могут разлагаться бактериями, что и происходит при биологической очистке сточных вод.

Если количество углерода в сточных водах невелико это свидетельствует о недостатке питания для микроорганизмов. В таком случае в биомассе начинаются процессы самоокисления, т.е. истощение собственной клеточной субстанции. В любом случае количество кислорода должно быть больше, чем количество любого питательного субстрата. В противном случае создаются условия, несовместимые с жизнью бактерий. Поэтому основным показателем работы очистных сооружений является биохимическое потребление кислорода (БПК). С помощью этой величины можно судить о наличии органических загрязнений в любой момент времени.

4.2.2 Удаление азота

Нитрификация

Следующим этапом биологической очистки может быть преобразование соединений азота определенными видами микро-организмов. Для таких преобразований необходимо в четыре раза больше кислорода, чем для разложения углеродистых соединений.

В коммунальные сточные воды азот (N) попадает вследствие человеческих выделений, а именно из урины, имеющей преимущественно форму мочевины. Мочевина и органически связанный азот (org. N) преобразовывается уже в трубопроводе в азот

аммония (NH_4-N). Это преобразование называют аммонификацией. Соответственно чем длиннее канализационная сеть, тем глубже протекает данный процесс. Химическая реакция аммонификации органического азота происходит дольше, чем аммонификация других соединений. Поэтому в сточных водах, приходящих на очистные сооружения, содержится большое количество азота аммония и азота органического (рисунок 4.2). Органический азот и азот аммония обозначаются как общий и носит название азота по Кьельдалю (TKN):

$$TKN = org.\ N + NH_4\text{-}N$$

Азот аммония в отличие от углеродистых соединений не разлагается, а окисляется в нитрит (NO_2-N) и нитрат (NO_3-N).

Этот процесс называется *нитрификацией.*

Нитрифицирующие бактерии гораздо восприимчивее к внешним условиям, чем бактерии разлагающие углерод. Они отличаются незначительным приростом и легко вытесняются другими бактериями. Особое влияние на нитрифицирующие бактерии оказывают концентрация растворенного кислорода и температура. Процесс нитрификации резко замедляется при концентрации кислорода в аэротенке менее 1,5 мг/л (имеется в виду аэротенк или водоем) и температуре ниже 10 °С. Определенное влияние на данный процесс оказывает также значение pH.

Предпосылкой для нитрификации наряду с достаточным количеством кислорода и более высокими температурами сточных вод является глубокий процесс разложения углерода. Таким образом, для успешного проведения процесса нитрификации необходимы достаточно длительная аэрации, небольшая нагрузка на активный ил и высокий возраст ила.

Денитрификация

Возникающие в процессе нитрификации нитраты, попадая в водоем становятся питательными веществами. Поэтому наиболее предпочтительным является их полное выведение из системы. Это возможно осуществить при взаимодействии углеродистых соединения сырой сточной воды с нитратсодержащим активным илом или нитратсодержащей водой. Бактерии, разлагающие угле-род, попадая в анаэробные (бескислородные) условия будут

использовать кислородную составляющую нитратов, тем самым разлагая это соединение. Этот процесс получил название *денитрификация.* Азотистая составляющая при этом восстанавливается до газообразного соединения и удаляется в атмосферу.

Предпосылкой для проведения этого процесса является оборудование перед аэротенком специальной зоны без подачи кислорода (аноксидная зона). Кроме того, в эту зону необходимо подавать органические легко окисляемые загрязнения для обеспечения достаточного количества питания бактериям.

Проведение процесса денитрификации выгодно также по производственным причинам возможно сэкономить часть энергии на аэрацию для нитрификации и избежать нежелательной денитрификации во вторичном отстойнике. При этом одновременно улучшаются седиментативные свойства активного ила.

Баланс азота

Происходящие в канализационной сети и в канализационных очистных сооружениях процессы преобразования азота могут быть различными по количеству и качеству. Возможные соотношения показаны на рисунке 4.2.

Для наглядности отдельные ступени баланса были упрощены. Возможные пиковые значения загрязнений из иловой воды после обработки осадка (илоуплотнитель, механическое обезвоживание) не были приняты во внимание. Разведение, например, чужеродной водой, может, напротив, уменьшать концентрацию азота. Концентрация азота может подвергаться определенным колебаниям в зависимости от вида сточных вод.

Для коммунальных сточных вод концентрация азота TKN = org. N + NH_4-N составляет примерно 50 - 60 мг/л. При этом аммонийная составляющая NH_4-N данной суммы выше, чем часть org. N. Рассчитано: TKN на одного жителя составляет 11г в сутки.

Приток на канализационные очистные станции

Мочевина и органически связанный азот (org. N) начинают преобразовываться в азот аммония (NH_4-N) уже в трубопроводе. Это преобразование называют аммонификацией. Чем длиннее трубопровод и дольше время водоотведения стоков, тем глубже происходит этот процесс. При вводе данных ежедневного расхо-

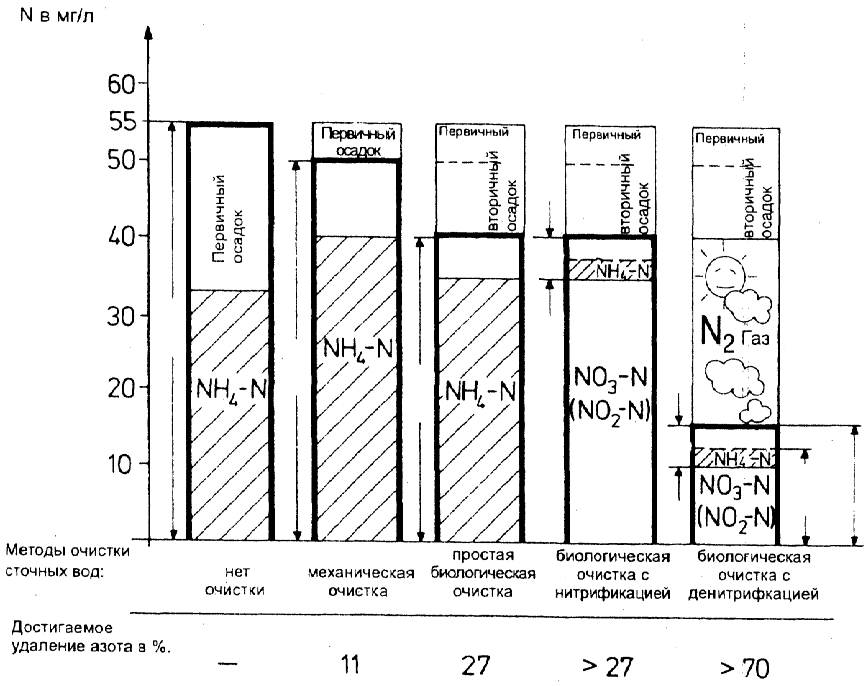


Рисунок 4.2: Баланс азота в сточных водах

да бытовых сточных вод – 200 л получается расчетная концентрация

11 000 мг TKN / (жит х сут): 200 л/ (жит х сут) = 55 мг/л

После механической очистки

Процесс аммонификации продолжается в сооружениях механической очистки, так org. N преобразовывается далее в NH_4-N. Осадок после первичного отстаивания содержит около 1 г N/(жит х сут). Это соответствует удалению из сточных вод около 5 мг/л азота. Эти значения не применимы к биологическим прудам. Для процессов сбраживания необходимы другие условия.

После биологической очистки (только разложение углерода)

На данном этапе практически весь азот представлен как NH_4-N.

При биологической очистке органическая субстанция переходит в биомассу и удаляется в виде избыточного активного ила. Для образования этой биомассы необходим азот. Таким образом, удаление азота составит – 0,05 х $БПК_5$ = 0,05 х 40 г/(жит х сут) = 2 г N/жит, что соответствует 10 мг/л N в сточной воде.

После нитрификации

Окисление NH_4-N происходит в аэротенке при достаточном количестве кислорода через нитриты (NO_2-N) в нитраты (NO_3-N). Аналогичный процесс может происходить в слабонагружаемых или погружных биофильтрах. Этот процесс называют нитрификацией или окислением азота. При достаточном возрасте активного ила, небольшой нагрузке на ил по $БПК_5$ и благоприятных внешних условиях содержание NH_4-N на выходе составит менее 3 мг/л, а в большинстве случаев даже менее 1 мг/л. Следует помнить, что нитрат является питательным субстратом в водоемах. Концентрация N в активном иле изменяется незначительно.

После денитрификации

В не аэрируемых (аноксидных) водоемах или зонах бактерии не получают кислород; поэтому они вынуждены расщеплять нитрат (NO_3-N) для получения достаточного количества кислорода для дыхания. При этом образуется газообразный азот (N_2), который удаляется в атмосферу. Этот процесс называют денитрификацией. В процессе очистки ,как правило, денитрифицируется минимум 20 мг/л NO_3-N включая NO_2-N, концентрация которого менее 1 мг/л.

TKN (Азот по Кьельдалю)

Азот по Кьельдалю – это сумма органически связанного азота и аммоннийного азота (org. N + NH_4-N). Данная величина представляет интерес на стадии ещё неочищенной сточной воды или после механической очистки. При этом значение org. N настолько мало, что при высокой концентрации по ХПК его величина не имеет значения. Приблизительные концентрации составляют 1–2 мг/л.

Общий неорганический азот ($N_{общ}$)

Согласно закону о спуске сточных вод (AbwAG) содержание азота при выпуске сточных вод в водоем должно считаться как сумма NH_4-N, NO_3-N и NO_2-N - без органического азота. При эффективном удалении азота $N_{общ}$ составляет менее 12 мг/л.

Общий азот (Общ N)

В отличие от общего неорганического азота общий азот составляет сумму органически связанного азота и неорганического азота и обозначается как Общ N. Данная величина имеет значение в тех случаях, когда органический N (org. N) может составлять более 20 мг/л.

4.2.3 Биологическое удаление фосфора

Для своей жизнедеятельности бактерии нуждаются в питательных веществах. Именно поэтому в процессе очистки удаляется определенная часть растворенных в сточных водах соединений фосфора и азота и переходит в биомассу. Фосфор присутствует в сточных водах всегда в виде соединений с другими элементами, например, с кислородом в случае PO_4 (фосфат). Бактерии активного ила обладают свойством, при стрессовых условиях удалять из сточных вод большее количество фосфатов – до 5% по сухому веществу. Такие стрессовые условия создаются при постоянном чередовании анаэробных и аэробных зон. Поэтому такой режим работы часто применяют для биологического удаления фосфора из сточных вод. В предварительной емкости или в части аэротенка создается зона, в которой чередуются анаэробные условия с аэробными. Значительная часть фосфора при этом удаляется в биомассу. Однако, при попадании такого активного ила в область с анаэробными условиями возможен обратный процесс.

Характеристикой хорошей работы такой системы является резкое увеличение концентрации фосфатов в анаэробных условиях. В следующей аэробной части сооружения бактерии опять поглощают фосфор, таким образом, что его конечная концентрация оказывается значительно пониженой. Удаленный из сточных вод фосфат должен быть выведен из системы вместе с избыточным активным илом.

Отдельные элементы метода удаления фосфора на канализационных очистных станциях даны на рисунке 4.3.

4.3 Химические процессы

Химическая очистка сточных вод способствует достижению следующих целей:

- Нейтрализации кислых или щелочных сточных вод,
- Переходу растворенных неорганических веществ в нерастворимую форму и удаление из системы в качестве осадка (например, детоксикация сточных вод гальванических производств или удаление фосфатов из коммунальных сточных вод),
- Отделению коллоидно растворенных веществ,
- Улучшению эффекта очистки сточных вод на сооружениях осаждения, флотации и фильтрации.

4.3.1 Основы процессов

Технически необходимо различать методы нейтрализации, осаждения, коагулирования и детоксикации (обеззараживания).

Нейтрализация

Под *нейтрализацией* понимают реакцию кислоты с щелочью. При этом образуется соль и вода. Так как для биохимической очистки сточных вод наиболее характерна слабощелочная область pH = 7–7,5, то стоки с сильно колеблющимися значениями pH должны нейтрализоваться. Для нейтрализации щелочных стоков (высокие значения pH) используется в большинстве случаев соляная или серная кислота.

Осаждение

При *осаждении* растворенные загрязнения сточных вод переводятся посредством химической реакции с коагулянтом в нерастворимую форму. Данный метод наиболее часто применим для удаления из сточных вод тяжелых металлов. Осаждение может проводиться одновременно с нейтрализацией в соответствующих сооружениях предочистки. С другой стороны, некоторые

выпадающие в осадок соли могут влиять на значения pH. Поэтому совмещению данных процессов необходимо уделять особое внимание.

Коагуляция

При *коагуляции* происходит процесс образования крупных хлопьев посредством взаимодействия коагулянта с мелкодисперсными нерастворимыми веществами, содержащимися в сточной воде. В качестве коагулянта могут быть использованы различные химические вещества, образующие хлопья (например, соли железа) в сточных водах. Так как образующиеся хлопья ненамного тяжелее воды, то в дополнение часто применяют присадки (добавки) как вспомогательные средства коагуляции (например, полиэлектролиты). Они способствуют притяжению маленьких хлопьев к более крупным, вследствие чего осаждение происходит быстрее. Коагуляцию иногда применяют для улучшения седиментативных свойств активного ила.

Детоксикация (обеззараживание)

Детоксикация (обеззараживание) подразумевает разрушение ядовитых веществ или соединений и перевод их в неядовитую для бактерий форму. К основным ядовитым веществам относятся следующие:

Цианид (CN^-), хромат (CrO_4^{--}), нитрит (NO_2^-) и сульфид (S^{--}).

Цианид, например, является, самым сильным ядовитым веществом среди неорганических загрязнений воды. Его разрушение производится окислением гипохлоритом натрия (NaOCl) с получением азота и двуокиси углерода.

Техника методов химической очистки

Нейтрализация, осаждение солей металлов и детоксикация технически относятся к методам предварительной обработки сточных вод определенного происхождения. Она должна проводиться в месте образования этих сточных вод для того, чтобы сточные воды такого качества не смешивались с коммунальными стоками. С другой стороны, концентрации тяжелых металлов в коммунальных сточных водах в большинстве случаев не высоки и не могут нанести вред работе биологических очистных сооружений.

Тем не менее соли металлов будут присутствовать в осадке. Вследствие этого возникает проблема применения такого осадка для сельскохозяйственных нужд. К тому же осадок, содержащий большое количество тяжелых металлов представляет собой субстанцию, опасную для окружающей среды. Поэтому тяжелые металлы должны удаляться из сточных вод на стадии предочистки.

Особое место в очистке сточных вод занимает вопрос удаления фосфатов. Данный метод не относится к методам предварительной очистки и поэтому будет рассмотрен отдельно.

4.3.2 Осаждение фосфатов

Фосфаты являются питательными веществами для микроорганизмов водоемов и поэтому должны быть удалены из сточных вод. Раньше для этого использовали только химическое осаждение. Между тем стало известно, что бактерии при определенных условиях (см. раздел 4.2.3) могут поглощать большое количество P. Поэтому осаждение имеет сегодня двойное значение.

Добавление солей железа (например, $FeSO_4$) или алюминия (например, $AlCl_3$) приводит к связыванию соединений фосфора и образованию нерастворимых соединений, которые выпадают в осадок и удаляются. Известь также способствует связыванию фосфатов, а изменение при этом значения pH в сторону щелочной среды ускоряет процесс осаждения.

Как при биологическом удалении фосфатов, процесс осаждения происходит только в соединении фосфатов с другими химическими элементами. Соединение фосфата возможно с коагулянтами – солями железа или алюминия и известью.

Баланс фосфора

Составление баланса фосфора, как и баланса азота, возможно только при пересчете соединений фосфора на величину P. Для этого все соединения фосфора приводятся к фосфатам, а затем высчитывается общее значение по фосфору = $P_{общ}$

Процессы удаления фосфора, протекающие на канализационных очистных станциях на отдельных этапах очистки сточных вод

наглядно представлены на рисунке 4.3. При составлении баланса не учитывались дополнительные нагрузки от поступления иловой воды после обработки осадка или механического обезвоживания. В расчетах также не учтены обратимые процессы при попадании смеси активного ила и сточной жидкости в анаэробную зону. Эти процессы могут происходить по-разному в различных сооружениях, в данном случае они повлияли бы на простоту представления баланса.

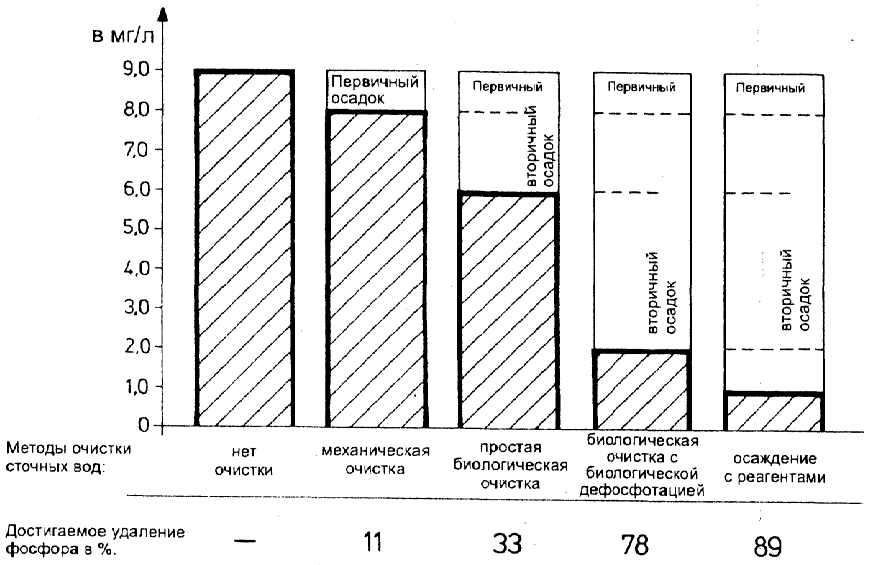


Рисунок 4.3: Баланс фосфора в сточных водах

В коммунальные сточные воды фосфаты попадают в большинстве случаев из моющих и чистящих средствами, а также человеческие выделения. Концентрации фосфора в сточных водах в течение последних лет понижаются и составляют для коммунальных стоков 8,0–12,5 мг/л. В пересчете на одного жителя 1,8 г $P_{общ}$ в сутки.

Влияние притока сточных вод на канализационные очистные станции на концентрацию фосфора

При расходе бытовых сточных вод - 200 л получается следующая расчетная концентрация

1 800 мг P / (жит x сут): 200 л/ (жит x сут) = 9,0 мг/л

В практике очистки сточных вод обычно встречаются более низкие концентрации. Это объясняется большим количеством чужеродной воды или большим процентом промышленных стоков в сточных водах. Изменение P-концентрации в канализационной сети не наблюдается.

После механической очистки

В осадках сороудерживающих решеток и первичных отстойников связанный фосфор P составляет 0,2 г/(жит x сут), что соответствует удалению 1,0 мг/л фосфора из сточных вод. При более оптимальных методах механической очистки (например, применение сороудерживающих сит) концентрация удаленного фосфора увеличиваться.

После биологической очистки (только разложение углерода)

При биологической очистке из сточных вод в аэротенке удаляется около 0,4 г/(жит x сут) фосфора, который остается в избыточном активном иле. Аналогичным образом происходит удаление фосфора в биофильтрах и погружных биофильтрах. Таким образом, возможно удаление до 2,0 мг/л $P_{общ}$ из сточных вод.

После биологической очистки (с биологическим удалением фос-фора)

При биологическом удалении P, которое проходит очень часто одновременно с денитрификацией возможно изъятие 0,8 г / (жит × сут) фосфора и перевод его в биомассу активного ила. Таким образом, остаточная концентрация $P_{общ}$ составит около 4 мг/л. При благоприятных условиях возможно достижение и более низких концентраций.

После осаждения

После осаждения в сточных водах остается незначительная концентрация фосфора. При правильном ведении технологического процесса осаждения фосфатов (рисунок 5.13) и применении соответствующих коагулянтов возможно снижение концент-

рации фосфора менее, чем $P_{общ}$ = 1,0 мг/л. При фильтровании сточной жидкости с образовавшимися хлопьями концентрация фосфора будет составлять 0,3 мг/л.

Общий фосфор

Концентрация фосфора Робщ при выпуске сточных вод от города с количеством жителей до 10000 может составлять 2 мг/л; при количестве жителей больше 100 000 это значение составляет около 1 мг/л.

Техника метода

Различные возможности осуществления метода осаждения показано на рисунке 5.13. При этом принятые коагулянты в установленной дозе должны смешиваться со сточными водами в течение наиболее короткого времени. Этап проведения осаждения может быть включен в любой очередности на станции очистки сточных вод. Необходимо отметить, что при осаждении фосфатов количество ила составляет 20–30%, что несравнимо ни с каким биологическим методом.

5. Методы очистки сточных вод и применяемое оборудование

5.1 Общие сведения

В 2001 году в Германии существовало 10493 коммунальных канализационных очистных станций; при этом малые очистные сооружения поселков с числом жителей менее 50 не учитывались.

Число	Размер очистных сооружений
249	Более 100 000 EW
1 589	10 001 до 100 000 EW
1 219	5 001 до 10 000 EW
3 021	1 000 до 5 000 EW
4 415	менее 1 000 EW

Количество коммунальных канализационных очистных станций в Германии

Канализационные очистные станции являются зачастую самыми дорогими сооружениями поселка или города. Приведем несколько чисел по строительству и эксплуатации очистных сооружений.

Размер EW	Затраты	
	ДМ/EW	Млн ДМ
100 000	650 – 1 000	65 – 100
10 000	700 – 1 200	7 – 12
1 000	1 000 – 2 000	1 – 2

Значения затрат на строительство очистных сооружений

Размер EW	Годовые затраты ДМ/EW x год	Приведенные затраты ДМ/м³
100 000	30 – 70	0,80 – 1,70
10 000	60 – 90	1 – 2
1 000	100 – 200	2 – 4

Годовые затраты на очистку сточных вод

Строительство малых очистных сооружений в расчете на кубометр сточных вод с жителя или за год обходится дороже, чем строительство крупных очистных станций. К этому относятся также затраты на производственные канализационные сети и принадлежащих к ней сооружений, например, дождеприемники или насосные станции, стоимость которых составляет от 40 до 60 ДМ / жит х год. К издержкам относятся налоги на сточные воды, составляющие от 3 до 6 ДМ / м^3.

Большой разброс стоимостей строительства указывает на то, что канализационные сооружения могут значительно различаться по своему составу. В каждом конкретном случае необходимо учитывать все особенности водоотведения и более рационально проектировать канализационные очистные сооружения. Наиболее важными пунктами для проектирования являются сбор и отведение сточных вод, особенности местности, методы защиты от паводка, условия конкретного водоема, охрана ландшафта, строительные качества грунта, размер земельного участка, близость к застройкам, и т.д. Перечисленные характеристики показывают насколько дифференцировано должно осуществляться проектирование. Существенное значение на проектирование очистных сооружений оказывают используемые методы очистки с различной эффективностью. Среди всех известных методов биологической очистки следуют отметить наиболее часто применяемые сооружения:

- Биологические пруды
- Аэрируемые пруды
- Растительные очистные сооружения
- Биофильтры
- Погружные биофильтры
- Очистка сточных вод активным илом.

Определенные обоснования должны быть представлены при выборе механических (физических), биологических и химических процессов очистки сточных вод и соответствующих сооружений. К примеру, радиальный или горизонтальный отстойник, эрлифт или скребок для удаления осадка, квадратные, прямоугольные или круглые емкости для биологической очистки. Для аэрации также существует большое количество устройств. Возможен выбор механической или пневматической систем аэрации. Таким образом, необходимо запроектировать и смоделировать эффективную работу оборудования и сооружений для разработки экономически выгодных и надежных в эксплуатации очистных сооружений. При проектировании очистных сооружений обычно не принимается во внимание подбор персонала для их эксплуатации. Однако при подборе кадров необходимо уделять особое внимание образованию и опыту работы с оборудованием для того, чтобы период адаптации человека к работе был наиболее короток.

Некоторые операторы очистных сооружений часто задают вопрос: Почему на моих очистных сооружениях запроектирован биофильтр, а на соседних – аэротенк? Однозначный ответ можно дать только при изучении всех конкретных условий строительства очистных сооружений в этом районе. Но в этой книге хотелось бы упомянуть несколько основных критериев:

- потребление тока при применении биофильтров меньше, чем на станциях аэрации с аэротенками, но станции аэрации обеспечивают более высокую степень очистки.
- сточных вод, возможным перегрузкам и действию токсических веществ, но при срыве в работе сооружения – требуется больший период времени для вывода их на рабочий режим.
- стоимости строительства биофильтров ниже, чем станций аэрации, которые предъявляют более высокие требования, включая контроль за работой сооружения.
- для очистных сооружений малой производительности чаще применяют биофильтры.
- аэротенки оказывают меньшее влияние на ландшафтные условия, так как имеют небольшую высоту и вытянуты в длину, тогда, как биофильтры строятся в виде башен.

Характеристика отдельных ступеней очистки

Сточные воды, попадая на очистные сооружения, проходят несколько ступеней очистки (рисунок 5.1). Механическая очистка включает сороудерживающие решетки, песколовки с жироловками, а также первичные отстойники. На очистных станциях малой производительности биологическая очистка часто устраивается без первичного отстаивания. Биологическая очистка осуществляется в аэротенках и вторичных отстойниках, либо в биофильтрах и вторичных отстойниках. В биологических очистных сооружениях происходит удаление органических загрязнений, а на станциях с количеством сточных вод, соответствующих 10 000 EW, – удаление соединений азота. И наконец, на стадии

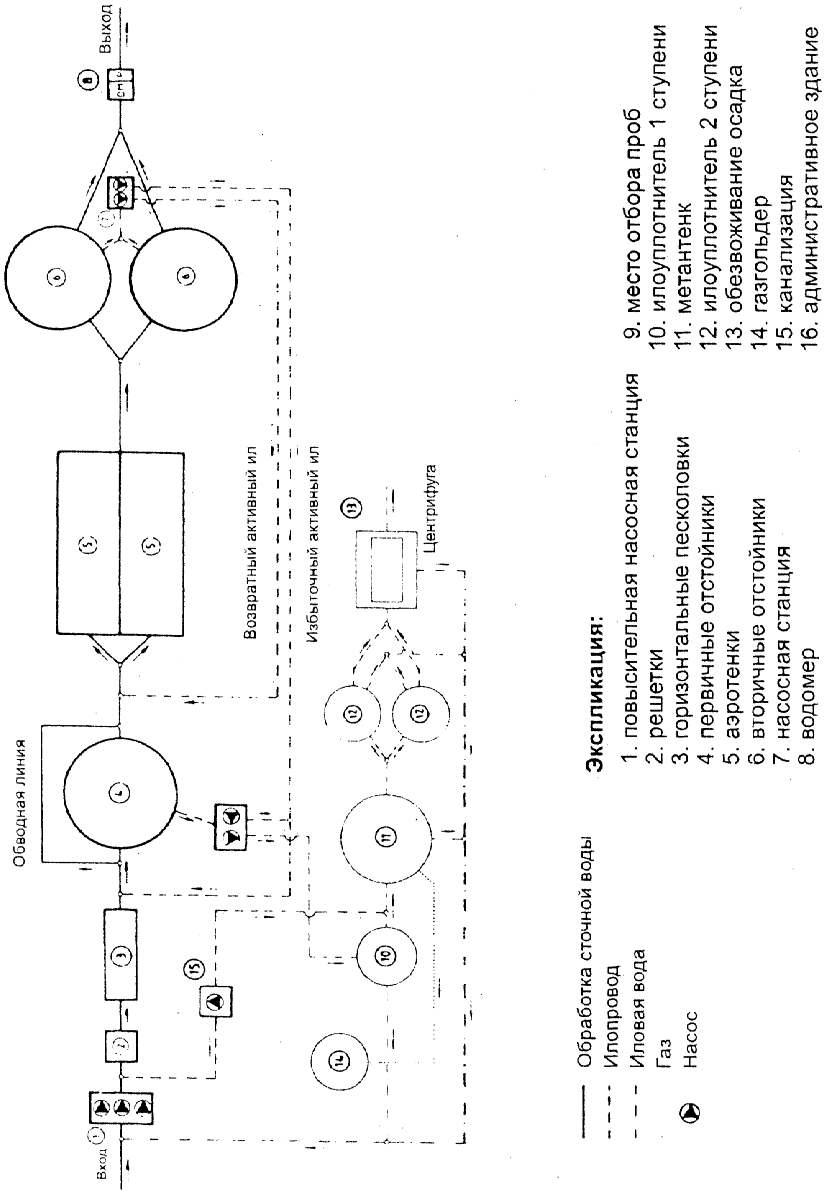


Рисунок 5.1: Пример компоновки канализационной очистной станции (рассчитанной на 25 000 EW) без удаления соединений азота и фосфора

химической очистки удаляются соединения фосфора. Это происходит в специальных контактных емкостях и отстойниках.
Однако, в большинстве случаев (в отличие от рисунка 5.1) на очистных сооружениях предусматривается также сооружения для удаления фосфатов (предварительное осаждение или симультанное осаждение).
Удаленные из сточных вод вещества должны подвергаться дальнейшей обработке или утилизации. Это относится к обработке осадка и активного ила, которые на очистных сооружениях должны пройти ступени уплотнения, стабилизации и обезвоживания.

Все виды осадков – отбросы с сороудерживающих решеток, песок и ил, должны обрабатываться допустимыми для окружающей среды методами. Аналогично тому, как сточные воды после очистки включаются в естественный процесс круговорота воды, осадки сточных вод также должны по возможности быть включены в естественные природные процессы. Это означает, что наиболее предпочтительным является использование обработанных осадков в сельском хозяйстве или в качестве энергоносителя, чем применение методов депонирования.

Канализационные очистные сооружения обычно рассчитывают на очистку сточных вод при сухой погоде. Но любая канализационная станция должна обеспечивать необходимую степень очистки и с большими расходами сточной жидкости в период дождливой погоды. При общесплавной канализации характер стоков при сухой и дождливой погоде практически не отличаются. В раздельных системах канализации при сухой погоде и небольшом уклоне в трубопроводе откладывается большое количество грязи, которое затем смывается большим потоком дождевой воды.

Однако, попадание такого количества загрязнений в водоем недопустимо. С другой стороны нельзя рассчитывать очистные сооружения на максимальные расходы. Канализационные очистные станции обычно рассчитываются на удвоенный расход сточных вод при общесплавной системе водоотведения

$$Q_m = 2\,Q_s + Q_f$$

Или на удвоенный расход сточных вод при сухой погоде.

$$Q_m = 2\,Q_t = 2\,(Q_s + Q_f)$$

Расходы, превышающие расчетные значения, должны направляться в камеру ливнеспуска либо непосредственно перед кана-

лизационными очистными станциями, либо на канализационной сети. Осадок и вода из дождеприемника после окончания дождя должна направляется на очистные сооружения. Необходимость этого способа отведения воды определяется обязательной обработкой сильно загрязненных, в частности, производственных сточных вод. В настоящее время существует большое количество сетей, которые не удовлетворяют этим требованиям. Такие сети необходимо модернизировать, расширять или достраивать с целью удовлетворения современным требованиям.

Указания по сооружениям и методам очистки

Далее по тексту даются указания по существующим способам строительства и производства работ, при этом особое внимание уделяется тому, как часто необходимо выполнять определенные работы. В зависимости от способа очистки, конструкции сооружения и нагрузки на него технологическое и техническое обслуживание следует выполняться с разной частотой. Выполнение работ и затраченное время зависит от опыта и навыков технического персонала и от исправности рабочего оборудования. Вопрос о режиме производства работ по эксплуатации должен решаться следующим способом: „лучше чаще, чем достаточно не часто!" Все этапы технологического и технического обслуживания должны быть разработаны конкретно для каждых сооружения и отражены в руководстве по эксплуатации. Данное руководство должно обязательно находиться на очистных сооружениях. Такое руководство обычно разрабатывается проектным бюро или строительной организацией. Служебная инструкция и руководство по эксплуатации очистных сооружений вводиться в действие после утверждения ответственным лицом.

Карманный справочник оператора очистных сооружений ни в коем случае не должен заменять руководство по эксплуатации!

В руководствах по эксплуатации довольно часто упоминается руководитель очистных сооружений. Для малых и небольших руководителем очистных сооружений является назначаемое административное лицо поселка или городка. Техническая и технологическая эксплуатация очистных сооружений поручается оператору очистных сооружений, если в городе не существует строительного учреждения со своим главным инженером. Если оператор очистных сооружений как руководитель предприятия нуждается в технической консультации, например, в случае аварии он должен обращаться к администрации города или, если есть необходимость непосредственно в проектное бюро, где были разработаны очистные сооружения. Определенную помощь должны оказывать компетентные технические отраслевые органы власти (учреждение водного хозяйства, гидротехническое учреждение, учреждение сельского хозяйства и учреждение обработки отходов), консультативную помощь могут оказывать преподаватели строительных институтов. Адреса и номера телефонов данных учреждений должны быть внесены в руководство по эксплуатации или в журнал эксплуатации очистных сооружений.

При применении горючих смесей для обеспечения работы оборудования персонал предприятия должен знать специальные предписания по складированию вредных веществ и соблюдать требования по технике безопасности. Если на станции применяются химические вещества – например, для удаления фосфатов – необходимо соблюдать требования постановления обращению с опасными веществами. Для защиты от воздействия биологических веществ необходимо строго соблюдать специальные требования при работе с биовеществами; которые определяют гигиенические условия труда и охрану здоровья персонала предприятия канализационных сооружений при очистке сточных вод.

В дальнейшем при упоминании терминов „осмотр" или „контроль" под которыми следует иметь ввиду эксплуатация очистных сооружений или небольшой ремонт оборудования.

Для того, чтобы облегчить эксплуатацию очистных сооружений специалистами разработаны инструкции-рекомендации по эксплуатации в соответствии с плановыми мероприятиями. В основе этих рекомендаций лежит большой опыт специалистов многих поколений. Основные рекомендации приведеныв книге „Очистные сооружения в рисунках – руководство для проектирования, строительства и эксплуатации" [18] с большим количеством фотографий

5.2 Сброс сточной воды общесплавной канализационной сети

Для того чтобы дожди большой интенсивности не оказывали значительного влияния на работу очистных сооружений, и в то же время загрязнения из канализационной сети не попадали в водоем, устраиваются специальные дождеприемники. Подробно данная тема рассмотрена в главе 3.

5.3 Сороудерживающие решетки, сита

Задачи, принцип действия и конструкции

Основной задачей сороудерживающих решеток и сит является удержание текстильных отходов (тряпья), ваты, сигарет, больших камней, ветвей и прочих грубо-дисперсных материалов. Это необходимо для того, чтобы не допустить нарушений нормальной работы канализационных сооружений (трубопроводов, насосов, метантенков и др.). В зависимости от расстояния между прутьями сороудерживающие решетки могут быть мелко- или крупнопрозорчатыми. У мелкопрозорчатых решеток ширина прозоров должна быть не более 10 мм, а в ситах мерилом служит размер отверстия. В некоторых случаях есть необходимость устраивают защитные сороудерживающие решетки. Вещества собираемые на решетках и ситах носят название отбросов. Чем мельче ширина прозоров решетке, тем больше отбросов извлекается из сточных вод. Сокращение расстояния между стержнями в два раза приводит к многократному увеличению количества отбросов, вследствие этого меньшее количество отбросов попадает на очистные сооружения. Отбросы, задержанные на решетках довольно гомогенены, но содержит некоторое количество чужеродных веществ (куски ваты, пластмассы), из-за которых он не может применяться в сельском хозяйстве. Количество собираемых отбросов в сороудерживающих решеток изменяется, следовательно, оно зависит также от времени суток и от погоды (сильный дождь приводит к большему количеству отбросов на решетках). Среднее количество отбросов составляет от 5 до 25 л/(чел × год), или по весу от 4 до 20 кг/ (жит × год), т.е.от каждой 1 000 условных жителей ежегодно обра-зуется от 5 до 25 м^3.

Как правило, при устройстве мелкопрозорчатых решеток целесообразна их установка в две ступени с крупнопрозорными. Сороудерживающие решетки нуждаются в определенном техническом контроле. Следует отметить, что сороудерживающие решетки с ручной очисткой на сегодняшний день не соответствуют современным требованиям и не должны применяться.

Инструкции по установке и эксплуатации

- Малые очистные сооружения должны оснащаться механизированными сороудерживающими решетками. Для их установки необходимо предусмотреть возможность отопления помещения и дополнительную площадь для размещения 2 контейнеров.
- Для сбора отбросов с решетки должно быть предусматрено автоматическое устройство, в котором разгрузка решетки происходит опрокидыванием в контейнер. Содержимое контейнера необходимо удалять каждые 1 – 3 дня, но не один раз в 6 недель.
- Подъезд к контейнеру должен быть по возможности удобным, а грунт на нем кислотоустойчив.
- В контейнере предусматриваются отверстия для отвода воды канализацию.
- Зимой необходимо применение тонких пластмассовых листов для предотвращения замерзания отбросов в контейнере.
- Дробилки для измельчения отбросов с решеток не пригодны, так как они подвержены частым поломкам, а дробленые отбросы во многих случах вызывают трудности в работе метантенка.
- Применение дешевых решеток на очистных сооружениях экономически не выгодно, так как только хорошо устано-вленные и по возможности коррозионноустойчивые решетки имеют более длительный срок эксплуатации.
- Транспортер для передачи отходов для удобства эксплуатации должен располагаться как можно выше. Поперечное сечение решеток должно обеспечивать пропуск максимальный расхода сточных вод.

Устройство решеток

Перед сороудерживающими решетками оборудуется приемная камера. Здесь возможно выпадение в осадок песка, который следует своевременно удалять. Транспортер для транспортирования отбросов должен содержаться в чистоте, а непосредственно сами решетки также должны очищаться от грязи. Это делается с помощью сильной струи воды.

Если отбросы в сороудерживающих решеток необходимо удалять вручную, то необходимо применение резиновых перчаток (см. главу „Гигиена": возможные заболевания)!

Известны следующие виды выпускаемые промышленностью решеток: арочные цилиндрические, радиальные, грейферные и колосниковые. Часто используются понятия прямоточные и про-

тивоточные решетки. В противоточных решетках убирающие отбросы грабли работают в направлении против течения, а в прямоточных – по течению. Ранее применялись решетки скомбинированы с дробилкой, после обработки в дробилке отбросы снова сбрасываются в поток сточных вод, что способствует увеличению количества образующегося осадка и плавающих веществ в первичном отстойнике. Эти недостатки рёшеток-дробилок значительно ограничивают их область применения и в настоящее время они практически не применяются.

Машинное отделение решеток необходимо проверять минимум один-два раза в сутки. Все инструкции и указания фирмы изготовителя должны соблюдаться в обязательном порядке: замена масла, смазочно-заправочные работы, регулирование и т.д.

Система автоматического управления механизмами также должна контролироваться ежедневно. Приемные камеры в зависимости от уровня воды следует очищать 1 раз в неделю, а при установке особого оборудования в выпускных отверстиях необходима их ежедневная очистка.

В суровые зимы существует опасность обмерзания механизмов решетки. Для предотвращения замерзания необходимо увеличение частоты переключения, устройство защиты от ветра или применение отопительных приборов.

Устройство сит

В течение последних лет стали более широко применяться сороудерживающие сита. Такие сита дополняют или заменяют сороудерживающие решетки. Это происходит из-за того, что в сточные воды попадает все большее количество волокнистых материалов, которые вызывают нарушения нормальной работы очистных сооружений. Сита оказались пригодны также при их использовании на промышленных предприятиях. При попадании на сита большого количества фекалий или жиров, они часто засоряются. Их очистка производится промывкой горячей водой, подаваемой под большим давлением. Наиболее удачными в применении являются самоочищающиеся сита-дробилки с размером отверстий 0,25 – 5 мм.

Однако, применение сит не может заменить весь процесс механической очистки, поэтому для задержания песка и взвешенных

веществ необходимо устройство песколовок и первичных отстойников. При этом песок из песколовок становится чище. Как показывает практика эксплуатации, что при применении сит на очистных сооружениях через них целесообразно пропускать возвратный активный ил и сырой осадок из первичных отстойников.

Отбросы сороудерживающих решеток и их прессование

Устройство мелкопрозорных решеток и соответственно сит приводит к большему количеству собираемых отбросов. За счет прессования объем отбросов значительно уменьшается. Разумеется, органическая составляющая прессованного осадка больше, чем минеральная, поэтому для обработки таких отбросов все чаще применяют промывку, при этом органическая составляющая значительно уменьшается. Промытые отбросы лучше обезвоживаются, а промывная вода вместе с содержащимися в ней органическими загрязнениями подвергаются процессу очистки сточных вод.

Удаление отбросов (сороудерживающих решеток и сит)

Отбросы представляют особый интерес для крыс, ворон и чаек, чтобы избежать их нашествия, а также неблагоприятного запаха и неприглядного вида, их необходимо собирать в закрытые контейнеры и хранить таким образом до тех пор, пока они не будут подвергнуты депонированию или сжиганию. Летом для обеззараживания отбросов при необходимости возможно применение хлорной извести.

Согласно TA Отходы Поселений органическая составляющая TR подлежащих захоронению отходов не должна превышать 5% от потерь при прокаливании; согласно данному документу установлен переходный период до 01.06.2005.

При применении решеток на крупных очистных сооружениях для сбора отбросов возможно применение ленточных конвейеров, которые направляют отбросы непосредственно в передвижные тележки. При прессовании отбросов применяют специальные устройства для расфасовывания их в мешки. Сжигания отбросов в печах применяются редко.

5.4 Песколовки

Задачи, принцип действия и конструкции

В сточных водах, особенно при устройстве общесплавной системы водоотведения (при таянии снега образуется много песка), содержится большое количество песка, который должен задерживаться в песколовках. В противном случае песок, попадая на другие очистные сооружения нарушает их работу, в частности, в метантенках он приводит к затвердеванию осадка. Особо восприимчивы к наличию песка двухъярусные отстойники.

При устройстве горизонтальных песколовок скорость течения замедляется путём увеличения поперечного сечения лотка таким образом, чтобы частицы песка не транспортировались далее в потоке сточной воды, а оседали. Как правило, в осадок выпадают частицы размером около 0,1–0,2 мм. Необходимая скорость течения в горизонтальных песколовках составляет 30 см/с; то есть для прохождения 10 м длины песколовки необходимо около 30 секунд. Скорость течения в песколовке можно измерить помощью такого простого плавающего прибора, например, пробки. Если скорость слишком большая, например, при дожде, то необходимо проконсультироваться со специалистом и уменьшить скорость движения сточной воды в сооружении. Так как расход воды постоянно меняется, то скорость течения также не одинакова, поэтому при небольшом расходе в осадок могут выпадают другие вещества, например, фекалии. Если в осажденном песке накапливается большое количество способных к загниванию веществ, то от песколовок может исходить неприятный запах. Удаленный песок также содержит органические вещества, обладающие неприятным запахом. В таких случаях для устранения неприятного запаха песок необходима промывать водой или продувать воздухом. Следует помнить, что песок из песколовок всегда черный, даже после его промывки цвет сохраняется. Эта окраска связана с присутствующими в сточных водах соединениями серного железа. Среднее количество песка, улавливаемого на очистных сооружениях составляет в зависимости от застройки и поверхности твёрдого покрытия от 2 до 20 л/жит × год, т.е. на 1 000 условных жителей приходится от 2 до 20 м^3 ежегодно.

По крайней мере один раз в месяц необходимо контролировать эффективность работы песколовок с помощью исследования наличия песка в осадке первичного отстойника. При этом возможно фиксирование части песка, которая не удерживается песколовками. Контроль осуществляют следующим образом:

Цилиндр на 1 л наполняют осадком отобранным пробоотборником в начале первичного отстойника до отметки (штриха) 100 мл, т.е. в. (Конечно, можно исследовать уже обработанный осадок, но это спосо-бствует увеличению времени работы песколовки в непра-вильном режиме (определенное количество песка не задерживается песколо-вкой)). Затем цилиндр заполняется водой до 1 000 мл и встряхивают. Через несколько минут осадок осаждается до той же отметки 100 мл, а вода сливается (декантирование). Затем необходимо снова долить воды в цилиндр и т.д. После от 2 до 3-х кратного декантирования можно достаточно точно определить, как содержание песка в осадке, а так и размеры зерен или частиц песка.

Если количество песка в осадке оказывается достаточно большим, то необходимо контролировать скорость потока воды в песколовках, так как в этом слечае, режим работы песколовки не удовлетворяет необходимым требованиям.

Горизонтальные песколовки бывают с 1, 2 или большим количеством камер. При наличии 2-или многокамерных песколовок необходимо предусматривать резервные камеры для принятия большего расхода сточных вод (например, в дождливую погоду; камеры управляются перегородками или шиберами с электрическим приводом) или на время чистки рабочих песколовок. Для того, чтобы обезвоживать песок под песковой камерой устраивают дренажные трубы, которые быть расположены достаточно часто. Песок из горизонтальных песколовок может удаляться вручную или с помощью механического сгребания оборудования. В последнем случае песок перемешается к воронке с помощью скребков, а затем удаляется эрлифтом, либо он транспортируется всасывающим насосом на сооружения обработки песка, где его отмывают.

В *песколовке с круговым движением воды* песок посредством образования воронки засасывается в приямок, и удаляется оттуда эрлифтом, песок поднимается по трубопроводу за счет давления, создаваемого компрессором. Этот метод применим также и для горизонтальных песколовок. На крупных очистных сооружениях применяют аэрируемые песколовки с механизированным удалением песка очисткой. При помощи аэрации образуется поток спиральной формы, который остается всегда равномерным независимо от течения и хорошо отделяет песок от органических загрязнений, при наличии такого потока возможно одновременное

удаление масел с поверхности воды. Эксплуатацию машинных установок необходимо проводить в полном соответствии с инструкциями и руководствами фирм-изгото-вителей.

Инструкции по установке и эксплуатации

- При возможности следует использовать аэрируемые песколовки (даже на сооружениях малой производительности).
- Аэрируемая песколовка может быть оборудована жироловками и автоматическим сбором песка в контейнер.
- Отапливаемый бункер для песка и расположение сооружений по обработке песка в здании значительно облегчают зимнюю эксплуатацию.
- Аэрация крупными пузырьками уменьшает опасность засоров. Трубы для аэрации должны быть разборными для своевременного удаления засоров.

Эксплуатация и уход за горизонтальными песколовками с ручной очисткой

Камеру песка необходимо обрабатывать граблями ежедневно, лучше несколько раз в день, движение грабель должно производиться против направления течения, для того, чтобы не дать возможности осадку спрессоваться. Взмучивание можно производить также с помощью струи воды. Необходимо регулярно измерять наполнение песковой камеры. Глубина камеры определяется расстоянием от дна до нижнего края выпускной трубы и соответственно лотка. Если камера песка заполнена на 2/3, то ее необходимо очистить. Камера должна очищаться после каждого сильного дождя, с тем, чтобы перед следующим дождем она была свободна. При эксплуатации горизонтальных песколовок песок необходимо удалять специальным черпаком.

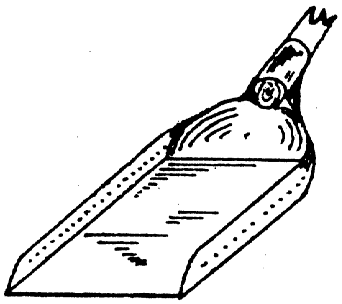


Рисунок 5.2:
Черпак для удаления песка

Песок выгружают черпаком (см. рис. 5.2), из которого вода удаляется через отверстия, и переносят в специальную тележку. Очистку песколовки начинают с конца песколовки и продолжают очистку против течения воды.

Применение этого метода возможно и при эксплуатации многокамерных песколовок. Таким образом, одна камера песколовки всегда остается рабочей. Другую необходимо содержать сухой или заполненной чистой водой для того, чтобы избежать образования неприятного запаха.

Если при дожде одна камера двухкамерной песколовки быстро наполняется и очистка её в данный момент невозможна, то эту камеру необходимо перекрыть шибером и пустить сточную воду через другую камеру в работу. Затем открывают шибер заполненной камеры, спускают воду и через некоторое время можно удалять из камеры практически сухой песок.

Для очистки песколовок могут быть приспособлены также ассенизационные (вакуумные) машины.

Засоренные дренажи необходимо своевременно очищать, а в некоторых случаях их следует заменять на новые. При этом двухкамерная песколовка эксплуатируется временно как однокамерная.

Песок может складироваться в месте, доступном для подъезда грузового автомобиля, если песок выделяет неприятный запах, то его необходимо обработать хлорной известью.

Вывоз песка на полигоны хранения и переработки бытового мусора возможно только в том случае, если песок не содержит органических загрязнений, например, после обработки в пескомойке (классификатор песка, гидроциклон). На крупных очистных сооружениях возможно применение такой технологии обработка песка, при которой предусматривается его дальнейшее использование.

5.5 Отстойники

Задачи, принцип действия и конструкции

В отстойниках выделяются взвешенные вещества, которые содержатся в сточных водах. В основе процесса выделения лежат

процессы гравитационного осаждения, т.е. вещества, которые тяжелее воды под действием силы тяжести оседают (седиментируют), а вещества, которые легче воды – всплывают (флотируют). Так как данный процесс происходит механически путём, то такой метод очистка сточных вод относится к механическим.

В первичных отстойниках продолжительность отстаивания составляет 0,5–2 часа. При этом скорость течения сточных вод уменьшается до нескольких миллиметров в секунду. Таким образом, взвешенные вещества, которые составляют, примерно, 1/3 всех загрязнений бытовых сточных вод, практически полностью оседают на дно отстойника, в то время как оставшиеся 2/3 растворенных загрязнений поступают далее на биологическую очистку. В сооружениях биологической очистки загрязнения посредством обработки их бактериями переводятся в иловую субстанцию (хлопья ила), которая под действием сил гравитации оседает во вторичном отстойнике. На больших станциях аэрации хлопья активного ила относительно легки, особенно при обработке сточных вод, что сказывается на процессах вторичного отстаивания. Поэтому процессу вторичного отстаивания необходимо уделять особое внимание.

При первичном отстаивании из сточных вод удаляются плавающие вещества (пробки, апельсиновые корки, жиры, масла, презервативы). Этот процесс происходит с использованием полупогружной перегородки. Задержание отдельных плавающих веществ может происходить также в распределительной чаше отстойников. Иногда, при работе первичных отстойников наблюдается всплытие осадка под действием биогаза. Это является сигналом того, что возникли какие-либо неполадки в системе удаления осадка со дна отстойника, например, плохо работают скребки или слишком редко происходит удаление осадка.

Во вторичном отстойнике содержание плавающих веществ ранее не учитывалось. Однако, с внедрением новых технологий и расчетом сооружений на окисление соединений азота с более длительным временем пребывания активного ила во вторичном отстойнике наблюдается появление плавающих веществ. Это частицы активного ила, которые всплывают под действием газообразного азота, образующегося в процессе денитрификации, выделяющегося в атмосферу. Поэтому во вторичных отстойниках современной конструкции следует устанавливать полупогружные

перегородки для удержания плавающего ила.

Время пребывания в отстойниках необходимо определяется следую-щим образом: полезный объем резервуара (в м^3) рассчитывается по расходу сточных вод (в м^3/ч). Расчет показывает необходимое время пребывания сточных вод.

Пример:
Средняя глубина воды в остойнике (без осадочной части)
hm = в начале 2,0 м,
в конце – 1,8 м, в середине – 1,9 м.
Ширина зеркала воды b = 4 м, длину зеркала воды l = 15 м.

Поверхность зеркала воды A = ширина × длина = b × l = 4 м × 15 м = 60 м^2,

Объем резервуара V = глубина × поверхность зеркала воды = h_m × A = = 1,9 м × 60 м^2 = около 114 м^3,

Расход в полуденное время (около 13 до 14 ч.) = 12 л/с,
л/с × 3,6 = м^3 / ч, итак 12 × 3,6 = 44 м^3 / ч = Q (расход),

Время пребывания t = V: Q = 114 м^3: 44 м^3 / ч = 2,6 часа.

Фактическое время пребывания всегда оказывается меньше расчетного примерно на 10–30%, большое влияние при этом оказывают образование „мертвых" зон в углах резервуара, неравномерный приток, слоистости температуры, потоки разной плотности.

Конструкции отстойников отличаются по движению потока воды: В прямоугольных горизонтальных отстойниках сточная вода движется вдоль сооружения, в радиальных – как правило, от центра к периферии. В радиальных или прямоугольных отстойниках вода может направляться снизу наверх, причем во вторичном отстойнике данной конструкции часто отчетливо видна граница ила. В то время как в радиальных отстойниках осаждение ила и его сбор в приямок происходит за счет действия силы тяжести. Частица падает на дно и затем скользит по наклонной поверхности к дну приямка. Сбор загрязнений в горизонтальном отстойнике происходит при помощи специальных скребков, которые движутся вдоль сооружения по его дну, собирая осадок в приямок. Для плавающих веществ и плавающего ила в большинстве случаев применяют подвижные фермы, располагаемые на уровне зеркала воды. Скребки в отстойниках должны приводится в движение минимум 1–2 раза в сутки или работать непрерывно.

Накапливающийся в осадочном приямке сырой осадок необходимо, как минимум, один раз в сутки или чаще перекачивать

в метантенки. Для этой цели используются иловые колодцы. Сырой осадок осевший в первичных отстойниках, как правило, имеет неприятный запах, поэтому выпускать его из осадочного приямка необходимо по возможности непрерывно, кроме случаев тех случаев, когда на станции аэрации предусмотрен илоуплотнитель. Бороться с возникающим неприятным запахом возможно с помощью водопроводной воды, разбрызгиваемой над осадком на высоте около 1 м.

Особо следует отметить двухъярусный отстойник, в котором ил самостоятельно оседает и перегнивает в расположенной ниже осадочных желобов септической камере. Подробно данное сооружение рассматривается в разделе „двухъярусный отстойник", однако нижеизложенные указания инструкции по эксплуатации относятся также и к двухярусному отстойнику.

Инструкции по установке и эксплуатации

- В иловых колодцах необходимо размечать легко считываемые маркировки для измерения количества образующегося осадка.

  В илового насосных станциях впускной патрубок необходимо устраивать более крутым, а всасывающий трубопровод по возможности более коротким.
- Колодцы со специальным ограждением легче содержать в чистоте, чем шахты с колосниковой решеткой, что особенно при создании избыточного давления производственной воды минимум 6 бар.
- Для устройства зубчатого водослива, лотков и полупогруженных перегородок необходимо применять нержавеющий материал (не алюминий).
- В отстойниках всегда необходимо предусматривать сбор плавающего ила.
- Лотки для плавающего ила устраивают с крутым спуском.
- Первичные отстойники должны иметь обводные трубопроводы, кроме случаев с большим количеством отстойников.
- Длинные скребки должны быть устроены таким образом, чтобы их ремонт и очистка были возможны на твердом грунте.
- Скребки специальных конструкций более всего подвержены повреждениям.
- Конец скребка оборудуют устройством для его обогрева.

Эксплуатация и уход

Плавающие вещества из распределительных камер отстойников необходимо удалять 1–2 раза в неделю и перерабатывать вмесе с отбросами сороудерживающих решеток. Трубопровод или лоток поступающей в отстойник сточной жидкости необходимо проверять ежедневно и очищать его прутком или струей воды для того, чтобы избегать односторонней загрузки резервуара и засорения впуска. Плавающий ил в отстойнике следует удалять ежедневно (не путать с плавающей коркой в метантенке). Обслуживание скребковой тележки необходимо проводить согласно инструкциям, осадок им отстойника должен регулярно выпускаться. При этом наблюдают за цветом осадка; если он будет светлосерый, то выпускной шибер необходимо закрыть и открыть еще раз через 5 – 10 минут; если осадок снова светлосерый, то шибер необходимо окончательно закрыть. Кроме изменения цвета, осадок можно определять по текучести. Плотный поток, глухой звук = тяжелый осадок; рваный поток, журча-щий звук = легкий осадок.

Количество осадка измеряют по данными работы насосов или по отметками в иловом колодце и вносят в журнал эксплуатации, кроме того в него заносятся результаты седиментационных исследований ежедневно отбираемых проб. Ежедневно осадок необходимо выполнять анализы осадка. Еженедельно скребком осадок удаляют с косых поверхностей иловых приямков. Чем тщательнее это делается, тем меньшее количество плавающего ила образуется.

Еженедельно необходимо прочищать перепадные каналы и лотки, удаляя с них жировые отложения, для этого можно применяют химические чистящие средства. От применения таких веществ необходимо по возможности отказаться, так как эти средства содержат большое количество хлорбензола и другие углеводородов или кислоты хлора, которые оказывают неблагоприятное влияние на процессы очистки сточных вод. Очень хорошо подходят для обезжиривания использование обезжиривающего вещества разбрызгивающего струей пара. В последнее время появляются небольшие водяные насосы высокого давления. Они используют воду, например, вторичного отстаивания и тем самым способствуют экономии воды.

5.6 Биофильтры

Задачи, принцип действия и конструкции

К сооружениям биофильтрации относятся сооружения подачи сточных вод (насосная станция), собственно биофильтр и вторичный отстойник. (рисунок 5.3.).

Иногда насосная станция может быть расположена перед первичными отстойниками. Насосная станция не требуется, если сточные воды попадают в биофильтр посредством естественного уклона и не рециркулируются из вторичного отстойника.

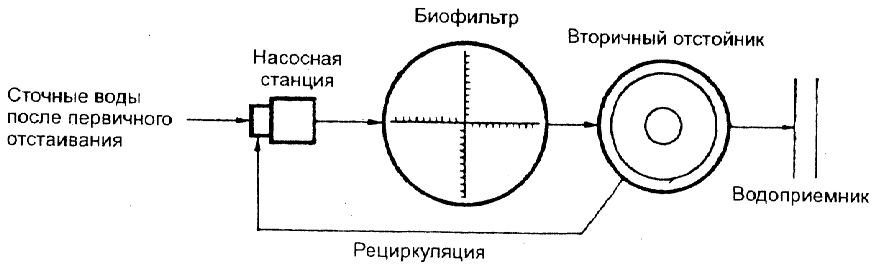


Рисунок 5.3: Схема биофильтра

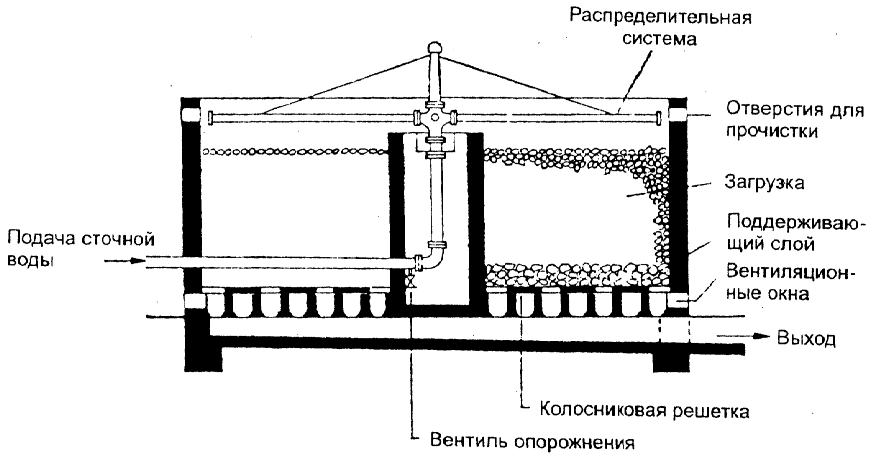


Рисунок 5.4: Разрез биофильтра

Биофильтр (рисунок 5.4) состоит из загрузки (горной породы, гравия, керамзита или шлака), которая помещена на колосниковую решетку и окружена цилиндрической водонепроницаемой стенкой. Стенка имеет вентиляционные отверстия равные высоте колосниковой решетки. Используемый для загрузки биофильтра материал должен быть морозостойким, устойчивым к атмосферным воздействиям, чистым, свободным от песка и иметь равномерный гранулометрический состав. Для загрузки часто используется пористая вулканическая порода, а также гранит или известняк. Фракции загрузки имеют диаметр от 40 до 80 мм, а в поддерживающем слое – от 80 до 150 мм. В последнее время для загрузки используется платмассовые блоки или элементы, пластмассовая загрузка имеет большую пористость и не происходит заиливание загрузочного материала.

После механической очистки сточные воды равномерно распределяются реактивным оросителем по поверхности загрузки биофильтра. При этом трубопроводы оросителя – распределительной системы – могут быть смонтированы из дырчатых труб, расположенных в радиальном направлении и укрепленые в центре биофильтра на центральной опоре. Привод для вращательного движения возникает из-за небольшого напора вытекающей из отверстий жидкости и не требует специального двигателя. Поступающие на биофильтр сточные воды фильтруются через загрузку и контактируют со слоем бактерий. Бактерии на загрузочном материале образуют биологическую пленку, толщина которой составляет несколько миллиметров. Очищенная сточная вода через колосниковую решетку попадает в отводящий лоток и направляется во вторичный отстойник. Для проведения процесса очистки в наилучших условиях в биофильтр через вентиляционные отверстия может подаваться воздух.

Протекая через загрузку сточная вода смывает часть отмершей биологической пленки и её уносит во вторичный отстойник, где она выпадает в осадок. Если бы этого непоисходило, биопленка запол-нила бы все пространство межпоровое просстранство загрузочного материала и прохождение воды стало бы невозможным. Чем больше органических загрязнений попадает на биофильтр, тем быстрее растет биопленка, тем выше окислительная мощность сооружения и тем чаще необходимо проводить промывку биофильтра водой из вторичного отстойника.

При расчете биофильтра с гравийной загрузкой учитывают, что каждый м³ загрузки может удалить загрязнений по $БПК_5$ 400 г/сут. При очистке сточных вод с нитрификацией $БПК_5$ должно составлять не более 200 г/сут на м³ загрузки. Из-за большой площади поверхности пластмассовой загрузки гидравлическая нагрузка на сооружение может быть увеличена.

Высоты слоя загрузки должна составлять 3–5 м. Подача сточных вод производится на поверхность загрузки. Это должно учитываться при расчете рабочего режима сооружения и режима промывки. Пример расчета *гидравлической нагрузки:*

Подача сточных вод Q = 20 л/с = 72 м³ / ч; (в некоторых случаях необходимо учитывать время подачи сточных вод от насосной станции);

Диаметр биофильтра = 10 м;

$$\text{Поверхность биофильтра } A = \frac{d^2\ \pi}{4} = \frac{10\ x\ 10\ x\ 3{,}14}{4} = 78{,}5\ м^2$$

Гидравлическая нагрузка = Q : A = 72 м³ / ч : 78,5 м² =

= около 0,9 м³/ (м²хч) = 0,9 м/ч.

Среднесуточная гидравлическая нагрузка должна составлять около 0,8 м/ч.

Инструкции по устройству и эксплуатации

- При использовании биофильтров количества потребляемой энергии ниже, чем при очистке сточных вод в системах с активным илом в аэротенках. На очистных сооружениях до 5 000 EW рекомендуется устраивать биофильтры из-за их надежности в эксплуатации. Ошибки в эксплуатации на таких станциях аэрации практически исключены. Осадок после биофильтров лучше обезвоживается.
- Биофильтры с плоскостной загрузкой наиболее предпочтительны, так как обладают большей рабочей поверхностью.
- При правильном расчете биофильтров возможно глубокое окисление азота (нитрификация), возможно осуществление также процессов денитрификации в биофильтрах.
- Для подъёма на рабочую площадку оборудуется лестница (не стремянка).

- С рабочей площадки производят внешний осмотр реактивного оросителя и поверхности загрузки.
- Отверстия для прочистки плети реактивного оросителя должно иметь минимальные размеры 40/40 сантиметр.
- Распределительная система должна своевременно очищаться от механических загрязнений, попадающих на биофильтр. Во избежание засорения возможно оборудование специальных сит или мелких решеток распределительных отверстий.
- Насосы, подающие сточные воды на биофильтр монтируют и оборудуют таким образом, чтобы было возможно устранить засоры обратным током жидкости.
- Очень важна хорошая теплоизоляция стен биофильтра.
- В областях с холодным климатом предусматривают специальное купольное покрытие биофильтра.
- Вентиляционные отверстия должны быть защищены от ветра; это возможно достичь посредством высаживания растений.
- Листва не должна попадать на поверхность биофильтра, так как это способствует образованию засоров в теле загрузки. В осеннее время для предотвращения попадания листвы на загрузку возможно на биофильтре устанавливаются специальные сети.

Эксплуатация и уход

Эффективность работы биофильтра зависит от правильной работы реактивного оросителя, работа которого должна контролироваться ежедневно. Следует проверять свободны ли выпускные отверстия и могут ли сточные воды беспрепятственно и равномерно попадать на биофильтр. Если отверстия засорены, то их необходимо очистить специальной щеткой. Помимо этого через специальные люки проверяют работу насосов и трубопроводов и если необходимо производят их промывку и прочистку. Загрязнения, удаляемые в ходе таких прочисток, обрабатываются вместе с отбросами снятыми на сороудерживающих решетках. Следует заметить, что чем лучше работают сооружения механической очистки, тем меньше засоров образуется на биологических фильтрах. В соответствии с проведенными ежедневными санитарнохимическими анализами воды и биопленки, условия работы биофильтров могут изменяться.

Для предотвращения образования запаха и размножения мух (Psychoda) вентиляционные отверстия и *сточные лотки* должны

быть очищены от биопленки, поэтому их необходимо промывать раз в две недели потоком воды. В безветренную погоду можно провести контроль работы системы вентиляции биофильтра. Контроль проводят посредством задымления или горящей свечи. Если сточные воды по отношению к наружному воздуху имеют более низкую температуру, то движение воздуха может идти в обратном направлении. Для того, чтобы предотвратить замерзание реактивного оросителя, необходимо следить за его постоянным вращением. Образовавшийся на стенах биофильтра лед необходимо своевременно сбивать. Вентиляционные отверстия на стороне холодного ветра, необходимо закрывать древесинными досками. В областях с сильными морозами предусматривают утепление биофильтра и его укрытие. Утепление может производиться устройством биофильтра в здании или временным возведением деревянных шатров. Если замерзания биофильтра и оросительной системы не удаётсяь избежать, то необходимо опорожнить трубопроводы и вывести биофильтр из эксплуатации. О произошедшем следует немедленно доложить органам власти!

Вода на поверхности загрузки, а также затхлый запах – это признаки заиления биофильтра. Кроме того, вода на поверхности биофильтра может скапливаться из-за разросшихся на загрузке грибов. Для устранения данных неисправностей в работе биофильтра необходимо проведение следующих мероприятий:

1. Очистка верхних слоев загрузки. Это должно делаться очень осторожно с тем, чтобы зерна загрузки не закупорили загрузку в другом месте.
2. *Постепенная промывка биофильтра с помощью реактивного оросителя. Промывка будет успешнее, если на ороситель подать воду с большим напором и расходом, например, включив одновременно все насосы.*
3. Опрыскивание поверхности загрузки струей воды под давлением. (возможно также применение сжатого воздуха.)
4. Увеличение эффективности промывки путем снижения частоты вращения реактивного оросителя. Движение реактивного оросителя может тормозиться, в то время лучи реактивного оросителя поворачиваются вокруг продольной оси таким образом, что скорость вращения в направлении вращения будет меньше. Аналогично работают разбрызгивающие розетки или

отверстия в трубе реактивного оросителя, которые действуют против направления вращения.

5. Увеличение эффективности промывки путем повышения подачи насоса.
6. Посыпка поверхности $NaNO_3$. Поверхность загрузки биофильтра посыпается 400 g $NaNO_3$ на 1 $м^2$ и легко очищается. Возникающие при этом молекулы азота способствуют разрыхлению биопленки. Через несколько часов биофильтр может быть пущен в эксплуатацию, однако, при этом необходим строгий контроль за состоянием биопленки. После такой обработки повышается эффективность работы биофильтра на длительное время. $NaNO_3$ можно приобрестиь в торговых лабораториях или в аптеках.
7. Хлорирование сточных вод. Указания см. далее.
8. Иммобилизация и высыхание биофильтра.

Биофильтры, работающие при большой нагрузке необходимо подвергать промывке согласно пункту 2 каждые 3-4 недели, не дожидаясь появления воды на поверхности загрузки. При этом необходим тщательный контроль процесса промывки. Нельзя допускать смыва большого количества биопленки в отводящий лоток.

Пункты 7. и 8. упомянутых мероприятий должны проводиться только прд наблюдением со стороны органов технического контроля. Причем пункт 7 должен применяться только в исключительных случаях, так как помимо полного повреждения биопленки хлорирование может вызвать гибель рыбы в водоеме.

Если поступление сточной жидкости на биофильтр неравномерно или нагрузка на сооружение очень мала, то на поверхности загрузки, особенно около стены, а также около вентиляционных отверстий могут появиться мухи. Эти маленькие насекомые появляются в первую очередь в тех местах, где нагрузка по загрязнениям наименьшая. Они не летают далеко, но могут быть унесены ветром и принести значительные неудобства местному населению. Против появления мух помогает постоянная требуемая нагрузка и хорошая промывка биофильтра (сравнимо с мероприятиями по удалению воды с поверхности загрузки и против заиления). Хороший результат в борьбе против мух дает также применение хлора. Проведение данных процессов необходимо в присутствии руководства органов технического надзора.

На некоторых очистных сооружениях в биофильтрах возможно появление червей (нематоды и др.). Они не мешают процессу очистки, поэтому в данном случае особые мероприятия по их уничтожению не требуются.

В некоторых случаях в биофильтрах возможно появление червей. Присутствие их может создавать некоторые проблемы, так как скопление червей могут вызвать кольматацию загрузки биофильтра, для предотвращения этого необходимо выполнить соответствующих мероприятий (например, 7 или 8), которые способствуют уничтожению яиц червей.

Во *вторичном отстойнике* должны содержаться в чистоте сточные желоба или если имеются в наличии, трубы или щели на входе в сооружение. Плавающие хлопья биопленки или пузырьки газа свидетельствуют о процессах гниения в резервуаре. Для того, чтобы такие явления не возникали следует как можно чаще удалять осадок из приямка и тщательно очищать наклонные стенки приямка. Для контроля работы сооружения ежедневно проводят анализ очищенной воды и осевшей биопленки. Ежедневно измеряемая прозрачность очищенной сточной воды должна быть минимум 50 см.

5.7 Погружной биофильтр

Другим сооружением для биофильтрации является погружной биофильтр. В данном случае биологическая пленка располагается на пластмассовых дисках диаметром от 2 до 3 м, которые надеты на ось на расстоянии от 1 до 2 см друг от друга. Вместо дисков могут использоваться пластмассовые элементы различных форм. Процесс очистки происходит следующим образом. Ось с дисками находится в постоянном медленном вращаении, таким образом, что часть образованного диска, примерно, от 1/3 до 1/2, периодически смачивается сточной водой, то есть микроорганизмы биопленки, образовавшейся на дисках, периодически получают питание из сточной жидкости, а периодически – кислород. Биофильтр должен быть правильно рассчитан для того, чтобы не допустить сильного зарастания промежутков между дисками. Зарастанию биофильтров способствует длительная перегрузка сооружения по загрязнениям. Заросшие места биофильтров необходимо промыть и снова запустить сооружение в работу. Потребление электроэнергии таким биофильтра невелико. Стоимость его строительства сравнима со стоимостью строительства биофильтров других конструкций.

Применение погружных биофильтров возможно при осуществлении процессов нитрификации и денитрификации. При этом нитрификация проводится в аэробном режиме. Денитрификация осуществляется, к примеру, в тех случаях, когда погружной биофильтр полностью покрыт водой и расположен перед обычным биофильтром (рисунок 5.5).

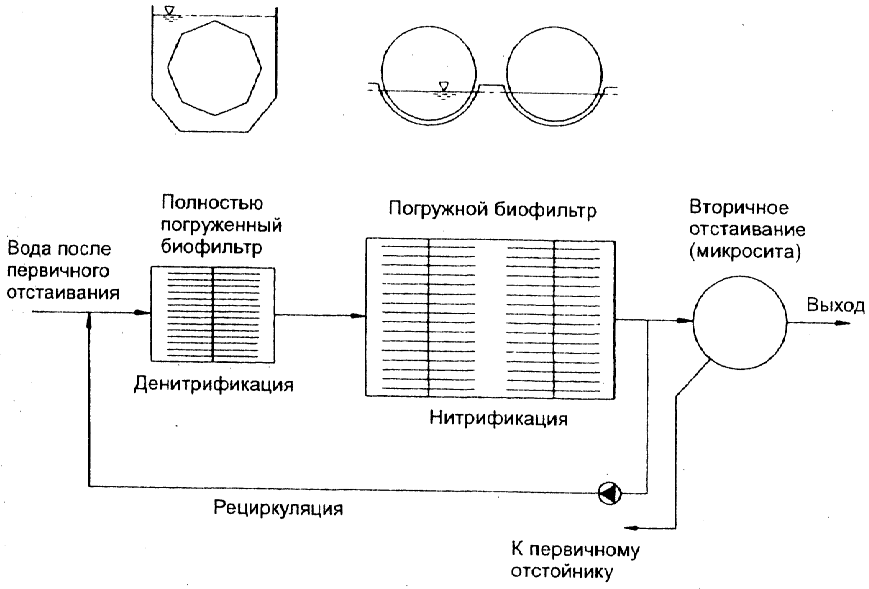


Рисунок 5.5: Установка погружного биофильтра с предварительной денитрификацией в полностью затопленном биофильтре

5.8 Аэротенк

Задачи, принцип действия и конструкции

Очистка сточных вод в аэротенках (рисунок 5.6) происходит за счет смешивания сточных вод с возвратным активным илом из вторичного отстойника и аэрации. Бактерии, находящиеся в хлопьях ила поглощают растворенные в воде органические загря-

знения и оседают во вторичном отстойнике. В процессе переработки загрязнений образуется бесчисленное количество бактерий (биомасса), которое носит название „активный ил". После осаждения во вторичном отстойнике активный ил опять направляется в аэротенк для осуществления процесса очистки. Так как бактерии размножаются очень быстро, то при большой нагрузке на сооружение концентрация активного ила становится очень большой, поэтому избыточный активный ил необходимо периодически удалять. Он отводится к первичному отстойнику, где смешивается с сырым осадком и далее осадочная смесь направляется на сооружения сбраживания осадка.

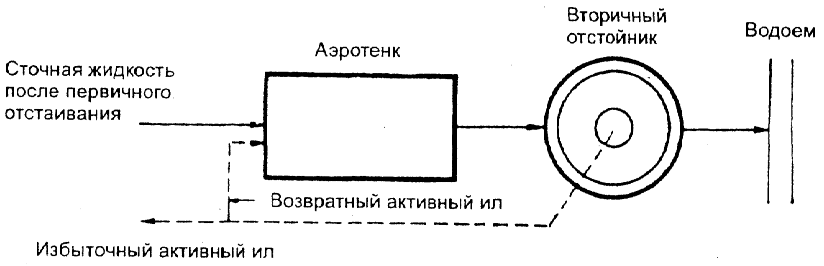


Рисунок 5.6: Схема биологической очистки с аэротенками

В противоположность биофильтрации аэрация, рециркуляция и смешивание сточных вод с активным илом в аэротенке происходят искусственным путем. К аэротенку подводятся сточные воды, возвратный активный ил и воздух. Методы подвода могут быть весьма разнообразны. Возвратный активный ил, например, может подаваться в голову сооружения в то время как подача сточных вод часто распределена на 2/3 длины резервуара. Воздух подводится ко всему резервуару; если возможно управление подачей кислорода, то необходимо подавать в начале сооружения большее количество кислорода и меньшее – в конце сооружения. Системы аэрации могут быть пневматическими и механические, действующие при помощи щеточных аэраторов. При системах аэрации необходимо различать пневматическую аэрацию и механическую при щеточных и других типов аэраторов (роторы с горизонтальной осью и круглые механические аэраторы с вертикальной осью) (Рисунок 5.7).

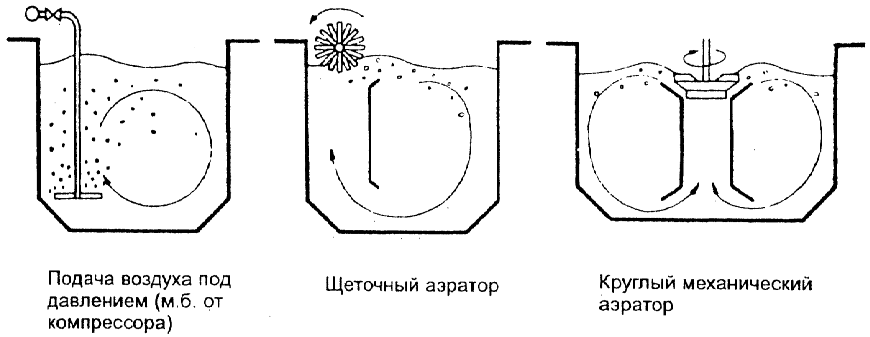


Рисунок 5.7: Устройства аэрации

Сжатый воздух подается в сооружение под давлением через дырчатые или пористые аэраторы. В зависимости от размера воздушного пузырька разделяют „мелкопузырчатую", „среднепузырчатую" или „крупнопузырчатую" аэрацию. Пористые аэраторы изготавливают из глины, пластмассы или из войлока; также применяют аэрационные трубы, обтянутые резиной. Из щеточных аэраторов наиболее известными являются щетка Кессенера и воздухоподъемник. Кроме того, существует большое количество модификаций механических аэраторов. Аэрационные устройства предлагают фирмы EMU, Fuchs.

Одним из самых старых аэрационных биологических сооружений является окислительный канал (Рисунок 5.8). В таком канале сточные воды в течении несколько дней без предварительно очистки циркулируют вместе с активным илом и с помощью аэрационных устройств снабжаются кислородом воздуха. Ранее для аэрации применялись механические аэраторы. Количество сточной жидкости, поступающее в канал равно количеству сточной жидкости направляемой во вторичный отстойник. Вследствие длительной аэрации смеси активного ила и сточной воды активный ил не только перерабатывает органические загрязнения, но и с течением времени стабилизируется. Поэтому такой активный ил возможно сразу направлять на сооружения обезвоживания без дополнительного сбраживания. Этот биологический процесс называется аэробной стабилизацией осадка.

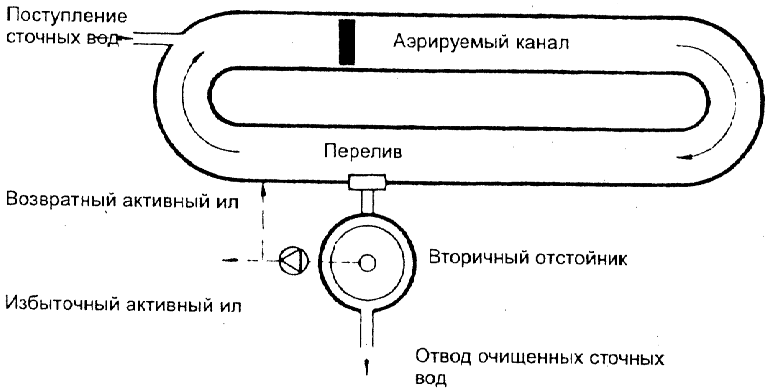


Рисунок 5.8: Окислительный канал

Очистка сточных вод активным илом применяется сегодня на большинстве очистных сооружений. Аэротенк по сравнению с биофильтром имеет следующие преимущества:

- Меньшая занимаемая площадь,
- Эксплуатационная надежность при низких температурах сточных вод,
- Возможна более короткая ступень предварительной очистки,
- Возможно управление подачей кислорода, количеством активного ила и коэффициентом рециркуляции возвратного активного ила для создания необходимых нагрузок и получения удовлетворительного результата.

При этом следует отметить следующие недостатки:

- Более высокий уровень контроля работы,
- Существенно более высокие затраты на электроэнергию,
- Активный ил имеет высокую влажность и процесс обезвоживания трудоемок,
- Способность к оседанию активного ила может изменяться в широком диапазоне,
- Более высокие требования к строительству вторичного отстойника.

Удаление углерода

При очистке сточных вод в аэротенке в первую очередь разлагаются углеродистые соединения. При этом нагрузка на активный ил составляет $B_{TS} > 0{,}3$ кг $БПК_5$/(кг TS x d), и возраст ила $t_{TS} < 4$ дней, т.е. время пребывания сточных вод в аэротенке относительно мало. Для этих условий подходит схема очистки сточных вод, изображенная на рисунке 5.5.

Удаление азота

При длительном времени обработки сточных вод в аэротенке нагрузка на активный ил по углеродистым соединениям уменьшается и способствует стабилизации ила $B_{TS} < 0{,}05$ кг $БПК_5$/(кгTSxd). При этом начинается также окисление соединений азота, нитрификация. Наиболее полно процесс протекает при небольшой нагрузке и высокой температуре сточных вод. Возраст ила должен составлять $t_{TS} > 10$ дней. Таким образом, в активном иле развиваются бактерии медленно растущие и более восприимчивые к внешним условиям среды, которые необходимы для проведения процесса окисления соединений азота. Чем более высокого возраста ила удается достичь, тем большее количество бактерийнитрификаторов появляется в биомассе и тем глубже протекает процесс нитрификации. При этом, содержание кислорода в аэротенке должно составлять около 2 мг / л.

Для проведения процессов денитрификации, напротив, растворенный кислород не должен присутствовать в обрабатываемой воде. В противном случае бактериям нет необходимости расщеплять нитратную молекулу для получения кислорода. Также в аноксидных зонах необходимо наличие питательного субстрата (углеродистые соединения сырой сточной воды).

Удаление азота может происходить в аэротенке только при создании аэрируемых (аэробных) и неаэрируемых (аноксидных) зон. Технически этого можно достичь устройством предварительной аноксидной зоны (рисунок 5.9). Другая возможность состоит в том, чтобы чередовать аэробные и аноксидные области в одноиловой системе(рисунок 5.10).

При предварительной денитрификации регулируется подача сточных вод, нитратсодержащего возвратного активного ила и нитратсодержащей рециркуляционной воды в аноксидную зону аэротенка (D-зону). Содержимое зоны перемешивается мешалками. Бактерии возвратного активного ила удаляют часть углеродистых соединений уже на данной стадии. Для своего дыхания они используют кислород нитратов. Газообразный азот при этом уда-

ляется в атмосферу. Далее сточная вода попадает в аэробную зону (N-зону), где окончательно удаляются углеродистые соединения, а азот аммония окисляется до азота нитратов.

В окислительном канале с симультанной денитрификацией сточные воды сначала попадают в аэробные условия (N-зона), где аэрируются совместно с активным илом, а через некоторое время – в аноксидные условия (D-зона). Если возвратный активный ил и подача сточных вод осуществляется в аноксидную зону, то описанные процессы нитрификации и денитрификации протекают одновременно.

Требуемых условий для удаления из сточных вод соединений азота можно достигать также периодическим включением и выключением аэраторов (чередующаяся нитрификация / денитрификация).

При правильном режиме эксплуатации эффективность очистки сточных вод с помощью описанных методов (помимо приведенных здесь, существует большое количество различных вариантов ведения процессов) практически одинакова. Приведенные варианты проведения процесса будут отличаются друг от друга только размерами строительных конструкций. Способ симультанной денитрификации имеет небольшое преимущество по сравнению с другими методами из-за простоты способа строительства и режима эксплуатации. Однако, для его осуществления необходимы большие объемы сооружений. Следует помнить, что если сточная вода с высоким содержанием кислорода попадает в D-зону, то процесс удаления азота при этом может нарушится.

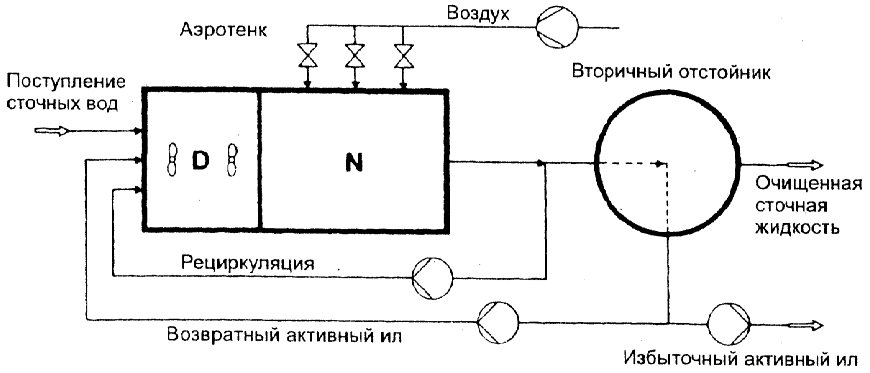


Рисунок 5.9: Предварительная денитрификация

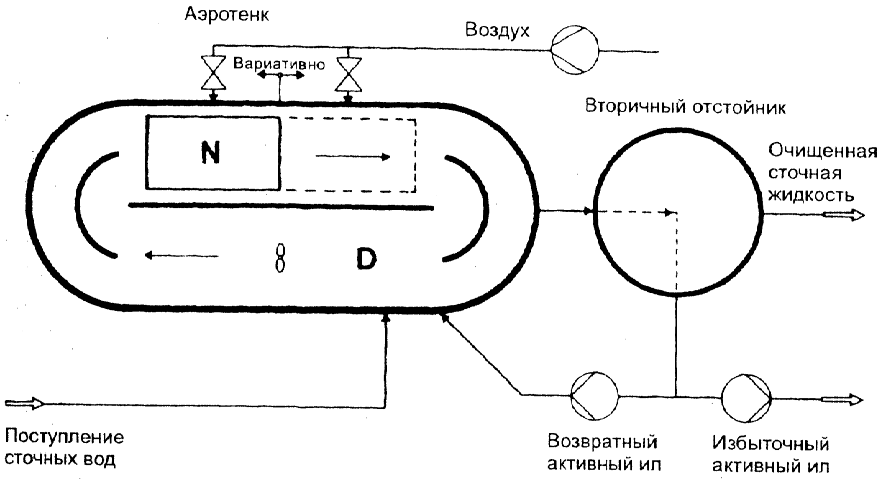


Рисунок 5.10: Симультанная денитрификация

Возраст ила t_{TS} является очень важным параметром в процессе удаления азота из сточных вод. Чем больше возраст ила, тем глубже окисляется азот. Возраст ила соответствует среднему времени пребывания микроорганизмов в аэротенке (не путать с продолжительностью пребывания сточных вод в сооружении).

Для определения соотношения массы активного ила во вторичном отстойнике и массы активного ила в аэротенке необходимо знать количество сухого вещества в иле и количество избыточного ила. При подаче возвратного активного ила из вторичного отстойника непосредственно в аэротенк (а также при смешивании сточной воды с активным илом и подачи смеси в аэротенк) количество избыточного ила должно учитываться. Для определения количества осевших в отстойнике веществ необходимо знать расход сточных вод (Q) и количество взвешенных веществ (дозу активного ила) (TS_e).

$$\text{Возраст ила } t_{TS} = \frac{TS_{BB} \times V_{BB}}{TS_{US} \times Q_{US} + TS_e \times Q} \text{ в сутках}$$

Для расчета величины в хорошо работающих вторичных отстойниках значение $TS_e \times Q$ можно опустить.

Биологический метод удаления фосфора

Для успешного удаления соединений фосфора из сточных вод необходимо жестко выполнять все требования для осуществлении метода. Так для изъятия бактериями большого количества фосфатов необходимо создание предварительной камеры смешения или специальной зоны с анаэробными условиями (то есть без доступа кислорода). В данной зоне (камере) должна обрабатываться некоторое время смесь сточной воды и возвратного активного ила. Следует иметь ввиду, что в данной анаэробной зоне не должно быть даже химически связанного кислорода нитратов, то есть возвратный активный ил необходимо денитрифицировать.

После прохождения анаэробной зоны смесь активного ила и сточной воды направляется в аэробную зону нитрификации, где удаляется большое количество фосфатов. Если в данную технологическую схему снова будет включена зона денитрификации, то будут проходить процессы при которых фосфора будет снова выделяться в сточную воду и, который может удалиться при попадании в аэробную зону.

Из-за колебаний содержания фосфатов в сточных водах данный метод удаления фосфора применяется крайне редко, хотя он является наиболее экологичным и надежным в эксплуатации. Поэтому, как правило, для удаления фосфора из сточных вод используют добавление химических веществ – коагулянтов.

Инструкции по установке и эксплуатации

- При устройстве механических аэраторов необходимо предусмотреть большие кожухи или козырьки для защиты от распыления воды; часто они бывают слишком маленькие.
- Перед запуском аэрационного устройства в эксплуатацию целесообразно опробовать его на чистой воде в готовом резервуаре для проверки эффективности его работы.
- Подача кислорода должна регулироваться плавно, бесступенчато; это важно для работы электродов по определению количества кислорода в воде.
- Датчики кислорода должны располагаться таким образом, чтобы замеры отражали действительное содержание O_2 в различных частях аэротенка. Непосредственно за щеточным аэратором или в месте выхода пузырька воздуха их устраивать нельзя.

- Аэраторы должны располагаться так, чтобы они были доступны для ремонта и прочисток и безопасны для технического персонала.
- Ротационные воздуходувки с напорной стороны и со стороны всасывания снабжают отбортовкой для облегчения ремонтных работ.
- Помещения воздуходувок должны быть тщательно заизолированы и расположены в стационарном здании.
- Трубопроводы возвратного активного ила в аэротенке не должны находиться ниже уровня воды для того, чтобы можно было наблюдать за активным илом и производить отбор проб.
- При устройстве нескольких аэротенков распределение возвратного активного ила будет неравномерным, если осуществлять разводку непосредственно перед вводом в аэротенк.
- Работа по уходу за сооружениями существенно уменьшится, если для соединения сточных вод и активного ила устраивать не лотки, а трубопроводы.
- При станциях аэрации с аэротенками необходимо предусматривать обводной трубопровод для возможности выключения из эксплуатации первичных отстойников.
- Смешивание сточных вод и возвратного активного ил перед сооружением облегчает оборудование аноксидных (бескислородных) зон.

Эксплуатация и уход

Для эксплуатации аэротенков большое значение имеет регулярное – несколько раз в сутки – исследование активного ила. Помимо этого необходимо производить санитарно-химические анализы проб сточной воды из аэротенка и измерять объем ила в цилиндре после получасового отстаивания. Исходя из общего количества ила и сухого вещества определяют какое количество ила необходимо удалить из системы (избыточный активный ил). Особое внимание следует уделять изменению внешнего вида активного ила, возможной коагуляции и ухудшению седиментативных характеристик ила. Для осуществления контроля за работой сооружения время от времени необходимо строить кривую осаждения активного ила и определять иловой индекс. Для построения кривой пробу активного ила помещают в цилиндр и отмечают объем ила в цилиндре каждые 5 минут в течение получаса. Затем полученные данные наносят на график и получают диаграмму. При плохо оседающем иле может наблюдаться удаление большого

количества ила. При быстром приросте биомассы следует часто определять дозу ила и рассчитывать иловой индекс.

Хороший активный ил имеет иловой индекс от 50 до 150 мл / г. Если иловой индекс выше 150 мл/г и активный ил содержит большое количество нитчатых микроорганизмов, то говорят о вспухшем активном иле. Вспухший активный ил плохо оседает, находится во взвешенном состоянии во вторичном отстойнике и может выходить из сооружения вместе с очищенной сточной жидкостью.

Количество вспухшего активного ила может сильно увеличиваться при благоприятных условиях (питательные вещества, температура, содержание кислорода, pH), которые особенно благоприятны для развития нитчатых бактерий. Поэтому для борьбы с данным явлением чаще всего целесообразно удалить данный активный ил и вырастить новый. Если условия не позволяют это сделать, необходимо создать условия неблагоприятные для развития нитчатых бактерий и предотвратить их рост.

В последнее время появились данные о том, что кроме нитчатых существуют несколько разновидностей бактерий, укоторые могут вызывать вспухание активного ила и мероприятия по борьбе с данным явлением не всегда могут быть успешными. Часто нитча-тые бактерии появляются только в определенные сезоны, на-пример, весной, что связано с повышением температуры воды и воздуха. Вспуханию активного ила благоприятствуют также неко-торые виды сточных вод, например, стоки консервных или ви-нодельческих заводов. К загниванию активного ила приводит недостаток азота и фосфора в сточных водах.

Определенные режимы работы также способствуют вспуханию активного ила. К этому относится нагрузка по $БПК_5$ около 0,5 – 0,7 кг/($м^3$ х сут). Работа аэротенка в режиме продленной аэрации может вызвать вспухание активного ила. Длительное пребывание ила во вторичном отстойнике вызывает его загнивание и вспухание, чему способствует неправильные гидравлически расчеты вторичного отстойника. Так, рассчитанный с небольшим запасом отстойник удерживает активный ил гораздо большее время, чем положено по расчету, что вызывает голодание активного ила.

Так как очистка сточных вод активным илом производится с помощью различных бактерий и причины нарушения работы сооружения отличаются друг от друга, то и мероприятия по их

ликвидации должны быть различны. Определенного рецепта в данном случае не существует. Оператору очистных сооружений можно рекомендовать опробовать различные меры по наладке стабильной работы аэротенка. В случае сомнения ему необходимо обратиться к специалистам по биологической очистке или в технические органы надзора.

Как уже отмечалось, на канализационных очистных станциях в аэротенке с нитрификацией образовываются нитраты, которые во вторичном отстойнике денитрифицируются. При этом выделяется газообразный азот, который при выделении может захватывать хлопки активного ила со дна и поднимать их на поверхность воды. Это явление не следует путать со вспуханием активного ила с развитием нитчатых бактерий.

В случае денитрификации хлопок ила, находящийся на поверхности воды содержит пузырек воздуха, так называемую воздушную пробку. После того, как пузырек лопается, хлопок ила тут же опускается на дно отстойника. Этот процесс может продолжаться несколько часов. Данное явление можно хорошо наблюдать в мерном цилиндре.

Вообще, процесс денитрификации очень важен для очистки сточных вод и эти процессы необходимо осуществлять, но при этом не следует проводить их во вторичном отстойнике, основная функция которая это проведения процесса отстаивания. Для проведения денитрификации желательно строить специальные емкости и сооружения.

Денитрификация должна проводиться целенаправленно на канализационных очистных станциях и при этом не создавать трудностей в работе других очистных сооружений (см. удаление азота).

Против образования плавающих хлопков активного ила или процесса денитрификации во вторичном отстойнике возможно проведение следующих мероприятий. Необходимо помнить, что данные мероприятия не всегда эффективны.

1. Увеличение количества отведенного из вторичного отстойника ила. Рециркуляция активного ила рассчитывается по формуле

$$\text{Рециркуляция в \%} = \frac{TS_{BB} \times 100}{TS_{RS} - TS_{BB}}$$

При этом TS_{BB} = доза ила в аэротенке
TS_{RS} = доза возвратного активного ила.

2. Сокращение времени пребывания осажденного ила во вторичном отстойнике (менее 1 часа), при этом необходимо увеличить скорость перемещения скребка вторичного отстойника (при радиальных скребках до от 6 до 8 см/с). Возможно увеличение натяжения цепи скребков для лучшего сбора акти-вного ила в приямок.
3. Тщательная очистка всех лотков канализационных очистных станций от осадков, которые могут приводить к загниванию сточных вод.
4. Уменьшение времени пребывания сточных вод в первичном отстойнике. Это производится для того, чтобы не допустить загнивания сырых сточных вод на канализационных очистных станциях.
5. Значения pH сточных вод около 6–7 в аэротенке свидетельствуют о том, что необходимо дополнительное насыщение воды кислородом.
6. При проведении процесса глубокой нитрификации (остаточное содержание NH_4–N менее 3 мг/л) целесообразно устраивать аноксидные зоны (зоны без растворенного кислорода) размером от 20 до 40% от общего объема аэротенка.
7. Если известно, что на данные очистные сооружения приходит достаточно большое количество сточных вод от сахарного, пивоваренного или молочного заводов и возможно развитие нитчатых бактерий в аэротенке, то следует производить дозированиее солей азота и фосфора (все процессы должны быть заранее исследованы отраслевой лабораторией).
8. При добавлении коагулянтов, например, сульфата железа, хлорида железа, сульфата алюминия, хлопьеобразование ила может увеличиваться, а седиментационные свойства его улучшаться. Иногда целесообразно применять добавление извести. Из-за повышения pH-значения и опасности образования корки процесс с известью необходимо вести особенно тщательно.
9. Добавление в аэротенк 20 до 40 мг/л (H_2O_2) помогает эффективно бороться с вспухшим активным илом, вызванным появлением Sphaerotilus. В сутки на 1 м^3 аэротенк можно вводить от 20 до 200 г вещества.

10. При наличии аэротенка большой длины сточные воды и возвратный активный ил следует смешивать перед сооружением. При этом происходит одновременное хорошее перемешивание и образуется аноксидная зона.

Мероприятия 4, 6, 7, 8, 9 и 10 должны производиться только при контроле со стороны органов технического надзора. Дополнительные указания по данному вопросу можно найти в [15], издание 4/81.

Для контроля работы аэротенка необходимо обязательное проведение регулярного микроскопического наблюдения. При этом возможные нарушения работы аэротенка можно предотвратить уже на начальном этапе. Журналы записи изображений полученных при исследованиях при помощи микроскопа разработаны Управлением водного хозяйства земли Бавария, Мюнхен. Инструкции по проведению данных исследований см. также [17], [19], [22] и [24].

Не менее важным для контроля работы сооружения являются показания датчиков, в частности, количество растворенного кислорода в аэротенке. Он должен составлять минимум 2 мг/л. При пневматической аэрации количество кислорода зависит от интенсивности работы воздуходувок. При наличии механических аэраторов для регулирования содержания кислорода в воде изменяют число оборотов и глубина погружения аэратора. Изменение глубины возможно в области от 5 до 30 см; управление возможно или изменением уровня жидкости или вертикальным смещением механических аэраторов. Работы механических аэраторов должна вызывать образование турбулентных потоков воды. Это делается для того, чтобы в любом случае, даже при отказе илового насоса активный ил не оседал на дно резервуара, а находился во взвешенном состоянии. Следует помнить, что устройство хорошей аэрации и рециркуляции – залог успешной работы биологических сооружений, так как из-за кислородной недостаточности активный ил очень быстро подвергается процессам гниения. Несколько часов без воздуха достаточно для начала гнилостных процессов.

Образование пены в аэротенке недопустимо. Она препятствует растворению кислорода. В случае ее появления возможно опрыскивание аэротенка водой с целью гашения пены. В лотке сбора очищенной сточной жидкости устанавливают косую стенку, которая принуждает пену к погружению.

Стены аэротенка на уровне воды каждые 2 до 3 дня необходимо чистить от жиров и пены для предотвращения появления запаха и возникновения жирных кислот.

Активный ил из вторичного отстойника необходимо постоянно перекачивать в аэротенк. Следует помнить, что при нахождении активного ила во вторичном отстойнике более часа бактерии начинают погибать.

Перед *вводом в эксплуатацию* необходимо тщательно проверить все трубопроводы (воздуховоды, илопроводы, трубопроводы сточной воды) на наличие остатков строительного мусора. Для *введения в эксплуатацию* к аэротенку подводят сточную оду после первичного отстаивания и активный ил, взятый с других очистных сооружений или из соседнего аэротенка. Одновременно начинают работать насосы возвратного активного ила. Ил следует начинать удаляться из системы только в том случае, если необходимая доза его полностью достигнута. При этом дозу ила в период запуска сооружения необходимо контролировать как можно чаще. Период ввода в эксплуатацию продолжается, как правило, от 10 до 20 дней, при слабо концентрированных сточных водах – до 4 недель. Зимой вводить аэротенк в эксплуатацию затруднительно. В данном случае возможно постепенное начало эксплуатации с медленно увеличиваемой частичной нагрузкой.

При применении пневматической аэрации перед воздуходувками на всасывающем воздуховоде необходимо устройство воздушных фильтров. Это делается для того, чтобы воздух подавался в аэротенк чистый и не засорял аэраторы. Такие воздушные фильтры часто склонны к обмерзанию в холодную погоду, что, соответственно мешает захвату воздуха. Образование льда на фильтрах можно предотвратить, если воздуходувки и воздушные фильтры будут располагаться в отапливаемом помещении.

Аэраторы в аэротенке должны регулярно прочищаться. В зависимости от вида аэратора это необходимо делать один раз в 4–12 месяцев. Если аэраторы мелкопузырчатой аэрации засорены, что можно определить по показаниям амперметра воздуходувок – возрастает потребление электрического тока. Засоры отдельных аэраторов происходят чаще всего в том случае, когда в аэротенке наблюдается пониженная турбулентность и интенсивность аэрации невелика.

Очистка аэраторов обычно требует большого количества времени и больших трудозатрат. Данный процесс можно ускорить, если в воздуховод залить очищающее средство, затем включить воздуходувки и, медленно открывая воздушную заслонку, пропустить воду через аэраторы. Об эффективность операции можно судить показаниям амперметра.

Для очистки аэраторов можно применять пар. Через специальную уплотнительную манжету струю пара направляют на аэратор.

Дополнительные указания по эксплуатации аэротенков см. в разделе „Измерительные приборы" в пунктах о дозе ила, иловом индексе и количестве кислорода.

При эксплуатации аэротенков и систем аэрации необходимо тщательно соблюдать все руководства по эксплуатации фирм-поставщиков оборудоваия.

Указания по эксплуатации вторичного отстойника после аэротенка соответствуют аналогичным указаниям системы биофильтр-вторичный отстойник.

Работа по уходу и эксплуатации аэротенка и вторичного отстойника в общем не велика. Однако, здесь необходим тщательный контроль за работой сооружений. Причем проведение контроля не зависит от размера станции очистки сточных вод (т.е. на станции очистки от 100 EW должен проводиться контроль в том же объеме, что и на станции очистки от для 100 000 EW). При этом особенно высокие требования предъявляются к техническому персоналу и его квалификации. Для контроля за работой аэротенка необходимо проведение специфических исследований и измерений (см. соответствующий раздел), качество которых зависит только от квалификации персонала. Минимальные требования предъявляются только в случае контроля за приборами и автоматическими датчиками аэротенка (самоконтроль). Остальные мероприятия довольно сложны в исполнении и требуют большой тщательности, определенных навыков и добросовестности.

5.9 Комбинированные сооружения

Под комбинированными сооружениями понимают сооружения, в которых совмещены несколько различных процессов, проводящихся обычно различных емкостях. Это могут быть, например,

двухъярусные отстойники, где совмещены отстойник и емкость для сбраживания осадка, а также сблокированные конструкции – сооружения первичного и вторичного отстаивания, биофильтрации и вторичного отстаивания, аэротенка и вторичного отстаивания и др.

5.9.1 *Двухъярусные отстойники*

Задачи, принцип действия и конструкции

Двухъярусный отстойник, или эмшеровский колодец, получил свое названия от реки Emscher, находящейся в Рурской области Германии. Знаменитый ученый в области водоотведения Карл Имхофф впервые применил такое сооружение. Оно представляло из себя септическую камеру, отделенную перегородками и наклонными стенками от отстойной емкости, в которой сточные воды очищаются от взвешенных веществ. Взвешенные вещества выпадают в осадок и по наклонным поверхностям попадают в септическую камеру, расположенный внизу сооружения. (см. рисунок 5.11).

Двухъярусные отстойники бывают радиальные и прямоугольные. На крупных очистных станциях устраивают последовательно несколько секций отстойников с одним иловым приямком. В единичных случаях, если поступающие на очистку сточные воды подаются под давлением, двухъярусные отстойники располагают на поверхности. Большей частью отстойники закапывают на определенную глубину. Поэтому отделение метантенка двухъярусных отстойников чаще всего располагается в области грунтовых вод, температура которых около 1–2°C. Для перемешивания осадка целесообразно применение специальных насосов, которые, к сожалению, устраивают редко

Инструкции по установке и эксплуатации

- Целесообразно устройство насоса для перемешивания осадка.
- Трубопроводы иловой воды должны быть жестко установлены в осадочном приямке.

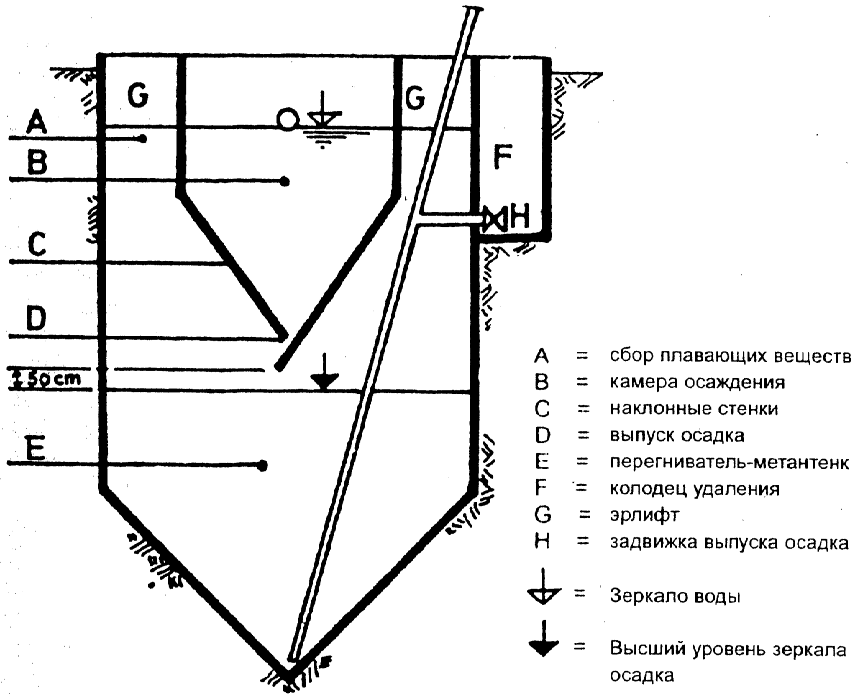


Рисунок 5.11: Двухъярусный отстойник

Эксплуатация и уход

К общим правилам по уходу и эксплуатации отстойников необходимо добавить несколько мероприятий, которые проводятся *по меньшей мере еженедельно*. Следует измерять высоту уровня зеркала осадка и уровень зеркала воды в отстойнике. Показания заносятся в журнал станции очистки сточных вод.

Максимально допустимый высота уровня осадка – 50 см от иловой щели в осадочной зоне. Допустимая высота уровня осадка может быть рассчитана в соответствии с чертежом сооружения отдельно в каждом конкретном случае. Необходимо регулярное измерение температуры и значения pH иловой воды.

Наклонные поверхности в отстойной зоне и осадочную щель необходимо регулярно очищать от осадка. Пузырьки воздуха на наклонных поверхностях являются свидетельством загнивания

осадка и неудовлетворительной работы осадочной щели. Наличие плавающих хлопьев осадка является следствием гниения (не путать с осадочной коркой). Осадочную корку, если она образуется, необходимо разбивать струей воды. В противном случае она может засохнуть и ее удаление будет проблематичным.

Необходимо рнегулярно контролировать трубопровод выпуска осадка, а также очищать иловой колодец.

В зависимости от состояния осадка в септической камере его необходимо выпускать максимум раз в три месяца. Если при выпуске обнаруживается, что осадок тонкодисперсный и светлый, то задвижку выпуска осадка необходимо закрыть, подождать несколько часов и открыть снова. Небольшое количество осадка должно оставаться в сооружении для дальнейшего ведения процесса. Любые засоры и закупоривания в сооружении необходимо промывать водой, возможно под большим напором. Для этого устраиваются специальные трубопроводы в месте вывода очищенной воды из сооружения. Отводы от этих трубопроводов иногда устанавливают в узких местах отстойниках (осадочная щель, осадочная воронка). Для откачки осадка из осадочного приямка иногда применяют иловые насосы или ассенизационные вакуумные машины. Следует помнить, что откаченный осадок может быть сырым.

5.9.2 Сблокированные сооружения

Компактные очистные станции производятся несколькими фирмами и имеют различные конструкции. Пример такой станции представлен на рисунке 5.12.

Такие компактные очистные сооружения, как правило, работают без первичного отстаивания и включают в себя аэротенк с совместной стабилизацией осадка, работающий в режиме продленной аэрации. Отдельные виды станций могут иметь отдельные сооружения для стабилизации осадка. Биологический процесс очистки сточных вод может проводиться также в окислительном канале. Все приведенные выше указания по эксплуатации и уходу за сооружениями относятся в равной степени и к таким компактным станциям. Их работа должна тщательно контролироваться. При эксплуатации таких сооружений необходимо строго соблюдать все инструкции фирмы-изготовителя. Однако, следует отметить,

что указанные в таких инструкциях трудозатраты по уходу часто недостаточны и должны быть скорректированы на месте.

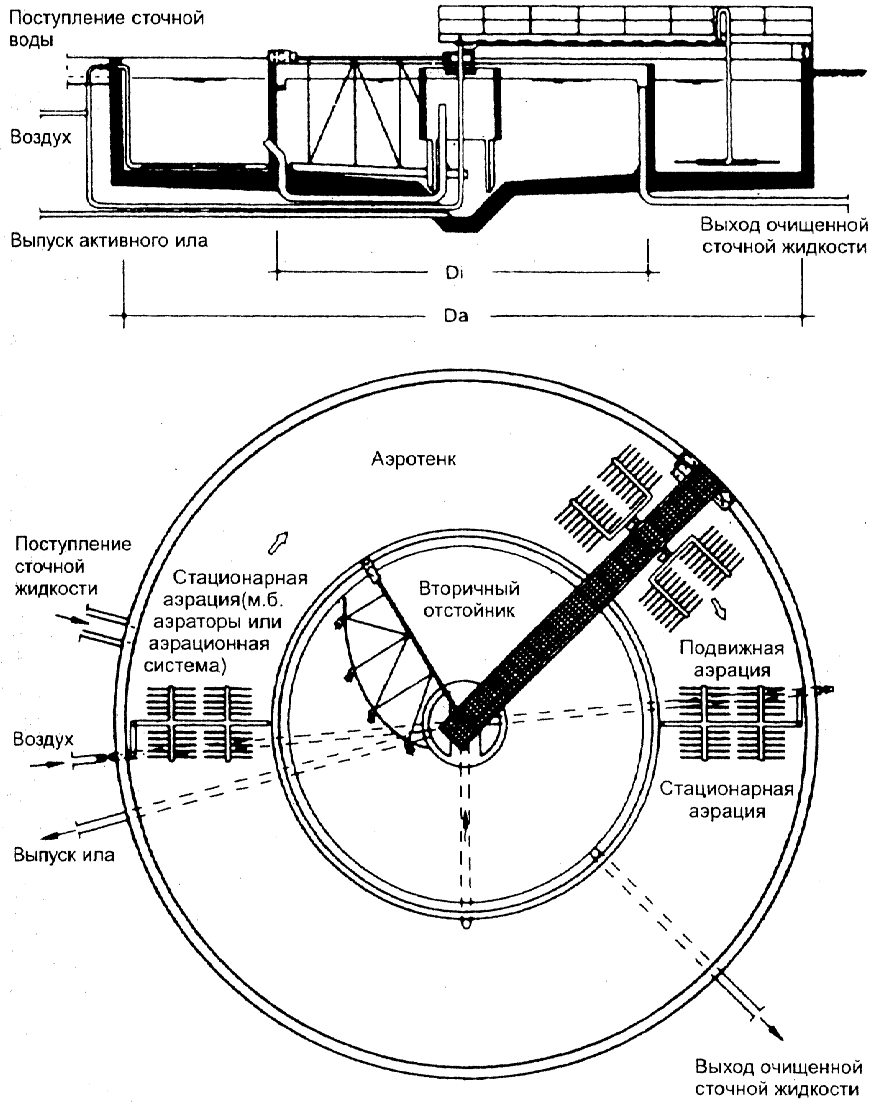


Рисунок 5.12: Противоточный аэротенк

5.9.3 *Малые очистные сооружения*

Во многих небольших поселках для очистки сточных вод устраивают малые очистные сооружения. Чаще всего они включают в себя первичное отстаивание в двухъярусных отстойниках, насосную установку, биофильтр, вторичный отстойник и сооружение для сбраживания осадка. На некоторых сооружениях количество вторичных отстойников может быть увеличено, что влечет за собой увеличение сооружений сбраживания осадка.

5.10 Осаждение фосфора

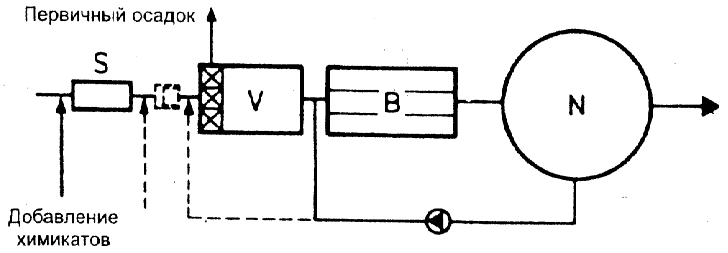
Различные технические возможности осаждения фосфора представлены на рисунке 5.13. Следует помнить, что во всех методах осаждения возможно увеличение объема осадка на 20 и 30%.

Предварительное осаждение

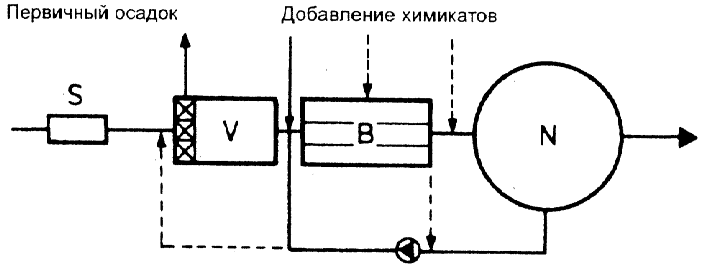
Если коагулянт добавляется перед ступенью биологической очистки на стадии первичного отстаивания (а также в песколовку или преаэратор), то данный метод осаждения фосфора называется предварительным.

После добавления коагулянта образуются хлопья, которые осаждаются вместе со взвешенными веществами в первичном отстойнике. Добавление коагулянта способствует также осаждению тонкодисперсных примесей. Вследствие этого производительность первичного отстойника может увеличиваться от 40 до 70%. Удаление фосфатов данным методом составляет около 80% и при благоприятных условиях осаждения может увеличиваться до 90%. Таким образом, необходимые нормативы по сбросу $P_{общ}$ от 1,5 до 2,5 мг/л будут выполняться.

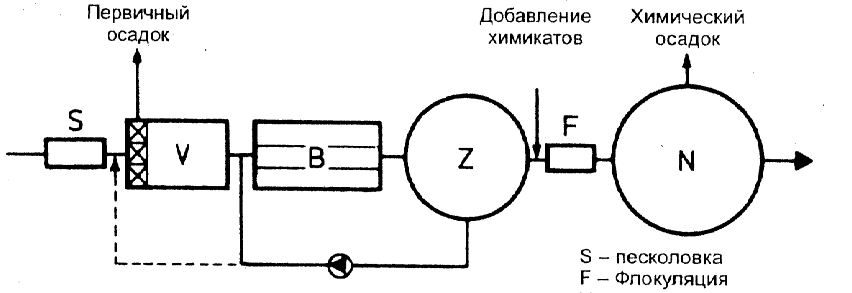
Преимуществом предварительного осаждения является то, что кроме дозатора и резервуара для хранения для коагулянта не требуются дополнительные емкости и сооружения. Величина капиталовложений незначительна. Но данный метод невыгодно применять в случае неравномерного притока сточных вод и нестабильных концентраций по фосфору. Кроме того, возможно потребление большого количества коагулянта, что удорожает данный метод.



ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОСАЖДЕНИЕ



СИМУЛЬТАННОЕ ОСАЖДЕНИЕ



ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ОСАЖДЕНИЕ

Рисунок 5.13: Метод последующего осаждения фосфата

Симультанное осаждение

При дозировании коагулянта в аэротенк и его связывании с активным илом говорят о симультанном осаждении. Реакция коагуляции, хлопьеобразование и биологическая очистка сточных вод происходят одновременно в аэротенке. Активный ил и осаждаемый осадок седиментируются совместно во вторичном отстойнике. Значение $P_{общ}$ на выходе из сооружения составляет от 1 до 1,5 мг/л.

Данный метод не требует дополнительных сооружений кроме необходимых для коагуляции. Он применим на любой станции аэрации, разумеется, что симультанного очсаждения могут использоваться только такие коагулянты, которые не мешают процессу биологического разложения органических загрязнений. Следует помнить, что при применении данного метода зольность активного ила повышается из-за наличия в нем коагулянта. Симультанное осаждение применяется сегодня на большинстве очистных сооружений.

Последующее осаждение – это химический метод очистки сточных вод, прошедших механическую и биологическую ступень. Его называют также методом третичной очистки или доочистки. Для осуществления последующего осаждения необходимы дозатор, реагентное хозяйство, камера реакции и отстойник для осаждения осадка.

Преимуществом метода является его эффективность, так как количество Pges на выходе из сооружения составляет среднем 0,5 мг/л. Колебания по эффективности работы сооружений практически не отмечаются. Недостатком метода являются дополнительные капиталовложения.

5.11 Естественные методы очистки сточных вод

Задачи, принцип действия и конструкции

Основным методом естественной очистки сточных вод являются очистка в биологических прудах с применением и без искусственной аэрации. Наряду с этим встречаются также растительные канализационные очистные станции. Все эти методы объединены понятием „естественные или близкие к природным методы очистки сточных вод". При правильном их устройстве они могут принимать и очищать сточные воды в течение всего года. Процесс очистки происходит под действием микроорганизмов.

Применение биологических прудов – это давно известный и надежный способ очистки сточных вод на канализационных очистных станциях. Разумеется, раньше они строились гораздо чаще, нежели сегодня. К сожалению, старые сооружения не могут очищать сточные воды до современных требований, тем более на протяжении всего года. На сегодняшний день они наиболее применимы в сочетании с биофильтрами или погружными биофильтрами. Различают пруды с естественной аэрацией (неаэрируемые) и искусственной аэрацией (аэрируемые). Помимо этого биопруды делятся на виды по способу обработки сточных вод:

Отстойные пруды

Для механической очистки сточных вод, то есть для отделения взвешенных веществ из сырых сточных вод.

Биологические пруды с естественной аэрацией

Для механической и биологической очистки сточных вод, применяют с наличием или без предварительного отстойного пруда.

Аэрируемые биологические пруды

Для механической и биологической очистки сточных вод, особенно для сильно загрязненных сточных вод.

Биологические пруды с биологическими реакторами

Например, с промежуточными биофильтрами или погружными биофильтрами для механической и биологической очистки сточных вод.

Биопруды доочистки

Для доочистки механически и биологически очищенных сточных вод.

Растительные канализационные очистные станции

Для биологической очистки или для улучшения качества биологически очищенных сточных вод. Они устраиваются только для самых малых расходов сточных вод.

Биологические пруды имеют несколько важных преимуществ:

- Обычно они не нуждаются ни в сороудерживающих решетках, ни в песколовках, так как грубые загрязнения и песок не мешают работе прудов; поэтому они почти не требуют ухода.
- Эффективность отстаивания максимальная.
- Они имеют большое преимущество при залповой подаче сточ-ных вод или неравномерности их концентраций.
- Стоимость строительства небольшая, так как требуется только выполнение земляных работ.
- Производственные расходы и затраты на обслуживание ниже, чем на других канализационных очистных станциях.
- Метод очистки наиболее экологически чистый.

Недостатком является относительно большая занимаемая площадь прудов. Если строительный грунт водопроницаем или уровень грунтовых вод слишком высок, это может создавать дополнительные трудности. Возможно образование запаха. Удаление ила может быть затруднено.

Так как в большинстве случаев решетки на таких очистных сооружениях не применяются, то на поверхности пруда часто плавают остатки пластика, текстильные отбросы. Для предотвращения этого необходимо устройство полупогружных перегородок. Помимо неприглядного вида наличие плавающих загрязнений может приводить к появлению запаха; наличие таких загрязнений вызывает трудности в применении ила в сельском хозяйстве. Поэтому на вновь строимых очистных станциях целесообразно предусматривать устройство решеток. На существующих очистных станциях возможно применение мобильных сороудерживающих ре-шеток, которые будут использоваться только во время удаления осадка.

Биологические пруды хорошо зарекомендовали себя на очистных сооружениях небольших поселков. В Баварии таких станций существует более 1 200. Разумеется, они составляют только 3% от общего количества баварских канализационных очистных станций.

Чаще всего для очистки сточных вод устраивают каскад из нескольких прудов, через которые сточные воды проходят последовательно. Первый используется как отстойный пруд. Следующие являются биологическими и действуют как пруды окисления. Образующийся осадок сильно минерализован.

ATV–DVWK издал рабочий лист А 201 „Основные предложения по расчету, строительству и эксплуатации биологических прудов для коммунальных сточных вод" [4].

При строительстве биопрудов необходимо обращать особое внимание на устройство откосов. Они должны быть выше уровня воды на 1 метр. Вокруг пруда предусматриваются смотровые площадки для осмотра от 12 до 18 м^2 площади пруда. Осмотры необходимо проводить независимо от погодных условий и результаты заносить в журнал очистных сооружений. Необходимо предусмотреть площадку для проведения лабораторных исследований и размещения соответствующих устройств. Для облегчения проведения эксплуатации и контроля за работой биопрудов федеральная организация ATV–DVWK издала *журнал по эксплуатации биологических прудов*, который содержит большое количество необходимых сведений [10].

На поверхности пруда иногда появляется ряска, которая в большом количестве мешает процессу очистки сточных вод, так как затрудняет доступ кислорода к воде. Удаление ряски дело очень трудоемкое, поэтому удалять ее следует только в том случае, если она оказывает негативное влияние на процесс очистки. В удалении ряски иногда помогают утки. Ни в коем случае нельзя удалять ряску в водоем. Определенные трудности для процесса очистки сточных вод создает в зимний период ледяной покров.

При проведении анализов по $БПК_5$ или ХПК пробы воды обязательно должны фильтроваться для того, чтобы взвешенные вещества и водоросли не мешали измерению показателей. Водоросли довольно активно поглощают кислород или, в зависимости от условий отдают его, и поэтому их попадание в пробу воды может существенно сказаться на результате анализа.

При проведении анализов для сточных вод обычных канализационных очистных станций с биофильтрами или аэротенками пробы воды не фильтруются, кроме случаев научного эксперимента.

Фильтрование лучше проводить с фильтрами из стекловолокна (например, номер 6) с применением оборудования вакуумной фильтрации. Первые 50 – 100 мл необходимо слить. Для определения $БПК_5$ и ХПК берутся только прозрачные неокрашенные пробы воды.

Основным уходом за биопрудами является удаление сильного зарастания и борьба с цветностью воды.

5.11.1 Неаэрируемые биологические пруды

Такие пруды часто называют прудами с естественной аэрацией. Они очень часто применяются в качестве отстойных прудов (рисунок 5.14). Биопруд рассчитывается исходя из нагрузки по количеству сточных вод – 0,5 м³/Е, глубина биопруда в среднем составляет 2 – 3 м.

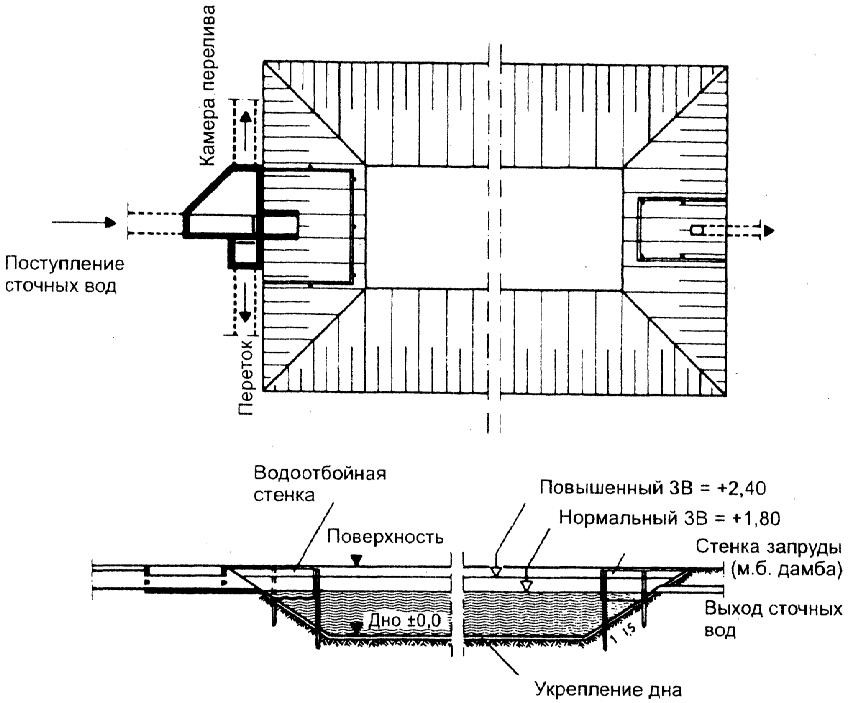


Рисунок 5.14: Пример отстойного пруда [14]

В отстойном пруде может быть предусмотрено устройство для смешения сточных вод (пространство для подпора), которое в дождливую погоду принимает нагрузку от дождеприемников.

Скорость течения жидкости в отстойном пруде замедляется таким образом, что взвешенные вещества опускаются на дно водоема. Осажденный ил подвергается процессам гниения (см. сбраживание осадка). При гниении осадка образуется определенное количество газа, который поднимаясь на поверхность поднимает частицы ила. Поэтому на поверхности биопруда иногда появляются хлопки ила. В данном случае плавающий ил не мешает процессу очистки сточных вод. Плавающие вещества удерживаются полупогружными перегородками. Между полупогружной перегородкой и выпуском из сооружения плавающего ила не должно быть. В противном случае он может мешать свободному выходу воды из сооружения. В первом отстойном пруде происходит в основном механическая очистка сточных вод. Биологическая очистка сточных вод от растворенных органических загрязнений осуществляется во втором биопруде в аэробных условиях под действием определенных видов бактерий. Необходимый для аэробных процессов кислород поставляется через поверхность воды и водными растениями, например, водорослями. Наличие плавающей корки на поверхности водоема приводит к снижению количества кислорода в воде.

Такие пруды устраивают из расчета около 10 м²/Е при глубине от 1,0 до 1,5 м. В основном такие типы прудов применяют при размерах застройки до 1 000 Е. Если расчетная поверхность пруда составляет более 3 000 м², то необходимо устройство нескольких прудов меньшего размера. Время пребывания сточной жидкости в пруде составляет от 20 до 30 дней.

Эксплуатация и уход

Биологические пруды необходимо проверять 3–4 раза в неделю. Один-два раза в неделю и после каждого сильного дождя осмотр регистрируется в журнале эксплуатации очистных сооружений. В журнал заносят следующие пункты: дату, рабочий день, время, погоду, температуру воды и воздуха, pH, расход сточных вод, количество взвешенных веществ на входе и выходе из пруда, глубину видимости во вторичном отстойнике. Измерение $БПК_5$, ХПК и NH_4–N зачастую выполняются смежными канализационными очистными станциями.

Определение параметров ила выполняют один раз в квартал. При этом измеряется глубина воды до ила по возможности в одном

и том же месте в передней трети водоема. Для измерения используют стержни длиной 3 – 4 м, на нижнем конце которого прибита крышка консервной банки; на крышке по всей длине нанесена маркировка в дециметрах. С помощью такого устройства очень удобно определять глубину, на которой уже находится ил. Иногда целесообразно измерять глубину ила в нескольких местах и рассчитывать среднее значение.

Один раз в неделю необходимо прочищать ливнеспуски, колодцы и лотки грубой метлой, удалять плавающий ил между полупогружной перегородкой и сточным желобом.

Удаление осадка

Если измерения показали, что около четверти глубины пруда заполнено илом, то его необходимо удалять. Если ил накапливается медленно, то его удаляют раз в год. Если ил хорошо перегнил, то пруд очищают в мае/июне. В противном случае очистку проводят с августа по ноябрь.

Перед удалением ила из пруда всю находящуюся в нем воду необходимо перепустить в другой пруд. Для этого применяют насосные установки. Перекачивания должны происходить медленно, в течение 1–2 дней для того, чтобы не перегружать другой пруд.

Верхний слой ила жидкий. Жидкий ил, как правило, несброженный. Его откачку осуществляют с помощью илососов, иловых насосов или ассенизационных машин, применяющихся в сельском хозяйстве для удаления навоза. Возможно использование различных ковшовых погрузчиков.

Жесткий остаточный ил должен удаляться с небольшим количеством воды. Это производят при помощи скрепера.

Другая возможность удаления ила со дна водоема – это откачивание при помощи иловых насосов под водой. Однако, при этом происходит откачивание большого количества воды.

Для облегчения процесса удаления применяют обработку ила нагнетательным насосом. При этом сильной струей перемешиваются ил, остатки загрязнений и песок; гомогенизированный ил откачивать гораздо проще.

После удаления ила на дне водоема необходимо оставляют слой толщиной 5 до 10 см. Это необходимо для ускорения процессов

налаживания очистки воды и сбраживания ила после запуска пруда в эксплуатацию. Удаленный ил складируется на иловые площадки. Если же иловых площадок не предусмотрено, то ил укладывают в специальные штабеля, где он сушится и обезвоживается. Так как обезвоживание ила в таких условиях затруднено, то этот процесс продолжается длительное времени.

5.11.2 Биологические пруды с искусственной аэрацией

В аэрируемые пруды сточная вода подается непосредственно минуя отстойный пруд. В этом и состоит основное преимущество аэрируемых прудов. Они занимают в четыре раза меньше площади по сравнению с не аэрируемыми прудами. Такие пруды могут применяться для очистки больших расходов сточных вод. Однако аэрируемые пруды требуют повышенного внимания со стороны технического персонала. Для размещения воздуходувок необходимо здание, производительность воздуходувок может быть несколько меньше, чем на обычных сооружениях. Кроме того, кратковременные колебания количества подаваемого воздуха, его концентрация и недостатки в монтаже воздуходувок оказывают незначительное воздействие на эффект очистки сточных вод из-за большого их количества. Аэрируемые биологические пруды в последнее время часто применяются для очистки органически сильнозагрязненных сточных вод от пивоварень, винодельческих, молочных заводов и т.д. Способы строительства таких прудов аналогичны неаэрируемым прудам. Однако, в связи с наличием аэрации глубина аэрируемого пруда может быть увеличена до 2,5 – 3 м. На уровне зеркала воды в прудах целесообразно устройство специальных сооружений для гашения волны. В зависимости от вида аэрационного устройства в аэрируемых прудах часто необходимо дополнительное укрепление дна и откосов.

Для аэрации биопрудов применяют различные виды аэраторов. Так, возможно использование плавающих воздуховодов, находящихся на дне водоема или в толще воды или струйных аэраторов, подающихся воздух под давлением. Для аэрации биопрудов применяют также механические аэраторы.

Если на очистных сооружениях с биопрудами предусматривается какая-либо рециркуляция ила, то преимущество применения биопруда для биологической очистки пропадает, так как возникает необходимость в тщательной эксплуатации сооружений.

Несколько включенных в одну серию прудов повышают эксплуатационную надежность очистных сооружений. Устройство неаэрируемого пруда для вторичного отстаивания после пруда с искусственной аэрацией улучшает качество очищенной воды.

Аэрируемый пруд требует более тщательного ухода, чем неаэрируемый. Это связано с необходимостью дополнительного контроля за работой аэрационного устройства. Его обслуживание должно соответствовать предписаниям производителя. Контроль за работой биопруда производится соответствующими измерениями, аналогичными проводимым измерениям на станции аэрации. Поэтому на очистных сооружениях с биопрудами необходимо техническое здание для устройства лаборатории и помещения для технического персонала по обслуживанию станции.

В зависимости от режима эксплуатации аэрируемые пруды также должны регулярно очищаться. Из сильно нагружаемых прудов ил удаляют один раз в год. Остальные виды прудов очищают один раз в 4–10 лет. Порядок удаления ила соответствует порядку его удаления из неаэрируемых прудов.

5.11.3 Биологические пруды с биологическими реакторами

Биологические пруды с промежуточными биофильтрами, погружными биофильтрами или другими аналогичными ступенями биологической очистки применяются в наиболее стесненных габаритных условиях, в климатически неблагоприятных областях или для очистки большого количества производственных сточных вод.

Отстойные пруды для первичного и вторичного отстаивания при этом идентичны обычным отстойным прудам. Расчет биологических реакторов производят обычным методом. При расчете необходимых механизмов, как правило, учитывают малые количества сточных вод.

5.11.4 Растительные пруды

В отличие от изложенных до сих пор прудов, растительные пруды не могут быть независимыми канализационными очистными станциями, а применяются для улучшения эффекта очистки сточных вод на стадии доочистки сточных вод. Они загружаются только биологически очищенными сточными водами. Глубина

таких прудов составляет от 1 до 2 м, а время пребывания – от 1 до 5 дней. Показатели сточных вод, прошедших через растительные пруды значительно снижаются по сравнению с исходными и воздействие сточных вод на окружающую среду, после них, становится минимальным. Как показывает практика эксплуатации таких прудов количество бактерий, имеющихся в сточных водах, также сокращается. Работы по эксплуатации прудов минимальны. Удаление ила производится один раз в несколько лет.

5.11.5 Растительные канализационные очистные станции

В последнее время в литературе все чаще упоминается применение нового метода очистки сточных вод. Метод подразумевает устройство растительных очистных сооружений. В отраслевом мире эти сооружения оцениваются по-разному. Сообщения об опыте эксплуатации, эффекте очистки и издержках были очень противоречивы. В основном такие сооружения предлагаются для очень малых расходов. Существует несколько понятий для обозначения растительных очистных сооружений:

Растительные канализационные очистные станции (рисунок 5.15) – это основное понятие для обозначения установок с наличием естественного грунта и специально высаженных растений. Сточные воды протекают через данный грунт или над ним.

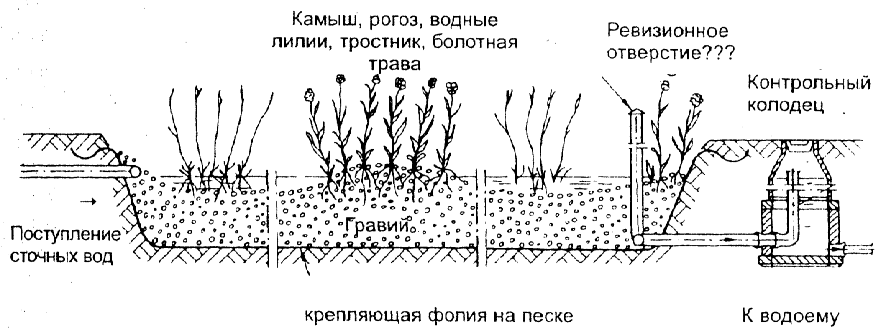


Рисунок 5.15: Растительные канализационные очистные станции

Понятия – *корневые установки, растительные поля фильтрации, камышово-тростниковые сооружения, гидроботаническая ступень* и т.д. – являются обозначениями для определенных вариантов данного метода.

Согласно теории растения и их корни выделяют в грунт и протекающую сточную воду кислород и другие необходимые компоненты. При этом эффективность передачи кислорода такова, что наряду с аэробными процессами в сооружении протекают и анаэробные процессы разложения загрязнений. Остальные компоненты, выделяемые в воду, участвуют в процессах преобразования органических субстанций, а патогенные микроорганизмы удаляют тяжелые металлы.

Для проведения очистки сточных вод в данных сооружениях необходима предварительная грубая механическая очистка. Грубые загрязнения не должны попадать в растительные сооружения. Для очистки сточных вод таким методом обычно применяют масляничные растения. Для лучшей очистки в последнее время все чаще применяют заросшие плоские зоны с растениями. Уход за такими сооружениями состоит в том, что разросшиеся растения необходимо периодически вырезать.

5.12 Дополнительная очистка сточных вод

Понятие дополнительной очистки сточных вод или доочистки до конца не определено и изменяется с развитием новых технология и канализационной техники. Осаждение фосфата и окисление азотистых соединений ранее относились к методам доочистки сточных вод. Необходимость применения этих методов на большинстве канализационных очистных сооружений привела к тому, что данные методы введены в стандартную схему очистки сточных вод.

В данном случае наиболее подходящее определение для термина доочистки следующее: все методы, с помощью которых производится очистка сточных вод до показателей, превышающих современные нормативы, относятся к методам доочистки.

Поэтому, например, метод коагулирующей фильтрации для осаждения фосфата можно отнести к методам доочистки сточных вод. То же самое относится и к применению микросит или к фильтрации очищенной сточной жидкости через активированный уголь.

Вышеупомянутые методы и соответствующие им сооружения могут устраиваться на очистных сооружениях и использоваться только в исключительных случаях, для очистки высококонцентрированных сточных вод или для части расхода. На сегодняшний день данные методы применяются крайне редко. Применение метода коагулирующей фильтрации для удаления фосфатов также является исключением.

Следует помнить, что любые, даже самые современные канализационные очистные станции будут хорошо очищать сточные воды только в том случае, когда они хорошо эксплуатируются. В свою очередь эксплуатация зависит от работы технического персонала очистных сооружений (оператора очистных сооружений, мастера по очистке очистных сооружений, специалиста по очистке сточных вод).

Бессмысленно вкладывать большие денежные средства в строительство современных очистных сооружений и не получать очищенную сточную воду хорошего качества. Если строительство и эксплуатация очистных сооружений осуществляется на государственные средства, государство в праве требовать хорошей эксплуатации сооружений, квалифицированной работы персонала и т.д. Расходы по эксплуатации очистных сооружений довольно велики. К ним относятся: расходы на содержание технического персонала сооружений, оплата электроэнергии, расходы на приобретение устройств, механизмов и расходных материалов для ухода за очистными сооружениями и содержания их в исправном состоянии. Однако, эти средства нельзя экономить. Нельзя сокращать время технологической работы оператора очистных сооружений, поручая ему дополнительные задачи. Нельзя экономить на электроэнергии для воздуходувок, подающих воздух в сооружения биологической очистки. Такая экономия может стоить гораздо дороже государству и конкретно оператору очистных сооружений (вплоть до ареста оператора очистных сооружений за неудовлетворительную работу).

§ 18 b WHG предписывает следующее. Канализационные сооружения необходимо эксплуатировать в соответствии с существующими технологиями по очистке сточных вод, установленными в данной федеральной земле. Федеральные водные законы воды определяют технический персонал по эксплуатации очистных сооружений, его квалификацию и достаточное количество.

В отдельных случаях требования к техническому персоналу могут быть изменены. Этот вопрос касается персонального требования и может быть удовлетворен только в случае наличия у человека хороших знаний данных конкретных очистных сооружений. При этом важную роль в решении данного вопроса играют размер очистных сооружений, метод очистки сточных вод, степень механизации и степень автоматизации, территориальные размеры, климат, способ обработки осадка, инструкции по эксплуатации очистных сооружений, предписания рабочего листа ATV–DVWK A 271 по требованиям к персоналу по оснащению станции измерительной аппаратурой и т.д. (см. эксплуатация канализационных очистных станций) [4].

Баварское федеральное ведомство водного хозяйства также установило требования к персоналу очистных сооружений номер II. 10–30 от 10.4.1989:

В соответствии со статьей 41e (3) BayWG установлены минимальные требования по наличию технического персонала на городских канализационных очистных станциях:

Размер застройки	Оператор очистных сооружений EW	Рабочий персонал по уходу за сооружениями ч/не	Специалист по очистке сточных вод ч/не	Заняты в целом ч/не
100 – 1000	15 – 20	–	–	
1 000 – 5 000	10 – 15	15 – 25	–	
5 000 – 20 000	20 – 40	40	–	2
20 000 – 50 000	40 – 60	80	40	3 – 5
50 000 – 100 000	80	120	40	6 – 8

Приведенная таблица приводит общие приблизительные требования к наличию персонала в зависимости от размеров застройки города. Требования к конкретным очистным сооружениям могут носить индивидуальный характер.

Указанное количество технического персонала приведено для современных очистных сооружений со средней степенью механизации. При наличии более высокой степени механизации, например, при механическом обезвоживании осадка и др., требуются дополнительные специалисты и подсобные рабочие. Дополнительные работы, как-то удаление ржавчины, окраска, работы по озеленению территории, уход за трубопроводами, насосными станциями и дождеприемниками, находящимися вне территории очистных сооружений, большие ремонтные работы, работы по удалению отбросов сороудерживающих решеток, песка или ила требуют наличия дополнительного персонала. При размерах застройки более 10 000 EW в выборе персонала для обслуживания очистной станции необходимо исходить из того, что большие очистные сооружения осуществляют процессы нитрификации / денитрификации, а также удаления фосфатов, которые требуют более высокой квалификации технического персонала.

Указанный размер застройки не учитывает способы очистки сточных вод, оборудование, производительносмть, срок эксплуатации и размеры территории. Более старые очистные сооружения нуждаются в большем уходе и ремонте по сравнению с новыми, а, следовательно, предъявляют более **высокие требования** к техническому персоналу.

В качестве *оператора очистных сооружений* могут работать люди, **которые после двухнедельной практики на учебной очистной станции посетили основной недельный курс оператора очистных сооружений** технического объединения (ATV–DVWK) или с успехом освоили равноценный курс. Для обслуживания биологических прудов достаточно обучения на 2–х дневных учебном курсах.

В качестве *рабочего персонала очистных сооружений* могут работать люди, выдержавшие экзамен по узкой специализации „Сточные воды".

В качестве *специалиста очистных сооружений (мастера)* может работать человек, выдержавший экзамен мастера и экзамен по узкой специализации „Сточные воды".

Если канализационные очистные станции рассчитаны менее, чем на 5 000 EW и технический персонал станции не занят полностью, то технический персонал и оператор очистных сооружений может обслуживать одновременно 2 или 3 станции.

На канализационных очистных станциях, обслуживаемых только одним лицом, необходимо предусматривать наличие дипломированного оператора очистных сооружений, который будет заменять действующего оператора во время болезни, отпуска и др. На очистных сооружениях, рассчитанных более, чем на 50 000 EW необходимо иметь штатную единицу для человека, который будет работать по повременно.

Технологическое время работы технического персонала в соответствии с тарифной сеткой указывается в федеральном тарифе организации труда (BMT) § 13.

Экспликация
насосная станция на входе на очистные сооружения
решетки
горизонтальные песколовки
первичные отстойники
аэротенки
вторичные отстойники
насосная станция избыточного и возвратного активного ила
расходомер и пробоотборный колодец
осадкоуплотнитель
метантенк
илоуплотнитель
обезвоживание осадка
газгольдер
фекальный трубопровод
Производственное здание

Обработка сточных вод

Илопровод
Технический водопровод
Газ
Насос

6. Осадки, образующиеся в процессах очистки сточных вод

6.1 Введение

Почти во всех сооружениях обработки сточных вод образуются те или иные осадки сточных вод, которые должны быть обработаны или утилизированы; это утверждение верно как для системы канализации с относящимися к ней сооружениями, так и для станций аэрации.
При канализовании имеет большое значение и осадок из сооружений дождевой сети, состав которого весьма вариабелен и не может быть депонирован после 2005 г. (TASi) в связи с высоким содержанием (более 5%) органической составляющей.
Это также верно для осадков из каналов, сборников ливневых вод или приемных камер насосов, требующих очистки, так как они могут препятствовать нориальной работе сооружения и не могут быть транспортированы к очистным станциям.

К осадкам сточных вод относятся также смазочные материалы (жиры), масло и бензин, отделяющиеся в качестве всплывающих примесей из отстойников при организации водоотведения какого-либо участка земли.

На канализационные очистные сооружения поступают отбросы, улавливаемые на решетках, а также песок из песколовок. Обработка вышеперечисленных отбросов и песка подробно рассматривается в пунктах 5.2 и 5.3. Плавающие вещества и жиры из специальных резервуаров аэрируемых песколовок также должны быть отведены и обработаны.

Обработка осадков из первичных и вторичных отстойников подробно рассматривается в следующих разделах.

6.2 Осадки сточных вод

6.2.1 Разновидности осадков

Большая часть твердых взвешенных веществ, удаляемых в процессах очистки сточных вод, образуют осадки сточных вод. Оса-

док образуется в различных сооружениях, при этом различаются как способы образования осадка, так и его объем, в зависимости от того какие процессы физико-механические, биологические, биохимические или химические предшествовали его образованию.

Во избежание неправильного понимания наиболее часто встречающихся при описании процессов обработки осадков сточных вод такие понятия, как сухое вещество, твердое вещество, влажность осадка, рекомендуется обращаться к таблицам с комментариями к терминам. Содержание таблиц основывается на данных промышленных стандартов ФРГ DIN EN 1085 и DIN 38 409, часть 2.

В зависимости от происхождения, качества или стадии обработки различают следующие виды осадков.

Осадками сточных вод называются осадки, образующиеся в процессах обработки сточных вод, при описании которых не указывается место их образования или процесс, в результате которого они были получены, даже в том случае если они прошли обезвоживание или сушку.

Сырой осадок, (осадок из труб, свежий осадок) является осадком сточных вод из канализационных очистных сооружений не прошедший предварительной обработки. Данный тип осадка быстро загнивает и образует неприятный запах.

Сырым осадком (первичным осадком) является осадок, образующийся на стадии механической очистки в первичных отстойниках. Он содержит в большинстве случаев грубодисперсные частицы фекалий, овощей, фруктов, текстиля, бумаги и т.д. и представляет собой кашеобразную массу. Он отличается высоким содержанием органической составляющей. Влажность составляет 93% – 97%.

Активный ил (вторичный осадок) – это осадок, образующийся после вторичного отстаивания. Данный тип осадка более однороден (гомогенен) и в большинстве случаев хлопьевидный по сравнению с сырым осадком. Он медленнее осаждается и труднее поддается сгущению (уплотнению). Его влажность составляет 97% – 99%.

Плавающими веществами называется образующаяся иногда в отстойниках или в метантенках плавающая корка (плавающий слой). В отстойниках данных слой по большей части образуют частицы осадка прилипающие к всплывающим частицам жира или пузырькам газа.

Активный ил – это биоценоз микроорганизмов в аэротенке. Он состоит преимущественно из аэробных микроорганизмов, образующих хлопья и не содержит грубодисперсных частиц. Влажность активного ила составляет 99,0% – 99,9%.

Активный ил, выделяющийся при вторичном отстаивании и удаляемый из вторичных отстойников разделяется на две неравные части. Одна часть направляется обратно в аэротенк и называется *возвратным активным илом*. Другая часть, называемая *избыточным активным илом,* (объемом 10%) не идет на рециркуляцию, а направляется либо напрямую, либо после предварительной обработки, на дальнейшую обработку. Смываемые из биофильтров биологические пленки можно приблизительно приравнять к избыточному активному илу.

Вспухший активный ил – это активный ил, который не может быть отделен во вторичных отстойниках, а постоянно остается во взвешенном состоянии без осаждения или всплывания. Это нежелательное состояние вызывается в основном повышенным развитием нитчатых бактерий в активном иле. Такой ил имеет при большом объеме ила небольшое содержание сухого вещества и вместе с тем высокий иловой индекс.

Сброженный осадок является перегнившим и, таким образом, стабилизированным осадком, который не способен к образованию запаха и процессам гниения. Следует различать анаэробно сброженный осадок, подвергшийся обработке в метантенке без присутствия кислорода и аэробно стабилизированный осадок, прошедший стабилизацию при аэрации в аэробных условиях. Анаэробно сброженный осадок имеет влажность 96% – 98%, а аэробно стабилизированный – 90% – 95%.

Затравочный осадок является осадком, который подается, например, в метантенк или в аэротенк для облегчения ввода в эксплуатацию других канализационных очистных сооружений или другой части станции аэрации для того, чтобы быстрее привести в действие биологические процессы. Для этого пригоден, на-

пример, для аэротенков активный ил из аналогичного аэротенка, или для термофильного режима сбраживания из метантенка находящегося в данном режиме эксплуатации.

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Примечание
Сухое вещество Твердое веществог (Сухая масса)	TS	кг, mT	Под TS сухое мгвещество обычно понимают
Количество воды, Объем воды		л, м^3	
Содержание сухого вещества Содержание твер дого вещества (масса по сухому веществу)	TS_R	кг/м^{3}г/л	Под „содержанием" понимается концентрация; под TS_R обычно понимают концентрацию сухого вещества
Содержание взвешенных веществ *(отфиль трованных веществ)* Водосодержание		мг/л г/л, мг/л	*Например, при фильтровании водорослей* Иногда (не совсем правильно) указывается в %
Плотный остаток Потери при прокаливании	GR GV	мг/л мг/л	Например, при исследовании взвешенных веществ или активного ила
Сухой остаток, доля сухого вещества	TR	кг/кг %	Размерность „доли" в %; под TR обычно следует понимать плотный остаток
Влажность		%	
Плотный остаток Потери при прокаливании	GR GV	% %	Например, при исследовании сырого осадка или сброженного осадка

Таблица с комментариями по некоторым характеристикам осадка.

„Влажным осадком" является осадок, отобранный из метантенка или сооружений стабилизации до начала процессов его дальнейшей обработки.

При дальнейшей обработке следует различать *уплотненный, обезвоженный и высушенный* осадок. Уплотненный осадок получают в илоуплотнителях. Обезвоженный осадок получают после выдерживания на различного вида иловых площадках, полях фильтрации и др., после того как он стал относительно твердым. Такой осадок еще пластичен и вязок. Влажность его составляет от 70% до 80%. В том случае если осадок прошел ступень механического обезвоживания его влажность обычно ниже. Высушенный осадок – это прошедший механическую или термическую обработку крошащийся или сыпучий осадок с влажностью менее 65%.

Фекальным осадком называют осадок, который вывозится с малых очистных сооружений (коттеджных очистных сооружений) с помощью специальных ассенизационных машин и должен обрабатываться на более крупных канализационных очистных станциях.

Наряду с этими разновидностями осадков существуют осадки от сооружений по выделению отдельных видов загрязнений, например, по выделению фосфатов или от очистных сооружений промышленных предприятий, например, от установок нейтрализации и детоксикации гальванических предприятий.

6.3 Количество образующегося осадка и его качество

Количество образующегося осадка тесно связано со снижением $БПК_5$ сточной воды. На 1 кг удаленного $БПК_5$ приходится около 1 кг твердого вещества в сыром (свежем) осадке. В зависимости от метода очистки получаемый осадок может быть более или менее плотным. В зависимости от вида и состава канализационных очистных станций существует достаточно большой диапазон значений образующегося сырого (свежего) осадка в пересчете на одного жителя – от 1 до 2 л/(чел.сут). Для биофильтров это значение несколько ниже, а для аэротенков выше. Установки аэробной стабилизации отличаются максимальными значениями объема образующегося осадка.

Объем сырого (свежего) осадка может значительно уменьшен при его обработки (например, уплотнением, сбраживанием, обез-

воживанием), в то же время объем твердых веществ остается примерно одинаковым как до, так и после обработки. Так значение образующегося осажденного «влажного» осадка в пересчете на одного жителя составляет 0,3 – 0,8 л/(чел.сут).

При фильтровании осадка через бумажный фильтр на нем остаются взвешенные вещества, а через проходит фильтр иловая вода. При сравнении долей твердых веществ и иловой воды в большинстве случаев получается, что доля воды составляет более 90%. Здесь необходимо говорить о влажности (или доле воды) и количестве сухого вещества, например, 95% – водная составляющая и 5% твердые вещества. *Так как удельный вес осадка лишь незначительно больше 1, то возможен пересчет через процент сухого вещества (сухой остаток) или части воды на вес.*

В случае если аэротенк рассчитывают на нагрузку около 2 л осадка от одного жителя в сутки, то годовое значение образующегося осадка составляет около 750 л/чел. Так как осадок обладает примерно тем же весом, что и вода, то это значение примерно соответствует 750 кг. Если принять, что на одного жителя приходится около 30 кг твердых веществ в год и для упрощения расчетов будем принимать объем твердых веществ равным 30 л, то можно составить следующую таблицу:

Общий объем осадка в л (на 100%)	Сокращение объема на	Сухой остаток (остается 30 л)TR в %	Влажность %	
750		4	96	Сырой (свежий) осадок.
500	2/3	6	94	Область „влажного" осадка
375	1/2	8	92	
250	1/3	2	88	
188	1/4	16	84	
150	1/5	20	80	Твердый осадок
125	1/6	24	76	
94	1/8	32	68	
75	1/10	40	60	Крошащийся осадок
63	1/12	48	52	

Отсюда следует, что влажность осадка составляла 96% и после сбраживания снизилась лишь до 85%, однако, объем осадка уменьшился с 750 л до приблизительно 200 л, т.е. на 1/3 – 1/4. Процесс обезвоживания уменьшает полученный объем еще примерно в два раза. При количестве жителей 5 000 человек получаем в год около 3 700 м^3 сырого (свежего) осадка, 1 300 м^3 после сбраживания и после обезвоживания объем твердого осадка составляет около 700 м^3.

Содержание сухого вещества обычно указывается в кг/м^3 или в г/л, которое определяется путем испарения пробы воды. При этом проба взвешивается до и после проведения опыта. Разница в весе соответствует влагосодержанию (влажности). Сухой остаток, получаемый в результате проведения опыта, измеряется в мг, г или кг.

Для сокращения объема осадка такое имеется важное правило: Остаточный объем осадка сокращается в два раза, если удваивается содержание сухого вещества. Сокращение объема рассчитывается по формуле:

$$V_2 = \frac{V_1 \times TR_1}{TR_2}$$

где

V_1 = объем на входе в сооружение в сооружения по обработке осадка,
V_2 = объем на выходе из сооружения по обработке осадка,
TR_1 = сухой остаток на входе в сооружение в сооружения по обработке осадка,
TR_2 = сухой остаток на выходе из сооружения по обработке осадка.

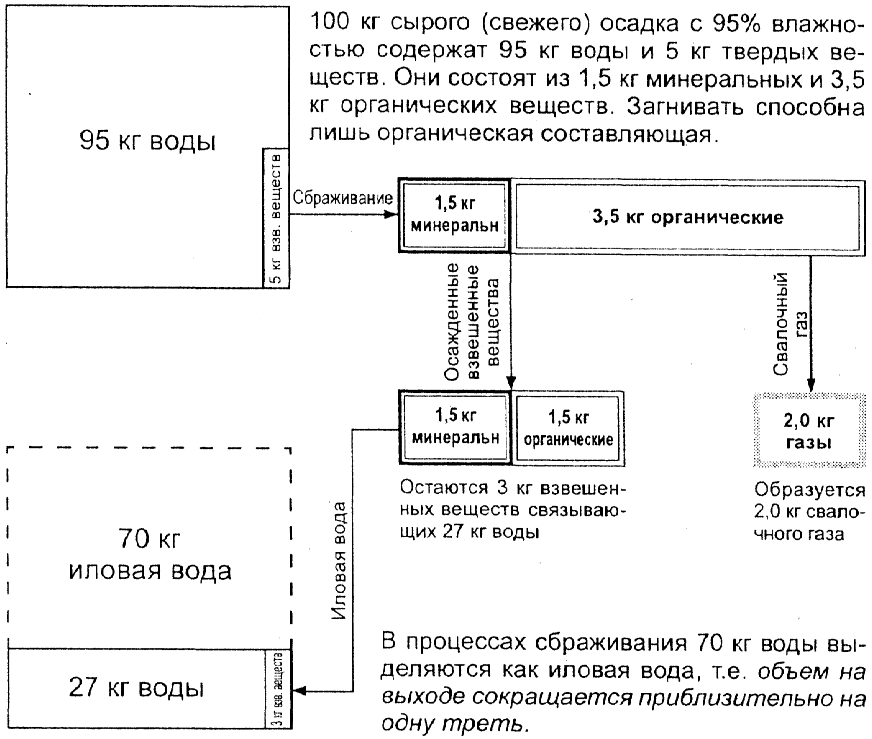
Так, например, имеем 100 м^3 сброженного осадка (V_1) с 4% (по объему) сухого остатка (TR_1). После обезвоживания сухой остаток составляет 24% (по объему) (TR_2), получаем остаточный объем (V_2) в размере:

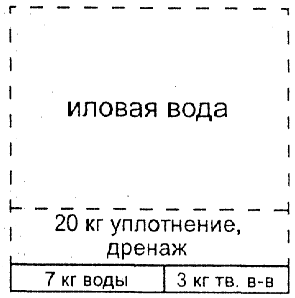
$$\frac{100 \times 4}{24} = 16{,}7 \text{ m}^2$$

Для оценки качества осадка имеет большое значение содержание способных к загниванию веществ. В осадке содержатся в большом объеме нерастворенные минеральные и органичес-

кие вещества, присутствующие в сточных водах. Загниванию подвержены только органические вещества, которые преобразовываются значительной степени процессе реакций метаболизма, осуществляемогого бактериями в минеральные, в газообразные вещества и воду. Так как органические загрязнения в большинстве случаев подвержены сгоранию, а минеральные нет, то путем прокаливания пробы осадка можно определить часть веществ способных к загниванию. Оставшуюся после прокаливания часть осадка называют *плотным остатком (GR)*. Он взвешивается и затем рассчитывается, какой объем от массы сухого вещества занимает минеральная составляющая осадка в процентах. Потери веса осадка при прокаливании называются – потерями при прокаливании *(GV)* и определяют органическую субстанцию в процентах. При этом – GR + GV = 100%.

Для наилучшего понимания термина „потерь объема осадка" приведем пример:





При последующем обезвоживании осадка происходит дальнейшее сокращение объема.
Если осадок высушивается до влажности 70%, то получается, что 3 кг твердых веществ связывают еще 7 кг воды; сле-довательно, остается еще 10 кг „высушенного" осадка.

Это составляет десятую часть изначального объема.
Следовательно, в процессе обработки объем осадка был весьма сильно сокращен.

В сыром (свежем) осадке содержится от 40 до 20% плотного остатка, а потери при прокаливании составляют от 60 до 80%. Осадок имеет светло-серый цвет и обладает фекальным запахом.

Значение pH осадка лежит в пределах 5–6; следовательно его можно назвать слабо кислым. Величина pH сброженного осадка составляет 7–8.

Содержание *органических кислот* обозначается также как *жирные кислоты (масляная кислота)*. Эта величина является важной характеристикой для оценки состояния осадка в процессах сбраживания. Содержание кислот указывается в мг/л.

В процессах сбраживания органические вещества в несколько этапов переводятся бактериями в органические кислоты. Они же в свою очередь служат метановым бактериям на следующей ступени в качестве питательной среды. В нормально работающем метантенке на различных ступенях разложения можно говорить о наличии равновесия. При этом всегда существует небольшой запас кислоты, который соответствует концентрации до 700 мг/л уксусной кислоты или около 1 000 мг/л масляной кислоты. При резком превышении кислотностью средних значений соответствующих данной установке существует опасность перегрузки установки или отравлении относительно восприимчивых метановых бактерий. При увеличении содержания кислот в метантенке величина pH снижается. Так как, *буферные свойства (резерв извести)* сброженного осадка относительно высоки, то снижение величины pH останавливается только тогда, когда произошло значительное возрастание концентраций кислот. Изменение *концентраций кислот* является первым признаком нарушения процессов сбраживания и поэтому имеет большое значение для эксплуатации данных сооружений.

Хорошо сброженный осадок имеет смоляной запах или слегка затхлый запах лесной земли. Он обладает от черного до темно-серого цветом и в процессе обезвоживания на иловых площадках покрывается тонкими трещинами. Содержание органических веществ в нем составляет около 45% (потери при прокаливании).

Плохо сброженный осадок обладает неприятным запахом, коричневатый или реже светло-серый, процесс обезвоживания протекает замедленно, осадок долго остается слизистым; обладает сухими широкими трещинами. Так как содержание органической субстанции еще высоко, в связи с тем, что она находит себе здесь пропитание, на данном осадке в большом количестве появляется большая, желтая навозная муха.

Здоровый активный ил имеет коричневый цвет. Возвратный активный ил и избыточный активный ил из-за уплотнения во вторичных отстойниках обладает немного более темным цветом.

В осадке почти всегда присутствуют *возбудители болезней* (патогенные микроорганизмы, бактерии или вирусы или яйца гельминтов), при этом они остаются жизнеспособными и после сбраживания. Поэтому при использовании обезвоженного или влажного осадка в сельском хозяйстве следует соблюдать правила регламентирующие работы с осадками сточных вод.

Влажный или обезвоженный осадок ни в коем случае не может быть сброшен в водоем или вывезен в области связанные с водоснабжением (хозяйственно-питьевого назначения)!

Более детально качество осадков сточных вод и возможности их использования в сельском хозяйстве рассмотрены в разделе Сельскохозяйственное применение.

7. Методы и оборудование обработки осадка

7.1 Основы сбраживания осадка

На станциях аэрации сбраживание осадка применяют в следующих целях: быстро и *при отсутствии какого-либо запаха уменьшить* объем образовавшегося в первичных и вторичных отстойниках и отведенного из них осадка, получить при этом сброженный осадок, который легко отдает *оставшуюся в нем влагу*. В других областях науки и техники под сбраживанием понимают также брожение или ферментацию. Процессы сбраживания являются биологическими, так как химические преобразования свойств осадка осуществляют бактерии. Процесс протекает без доступа воздуха и в отсутствие растворенного O_2, отсюда следует, что процессы сбраживания проходят в анаэробных условиях.

Сброженный осадок АО своим свойствам не соответствуеит стабюилизиремому стабилизируемый, так как он в отличие от сырого (свежего) осадка не поддается загниванию. В связи с этим сбраживание называют также анаэробной стабилизацией.

Высокие скорости протекания процесса сбраживания обосновывают стоимость строительства метантенков. Чем быстрее протекает процесс сбраживания и чем меньше полезный необходимый объем, тем ниже стоимость метантанка.

Сырой (свежий) осадок быстро загнивает и выделяет неприятный запах. Этот процесс называется *кислым брожением*, так как при этом значение pH составляет около 7; в связи с этим сокращение объема осадка идет медленно и само по себе незначительно. Существующие здесь группы бактерий с помощью энзимов (ферментов), окисляют органические связи до спиртов, органических кислот, таких как масляная и уксусная кислота, H_2S, H_2, CO_2 и редко CH_4. Осадок остается текучим, серого цвета и тяжело обезвоживаемым. Часто кислое брожение связано с образованием пены. При любом виде сбраживания пенообразование происходит в менее значительных объемах и протекает параллельно с данным процессом.

Только при относительно небольшом количестве сырого (свежего) осадка процессы сбраживания распространяются быстро в большом количестве сбраживаемого в *щелочной среде* осадка, сбраживание проходит без неприятного *запаха*. Это происходит преимущественно, вследствии жизнедеятельности другой группы бактерий, так называемыми метановыми бактериями, которые разлагают органические вещества и образовывают метан; поэтому данный процесс еще называют метановым сбраживанием. В ходе данного процесса помимо метана образуются CO_2 и аммиак. Метановые бактерии нуждаются в совершенно определенных условиях существования и размножения. Они хорошо разви-ваются только в нейтральной или слабощелочной среде, т.е. при значениях pH более 7 и ниже 8. Они плохо переносят внезапные изменения температуры. При повышенных температурах бактерии данного вида работают лучше, т.е. процесс сбраживания протекает быстрее, и образуется больше газа. Продолжительности сбраживания осадка сточных вод при средних температурах соста-вляют:

Температура сбраживания, ^0C	8	10	15	20	25	30
Время сбраживания, сут	120	90	60	45	30	27

Рабочие температуры выше 37 °C применяются редко. По сравнению с обогреваемым для необогреваемого метантенка при расчете необходимо увеличивать его полезный объем в пересчете на 1 условного жителя.

Если в метантенке доминирует кислое брожение, при этом говорят также, что он перешёл в кислую фазу, например, если из-за отравления или перегрузки сырым «свежим» осадком величина pH опустилась ниже 7, то необходимо срочное извещение технических служб. Причину отравления или перегрузка можно определить посредством изучения параметров режима работы промышленных предприятий в населенном пункте. Постепенным, медленным введением 10%-ного известкового молока [$Ca(OH)_2$, гашеная известь, гидроокись кальция] можно восстановить величину pH в пределах от 7,5 до 8, так как необходимое количество извести не может быть определено из величины значения pH. Для этого следует определить концентрации кислот и/или содержание твердых веществ. Поэтому применение известкового молока должно происходить только по инструкции, так как завышенные

концентрации извести могут нанести ущерб процессу сбраживания и вызвать образование корки.
Количество добавляемой извести может быть очень приблизительно определено по эмпирической формуле:

> 1 кг $Ca(OH)_2/м^3$ метантенка на каждую единицу разницы величины pH.

Результат известкования можно считать положительным, если после него Fe_2O_3 связывает H_2S.

Из практического опыта следует, что применение NaOH для подщелачивания среды метантенка предпочтительнее, чем $Ca(OH)_2$, так как опасность образования корки или выпадения осадка в данном случае значительно ниже. Дополнительные затраты в данном случае остаются в разумных пределах.

Выход из строя системы отопления также может вызывать нарушение режима работы метантенка. Исходя, из всего выше сказанного можно выделить следующие вредные факторы воздействия на процесс сбраживания в метантенках:

а) перегрузка органическими веществами;
б) слишком низкий температурный режим или резкие перепады температур;
в) сброс ядов (токсинов), например, кислот, сточных вод гальванопроизводств, минеральных масел.

При очень сложных процессах сбраживания *ввод в эксплуатацию* метантенка требует особой тщательности и контроля технического состояния. Перед вводом в эксплуатацию необходима проверка всех трубопроводов и задвижек. Частица строительной опалубки, оставшийся в трубопроводе, может создать дополнительную работу и дополнительные заботы оператору очистных сооружений. С сырым (свежим) осадком начинать процесс щелочного сбраживания весьма тяжело. Ввод в эксплуатацию мтантенка может занимать продолжительное время. Для *созревания* необходимых бактерий и *ввода в нормальный режим* работы могут потребоваться месяцы. Как правило, метантенк доводится до нормального режима работы путём загрузки очищенной сточной водой, а в случае с обогреваемыми установками он предварительно таким же образом выводится на предусмотренный температурный режим. Сырой (свежий) осадок следует вначале дозировать в малых количествах, например, 1/10 от

нормы загрузки, и только затем медленно увеличивать дозу. Целесообразно сырой (свежий) осадок перед загрузкой смешивать со сброженным осадком из других канализационных очистных соружений с аналогичным типом сбражмваемого осадка. Этот процесс носит название адаптации. Необходимое количество *затравочного осадка* для периода ввода в эксплуатацию составляет в целом около 5–10% от необходимого объема осадка метантенка. Созревание осадка может поддерживаться незначительной дозировкой известкового молока. Не обогреваемый метантенк легче вводить в эксплуатацию весной и летом, чем зимой.

На крупных установках за счет внешней или внутренней перемешивания осадка или под воздействием газа содержимое постоянно перемешивается. Этот процесс носит название – цирку-ляции.

7.2 Уплотнение

Основной целью уплотнения осадка является сокращение его влажности. Первое уплотнение происходит уже в иловых камерах первичных и вторичных отстойников. На некоторых очистных станциях для того, чтобы в обогреваемые метантенки поступал осадок с как можно более низким влагосодержанием в качестве первой ступени обработки сырого осадка и/или избыточного активного ила предусматриваются илоуплотнители (осадкоуплотнители). Осадок выдерживается в них в течение нескольких часов. Данные сооружения по принципу действия схожи с отстойниками с тем лишь различием, что у них в нижней части имеется мешалка, чтобы способствовать удалению иловой воды из более глубоких слоев. Принцип работы аналогичен радиальным отстойникам. На крупных сооружениях подача осадка происходит непрерывно, на более мелких станциях аэрации – периодично, например, один или 2 раза в сутки. Иловая вода отводится через перелив и направляется в голову очистных сооружений, уплотненный осадок отводится по трубопроводу из нижней части сооружения.

Предварительное уплотнение имеет недостаток – практически невозможно исключить неприятный запах во время уплотнения, так как сырой (свежий) осадок всегда быстро начинает выделять запах и начинающийся процесс кислого брожение усиливает это.

Чтобы упростить процесс последующих обезвоживания или сушки и для получения фильтрата с наименьшим содержанием взвешенных веществ в некоторых случаях уплотняется сброженный осадок. Принцип работы этих сооружений аналогичен принципу работы илоуплотнителей, рассмотренных выше, однако в этом случае неприятный запах отсутствует.

Осадок может быть уплотнен и машинным способом, например, с помощью центрифуг.

7.3 Сбраживание

7.3.1 Необогреваемый метантенк

Заглубленный метантенк (рис. 7.1)

Для малых и средних канализационных очистных станций применяются заглубленные метантенки глубиной от 3 до 5 м, эти метантенки не требуют серьезного ухода и надежны в эксплуатации. Из-за сравнительно большого полезного объема они обладают значительной остойчивостью, которая предотвращает опрокидывание метантенка. Ежедневно получаемый осадок по возможности подается каждый раз в новое место. При *введении в эксплуатацию* метантенк полностью заполняется сначала очищенными сточными водами, чтобы возникла возможность использования щелочной защиты. Ежедневно подаваемый сырой (свежий) осадок вытесняет соответственно равное количество иловой воды, которая снова подается на очистные сооружения. Образовавшуюся плавающую корку необходимо оставлять. Активность протекания процесса сбраживания можно характеризовать по выделению пузырьков газа.

Еженедельная работа по техническому обслуживанию состоит из: внесения в журнал значений величины pH и температуры иловой воды, а так же состояния осадка, которое определяется тестером осадка расположенным рядом с камерами выпуска сброженного осадка. Необходима проверка всех шиберов и прочистка камер впуска осадка. Перепускной трубопровод должен постоянно содержаться в чистоте.

Выгрузка осадка производится *один раз в год*, лучше всего осенью. Этот процесс может продолжаться несколько дней;

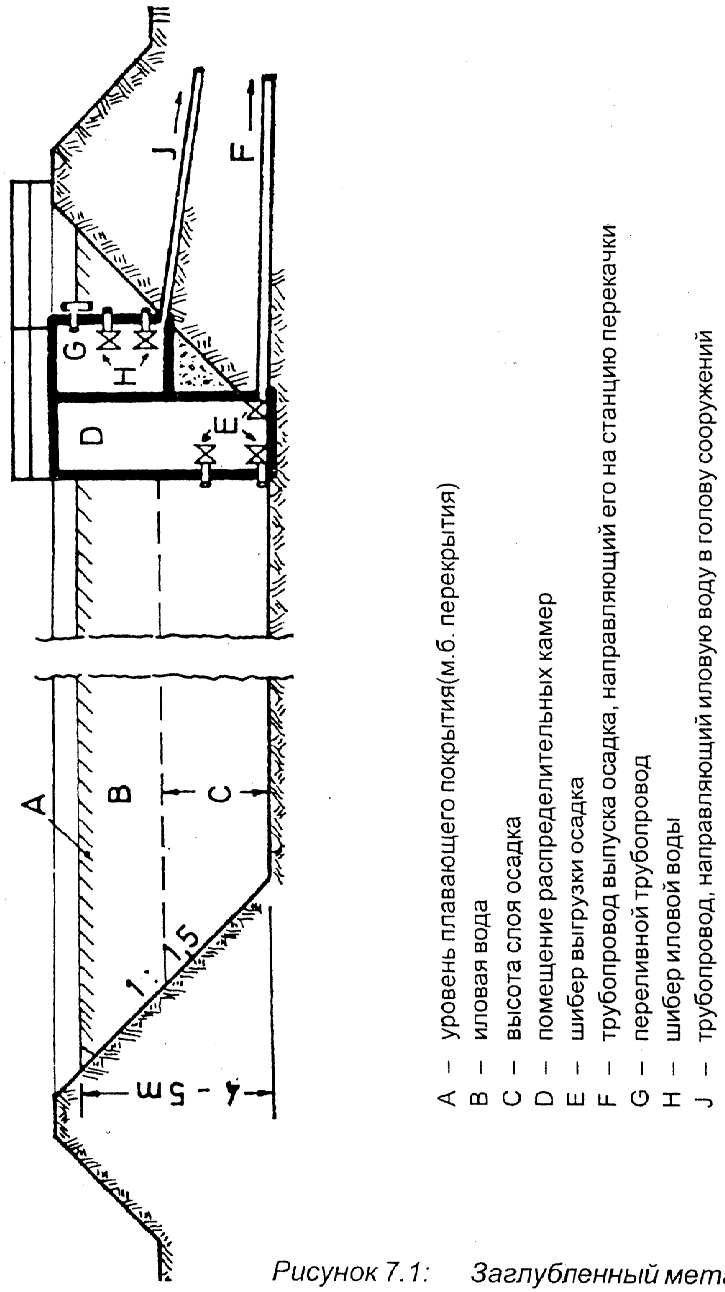


Рисунок 7.1: Заглубленный метантенк

в течение этого времени сырой (свежий) осадок, при отсутствии второго метантенка, необходимо подавать в самое удаленное место от камер выгрузки осадка. Очистка начинается с открытия верхнего шибера иловой воды (около 1/2 см), для *медленного выпуска* иловой воды. Иловая вода подается в первичные отстойники. Когда основная масса иловой воды уже вытекла, может быть открыт шибер выгрузки осадка. В случае если осадок слишком вязок ему может придаваться большая текучесть с помощью струи воды. В наиболее удаленных местах метантенка может оставаться некоторое количество осадка. Этот остаточный объем служит для последующего введения сооружения в эксплуатацию.

После очистки необходимо отремонтировать негерметичные шибера или заменять их. Затем метантенк снова заполняется очищенной сточной водой через перепускной трубопровод.

Заглубленные метантенки могут эксплуатироваться в зависимости от расчетов по степени заполнения осадком.

Метантенки, возводимые на поверхности земли.

Работа этого типа метантенков основывается на тех же принципах, что и метантенков рассмотренных выше. Они возвышаются над поверхностью земли и ограничены кольцевой стеной бетона с воронкой. В качестве термоизоляционного слоя используется земляная насыпь. Их преимуществом является возможность частичного выпуска и циркуляции сброженного осадка при заполненном метантенке, в данном случае скопившиеся иловая вода может свободно вытекать. Полное опорожнение сооружения следует производить каждые 3 – 4 месяца. В начале работы рекомендуется затравка метантенка осадком. В остальном работы по эксплуатации ничем не отличаются от методов эксплуатации заглубленных метантенков.

Камера сбраживания *двухъярусного отстойника* относится, как правило, к не обогреваемым сооружениям, а сам двухъярусный отстойник относится к комбинированным установкам.

7.3.2 Обогреваемые метантенки

Принцип действия и виды сооружений

Для средних и больших очистных станций строятся большей

частью один или несколько закрытых резервуаров из железобетона или стали – метантенков. Сооружения могут иметь различные формы, однако почти все они имеют округлую форму. Во избежание потерь тепла сооружения имеют термоизоляцию. Выработка достаточного количества тепла для подогрева осадка обеспечивается отопительными котлами (топок, колосниковых решеток), которые вырабатывают пар низкого давления (< 0,5 Бар), пар высокого давления и горячую воду. Существуют 2 основных разновидности систем подогрева осадка в метантенках:

а) в систему подведения осадка вне метантенка подводится пар;
б) подводящийся или перемешиваемый осадок нагревается в обсадных трубах вне метантенка.

На крупных очистных станциях часто имеется несколько метантенков, которые эксплуатируются последовательно в двух- или многоступенчатых схемах. Последняя ступень (метантенк последней ступени) обычно не обогревается и имеет несколько более низкую температуру, как правило он служит, прежде всего, для уплотнения и хорошего отделения иловой воды.

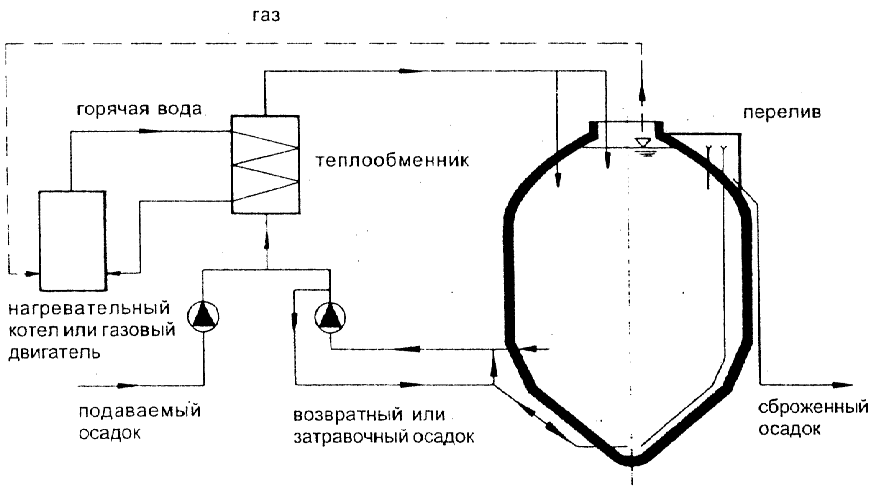


Рисунок 7.2: Обогреваемые метантенки (b)

В зависимости от режима эксплуатации метантенк подбирается из расчета образования осадка 30–50 л/чел. Имеет значение ежедневная нагрузка на метантенк по органическим веществам на каждый м^3 объема метантенка, эта нагрузка может составлять от 2 до 5 кг/м^3. Рабочая температура составляет от 30 до 35 °C, в не загруженном метантенке около 25 °C.

Эксплуатация и обслуживание

Было бы ошибочным здесь в нескольких строках попытаться описать все, на что необходимо обращать внимание при сбраживании при повышенных температурах, так как конструкции и эксплуатация отопительных установок и метантенков очень различны. Поэтому здесь в нескольких словах даны только самые важные и самые общие указания:

Температура и измерение pH осадка чрезвычайно важны для контроля технического состояния метантенка. Обогреваемые метантенки оборудованы для этого автоматическими измерительными устройствами. Предписанная в руководстве по эксплуатации температура должна поддерживаться постоянно. Она может колебаться в пределах максимум 1°C. Если ранее из-за незначительных нагрузок была принята температура, например, 25 °C, то теперь из-за полных нагрузок она должна быть повышена до 30 °C, повышение температуры необходимо осуществлять как минимум неделю. Необходимо наблюдать за температурой системы отопления на входе и выходе из сооружения, и в случае необходимости изменять её согласно инструкциям. Если при нормальном режиме работы температура в метантенке падает, повышать температуру на входе в сооружение не целесообразно. Повышенная температура на входе в сооружение необходима в случае (b), образующейся на отопительных приборах или отопительных трубах коркой осадка, которая еще больше препятствует теплообмену. В этом случае было бы целесообразнее увеличить время нагревания и перемешивания. Если это не помогает, необходимо проверять нагревательные элементы, снаружи на возможность образования на них корки осадка и внутри на образование известкового налета (подготовка воды питьевого качества?!).

В *иловой воде* (фильтрате), которая отделяется от сырого (свежего) осадка, необходимо еженедельно определять температуру, величину pH, взвешенные вещества, а также органические кисло-

ты и извести. Простой метод измерения описывается в разделе 9.3.5.

В высоконагружаемом метантенке с длительным временем перемешивания иловая вода отделяется от осадка в недостаточных объемах. В связи с этим содержание сухого вещества (TS_R) в иловой воде в большинстве случаев весьма высоко. Если это значение поднимается более чем на 1%, то значительно увеличивается объем сырого (свежего) осадка, в который эти твердые вещества снова попадают на ступени предочистки. Эта циркуляция веществ сильно увеличивает нагрузку на сооружения по обработке осадка, в частности, на производительность тепла.

Ежедневно необходимо измерять: подводимое *количество сырого (свежего) осадка*, *время перемешивания осадка* и *объем сброженного осадка*. Необходим постоянный контроль, за образующейся из *плавающего осадка* корки и при необходимости ее разрушение или удаление. Слишком толстая плавающая корка препятствует выделению газа и может затруднять выпуск иловой воды. Если причиной образования плавающей корки является жир, то необходимо предусмотреть его устранение на стадии удаления песка, например, установкой стальных микросит для удаления жира в спокойной зоне аэрируемой песколовки.

Необходимо периодически промывать *трубопроводы отведения* иловой воды.

При отведении осадка существует опасность возникновения в метантенке пониженного давления (вакуума). В сифонах с водой может образовываться подсос воздуха. Из-за этого возникает опасность образования взрывчатой газовой смеси! Поэтому может выпускаться только определенное количество осадка. Оно устанавливается в зависимости от установок и опыта эксплуатации. Так как объем осадка с результате сбраживания уменьшается приблизительно на одну треть от первоначального, то для средних, нормально нагруженных метантенков в случае возникновения следует учитывать следующее эмпирическое правило: отводимое каждый третий день количество сброженного осадка равно ежедневно подаваемому в метантенк объему сырого (свежего) осадка.

Оборудование по *обработке газовой смеси* разрабатывается специально. Объем образующегося газа необходимо постоянно

контролировать т.к. он является надежным показателем эффективности сбраживания осадка.

Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание

- Для отвода плавающего осадка из метантенка применяют трубопроводы с минимальным диаметром 300 мм. Камеры приема плавающего осадка в метантенке минимум 500 мм.
- Для для устранения засоров трубопроводов осадка целесообразно устройство аварийных шиберов.
- располагать таким образом, чтобы его можно было легко отвозить при помощи сельскохозяйственных транспортных средств и существовала возможность разворота данного устройства.
- Обязательно измерение объемов сырого (свежего) и сброженного осадка. Для этого рекомендуется индуктивное измерение; также целесообразны маркировки объема в приемных камерах насосов.
- В метантенк часто загружается фекальный осадок, который подвозится с очистных сооружений малой канализации. Сколько из этого объема может обрабатываться, зависит от размера и коэффициента использования канализационных очистных сооружений. Подробности и конструктивные указания даются в Рабочем листе ATV-DVWK A 123, „Обработка и отведение осадка из очистных сооружений малой канализации", [4].

7.4 Аэробная стабилизация

Осадок можно также стабилизировать, т.е. уменьшить его способность к загниванию, в аэробных сооружениях при помощи постоянной вентиляции и продувки воздухом. Этот метод чаще всего применяется на небольших станциях аэрации (имеющих биологическую ступень очистки сточных вод) с длительным периодом продувки и без механической очистки. При этом процессы очистки сточных вод и стабилизации осадка происходят одновременно в аэротенке. В некоторых случаях предусматривается отдельное аэрируемое сооружение для стабилизации осадка. В данное сооружение обрабатываться избыточный активный ил. Так как сооружение для аэробной стабилизации является модернизацией метода очистки сточных вод активным илом, то сооружения по стабилизации осадка построены и оборудованы в также, как

и аэротенки. Используемые аэрационные установки одинаковы. Сооружения по стабилизации осадка загружаются в зависимости от объема образующегося избыточного активного ила ежедневно от 1 до 3 раз. в зависимости от времени года стабилизированный осадок удаляется один раз в 2–4 недели.

Необходимое время стабилизации зависит от температуры. При-близительно можно принимать следующие значения:

Температура осадка в сооружении по стабилизации осадка, в °C	5	10	15	20
Требуемая продолжительность аэрации, в сут.	28	17	11	8

При температурах ниже 5 °C процесс биологического разложения органических веществ не происходит.

Аэробная стабилизация требует постоянного контроля технического состояния. В стабилизаторе, как и в аэротенке, необходимо постоянное измерение концентраций O_2; при этом величина содержания кислорода не должна превышать 1 мг/л. Необходимо регулярное определение илового индекса, объема осадка и содержания сухого вещества в нем. Значение $БПК_5$ надиловой воды не должно превышать 40 мг/л. Для аэробной стабилизации, по сравнению с анаэробным сбраживанием, весьма высоки затраты на электроэнергию.

Для обработки осадка применяются аэробные термофильные методы. В этом случае температуры осадка может достигать 60 °C из-за процессов обмена веществ при воздействии кислорода. Процесс продолжается несколько дней; при этом происходит глубокая стабилизация и сокращение общего микробного числа осадка.

Осадок может считаться стабилизированным, если были окислены минимум 50% от первоначально содержащихся, способных к загниванию веществ (потери при прокаливании) и осадок обезвоживается без выделения неприятного запаха. Для оценки степени стабилизации осадка используют так называемый ТТС-тест (см. раздел 9.3.7).

7.5 Обезвоживание на иловых площадках

Обезвоживание осадка на *иловых площадках* ранее было одним из наиболее распространенных методов. Сегодня этот метод не так распространен, в силу высокой трудоемкости и так как в большинстве случаев не дает положительных результатов при обезвоживании избыточного активного ила из аэротенков. Под проницаемым слоем из песка или гравия, на который укладывается осадок слоями толщиной от 20 до 40 см, укладываются дренажные трубы, по которым отводится дренажная вода. Возможно быстрое заиливание дренажных трубопроводов. Засоры необходимо устранять, как только о них становится известно и если они доступны. Большая часть отделяемой воды испаряется с поверхности осадка. В случае если на поверхности иловых площадках остается вода, целесообразно устройство отводящих колодцев (трубчатых водосливов).

7.6 Сооружения временного хранения осадка

Так как сельское хозяйство не может принимать осадок непрерывно в течение всего года, а также на случай нарушения нормального функционирования сооружений механического обезвоживания осадка почти на всех канализационных очистных станциях необходимо устройство сооружений для хранения осадка для того, чтобы принимать постоянно образующийся осадок сточных вод. Эти сооружения могут устраиваться аналогично силосохранилищам или с использованием земляных работ и устройством канав. Наиболее целесообразная форма строительства зависит, прежде всего, от производственной необходимости. Требования к сооружениям исходят из срока хранения осадка, который может составлять от трех месяцев до года. В зависимости от времени хранения и формы строительства сооружения можео достигать значительного сокращения объема осадка. Если влажность уменьшится, например, только с 95% до 92%, то объем осадка сократится на две трети. Влажность может быть уменьшена испарением, отведением воды через колодцы или дренажи.

Обычно предусматривается минимум 2 сооружения для хранения осадка. В то время как одно сооружение наполняется, в другом происходит непосредственно обезвоживание осадка, например, во время вегетативного периода, или проводится очистка сооружения. Способ временного хранениясадка, аналогичный сило-

сному сооружению показал себя пригодным в том случае, когда осадок во время хранения должен быть равномерно перемешан (гомогенизирован) и находиться в текучем (возможном для перекачки насосом) состоянии для того, чтобы его было возможно транспортирование конвейерным способом. Для перемешивания хорошо подходят устройства, используемые в сельском хозяйстве, например, мешалки с погружным мотором, электромешалки или насосы.

Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание

- При способе строительства аналогичном силосному сооружению рекомендуемая глубина составляет до 4 м.
- Способ с использованием земляных работ подходит только, если в качестве подстилающего грунта применяется маловодопроницаемый грунт. Необходимо тщательно обдумывать возможность проведения процессов перемешивания и опорожнения.
- Для очистки водоотводящих трубопроводов и промывки дренажей необходимо использование технической воды.
- Для выпуска лучше всего подходят поворотные подвесные трубопроводы осадка с быстродействующим шибером.
- Для опорожнения необходимо предусмотреть 2 возможности, например, насос опорожнения и возможность подсоединения к вакуумному резервуару.
- Место выгрузки осадка должно быть устроено таким образом, чтобы оно было доступным для сельскохозяйственных транспортных средств и имело бы место для разворота транспорта.
- Устройство для выгрузки осадка должно быть устроено таким образом, чтобы по возможности исключить загрязнение людей и транспортных средств.
- Для транспортных средств необходимо устройство мойки.

Эксплуатация и ко0нтроль

- Контроль за процессами обезвоживания, отведения воды, наблюдение за состоянием осадка, контроль дренажных труб и их промывка (до образования засора).
- Регулярное перемешивание раз в 2 – 3 недели во избежание затвердевания осадка.
- Отбор проб для измерения содержания твердых веществ, тяжелых металлов и питательных веществ.

- Выгрузка осадка согласно плану очистных работы сооружений после согласования с фермерами.
- Записи в журнале предприятия о наполнении и выгрузке с указанием даты и техническими данными количества осадка и результатами исследований осадка.
- При устройстве данного сооружения между земляными дамбами необходимо время от времени дополнительно проверять откосы на устойчивость и плотность, так как грызуны могут их подрывать.

7.7 Использование и удаление осадка

На канализационных сооружениях неизбежно образуются отходы (рис. 7.3): например, отбросы с решеток, песок песколовок и осадок сточных вод. Для обеспечения надежного функционирования канализационных очистных сооружений эти отходы должны удаляться. После вступления в силу законов по обращению с отходами и обеспечению приемлемого для окружающей среды устранения отходов (Закон об обращении с отходами – KrW-и AbfG) 06.10.1996 вышеуказанные отходы, как только они покидают канализационные очистные станции, должны жестко контролироваться и обрабатываться согласно утвержденным предписаниям. Удаление отбросов с решеток и песка песколовок описано в разделах 5.3 и 5.4. Здесь речь идет о самом большом по объему виде отходов – осадке сточных вод.

Согласно KrW-и AbfG в первую очередь необходимо избегать образования лишних отходов (§ 4 раздел 1, пункт 1 KrW-и AbfG). При очистке сточных вод это редко достигаемо, но возможно уменьшить объем образующихся отходов посредством: обезвоживания и сокращением органической составляющей (отбросов с решеток и песка из песколовок путем промывки, осадка путем сбраживания).

Во вторую очередь осадки необходимо использовать в качестве источника для получения энергии (§ 4 раздел 1, пункт 2 KrW-и AbfG), это значит:

Применение в земледелии / в сельском хозяйстве
или
сжигание с дальнейшим использованием выделяемой энергии и образующейся золы.

Если эти возможности исчерпаны или невозможно обработать отходы, то отходы необходимо исключать на длительный период из обращения и устранять для предотвращения ущерба общественности (§ 10 раздел 1 KrW-и AbfG).

Под устранением до сих пор понималось депонирование или сжигание. После вступления в силу «Технических требований по использованию, обработке и удалению отходов поселков» (TA Отходы поселков) к депонированию разрешены лишь отходы, в которых органическая часть не превышает 5%. В переходный период до 2005 года осадки сточных вод разрешено хранить, а в дальнейшим, при направлении их на депонирование, сначала подвергнуть предварительной обработке: сжиганию или термической обработке, для снижения органической составляющей в осадке сточных вод до значений ниже 5%, и лишь затем оставшаяся зола будет захораниваться. Из-за остаточных нагрузок на окружающую среду и высоких издержек в данном случае действует общий для систем обращения с отходами принцип:

Использование лучше, чем удалять.
Целью всех мероприятий на канализационных очистных сооружениях должно быть производство способных к вторичному применению продуктов, т.е. такого осадка сточных вод, который может использован. Исходя из других предпосылок, KrW-и AbfG требуют для термического использования теплоты сгорания равной 11 000 кДж/кг, которая обязательно должна достигаться после проведения обезвоживания осадка сточных вод. Принимая во внимание то, что для осадков сточных вод рекомендуется сжигание во вращающихся печах, такая высокая теплота сгорания не требуется. Следовательно, требованиям вполне удовлетворяет обезвоженный или частично высушенный осадок сточных вод. Таким образом, осадок, который не может быть использован в сельском хозяйстве, и должен сжигаться, граница применимости 11 000 кДж/кг не имела бы значения. Осадок сточных вод можно рассматривать как альтернативный вид топлива (как один из новых видов сырья).

Осадок сточных вод содержит много ценных соединений в органической субстанции, микроэлементы и прежде всего питательные вещества для растений, которые при сжигании будут утеряны. Осадок может быть весьма ценен как удобрение. При добавлении органической субстанции в почву могут быть улучшены свойства

почвенного слоя и содержание гумуса. Поэтому самым разумным, с экологической и экономической точек зрения, является способ использование осадка в сельском хозяйстве.

В KrW-и AbfG указываются также требования для случаев, в которых осадок может применяться в качестве сельскохозяйственного удобрения как „вторичное удобрение". Вследствие этого не нарушаются предписания раздела права, касающегося минеральных удобрений. Это значит, что осадок сточных вод и его смеси подпадают под действие разделов прав касающихся отходов и удобрений. Закон об удобрениях был приведен в соответствие с этим новым правовым положением. Ранее осадок сточных вод был обозначен как „удобрение из вторичного сырья", а в приведенном в соответствие Постановлении об удобрениях он уже значится как:

- твердое или жидкое органическое азот – фосфорное удобрение,
- твердое или жидкое органическое азот – фосфор – калийное удобрение,
- а также органически-минеральное азот – фосфор – калийное удобрение.

Общественность отрицательно относится к применению осадка сточных вод в сельском хозяйстве, в связи с существующей опасностью попадания вредных элементов в грунты и растения и не в последнюю очередь в трофические цепи. При соблюдении требований Постановления об обращении осадка сточных вод (AbfKlärV) такая опасность практически исключена.

В KrW-и AbfG указана дальнейшая ответственность производителей за производимые ими продукты[1]. Она включает в себя приемлемое для окружающей среды применение или устранение отходов. Это касается также владельцев канализационных очистных сооружений, как „производителей" осадка сточных вод. Этим была разработана основа для организации Законодательного Фонда осадков сточных вод. В Законе об удобрениях указано, что ущерб, наносимый людям и имуществу из-за сельскохозяйственного использования осадка сточных вод, должен быть возмещен из Фонда осадков сточных вод. Фонд начал свое действие 1 января 1999.

[1] в данном случае – осадки (здесь и далее прим. переводчика)

Разумеется, существуют осадки сточных вод, которые содержат вредные вещества; такие осадки должны депонироваться или сжигаться.

Также как и другие отходы, образующиеся в процессах очистки сточных вод, например, отбросы с решеток и песок из песколовок, осадок еще часто депонируется вместе с бытовыми отходами. При этом доля бытовых отходов должна быть существенно больше, чем доля осадка сточных вод. Более подробно данный вопрос рассмотрен в Рабочем листе ATV-DVWK A 301 „Прием осадка сточных вод на полигоны депонирования отходов, совместное захоронение осадка сточных вод и бытовых отходов" [4].



Рисунок 7.3: Осадки сточных вод, образующиеся в процессах очистки сточных вод

Разумеется, все виды осадков различны и величина влажности дает недостаточную информацию о его консистенции и возможности захоронения. Поэтому для описания стабильности полигона депонирования дополнительно вводят характеристику, относящуюся к механике грунтов – прочность на сдвиг. Согласно TA Отходы поселений прочность на сдвиг должна составлять 25 кН/м^2.

Использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве

Осадок сточных вод используется преимущественно в сельском хозяйстве, и земледелии. Использование осадка сточных вод в первую очередь учитывает требование „использование перед устранением". Осадок и содержащиеся в нем вещества, вследствие этого возвращаются в естественный круговорот веществ. Это является основной целью KrW-и AbfG и часто обозначается английским словом „recycling".

	Азот		Фосфаты	Оксид калия
Осадок сточных вод	общий	из него аммоний-ного	P_2O_5	K_2O
Необезвоженный (около 5% TR)	190	55	195	30
Частично обезвожен-ный (около 25 %TR)	120	20	180	20
Обезвоженный (около 35% TR)	105	13	175	23

Таблица средних значений биогенных элементов в зависимости от степени обезвоживания (кг на 5т. осадка сточных вод к массе сухого вещества)

При механическом обезвоживании осадка сточных вод и при его сушке в нем сокращается содержание азота. Часть азота с фильтратом и соответственно с конденсатом направляется обратно на очистные сооружения, часть забирается в виде аммиака (при обработке известью и при сушке осадка сточных вод). Кроме того,

обезвоженный и высушенный осадок в среднем показывают более низкое содержание оксида калия, чем «влажный» или умеренно обезвоженный осадок.

Содержание фосфатов в осадке сточных вод под действием обезвоживания и сушки почти не изменяется.

Состояние почв улучшается при подачи на них органической субстанции осадка при этом повышается содержание гумуса, а недостатки от микроэлементов могут быть эффективно и недорого устранены с помощью осадков сточных вод. Сельскохозяйственное предприятие может экономить до трети необходимых удобрений при введении до около 33 м³ влажного осадка на гектар в год (по Diez).

Удобряющая способность осадка сточных вод определяется содержанием сухого вещества. Чаще всего влажный осадок имеет сухой остаток около 5%. Путем обезвоживания на иловых площадках или механического обезвоживания достигается значение сухого остатка 10–35%. Вследствие этого повышается содержание гумуса в осадке сточных вод, однако, с отделенной водой пропадает, часть растворенных биогенных веществ.

Влажный осадок богат азотом (N) и фосфором (P), которые преимущественно определяют удобряющую способность, но в тоже время всегда бедны калием (K). Обезвоженные осадки могут иметь высокое содержание извести и поэтому могут быть хорошо применимы в сельском хозяйстве.

Следует обратить особое внимание на дополнительные калийные удобрения, так как осадок сточных вод в отличие от обычных удобрений оставляет после себя восприимчивость калийному насыщению.

Азот существует во влажном осадке от около 30 до 50% в виде аммония (NH_4–N), а остаток в органических связях. Обезвоженный осадок содержит напротив мало NH_4–N, особенно, если он имеет большое содержание извести.

Большая часть фосфора получается за счёт неорганических связей (прежде всего, полифосфаты из моющих средств); его удобряющая способность равна количеству фосфатов.

Большинство осадков можно отнести к слабо основным. Ежегодные потери почвами Ca и Mg из-за вымывания и вегетационных процессов растений частично могут быть восполнены посредством внесения осадков сточных вод. Содержащийся во влажном осадке азот может быть легко использован растениями. Это означает:

- Высокие потери азота (до 80%), если осадок сточных вод вносится на поля, с малым количеством растений; данные условия требуют того, чтобы осадок сразу вводился в таких условиях, когда он сразу начинал работать как удобрение (во время вегетативного периода);
- Высокие нормы усвоения (от 50 до 70%), при внесении осадка незадолго до или во время вегетативного периода.

Для азота необходимо различать быстро и медленнодействующую составляющие. Быстродействующая составляющая азота состоит преимущественно из аммония и в этой форме не подвержена вымыванию из грунта. Вымывания необходимо ожидать только после преобразования данной составляющей в нитраты, в теплом грунте этот процесс занимает около 3 недель. Поэтому осадок сточных вод и как все остальные минеральные удобрения должен вноситься только тогда, когда существует соответствующая потребность в азоте, т.е. образующиеся нитраты могут быть приняты почвой. Обезвоженный осадок может вноситься из-за малого содержания аммония также периода уборки урожая в течение осенних и зимних месяцев согласно требованиям Предписаний об удобрениях, только до 40 кг NH_4–N или 80 кг общего азота на гектар.

Избыточный азот приводит к обратным процессам и снижению качества взращиваемых культур.

Это может привести к обогащению грунтовых вод нитратами. Другие основные биогенные вещества, прежде всего, фосфаты, аккумулируются в грунте.

Примерно половина массы сухого вещества влажного осадка состоит из органической субстанции. 100 м³ влажного осадка с 5% TR содержат, примерно, такое же количество органической субстанции как, например, 100 т навоза животноводческого хозяйства.

Органическая субстанция осадка сточных вод очень быстро перерабатывается в грунте. За счет внесения осадка начинается значительная биологическая активность грунтов. Свойства

плоских и склонных к осушению грунтов могут быть улучшены за счет внесения в них осадка.

Влажный осадок сравним во многих случаях с жидким навозом и вместе с тем с минеральными удобрениями, которыми обычно пользуется фермер. Влажный осадок может быть легче распределен по сельскохозяйственным площадям, чем обезвоженный осадок. Для вывоза сырого осадка на очистных станциях целесообразно устройство специальных подвесных трубопроводов (рукавов), с помощью которых могут быть легко заполнены автомобили-цистерны.

В то время как очистные станции заинтересованы как можно в более непрерывном вывозе осадка, фермеры должны производить внесение осадка руководствуясь естественными факторами, планом внесения удобрений и предполагаемыми последствиями их введения.

Хорошее усвоение удобрения при одновременных незначительных нагрузках на окружающую среду при внесении осадка достигается достаточно часто, но при этом в малых количествах. Предварительное взрыхление пахотного слоя ускоряет процесс впитывания осадка и противодействует его истощению.

Осадок сточных вод совместно с удобрениями из соломы и тростника способствует сохранению азота в грунте. Непосредственное введение в грунт уменьшает количество газообразных потерь азота, вызывающих нагрузку на окружающую среду, а также оно необходимо по гигиеническим причинам, особенно при близости населенного пункта.

Внесение осадка сточных вод подчиняется нормам Права регламентирующего обращение с минеральными удобрениями. Согласно Предписаниям по удобрениям не допустимо внесение осадка сточных вод на насыщенные водой, мерзлые или покрытые снегом почвы.

Осадки сточных вод, содержащие до 12% TR возможно перекачивать насосами. Их внесение на поля можно производить обыкновенными для сельского хозяйства большими автомобилями-цистернами. Самый приемлемый для почв вид внесения в них осадка не является удовлетворяющим требованиям охраны окружающей среды. Разбрасывающее оборудование центрифуги или

разбрызгиватели навоза больше не соответствует современным требованиям. Они могут быть заменены современными технологиями.

Обезвоженные осадки с TR 25 – 30% должны вноситься с помощью слаженно функционирующих универсальных разбрасывателей. Осадки сточных вод пластичной консистенции (TR между 12 и 25%) лучше дополнительно обрабатывать с помощью специальных веществ (например, извести), до тех пор, пока они не станут крошащимися. Такие осадки целесообразно вносить в грунт осенью, чтобы использовать замедляющее действие мороза.

Для влажного осадка наиболее технически приемлемым является его внесение после снятия основного урожая, начиная с середины июля/августа до конца сентября[2]. При этом необходимо соблюдать ограничения Предписаний по удобрениям.

Внесение осадка весной весьма проблематично, т.к. тяжелые транспортные средства, перевозящие осадок должны передвигаться по полю и не просохшим грунтам (уплотнение грунтов!).

Осадок сточных вод с содержанием TR ниже, чем 20% запрещено вносить в почвы в период с 15 ноября по 15 января. В остальное время его необходимо без задержек вносить в почву (пашню).

Если в основные вегетативные периоды в распоряжении нет никаких подходящих площадей, то в это время необходимо использовать достаточные мощности складских помещений для осадка, имеющиеся на очистных станциях или внесением осадка на не сельскохозяйственные или садово-огороднические площади (а также, например, рекультивируемые поверхности).

При внесение осадка сточных вод в грунты, используемые в сельском хозяйстве не должно нарушать права общества и наносить вред здоровью и благополучию людей. Дальнейшие подробности установлены в Постановлении об осадке сточных вод-AbfKlärV [11]-, который с марта 1997 подчинен KrW-и AbfG. Он имеет значение для бытовых сточных вод, городских сточных вод или сточных вод с незначительными нагрузками по вредным веществам.

---

[2] сроки сбора урожая приведены для ФРГ.

На что обращать внимание при внесении осадка в почву?

Осадок сточных вод может быть внесен лишь, в случае если грунт может его переработать. Внесение запрещено в насыщенные водой, мерзлые или покрытые снегом грунты.

Если вносимый осадок сточных вод содержит менее 20% TR, необходимо руководствоваться положениями Постановления об удобрениях, установленными для жидкого навоза. Его необходимо без задержек вносить в почву (пашню) и запрещено вносить в почвы в период с 15 ноября по 15 января. После снятия основного урожая травы, семян травы, дополнительных посевов, осенних посевов целесообразно внесение максимум до 40 кг азота аммонийного или 80 кг общего азота на гектар.

Обезвоженный осадок, вносимый на поврежденные эрозией площади, из-за возможного смывания должен тщательно обрабатываться.

Может ли осадок сточных вод храниться на окраине поля?

Осадок сточных вод может храниться на краю поля только в том случае, если он тверд и если он после этого будет незамедлительно использован. Складирование на краю поля недопустимо, если время и место внесения его еще не определены. Расстояние до ближайших водоемов или водотоков устанавливается не менее 50 м. Осадки сточных вод различного происхождения необходимо хранить раздельно.

Предписания об осадках сточных вод

Запрещения и ограничения

Постановлением об осадках сточных вод созданы законодательные основы, гарантирующие такое использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве, которое бы не наносило ущерба окружающей среде и т.д.. Постановлением защищены от нежелательных нагрузок вредными веществами грунты, а также человека и животных от приема вредных веществ с пищей.

Куда не может быть внесен осадок сточных вод?

Осадок сточных вод не может вноситься на следующие площади:

- Леса, многолетние пастбища, фруктовые и овощеводческие хозяйства, площади выращивания свеклы, спаржи, раннего картофеля. На площадях плодово-ягодных питомников, питомников рождественских елок, табака и хмеля возможно использование осадка сточных вод. Для овощей выращиваемых на полях действует запрет на возделывание в год внесения и на следующий после внесения осадка сточных вод год.
- В санитарно-защитных зонах (в том числе вокруг водозаборов) (зоны I, II и III)
- Залежные земли и земли, связанные с защитой окружающей среды
- Береговые полосы шириной до 10 м.

На пахотных землях, которые используются для возделывания кормовых культур и сахарной свеклы, до тех пор пока культуры используются в пищу, внесение осадка сточных вод допустимо только перед посевом с последующей глубокой ассимиляцией. При возделывании силосных культур и зеленой кукурузы осадок сточных вод необходимо вносить перед посевом в грунт.

Поверхности, на которые привносились компостированные отходы, не могут удобряться осадком сточных вод в течение 3 лет. Несмотря на отсутствие запрета, пришлось отказаться от использования осадка на территориях возделывания полевых овощей и картофеля.

Привнесение от осадка сточных вод в грунты с Ph $\geq$5 запрещено.

Ограничение привносимого количества осадка

Допустимый привносимый объем ограничен 5 тоннами по массе сухого вещества осадка (mT) на гектар в течение 3 лет.

Как рассчитывается приток биогенных веществ?

Осадок сточных вод в качестве удобрения рассматривается преимущественно для предприятий, ориентированных на ведение хозяйства без скотоводства. От общей потребности в азоте минеральные удобрения должны составлять 25%. Долговременное привнесение азота с помощью осадка сточных вод может рассчитываться по указанной ниже методике:

Пример:

Потребность в азоте	160 кг N/га и в год
Азотное минеральное удобрение (25% внесение):	40 кг N/га и в год
Остается для N из осадка сточных вод	120 кг N/га и в год

На предприятиях, содержащих скот должен также учитываться возврат азота из помещений, где содержится скот.

В первый год после привнесения (краткосрочное действие) на почву воздействует только азот аммонийный и незначительная часть органически связанного азота (около 10%). Содержание азота аммонийного существенно зависит от содержания сухого вещества. В целом быстродействующая часть азота не может превосходить потребность в азоте для данной культуры. Остаточный, жестко органически связанный азот действует как гумус (добавление около 3% в год) и обогащается при повторенном внесении.

Фосфаты и оксид калия из осадка сточных вод примерно настолько же действенны, как и фосфаты и оксид калия из минеральных удобрений. Осадок сточных вод содержит относительно большое количество фосфатов. С привнесением 5 тонн по массе сухого вещества осадка на гектар через 3 года покрывается общая потребность в фосфоре для данной культуры. Более высокая подача фосфатов разрешена только на не достаточно обеспеченных грунтах (класса A и B[3]). На грунты класса E запрещено внесение осадка, так как они не нуждаются в фосфатных удо-брениях.

Допустимые содержания вредных веществ в осадке сточных вод и в грунте

Осадок сточных вод может вноситься только в заранее своевременно исследованные грунты. Такое исследование происходит по инициативе очистных станций и согласно их нагрузкам, как правило, минимум за 2 месяца до первого внесения. Оно охватывает указанные в таблице тяжелые металлы, биогенные элементы фосфор, оксид калия и магний, а также величину pH.

Фермер должен сообщать персоналу, отбирающему пробы, номера полей, на которые должен быть внесен осадок сточных вод.. Исследование на тяжелые металлы должно, как правило, повторяться раз в 10 лет, исследования на биогенные элементы и величину pH перед новым внесением осадка раз в 3 года.

- Перед внесением грунты должны исследоваться с определением величины pH и имеющихся в распоряжении растений питательных веществ.

[3] Классы указаны согласно немецких норм

- С установлением допустимых концентраций вредных веществ и одновременного ограничения объема вносимого осадка сточных вод ограничиваются также нагрузки (нагрузка = вносимый объем × концентрация вредных веществ). Нагрузки по тяжелым металлам служат величиной для отслеживания во времени изменений и накапливания вредных веществ в грунте. В Постановлении об осадках сточных вод для осадка и грунтов удовлетворительными считаются такие концентрации вредных веществ, которые при расчете на 100 лет не приведут к опасному накапливанию этих вредных веществ в грунте.
- Имеет значение также тот факт, что проблему осадков, содержащих вредные вещества следует решать не на канализационных очистных сооружениях, а на протяжении всей водоотводящей сети. Таким образом, спуск сточных вод, содержащих вредные вещества, в канализацию должен предотвращаться на предприятиях путем предварительной очистки промышленных сточных вод. Законодательные основы для этого установлены Постановлением о сточных водах и уставом канализации.

Максимально допустимые концентрации вредных веществ (мг/кг тТ)

Вредные вещества	*В осадке сточных вод*	*В грунте*
Неорганические (тяжелые металлы):		
Свинец	*900*	*100*
Кадмий	*10* *5 *)*	*1,5* *1*)*
Хром	*900*	*100*
Медь	*800*	*60*
Никель	*200*	*50*
Ртуть	*8*	*1*
Цинк	*2500* *2000*)*	*200* *150*)*
Органические:		
Полихлорированный бифенил (PCB), и его компоненты	*0,2*	
Диоксины и фураны (PCDD/PCDF)	*0,0001*	
Органические галогенсодержащие соединения (AOX)	*500*	

**) Для легких грунтов с содержанием глиняных частиц 5% и грунтов с величиной pH между 5 и 6*

Исследование осадка сточных вод

- Для канализационных очистных станций, рассчитанных на <1000 условных жителей (EW) предполагается небольшой объем исследований
- Исследования проводятся специальными учреждениями
- Объем исследований включает в себя
  Тяжелые металлы (свинец, кадмий, хром, медь, никель, ртуть, цинк)
  Органические соединения (AOX, PCB, диоксины/фураны)
  Сухой остаток, величина pH, органическая субстанция, основные соединения (основания)
  Питательные вещества (общий азот и азот аммонийный, фосфат, калий, кальций, магний)
- Частота проведения исследований
  каждые 6 месяцев – может сокращаться в отдельных случаях до 2 месяцев.
  Исключения: PCB и диоксины/фураны: испытание каждые 2 года.
- Отбор проб производится персоналом очистных станций или специальными учреждениями
- Отбор проб: 5 различных проб – каждая 5л – смешиваются, образуя среднюю пробу, и из нее отбираются 5 л в емкости из пластмассы или алюминия (см. приложение 1 к Постановлению об осадках сточных вод)?
- Ежегодные затраты от 1 000 до 1 500 ДМ

Исследование грунта

Исследование грунта впервые перед внесением осадка сточных вод и каждые 10 лет на тяжелые металлы и перед каждым новым внесением на величину pH, фосфаты, калий и магний.

- Фермер указывает площади, на которые должен быть внесен осадок
- Предприятие по очистке сточных вод в данном районе или уполномоченный начинает исследование грунта и получает согласие фермера
- Отбор проб уполномоченными или персоналом канализационных очистных станций производится после инструктажа учреждения, занимающегося вопросами сельского хозяйства
- Исследование проводится аттестованными организациями
- Объем исследований
- Тяжелые металлы

- Свинец, кадмий, хром, медь, никель, ртуть, цинк, а также pH, фосфаты, оксид калия и магний
- Отбор проб
- 1 средняя проба на гектар, при унифицированном отборе проб и одинаковом хозяйственном использовании на 3 га
- 20 проколов-проб до глубины обработки (см. приложение 1 к Постановлению об осадках сточных вод)
- Затраты около 100, – ДМ на пробу

Накладная и регистр

- Накладная
  Для чего существует накладная?
  – Она служит фермеру как документ об использованном объеме осадка сточных вод, содержании биогенных веществ и концентраций вредных веществ в нем, и как подтверждение того, что канализационные очистные станции соблюдают Постановление об осадках сточных вод.
  – Она служит канализационным очистным станциям как основа для расчета с фермерами и для составления картотеки участков, где использован осадок

  Что происходит с накладными?
  – Фермер, транспортная фирма и органы власти получают по одной копии накладной.
  – Оригинал накладной необходимо сохранять на очистной станции до 30 лет.

- Регистр
  Фирма, эксплуатирующая очистную сооружения составляет регистр, который содержит следующие данные:
  – Количество образующегося осадка и поставки осадка в сельское хозяйство
  – Исследования осадка
  – Способ обработки осадка
  – Фермер, участок, номер земельного участка (картотека участков, где использован осадок)
  – Исследования грунта

Фирма, эксплуатирующая очистные сооружения передает эти данные соответственно до 31 марта следующего года органам власти по исполнению Постановления об осадках сточных вод.

План распределения осадка

Органы власти, ответственные за сельское хозяйство ежегодно составляют план распределения осадка. Он служит для защиты грунта и грунтовых вод от повышения концентрации биогенных элементов при внесении осадка (излишнего удобрения).

Производственная точка зрения

Площади, рекомендуемые к использованию

Осадок сточных вод хорошо подходит для применения в земледелии, в частности, на предприятиях, не занятых животноводством, и вследствие этого имеющих незначительное образование собственных органических удобрений.
Большое количество площадей пахотных земель обладают высоким содержанием фосфатов. Они, таким образом, исключены для сельскохозяйственного применения осадка сточных вод (Постановление об удобрениях). Согласно рекомендациям Союза Немецких агропромышленников.

Класс концентрации	Содержание фосфора *) Мг/100г mT P_2O_2	Классификация *)	Фосфатные удобрения	Внесение осадка сточных вод *))
A	0 – 6	Очень мало	потребность в фосфатах 90 кг/га P_2O_2	Большой объем
B	7 – 14	Мало	потребность в фосфатах 40 кг/га P_2O_2	Большой объем
C	15 – 25	Средне	потребность в фосфатах	Большой объем
D	26–39	Высоко	потребность в фосфатах – в два раза меньше	Большой объем
E	> 39	Очень высоко	Без удобрений	Большой объем

*) По VDLUFA (состояние на 1997)
**) при потребности в фосфатах 100 кг/га P_2O_5 (например, сахарные свеклы с урожайностью 5000т/га) и содержание P_2O_5 в осадке сточных вод 50 кг/т TS

Учреждения испытаний и научно-исследовательских работ (VDLUFA) разделяют грунты в зависимости от содержания фосфора в них на классы содержания A до E. Данные классы требуют различных относительных объемов удобрений.
В вышеуказанной таблице принято для вносимого осадка сточных вод содержание 50 кг/т TS в качестве примера для сахарной свеклы с урожайностью 500 т/га и потребности в фосфатах – 100 кг/га P_2O_5.

Отклоняясь от этих рекомендации органы власти некоторых федеральных земель, ответственные за сельское хозяйство, в отдельных регионах их юрисдикции составили собственные классификации и концентрации фосфора.

Период внесения осадка

Самые благоприятные периоды для внесения осадка сточных вод:

Летом на жнивьё

Осенью перед вспахиванием (только обезвоженный осадок сточных вод)

Весной перед проведением работ на сухом грунте

Невозможным является внесение осадка в насыщенный водой грунт, в основные вегетативные периоды и зимой, это в земледелии, прежде всего, период с мая по июль, а также время со снежным покровом или промерзшим грунтов.

Наилучшее воздействие азота достигается при внесении осадка весной. При этом необходимо избегать слишком большого уплотнения в колеях от колес транспортных средств.

Внесение влажного осадка или обезвоженного осадка

- Используя осадок сточных вод фермер может экономить до трети своих затрат на удобрения. Для канализационных очистных станций использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве является экономически более целесообразным, чем другие методы утилизации осадка. Поэтому они берут на себя наряду с затратами на исследования, также, как правило, транспортные расходы.
- Обычный метод внесения осадка состоит в его подаче в жидком состоянии с около 5% TR, так как влажный осадок может быть распределен при помощи таких же устройств, что и жидкий навоз. Для транспортирования осадка на поля предназначены для малых объемов ассенизационные машины

или для больших объемов автоцистерны. Необходимо обращать внимание на необходимость выгрузки осадка вблизи места укладки.
- Проблема внесения обезвоженного осадка в настоящее время технически решена, однако, требует применения специальных устройств. Процесс хранения обезвоженного осадка на канализационных очистных станциях значительно упрощен вследствие гораздо меньших объемов, перевозка его экономически выгодна; кроме того, возможно расширение области применения и как следствие более устойчивый сбыт.
- Осадок из центрифуг или ленточных фильтр-прессов с TR от 20 до 25% более сложен для использования, так как осадок обладает клеящей способностью. В данном случае для получения крошащегося осадка необходимо применение присадки из негашеной извести.

Для транспортирования и распределения осадка сточных вод является целесообразным сотрудничество фирм эксплуатирующих очистные сооружения и располагающих сельскохозяйственными машинами. Эти организации имеют возможность согласовать и организовать использование:
- Ассенизационных машин и автоцистерн
- Специальных распределительных устройств, например, современных устройств для разбрасывания обезвоженного осадка или влажного осадка
- персонала
- подходящих сельскохозяйственных площадей

Промышленные предприятия часто предлагают фермерам бесплатный сервис по удобрениям совместно с осадком сточных вод. Для устойчивого (постоянного) сбыта осадка сточных вод в том же административном субъекте необходимо обращать внимание на то, чтобы осадок сточных вод не транспортировался и использовался в районах, в которых существуют трудности с удалением осадка сточных вод. Для фирмы, эксплуатирующей очистные сооружения, и фермера выгодным является, чтобы организационное оформление проводилось специальными фирмами. Контроль за правильным использованием осадка вменяется в обязанность районным органам власти. Работы, выполняемые частными фирмами, являются бесплатными для фермеров. Фирма, поставляющая осадок сточных вод, как правило, платит от 400 до 600 ДМ/т по сухому веществу осадка сточных вод.

Оборудование на канализационных очистных сооружениях

- *Распределительное устройство*
  Распределительное устройство осадка должно быть удобно для транспорта и давать возможность для его маневра. Для влажного осадка целесообразны подвесные распределительные рукава или трубопроводы со специальным запорным шибером. Оборудование должно быть устроено таким образом, чтобы избегать загрязнения транспортных средств и обслуживающего персонала. Необходимо предусматривать мойку для транспорта.
- *Сооружения временного хранения осадка*
  В период, когда фермеры не принимают осадок, он должен храниться в специальных сооружениях на канализационных очистных станциях. Рекомендуемый период складирования должен составлять минимум 3–4 месяца, лучше 6–8 месяцев.

Сотрудничество между фермером и фирмой, эксплуатирующей очистные сооружения

Технические средства и организация ничего не значат, если пропадает стремление фермеров к приему осадка сточных вод и отсутствует взаимный обмен информацией. Долгосрочное сельскохозяйственное применение осадка сточных вод возможно только на основе доверительного сотрудничества между фермерами и персоналом канализационных очистных станций.

7.8 Механическое обезвоживание

Оборудованием для обезвоживания осадка являются, например, вакуум-фильтры, камерные фильтр-прессы, ленточные фильтр-прессы, центрифуги для обезвоживания осадка. Это относительно дорогое оборудование оправдывает себя там, где существует недостаток места или возможны трудности вывозом осадка. Их эксплуатация требует небольшого объема ручных работ, однако затраты на обслуживание невелики. Затраты на механическое обезвоживание нельзя недооценивать, значительная часть этих затрат – это затраты на средства кондиционирования. Расходы на обработку влажного осадка должны составлять в данном случае около 1,50 – 6 ДМ/м³. При учете как эксплуатационных расходов, включая расходы на контроль, техническое обслуживание, так и капитальных вложений, расходы на обработку осадка состав-

ляют 18–25 ДМ/м³, а иногда и выше. Метод обезвоживания зависит от необходимой степени обезвоживания, а также дальнейшего использования осадка, например компостирования, сжигания или депонирования осадка. Согласно *TA Отходы поселков* органическая составляющая депонируемых отходов не должна превышать 5%. Это требование вступает в полную силу в 2005 году после окончания переходного периода. При использовании центрифуг или ленточных фильтр-прессов возможно достижение значений сухого остатка 20–35%, при добавлении извести данная величина существенно увеличивается. При выборе оборудования для обезвоживания необходимо проводить долгосрочное исследование данного оборудования на очистной станции, так как каждый вид осадка имеет различную способность к обезвоживанию и потребность в кондиционировании. Потребность в кондиционирующих веществах, как правило, тем ниже, чем выше содержание сухого остатка в обезвоживаемом осадке. Поэтому он должен быть максимально уплотнен.

Если осадок направляется на сжигание целесообразна более высокая степень обезвоживания. Чаще всего предусматриваются камерные фильтрпрессы, после которых досягаемы значения содержания сухого остатка 40–60%. Для этого осадок должен быть предварительно термически или химически кондиционирован.

Для эксплуатации и контроля за оборудованием следует обращать внимание на руководства по эксплуатации фирмы поставщика.

Даже если осадок проходит механическое обезвоживание, нельзя отказываться от сооружений временного хранения осадка, так как таким образом значительно повышается эксплуатационная надежность канализационных очистных станций.

7.9 Образование и обработка газовой смеси

Возникающая при анаэробном сбраживании осадка газовая смесь (очищенный газ) в целях экономии пэксплуатационных расходов может использоваться на больших очистных станциях для отопления метантенков, служебных помещений, помещения оператора очистных сооружений и т.д. Также возможна подача газовой смеси в систему городского газоснабжения или использование его для производства электроэнергии или тепла в системах теплоснабжения.

Объем газа – это хороший показатель для оценки протекания про-цесса сбраживания. Необходимо ежемесячное сравнение объема газа с объемом сырого (свежего) осадка и содержание органиче-ского сухого вещества. Если объем, образующейся газовой смеси измеряется специальным счетчиком, то по снижению количества газа можно судить о склонности процесса сбраживания к переходу из щелочной фазы в кислую фазу. Во время ввода в эксплуатацию сооружения необходимо особенно точно отслеживать объем об-разующего газа. В зависимости от режима ежедневное количе-ство газа может составлять от 0,5 до 1м³ на 1м³ рабочего объема метантенка, соответственно от 16 до 20 л/чел.

Обычно газовая смесь имеет следующий состав:

60 – 70% метан (CH_4)
26 – 36% двуокись углерода (CO_2)
1 – 10% азот (N_2)
0 – 1,7% кислород (O_2)
0 – 1% водород (H_2)
0 – 1% сероводород (H_2S)

Данная смесь легче воздуха.

Возникновение помех в процессе метанового сбраживания легко отслеживается по концентрации CO_2, при превышении вышеуказанных величин. При этом снижается теплопроизводительность газа.

Основные компоненты газовой смеси, метан и углекислый газ не обладают запахом; однако за счет других компонентов газовая смесь приобретает легкоузнаваемый неприятный запах. Газовая смесь обладает большей теплопроводностью, чем обычный городской газ, и меньшей чем природный газ.

При смешивании с воздухом данный газ образует взрывоопасную смесь. В помещениях или сооружениях, которые сопряжены с опасностью взрыва, *запрещено* курение, и разведение огня, а также генерирование электрических или механических искровых разрядов.

Так как объем образующегося газа изменяется в зависимости от объема осадка и времени суток, необходимо предусматривать сооружение для хранения газовой смеси объемом равным суточ-

ной норме образования газа. Это имеет следующие преимущества: содействие непрерывности процесса отопления и сбережение подверженных повреждениям стальных деталей. Также при высоких объемах образующегося газа он не будет сжигаться без рационального использования, а во время его дефицита возможна экономия на использовании дополнительных топок. Наряду с обыкновенными мокрыми газгольдерами возможно использование газгольдеров высокого давления.

Установленные на газопроводах *сифоны* подлежат обезвоживанию дважды в сутки, для того чтобы не происходило запирания газовой смеси. Если газосборник на метантенке оборудован водяным затвором, необходима ежедневная проверка достаточности уровня воды. В нем также необходима защита воды от замерзания.

Электропроводка во взрывоопасных помещениях должна обладать специальной защитой от взрывов. По правилам безопасности „Защита от взрывов в сооружениях очистки сточных вод" признаны взрывоопасными следующие сооружения и их части:

.....

a) Закрытые части установок на очистных станциях, в которых аккумулируются или обрабатываются сточные воды или их осадки, если образующаяся при этом газовая смесь может быть отведена в закрытые помещения.
b) Внутренние части аппаратов, резервуаров и трубопроводов, которые содержат или могут содержать газовую смесь.

.....

f) Помещения газопроводящих аппаратов, которые в период эксплуатации должны время от времени открываться (например, газоочиститель, гравийные и керамические фильтры).
g) Помещения аппаратов газовой смеси, из которой еще не изъяты стимулирующие коррозию составляющие (неочищенный газ) (например, помещения счетчиков газа в жестяных корпусах), если данные аппараты не достаточно защищены от коррозии.
h) Помещения с вентиляторами для газовой смеси и газовыми компрессорами для горючих газов.
i) Помещения с установками, регулирующими давление газа с подводящими трубопроводами (согласно DN 50) и давлением более 500 мм водн.ст. (= 50 мбар).

.....

k) Закрытые помещения газовых колпаков метантенка.
l) Области вокруг отдельно стоящих газгольдеров низкого давления:
Номинальный объем до 5000 м³: 6 м; с номинальным объемом более 5000 м³: от 6 до 10 м свободного пространства до ближайшего сооружения. Если номинальный объем не превышает 2500 м³ при благоприятных местных и производственных условиях минимальное расстояние до ближайшего сооружения может быть сокращено.

.....

m) Зона, находящаяся в радиусе менее 3 м вокруг люков газопроводящих аппаратов, резервуаров и т.д., которые в производственных целях открываются и через которые может отводиться газовая смесь.

.....

В таких местах запрещено использование любых источников огня или искр. Поэтому, чтобы исключать искрообразование необходима срочная замена в случае обнаружения, например, поврежденных крышек переключателей или сломанных защитных стекол осветительных приборов. Действует запрет на курение! Алюминий также склонен искрообразованию при ударных нагрузках и поэтому взрывоопасен. Подробно данный вопрос рассмотрен в EX-Постановлении и в других постановлениях. Общественный союз страхования от несчастных случаев издал полезную и подробную подборку примеров для EX-установок (взрывоопасных установок).

Если в помещении чувствуется запах газа необходимо пользоваться респиратором или рукавом, через который подается свежий воздух, необходимо проветривание помещения, поиск и устранение повреждения.

Для защиты отопительного оборудования (газопроводов, колосниковых решеток) или газовых двигателей от быстрого корродирования или моторного масла от разложения, серосодержащая газовая смесь пропускается через десульфатор. Необходимо регулярное исследование загрузки десульфатора из красного гранулята, состоящего из оксида железа. Окрашенный в черный цвет материал выгружается внизу сооружения и заменяется сверху свежим регенерированным. Загрузочный материал раскладывается тонким слоем.

За счет контакта с воздухом он самостоятельно регенерируется и становится пригодным к последующему использованию, как только его цвет снова становится светлым. В данном случае необходимо строгое соблюдение Правил надежности – EX, так как существует опасность самовозгарания. Особое значение соблюдение правил приобретает, если для десульфации применяется бурый железняк ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$). Регенерация не может производиться в помещениях, где существует возможность воспламенения или взрыва. Способ десульфации газовой смеси с регенерацией загрузки на открытом воздухе нельзя путать с методом десульфации газовой смеси на тепловых угольных электростанциях, при котором SO_2 связывается химическими методами в целях снижения загрязнений воздушной среды. В случае невозможности проведения десульфации необходимо помнить о том, что трубопроводы выполненные из стали обычных марок особенно в данной среде подвержены коррозии. Поэтому при выборе материала трубопроводов необходимо отдавать предпочтение коррозионноустойчивой нержавеющей стали или специально предназначенным пластмассам.

Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание

- Для газопроводов, во избежание появления коррозии, должны использоваться ударопрочные пластмассовые трубы.
- Во избежание появления конденсата, газопроводы между метантенком и десульфатором, проектируют таким образом, чтобы газовая смесь, поступающая в десульфатор, была охлажденной и сухой. Для этого предусматривают выпуск конденсационной воды между метантенком и десульфатором.
- В газопроводах для предотвращения и устранения обмерзания и закупорки на опасных участках устраивают отверстия для прочистки.
- Газовый колпак изолируют, во избежание потерь тепла.
- Газгольдеры рассчитываются на суточный объем газовой смеси.

8. Машинное и электрическое оборудование

8.1 Введение

Автоматизация процессов на очистных станциях требует все более широкого применения механического оборудования. Вследствие этого необходимы особые знания по контролю их технического состояния, эксплуатации и содержания в исправном состоянии.

К сожалению, даже при целенаправленном подборе невозможно избежать неисправностей и поломок технического оборудования. Поэтому персонал должен обладать необходимыми знаниями для ознакомления, своевременного и постоянного контроля технического состояния и обслуживания технического оборудования.

Обычно различают *Пассивное обслуживание* = наблюдение и регистрацию, и *активное* обслуживание = ремонт.

Пассивное обслуживание базируется на восприятии ситуации органами чувств человека (органолептические свойства); она может делиться на:

Оптический контроль:

- Изучение руководств по эксплуатации – до ввода в эксплуатацию – и установление специфических мероприятий по уходу за техническим оборудованием, например, замены масла, смазочно-заправочных работ и т.д.
- Определение потребления тока двигателем, периода эксплуатации, уровня воды в приемной камере насосов, уровня воды пневматических установок, манометрический требуемый напор насоса на манометре нагнетательного патрубка, расхода.
- Определение уровня масла, наполнения масляных емкостей, контроль сальников, плавного ритма работы оборудования, герметичности насосов, трубопроводов и арматуры, защиты поверхности установок.

Акустический контроль:

Восприятие рабочих шумов, например, стука обратных клапанов,

шумов потоков в трубопроводах, сигнала клинового ремня при включении агрегатов, свист сальников и торцевых уплотнений, гул выключателей.

Осязательный контроль:

Определение температур, вибраций, температур корпусов, температуры двигателя, температуры охлаждающей воды и т.д.

Определение интенсивности запахов:

Восприятие запахов, например, жженой резины проскальзывающих клиновых ремней, перегруженных дисков сцепления, плавящейся изоляции перегруженных электроприборов или кабелей, или запаха газовой смеси из-за неплотностей трубопроводов и арматуры, проводящих газовую смесь.

Пассивное обслуживание связано с незначительными временными и денежными затратами. Тем не менее, с его помощью часто возможно обнаружить неисправности и поломки оборудования, которые возможно заблаговременно и с относительно невысокими затратами устранить посредством „активного обслуживания".

Пассивное обслуживание связано также с записью данных и наблюдений. Только таким образом возможна передача данных сотрудникам, отсутствовавшим по болезни или бывшим в отпуске в какой-то период, и только таким образом можно производить сравнение, например, потребления электроэнергии с более ранними данными и определять возможные отклонения.

Такие данные как потребление электроэнергии, период эксплуатации и особые наблюдения немедленно записываются в книгу эксплуатации оборудования, для всего наличествующего оборудования совместно. Этот способ имеет недостаток, состоящий в отсутствии возможности обзора особенно при наличии большого количества различного оборудования и необходимости поиска данных в большом объеме информации.

Для каждой машины целесообразно вложение листа DIN-A-4, на который выносятся данные только одного агрегата. В этом случае становится возможным сравнение данных с более ранними – без длительного поиска – достаточно одного взгляда.

Во избежание пропусков в смазочно-заправочных работах, замене

масла, контроле уплотнений и т.д. и для проведения данных работ в необходимые сроки при большом количестве оборудования, организацией ATV-DVWK Баварии был разработан лист эксплуатации для канализационных очистных станций. Он опубликован издательством F. Hirthammer, Мюнхен, и содержит инструкции по его использованию и заполненные образцы. Посредством этой системы достигается максимально-возможная надежность эксплуатации оборудования с минимизацией документации, в случае болезни или отпуска работников, отвечающих за этот процесс.

Система листов эксплуатации построена следующим образом:
Для каждого вида оборудования заполняется так называемый *Уставной лист*. В нем содержатся данные о производителе, необходимое техническое обслуживание и проводимые смазочно-заправочные работы, замена масла и т.д. В *листе подтверждения* в краткой форме регистрируются все проведенные работы по техническому обслуживанию, а также потребление электроэнергии и т.д. Все сложные работы по обслуживанию вносятся в *лист ремонта*, который вместе с *листом запасных частей* дает обзор состояния оборудования и находящихся на складе запасных частей.

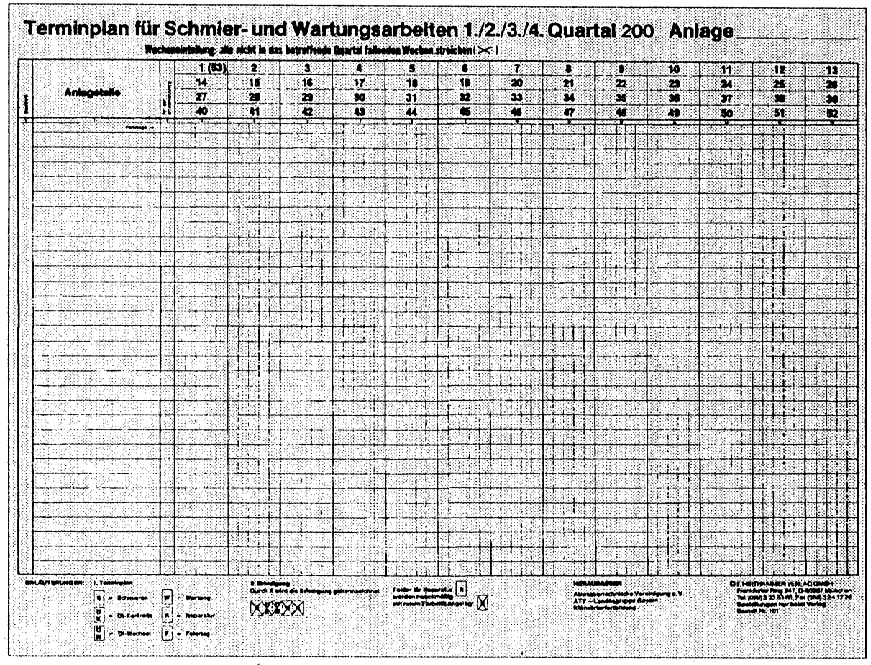
Упорядочение достигается за счет различных цветов данной документации.

Общий план работ (рис. 8.1) должен быть составлен таким образом, чтобы все работы по техническому обслуживанию оборудования были разделены по неделям и их можно было легко определить.

Система может быть расширена за счет *листа хранения* и *листа защиты от коррозии*. В первый вносятся материалы, которые относятся к определенному оборудованию, например, уплотнения, бумажные полотенца, краски, малярные кисти и т.д. Последний содержит список работ по защите поверхностей, что особенно важно для деталей, находящихся под водой, так как эти детали проверяют или осматривают в большинстве случаев только при опорожнении.

За счет данного упорядочения достигается облегчение работ и возможность обзора проведенных работ. Также за счет данного упорядочения достигаются более долгий срок эксплуатации, снижение возможности повреждения и экономически более выгодная эксплуатация.

Лист проведения технического обслуживания экономит время: Календарный план вывешенный на стене не позволяет ни о чем забыть, показывает наиболее удобный порядок проведения работ и свидетельствует о выполнении работ.



Календарный план смазочных работ, замены масла и технического обслуживания – действителен в течение квартала – включает в себя 30 элементов очистной станции. 2 совместно календарных плана = 60

Предусмотрены следующие записи – распределенные по дням недели:

1. План проведения работ

S	=	смазочные работы	W	=	техническое обслуживание
Ö K	=	контроль масла	R	=	ремонт
Ö W	=	замена масла	F	=	выходной

2. Выполнение

Если работа выполнена оператор должен поставить на соответствующей букве крестик



Рисунок 8.1: Календарный план

Для *активного* обслуживания:

Работы по техническому обслуживанию – замена масла, смазочно-заправочные работы и т.д. – проводятся в определенный отрезок времени, в большинстве случаев в зависимости от времени работы оборудования. Важно, чтобы данные работы проводились не на эксплуатируемом оборудовании, не достигшем критического количества часов эксплуатации. Это имеет значение, в частности, для оборудования, к которому не может быть применен принцип резервирования. Например, на погружных насосах, а также на редко используемых насосах дождевых вод. В насосах дождевых вод должны проводиться – независимо от достижения необходимого числа часов эксплуатации – замена масла, проверка торцевых уплотнений. Данный принцип действует и для резервного оборудования. В случае если смазочные работы проводятся посредством автоматического смазывающего шприца, места расположения подшипников с длительными периодом эксплуатации после долгих простоев перед вводом в эксплуатацию должны проходить смазку.

Наличествующие резервные агрегаты должны эксплуатироваться сменно с основными агрегатами. При этом смена должна проводиться как можно чаще. При этом необходимо обращать внимание на то, что минимальный период эксплуатации одного агрегата должен составлять 200 часов. Таким образом, можно избежать одновременных поломок из-за равномерного изнашивания.

При всех работах по техническому обслуживанию необходимо учитывать, что в качестве значений, от которых необходимо отталкиваться, следует использовать указанные в руководствах по эксплуатации периодичности технического обслуживания. При сравнении этих значений со значениями из собственного опыта получают объемы и промежутки времени, в которые следует проводить *пассивное* и *активное* обслуживание, соответствующее фактическим требованиям эксплуатации.

8.2 Насосы

См. раздел 3.8 отведение сточных вод, насосные станции!

8.3 Компрессоры

Технически по работе идентичны с работой насосов. Однако вместо жидкости они перекачивают воздух. Самое простое устройство, обозначается как воздушный насос (например, для велосипеда); и функционирует как поршневой насос.

Установленные на канализационных очистные сооружениях они разделяются на компрессоры (высокого давления и небольшого воздухообмена) и воздуходувки (низкого давления и высокого воздухообмена). Компрессоры подают воздух, например, на эрлифты, которые обычно устанавливаются для транспортирования песка из песколовок. Воздуходувки располагаются преимущественно для аэрации аэротенков и песколовок.

Часто используются в строительстве – поршневые и осевые компрессоры, поворотные компрессоры, вращающиеся и турбинные воздуходувки, вентиляторы. Это высокоскоростные агрегаты, требующие добросовестной эксплуатации, для достижения предусмотренного поставщиком срока службы порядка 40 000 часов. Период эксплуатации необходимо регистрировать и контролировать. Если компрессоры используются для аэрации аэротенков, требуется, чтобы подаваемый воздух был предварительно обеспылен, во избежание засорения аэраторов (фильтросных пластин). Используемое для смазки масло способно также привести к нарушению процесса подачи воздуха, поэтому предпочтительно использование методов подачи воздуха без использования масел. Возникающее из-за сжатия воздуха тепловыделение должно удерживаться в определенных границах за счет системы охлаждения. Процесс охлаждения подлежит тщательному контролю.

Компрессоры для аэротенков должны быть установлены и эксплуатироваться таким образом, чтобы по возможности расход воздуха мог изменяться в зависимости от потребности в кислороде, которая сильно изменяется в течение 24 часов (пиковый расход может быть в 10 раз выше самого низкого ночного).

Компрессоры работают в большинстве случаев очень шумно. Устройства должны быть оборудованы звукоизоляцией и размещаться в звукоизолированных помещениях. В зависимости от частоты вращения шум, производимый воздуходувками может быть больше или меньше. Более мощные агрегаты создают

больше шума, однако их шум может быть легче смягчен из-за более высокой частоты, чем низкочастотные шумы.

8.4 Механические аэраторы, струйный аэратор

Для поверхностной аэрации на станциях аэрации устанавливаются специальные устройства. Эти устройства перемешивают воду, разбрызгивая ее над уровнем воды в аэротенке, что обеспечивает ее аэрацию. Одновременно они вызывают турбулентное движение воды, вследствие чего в резервуаре, где происходит аэрация происходит перемешивание кислорода воздуха, загрязнений и бактерий. Наибольшее распространение имеют аэраторы с горизонтально расположенным ротором (разделяемые по конструкции ротора на: стержневые, цилиндрические, Mammutrotor) и с вертикально расположенным ротором (вертикальные центробежные аэраторы). Центробежный аэратор выполняется из стали или пластмассы. Известно более дюжины таких агрегатов, имеющих зачастую значительные отличия во внешнем виде.

Определяющим параметром эффективности аэрации для механических аэраторов является глубина погружения в воду. Глубина погружения может изменяться на доли дециметра за счет подъема или опускания устройства или уровня воды и изменения высоты перелива. Чем больше глубина погружения, тем больше расход воздуха, однако при этом увеличивается и расход электроэнергии. При наличии нескольких аэраторов возможно регулирование расхода воздуха за счет изменения частоты вращения. Частота вращения таких устройств не очень высока, однако при этом они обладают значительным весом, поэтому на подшипники оказывается значительная нагрузка, а это требует проведение текущего контроля и тщательной смазки подшипников.

Зимой, распыленная вода часто замерзает. При сильном морозе это может вызвать серьезные нарушения в проведении обычных работ. Поэтому механические аэраторы должны всегда быть оборудованы съемными спицами, крышками или защитными корпусами.

Используемые в качестве аэраторов погружные или струйные аэраторы не являются механическими аэраторами. Их также нельзя отнести и к компрессорам. Это весьма долговечная и надежная разновидность струйных насосов, которые целиком или

частично погружены в воду и с помощью струи воды за счет подсоса воздуха обеспечивают аэрацию воды.

Все аэраторы должны устанавливаться и эксплуатироваться таким образом, чтобы расход воздуха можно было изменять в зависимости от потребности в кислороде, которая сильно изменяется в течение 24 часов (пиковый расход может быть в 10 раз выше самого низкого ночного).

8.5 Оборудование для удаления осадка и плавающих загрязнений

К оборудованию такого рода принадлежат все устройства, которые предназначены для удаления осаждающихся или всплывающих загрязнений из отстойников или песколовок.

В горизонтальных отстойниках обычно применяются длинные скребковые механизмы (тележечного или цепного типа).К движущейся части механизма прикреплены скребки и механизм сбора плавающих загрязнений, которые отпускаются при прямом движении и поднимаются при обратном ходе механизма.

В отстойниках круглого сечения (радиальных) применяют скребки, расположенные на вращающейся ферме. Подвижная ферма шарнирно опирается в центре резервуара и движется на дисках (зубчатых колесах) по внешнему краю отстойника. Скребок расположен таким образом, чтобы сдвигать осадок не только в сторону движения, но и к иловому приямку, расположенному в центре отстойника. Во вторичных отстойниках нельзя отказываться от механизма удаления плавающего осадка. Вращающиеся скребки имеют преимущество, заключающееся в непрерывном процессе удаления осадка. Для непрерывного процесса удаления осадка разработаны скребки цепного типа. На 2-х цепях установлены в зависимости от длины сооружения несколько скребков, которые сдвигают осадок по дну к иловому приямку и возвращаются в начало отстойника за счет постоянного движения цепи.

Скребки передвигаются медленно, около 2 см/сек, во избежание взмучивания осадка. Длинные скребки при возвратном движении могут двигаться быстрее. Скребки (в большинстве случаев выполнены из резины) должны регулярно проверяться и в случае обнаружения повреждений заменяться, так как при плохом функ-

ционировании скребковых механизмов остающийся осадок может загнивать и за счет этого увеличивается объем всплывающих веществ.

Существует еще несколько видов данного оборудования, например, маятниковый скребок и всасывающий скребок. Последние отводят осадок с помощью насосов, всасывающий трубопровод которых закреплен на специальной конструкции и заканчивается около дна сооружения. Они часто используются при вторичном отстаивании, где помощью данного оборудования отделяется и отводится в аэротенк возвратный активный ил.

Оборудование для удаления осадка и плавающих загрязнений для горизонтальных или аэрируемых песколовок функционирует в целом идентично длинным скребкам в отстойниках. Скребки отличаются гораздо меньшими размерами. Здесь часто используются всасывающие устройства, так как всасывающий трубопровод легко подвести к песковым бункерам.

Выход из строя привода скребкового механизма, который должен функционировать в движение ежедневно, а зачастую много раз в сутки или непрерывно, означает весьма серьезное нарушение процесса эксплуатации. Необходимо постоянное и добросовестное техническое обслуживание (смазка, замена масла и т.д.). Рельсы, по которым движутся механизмы необходимо содержать в чистоте, в случае образования наледи необходимо либо посыпать их песком или очищать с помощью воздуходувки. Для своевременного определения изменений производительности двигателя необходимо регулярно, как и для всех агрегатов, проверять потребление электроэнергии по амперметру. Одна ветвь или полиэтиленовый пакет, занесенные ветром на рельсы, могут привести к серьезным повреждениям.

Техническое оформление

- Ограничитель хода скребка оборудуют распределительной системой обогрева.
- Длинные скребки должны иметь возможность выдвижения для проведения работ по ремонту и техническому обслуживанию на твердом основании.
- Скребки на вращающихся платформах достаточно уязвимы к повреждениям.

8.6 Отопительные установки

Отопительные установки разделяют на системы отопления, использующие теплую воду и системы, использующие горячую воду, а также системы с высоким и низким давлением пара. Системы отопления высокого давления имеют рабочие температуры выше 110 °C; системы с низким давлением пара обладают напором около 0,5 бар, системы с высоким давлением пара это системы с более высоким рабочим давлением. Для отопления метантенка преимущественно применяются системы отопления с теплой водой и системы с низким давлением пара.

Отопительные системы состоят из отопительного котла и системы распределения тепла. К ней относятся трубопроводы, отопительные приборы и регулирующие устройства.

Если осадок нагревается в пределах метантенка (в настоящее время редко), отопительными приборами в метантенке являются несколько погруженных отопительных стержней, которые должны как минимум раз в год проходить очистку от образующейся корки осадка, или отопительный цилиндр. Если осадок нагревается вне метантенка, используются теплообменники или пар подается через сопла в подводящие трубопроводы осадка. Теплообменник – это система труб, в которой внутренняя труба находится внутри внешней. В противоточной системе по одному из трубопроводов проходит осадок, а по другому, например горячая вода, направление движения, которой противоположно направлению движения осадка.

В отопительных котлах сжигается твердое (уголь, кокс) или жидкое (жидкое топливо) или газообразное топливо (газовая смесь, природный газ, городской газ). На канализационных очистных сооружениях чаще всего используют котлы на газовой смеси, при этом отопительные котлы могут переключаться на жидкое топливо. Топочные устройства должны проходить проверку как минимум один раз в год. Вне пределов котельной необходимо наличие аварийного выключателя электрического оборудования установок отопления жидким топливом, чтобы в случае аварийной ситуации была возможность отключения. Отопительные котлы эксплуатируются обычно в круглосуточном режиме и управляются термостатом, выключающим систему при достижении предусмотренной температуры.

Цвет пламени горения газовой смеси из метантенков синий с желтыми вершинами. Если цвет пламени светло-желтый, это указывает на увеличивающийся объем водорода в газовой смеси и, возможно, на перегрузку метантенка.

В системах отопления теплой водой невозможно превышение предписанной в руководстве по эксплуатации *температуры на выходе* (обычно 65 или 70 °C), в обратном случае на нагревательных элементах будет образовываться корка из осадка. Если предписанная температура на выходе не достаточна для поддержания необходимой температуры в метантенке, это означает, что теплообмен затруднен налипшей коркой осадка и необходима срочная очистка нагревательных элементов. Повышение температуры на выходе может в данном случае лишь усугубить ситуацию. Во избежание корродирования из-за образования точек росы в отопительном котле *температура возвратной воды* не должна быть ниже 60 °C.

Все регулирующие и запорные клапаны, которые используются через определенные промежутки времени, чтобы должны содержаться в рабочем состоянии. Хотелось бы рекомендовать следующий режим эксплуатации: вращение на четверть оборота в сторону „закрытия" запорных клапанов и задвижек после полного открытия. Таким образом, достигается их более плавное и легкое движение.

В качестве *воды для котлов* может быть использована только вода, которая содержит как можно меньше свободного кислорода и имеет низкие концентрации солей. Поэтому она должна почти всегда проходить предварительную обработку. Растворенный в воде кислород отрицательно воздействует на металл, он может быть связан при добавлении реагентов, например, гидрацина. Присутствующая в воде соль, например, карбонаты, выделяются при нагревании в виде котельной накипи. Вода с низким содержанием данного типа солей называется мягкой, в обратном случае она является жесткой. Во избежание образования накипи, вода для котлов проходит процесс умягчения. Этот процесс протекает за счет добавления фосфатов или декарбонизации с помощью гашеной извести или ионного обмена. Срок службы отопительных установок зависит от качества очистки воды для котлов. Это имеет особое значение, если осадок нагревается за счет отдувки паром, так как здесь происходит постоянный расход воды и необходимо своевременное добавление свежей воды.

Отопительные установки должны содержаться в чистоте. Трубопроводы нуждаются время от времени в очистке от пыли, обслуживании и обновлении арматуры и поврежденной изоляции. В котельной исключено наличие бумаги или других видов отходов. Дверь в котельную должна быть постоянно закрыта. Вентиляционные и вытяжные отверстия должны быть постоянно открыты, в том числе и зимой. Их регулировка не должна изменяться. Руководство по эксплуатации отопительной установки и план эксплуатации должны висеть в хорошо просматриваемом месте.

8.7 Арматура и трубопроводы

Расположение трубопроводов осадка, газовой смеси, воздуха, отопления и воды весьма различно и должно быть указано на схематическом плане трубопроводов. При этом самыми важными условными обозначениями являются, например:


= Насосы или двигатели


= Шиберы или клапаны (вентили)


= Обратные клапаны

В башне обслуживания и на насосной станции расположено очень много трубопроводов и шиберов проложены рядом с друг другом. Во избежание путаницы и возможности четкой эксплуатации, целесообразно изготовление для каждого шибера пластмассовой таблички с номером или обозначением. Согласно DIN 4203 трубопроводы имеют различный цвет. Согласно регистру цветов применяются следующие номера и цвета:

Сырой осадок	желто коричневый	1001
Осадок, подаваемый на вторую ступень сбраживания	светло-коричневый	1011
Затравочный и возвратный активный ил	лиловый	4001
Сброженный осадок	темно-коричневый	8007
Поперечные соединения	светло-зеленый	6019
Газовая смесь из метантенков	лимонно желтый	1012
Отопительная система подача	ярко красный	3000
Отопительная система возврат	синий	5010
Сточные воды	зелено коричневый	6003
Активный ил	оливково-зеленый	7008
Вода питьевого качества	цвета зеленой травы	6010
Производственная вода зеленый	цвета патины	6000
Трубопроводы дождевых вод	черный	

Это далеко не полное перечисление.

Если один трубопровод используется для двух типов осадка, например, для сырого осадка и для затравочного ила, имеет смысл показывать оба цвета, например, 50 см желто-коричневый цвет, 50 см лиловый, и т.д. Для насосов оказалось нецелесообразным использовать окрашивание.

Предохранители, шиберы, клапаны (вентили), обратные клапаны и т.д. также называются арматурой. Если на них нанесены стрелки, они указывают направление течения.

Самой часто встречающейся арматурой на канализационных очистных станциях являются шиберы. Если они не обслуживаются ежедневно, то они должны проходить техобслуживание через определенные интервалы времени, например, раз в две недели, чтобы в случае они были исправны. В метантенке на трубопроводах осадка часто устанавливаются 2 шибера последовательно. Из них внутренний (ближний к метантенку) является аварийным, а внешний является постоянно эксплуатируемым шибером. Аварийный шибер предусматривают на случай отказа или замены основного шибера.

Если трубопроводы и арматура предназначены для газа, проверка герметичности должна проводиться без использования открытого огня. Целесообразно проводить проверку с помощью мыльной воды или измерительных приборов.

8.8 Электрооборудование

Существенным основанием при обращении с электрооборудованием является то, что персонал предприятия должен быть точно осведомлен, где он может действовать самостоятельно и где начинается область, в которую может вмешиваться только квалифицированный специалист электротехник. Например, персонал предприятия не должен находиться около трансформаторов или задней поверхности электрошкафов, за исключением тех случаев, если они одновременно не являются квалифицированными специалистами в данной области. Однако персонал предприятия должен обращать внимание, например, на то, чтобы вентиляционные отверстия помещения трансформаторов оставались свободными для доступа воздуха.

Телефонный номер аварийного отдела электростанции должен быть занесен в таблицу аварийных номеров, на случай пожара или нарушения электроснабжения. Для борьбы с огнем у электрического оборудования нельзя использовать воду, а только сухие огнетушители. Если плавкие предохранители прожжены, они ни в коем случае не могут «лататься». Они должны заменяться только равноценным плавким предохранителем. Соответствующие плавкие предохранители должны быть в качестве запасных частей постоянно в наличии на складе. При использовании или обслуживании электрооборудования, в особенности, при использовании дистанционно управляемого оборудования необходимо исключать возможность несанкционированного включения, путем протягивания лент обозначающих место проведения работ. Это имеет значение также при замене перегоревших ламп или очистке приборов наружного освещения.

Электродвигатели должны проходить очистку и смазываться не реже одного раза в 6 месяцев. На заводской табличке с обозначением модели электродвигателя указывается производительность в киловаттах и номинальное потребление тока в амперах. Фактическое потребление тока снимается по показаниям амперметра. Наблюдение показаний амперметра позволяет сразу определять повышение или понижение нагрузки на двигатель по отношению к нормальной.

В случае залитого электродвигателя перед вводом его в эксплуатацию необходима проверка специалистами.

Из-за возросшей степени автоматизации оборудования канализационных очистных сооружений внешний вид электроники в течение последних лет очень изменился. С введением самых современных систем программируемого управления в систему канализации, повышается чувствительность к перенапряжениям. Во избежание этого и для большей надежности функционирования систем необходима установка оборудования, предохраняющего системы управления от повышенного напряжения.

9. Техника контроля за показателями сточных вод

Процессы эксплуатации на предприятиях водоотведения контролируются посредством самостоятельных наблюдений. Самостоятельный контроль также называется самоконтролем или собственным контролем. Важно, чтобы эти измерения выполнялись как можно чаще. Таким образом, оператор очистных сооружений получает оперативную информацию о работоспособности и производительности канализационных очистных сооружений.

Для того, чтобы получить возможность объективной оценки результатов исследований, были унифицированы методики выполняемых измерений, только таким образом можно получить данные, которые можно сравнивать между собой. В „Немецких объединенных методах" (DEV) [13] стандартизированы все важнейшие методики исследований сточных вод и осадка. Как правило, все отраслевые институты и лаборатории работают согласно этим методикам. Это особенно важно, прежде всего, для официальных исследований. Такие анализы, проводимые в рамках самоконтроля, персоналом канализационных очистных сооружений могут отвечать требованиям к этим методам контроля. По вопросам проведения исследований сточных вод и осадков оператор очистных сооружений должен проходить дополнительное обучение и инструктироваться специалистами. Таким образом, обеспечивается точность и надежность данных эксплуатации на канализационных очистных сооружений.

Применение лабораторных методов анализов требует много времени и выполнять их, достаточно сложно. Такие измерения мало подходят для самостоятельного контроля для эксплуатации канализационных очистных сооружений и должны проводиться специалистами, получившими специальное образование по методам химического контроля. На канализационных очистных сооружениях распространено несколько методов анализов, которые предназначены специально для самостоятельного контроля. Преимуществом этих, эксплуатационных методов являются простота и возможность относительно быстрого получения результатов, за исключением, безусловно, определения $БПК_5$. При тщательном проведении анализов самостоятельного контроля результаты будут достаточны достоверны. Пределы точности

полученных результатов, как правило, достаточны для того, чтобы отказаться от более дорогостоящих исследований.

Методы выполнения анализов можно разделить на следующие:

- Лабораторный метод (нормативный метод, например, метод определения ХПК с бихроматом калия согласно DIN),
- Эксплуатационный метод (измерения по самостоятельному контролю на канализационных очистных станциях, например, фотометрическое определение ХПК),
- Методы исследования в полевых условиях (грубое определение самым простым методом, так называемы „экспресс" метод, например, определение NH_4-N с помощью специальных лакмусовых полосок и сравнения их цветов).

Методы выполнения анализов, которые применяются для самостоятельного контроля описаны в „руководстве по простейшим исследованиям и исследованиям на очистных сооружениях" (Burchard, Groche и Zerres) [16].

Вопреки простоте этих методов тщательное обучение персонала предприятия и инструктаж специалистами является залогом правильного проведения исследований.

Важным документом для проведения исследований является памятка ATV-DVWK M 704 „эксплуатационные методы самоконтроля канализационных сооружений" [5]. В них устанавливаются унифицированные требования, при учете которых обеспечивается высокая точность измерений. Обеспечение надежности измерений путем является весьма важным пунктом. Проведение регулярного **внутреннего контроля качества (IQK)** – это основополагающий элемент в системе обеспечения точности результатов измерений. При этом речь не идет о контроле, который может быть проверен лабораторными методами. Все мероприятия по самостоятельному контролю проводятся персоналом сооружений. Это относится, прежде всего, к многократным измерениям, стандартным анализам, сравнительным измерениям, например, в сравнении с анализами на соседних канализационных очистных сооружениях, проверкам на точность, уходу и поверке измерительных приборов. Внешний контроль качества лабораторными методами необходим, однако он может ограничиваться несколькими проверками в год.

Для актуализации и углубления аналитических знаний очень важны

регулярные мероприятия по обучению персонала лаборатории и повышения их квалификации.

Самое лучшее обеспечение качества выполнения анализов не имеют значения, если данные контроля не точны. В качестве доказательства достоверности анализов требуется заполнять контрольные листы (листы IQK), в которых приводятся мероприятия по обеспечению качества, в них необходимо полностью указывать информацию об отборе пробы, методах измерения и т.д.. В Памятке ATV-DVWK M 704, часть 2 „помощь при проведении Внутреннего контроля качества (IQK) в производственной аналитике" имеются образцы заполнения данных листов.

Минимальный объем анализов для самостоятельного контроля, и минимальное оборудование обычно регулируются постановлениями федеральной земли.

Термины в метрологии

В метрологии необходимо разделять следующие понятия:

Измеряемая величина – это измеряемая физическая или химическая величина (температура, прозрачность, расход и т.д.).

Единица измерения измеряемой величины частично задается согласно устанавливается соглашениями (°C, см, л/с, кг/м^3 и т.д.).

Результат измерения устанавливается по показаниям измерительных приборов или анализа. Он является продуктом числовых значений и единиц измерения (8°C, 30 см, 25 л/с и т.д.).

Индикация результата измерения показывает мгновенное значение на шкале измерительных приборов, записанных данных или на счетчике.

Ошибка измерения – это сумма всех ошибок, которые могут искажать результаты измерений. Это могут быть случайные ошибки (неправильный отсчет, неправильный отбор проб и т.д.) или систематические ошибки (неповеренный измерительный прибор, неточные измерительные приборы).

По DIN 1319 „основные термины метрологии" можно дать определения 3 понятий, которые часто неверно используются на практике.

Регулирование означает целенаправленную настройку измерительных приборов путем сравнения с одним или несколькими заданными значениями. Целью этого является, уменьшение погрешностей прибора до минимальных или, по меньшей мере, до значений ниже пределов погрешности.

Калибровка означает фиксирование измерительных отклонений измерительных приборах по сравнению с одним или несколькими заданными значениями или концентрациями. В отличие от приведенного выше не происходит никакого регулирования в измерительных приборах.

Поверка измерительных приборов охватывает испытания и пломбировку компетентными органами согласно эталонным требованиям. Поверка – это официальный процесс. В результате поверки не происходит никакого изменения в измерительных приборах. Исследования фиксируют, соответствуют ли измерительные приборы по своему качеству и измерительным техническим свойствам эталонным требованиям. Пломбировка заверяет положительный результат испытания.

Калибровкой и поверкой может устанавливаться параметр (кривая) измерительных приборов/измерительных устройств как функциональное соотношение между исходной величиной и полученным значением. Настройка производится регулированием по заданному параметру. Предпосылкой для регулирования, калибровки и поверки являются относительные значения, измерительные отклонения, которых значительно ниже, чем до проведения данных работ.
Большинство используемых в канализации измерительных приборов, измерительных устройств и методов измерения невозможно проводить поверку, так как их исправное состояние и ошибки в измерениях зависят от многих условий. Примером одного из немногих измерительных приборов, для которого возможно проводить поверку является проточный электромагнитный-индуктивный расходомер (MID).

9.1 Отбор проб

Исследование проб сточных вод имеет значение только в том случае, если проб были отобраны правильно. Влияние таких ошибок при отборе проб может быть больше, чем пределы погрешности лабораторного исследования. Точку для отбора проб необходимо выбирать там, где происходит хорошее перемешивание сточных вод и в тоже время в пробу не попадает осадок. Отбор пробы из потока жидкости на переливе может привести к ошибочным результатам; так же как и при отборе пробы из верхнего слоя.

В зависимости от способа и цели исследования необходимо производить отбор проб в нескольких различных установленных точках канализационных очистных сооружений. Для получения сходимости результатов анализов необходимо производить отбор проб в одних и тех же местах.

Для определения нагрузок по загрязнениям сточных вод на канализационные очистные сооружения, пробы следует отбирать перед первичными отстойниками (после решеток и песколовок). Для определения нагрузки на биологическую ступень пробы отбираются на выходе из первичных отстойников. Остаточное загрязнение сточных вод определяется путем исследования проб отобранных перед выпуском сточных вод в водоем.

В сухую погоду пробы воды показывают точный результат по исследуемым веществам. В дождливую погоду возможно получение неточных данных, вследствие разбавления сточных вод дождевыми стоками.

Существуют различные виды проб:
Однакратный отбор пробы для выполнения анализов даёт только ежемоментное представление о качестве сточной жидкости. Это может быть более или менее случайный результат. Поэтому необходимо проведение неоднократных отборов проб, вследствие чего получают так называемое *„квалифицированное выборочное исследование"*. Оно весьма важно при неоднородном и быстро изменяющемся составе сточных вод, например, на входе в канализационные очистные сооружения. Для квалифицированного выборочного исследования необходим отбор и смешение минимум 5 выборочных проб в течение не более, чем 2 минут. Для этого необходим большой сосуд для сбора выборочных проб (например, 10-литровое ведро). Каждая выборочная проба должна содержать от 0,5 до 1 литра сточной жидкости. На месте отбора пробы необходимо обеспечить хорошее перемешивание сточных вод для того, чтобы сточная жидкость в отобранной пробе была максимально приближена к реальной. Это общее условие имеет

особое значение при *выборочном исследовании*. После интенсивного перемешивания из содержимого ведра отбирается необходимый для проведения исследования объем воды. Обычно достаточно двух литров сточной воды, которую помещают в специальную емкость.

Разового отбора проб достаточно для исследований на входе в очистные сооружения с большим полезным объемом (в частности биологические пруды с продолжительностью пребывания сточной воды более 24 часов). В этих установках концентрации загрязнений на входе в сооружения уже достаточно усреднены, что не требуется специальных мероприятий по отбору смешанных проб.

Средняя проба – это смешанная проба, которая составляется из выборочных проб или собирается автоматическими устройствами отбора проб через определенные промежутки времени. Этот процесс может происходить как непрерывно, так и с прерыванием. Таким образом, отобранные пробы обладают существенно более точными значениями концентраций загрязнений. Хорошо перемешанная разовая проба не является, усреднённой пробой. Только в случае если большое количество выборочных проб отбираются и перемешиваются за определенный промежуток времени, можно говорить об усредненных значениях, например, 2-часовая, 10-часовая или 24-часовая проба (= суточная смешанная проба).

Различают *взболтанные*, *осажденные и профильтрованные* пробы. Если значения $БПК_5$, ХПК, NH_4-N, NO_3-N, общий фосфор и т.д. определяются в взболтанных пробах, то результаты исследований могут не соответствовать действительности из-за наличия в пробе твердых органических частиц осадка. Поэтому рекомендуется гомогенизировать пробы. Гомогенизацию можно производить при помощи миксера, таким же образом как он исполь-зуется на кухне. Согласно немецкому промышленному стандарту DIN 38402 разделу 30 для гомогенизации должна использоваться магнитная мешалка.

Точная оценка нагрузки по загрязнениям на очистные сооружения и коэффициента полезного действия (эффективности) возможна осуществлять только при исследовании *зависящих от расхода* (пропорциональных расходу) усреднённых проб. Они могут быть получены двумя различными способами:

а) Отбираются различные по объему пробы через равные промежутки времени (в зависимости от притока сточной воды);
б) Отбираются равные по объему пробы через различные промежутки времени (в зависимости от притока сточной воды).

Если зависящие от расхода пробы отбираются вручную, необходима предварительная подготовка программы отбора, которая для метода а) может выглядеть, примерно таким образом:

Отбор усреднённых проб вручную в зависимости от притока сточных вод

При отборе усреднённых проб вручную в зависимости от притока сточных вод каждая отдельные проба отбираются при помощи специального устройства (пробоотборника) через равные интервалы времени, которые соответствуют расходу сточных вод. Объем проб отмеряется в мерном цилиндре, его содержимое собирается в 10-литровое ведро, в котором в конце отбора проб будет содержаться усреднённая проба – от 4 до 6 л.

Отдельная проба сточной воды отбирается в середине временного отрезка, которая соответствует данному отрезку времени; например, при получасовом отборе проба для промежутка 7.00 – 7.30 проба отбирается в 7.15 ч., для промежутка 7.30 – 8.00 в 7.45 ч. и т.д. При отборе проб должен отбираться такой объем воды, из которого затем после определения расхода сточной воды отмеряется объем, необходимый для усреднённой пробы. (Если это технически сложно или невозможно может отбираться отдельная проба в конце исследования; погрешность в большинстве случаев будет незначительной.) Если отдельная проба отбирается не вручную, а постоянно (например, насосом), то в конце отбора отдельной пробы (например, каждые полчаса) определяется ее объем в зависимости от расхода в данный период времени и данный объем направляется в резервуар усреднённых проб.

Объемы проб могут быть определены по следующей таблице:
В первый столбец во время отбора пробы записывается средний расход сточных вод поступающий на очистных сооружениях в л/с ($м^3$/ч). В той же строке, втором столбце, фиксируется объем отдельной пробы (мл), который следует перемножить на фактический расход л/с ($м^3$/ч).

Ожидаемый средний расход сточных вод во время исследования в л/с или м³/ч	При отборе проб согласно рассчитанному расходу в л/с, необходимый объем для смешанной пробы в мл составляет:			
	При десятиминутном отборе отдельных проб для смешанных проб	При получасовом отборе отдельных проб для смешанных проб		
	2 часовая	8 часовая	10–12 часовая	24 часовая
0,5 л/с (1,8 м³/ч)	500	500	500	200
1 л/с (3,6 м³/ч)	250	200	200	100
1,5 л/с (5,4 м³/ч)	250	200	200	50
2 л/с (7,2 м³/ч)	150	200	100	50
3 л/с (10,8 м³/ч)	100	100	100	50
5 л/с (18 м³/ч)	50	50	50	20
7 л/с (25 м³/ч)	50	50	20	10
10 л/с (36 м³/ч)	25	20	20	10
15 л/с (54 м³/ч)	25	20	20	5
20 л/с (72 м³/ч)	15	20	10	5
30 л/с (108 м³/ч)	10	10	10	5
50 л/с (180 м³/ч)	5	5	5	2
70 л/с (250 м³/ч)	5	5	2	1
100 л/с (360 м³/ч)	2	2	2	1

При отборе *каждые четверть часа* отдельных проб (= двойное число проб) указанные в таблице объёмы необходимо уменьшить в два раза; и удваивать при отборе проб каждый час.

Пример: двух часовая усреднённая проба в зависимости от расхода сточных вод

Ожидаемые расходы сточных вод = 7 л/с (25 м³/ч) т.е. объем отдельной пробы = 50 мл

Средний расход

Первая отдельная проба:	10 минут = 6 л/с	50 x 6 = 300 мл
вторая отдельная проба:	20 минут = 8 л/с	50 x 8 = 400 мл
Третья отдельная проба:	30 минут = 7 л/с	50 x 7 = 350 мл
Четвертая отдельная проба:	40 минут = 7 л/с	50 x 7 = 350 мл
Пятая отдельная проба:	50 минут = 8 л/с	50 x 8 = 400 мл
Шестая отдельная проба:	60 минут = 9 л/с	50 x 9 = 450 мл
Седьмая отдельная проба:	70 минут = 8 л/с	50 x 8 = 400 мл
Восьмая отдельная проба:	80 минут = 7 л/с	50 x 7 = 350 мл
Девятая отдельная проба:	90 минут = 6 л/с	50 x 6 = 300 мл
Десятая отдельная проба:	100 минут = 6 л/с	50 x 6 = 300 мл
Одиннадцатая отдельная проба:	110 минут = 7 л/с	50 x 7 = 350 мл
Двенадцатая отдельная проба:	120 минут = 8 л/с	50 x 8 = 400 мл
	Получаем смешанную пробу из	4 350 мл

Отбор усреднённой пробы в зависимости от расхода сточной воды на входе в очистные сооружения или на выходе из первичных отстойников для городских сточных вод правомерен только при периоде отбора проб более 2 часов. На выходе из сооружений биологической очистки концентрации загрязнений, как правило, усреднены, поэтому отбор усреднённой пробы производится в течение двух часов независимо от периода времени суток (например, равные объемы отбираются через каждые 10 минут и из них берётся усреднённая проба). Точные требования для отбора проб указаны в справочной литературе по водному праву или в предписаниях для самостоятельного контроля.

При *расходе в м3*

Расходы сточных вод на очистных сооружениях в период исследования.	Объемы, которые необходимо отбирать на каждый м³ расхода и добавлять в резервуар усреднённых проб:
16 – 50 м³	200 мл
40 – 80 м³	100 мл
80 – 160 м³	50 мл
160 – 400 м³	20 мл
400 – 800 м³	10 мл
800 – 1 600 м³	5 мл
1 600 – 4 000 м³	2 мл
4 000 – 8 000 м³	1 мл
8 000 – 16 000 м³	0,5 мл
16 000 – 40 000 м³	0,2 мл

До начала исследования пробы следует *хранить в прохладном и защищенном от света месте.* Прежде будут отбираться сточные

воды на исследования содержимое усреднённой пробы (ведра) необходимо хорошо взболтать и соответственно гомогенизировать.

Отбор проб при помощи автоматических устройств упрощается, если процесс может управляться за счет расходомера, например, водомера Вентури. Такие устройства возможно приобрести в системе торговли техническими средствами контроля. При подборе устройств необходимо они должны отвечать следующим требованиям:

1. Простотой и прочности конструкции, при простоте и легкости сборки и демонтажа устройства.
2. Простоте очистки устройства, подводящих и отводящих устройств, включая аппарат по отбору проб. При длительной работе необходима еженедельная очистка загрязненных сточными водами частей.
3. Отбор проб можно производить в промежутке времени не более 15 минут, для возможности определения и залповых сбросов.
4. Объем емкостей, в которые отбираются пробы, должен быть достаточно большой для того, чтобы не происходило перелива в дождливую погоду, а в сухую погоду, чтобы в них собирался достаточный объем (от 2 до 4 л в зависимости от места отбора пробы).
5. Скорость течения сточных вод в постоянно заполненных трубопроводах и элементах сооружений должна быть более 1 м/с, минимальный диаметр трубопроводов должен быть не менее 1/2 дюйма (= DN 13 мм). (Для трубопроводов длинной более 10 м следует применять большие сечения.)
6. Конструкция устройства должна быть такой, чтобы он мог быть размещен либо вне помещения в устойчивом к атмосферным воздействиям шкафу (с охлаждением или отоплением до 5 °C), либо в здании (с охлаждением проб).
7. Разделение управляющего устройства и дозатора должно позволять присоединять, к управляющему устройству два и более дозаторов.
8. Устройство должно иметь таймер по которому можно было бы задавать время начала и конца отбора проб (в большинстве случаев целесообразно в качестве времени начала и/или конца отбора пробы принимать примерно 4.00 часа утра, так как производственно-бытовые сточные воды предыдущего дня были достаточно глубоко очищены).

9. При переполнении емкости, переливающиеся сточная вода должна отводиться таким образом, чтобы исключить загрязнение устройства.
10. На канализационных очистных станциях, на которых необходимо исследование не только 24 часовых проб, но и суточной нагрузки путем отбора нескольких усреднённых проб должны быть установлены устройства с распределителем проб. Устройства только с одной пробной емкостью должны дополняться распределителем.

Для канализационных очистных сооружений, рассчитанных более, чем на 1000 жителей, рекомендуется приобретение переносного устройства отбора проб. Это делается для того, чтобы имелась возможность отбора проб при необходимости в различных точках, например, в канализационной сети. Это устройство должно иметь автономное электропитание и защиту от возможного взрыва. Стационарно установленные распределительные устройства в большинстве случаев устанавливаются только на канализационных очистных сооружениях рассчитанных на более 5 000 жителей; при этом в распоряжении эксплуатационных служб должно находиться как минимум одно переносное устройство для отбора проб и проведения исследований в различных местах очистных сооружений.

Для отбора проб в зависимости от расхода сточной воды необходимо, чтобы автоматические пробоотборники были снабжены расходомерами и имели крепления, для их установки. Кроме того, расходомеры должны быть оборудованы импульсным датчиком с потенциалом – 60В или 2А или соответственно 50ВА. Длительность импульса должна составлять 20 – 200 мсек, частота импульса в час максимального расхода (в период сухой погоды) 15 – 20 раз в час.

Для контроля выпуска сточных вод промышленными предприятиями в канализационную сеть необходимо оборудование специальных измерительных колодцев; они облегчают отбор проб и определение расхода.

Пробы взятые автоматическими пробоотборника должны храниться в прохладном месте и не должны подвергаться воздействию прямых солнечных лучей, а в зимний период времени нельзя допускать их замерзания. При хранении проб в течении

нескольких суток целесообразно пробы замораживать.

Для транспортирования проб сточных вод следует применять пластмассовые емкости минимальным объемом 1 л. На емкости должна быть обязательная маркировка (время отбора пробы и населенный пункт)! Отбор проб осадка описан в разделе „Сельскохозяйственное применение осадка сточных вод".

Отбор проб на выходе из канализационных очистных сооружений

На очистных сооружениях должны осуществляться методы самоконтроля при акотором следует проводить неоднократный отбор проб на выпуске очистных сооружений.

Это дает владельцу очистных сооружений возможность регулировки глубины очистки и возможность защиты при наложении штрафных или других санкций (неоправданных обвинений). По этим причинам рекомендуется, чтобы на всех очистных сооружениях, рассчитанных более чем на 5000 условных жителей, производился ежедневный отбор проб и сохранении их в течение не менее 5 суток.

Устройства

- 1 стационарное, устройство отбора пробы пропорционально расходу на выходе из вторичных отстойников с устройством для охлаждения, установленное для двенадцати 2 часовых смешанных проб
- 1 емкость для смешивания, пластмассовая канистра (30 л)
- 10 стеклянных бутылей 1 л (прозрачная лабораторная бутыль, например, фирмы Шотт, с синей крышкой); рекомендуется наличие 14 стеклянных бутылей во избежание ежедневной новой маркировки
- Холодильный шкаф (холодильник)

Проведение

Автоматический пробоотборник отбирает двенадцать 2 часовых усредненных проб пропорционально расходу в течение 24 часов. Эти 12 проб смешиваются в специальной емкости для получения 24-часовой пробы. При отборе 2 часовых усредненных проб пропорционально расходу в емкости получается пропорциональная суточному расходу 24- часовая усредненная проба.

Рекомендуется наличие договоренности с компетентными органами надзора о времени получения ежедневной смеси 12 проб.

Из этой емкости наполняется и закрывается однолитровая стеклянная бутыль. Проба должна быть помечена (обозначение установок, способа отбора пробы, места отбора пробы, дата отбора и время отбора). Затем стеклянная бутыль ставится в холодильный шкаф и хранится при температуре до +5 °С, в течение минимум 7 или 10 дней (время хранения в различных федеральных землях различно).

Если бутыль всегда используется в один и тот же день недели, это дает возможность надписывать бутыль водостойкой краской. Если в течение установленного времени сохранения не наблюдалось никаких отклонений или неисправностей в работе очистных сооружений или чрезвычайных ситуаций в водоеме, содержимое бутыли может быть вылито. После очистки стеклянная бутыль может быть использована снова для новой пробы сточной воды. (Не допускается использование фосфатных моющих средств, корка удаляется 10%-ной соляной кислотой.)

Если из двенадцати 2 часовых смешанных проб для выполнения анализа необходим отбор одной пробы, следовательно, она отсутствует в 24- часовой смешанной пробе. Отсутствием этой пробы в 24 – часовой пробе можно пренебречь, так как она исследуется отдельно и результаты исследований будут известны.

9.2 Контроль физических параметров сточных вод

9.2.1 Измерение расхода (количества воды, осадка и газовой смеси)

Объем (например, в $м^3$) сточной воды протекающий через определенное сечение за единицу времени называют расходом (например, $м^3/ч$, л/с).

Полученные значения нагрузки и эффекта очистки сточных вод будут достоверны, если наряду с $БПК_5$ и концентрациями других веществ в сточной воде также постоянно измеряется расход. Расходомеры необходимы устанавливать даже на старых или малых очистных сооружениях, даже если до этого они не были предусмотрены. При дополнительной установке необходимо учитывать сроки строительства.

ных водоводах" нормировано в немецком промышленном стандарте DIN 19559. Самопишущие измерительные приборы следует устанавливать на очистных сооружениях рассчитанных на количество жителей более 1000. Разновидности измерительных приборов регулируются, как правило, в постановлениях федеральных земель. Особенно важен выбор требуемого диапазона измерений расхода сточной воды; например, для очистных сооружений, рассчитанных на обслуживание более 5 000 жителейэтот диапазон должен изменяться в переделах от 5 до 50 л/с, а для населённого пункта с 50 000 жителями от 40 до 600 л/с. В случаях большой разницы между минимальными и максимальными значениями расходов сточных вод устанавливаются 2 водоизмерительных прибора рассчитанные для измерения разных расходов сточных вод. Данные по расходу, определяемые в % от диапазона расхода в практике очистки сточных вод не могут быть использованы. На малых очистных сооружениях, примерно, до 1000 жителей, устанавливаются мерные водосливы с автоматической измерением уровня воды на них.

Место установки измерительных устройств

Для обеспечения большей эксплуатационной надежности измерительные устройства должно устанавливаться на выходе из сооружений. Если высотная схема не допускает этого, расход может измеряться также на входе очистных сооружений сразу после решеток, песколовок или после первичных отстойников. В каждом конкретном случае, после проведения соответствующий консультации со специалистами, необходимо выбрать такое место, чтобы в замеренном расходе сточных вод не учитывал возвратные воды или возвратный активный ил. Следует также обращать внимание на то, чтобы:

a) Основание для прибора должно быть по возможности было горизонтальным,
b) На участке проведения измерений даже при большом расходе не происходило подпора,
c) В измерительных устройствах с сужением поперечных сечений следует учитывать возникающий подпор.

Основы методов измерения расходов жидкостей

В основе методов измерения потоков жидкости лежит следующая формула:

Q (расход) = A (площадь поперечного сечения) × v (скорость

течения). Если имеется лоток с определенной формой и уклоном, то ориентируются по определенным высотам слоя воды (зеркало воды) которым соответствует определенное значение v, а каждой высоте слоя воды соответствует определенная площадь A, т.е. каждая определённая глубина воды дает определенный расход воды.

Пример: В лотке DN 200 (= 20 см) измеренная глубина воды составляет 10 см. Площадь всего круглого сечения составляет 0,0314 м², площадь поперечного сечения при высоте слоя воды 10 см составляет 0,0157 м². Скорость течения сточной воды следовательно составляет 0,7 м/с. Она измеряется с помощью поплавка или более точно с помощью гидрометрическоймерного лопастной вертушки.

$Q = A \times v = 0{,}0157\ м^2 \times 0{,}7\ м/с = около\ 0{,}011\ м^3/с = 11\ л/с$

$= 39{,}6\ м^3/ч.$

На практике определение A и v затруднено. Для получения более точных значений и исключения влияния подпора, измерительные лотки имеют особую конструкцию, например значение расхода может быть получено путем понижения или повышения уровня водослива. В качестве единовременного измерения расхода можно использовать *измерение при помощи мерных емкостей.* Такие измерения характерны для определения малых расходов в небольшие периоды времени, если существует возможность перехвата всего расхода в определенном месте при помощи емкости известного объема, например 10 литровым ведром. Определение расхода при этом достаточно просто и относительно точно. Время наполнения сосуда измеряется в секундах. Пример: время наполнения до отметки 10л составляет 27 сек. Расход тогда составляет:

$Q = 10\ л : 27\ с = 0{,}37\ л/с = около\ 1{,}3\ м^3/ч.$

Среднее значение, полученное из нескольких последовательно проведенных измерений, подтверждает достоверность замеров. В качестве измерительной емкости может служить также приемная камера насоса, если ее объем заранее известен. Например, разность высот 0,6 м и площадь приемной камеры насоса составляет 1,5 м × 3 м = 4,5 м² (при непрямоугольной форме расчет

ведется другим способом); объем составляет тогда 0,6 м × 4,5 м² = 2,7 м³; время между выключением и включением насосных агрегетов составляет 8 мин 12 сек = 480 + 12 = 492 с.
Расход воды составляет 2 700 л/ 492 с = около 5,5 л/с = 19,8 м³/ ч.
При измерения уровня различными устройствами (мерные рейки, поплавковые измерители и др.) в приемной камере насоса можно определять достаточно точно количество образующегося осадка.

Измерение перепада воды при помощи водосливов

На пути движения сточной воды устанавливается преграда, имеющая возможность пропуска воды через водослив различной конфигурации. Таким образом поток воды переливается через измерительный отрезок, треугольной или прямоугольной формы, при этом высота перелива должен быть на 30 см выше перелива и свободна от влияния нижележащих слоев жидкости. Свободный от подпора перепад называется „совершенным" перепадом.
Высота перепуска определяется по мерной рейке, нулевая точка которой соответствует низшей точке измерительного уровня и должна ниже вероятного высшего уровня в 4 до 5 раз.

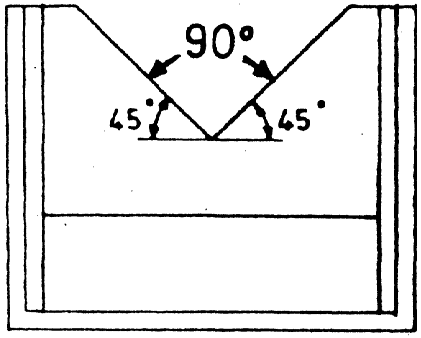


Рисунок 9.1: Мерный треугольный водослив с углом в основании сечения в 90⁰– (прямоугольный треугольник)

Для треугольного измерительного водослива с углом в основании 90°, называемого также водосливом Томпсона, расход Q может быть определен (рис. 9.1) по высоте перепада h согласно следующей таблице:

в см	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q в л/с	0,014	0,08	0,22	0,45	0,78	1,23	1,80	2,35	3,40	4,42
H в см	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Q в л/с	5,60	7,00	8,53	10,2	12,2	14,3	16,7	19,2	22,0	25,0
H в см	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Q в л/с	28,3	31,8	35,4	39,5	43,8	48,3	53,0	58,0	63,4	69,0
H в см	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Q в л/с	75,0	81,0	87,6	94,4	101	109	117	125	133	142

Рисунок 9.2: Определение расхода для 90 °– треугольного измеритнлдьного водослива

Если для небольших расходов сточной воды используется треугольный водослив с углом в основании 60 °, то величину Q необходимо умножать на 0,577, при 45 ° на 0,414.

Прямоугольный мерный водослив или горизонтальный мерный водослив

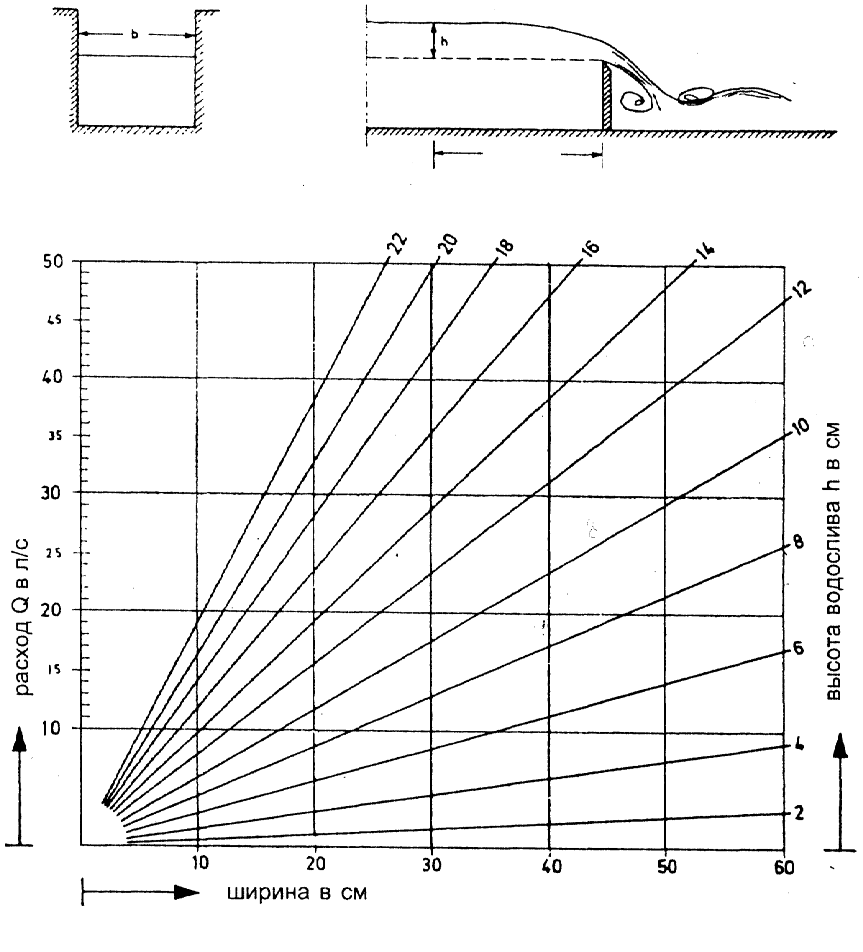
На некоторых очистных сооружениях используются горизонтальные измерительные водосливы с горизонтальными переливами с сужением или без него. Расход рассчитывается по диаграмме на рис. 9.3.

Лоток Вентури

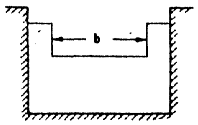
Чаще всего на канализационных очистных сооружениях для измерения расхода, применяется лоток Вентури, которых точно устанавливает, какие потери напора происходят при сужение потока жидкости (немецкий промышленный стандарт DIN 19559).

Если расход определяется на измерительных водосливах по изменению уровня воды (высота слоя воды в лотке), то в этом случае замеры можно проводить при помощи:
– Поплавка в лотке или в камере (иногда подвержен повреждениям и даёт значительные погрешности в измерениях);

без сжатия по бокам



со сжатием по бокам



в данном случае
расход $Q' = 0.95 \times Q$

Рисунок 9.3: Горизонтальный мерный водослив

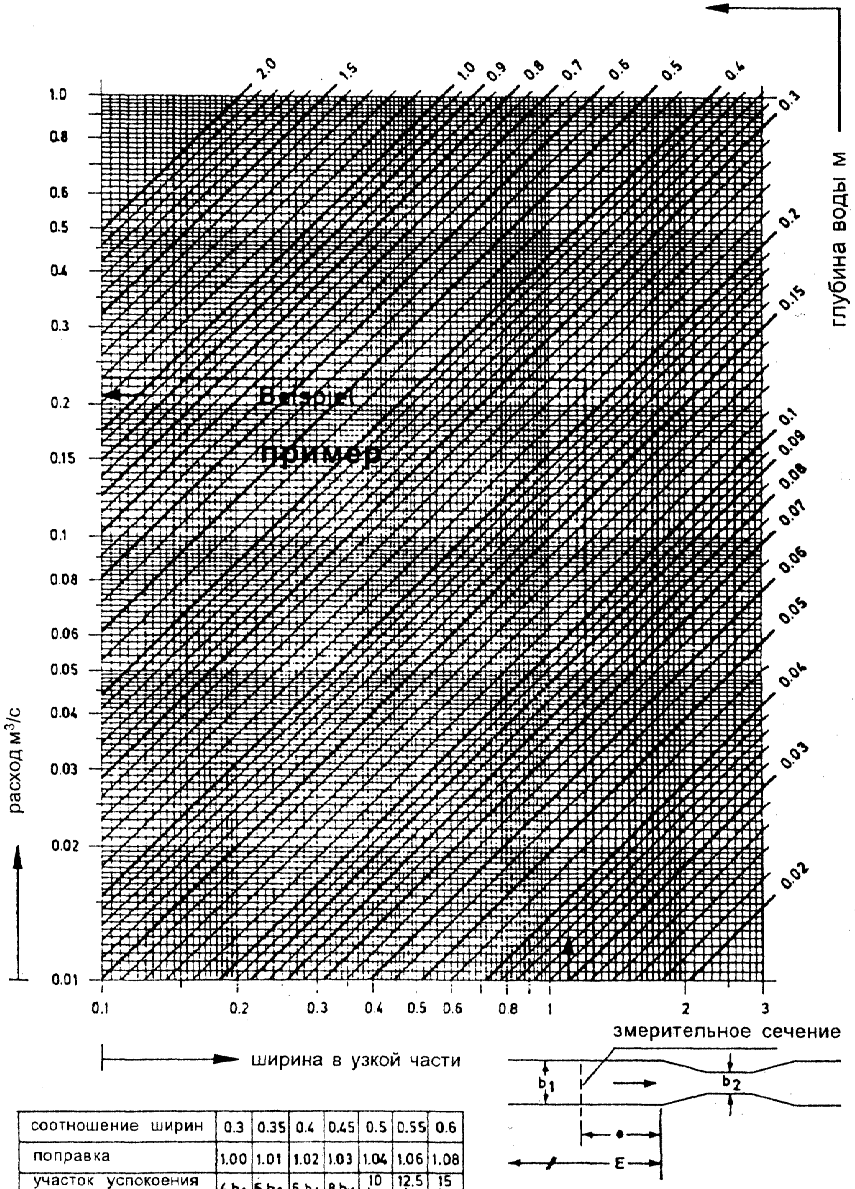
- Пневматического измерения на дне лотка;
- Емкостных измерительных зонды с изолированными поверхностями конденсатора;
- Пневмоемкостная передача измерений;
- Эхолота при помощи передатчика и сенсора звука или ультразвуковых импульсов.

Полученные с помощью этих устройств значения передаются на счетчик и показыват непосредственно суммарный, а при соответствующем оснащении записанные на самопишущем устройстве расход, т.е. записанный на специальных роликах.

Идентичный метод применяется также для зависящих от уровня переключателей и энергообеспечивающих аппаратов на насосных станциях или других устройствах.

Получаемые этими устройствами значения необходимо проверять через регулярные промежутки времени (от полугода до года). В случае применения лотков Вентури с прямоугольным поперечным сечением можно руководствоваться диаграммой на рис. 9.4:

1. Измеряется ширина лотка перед сужением (= b1) и в сужении (= b2).
2. Приблизительно измеряется глубина воды (высота подпора) перед сужением.
3. Измеренная глубина воды умножается на 5 (= e), устанавливается точка для точного измерения высоты подпора.
4. Глубина воды (h_1) измеряется в установленной точке и одновременно считываются показания расхода в лотке Вентури.
5. Из диаграммы в рис. 9.4 по ширине сужения b2 (в м) и глубине воды h1 (в м) вычисляем расход Q « в м3/с.
6. Из $\frac{b_1}{b_2}$ рассчитывается размер отверстия m.
7. Из таблицы получаем соответствующее „m" значение поправки „f"
8. Перемножаем значение Q с f и получаем расход Q.
9. Полученный расход Q сравнивается с показаниями расхода согласно пункта 4. В случае если полученные значения имеют погрешность, то расходомер должен быть заново поверен.



соотношение ширин	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6
поправка	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.06	1.08
участок успокоения потока	4 b_1	5 b_1	6 b_1	8 b_1	10 b_1	12.5 b_1	15 b_1

Рисунок 9.4: расход в лотке Вентури с прямоугольным поперечным сечением

Пример: ширина лотка b_1=2,0 м, ширина сужения b_2 = 1,2 м. e = 1,25 м (5 × 25 см) определённая в начале сужения глубина воды h_1 = 23 см. Из диаграммы получаем расход Q' = 0,23 м³/ч. Рассчитанный размер м 1,2/2,0 = 0,6, затем из таблицы по диаграмме получаем значение поправки f =1,08. Расход Q равен 0,23 x 1,08 = 0,2484 м³/ч = 248 л/с.

Для лотков Вентури с наклонными стенками составляются другие диаграммы или таблицы, которые должен представить производитель. Рекомендуется периодический контроль так называемого „положения нуля". Если сточные воды не поступают или кратковременно, например, на несколько минут, сточные воды не протекают через лоток, измерительные приборы должны показывать нуль. Если этого не происходит измерительные приборы должны проходить поверку. В большинстве случаев рекомендуется привлекать производителя или компетентные фирмы по техническому обслуживанию измерительных устройств.

Общие указания по обслуживанию и уходу за измерительными устройствами

На малых очистных сооружениях результаты измерений и соответственно показания устройства и числа на суммирующем счетчике считываются оператором очистных сооружений и вносятся в журнал предприятия. На сооружениях, имеющих самопишущие устройства в журнал заносятся лишь отдельные значения, так как полосы самописца также являются составной частью журнала. Частота регистрации в журнал определяется согласно руководству по эксплуатации, как правило, она должна производится не реже одного раза в день.

Для получения достаточно точных результатов измерений необходим регулярный контроль исследуемого участка и измерительных приборов. Исследуемый участок освобождается по всей длине от инородных тел и осадков, например, песка, боковые стены должны содержаться в чистоте. Поплавковые камеры необходимо проверять ежедневно и по меньшей мере еженедельно очищать. Поплавки необходимо чистить специальным устройством смазываться и испытываться на свободную подвижность. При пневматическом измерении расхода необходимо регулярно продувать трубы сжатым воздухом. При наличии пневматических коробов необходимо еженедельно чистить мем-

браны средством для промывки, зубной щеткой и обезжиривать, но только не потоком воды или давлением воздуха, так как мембраны могут быть повреждены. Необходимо проверять привод измерительных приборов и пишущих устройств, часовой механизм, привод электрического тока или комбинированный ток часового механизма. Часовой механизм необходимо постоянно заводить (так чтобы он не останавливался даже в выходные). При применении электрических приводов, электрический ток необходимо выключать до начала работ (необходимо помнить о последующем включении!). В самопишущем устройстве необходимо своевременно заменять бумагу и испытывать устройство для записи (специальное перо и др.). Рулоны бумаги для замены и картриджи должны быть в наличии в достаточном количестве и заранее заказываться. Время использования одного рулона бумаги составляет несколько недель.

Перед проведением обслуживания измерительных приборов оператор очистных сооружений должен изучить инструкции по обслуживанию фирмы-изготовителя и добросовестно соблюдать их при проведении обслуживания. Устройства очень восприимчивы к механическим и другим повреждениям. Серьезные повреждения могут устраняться только техником фирмы поставщика. Рекомендуется проведение ежегодного технического осмотра устройств, связанного с калибровкой, фирмой поставщиком.

На крупных канализационных очистных сооружениях *измерение образующегося количества осадка* производится зачастую трубами Вентури, в которых за счет сужения в трубе при изменении расхода возникает разность давлений. Имеющаяся разность давлений переносится измерительными приборами на специальную шкалу и считывается как расход или записывается самопишущим устройством. В последние годы широко стали использоваться *электромагнитно-индуктивнй расходомеры* MID.

Электромагнитный-индуктивный расходомер (MID)

В настоящее время наиболее широко на канализационных очистных сооружениях стали преимущественно устанавливать так называемые MID-дюкеры. Это измерительный прибор предполагает полное наполнение трубопровода. Установка электромагнитных индукционных расходомеров (MID) на напорных водоводах нецелесообразна, так как измерение производится при помощи насосов. Для неочищенных сточных вод накопление

осадков в трубопроводах приводит к отклонениям в измерениях. Для предупреждения этого необходимо проведение ряда мер.

- необходимо избегать измерений в лотках трубопроводов неочищенных сточных вод из-за возможности выпадения осадков.
- шиберы или другая арматура не должны устанавливаться рядом с датчиком.
- необходимо обращать внимание на гидравлически необходимые длины до и после прибора, которые должны составлять, в зависимости от строительных размеров(например, закругление, колено) от 2 до 5 диаметров.
- чтобы исключать засорения трубопровода, диаметр трубопровода должен составлять по меньшей мере DN 150.
- попадание воздуха и пены приводит к ошибкам в результатах измерения.
- в трубопроводах необходимо предусматривать возможность дублирования устройства для демонтажа (очистки измеряемого участка, ремонта, проверки нулевой точки); кроме того, требуется организация циркуляционного трубопровода.
- сужение трубопроводов в области расходомера оправдано только в том случае, если объем диапазона исследований должен быть меньше (неполная нагрузка). Необходимо обращать внимание на потери напора.
- подпор приводит к ошибкам в результатах измерений.

Недостатком этих устройств является то, что результаты замеров не могут быть проверены персоналом канализационных очистных станций, так как это возможно осуществлять только при помощью независимого метода измерения (например, мерный водослив). Для этого необходимо следует иметь соответствующее оборудование. Новые устройства должны обеспечивать простоту проведения проверки в измерительном преобразователе, лучше всего если они имеют систему автоматического самоконтроля при нарушении работы. Необходимо обращать внимание на возможность контрольного исследования с помощью определения электрических измерений. Для проведения такого контроля, как правило, должна вызываться специальная отраслевая фирма.

Из-за этих трудностей MID должны устанавливаться только тогда, когда в процессе эксплуатации установлено, что местные условия не допускают применение лотка Вентури.

Правила пуска устройств для измерения расхода сточных вод

- На малых очистных сооружениях предусматривают возможность измерения расхода, будь то лоток Вентури, ме-рный водослив или измерение мерной емкостью.
- На лотках Вентури ни в коем случае нельзя не учитывать отрезок успокоения потока в таблице или диаграмме.
- Все измерительные приборы имеют определенный диапазон, в котором они работают более точно, чем в другие. При выборе диапазона исследований необходимо обращать внимание на то, чтобы измерение расхода в сухую погоду были как можно более точными.
- Старые и новые расходомеры необходимо оснащать импульсными датчиками для пропорционального отбора проб от 4 до 20 мА (подробно см. отбор проб).

Измерение объема газа протекает аналогично измерению расхода воды в трубе Вентури. Из-за диафрагмы, установленной в трубе происходит падение давления, которое переносится на кольцевые весы и считывается как расход по показаниям стрелки. Ранее используемые сифонные газовые счетчики или поршневые газовые счетчики большей частью не пригодны для измерения количества газовой смеси.

Внимание:
Помещения с измерительными приборами газовой смеси взрывоопасны!

9.2.2 Цвет, запах

Данные показатели относятся к органолептическим методам контроля. Необходимо обращать внимание на то, чтобы анализ происходил сразу после отбора пробы, чтобы избежать изменений свойств пробы сточной воды, которые происходят достаточно быстро. Несмотря на то, что результаты исследований цвета и запаха субъективны, они позволяют проводить взаимное сравнение и говорить об изменении состава сточных вод.

9.2.3 Температура

Температура воды определяется термометром, который охватывает область от – 5 до +50 °С. При измерениях термометром необходимо обращать внимание на то, чтобы наконечник термометра с ртутью во время измерения находилась под водой.

Так как измерение температуры в пробе сточных вод, в некоторых случаях проводить затруднительно, тогда лучше использовать так называемый „Емкостной термометр", в котором вокруг сферы с ртутью расположена емкость для пробной воды. Этот емкостной термометр, к которому прикреплен пластмассовый шнур, держат от 1 до 2 минут в воде, затем вынимают – стараясь не выливать воду из емкости – и определяют температуру. Этого вполне достаточно, чтобы получить результат, округленный с точностью до 1,0 °С.

Как правило, температура сточных вод находится в промежутке от 10 до 20 °С, для грунтовых вод от 6 до 12 °С.

Для измерения наружной температуры измеряется должен располагаться в тени. Целесообразным является применение термометра с областью измерений от –30 до +50 °С, на котором фиксируется наивысшая и низшая температура от последнего отсчета.

В открытом метантенке температура осадка может измеряться при помощи „Емкостного термометра". В обогреваемом метантенке температура осадка измеряется как правило стационарно установленными термометрами (датчиками температуры), показания которого переносятся на удаленный от метантенка прибор. Для проведения измерений термометры располагают как минимум в 2 местах, однако обычно их устанавливают больше. Часто применяются самопишущие устройства. Поэтому необходима своевременная замена рулонов бумаги и заправка печатающих картриджей.

9.2.4 Глубина видимости, прозрачность, мутность

Для определения применяются различные методы:

Определение при помощи дисков видимости

Квадратный или круглый диск с длиной диаметром 20 см, который прикреплен в центре к одной из 10 размеченных по 10 см цепей или

стержней, опускается в исследуемую воду (= вторичный отстойник), до тех пор, пока диск еще можно различить. Глубина погружения называется „глубиной видимости в см". Результаты измерений зависят от освещения и остроты зрения проводящего исследование человека.

Определение при помощи цилиндра для определения прозрачности

Прозрачность определяется высотой слоя воды в цилиндре с плоским дном, через который можно прочесть текст, напечатанный согласно DIN 3,5. Прозрачность измеряется в сантиметрах.

Вместо цилиндра определения прозрачности по тексту производить измерения по кресту. Вместо текста в данном случае на дне находится освещенный крест. При этом измерении наполненный цилиндр опорожняется до тех пор, пока крест не становится отчетливо видным. Полученные данные в сантиметрах обозначаются как „относительная глубина видимости". Чистота устройства является основой точности измерений. Острота зрения проводящего исследование человека может оказывать также большое влияние на результат измерений.

Фотоэлектрическая нефелометрия

В этих устройствах мутность воды измеряется фотоэлектрическим методом (схоже с экспонометром фотоаппарата); такие устройства питаются от электрической сети или аккумуляторной батареи. На крупных очистных сооружениях также устанавливают самопишущие устройства непрерывной нефелометрии. Фотоэлементы должны регулярно очищаться, осевшая на них грязь или пыль может привести к ошибочным показаниям.

9.2.5 *Оседающие вещества, взвешенные вещества и объем осадка*

Оседающие вещества

Для определения количества оседающих веществ используют „Imhoff-воронку" также называемую воронкой осаждения или седиментационная воронка (рис. 9.5). Воронки выполняются из стекла или пластмассы и устанавливаются в подставку из древесины, пластмассы или укрепляется на штативах.

Седиментационная воронка заполняется пробой сточных вод до отметки 1 000 мл. Если пробы доставляются в производственное здание в больших емкостях, их содержимое перед отбором проб необходимо хорошо перемешать. Объем осаждающихся веществ определяется объемом осажденных веществ в воронке по прошествии 2 часов. За 15 минут до определения объема (т.е. после 1 3/4 часа) воронку резко поворачивают вокруг горизонтальной оси, для обеспечения падения прилипших к стеклянным стенкам частиц.

Для определенных исследований возможно сокращение времени осаждения до измерений с 2 ч до 30 минут. Результаты таких исследований сравнимы лишь между собой.

Содержание оседающих веществ в поступающих сточных водах (на входе в канализационные очистные сооружения), как правило составляет 1 – 20 мл/л.

Взвешенные вещества

Твердые вещества на выходе из канализационных очистных сооружений влиять на величину концентрации по ХПК и $БПК_5$. Принимая во внимание соблюдение определенных законодательными актами концентраций содержания загрязнений в воде и требований по сбросу очищенных сточных вод в водоемы, это нежелательно. Необходимо отметить, что впечатление, создающееся у человека при виде сточных вод, обычно говорит о гораздо более высоком содержании взвешенных веществ по сравнению с реальным. Поэтому необходимо как можно чаще проводить данный вид исследований сточных вод.

При достаточном вторичном отстаивании и отсутствии препятствий при эксплуатации биологических очистных сооружений содержание взвешенных веществ в очищенной сточной воде приблизительно составляет около 10 мг/л. При превышении этого значения до 30–50 мг/л необходимо говорить о повышенном выносе взвешенных веществ.

В 1 мг/л твердого вещества ХПК составляет от 0,8 до 1,6 мг/л и $БПК_5$ – от 0,3 до 1,0 мг/л. Соединения азота находятся в растворенном виде, поэтому содержание твердого вещества на выходе из канализационных очистных станций не оказывает влияния для контроля органически несвязанного азота. Фосфор,

напротив, за счет нерастворенных соединений может влиять на качество воды на выходе.

Взвешенные вещества являются важным параметром для расчета сооружений биологической очистки, в которых процессы нитрификации. Поэтому соответствующие измерения требуются на входе в сооружение биологической очистки. Концентрация взвешенных веществ может составлять около 200 мг/л (в неочищенных сточных водах между 300 мг/л и 500 мг/л).

Рабочая инструкция

Взвешенные вещества (АС) это выделяемые из сточных вод при помощи фильтра из стекловолокна типа Schleicher и Schüll номер 6 (S&S номер 6) *) осаждающиеся и плавающие вещества. Фильтры из стекловолокна обладают более меньшей степенью фильтрации, чем применявшиеся ранее бумажные фильтры. Исходя из этого фильтры из стекловолокна, в отличие от бумажных фильтров, не вбирают в себя влагу из воздуха и таким образом дают более точные результаты при взвешивании.

*) Также могут быть использованы Фильтры из стекловолокна фирм Satorius и Macherey&Nagel, так как они обладают схожими свойствами с фильтрами S&S номер 6.

Оснащение

Применение струйных насосов в данном случае более оправдано, чем электрических вакуумных насосов, так как фильтрация не должна прерываться при переполнении всасывающей емкости.

- В качестве альтернативы сушильному шкафу или микроволновой печи могут применяться устройства обезвоживания при помощи инфракрасного излучения
- Необходимо отдавать предпочтение вакуум-фильтрам с большой эффективной поверхностью фильтрования, например, от фирм Schleicher и Schüll GmbH (устройство GV 100) и Satorius GmbH.
- Точные весы должны быть оборудованы электронным индикатором и точностью до 1 мг.

Предварительные замечания к проведению исследований

Определение количества взвешенных веществ должно происходить сразу после отбора пробы, во избежание погрешностей из-за протекания процесса хлопьеобразования.

Если определение производится в большом объеме, то фильтруемые объемы должны быть определены таким образом, чтобы общий количество сточных вод могло быть отфильтровано в течение 5 – 15 минут, а полученная масса сухого вещества составляла минимум 20 мг. Для получения значений близких к 20 мг/л необходимо фильтрование около 2 л сточных вод.

Как правило, для городских сточных вод необходимо фильтрование в течение менее 15 минут:

50 – 200 мл сточные воды (после решеток)
100 – 500 мл на выходе из первичных отстойников
500 – 3 000 мл на выходе из вторичных отстойников после биологической ступени очистки

При более длительном периоде фильтрования производительность повышается несущественно. Более короткий период фильтрования возможен в случае применения напорных фильтров. Их приобретение оправдано в случае необходимости скорейшего получения результатов исследований концентрации взвешенных веществ.

Проведение исследований

- Фильтры из стекловолокна укладывают в фарфоровые емкости и пропускают около 0,5 л чистой водопроводной воды.
- Фильтры сушат 1 час в сушильном шкафе *) при температуре 105 °C ± 2 °C, охлаждают около 5 минут в эксикаторе и взвешивают с точностью до 1 мг.
- На внешней стороне фильтра водостойким фломастером ставят номер фильтра или пробы, номер и вес фильтра вносят в специальную книгу учета фильтрования **).
- Пробу сточных вод хорошо перемешивают и отливают необходимый для проведения исследования объем.
- Фильтры укладывают в фарфоровые емкости, немного увлажняют водопроводной водой и прикрепляют при помощи вакуума.
- Фильтруют отмеренную пробу сточных вод и оставляют фильтр на одну минуту.
- Фильтры сушат 1 час в сушильном шкафу *) при температуре 105 °C ± 2 °C, охлаждают около 5 минут в эксикаторе и взвешивают на лабораторных весах.

– Объем профильтрованных сточных вод и вес фильтра после фильтрования вносят в специальную книгу учета фильтрования.

*) При применении микроволновых печей или инфракрасных шкафов, сушку производят до установления постоянного веса.

**) рекомендуется, чтобы таким образом было подготовлено несколько фильтров.

Оценка

Взвешенныеп вещества рассчитываются по указанной ниже формуле:

$$\frac{\text{(Вес фильтра после фильтрования – вес фильтра до фильтрования)} \times 1000}{\text{объем профильтрованной сточной воды}} = \text{взвешенные вещества в мг/л}$$

Результаты округляются до 1 мг/л, при значениях более 100 мг/л до 10 мг/л. Весы должны обладать точностью и возможностью счи-тывания не менее 1 мг.

Для определения $БПК_5$ и ХПК из биологической сооружений (биопрудов) необходимо брать лишь прозрачные, бесцветные, не мутные пробы.

В постановлении о сточных водах предписано:
Пробы, отобранные из биологических прудов, которые рассчитаны на время пребывания равное 24 часам и более, обладают стойким цветом за счет водорослей, поэтому определение ХПК, $БПК_5$, NH_4-N, NO_3-N и Робщ необходимо проводить в пробах очищенных от водорослей. В этом случае определенные концентрации снижаются для ХПК на 15 мг/л и для $БПК_5$ на 5 мг/л.

Это означает, что пробы должны быть профильтрованы для отделения плавающих веществ, преимущественно планктона. В противном случае водоросли привели бы к ошибочным результатам исследований. Причиной ошибок было бы, повышенное потребление кислорода водорослями для дыхания (в темноте) и отмирании. Поэтому пробы с водорослями дают в итоге более высокие значения. Ошибка измерений, которая возникает, при удалении вместе с водорослями других плавающих веществ, для биологических прудов относительно мала.

Объем осадка

В аэротенках содержание активного ила определяется не в седиментационной воронке, а в цилиндре (рис. 9.6) (также выполняемый из пластмассы). Проба из аэротенка переливается в цилиндр до отметки 1000 мл. Уровень поверхности осадка определяется после 30 минутного отстаивания и указывается в мл/л.

Если полученный объем осадка составляет более 250 мл/л необходимо повторение измерений с предварительным разведением. Для этого цилиндр наполняют, отобранной для анализа пробы активного ила (например, до отметки 500 мл активным илом) и доливают затем до отметки 1000 мл сточными водами из вторичного отстойника и после 30 минут экспозоции определяют объем осадка, например, 200 мл.

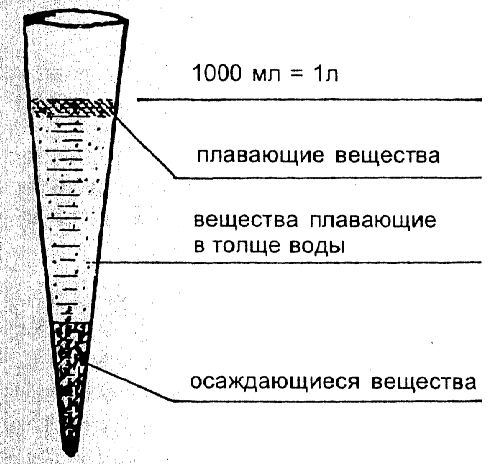


Рисунок 9.5: Седиментационная воронка

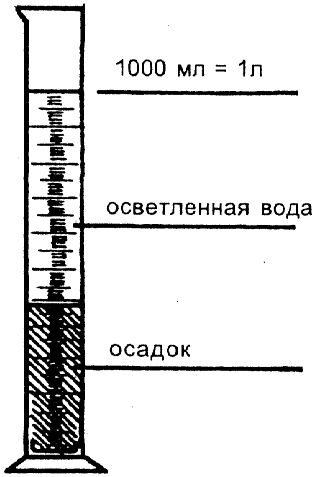


Рисунок 9.6: Постоянный цилиндр

Разведение было 500 мл + 500 мл, то есть 1 + 1 (один к одному). Следовательно, коэффициент разведения равен 2, поэтому в эксплуатационный журнал необходимо вносить 2 x 200 мл/л. Если полученное значение все еще больше 250 мл/л, необходимо повторное разбавление. Например, цилиндр наполняют, вплоть до отметки 250 мл активным илом и доливают сточной водой, так как

было описано в предыдущем примере. Разведение составляет 250 + 750, то есть 1+3, коэффициент разведения, следовательно равен 4. Если уровень осадка после 30 минут отстаивания составляет, например, 180 мл, то в журнал вносится 4 x 180 мл / л.

9.2.6 *Сухое вещество и иловой индекс*

Для осадка определяется содержание сухого вещества (TC_R). Оно обозначается также как концентрация сухого вещества, содержание твердого вещества или содержание осадка. Единица измерений – г/л.

Масса осадка по сухому веществу – это сухое вещество – или сухая масса (mT) – с единицей измерения кг, г или мг. Определение содержания сухого вещества активного ила отличается от определения аналогичных величин в сыром осадке и сброженном осадке.

Содержание сухого вещества в активном иле (TS_{BB}) и в возвратном активном иле (TS_{RS}).

В аэротенках время от времени необходимо определять содержание сухого вещества в активном иле и циркуляционном активном иле. В зависимости от размера установки определение производится от одного раза в день до раза в неделю.

При этом основное количество воды пробы удаляется фильтрованием, а оставшаяся вода удаляется испарением в сушильном шкафе при 105 °C. Перед фильтрованием объем активного ила целесообразно подержать в течение нескольких часов в мерном цилиндре для уплотнения, затем сливается иловая вода и, наконец, активный ил. Для этого могут применяться фильтры, укладываемые в стеклянные воронки. Для другого ускоренного метода используется круглый фильтр с загрузкой из пористых фарфоровых плиток. Он ставится на трубопровод, который присоединен в струйному насосу. С помощью насоса вода протекает через фильтр. Фильтр с влажным осадком укладывается на „часовое стекло" или фарфоровую чашу, и сушится при температуре 105 °C в сушильном шкафе и после охлаждения (возможно в эксикаторе) взвешивается. От этой полной массы отнимается вес (заранее!) взвешенного, фильтра и полученная сухая масса пересчитывается на 1 л активного ила. Если объем пробы был

1 000 мл, то время сушки составляет минимум 12 часов, если проба составляет лишь 100 мл, достаточно от 1 до 2 часов. Результат более точен при фильтровании 1000 мл.

Для сушки осадка также могут быть использованы микроволновые печи. Это позволяет существенно сократить время сушки. Сравнительное исследование сушильного шкафа и микроволновой печи в лаборатории водного хозяйства Федеральной земли Баварии привело к следующим результатам:

Активный ил:

250 мл профильтровано.

3 пробы проходили обработку в сушильном шкафу по обычному методу (12 часов при 105 °C).

3 пробы проходили обработку 8 минут в микроволновой печи при полной производительности. После дополнительных 3 минут дальнейшего изменения веса не наблюдалось (фильтр на часовом стекле).

Сброженный осадок:

60 г осадка разделены на 3 равновесные пробы.

Пробы проходили обработку в сушильном шкафу (12 часов при 105 °C).

3 пробы проходили обработку в микроволновой печи 28 минут. После дополнительных 3 минут дальнейшего изменения веса не наблюдалось (сосуд для выпаривания).

Управление микроволновой печью относительно просто, распыления осадка не наблюдалось. Однако, отмечено значительное распространение запаха во время протекания процесса сушки.

Для исследования использована микроволновая печь мощностью 700 Вт. Результаты почти совпадают, прежде всего, для сброженного осадка. Преимущества применения микроволновой печи состоит в экономии времени и расходов.

Для содержания сухого вещества (зольности) активного ила верно характерно, что чем выше это значение, тем больше нагрузка по загрязнениям на отстойник. Наиболее благоприятными значениями являются 3 – 7 г/л.

Результат

	Сушильный шкаф			Микроволновая печь		
Активный ил	1	3,98		1	4,12	
Содержание сухого	2	3,95	ср. 3,92	2	4,08	ср. 4,06
вещества TSR в г/л	3	3,82		3	3,99	
Сброженный осадок	1	11,5		1	12,7	
Сухой остаток	2	12,6	ср. 12,3	2	12,6	ср. 12,6
TR в %	3	12,7		3	12,6	

В настоящее время существуют устройства, которые позволяют фотометрическим способом определять объем осадка и содержание в нем сухого вещества.

При фильтровании осадка небольшой влажности, например, после механического обезвоживания, для экономии времени и пробу осадка помещают для выпаривания в сушильный шкаф, такой осадок называют также выпаренным осадком. При обычном определении содержания сухого вещества, растворенные соли удаляются из пробы вместе с фильтратом и соответственно их концентрации не определяются. Выпаренный осадок содержит растворенные соли, для обезвоженного осадка содержанием растворённых солей можно пренебречь. Только при высоком содержании солей или очень высокой влажности выпаренный осадок может иметь значительно более высокие значения по содержанию сухого вещества.

„Иловой индекс" это объем, который занимает 1 г сухого вещества при продолжительности отстаивания 30 минут, определяющий с какаой скоростью осаждается активный ил. Иловой индекс вычисляется путем деления объема активного ила, после 30 минут отстаивания (мл/л), на содержание сухого вещества (г/л) в иловой смеси. Иловый индекс нормально работающего активного ила составляет от 80 до 150 мл/г. При более высоком иловом индексе следует говорить об „образовании вспухшего активного ила", которое вызывается в большинстве случаев нитчатыми микроорганизмами. Вспухание активного ила происходит при резком перепаде температур весной и осенью, а также вследствие сброса промышленных сточных вод.

Совет для сокращения времени по определению концентрации сухого вещества:

При добавлении нескольких капель 0,2 %-ного раствора органического коагулянта, например, Praestol 444 K, время уплотнения активного ила значительно сокращается.

Сухой остаток сырого и сброженного осадков

Для определения сухого остатка сырого (свежего) осадка или сброженного осадка в противоположность активному илу проба осадка отмеряется не в мерный цилиндр и фильтруется, а сначала взвешивается и выпаривается, так как фильтрованием тяжело отделить иловую воду сырого (свежего) осадка или сброженного осадка. При выпаривании осадка в нем остаются не только нерастворенные вещества, но и растворенные в иловой воде вещества, прежде всего, соли.

Хорошо перемешанная проба осадка переливается в количестве от 30 до 40 г (около 2 – 3 столовых ложек) в специальные фарфоровые чашки или из алюминиевой фольги и взвешивается.

Краткое руководство по определению содержания сухого вещества, сухого остатка и расчету илового индекса представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных сооружениях" [16].

9.3. Определение химических показателей сточных вод

9.3.1 Концентрация растворенного кислорода

Измерение концентрации растворенного кислорода необходимо определять только в аэротенков, так как – в отличие от биофильтров, в которых сточные воды за счет капель получают достаточное количество кислорода – здесь существует опасность, что в аэротенке может находится слишком мало кислорода.

Аэротенки должны эксплуатироваться таким образом, чтобы содержание O_2 составляло минимум 1 – 2 мг/л, например, во время пиковых нагрузок. Более высокие значения концентраций кислорода не наносят вреда активному илу. Для нитрификации в аэротенке необходимо поддерживать концентрацию растворенного кислорода выше 2 мг/л.

Содержание кислорода может определяться либо посредством электронных измерительных приборов, либо химическим путем. Измерительные приборы состоят из измерительного датчика (чувствительный элемент, измерительный электрод) и индикатора, в котором считывается содержание кислорода. Устройства могут быть либо переносными или установленными стационарно. Для крупных очистных сооружений они должны быть установлены стационарно и должны иметь записывающее устройство. При помощи этих приборов осуществляется автоматическое управление содержаниеим растворенного O_2 в аэротенке.

У переносных устройств датчик должен всегда содержаться во влажной среде, так как только при достижении достаточной скорости тока в электроде, получаются достоверные результаты. Если ток не достаточен, электрод должен передвигаться вручную. По меньшей мере один раз в неделю приборы необходимо проверять путем калибровки.

Для определения концентрации растворённого кислорода в полевых условиях уже несколько лет существуют имеются тестовые наборы инструментов (тестовые ящики), с помощью которых работы производятся в соответствии с методикой проведения лабораторных исследований. Краткое руководство по обслуживанию электронного аппарата определения концентрации растворённого O_2 и по определению кислорода в полевых условиях представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

9.3.2 *Химическая потребность в кислороде (ХПК)*

Определение ХПК при помощи бихромата калия

На сегодняшний день ХПК обычно определяют при помощи бихромата калия.

Под понятием ХПК (по-английски COD) упрощено следует понимать – количество кислорода в мг, которое требуется для химического окисления всех окисляющихся веществ, содержащихся в литре воды. Поэтому ХПК имеет размерность в мг O_2/л.

ХПК не является заменой такого параметра как $БПК_5$. При проектировании и расчете сооружений биологической очистки сточных вод применяется параметр $БПК_5$, так как только $БПК_5$ отражает

процессы, которые протекают при биологической очистке сточных вод и в водоемах.

ХПК и $БПК_5$ являются показателями степени загрязненности сточных вод, однако методы определения концентрации того или другого существенно разнятся, например:

- При определении $БПК_5$ производится окисление органических загрязнений при помощи микрофлоры.
- При определении ХПК производится окисление органических веществ при помощи химических соединений.
- При определении $БПК_5$ не учитываются биологически не окисляемые вещества.
- При определении ХПК учитываются также и биологически не окисляемые вещества, которые не вызывают в водоемах повышенного потребления кислорода. Без очистки они не могут быть сброшены в водоемы, так как могут наносить ущерб системе питьевого водоснабжения и затруднять очистку воды для целей питьевого водоснабжения.
- Для определения $БПК_5$ могут отбираться пробы только после первичных отстойников (например, перед определением должна контролироваться величина pH, замороженная проба должна осторожно размораживаться (например, в микроволновой печи), в пробе должно содержаться достаточно азота и фосфора, для снижения содержания азота при отборе пробы очищенной воды в пробную емкость необходимо добавлять *Allylthioharnstoff* (ATH)).
- Для определения ХПК проба может отбираться без вышеупомянутых мероприятий.
- Определение $БПК_5$ продолжается в течение 5 суток (высокие затраты времени) и требует автоклава или пространства с постоянной температурой от 20°C.
- Определение ХПК продолжается около 3 часов, результат становится известен в день проведения исследований.
- Для бытовых сточных вод среднее значение $БПК_5$ обычно составляет: для неочищенных сточных вод – 300 мг/л, для сточных вод после ступени механической очистки от 200 мг/л, после биологической ступени от 5 – 25 мг/л.
- Значения ХПК пробы воды выше, чем значение $БПК_5$. Таким образом, для городских сточных вод оно составляет от 600 мг/л, для сточных вод после механической очистки от 400 мг/л и после биологической ступени от 25 – 90 мг/л.

– Использованный для окисления азота O_2 почти не отражается в значении ХПК.

На промышленных предприятиях разница между значениями ХПК и $БПК_5$ гораздо больше, так как они могут содержать биологически не окисляемые соединения. Они оказывают влияние только при определении ХПК, и не сказываются при измерении $БПК_5$.
В перерасчете на одного жителя в день (т.е. количество сточных вод г концентрацию загрязнений сточных вод), получаем:

$БПК_5$: 200 л/(чел.сут) × 0,300 г/л = 60 г/(чел.сут), и для
ХПК: 200 л/(чел.сут) × 0,500 г/л = 100 г/(чел.сут).

ХПК предписан AbwV и AbwAG для определения окисляемых веществ, в том числе и для определения концентрации трудноокисляемых соединений. ХПК выбран в качестве основной характеристики для сброса сточных вод, так как в нем полностью отражаются органические вещества и данный анализ позволяет сравнивать степень загрязненности производственных и бытовых сточных вод.

Метод DIN определения ХПК, как это указано в постановлении о сточных водах, является методом, в котором используются весьма ядовитые химические реагенты. Поэтому данный метод исследования применяется только в крупных лабораториях со специально подготовленным техническим персоналом. Исследование требует относительно большого объема проб (от 20 до 50 мл), что соответственно требует большого количества достаточно дорогих реагентов. Точность результатов весьма высока и данные результаты применимы также для решения спорных (конфликтных) вопросов (так называемый третейский метод).

Так как этот лабораторный метод обычно редко применяется на канализационных очистных станциях, был разработан специальный ускоренный метод. Здесь персонал не имеет контакта с опасными регентами, так как они транспортируются в закрытых кюветах. Загрязнения сточных вод окисляются аналогично методу DIN в специальной камере под воздействием повышенных температур при помощи бихромата калия, потребление окисляющих реагентов определяется не титрованием (немецкий промышленный стандарт DIN), а фотометрически. Значения ХПК ниже 150 мг/л (небольшой диапазон измерений) измеряются по потреблению желтого бихромата калия, а более высокие значения

измеряются по концентрации возникающего при окислении зеленого хром(III)-иона. Ускоренный метод определения ХПК требует небольших объемов проб (например, 2 мл) и малое количество реагента. Разумеется, объем каждой пробы должен быть определен весьма точно. Объем может определяться и получившим специальное образование оператором очистных сооружений, во время проведения измерений он должен обязательно быть одет в защитные очки, перчатки и фартук. Ядовитые химические реагенты оста-ются в кюветах, которые после одноразового использования отправляются обратно производителю.

Ускоренный метод прекрасно подходит для определения ХПК в рамках проведения мероприятий по самоконтролю работы очистных сооружений.

При сравнении величин ХПК и $БПК_5$ можно исходить из того, что для городских сточных водах ХПК на входе в очистные сооружения, примерно, в два раза выше чем $БПК_5$, в то время как на выходе из них ХПК может быть во много раз больше $БПК_5$ (например, в 4 – 5 раз).

Из-за разнообразия типов устройств для ускоренного метода определения ХПК не существует унифицированной технологической инструкции. Поэтому производить эти определения следует в соответствиями с методиками по эксплуатации, разработанным производителем. Сначала измеряются существующие в сточной воде химически окисляемые органические соединения. Для этого кювета с пробой выдерживается 2 часа в сушильном шкафу при температуре 145 °C. Затем путем на фотокалориметре определяется потребление окисляющего реагента – бихромата калия.

Краткое руководство по определению ХПК ускоренным методом представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

Расчет среднего значения ХПК.

ХПК пробы – это среднее значение, полученное из 3 параллельных анализируемых проб. Так называемые не сходимые результаты не учитываются. Выброс определяется тогда, когда значение ХПК значительно отличается от среднего значения отдельного *измерения (называемого средним).*

- Менее 150 мг/л (небольшой диапазон измерений) значение около 15 мг / л или более
- Более 150 мг/л (большой диапазон измерений) значение около 10% или более

Пример:

1. Измерение 75 мг/л (среднее)
2. Измерение 72 мг/л
3. Измерение 91 мг/л (выброс)

При не сходимости результатов более одного необходимо повторение измерений и поиск причины ошибок.

Наиболее распространенные причины ошибок

Точность производственного метода ХПК весьма высока. Если, тем не менее, происходит рассеивание результатов измерений, этому могут быть следующие причины:
Неточность дозирования пипеткой:
Точность пипетки должна была контролироваться ежеквартально взвешиванием всасываемого объема воды. Вес 2 мл дистиллированной воды при комнатной температуре должен составлять от 1,98 до 2,02 г.

Взвешенные вещества / хлопья осадка:
ХПК 1 мг биопленки биофильтра или активного ила составляет около 1 мг. Из-за малого объема пробы (2 мл) в плохо гомогенизированных пробах могут получаться значительные погрешности. Поэтому рекомендуется добавление пробы пипеткой при постоянном перемешивании, лучше всего посредством магнитной мешалки при средней частоте вращения.

Плавающие вещества в пробе:
Раствор для фотометрии должен быть прозрачным. Неосторожное обращение с охлажденной кюветой может привести к образованию взвеси тяжело осаждающегося в холодном растворе осадка. В таких случаях кювета должна повторно нагреваться до температуры более чем 100 °С и лишь затем после повторного охлаждения должно определяться ХПК. Повторное нагревание не приводит к повышению значения ХПК.

Из-за применения ядовитых реагентов и дорогих методов удаления отходов, в частности, при определении методом немецкого промышленного стандарта (DIN), все больше появляется сомнений

в необходимости определения ХПК. Альтернативой ему предлагается ТОС (Total Organic Carbon = общий органический углерод). Он может быть определен без применения химических реагентов. Однако здесь необходимо применение большого числа измерительных приборов, а простой производственный метод до сих пор не разработан. ТОС подходит как для непрерывного контроля на входе на очистные сооружения, так и для контроля очищенной сточной воды. Отношение ХПК: ТОС является удобной величиной для оценки, содержащихся в сточных водах веществ. ТОС не прописан в Законе о воде и Законе о сбросе сточных вод в систему канализации. В AbwV § 6 абзаце 2, однако, указывается, что установленное значение ХПК в Постановлении о качестве воды для организации, выпускающей сточные воды в канализацию, считается не допустимым, если оно не превосходит в четыре раза концентрации ТОС.

9.3.3 *Стабильность (метиловая голубая проба), загнивание*

Определение стабильности происходит при помощи так называемой *метиловой голубой пробы*. При этом испытании определяется время до полного обесцвечивания добавленного в пробу метилового голубого. Оно дает основание для определения количества присутствующих в сточной воде способных к загниванию веществ. Так как для метода существуют много мешающие факторов, он не подходит для сильно загрязненных сточных вод (на входе в очистные сооружения) и для очень цветных или мутных вод; он применяется часто для доказательства, возможности загнивания сточных вод на выходе из биологической очистных сооружений.

Краткое руководство по определению стабильности производственным методом представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

Способность к загниванию (сероводородный тест)

Для очень цветных или содержащих осадок сточных вод иногда невозможно определить степень обесцвечивания, в этом случае о способности к загниванию можно судить путем установления объема возникающего при брожении сероводорода. Этот метод называется также *сероводородной пробой* и проводится при помощи бумаги, пропитанной ацетатом свинца. Для этого в сте-

клянную бутыль с узким горлышком емкостью 200 – 250 мл наливают до 5 см сточной воды и в воздушной прослойке над пробой, перед тем как герметично закрыть бутыль, укрепляют увлажненные (от 1 до 2 капель дистиллированной воды) белые полосы бумаги ацетата свинца. Полосы бумаги не должны доставать до воды. Бутыль хранится в тех условиях, что и метил-голубая проба и параллельно наблюдаются процессы, протекающие в ней. В присутствии сероводорода, бумага бледнеет. Сначала ее цвет становится желто-коричневатым, а затем серо-черным. Для неочищенных или прошедших ступень механической очистки сточных вод время выцветания в большинстве случаев составляет от 5 до 10 часов, для сточных вод после биологической очистки по прошествии 5 дней бумага еще не должна начать выцветать. Бумагу ацетата свинца необходимо хранить в сухом месте без доступа воздуха. Старая или неправильно хранившаяся бумага ацетата свинца плохо изменяет цвет. В обоих методах не происходит обесцвечивания (метил-голубая проба) и соответственно выцветания (ацетат свинца), если процесс загнивания затруднен наличием ядовитых веществах в пробе. Таким образом, параллельно может быть определено наличие ядовитых веществ в неочищенных сточных водах.

Существует соответствующий тестовый набор инструментов для определения сероводорода.

9.3.4 Величина pH

Значение величины pH в канализационной технике представлено в разделе Состав и свойства сточных вод.

При значении pH ниже 6,5 повышается опасность коррозии бетона. Если на входе в очистные сооружения зафиксированы значение pH ниже 6 или выше 9, то можно сделать вывод о возможности нарушения процессов очистки сточных вод. Таким образом, низкие или высокие значения pH вызываются почти всегда недопустимым сбросом производственных сточных вод.

В то время как величина pH имеет особое значение для процессов очистки сточных вод и сбраживания осадка, так же и величина pH очищенной сточной воды является решающей величиной для контроля состояния водоема.

Для малых очистных сооружений, к которым не подводятся промышленные сточные воды, в большинстве случаев достаточно определения значения pH посредством „лакмусовой бумаги". Это полосы бумаги, которые пропитаны несколькими pH индикаторами (= цвет, изменяется при определенных значениях pH). Измерение pH при помощи цветовых показателей, однако, весьма не точен. Вместо полос бумаги предлагаются также „pH-метры". На крупные канализационные очистные сооружения очень часто поступают производственные сточные воды, которых оказываю влияние на величину pH. Поэтому на таких станциях необходимо непрерывное точное измерение значения pH.

Точные значения pH (с точностью в долях от единицы pH до 0,1 или 0,05) дают электронные приборы, которые выпускаются как устройства с питанием от аккумуляторных батарей, от сети или с комбинированные питанием. По возможности перед каждым измерением прибор необходимо поверять, т.е. необходимо устанавливать pH по значению буферного раствора. Необходимо обращать особое внимание на то, чтобы стеклянный электрод постоянно был влажным, так как иначе он быстро выйдет из строя. Стеклянный электрод имеет даже при тщательном обслуживании срок службы около 2 лет. Необходимо всегда иметь запасной электрод для замены вышедшего из строя. В остальном следует соблюдать руководство по эксплуатации устройства.

Стационарная установка pH-метра с самопишущим устройством необходима, например, на входе в песколовки и выходе из них. Датчик необходимо регулярно чистить (от ежедневно до еженедельно). При образовании корочки следует удалять смачиванием малым количеством соляной кислоты, масло и жир могут быть удалены растворителем (бензин и т.п.). Исходя из этого целесообразно иметь в распоряжении переносные pH-измерительные приборы, чтобы иметь возможность проверять качество спускаемых в канализационную сеть производственных сточных вод и проб осадка.

В качестве помощи при возникновении погрешностей при измерении pH или выставлении прибора можно воспользоваться следующей таблицей:

Погрешность	Причина	Устранение
Результаты измерений сильно колеблются	а) электрод больше не находится в жидкости (KCl)	Жидкость доливают
	б) Влажность в розетке	Сушить феном
	в) электрод вышел из строя	Замена электрода
	г) утечки тока за счет плохого заземления мешалки и т.п.	Проверка заземления
	д) закрыто стекло диафрагмы	Очистка или замена
Измерение нельзя выставить, например при pH=4	а) старение электрода	замена электрода
	б) влажность в розетке или pH-кабеле	Сушка феном
	в) слой внутренней изоляции попал в штекер или в розетку	Удаление полупроводникового слоя.
Показания, несмотря на добавкущелочи или кислоты, не изменяются или изменяются незначительно	а) Электрод загрязнен	Очистка электрода
	б) Влажность в розетке или в pH-кабеле	Сушка феном
	в) старение электрода	Замена электрода
Измерения не происходит Отсутствие индикации	а) электрод вышел из строя	Замена электрода Замена усилителя
	б) вышел из строя усилитель	Проверить электрическое
	в) прерывание в розетке или в pH-штекере	соединение

Краткое руководство по настройке электрических pH-метров представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

9.3.5 *Кислотность иловой воды*

При анаэробном сбраживании из органических веществ в качестве промежуточных продуктов образуются органические кислоты (содержание масляной кислоты, содержание жирных кислот). Плохо сброженный осадок отличается высоким содержанием органических кислот, которые могут вызвать снижение величины pH осадка и образование неприятного запаха. Наряду в осадках могут присутствовать незначительная концентрация буферных, т.е. pH-стабилизирующих карбонатов и бикарбонатов (далее щелочность или резерв извести).

Не всегда неисправность в метантенке может своевременно и с удовлетворяющей ясностью быть определена по значению pH, так как это значение при возникновении помех в процессе сбраживания первоначально изменяется лишь на несколько десятых долей, что может остаться легко незамеченным. Наряду с наблюдением ежедневного объема газа и содержания CO_2 в газовой смеси к самым важным мероприятиям по контролю процесса сбраживания осадка относятся определение щелочности и органических кислот. Щелочность и органические кислоты можно определить с достаточной для канализационных очистных станций точностью достаточно простым способом.

Методика:

20 мл иловой воды, получают путем фильтрации через бумажный фильтр, титруются в пластмассовой емкости объемом 50мл 0,1n раствором серной кислоты до значения pH точно 5,0. При этом электрод pH-метра постоянно находится в водном растворе; для перемешивания содержимого емкости используется магнитная мешалка. Необходимое для достижения pH = 5,0 количества в 0,1n серной кислоты обозначается как объем A. Затем титрование продолжают до pH = 4,0, причем после каждой капли раствор на некоторое время оставляют в покое. Необходимое количество кислоты обозначается как объем B.

Объем A – это мера для определения резерва извести и тем самым буферных свойств осадка. Как правило, значение A составляет 5 – 10 мл. Более *важным,* чем объем кислоты, является своевременное распознавание уменьшения объема A. При пониженных значениях резерва извести в течение нескольких дней, существует большая вероятность возникновения

помех в процессе сбраживания, без существенных изменений величины pH.

Объем B – это мера для определения содержания органических кислот. В хорошо сброженных осадках значение B составляет менее 1 мл. В данном случае изменение этого значения также весьма *важно*, для этого необходимо обращать внимание на увеличение потребления кислоты. Повышение на величину от 0,3 до 0,5 мл необходимо расценивать как сигнал снижения расщепления кислоты. Величина pH при этом не уменьшается, так как это увеличение не имеет никакого воздействия на органические кислоты.

Устройства и химические реагенты:

Лабораторный или переносной pH-метр
Бюретка, 15 мл, 0,5 л запасная емкость
Пластмассовые емкости, 50 мл
0,05 моль/л (0,1 N) раствор серной кислоты, 1 л (номер 1.09074.1000)

9.3.6 Электропроводность

Так как на канализационных очистных станциях иногда может происходить изучение также результатов исследований проб из других точек отбора, например, промышленных сточных вод или водоемов, для которых необходимо измерение этого параметра.

Кислоты, щелочи и соли существуют в воде в значительной степени как электрически заряженные частицы (ионы). Чем больше их в воде, тем лучше она проводит электрический ток. Проводимость измеряется при помощи датчика или электрода. Если кислоты и щелочи, как, например, в городских сточных водах, представлены незначительно, проводимость является мерой для определения солей в воде. В городских сточных водах содержание солей обычно незначительно. Оно не может влиять на канализационные очистные станции, поэтому в этом случае электропроводность определять не нужно.

9.3.7 Ферментативная реакция (тест TTC)

Тест TTC – это составная часть Немецких единых методов исследования воды, сточных вод и осадка (DEV/L3). Так как активность

энзимов (ферментов) связана с живыми клетками бактерий, степень стабилизации осадка может быть приблизительно установлена посредством величины измеримой фотометрическими методами.

Для оценки степени стабилизации (т.е. по возможности более долгой неспособности к загниванию), был разработан тест для канализационных очистных станций

Для этого необходимо иметь, кроме автоклава и мерного цилиндра – устройств, которые и так имеются в наличие на большинстве канализационных очистных станций – несколько пробирок с резиновой пробкой и как реагент 2, 3, 5-трифенилтетразолиу-мхлорид (TTC). Его можно приобрести в системе торговли хими-ческими реактивами под номером 59460.0005, объем 5г.

Рабочая инструкция

1. Определяют концентрацию твердого вещества осадка или принимают её равной 20%.
2. 20 мл осадка в мерном цилиндре разбавляют водой из вторичного отстойника до значения TS около 1 г/л. Для расчета смеси применяют правило креста. Пример:
   Или 20 мл осадка + 70 мл воды дают в итоге 90 мл с 1 г/л TS
3. Разбавленную пробу осадка нагревают на водяной бане до 25 °C. 10 мл этой пробы выливают пробирку с 1 мл 0,5%-ного раствора TTC. Ее закрывают резиновой пробкой и хорошо перемешивают содержимое. Потом пробирку сразу ставят в предварительно нагретый до 25 °C автоклав.
   Внимание: температура в автоклаве может отличаться максимально на 2 °C от заданного значения в 25 °C, необходимо избегать попадания света в автоклав.
4. через 30 или 60 минут спустя, проверяют осадок и его окрашивание в красный цвет.
5. Оценка: Если спустя час хлопья осадка не окрашиваются в красноватый цвет, то следует констатировать, осадок достиг „технической аэробной границы стабильности". При недостаточно стабилизированных осадках уже через 30 минут, самое позднее через 60 минут, появляется отчетливый красный оттенок.

9.3.8 Азот аммонийный (NH_4-N)

Наряду с органическими веществами ($БПК_5$) в сточных водах присутствуют также соединения азота. На входе в очистные сооружения эти соединения азота преимущественно существуют в виде азота аммонийного. NH_4-N измеряется в мг/л.

Так как азот аммонийный в водоемах расходует кислород, важно, чтобы концентрация NH_4-N на выходе из канализационных очистных станций была как можно более низкой. Требуемые предельные значения NH_4-N прописаны для канализационных очистных станций, которые рассчитаны на количество жителей более 5 000 чел. В данном случае нельзя допускать превышения после биологической ступени 10 мг/л в летний период – с мая по октябрь при температурах сточных вод более 12 °C. Для достижения этого, канализационные очистные станции должны быть рассчитаны на нитрификацию.

Средне значение NH_4-N на входе на городские очистных сооружения составляет около 20 – 50 мг/л и, если не предусмотрено никаких особых мер для его снижения, то для слабонагруженных сооружений в очищенной сточной воде оно уменьшается в два раза. Вместе с $БПК_5$ и ХПК, NH_4-N является величиной, зависящей от показателя потребления кислорода на канализационных очистных сооружений.

NH_4-N может быть относительно просто и достаточно точно измерен при невысоких затратах фотометрическим методом при помощи устройств, аналогичных ускоренному методу определения ХПК. Тестовые наборы инструментов можно приобрести в системе торговли приборами и химическими реагентами.

Для непрерывного (также называемого онлайновым) измерения NH_4-N существуют устройства, которые работают с так называемыми газочувствительными электродами или определение ведётся по фотометрическому методу. Затраты на обслуживание не больше чем, например, чем для прибора для измерения концентрации растворённого O_2.

9.3.9 Азот нитратов (NO_3-N)

На канализационных очистных станциях без проведения процесса нитрификации содержание нитрат-ионов в сточных водах весьма

незначительно. Поэтому в данном случае не рационально проводить измерение содержания нитрат-иона. На канализационных очистных сооружениях, работающих в условиях нитрификации, нитратов образуется в достаточно больших количествах и его значение может составлять до 50 мг/л и выше. Это означает, что если на очистных сооружениях активно протекает процесс нитрификации, то снижается содержание азота аммонийного, однако образуется большое количество нитратов.

Для предотвращения возникновения неконтролируемых процессов денитрификации при эксплуатации канализационных очистных станций – прежде всего, во вторичных отстойниках, следует знать, концентрацию NO_3-N в очищенной сточной воде. Кроме того, NO_3-N – это биогенный элемент и, следовательно, дополнительная нагрузка на водоем.

NO_3-N измеряется в мг/л. В качестве эксплуатационного метода необходимо рекомендовать фотометрическое определение при помощи кювет.

Для этого снова используется те же устройства, как и для определения ХПК или NH_4-N. Подогрев в термошкафу не требуется. Кроме того, в наличии должны быть специальный интерференционный светофильтр и кюветы, предназначенные для определения нитратов.

В качестве методики исследования в полевых условиях (для грубого определения) следует рекомендовать колориметрические методы с тестовым комплектом.
Существует большой выбор устройств от различных производителей для непрерывного измерения NO_3-N. При применении фотометрических методов, возможно использование так же „селективных нитратных электродов". Эти измерительные приборы предпочтительно применять для регулирования процесса денитрификации.

9.3.10 Азот нитритов (NO_2-N), общий азот

NO_2-N
Измерение нитрит-иона, как правило, не является необходимым при самоконтроле, так как содержание нитрит-иона в городских сточных водах незначительно. Нитрит-ион обычно не образует

стабильных азотных связей и возникает, при хорошем протекании процесса нитрификации на канализационных очистных сооружениях в качестве „промежуточной фазы" к нитрат-иону.

Концентрация нитрит-иона составляет в большинстве случаев менее 1 мг/л. Измерение осуществляется фотометрическим методов при помощи кювет и проводится также как и при измерении NH_4-N. В наличии необходимо иметь специальный интерференционный светофильтр и кюветы для определения нитритов. Консервирование невозможно! Так как нитрит-ион весьма неустойчив и анализ должен проводиться на месте.

Общий азот

В постановлении о сточных водах для выпуска сточных вод для канализационных очистных станций, рассчитанных на число жителей более 10 000 человек, установлена предельная концентрация общего азота – 18 мг/л. Общий азот (неорганический) определяется как сумма соединений азота NH_4-N + NO_3-N + NO_2-N. В данном случае нельзя допускать превышения данного значения на биологической очистных сооружениях 10 мг/л в летний период – с мая по октябрь при температурах сточных вод более 12 °C. Значения на выходе из очистных сооружений $N_{общ}$ <18 мг/л достижимо только в случае проведения на очистных сооружениях процессов очистки с нитрификацией и денитрификацией. Общий азот согласно закону является „вредным веществом". Для определения суммы важно, чтобы отдельные соединения азота всегда определялись из одной пробы сточных вод, так как иначе результат будет недостоверен.

При определении общего азота (неорганического) по постановлению о сточных водах и AbwAG органическая часть азота не учитывается. Данная величина после биологической очистки сточных вод обычно весьма мала, так что отсутствует необходимость в ее измерении. В последнее время фотометрически определяется общ N (TN = все соединения азота) и это не следует путать с общим азотом.

Для определения общ N неочищенных сточных вод следует определять TKN (общий азот по Кьельдалю). общ N – это сумма органически связанного азота и азота аммонийного, при этом окисленный азот не принимается в расчет, так как его практически нет в неочищенных сточных водах. Величина TKN может быть

использована как эксплуатационный показатель, так как только при анаэробной очистке сточных вод Norг. преобразовывается в NH_4-N.

Для определения снижения концентрации азота на очистных сооружениях (эффективность), необходимо рассчитывать баланс азота (рис. 4.2). Сокращение концентрации азота определяется по отношению нагрузки по азоту на входе в очистные сооружения к нагрузке по азоту в очищенной сточной воде. В качестве нагрузки на входе в очистные сооружения принимают сумму из органического и неорганического азота (общ N).

9.3.11 Фосфор (P)

В прошедших биологическую очистку сточных водах содержатся неорганические соли, из которых фосфаты способствуют росту водорослей и зеленых растений в водоемах.

В постановлении о сточных водах установлено, что $P_{общ}$ не может превышаться значение 2 мг/л на выходе из канализационных очистных сооружений, которые рассчитаны на число жителей более10 000 чел. (при >50 000 чел $P_{общ}$=1 мг/л). Для некоторых водоемов это ограничение может вводиться даже также для малых очистных сооружений.

Оператор очистных сооружений должен уметь определять содержание фосфора в сточных водах.

Определение соединений фосфора по методу DIN должно проводиться только персоналом канализационных очистных станций с большим опытом выполнения лабораторной анализов. Используемые для этого устройства и химические реагенты являются весьма дорогостоящими.

В большинстве случаев рекомендуется применение эксплуатационного метода, фотометрическая оценка с применением кювет. Необходимо обращать внимание на подбор подходящего интерференционного светофильтра и фосфор-кювет. Так как фосфаты присутствуют в моющих средствах, особенно важно при этом исследовании тщательно промывать все устройства дистиллированной водой для удаления остатков моющих средств.
При измерении фосфора при помощи фотоэлектроколориметра при самоконтроле обычно ограничиваются определением PO_4-P

(орто-фосфат-фосфор). Это наиболее часто встречающееся соединение фосфора в сточных водах, которое может определяться достаточно точно на очистных сооружениях при помощи кюветтеста (молибденовый голубой). На выходе из канализационных очистных станций PO_4-P составляет от 80 до 90% общего фосфора ($P_{общ}$). Однако это соотношение неверно для сточных вод на входе в очистные сооружения.

По производственным и законодательным причинам рекомендуется также для самоконтроля определение содержание общего фосфора на входе в очистные сооружения (т.е. на входе в первичные отстойники), а также в очищенной сточной воде. Точные результаты при определении по эксплуатационному методу достижимы при тщательном соблюдении методики во время фотометрической оценки. Так как разделение фосфатов (например, из моющих средств) и органически связанных фосфатов требует нагрева подготовленных кислых растворов до 100 °C, то необходимо использование нагревательного шкафа.

Устройства для непрерывного измерения фосфора предлагаются различными производителями, как правило, при этом измеряется PO_4-P. Измерительные приборы подходят для регулировки дозирования реагентов для осаждения фосфатов.

9.4 Измерение биохимических / биологических величин

9.4.1 Биохимическая потребность в кислороде ($БПК_5$)

При определении $БПК_5$ измеряется количество кислорода в воде, который расходуется микроорганизмами в течение 5 суток для утилизации органических веществ при температуре 20 °C. Так как сточные воды не содержат достаточного количества кислорода для этого процесса, через короткое время после отбора пробы начинается снижения содержания O_2 и 5 суток спустя содержание O_2 будет практически равно 0 мг/л, вне зависимости от того много или мало загрязнений было в исходной сточной воде. Потребление кислорода можно рассчитать из разницы, на которую уменьшается концентрация кислорода за период инкубации. Для того чтобы после этого процесса оставалось необходимое количество кислорода и аэробный процесс не переходил в анаэробный, то в пробу должен искусственно вноситься кислород. Это происходит путем перемешивания сточных вод с кислородом содержащимся в чистой воде по „методу разведения" или постоянным введением кислорода из воздушной прослойки закрытой частично наполненной емкости. Этот способ измерения $БПК_5$ называется „респирометрическим", так как пониженное давление возникает из-за непосредственного потребления кислорода бактериями и для этого собственно и измеряется потребление кислорода.

Предпосылки для точного измерения БПК:

1. В течение всего срока определения БПК в пробе должен обязательно присутствовать кислород (минимум 2 мг/л).
2. Для утилизации органических веществ в воде должно иметься достаточное количество бактерий. В бедные бактериями или без бактериальные промышленные сточные воды бактерии вносятся специально, для этого возможно проводить „затравку" (например, добавлением небольшого количества бытовых сточных вод). В сточных водах, поступающих на очистные сооружения, присутствует большое количество бактерий за счет фекалий и развития бактерий в канализации, поэтому в этом случае не требуется проведения никакой „затравки". Если речь идет о быстро замороженных пробах, то в необходимо вносить „затравку".
3. Ядовитые вещества или вещества, парализующие деятельность бактерий не должны содержаться в пробах, так как в данном случае полученные значения будут занижены
4. Температура должна составлять точно 20 °C, отклонения в 1 °C в итоге дают значения, являющиеся непригодными для сравнения.
5. Усреднённые для определения БПК пробы должны храниться в течение всего периода определения в темноте, так как содержащиеся в пробе водоросли под влиянием света могут вырабатывать кислород и, таким образом, могут значения БПК будут занижены.
6. В воде должно содержаться достаточное количество питательных веществ для жизнедеятельности бактерий. В городских сточных водах и водопроводной воде содержится обычно достаточное количество таких веществ.

Так как определение разведения БПК охватывает несколько точных химических определений O_2 и расчеты, то вся работа должна проводиться персоналом с определенной специальной подго-

товкой и с большим опытом работы в лаборатории, поэтому в этом разделе описывается только респирометрическое определение БПК. Оно может проводиться персоналом канализационных очистных станций без предварительного (продолжительного) обучения. В респирометрическом методе точно отмеренный объем пробы выливается в емкость с воздушной прослойкой. Емкости с пробой воды и воздушной прослойкой герметично закрываются, а O_2 вводится в воду путем перемешивания. Из-за потребления кислорода в воздушной прослойке образуется пониженное давление, которое определяется при помощи барометра или манометра. При потреблении кислорода бактериями образуется углекислый газ (CO_2), который если не будет химически связан может привести к ошибочным результатам из-за пониженния давления. Для связывания углекислого газа используется КОН, раствор едкого калия и натриевая реактив.

Для проведения исследований по этому методу существует несколько разновидностей устройств. Одна разновидность работает по методу, при котором пониженное давление измеряется при помощи барометра. В других типах устройств пониженное давление напротив определяется при помощи ртутного манометра или вакуумным манометром.

Существует, так называемый $БПК_5$-тест, который определяется фотометрическим методом при помощи специальных кювет. Этот метод выгоден тем, здесь может быть использован тот же фотоколориметр, что и для других эксплуатационных методов лабораторного контроля. Кюветы с пробами сточных вод и водой для разведения инкубируются в течение 5 суток при 20°C без доступа солнечного света, а затем происходит измерение при помощи фотокалориметра. Фотокалориметр позволяет определять значение $БПК_5$ непосредственно в мг O_2/л. Результаты сравнительных исследований показывают высокую сходимость результатов с респирометрическим методом.

Описание проведения измерений при помощи ртутных манометров представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

Особенности: если при проведении исследования необходимый расчетный диапазон был превышен ранее расчетного времени, то необходимо открыть измерительный сосуд и впустить в него

воздух. Устройство необходимо затем закрыть снова и продолжать измерение от 0. Конечный результат рассчитывается из суммы частных исследований; например, от 1 до 3 суток 260 мг/л, 4 и 5 суток – 80 мг/л; $БПК_5$ = 340 мг/л.

На специальные формуляры могут выноситься и графически изображаться, как ежедневно получаемые результаты, так и общее значение (= $БПК_5$). Если на миллиметровую бумагу ежедневно выносятся результаты анализов, то получают кривую биохимического потребления кислорода, называемую также „кривая БПК", который характеризует ход процесса переработки загрязнений сточных вод.

Манометры имеют то преимущество, что они не содержат практически никаких подвижных частей, но самый большой недостаток заключается в том, что здесь необходимо работать с ртутью. Необходимо обращать особое внимание на то, чтобы ртуть в лаборатории не проливалась, так как это ведет к образованию ядовитых паров.

Респирометрические приборы измерения $БПК_5$ с вакуумным манометром.

Другой метод измерения отличается тем, что в нем отсутствует ртутный манометр, но присутствует *вакуумный* манометр. Он монтируется вместо пробки непосредственно на пробной емкости и измеряет пониженное давление установленными датчиками давления. Состав устройства остается неизменным, так же как и объем проб, температура, возможный фактор разведения и время проведения исследования – 5 суток. Наряду с отсутствием ртути преимуществом этого метода является использование микроэлектроники. Часто попадающие на выходные дни регистрация результатов в данном случае за счет автоматического сохранения даёт возможность регистрации сохраненной информации не требует присутствия персонала.

Совет для сокращения времени проведения исследования.

Для сокращения времени повышения температуры пробы сточных вод, пробу можно заранее подогревать на водяной бане до 20 °C.

Ингибиторы при измерении $БПК_5$

Постановление о сточных водах предписывает использование

5 мг/л АТН при измерении $БПК_5$ для замедления процесса нитрификации (окисления азота).
При определении $БПК_5$ биологически очищенных сточных вод не следует отказываться от добавления ингибитора, но при этом возникает вопрос о правильности данного утверждения, так как снижение и вместе с тем потребление кислорода в водоемах проходит беспрепятственно. Применение ингибитора нитрификации для определения $БПК_5$ необходимо обосновывать таким образом:

Во время аэробной биологической очистки бытовых сточных вод в большинстве своем окисляются 2 вида соединений (потребителей кислорода):

- *Углеродистые соединения* (основная масса органических загрязнений)
- *Азот*, органически связанный (мочевина, мочевая кислота, белковые соединения) и соответственно аммоний, аммиак.

Окисление (потребление кислорода водой) проходит в 2 ступени:

- Первая ступень: утилизация углеродистых соединений (при 20 °С длится около 20 суток);
- Вторая ступень: окисление азота (начинается в неочищенных сточных водах в при 20 °С только спустя 10 суток и продолжается длительное время).

На высоконагруженных канализационных очистных станциях протекает только первая ступень окисления. На слабонагруженных очистных сооружениях окисляется уже часть аммония, вследствие этого переносится начало нитрификации. Она может начаться уже в течение первых 5 суток, т.е. во время определения $БПК_5$. Потребность в O_2 весьма значительна при нитрификации (около 3,5 мг O_2 на 1мг аммония). Полученное значение $БПК_5$ очищенных бытовых сточных вод становится вследствие этого более высоким. Результаты исследований различных установок вследствие этого не всегды можно сравнивать, так как на слабонагруженных очистных сооружениях с более высоким эффектом очистки, возможно получение более высоких значений $БПК_5$, чем на высоконагруженных очистных сооружениях с низким эффектом очистки.

Для сравнения только значений $БПК_5$ при утилизации углерода, требуется гашение нитрификации путем добавления ингибитора.

Необходимо исключать парализующее воздействие АТН на окисление углерода $БПК_5$. Это утверждение правильно также для

ингибитора „Нитрификационный замедлитель формула 2533™" (называемый также TCMP) фирмы Hach, который может использоваться при самоконтроле.

Так как заранее не известно, когда во время измерения начинается нитрификация, всегда следует добавлять ингибитор для очищенных сточных вод. Широко распространенное мнение, что при определении $БПК_5$ неочищенных сточных вод на входе в или на выходе из первичных отстойников нет необходимости в добавлении ингибитора, так как здесь не может начинаться процесс нитрификации, не верно!. Сравнительные исследования показали, что анализы, выполненные без добавления ингибиторов дали более высокие значения. Это говорит о том, что в пробах отобранных на входе на очистные сооружения может быть отмечено относительно высокое содержание аммония, которые при потреблении кислорода будут окисляться до нитратов. Для предотвращения сомнительных результатов, рекомендуется при опре-делении $БПК_5$ всегда добавлять 5 мг/л АТН.

Сам ингибитор АТН имеет ограниченный срок действия. Ингибирующая способность со временем изменяется в зависимости от места хранения и температуры. Более точные данные ее снижения не известны. Для сохранения хорошей ингибирующей способности нельзя использовать АТН хранившийся больше полугода, и ни в коем случае хранившийся больше 1 года.

Определение $БПК_5$ по упрощенному методу разведения

Значение АТН-$БПК_5$ пробы сточных вод на выходе из очистных сооружений с биологической ступенью составляет в большинстве случаев ниже 15 мг/л. Респирометрическое измерение $БПК_5$ требует больших затрат времени на лабораторные работы, при низких значениях метод может давать недостаточно точные результаты. Поэтому при незначительных остаточных концентрациях органических загрязнений можно использовать упрощенный метод разведения; этот метод более точен и требует меньших затрат времени.

Оснащение

$БПК_5$-термошкаф, регулируемый на 20 °С ± 1 °С.
Кислородные баллоны (так называемые винклерные емкости), объем от 250 до 300 мл, (более точные данные по объему не требуются).

Измерительные приборы кислорода с лабораторными зондами O_2, по возможности с цифровой индикацией.

Магнитная мешалка с регулируемой частотой вращения, по возможности с 12V (необходим адаптер).

Магнитная мешалка, длина минимум 30 мм, например стержень для перемешивания аппарата определения БПК.

Измерительные емкости или мерный цилиндр с ценой деления 10- или 20 мл, объемом 500 мл.

2 – мл пипетка.

N – (ATH), 0,05%-ный раствор (0,25г ATH раство-ренные в 500 мл дистиллированной воде).

Вода для разведения свободная от хлора. Аэрация (например, наполовину наполненную бутыль встряхивают в течение 1 минуты) происходит после отбора пробы и за 10 до 20 минут до проведения опыта. Вода для разведения сохраняется в стеклянной емкости в темноте и ее необходимо использовать не ранее чем через 3 суток после постановки на хранение и не позднее 14 суток.

Проведение измерений

Подготовка проб

1. В пронумерованные с водостойкой краской винклерные 1 и 2 емкости добавляют по 2 мл раствора ATH.
2. Примерно, 1/4 пробы отобранной на выходе из очистных сооружений наливают в 1л-бутыль и для насыщения O_2 от 1/2 в течении 1 минуты сильно взбалтыват. Температура воды должна была составлять от 18 до 22 °C.
3. После выхода лишних пузырьков воздуха, доливают бутыль сточной водой пробы отобранной очищенной сточной водой (исходный состав смеси 1).
4. Отмеряют 200 мл очищенной сточной воды из 500-мл измерительной емкости или мерного цилиндра, доливают водой для разведения до 400 мл (от 18 до 22 °C) и перемешивают.
5. Емкость 2 доливают до полной разбавленной сточной водой пробы отобранной очищенной сточной воды (исходный состав смеси 2). Остаток разбавленной пробы сохраняют до измерения концентрации O_2!

Определение концентрации O_2 в обеих емкостях

- Винклерную емкость в сосуде *) ставят на магнитную мешалку и опускают перемешивающий стержень.
- Кислородный зонд медленно до 5 см вводят в бутыль; возможно удаление пузырька воздуха из мембраны коротким резким подъемом зонда.
- Частоту вращения магнита в мешалке медленно повышают. Достаточная турбулентность достигается тогда, когда концентрация O_2 больше не повышается.
- Записывают значение „начальный O_2", если оно в течение минимум 30 сек остается постоянным ± 0,1 мг/л и вносят в протокольную тетрадь.
- Вытесненный зондом объем воды заменяют *), бутыль закрывают таким образом, чтобы у горлышка оставался пузырек воздуха, и ставят в шкаф БПК. Рекомендуется, чтобы бутыль хранилась под водой в сосуде с заглушкой (например, 5л ведре),
- Концентрацию кислорода по истечении 5 дней по описанной выше методике, вторично измеряют и значения вносят в протокольную тетрадь в колонку „остаточная концентрация O_2".

*) При проведении исследований специального оснащение не требуется.

Расчет

Колба1: начальный O_2- остаточный O_2 = первое значение $БПК_5$
Колба 2: (начальный O_2- остаточный O_2) × 2 = второе значение $БПК_5$

$БПК_5$ пробы на выходе из очистных сооружений является округленное среднее значение по обоим расчетам. Важно! Если значение O_2 в емкости 1 менее 1 мг/л, берется только результат емкости 2. Если значение O_2 в емкости 2 также менее 1 мг/л, в качестве результата измерения $БПК_5$ необходимо давать следующее значение – >15 мг/л.

Пример 1:

Емкость 1: 8,5 мг / л – 0,4 мг / л = 8,1 мг / л (не оценивается)
Емкость 2: (8,7 мг / л – 3,7 мг / л) × 2 = 10,0 мг / л
$БПК_5$ пробы = 10 мг / л

Пример 2:

Емкость 1: 8,5 мг / л – 4,1 мг / л = 4,4 мг / л
Емкость 2: (8,7 мг / л – 6,0 мг / л) × 2 = 5,4 мг / л
$БПК_5$ пробы = 5 мг / л

9.5 Наблюдения с помощью микроскопа

Для регулярного наблюдения и оценки активного ила или биопленки требуется наличие микроскопа со сменными объективами и 100–400 кратным увеличением, а также стационарным, переменным освещением. Бинокулярная трубка, координатный столик необходимы, так как они значительно облегчают работу.

Дешевые микроскопы имеют небольшое поле зрения, а также более плохую интегральную оптику и поэтому их применение не рекомендуется.

Необходимо соблюдение указаний по обслуживанию микроскопов (всегда обеспыленное сохранение, очистка окуляров и объективов мягкой тканью или специальной бумагой, при необходимости смазка привода специальным маслом).

Пробы активного ила для возможности проведения сравнения необходимо отбирать всегда из одного и того же места аэробной зоны. Пробы биопленки необходимо отбирать с минимальной глубины 50 см с загрузочного материала. Микрофлора у поверхности, не дает четкой картины о микрофлоре в центре установки, и обычно биопленка быстро отмирает без постоянного тока воды, поэтому пробы должны быть исследованы сразу.
Методика микроскопирования требует использования всегда чистых емкостей и покровных стекол (вторичное использование возможно при осторожной очистке); при подготовке препарируемого объекта избегают пузырьков воздуха; никогда не работают со слишком „толстым" препаратом; при настройке микроскопа всегда подводят объектив близко к препарату (со стороны наблюдают, чтобы объектив не повредил покровное стекло) и затем при регулировке резкостьи объектив отводят от препарата. В противном случае существует опасность, что можно повредить объектив.

Для начала достаточно определения оператором очистных сооружений структуры хлопьев и возможно микроорганизмов, вызывающих вспухание активного ила, а также некоторых групп микроорганизмов (инфузорий и реснитчатых). Только из наблюдений можно сделать вывод, что существует большое разнообразие инфузорий, реснитчатых и возможно коловраток, что свидетельствует:

- В активном иле не существует кислородной недостаточности
- Нет интоксикации активного ила.

Сильно обеднённый микроорганизмами с небольшим разнообразием разновидностей биомассы активный ил (например, только жгутиковые) наоборот свидетельствуют об интоксикации активного ила.

Точное определение отдельных разновидностей микроорганизмов в начале весьма тяжелый процесс. Со временем – при частом микроскопировании – оператор очистных сооружений „самостоятельно" начинает определять различия отдельных разновидностей и групп микроорганизмов и правильно их распределять. Только имея длительный опыт возможно определение отдельных микроорганизмов более точно и оценить воздействия на них количества кислорода, нагрузку на активный ил, возраст осадка и т.д.

В различных федеральных землях существуют предписания по самоконтролю путем получения микроскопических изображений. В них изложены советы для документирования и оценки. При этом учитывается количество высших организмов, структура хлопьев и размер хлопка, а также прочие наблюдения при микроскопировании. Отдельные наблюдения могут быть оценены при помощи таблиц. Для поиска помощи в работе рекомендуются [17], [19], [22], [23] и [24]. Для более точного микроскопического исследования следует обучаться на специальных курсах.

10. Контроль за работой систем и сооружений водоотведения

10.1 Введение

Контроль за работой систем и сооружений водоотведения, канализационных очистных станций и канализационной сети весьма обширен и по роду выполняемых мероприятий разнообразен. Он охватывает не только обслуживание, надзор, уход (содержание в чистоте) и техническое обслуживание всего строительного и технического оборудования, но и наблюдение, управление и регулировка производственного процесса, но также измерения, исследования, записи и оценку. Добросовестное управление предприятием и контроль за работой систем и сооружений водоотведения регламентируется законом о водном хозяйстве. Целью проведения контроля является такая эксплуатация канализационных очистных сооружений, при которой постоянно поддерживается высокий эффект очистки. Только при тщательном управлении предприятием можно достичь предотвращения, в течение длительного периода времени, загрязнения водоемов или изменения его свойств.

Чтобы иметь возможность оказывать влияние на эффективность очистки, управляющий должен владеть знаниями о процессах очистки и состоянии оборудования и установок. Все что предпринимает управляющий, чтобы достичь этого уровня осведомленности – будь то собственный персонал предприятия, или контроль, порученный другим организациям – обозначается как *самоконтроль* или *собственный контроль*. Противоположностью собственного контроля являются осуществления наблюдения со стороны государственных органы надзора и контроля.

Канализационная сеть и очистные сооружения относятся к самому дорогому имуществу поселков. Исходя из этого, персонал предприятия обязан внимательно обходиться с доверенными ему машинами, оборудованием и устройствами. Сохранность имущества и эксплуатационная надежность являются одной из важнейших целей контроля. Поэтому важной задачей персонала является забота о работоспособности и обслуживание всего оборудования очистных станций.

Собственный контроль является решающим инструментом, на основании которого можно судить о качестве и экономичности работы предприятия, а также о состоянии необходимого оборудования. Мероприятия по улучшению эксплуатации основываются на данных собственного контроля.

Если управляющий очистными сооружениями не предпринимает мер по самоконтролю, то его можно упрекать в том, что он эксплуатирует дорогие очистные сооружения „вслепую". При этом существует опасность того, что заблаговременно обнаруживаемые и решаемые согласно закону о воде штрафные санкции, связанные со сбросом сточных вод вопросы не будут своевременно определены и решены. Наконец, управляющий очистными сооружениями не может судить об экономичности и соответственно необходимости дорогостоящих мероприятий по очистке сточной воды.

10.2 Объем работ по проведению контроля

В предыдущих разделах описаны задачи по обслуживанию и уходу за оборудованием для очистки сточных вод и обработки осадка. На основании этого можно установить общие правила по уходу, которые имеют значение для всех канализационных очистных станций, независимо от их размера и способа очистки. При этом следует учитывать, что некоторые из них относятся к определенным сезонам года.

Эксплуатационные помещения и помещения персонала необходимо убирать по крайней мере раз в неделю и содержать в чистоте. К работам по *уборке помещений относится* также мытье окон.

Металлические части (скребковые тележки, трубопроводы, перила, изгороди и т.д.), следует периодически очищать от ржавчины и окрашивать. Современные антикоррозионные средства и лако-красочные материалы являются наиболее подходящими для жестких условий эксплуатации канализационных очистных станций.

Деревянные части (двери, оконные рамы, опалубки и т.д.) гниют медленнее и выглядят более эстетично, если они окрашиваются или пропитываются не реже одного раза в 3 – 5 лет.

Для *технического оборудования* (двигатели, компрессоры, насосы, скребки, электродвигатели, ороситель, аэраторы и т.д.)

фирмы поставщики обычно дают собственные руководства по эксплуатации, уходу и обслуживанию. Эти требования, в частности, относительно к выполнению смазочно-заправочных работ и замены масла и которые необходимо строго выполнять. Для помощи организации проведении контроля и обслуживания оборудования и устройств в начале раздела техническое оборудование приведён пример о системе обслуживания в соответствии с составленным календарным планом. Для нормального контроля требуется постоянное наличие достаточного количества *запасных частей*.

Капитальный ремонт всех составляющих сооружений необходимо производить регулярно через определённые промежутки времени и своевременно планировать во избежание непредвиденных отказов и неисправностей. Подверженные износу детали, например, втулки защиты валов или прокладки сальников в насосах или скребковых механизмах, необходимо регулярно заменять, даже если есть впечатление, что они еще вполне пригодны. Эта предусмотрительность наряду с достаточным техническим оснащением цехов оказывается весьма необходимой для нормальной эксплуатации. Это особенно важно на небольших очистных станциях, при недостатке свободных площадей. Целесообразно заключать договоры по обслуживанию с фирмами поставщиками, с основную работу оператор очистных сооружений должен сконцентрировать на технической стороне вопроса эксплуатации.

Очень важно! Если существенные сооружения, устройства или все очистные сооружения по важным причинам (например, полная очистка резервуаров, капитальный ремонт, паводок) должны быть отключены и будут находиться вне процесса эксплуатации очистных сооружений, об этом необходимо заранее извещать контролирующие органы власти. В период времени, когда вода в водоеме опустится до самого низкого уровня, следует знать, что при согласовании этого вопроса будет получен отказ. При проведении подобного вида работ фирмы и организации, использующие данный водоем должны быть заранее уведомлены, например, рыболовецкие фирмы.

Если не возможно своевременное предварительное письменное уведомление из-за опасности загрязнения необходимо срочное устное уведомление (по телефону!), о чем необходимо сделать

соответствующую отметку в эксплуатационном журнале.

Ремонт *электродеталей установок* должен проводиться только независимыми специалистами, электрические детали необходимо регулярно проверять, на соответствие их существующим и новым предписаниям.

Все техническое оснащение подлежит техническому обслуживанию. К техническому оснащению принадлежат все исследовательские установки и измерительные приборы, а также инструменты и рабочие устройства. Так например, ковш без ручки – бесполезен, молот с ослабленной рукояткой – опасен для жизни.

Для любых, даже правильно рассчитанных канализационных очистных станций действует основное правило:

Если появился неприятный запах, то проводящееся обслуживание недостаточно!

Только при помощи регулярных анализов сточной воды управляющий может следить за функционированием его канализационных очистных станций. При осуществлении полного контроля следует своевременно определять:

- Колебания нагрузки поступающих сточных вод на очистные сооружения и их влияние на эффективность очистки
- Соблюдение законодательно установленных предельных значений
- Возможность уменьшения объема сбрасываемых сточных вод
- Экономические параметры эксплуатации канализационных очистных сооружений, например, нерациональное расходование электроэнергии
- Необходимость заблаговременно предпринимать контрмероприятия, если в сточной воде обнаруживаются или повышаются концентрация не опасных вещества, которые могут вызвать снижение эффективногсти очистки канализационных очистных сооружений
- При возможности перегрузки очистных сооружений в будущем следует заранее принимать необходимые мероприятий по подготовке к их расширению.

Полное описание и оценка результатов эксплуатации служит доказательством качества работы канализационных очистных сооружений, таким образом можно отклонять неоправданные

обвинения третьих лиц (спуск вредных веществ в водоемы, замор рыбы и т.д.).

10.3 Документация на предприятии (эксплуатационная документация)

На канализационных очистных сооружениях должна находиться вся необходимая эксплуатационная документация, она должна быть *быстро и легко доступна*. Это вполне естественно, но, к сожалению, на практике это не всегда выполняется.

Тому, кто уже сталкивался с необходимостью на месте устанавливать коэффициент загруженности очистных сооружений без информации о размерах сооружения или результатов исследований, весьма важна полнота эксплуатационных документов. Владелец особо полагается на эксплуатационную документацию, прежде всего, это касается экстремальных ситуаций.

К эксплуатационной документации относятся:

- Эксплуатационный журнал
- Проектные документы с планировочными данными и размерами
- Документация установленная Законом о воде и Законом о сбросе очищенных сточных вод в водоемы
- Служебная инструкция для управляющего очистных сооружений
- Руководство по эксплуатации очистных сооружений
- Руководства по эксплуатации технического и электрического оборудования
- Руководства по эксплуатации для измерительных приборов на предприятии и в лаборатории;
- Предписания по проведению анализов
- Правила безопасности и руководство по оказанию первой медицинской помощи
- Инструкции по безопасности, каталог опасных реагентов
- План на случай чрезвычайных ситуаций и катастроф
- Федеральные и региональные законодательные акты
- Документация, регламентирующая проведение процессов обезвоживания, в той части, в которой они касаются непосредственно эксплуатации и собственного контроля.

Часто эти документы находятся в нескольких различных учреждениях и их весьма сложно найти; в некоторых случаях они

находятся в управлениях мэрии или в проектной организации. Такое положение вещей следут обязательно измененить, так как тщательный собственный контроль возможен только тогда, когда на очистных сооружениях имеется в наличии вся необходимая эксплуатационная документация.

10.4 Измерения на месте отбора проб и в лабораторных условиях

При помощи проводимых в рамках собственного контроля анализов и измерений контролируется в целом проведение процессов эксплуатации на предприятии. Особенно важно, чтобы измерения проводились как можно более часто. Т.к. персонал предприятия в результате этого приоретает необходимый опыт для определения работоспособности и границ производительности канализационных очистных сооружений.

Необходимо различать собственный контроль и официальный контроль. Полученные при контроле значения должны проходить официальные исследования минимум 5 раз в течение 3 лет. Особому контролю подлежат важные для сброса сточных вод в водоем параметры.

При отборе проб для официального контроля канализационных очистных станций является необходимо параллельно выполнять анализы для собственного контроля. Методики анализов при этом должны быть идентичными, например измерение $БПК_5$ на выходе из очистных сооружений должно проводиться в присутствии ингибитора нитрификации. Необходимо иметь ввиду то, что респирометрический метод определения $БПК_5$ и метод разбавления не дают абсолютно одинаковых результатов так же, как и метод DIN для ХПК и метод определения ХПК.

Большинством федеральных земель разработан порядок проведения собственного контроля. В них для управляющего очистных сооружений сточных вод определены объемы и вид требующихся измерений. Способ и частота проведения исследований установливаются в зависимости от производительности канализационных очистных станций. Некоторые федеральные земли включили порядок проведения собственного контроля в законодательные акты относящиеся к водному праву.

Так как собственный контроль преимущественно проводится исходя из производственной необходимости, то методы исследований в деталях не описываются. Во многих случаях выбор необходимого в соответствии с потребностями метода является прерогативой управляющего и на нем лежит ответственность за выбранный метод. Основанием для этого служат специальный DIN и предписания DEV, а также „Руководство простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

Чтобы избегать серьезных ошибок при проведении измерения по простым методам, рекомендуется регулярная поверка измерительных приборов. Наиболее предпочтительным решением является самоконтроль параллельными измерениями или повторными измерениями на пробных растворах. Другая возможность состоит в проверке измерений при помощи другого устройства или метода измерения.

Для небольших очистных сооружений возможно совместное приобретение и использование измерительных приборов несколькими соседними канализационными очистными станциями. В рамках взаимной помощи возможно, выполнение анализов и исследования пробы малых очистных сооружений на крупных станциях аэрации; возможно также предоставление этих проб в специальную лабораторию. В любом случае на канализационных очистных сооружениях должно иметься минимальное лабораторное оборудование, для возможности максимально точного выполнения всех необходимых анализов, при этом необходимо иметь достаточные площади для размещения лаборатории.

В зависимости от способа исследования на предприятии различают:

- Анализы на месте, например, расход, прозрачность, концентрация кислорода, величина pH, температура
- Анализы в лаборатории, например, $БПК_5$, ХПК, NH_4-N, NO_3-N, $P_{общ}$

Анализ начинается с отбора пробы. Только при тщательном отборе проб, результат измерений будет соответствовать фактическим значениям. Проведение анализов на месте требуется для тех параметров, которые нельзя определить позже или измеряемые параметры изменяются при длинном сохранении или транспортировании проб.

Пример периодичности проведения анализов

Место проведения измерения	Параметр	Очистные сооружения, рассчитанные на количество жителей:						
		до 999	1000–5000	5001–10000	10001–50000	50001–100000	>100000	
Место расположения канализационных очистных сооружений	погода, температура воздуха	2 раза в неделю	по раб. дням	ежедн.	ежедн.	ежедн.	ежедн.	
на входе в очистные сооружения	расход на входе	только при отсутствии данных о расходе, частоту проведения измерений см. расход на выходе						
	температура сточных вод	2 раза в неделю	2 раза в неделю					
	значение pH	2 раза в неделю	2 раза в неделю	непрерывно				
механическая очистка	состояние осадка	раз в 3 месяца	раз в 3 месяца					
на входе в очистные сооружения или на биологическую ступень	$БПК_5$, ХПК, Робщ, Nобщ/NH_4-N	раз в 3 месяца	ежемесячно	раз в две недели	еженедельно			
Аэротенки/ аэрируемые илопруды	концентрация кислорода	2 раза в неделю	по раб. дням	3 раза в рабочий день	непрерывно			
Аэротенки/ аэрируемые биопруды с регенерацией активного ила	объем ила	2 раза в неделю	по раб. дням	ежедневно				
	TS_R, иловой индекс	ежемесячно	ежемесячно	2 раза в неделю	3 раза в неделю	4 раза в неделю	по раб. дням	
	TS_R в возвратном активном иле			раз в две недели	еженедельно			
	микробное население			еженедельно			по раб. дням	
биофильтры	загрузка	2 раза в неделю	по раб. дням	ежедневно				
	микробное население				еженедельно		по раб. дням	
вращающиеся погружные иодфильтры	концентрация кислорода	еженедельно		2 раза в неделю				
на выходе из биологической ступени	температура сточной воды			ежедневно				
на выходе из очистных сооружений	расход	еженедельно	непрерывно					
	мин. и макс. расход		по раб. дням	ежедневно	ежедневно	ежедневно	ежедневно	
	объем сточных вод		ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	
	поступление дополнительных объемов сточных вод	раз в 3 месяца	ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	
На входе или выходе из доочистки (на очистных сооружениях промышленных	pH	2 раза в неделю	по раб. дням	непрерывно	непрерывно	непрерывно	непрерывно	
	прозрачность	по раб. дням		ежедневно	ежедневно	ежедневно	ежедневно	
	мутность					непрерывно	непрерывно	
	взвешенные вещества			2 раза в неделю	ежедневно	еженедельно	еженедельно	

Место проведения измерения	Параметр	Очистные сооружения, рассчитанные на количество жителей:					
предприятий со ступенью доочистки)	оседающие вещества	2 раза в неделю	(по раб. дням)				
	метиленовая голубая проба	(2 раза в неделю)	(2 раза в неделю)				
	контрольные пробы			непрерывно	непрерывно	непрерывно	непрерывно
	ХПК, $БПК_5$, Робщ	раз в 3 месяца	ежемесячно	раз в две недели	еженедельно	2 раза в неделю	ежедневно
	NO_3-N, NH_4-N	раз в 3 месяца	ежемесячно	раз в две недели	еженедельно	2 раза в неделю	непрерывно
	NO_2-N				ежемесячно	ежемесячно	раз в две недели
	Nобщ	раз в 3 месяца	ежемесячно	ежемесячно	раз в две недели	раз в две недели	еженедельно
	PO_4-P, TOC						непрерывно
на выходе из ступени доочистки	ХПК, $БПК_5$, Робщ, NH_4-N NO_3-N	раз в 3 месяца	раз в 3 месяца	ежемесячно	ежемесячно	раз в две недели	еженедельно
на выходе из очистных сооружений	параллельные измерения	один раз в год	два раза в год	два раза в год	три раза в год	три раза в год	4 раза в год
биопруды	состояние осадка	ежегодно	ежегодно				
обработка осадка	нагрузка		по раб. дням	ежедневно	ежедневно	ежедневно	ежедневно
	температура			непрерывно	непрерывно	непрерывно	непрерывно
	pH		по раб. дням	по раб. дням	ежедневно	ежедневно	ежедневно
	TS, потери при прокаливании		ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно
	объем газа			ежедневно	ежедневно	ежедневно	ежедневно
	CO_2 и CH_4 газовая смесь			3 раза в неделю	3 раза в неделю	3 раза в неделю	3 раза в неделю
	стабилизация			ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно	
	осадок		по раб. дням	ежедневно	ежедневно	ежедневно	ежедневно
По всей очистной станции	снижение ХПК, $БПК_5$, Робщ Nобщ	ежегодно	один раз в полгода	один раз в три месяца	ежемесячно	ежемесячно	ежемесячно
	затраты электроэнергии	еженедельно	по раб. дням	ежедневно	ежедневно	ежедневно	ежедневно
	объем осадка (сырой осадок, обезвожены)	при вывозе	при вывозе	при вывозе	при вывозе	при вывозе	при вывозе
	песок, отбросы с решеток	при вывозе	при вывозе	при вывозе	при вывозе	при вывозе	при вывозе
контроль на входе или на выходе		по раб. дням	по раб. дням	ежедневно	ежедневно	ежедневно	ежедневно
в месте выпуска сточных вод	осадок	вженедельно	еженедельно	вженедельно	вженедельно	вженедельно	вженедельно

10.5 Оценка производственных результатов

Оценка производственных результатов имеет целью констатации существующего положения и прогнозирование производственных процессов в будущем.

Результаты собственного контроля должны отражать положение в эксплуатацией очистных сооружений по всем параметрам. К ним можно отнести все основные процессы по обслуживанию и уходу, стадий эксплуатации и неисправности, поломки, рекламации, а также прочие происшествия, если они могут воздействовать на количество и качество очищенных сточных вод.

Распечатанные протоколы автоматизированных установок сбора данных могут заменять рукописную документацию предприятия. Предпосылкой при том является то, что форма и содержание протоколов должны быть таковы, чтобы они облегчали работу персонала и давали экономию времени. Производственная книга-Hirthammer-PC согласно авторам – Stier, Felber, Fischer соответствует распечатанному эксплуатационному журналу [6] и отвечает вышеописанным предпосылкам. Электронный сбор данных для составления протокола, а также для управления производственными процессами не зависит от размера канализационных очистных сооружений. В данном случае предпосылкой выбора является тот факт: дает ли преимущества использование электронной обработки данных для персонала и облегчает ли это производственные процессы.

Эксплуатационная документация, протоколы установок сбора данных и распечатки автоматических записывающих измерительных приборов, необходимо хранить в течение минимум 5 лет после последней регистрации. Рационально не просто убрать эти документы в архив и забыть, а периодическую проводить их оценку.

Если регистрируются повышенные значения отдельных показателей, к примеру, регулярно во второй половине дня в пятницу на распечатке результатов измерений величины pH, то можно предположить, что в это время промышленное предприятие выпускает сточные воды загрязненные щелочами, например, промывные воды. Нарушается ли таким образом процесс очистки, нарушаются ли предписания закона о воде, наносится ли вред канализационным коллекторам? Так как дата изменений pH известна, воз-

можно проведение целенаправленных исследований и контроля процесса очистки сточных вод. В качестве доказательства возможно предоставление распечаток результатов измерений. Это действительно, также и для других данных измерений.

Распечатки и протоколы являются, таким образом, важным доказательством при решении правовых споров. Хранение такой документации в папках рассортированных по времени весьма целесообразно. Результаты исследований должны обязательно включать дату и время выполнения анализов и измерений. Распечатки, на которых результат измерений параметра указывается в процентах от диапазона измерений измерительного инструмента, не отвечают этому требованию.

10.5.1 Ведение эксплуатационного журнала

Ведение эксплуатационного журнала обязательно для всех канализационных очистных сооружений вне зависимости от их размера. Это предписывается законом о воде. Во всех федеральных землях за нарушение этого положения закона о собственном контроле взимаются значительные денежные штрафы, как за нарушение порядка эксплуатации сооружений.

Эксплуатационный журнал имеет различные задачи. Добросовестная и тщательная регистрация и отчет оператора очистных сооружений в эксплуатационном журнале подтверждает исполнение предписанных видов деятельности (наблюдений, испытаний, измерений, управления, эксплуатационных работ) и эффективности очистки данной очистной станции. Это помогает проведению контроля уполномоченными специалистами. Таким образом управляющий и оператор очистных сооружений защищены от неоправданных санкций и обязательств по возмещению ущерба. В процессе исследований выделяются пиковые значения нагрузок и время перегрузок. Специалисты по данной информации могут судить об экономической составляющей управления предприятием. Эксплуатационный журнал – это *важный документ* и поэтому все записи в нём должны вестись *тщательно шариковой ручкой*. В интересах города или поселка содействовать экономической прозрачности затрат на эксплуатацию, а, в случае действий по обязательствам о возмещении ущерба, эту документацию возможно использовать в качестве доказательства делового функционализма канализационной станции. Эксплуатационный журнал может являться доказательством правильного режима эксплуатации в суде. Целесообразно предварительно пронумеровать страницы ежемесячных отчетов. Эксплуатационный журнал является важным документом, поэтому недопустимо удаление из оригинала страниц или стирание информации. Ошибочные данные вычеркиваются таким образом, чтобы, вычеркнутое оставалось читаемым.

Ежемесячные отчеты, в интересах персонала предприятия и управляющего, должны быть последним подписаны. В случае необходимости принятия решений о переключении сооружений или расширении станции, в связи изменением объемов сточных вод и загрязнений, записи эксплуатационного журнала могут быть использованы при принятии решения. Поэтому записи сохраняются в течение минимум 5 лет.

После каждых 12 месяцев эксплуатации необходимо вносить результаты эксплуатационного журнала в годовой отчет и производить их оценку, для определения динамики работы по сравнению с прошлым годом. Правильно составленный годовой отчет облегчает расчёт реальных платежей за сточные воды, которые необходимо считать при определении сброса сточных вод.

На крупных очистных сооружениях понятие „эксплуатационный журнал" наряду с ежедневной регистрацией охватывает также специальные ежемесячные отчеты. Отчет о производительности, лист оплаты труда, инвентарный каталог. Журнал осадка, журнал эксплуатации насосов и другие отчеты в виде распечатки самопишущих измерительных приборов. Для всех записей существует особое, устанавливаемое для каждой канализационной очистной станции *руководство по эксплуатации*.

Во время обхода канализационных очистных станций записи в эксплуатационный журнал не должны вноситься, чтобы избежать его загрязнения. Рекомендуется использование электронного блокнота и перенос данных только после обхода. На многих канализационных очистных станциях для записей при обходе используется специальный блокнот канализационных очистных станций, который издается издательством Hirthammer. Помимо этого имеется также блокнот для данных регулярных измерений в лаборатории.

Организация ATV-DVWK Бавария с 1966 в сотрудничает с Землей Бавария. Для ведения жуонала возможно использовать форму,

изданную этими организациями [6]. Для малых и средних очистных сооружений, также как и для больших очистных станций, фиксирование самых важных данных должно быть представлено в наглядной форме в зависимости, например, от погоды. Выше упомянутые записи для больших очистных сооружений вследствие этого не дают общего представления о работе и экономии ресурсов на ней. Унифицированные записи должны представлять собой обзор самых важных эксплуатационных результатов собственному персоналу, руководителю предприятия, руководителю (бургомистру, председателю союза и т.д.) и, наконец, контролирующему органу власти. Обычно одного журнала хватает на 2 года. Он содержит ежемесячные отчеты (рис. 10.1) со строкой на каждый день, зеленые листы поквартального контроля, включая ключевые оценки степени нагрузки по кислороду и по биогенным элементам (рис. 10.2, 10.6 и 10.7), розовые годовые отчеты, формуляры дополнительных расходов сточных вод по измерительным устройствам расхода и без них (рис. 10.8), а также листы для предложений по экономии электроэнергии (рис. 10.5). В конце отчёта вклеиваются листы для графического изображения характеристик работы очистных сооружений (рис. 10.3), а сам отчёт должен быть иметь достаточное количество копий.

Годовой объем производственно-бытовых сточных вод сточных вод может быть установлен исходя из ежемесячного отчета и годового отчета с определением количества дней без осадков. Титульный лист ежемесячного отчета представлен на рис. 10.1.

Аналогичный эксплуатационный журнал существует также для биологических прудов (искусственно или естественно аэрируемых) [10]. В оба журнала вносятся детальные комментарии ко всем измерениям, записям и оценкам. Они соответствуют руководству по контролю федеральных земель и рекомендованы ими.

Оба журнала выпускаются издательством F. Hirthammer, Мюнхен, вместе с заполненными образцам обучения операторов очистных сооружений.

Годовой расход производственно-бытовых сточных вод

Годовой расход производственно-бытовых сточных вод (JSM) имеет важное значение для расчета качества и расхода сбрасываемых сточных вод.

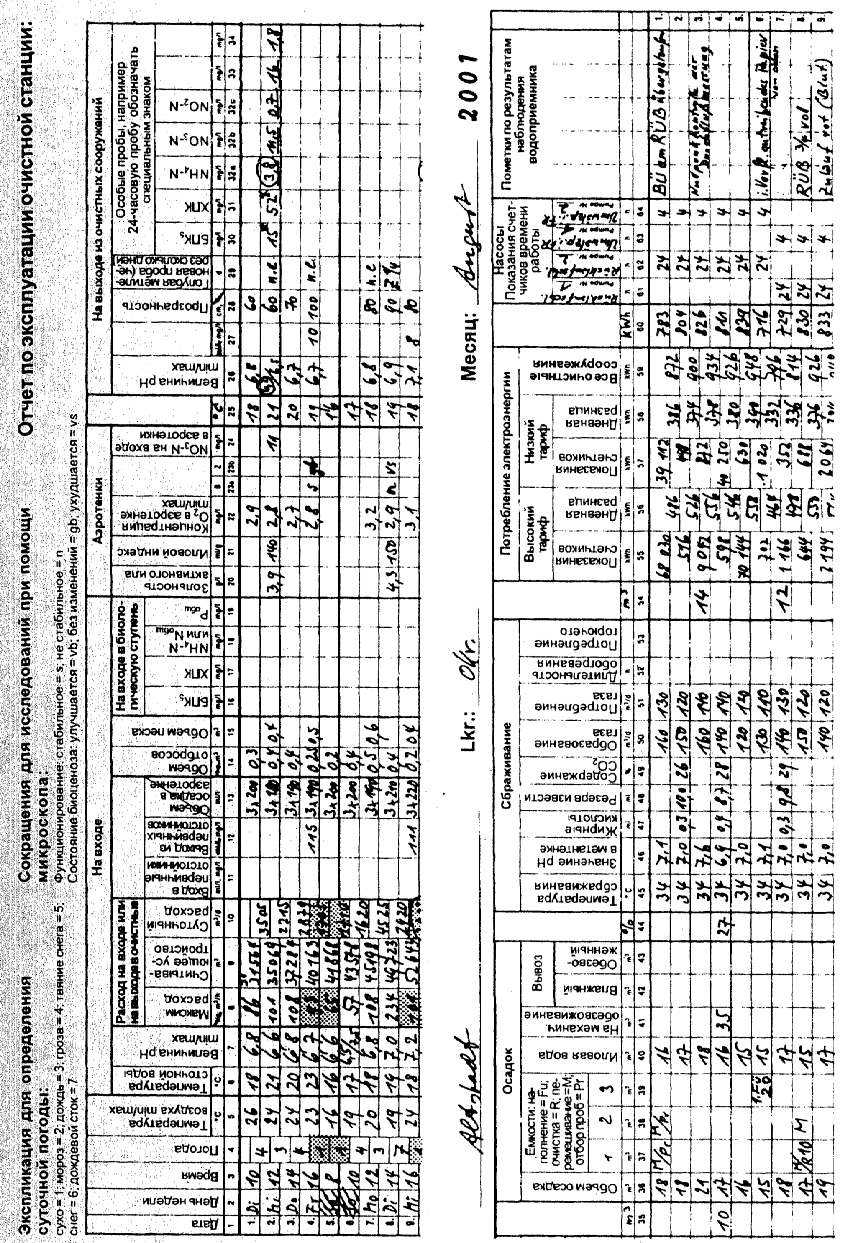


Рисунок 10.1: Титульный лист ежемесячного отчета [6]

Оценка результатов деятельности предприятия в течение месяца (промежуточный отчет)

	Расход на входе в очистные сооружения (гидравлическая нагрузка)	Единицы измерений	Предельное значение	Полученное значение
a	Максимальный расход в сутки	л/с ($м^3$/ч)	250	180
b_1	Максимальный суточный расход	$м^3$/д	12 000	11 100
b_2	Средний суточный расход	$м^3$/д		8 900
c	Общий объем сточных вод в год	$м^3$/год		2590 000
d	Объем слабозагрязненных сточных вод	$м^3$/год	2,400 000	2,150 000
e	Объем дополнительной воды	%	25	28

	На входе в очистные сооружения (нагрузка по органическим веществам)	Единицы измерф.	$БПК_5$ ①	ХПК ②	NH_4-N ③	общ P ④	общ N ⑤
f	На входе в очистные сооружения, среднее значение (2ч/24-часовая проба)	mg/l	240	405	–	7,4	50
g	На выходе из первичных отстойников, среднее значение (2ч/24-часовая проба)	mg/l		270	35	5,9	42
h	Количество измерений (строки f или g)		55	55	26	26	–
i	Среднее значение на входе в сооружения = b_2 x f : 1000	кг/сут	2136	3605		66	445
k	Размер очистных сооружений: 108 000		Средняя нагрузка (по $БПК_5$) = i x 1000 : 60 = 35 600				

	На выходе из очистных сооружений (остаточные загрязнения, эффект очистки)	Единицы измерф.	$БПК_5$	ХПК	NH_4-N	NO_3-N	NO_2-N	общ P	общ N
			БПК					Нагрузка по биогенным веществам	
l	Способ отбора проб (простая проба, двух часовая проба, 24-часовая проба)		2h	2h	2h	2h	2h	2h	
m	Количество измерений		170	177	179	179	25	177	
n	Наибольшее измеренное значение	mg/l	7	29	13	21	0,7	0,7	19
o	Среднее значение	mg/l	3	17	2	7	0,3	0,2	8
p	Предельное значение	mg/l	12	40	4			1	14
q	Превышение (количество)		0	0	8			0	3
r	Ступени по БПК и по нагрузке по биогенным веществам исходя из среднего значения (см. ключ)		1	1	2			1	1
s	Среднее значение на выходе из очистных сооружений = b_2 x o : 1000	кг/сут	26,7	151				1,8	71,2
t	Эффект очистки $БПК_5$ $\frac{i-s}{i}$ x 100	%	98,8						
u	Эффект очистки ХПК $\frac{i-s}{i}$ x 100	%	95,8						
v	Эффект очистки общ P $\frac{i-s}{i}$ x 100	%	97,3						
w	Эффект очистки N $\frac{i-s}{i}$ x 100	%	84						

Ключ для определения ступени по БПК

Ступень	1	2	3	4	5	
$БПК_5$	0 X 5	6 10	11 20	21 30	31 --	Общая ступень: 1,3
ХПК	0 X 30	31 50	51 90	91 120	121 --	
NH_4-N	0 1	2 X 3	4 10	11 20	21 --	

Ступень по нагрузке по биогенным веществам

Ступень	1	2	3	4	5	
общ P	0 X 0,5	0,6 1,0	1,1 2,0	2,1 5,0	5,1 --	1,0
общ N	0 X 8	9 13	14 18	19 35	36 --	

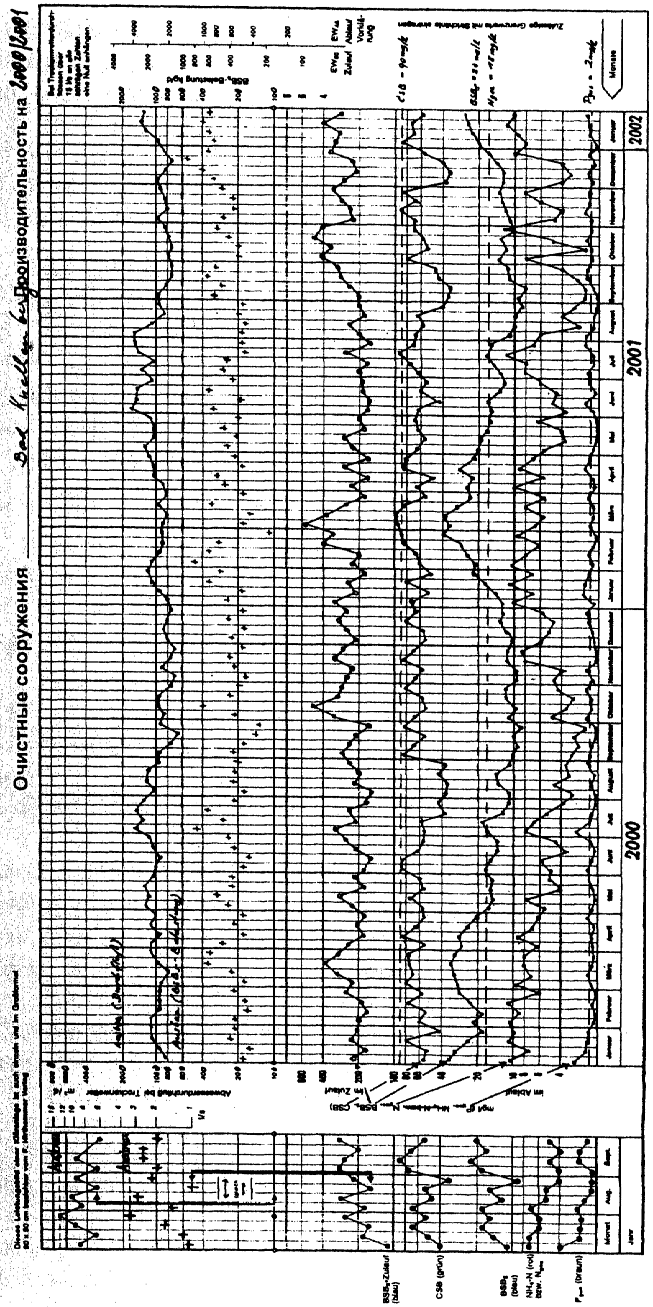
Ступень определена 6.1.01

подпись

мало ← остаточное загрязнение → много

(полученную ступень зачеркнуть)

Рисунок 10.2: Оценка результатов деятельности предприятия



Согласно закону о передаче сточных вод, производственно-бытовые сточные воды определяются как сточные воды, изменившие свои свойства за счет бытового, промышленного, сельскохозяйственного и прочего их использования, включая дополнительные сточные воды, которые образуются в сухую погоду.
Под „сухой погодой" понимается период без существенных атмосферных осадков в месте сбора и отведения сточных вод.

Непосредственное измерение JSM не возможно. Как при раздельном отведении производственно-бытовых сточных вод и дождевых вод по отдельным коллекторам (раздельная система), также и при совместном их отведении (общесплавная система) во время дождя наблюдается более высокий расход. Он должен быть рассчитан для определения JSM. Для этого требуется отдельное рассмотрение раздельной и общесплавной систем.

Для определения JSM необходимо применять особые методы, которые подразделяются на две следующие группы:

- Имеются ли в наличии точные данные о расходах сбрасываемых в систему канализации сточных вод.
- Имеется ли в наличии только малое количество данных измерений или они отсутствуют совсем.

Каждая из этих групп включает несколько методов. Математически одинакового метода, применение которого целесообразно в любом случае и дает наиболее точные результаты, не существует. На практике же оказались пригодными следующие методы:

Определение JSM посредством точных результатов измерений
Для определения JSM с достаточной точностью, в распоряжении должны находиться минимум 50 точных результатов измерений. Как правило, применяется метод „оценка на основе результатов ежедневных измерений в сухую погоду". По записям в эксплуатационном журнале канализационных очистных сооружений выделяются дождливые дни и такие дни, в которые, не было преобладания сухой погоды (например, небольшой дождь или дождь в последующий день, опорожнения резервуара дождевой воды, таяние снега). Из определенных таким образом „дней с сухой погодой" определяются средние значения, из которых рассчитывается JSM. Этот метод достаточно точен и применяется наиболее часто. Это можно определить посредством записей, так как раздельный учет дополнительных расходов воды не является

необходимым. Такое определение JSM возможно подвергнуть быстрой проверке и оно понятно даже не специалистам.

Детализированное определение:
С помощью измерительного устройства расхода можно установить суммарные суточные расходы сточных вод в дни с сухой погодой и в дни с атмосферными осадками.

Из полученного среднего расхода в дни с сухой погодой определённого в течении года получают годовой расход производственно-бытовых сточных вод. Обычно годовой расход получают умножением на 365 дней, а в високосный год на 366 дней.

Для разделения дней с сухой погодой и дождливыми днями могут быть получены данные одной или несколькими станциями измерения осадков на канализуемой территории или на канализационных очистных сооружениях.

При установлении дней с сухой погодой выбираются результаты суточных измерений, которые соответствуют следующим условиям по осадкам (N):

N меньше или равно 1,0 мм в сутки и
N меньше или равно 1,0 мм в предыдущий день

Подробный пример расчетов см. рис. 10.4.

Определение JSM, если имеется в наличии только малое количество данных измерений или они отсутствуют совсем

В практике очистки сточных вод для расчета канализационных сооружений обычно принимают средний расход бытовых сточных вод 150 л/(чел.сут). Это значение необходимо увеличить за счет расхода дополнительных сточных вод, который необходимо учитывать. Такой расчет должен, однако оставаться исключением. Из сельских областей и также из новых федеральных земель поступают данные с существенно более низкими значениями расхода производственно-бытовых сточных вод.

Лучше определять JSM при помощи потребления питьевой воды в бассейне канализования для данной очистной станции, но и здесь необходимо помнить о расходе дополнительной сточной воды.

Определение годового расхода производственно-бытовых сточных вод по методу „оценки на основе результатов ежедневных измерений в сухую погоду"

номер 893 752 год 2001

станция аэрации Bergstadt (OAR)

(1) месяц	(2) число дней с сухой погодой	(3) расход в день с сухой погодой
январь	24	34 728
февраль	23	40 636
март	15	28 423
апрель	21	37 420
май	14	26 761
июнь	15	28 844
июнь	17	31 638
август	18	36 436
сентябрь	12	25 320
октябрь	23	49 583
ноябрь	27	56 876
декабрь	22	44 433
	231	441 098

$$JSM = \frac{\text{сумма (3)}}{\text{сумма (2)}} = \frac{441\,098}{231} \times 365\ ^{*}) = 696\,973$$

*) в високосный год 366 дней м³/

Рисунок 10.4: Определение годового расхода производственно-бытовых сточных вод [6]

Самая большая погрешность при этом получается всегда при определении объема дополнительных сточных вод. Поэтому расход дополнительных сточных вод должен определяться как путем выборочных исследований. В эксплуатационный журнал [6] вносятся расходы дополнительной сточной воды определенные без помощи автоматического измерения расхода. В связи с этим возможно использование следующих эмпирических величин.

Расход дополнительных сточных вод %	Годовой расход производственнобытовых сточных вод м³/чел
0 – 25	30 – 50
25 – 33	50 – 60
33 – 50	60 – 80
> 50	> 80

Погода

Персонал канализационных очистных сооружений должен составлять „отчет" о погоде. Он не должен иметь форму оценки и анализа в метеорологическом смысле, но все-таки должен подтверждать, шел ли в водосборном бассейне канализационной сети дождь такой интенсивности, что возникло ощутимое превышения расхода в сухую погоду. Этот отчёт персонал должен составлять без каких-либо специальных указаний.

Так как годовой расход производственно-бытовых сточных вод устанавливается на основе притока сточных вод всех дней с сухой погодой, то данные о погоде особенно важны. Ежедневно в эксплуатационный журнал весьма точно должна вноситься информация о погоде за прошедшие 24 часа. Вряд будет правильным, если внести 2 разновидности погоды, например, если в журнал записать, солнечно и прошел кратковременный дождь.

Поэтому:
Если атмосферные осадки приводят к определяемому увеличению расхода, то необходимо внести запись о дождливой погоде.
Для упрощения регистрации в эксплуатационном журнале [6] используется следующий „ключ" погоды:

Сухо	= 1
Мороз	= 2
Дождь	= 3
Гроза	= 4
Таяние снега	= 5
Выпадение снега	= 6
Приток дождевых вод с твердых поверхностей	= 7

Необходимо использовать только результаты суточных измерений в дни с сухой погодой, т.к. количество осадков составляет менее или равно 1,0 мм в сутки. Мороз записывается при температурах ниже 0 °С. Если температура поднимается выше 0 °С и лежит снег, то тогда необходимо указывать, что происходит таяние снега, в этом случае расход увеличивается за счет притока талых вод. Способы определения грозы и снега пожалуй самые простые.

Сложнее всего определение притока дождевых вод с твердых поверхностей. Чем сильнее дождь, тем более тяжелым становится расчет объема сточной жидкости, приходящей на очистные сооружения. Это происходит из-за того, что дождевые воды собираются в дождеприемниках и направляются на очистные сооружения только через 6 часов после окончания дождя. При наличии больших горизонтальных емкостей для сбора дождевых вод, сточные воды могут быть направлены на очистные сооружения только через 12 часов после окончания дождя. Если данные периоды относятся к различным дням, то данные о дождливой погоде должны быть занесены в эксплуатационный журнал для этих дней.

Лист определения производительности (рис. 10.3)

При определении производительности собираются, представляются и сравниваются друг с другом данные самостоятельного контроля работы и проверяется соответствие граничным условиям, определенным законом о воде – эффекта очистки на канализационных очистных сооружениях. Помимо этого необходимо вносить в данный документ различными цветами значения $БПК_5$, ХПК, NH_4-N и $P_{общ}$, а также расход. Вместо NH_4-N может использоваться также значение Nобщ.

Внешний вид листа определения производительности не зависит от размера канализационных очистных станций. Формуляр действителен без ограничений для канализационных очистных станций всех объемов. Комментарии по заполнению данного документа находятся на задней стороне формуляров в эксплуатационном журнале.

В обществе ATV-DVWK введен лист определения производительности более крупного формата, его лучше всего вывешивать в метеорологической станции предприятия.

10.5.2 Экономичность, возможности экономии электроэнергии

Только ограничение в объемах энергии вынуждает эксплуатировать канализационные очистные сооружения как можно экономнее, что относится к потреблению электроэнергии.

Возможность инвентаризации и оценки дает представленный на рисунке формуляр (рис. 10.5) [6]. Используемые при этом значения берутся преимущественно из эксплуатационного журнала. По результатам оценки получается, что потребление энергии слишком высоко, поэтому причины этого должны быть более точно изучены. Причины перерасхода энергии могут быть весьма разнообразны. Недогружаемые сооружения, неэффективные ступенчатые двигатели, недостаточное использование очищенного газа, большой расход дополнительных сточных вод, слишком высокая концентрация кислорода в аэротенках, проблемы вызванные спуском промышленных сточных вод – это лишь некоторые из самых распространенных причин.

Многие управляющие в течение последних лет установили режим работы канализационных очистных сооружений с повышением эффективности нитрификации и денитрификации без учёта мероприятий по оптимизации использования энергии, однако в этом случае имеется возможность улучшения использования энергии.

К сожалению, персонал предприятия в большинстве своём не ознакомлен с договорами об электроснабжении очистных сооружений, поэтому неверно заключенные договора об электроснабжении приводят к излишним затратам энергии. Хотелось бы указать на памятку ATV-DVWK м 252 „рекомендации к оформлению договоров поставки электроэнергии для канализационных очистных станций" [4]. При этом следует учитывать обновленный закон об энергии (EEG) от 01.04.2000, который указывает на

Размышления по экономии электроэнергии на период с April по Juni 2001

a –	измеренный средний расход сточных вод (см рис 10.2 b2)	1860	м³/сут
b –	измеренное среднее значение БПК5 в неочи-щенной сточной воде мг/л (см. рис 10.2 d)	321	мг/л
c –	$БПК_5$ значение в сутки – кг/сут (см. рис. 10.2 e)	597	кг/сут
d –	количество жителей – чел (см. рис. 10.2 f)	9950	EW
e –	измеренное среднее значение $БПК_5$ на выходе из очистных сооружений (см. рис. 10.2 n)	11	мг/л
f_1 –	общее потребление электроэнергии в период кВт	76268	кВт
f_2 –	потребление электроэнергии в месяц кВт/месяц	25423	кВт/месяц
f_3 –	часть энергии затрачиваемая на отопление, механической обезвоживание, насосы и т.д.	2843	кВт/месяц
g_1 –	среднее потребление электроэнергии на очистных сооружениях в месяц (f_2-f_3)	22580	кВт/месяц
g_2 –	отсюда среднее потребление электроэнергии в день – кВт/сут	753	кВт/сут
h –	специальное потребление электроэнергии	2,27	кВт/(EW.месяц)

определение специального энергопотребления
причины (низкая нагрузка, выработка собственной энергии) gute Nitrifikation und Denitrifikation
содержание кислорода в аэротенке днем/ночью 3,5 2,0 мгO_2/л

i – причины повышенного потребления Gesamtstromverbrauch zwar niedrig, aber im biologischen Teilbereich wegen fehlender O_2-Steuerung

k –	годовое потребление нефтепродуктов для отопления около – л/год	8200	л/год
l –	специальное потребление нефтепродуктов для отопления (строка k и d) л/чел год	Jahresdurchschnitt = 9929 EW 0,83	л/чел год

определение потребления нефтепродуктов для отопления низкое/ среднее/ высокое
причины (например время сжигания = ч/мес) Zusatzbrennstoff nur i. d. Heizperiode Jahreszeit

m –	мощность кВт	55	кВт
n –	максимальный производительность сети кВ	48	кВт
o –	специальная производительность (строка n:строку d) кВ/чел	4,8	кВ/чел

значения

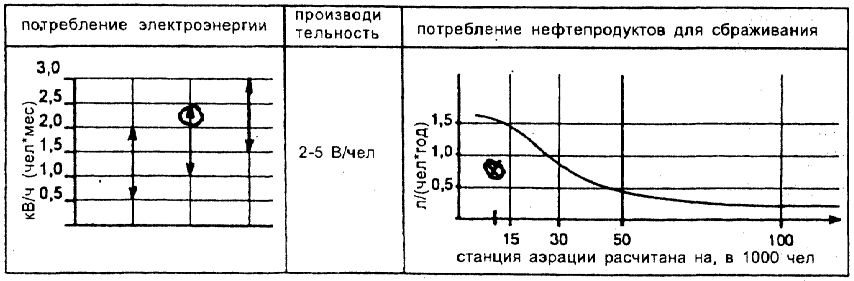


Рисунок 10.5: Соображения по экономии электроэнергии [6]

необходимость получения и использовании электроэнергии получаемого при помощи очищенного газа.

10.5.3 Ступени потребности в кислороде, ступени нагрузки по биогенным веществам

С помощью ступеней потребности в кислороде и нагрузки по биогенным веществам возможно самым простым способом доказывать степень воздействия, вызванные сбросом сточных вод из канализационных очистных станций, на водоем (рис. 10.2).

Ступени потребности в кислороде

Для определения потребления кислорода в водоемах существует 3 основных параметра сброса сточных вод. Биохимическая потребность в кислороде ($БПК_5$) как показатель для биологически легкоокисляемых органических загрязнений, химическая потребность в кислороде (ХПК) как показатель для химически трудноокисляемых органических загрязнения и азот аммонийный (NH_4-N).

В особенности из-за окисления азота в водоемах значение потребности в кислороде становится все более важным. До тех пор пока в водоемах преобладали органические загрязнения (измеренные как $БПК_5$) из-за их легкого разложения, потребление кислорода азотом было только фактором замедления, являющимся весьма зависимым от температуры. Из-за высокой степени окисления на канализационных очистных сооружениях качество водоемов улучшилось до такой степени, что теперь особое внимание необходимо уделять аммонию.

Потребность в кислороде разделяется на 5 ступеней, каждый из результатов измерений относится к одной из ступеней потребности в кислороде и таким образом рассчитывается упрощенная общая ступень. Если на выходе из очистных сооружений остаточные концентрации загрязнений очень малы, получаем ступень 1. Ступень 5 используется при высоких значениях концентрации, которые не допускаются постановлением о сточных водах. В таблице 10.6 приведены ступени потребности в кислороде.

Ступень	1	2	3	4	5
Нагрузка по кислороду	Очень маленькая	Маленькая	Умеренная	Большая	Очень большая
$БПК_5$ мг/л	≤ 5	0,6 – 10	11 – 20	21 – 30	> 30
ХПК мг/л	≤ 30	31 – 50	51 – 90	91 – 120	> 120
NH_4-N мг/л	≤ 1	2 – 3	4 – 10	11 – 20	> 20

Рисунок 10.6: Ступени нагрузки по кислороду

Пример для определения ступени потребности в кислороде:

		Ступень
$БПК_5$	= 12 мг/л	3
ХПК	= 55 мг/л	3
NH_4-N	= 15 мг/л	4
Общая ступень (3 + 3 + 4) : 3 =		3,3

По общей ступени определяют насколько глубоко очищаются сточные воды на очистных сооружениях и соответственно насколько высока еще потребность в кислороде, которая является нагрузкой на водоем. По области результатов измерения, можно определять, по какому параметру отмечается наихудший результат и где необходимо проведение целенаправленного улучшения качества очистки. Результаты измерений ступени потребности в кислороде понятны для персонала предприятия и как также понятны и представляют интерес для общественности.

Ступени нагрузки по биогенным веществам

Если в водоемы сбрасываются биогенные вещества (фосфор и азот), это не приводит к непосредственной нагрузке по углероду и соответственно потреблению кислорода. Нагрузка по биогенным веществам на водоем не входит в систему оценки ступеней потребности в кислороде.

Биогенные вещества приводят к эвтрофикации (росту растений в водоемах за счет неорганических биогенных веществ). Это делает очевидной необходимость введения ступеней нагрузки по биогенным веществам, как второй дополнительной системы оценки.

Ступень	1	2	3	4	5
Нагрузка по кислороду	Очень маленькая	Маленькая	Умеренная	Большая	Очень большая
Фосфор ($P_{общ}$) мг/л	≤ 0,5	0,6 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 5	> 5
Азот ($N_{общ}$) мг/л	≤ 8	9 – 13	14 – 18	19 – 35	> 35

Рисунок 10.7: Ступени нагрузки по биогенным веществам

Пример определения ступени нагрузки по биогенным веществам:

		Ступень
$P_{общ}$	= 1,8 мг/л	3
$N_{общ}$	= 20 мг/л	4
Общая ступень (3 + 4): 2 =		3,5

10.5.4 Эффект очистки канализационных очистных станций

Фактическую „эффективность" канализационных очистных сооружений определяют не по невысоким концентрациям загрязнений в очищенной сточной воде, а показатем является степень фактического снижения нагрузки. Только, так называемая, степень очистки (%) канализационных очистных сооружений (называемая ещё эффективность) является объективной мерой определения сокращения загрязнений. Т.е. эффективность определяется следующим образом: концентрация загрязнений на входе в сооружения минус концентрация на выходе из них делится на концентрацию на входе в сооружения и умножается на 100, т.е. переводится в проценты.

$$\text{Эффект (\%)} = \frac{\text{концентрация загрязнений на входе} - \text{концентрация на выходе}}{\text{концентрация загрязнений на входе}} \times 100$$

Для эффекта очистки по самым важным загрязнениям была введена система оценки из пяти ступеней. Распределение 5-ступенчатой системы для эффекта очистки строится на указан-

ных выше по тексту системах ступеней потребности в кислороде и нагрузки по биогенным веществам. Таким образом, эффективность очистки на канализационных очистных сооружениях можно придать более доступную форму.

Ступень	На выходе из сооружений	Степень очистки	Требования
1	≤ 5	≥98	
2	6 – 10	< 98 – 96	
3	11 – 20	< 96 – 93	≥70 – 90%
4	21 – 30	< 93 – 90	
5	> 30	< 90	

Рисунок 10.8: Ступени снижения $БПК_5$

Ступень	На выходе из сооружений	Степень очистки	Требования
1	≤ 30	≥95	
2	31 – 50	< 95 – 92	
3	51 – 90	< 92 – 85	≥75%
4	91 – 120	< 85 – 80	
5	> 120	< 80	

Рисунок 10.9: Ступени снижения ХПК

Ступень	На выходе из сооружений	Степень очистки	Требования
1	≤ 0,5	≥94	
2	0,6 – 1,0	< 94 – 89	
3	1,1 – 2,0	< 89 – 78	≥80%
4	2,1 – 5,0	< 78 – 44	
5	> 5,1	< 44	

Рисунок 10.10: Ступени оценки снижения $P_{общ}$

Ступень	На выходе из сооружений	Степень очистки	Требования
1	≤ 8	>85	
2	9 – 13	< 85 – 76	
3	14 – 18	< 76 – 67	≥70 – 80%
4	18 – 35	< 67 – 36	
5	> 36	< 36	

Рисунок 10.11: Ступень снижения N

10.5.5 Определение расхода чужеродной воды

Чужеродная вода – это резюмирующее понятие для воды, которая не относится к канализационным коллекторам и не должна обрабатываться на канализационных очистных сооружениях.

Чужеродной водой являются, например
- Грунтовые воды и ключевые воды
  Или воды
- Дренажей сельскохозяйственных земель и строительных площадок,
- из котлованов,
- Водоемов и дренажных канав,
- Образующиеся из-за переполнения колодцев
  А также
- Охлаждающая вода.

Незагрязненная охлаждающая вода хотя и не является в полном смысле чужеродной (дополнительной) водой, однако так же не относится и к канализации, так как она способствует лишь разбавлению производственно-бытовых сточных вод.

Дополнительная вода не может отводиться по общесплавной системе канализации. При раздельной системе она не должна попадать в трубопроводы бытовой канализации, но может отводиться по коллекторы дождевой канализации. Дождевые воды – это чужеродная вода только в трубопроводе бытовой канализации при раздельной системе, но не в коллекторе общесплавной системы канализации.

Чаще всего чужеродная вода встречается, если грунтовые воды проникают через негерметичные соединения в каналах или колодцах в систему канализации. Расход дополнительной воды зависит не только от сезонного колебания уровня грунтовых вод. Повышенный расход дополнительной воды в течение нескольких дней (от 10 до 20 дней) можно наблюдать после длительных периодов дождей. Этот феномен зависит от ретенционной способности грунта после интенсивных осадков. В таких случаях вода проникает в канализацию через негерметичности колодцев или коллекторов. Эта проблема существует как для городской канализации, так и для частных каналов канализования земельных участков. Домовые присоединения, зачастую установленные с нарушением технологии строительства, являются источником наибольших проблем. На земельных участках домашние дренажи для осушения подвалов – из удобства или по незнанию – часто без разрешения присоединяются к канализации. В раздельной системе водосточные трубы часто ошибочно присоединяются к трубопроводу бытовой канализации, так как он лежит поблизости. Такие действия, конечно, запрещены уставом общины, регламентирующим канализацию. Большей частью причиной таких ошибок является неосведомленность и непонимание; но они могут иметь серьезные последствия.

При этом происходит увеличение расхода сточных вод, так как в законе о передаче сточных вод установлено, что дополнительную воду необходимо учитывать при расчетах в соответствии с ее объемом. Вследствии этого, дополнительная вода должна учитываться в годовом расходе производственнобытовых сточных вод. В законе говорится, что очистка сточных вод не может достигаться путем разведения или смешивания, а это значит, что при большом объеме дополнительной воды эффект очистки не принимается в расчёт и поэтому снижение требований к сбросу сточных вод не предоставляется.

По этим причинам важен контроль расхода дополнительной воды.

К сожалению, расход дополнительной воды определить весьма сложно. Несомненным сигналом являются невысокие концентрации загрязнений на входе в сооружения (например, значение $БПК_5$ <180 мг/л). Однако, это является лишь отправной точкой. До сих пор единственным пригодным методом является – ночные измерение. Исходя из соображения, что дополнительная вода

поступает вне зависимости от времени суток, выбирают для измерения время, в которое дополнительная вода течет в канале без разбавления – без производственно-бытовых сточных вод. Эмпирически, примерно, между 3 и 5 часами ночи. Само собой разумеется, что во время измерений нежелательно поступление дождевых сточных вод способных повлиять на результат исследований.

В эксплуатационном журнале [6] имеется описание работ для определения расхода дополнительной воды (рис. 10.12). При этом различают два способа, с самопишущим расходомером и без него. Так как измерение должно проводиться в поздние ночные часы или ранним утром, его тяжело проводить без стационарного измерительного устройства и автоматической записи (с возможностью печати). В этих случаях необходимо, чтобы персонал проводил измерение с помощью мерного водослива, измерительных емкостей или другим простым измерительным методом. Это, однако, не является причиной отказа от проведения измерений. Наличие автоматического измерительного устройства значительно упрощает проведение измерений, так как здесь возможно считывание даже самых незначительных расходов с распечаток.

Одного измерения дополнительной воды не достаточно, на малых очистных сооружениях данные исследования проводятся по меньшей мере четыре раза в год, на крупных измерения проводят двенадцать раз в год.

Так как по сезонам года могут происходить большие колебания расхода, обычно расход дополнительной воды весной выше, чем осенью. Кроме того, существуют так называемые „влажные годы" и „сухие годы", которые также влияют на уровень грунтовых вод и соответственно на объем дополнительных вод.

При получении данных этих измерений управляющим, он получиает общую картину фактических воздействий. Если расход дополнительной воды составляет более 50%, то должны быть проведены целенаправленные мероприятия по сокращению её доли. Целесообразно поручить проектному инженерному бюро выяснение причин, а также разработку предложений по санации коллекторов. При этом не учитываться то, что в некоторых случаях эти мероприятия весьма трудоемки и необходима оценка действительного эффекта работ по санации. Для того, чтобы иметь возможность разрабатывать данные мероприятия, необходимо иметь результаты измерений расходов дополнительной воды.

Измерение дополнительной воды и определение при помощи автоматических расходомеров

Протокол на год 2001

ИЗМЕРЕНИЕ
Измерение проводится в сухую погоду (ключ погоды 1 или 2) при наименьшем расходе (как правило, ночью измерения около 3 часов ночи) и определении суточного расхода сточных вод в течение суток (24 часа). Для определения суточного расхода дополнительной воды необходимо минимум одного измерения, дистанция между измерениями должна быть не меньше 14 дней. Важно регулярное проведение проверки измерительных приборов и отбора контрольных проб.

Управляющий: Bergheim
Станция взрации: Burglein
Измерение номер: 875 39.1
Количество жителей на которое рассчитана станция взрации: 32 000
Район: Hilfe tal

Измерение:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Дата:	19. 01	13. 02	19. 03	27.04	26.05	10.06	02. 07	25. 08	27.09	31.10	14. 11	29.12	
a измеренный минимальный ночной расход л/с	29,1	25,3	44,9	62,5	41,9	39,0	24,0	26,9	32,1	25,8	24,8	34,2	
b вычисленный расход в пересчете на число жителей (EZ) (фактор q = 0,3 до 0,5 л/с на 1000 EZ при длинных канализационных сетях до 1 л/с	- 7,0	- 7,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	Суммы
c расход производственных сточных вод л/с	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	- 1,0	
d расход дополнительной воды л/с	22,2	17,4	40,9	42,5	33,9	31,0	21,0	23,9	29,1	23,8	23,8	33,2	
e суточный расход дополнительной воды м³/сут	1835	1538	3534	4104	2929	2677	1814	1633	2402	1958	1958	2737	22 060
f вычисленный расход сточных вод (24 часа) включая дополнительную воду м³/сут	4440	3988	7632	6884	5222	5104	4641	6930	7842	5286	4440	6211	67 911
h часть дополнительной воды в каждом измерении %	42	39	46	60	51	52	39	24	27	29	32	38	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ
Отдельные измерения в год из строки h
часть дополнительной воды
Измерения

ОЦЕНКА
Слишком высокая
Пригодное к санированию
Стремящееся к снижению
Ниже, отсутствие воздействия инфильтрации сточных вод

Часть дополнительной воды в среднем годовом значении (разбавление по AbwAG) 40 %

Замечания:
Sept. 1993 eine große Schadstoffbelastung durch Einleitung einer Chemiefirma

(причины появления дополнительной воды, возможные мероприятия по санации)

Дата: 30.12.2001 Подпись

Рисунок 10.12: Лист определения расхода дополнительной воды [6]

10.6 Особые ситуации на производстве

Особые ситуации на производстве могут быть вызваны морозом, наводнением, штормом, распространением запаха, аварией, воздействием нефтепродуктов, выбросом токсинов или скачком pH, нарушением электроснабжения или отказом важного оборудования или устройства. Возникающие при этом проблемы весьма разнообразны. Многие из них вообще не могут быть исправлены.

Далее даются некоторые указания по эксплуатации очистных сооружений зимой, в случае наличия нефтепродуктов на канализационных очистных сооружениях, выброса токсинов и скачка pH.

Эксплуатация зимой

Проблемы эксплуатация в зимний период наиболее существенно сказываются, на малых и средних очистных сооружениях из-за небольшого расхода, очень низких температурах и особенно ночью. Наиболее подвержены влиянию установки с периодической загрузкой сточной водой. Для поддержания нормального функционирования канализационных очистных сооружений зимой, требуется проведение ряда профилактических мероприятий. К ним относятся очистка от снега и льда дорожек и подступов к сооружениям, при необходимости их следует посыпать песком или золой. Необходимо избегать использования соли, так как она разъедает бетон. Для теплоизоляции возможно использование опилок.

Трубопроводы, которые могут быть повреждены морозом, следует заблаговременно защищать от замерзания теплоизоляцией (стиропор или изоляция при помощи соломы) или производить опорожнение трубопроводов. После опорожнения шибер необходимо оставлять открытым. Если все же трубопроводы или шиберы замерзли, из-за опасности возгорания или взрыва для размораживания нельзя использовать открытое пламя.

Биохимические процессы протекающие на биологической ступени канализационных очистных сооружений зависят не только от таких параметров как гидравлическая нагрузка, нагрузка на активный ил, время пребывания и т.д., известно, что эти процессы зависят также от температуры окружающей среды. Биохимические процессы очистки при понижении температуры до 10 градусов протекают в два раза медленнее. Это особенно важно, прежде всего, для канализационных очистных сооружений с про-

длённым периодом пребывания сточной воды в аэротенке, в частности, в низконагружаемых аэротенках.

Обмерзание *измерительных устройств* влечет за собой неточности в измерениях или вообще их прекращение, что делает невозможным определение эффекта очистки на очистных сооружениях.

Если укрывание поплавка не предотвращает образование льда, возникает необходимость в повторном многоразовом его удалении, эффективное устранение неисправности можно достичь путем установки электрической отопительной системы.

Повреждениям подвержено также оборудование по измерению pH и концентрации кислорода. Перед началом холодного времени года электроды необходимо тщательную обмотать, при этом вкладши из стиропора в данном случае могут оказаться весьма полезными.

Решетки также особенно подвержены повреждению морозом, так как они на малых очистных сооружениях не приспособлены для работы в зимний период времени. При этом возможны следующие неисправности:

Отбросы примерзают к стержням и между них. Вследствие этого в одних видах решеток отбросы продавливаются через межстержневое пространство, а в других отбросы застревают и могут вызвать деформацию металлических частей. В сильный мороз может отказывать автоматическое управление, например, при переключении давления сжатого воздуха замерзают вытяжные отверстия.

Удаление отбросов зимой также вызывает определённые трудности, так как отбросы при разгрузке примерзают к поверхностям контейнеров, что затрудняет их заполнение и значительно увеличивает вес пустых емкостей.

По этим причинам решетки должны быть подготовлены к эксплуатации в зимний период.

Предупреждение образования льда достигается путем увеличения частоты включения, устройством решеток с переносной конструкцией или декоративной нишей для защиты от ветра или установкой отопления. Во многих случаях устанавливается инфракрасный излучатель.

Для удаления отбросов с решеток наиболее выгодным является прессование и упаковка в пластиковые пакеты.

В *песколовках* с автоматическим удалением песка, так как они не отапливаются, песок замерзает в сборных камерах и промывных резервуарах. Возможно замерзание поплавка вакуумного насоса и блокировочных механизмов. Самой опасным местом на песколовках является запорный механизм в бункерах для песка, поэтому отверстие воронки не должно быть слишком маленьким.

На крупных очистных сооружениях, для избежания повреждения морозом сооружений или их механизмов, решетки и песколовки следует размещать в зданиях.

Отстойники также подвержены повреждению из-за образования льда, так как расширение воды при замерзании может привести к повреждению стенок, поэтому образующуюся корку льда необходимо постоянно разбивать. Наружные стенки отстойников должны заблаговременно обшиваться мягкой древесиной или блоками стиропора, при этом давление льда переносится на мягкий материал.

Во избежание повреждения оборудования ломать корку льда следует осторожно, , например, при пластмассовых зубчиках из-за ломкости пластических масс и других материалов при низких температурах.

Проворачивание зубчатых колес подвижных ферм или приточной вентиляции по обледенелой поверхности предотвращается применением песка или опилок. При борьбе с льдом необходимо избегать применения соли. Дальнейшие указания смотри [18] стр. 93, 95, 192, 195.

Аэротенки с механическими аэраторами, как и все другие сооружения, требуют постоянного обслуживания. Лед, образующийся на вращающихся поверхностях, стояках и стенках необходимо постоянно удалять. Механическое разрушение льда следует проводить весьма осторожно, во избежание повреждения аэраторов, которые в некоторых сооружений выполнены из пластмассы. Необходимо также избегать падения наледи со стен, т.к. она может войти в соприкосновение с аэротором и таким образом повредить его.

Турбинные отверстия должны быть постоянно свободны ото льда, так как при образовании льда уменьшается расход воздуха.

Образование льда в деталях приводит к негативным последствиям, наличие льда вызывает повышенное трение и, следовательно, более высокую потребляемую мощность, которая может привести к перегрузке предохранителей. Двигатели и приводы защищают путем устройства противоветровых стенок и применением спе-циальных зимних масел.

На небольших и слабо нагруженных капельных биофильтрах, а также на биофильтрах периодического действия возможно образование льда на поверхности и в вентиляционных отверстиях у основания биофильтра, что приводит к снижению циркуляции воздуха и к повреждению биологической пленки.

Возможно появление неисправностей в реактивных оросителях при использовании смазочных материалов неправильных марок. Образование льда в выпускных отверстиях оросителей или образование льда на стенках, в частности, в прямоугольных в плане биофильтрах приводит к остановке системы орошения.

Для поддержания нормального режима работы биофильтров и во избежание возникновения неисправностей необходимо проведение следующих мероприятий:

Появление льда на поверхности биофильтра необходимо предотвращать равномерным распределением сточных вод, что достигается очисткой и регулированием выпускных отверстий спринклеров. Заблаговременное проведение этого мероприятия снижает опасность образования льда. Для смазки оросителей должны применяться только средства с низкой температурой замерзания.

Появление льда на стенках биофильтра предотвращается постоянным смачиванием относительно теплыми сточными водами, в тоже время частично приоткрывают специальные отверстия оросителей или применяют форсунки и листовые металлы.

На биофильтрах периодического действия система орошения должна регулярно опорожняться, так как в режиме эксплуатации с рециркуляцией при неоднократной циркуляции воды из вторичного отстойнике через биофильтр, может произойти сильное переохлаждение сточной воды. Увеличение циркуляции может служить методом предупреждения замерзания.

Во избежание сильного охлаждения биофильтра, вентиляционные отверстия у его основания следует частично закрывать и, в крайнем случае, биофильтр может быть частично перекрыт куполом.

Оборудование отведения осадка необходимо защищать от замерзания с помощью чехлов.

Нефтепродукты на канализационных очистных станциях

Несмотря на то спуск в канализацию нефтепродуктов различного происхождения запрещен на очистные сооружения со сточными водами они могут попадать. Наличие нефтепродуктов в сточной воде определяют по запаху и по присутствию масляных пятен. Концентрация нефтепродуктов в сточной воде может быть различна. Определение их количества визуально может легко привести к ошибочному представлению о количестве масла на поверхности воды, т.к. уже несколько литров вызывают огромное масляное пятно. До тех пор пока масляное пятно переливается всеми цветами радуги, его толщина не значительна и, следовательно объем его также невелик и эффективное применение связывающих нефтепродукты соединений в данном случаев не возможно. При обнаружении небольших объемов нефтепродуктов оператор очистных сооружений должен отметить факт появления в эксплуатационном журнале, так как кроме контроля на входе в очистные сооружения другого контроля не проводится. Отстойники могут отлично функционировать в качестве нефтеловушки и жироловки, единственным недостатком их является низких процент удержания плавающих веществ. Малые объемы нефтепродуктов могут удаляться на биологической ступени очистки сточных вод.

При наличии больших объемов нефтепродуктов (например, несколько сотни литров), попадающих на канализационные очистные сооружения (авария автомобиля-цистерны, намеренный или неумышленный сброс нефтепродуктов предприятием), выполнять следующие мероприятия:

1. *Ни в коем случае* нельзя прекращать впуск на канализационные очистные сооружения сточных вод; так как отстойники, в частности, резервуары дождевых вод, являются последней возможностью предотвращения попадания нефтепродуктов в водоприемник.

2. *Следует разрабатать план на случай попадания нефтепродуктов*. (При авариях автомобилей-цистерн предпринимают все меры для сбора нефтепродукты с улиц и по изоляции дождеприемников).

Если не существуют никаких дополнительных сооружений то:

3. Блокируется биологическая ступень очистных сооружений! (На станциях механической очистки необходимо руководствоваться особыми соображениями: например, окситенк: впуск в сооружение закрывается и устанавливаются плавающие перегородки; при длительном периоде аэрации, возможно, изменение функции вторичных отстойников. (Особые меры, должны быть определено заранее необходимо ли оставлять включенной аэрацию.)
4. Для проведения анализа отбирают двух литровые пробы.
5. Оповещаются *управляющие органы,* например, бургомистры, и пожарная команда, которая по возможности не покидает сооружения.
6. Управляющим органам напоминают о необходимости извещения Совета федеральной Земли и технических отраслевых органов власти (учреждение водного хозяйства и т.д.); в крайнем случае уведомление осуществляет управляющий очистных сооружений
7. В зависимости от местных условий, при дальнейшем притоке нефтепродуктов, до прибытия подсобных рабочих в трубопроводы на входе в сооружения добавляют соединения связывающие нефтепродукты, так как нефтепродукты распределены еще на малой поверхности.
8. Если приток снижается, нефтепродукты сдвигают в угол резервуара при помощи щитов или балок и, в крайнем, случае добавляют соединения связывающие нефтепродукты. Сильно перемешивают, например струей воды. Если слой нефтепродуктов на поверхности воды толще 2 см, применение соединений связывающих нефтепродукты нерационально; проще их снимать механических способом. В случае присутствия бензина нет необходимости в соединениях связывающих нефтепродукты. Необходимо отдавать предпочтение устройствам из устойчивого к воздействию соляных растворов алюминия, чем устройствам из железа, так как в первом случае снижается опасность возникновения искр. Опасность воспламенения особенно высока в середине лета.

9. Нефтепродукты собираются специальными скребками и сборниками в емкости для нефтепродуктов, в крайнем случае, в контейнера для мусора. Попадание нефтепродуктов в метантенк недопустимо.
10. В *эксплуатационном журнале* отмечают время начала и окончания притока нефтепродуктов, измеренное количество, цвет и запах.

Сжигание нефтепродуктов на канализационных очистных сооружениях допускается только после согласования с пожарной командой и, возможно, в ее присутствие. Если на сооружения постоянно поступают нефтепродукты одного и того же вида, необходимо предполагать, что виновником данной ситуации является какое-либо предприятие. Необходимо пытаться при помощи органов власти добиваться наложения штрафов на ответственных в сбросах.

Нефтепродукты – это вещества, причиняющие большой вред и способные через поверхностные и грунтовые воды нарушить процесс водоснабжения. Они могут привести к полному выходу из эксплуатации биологических сооружений!

При подборе соединений, связывающих нефтепродукты, необходимо обращать внимание на то, что на канализационных очистных станциях могут применяться только средства способные долгое время оставаться в толще воды без осаждения. Федеральное министерство издало руководство для „Мероприятий при авариях связанных минеральными маслами". В приложении к нему описа-ны свойства связывающих соединений.

Ни в коем случае не могут быть использованы средства, которые распределяют нефтепродукты в воде в виде эмульсии, так называемые эмульгаторы.

Токсины и величина pH

Влияние токсинов отмечается на канализационных очистных станциях не сразу. В редких случаях ядовитые сточные воды можно определить по цвету, например, желто-коричневый цвет хромистых промышленных сточных вод.

Часто токсины поступают одновременно с резким скачком pH, в частности, при недостаточной предварительной обработке сточ-

ных вод гальванопроизводств. Если существует обоснованное подозрение наличия токсинов, необходимо избегать попадания их в сооружения сбраживания осадка.

В очистке сточных вод, как правило, не может быть предпринято мер против токсинов или pH-ударов. Необходим отбор пробы (2 л) и определение времени, а также соответствующая запись обстоятельств в эксплуатационном журнале и на отобранной пробе. Следует оповестить о факте попадание токсинов управляющих органов.

Только путем тщательных наблюдений возможно определение виновника таких залповых сбросов, например, если они постоянно появляются в определенные дни и в определенное время. В таких случаях необходимо наличие на входе в канализационных очистных сооружений самопишущего pH-метра. Иногда для выявления виновника, возможно использование немедленного определения величины pH pH-метрами в каналах.

10.7 Внешний вид

Почему внешний вид должен быть соответствующим?

Для этого имеются следующие основания:

- Стоимость очистных сооружений, как сооружений, машин, дороги, освещение, кладовые и помещения, склады, люки, ограды, зеленые насаждения и т.д., составляет в большинстве случаев несколько млн. евро. Срок службы очистных сооружений продлевается тщательным обслуживанием и содержанием в исправности.
- Брак при строительстве означает почти всегда угрозу аварии, которая должна быть предотвращена.
- Канализационные очистные сооружения должны по гигиеничным причинам, во избежание угрозы персоналу, от посетителей и окружающей среды, содержаться в чистоте. Это также является частью содержания сооружений в исправности. Часто вследствие этого предотвращается образование запаха.
- Внешний вид канализационных очистных сооружений должен быть соответствующим. Состояние очистных сооружений и уровень персонала определяется по внешнему виду.
- Не ухоженные канализационные очистные сооружения часто имеют также неудовлетворительные значения концентраций на выходе.
- Законом о воде предписано наличие зеленых насаждений для включения очистных сооружений в ландшафт; зеленые наса-ждения также требуют тщательного ухода.

Перечисление основания для содержания предприятия в исправности показывает, что речь здесь идет о задачах, касающихся больше работ для привратника, чем для технического персонала.

В значительной степени это также работа по борьбе с негативным влиянием погодных условий. Близость сточных вод усиливает это влияние. Под погодой здесь понимается дождь (вода), ветер (воздух), солнце (свет), температура (жара, холод). Здесь не нельзя говорить о хорошей или плохой погоде, так как каждая погода может вызывать негативное влияние.

Следующие требования верны для всех видов сооружений.

Если поверхность металла разъедается или разрушаются под воздействием химических или электрохимических реакций – такой процесс называется коррозией. Известной разновидностью коррозии является образование ржавчины. Большей частью коррозионный слой образовывается на поверхности. В некоторых случаях имеется также точечное воздействие, которое также называется сквозной коррозией. Металлы, прежде всего, сталь, но также и оцинкованная сталь, защищаются от коррозии путем нанесения различных покрытий, чаще всего красок. Горячая оцинковка сама по себе является очень действенным методой защиты от коррозии. Для нанесения покрытий существует специальный норматив: DIN 50 900, 55 928 и 18 364 (VOB. Часть C). Для этого весьма важными является грунтование и предварительная очистка. Существует нормированные степени чистоты. Предварительная очистка может проводиться:

Ручной щеткой (проволочной щеткой)
Машиной для удаления ржавчины (щеточные машины, шлифовальные или точильные круги)
Струей песка или специального средства согласно DIN 8 201
Пламенем при помощи инжекторной горелки
Или ацитилен-кислородным пламенем
Травлением (например, опусканием в фосфорную кислоту)
Преобразованием ржавчины (для стали не допустимо).

Как правило необходимо удаление ржавчины до чистого металла.

Для нанесения покрытия возможны следующие методы:

Вальцевание или при помощи валиков (плохой метод)
Окраска (хорошо)
Торкретирование (хорошо для слоев после окраски)
Опускание в краску (возможно только для маленьких деталей)
Шпаклевка (для некоторых видов пластмассы).

Важно, чтобы поверхность была сухой перед нанесением защитного слоя. Обычно наносится от 2 до 4 слоев. Толщина этих слоев указывается в долях миллиметров = микрометрах. Толщина слоя составляет, например, от 80 до 120мкм, покрытия полностью от 400 до 600 мкм. В качестве материалов первого слоя используются, например, битумы или цинковые краски, для дальнейших слоев эпоксидные или полимерные покрытия.

Выбор материала определяется нагрузкой на объект со стороны внешней среды и сточной воды. Существуют различия, находится ли объект в сухом, обогреваемом помещении или в зоне смены воды первичного отстаивания. Городская атмосфера агрессивнее, например, чем воздух вне города. Морской воздух создает дополнительную нагрузку. Движение – это серьезные механические нагрузки. Если резервуары перекрываются, то по нагрузке определяет содержимое сооружения, например, жидкое топливо или растворитель и т.д.

Особенным способом защиты от коррозии является катодная защита. Весьма упрощенное объяснение: металлы более или менее благородны, например, золото благородный металл, железо меньше, цинк еще меньше, алюминий еще менее благородный металл. Если, например, в сточных водах соприкасаются 2 металла, корродирует всегда менее благородный. Таким образом, например, части стали не корродируют, до тех пор пока есть покрытие из цинка. Эти данные используются специалистами для защиты от коррозии, неблагородные металлы помещаются в анодную среду, то есть на металлические части воздействуют слабым электрическим током. Эти катодные методы используются, прежде всего, для трубопроводов. При использовании алюминия в железобетонных сооружениях влияния коррозии может возникать из-за контакта с бетоном. Поэтому на канализационных очистных сооружениях избегают использования алюминия, кроме

только, устойчивого к соляным растворам алюминия. В целом предпочтительно использование нержавеющей стали.

Для облегчения проведения мероприятий по защите от коррозии организация ATV-DVWK Бавария издала постановление по защите от коррозии составленную по аналогии с постановлением по обслуживанию технического оборудования (издательство F. Hirthammer).

Коррозии также подвержены сооружения из бетона. Для железобетона имеет значение воздействие на арматуру. В большинстве случаев сначала покажется ржавчина, а потом начнет разрушаться бетон из-за контакта с ржавой сталью. Часто мероприятий по перекрытию сооружений недостаточно т.к. вода проникает через мелкие трещины и достигает арматуры. Для устранения коррозии необходимо очистить бетон до чистого не подвергшегося коррозии бетона и очистить стальную арматуру. Ржавчину удаляют при помощи щеток или струей песка; затем сталь изолируется, например, пластмассой, после этого накладывается ремонтный слой, например, из пластмассы, цемента, песка и воды. Соединения повреждаются быстрее, чем остальные части сооружения. Необходимо также бороться с выцветанием. Например, бетон, чистят и моют кислым чистящим средством, затем закрывают раствором синтетического материала. Нельзя забывать для бетонных поверхностей, что соль зимой разъедает бетон. На это необходимо обращать внимание на стеновых поверхностях, по которым передвигаются зубчатые колеса подвижных ферм.

Сооружения или части сооружений из древесины должны также защищаться регулярно от влияния погодных условий путем окрашивания. Для фасадов окон около 5 лет, для внутренних сторон окон от 6 до 7 лет. Стены из древесины необходимо обрабатывать каждые 3–5 лет специальными пропитывающими средствами.

Нельзя поручать данные работы персоналу канализационных очистных сооружений; этим должны заниматься специализированные фирмы. Только небольшие работы по ремонту должны производиться персоналом предприятия. Задачей персонала предприятия является своевременное указание на то, когда и какие виды работ необходимо выполнить и оповестить об этом управлябщего.

К внешнему виду сооружений относится кроме сооружений также следующее:

Дороги

К ним относятся мостки, лестницы, стремянки и покрытия. Они должны держаться в чистоте и находиться в исправном состоянии. Повреждения должны быть своевременно определены и устранены. На дорогах нельзя оставлять никаких предметов. Осенью должна удаляться листва, зимой снег и лед; по возможности без применения соли.

Ограждения

Ограждения (высотой минимум 1.50 м) должны предотвращать доступ посторонних из соображений безопасности. Ворота должны оставаться закрытыми, чтобы посторонние, прежде всего, дети, не могли приблизиться к резервуарам. Ограда должна через регулярные промежетки времени проверяться, по крайней мере раз в 3 месяца. О повреждениях необходимо сообщать и как можно быстрее устранять.

Освещение

Освещение должно способствовать без аварийной эксплуатации сооружений и освещению помещений. Поэтому при въезде в ворота должен быть размещён переключатель. Не постоянно использующиеся осветительные приборы необходимо еженедельно проверять. О поврежденных осветительных приборах необходимо сообщать; в простых случаях их необходимо заменять. Для замены следует иметь запасные лампы.

Зеленые насаждения

На канализационные очистные сооружения имеются большие площади, на которых по различным причинам посажены трава, кусты, деревья или цветы. Заботится о них призван либо садовник, либо специальная фирма. В противном случае местность выглядит неухожено. Уход за зелеными насаждениями весьма трудоемок.

Посадки не должны мешать эксплуатации канализационных очистных сооружений. Поэтому нерационально сажать кусты, деревья или цветы в непосредственной близости от резервуаров

или биофильтров. Лиственные деревья могут привести при близости резервуаров при листопаде осенью к большой дополнительной работе и иногда даже к нарушениям нормальной работы.

Наибольший объем работ лежит по уходу за газонами, но с существующими сегодня косилками это не является серьезной проблемой, откосы могут приводить к затруднениям по уходу за насаждениями. Здесь необходимо использование моторных косилок. Такие животные, как овцы оправдали себя как „биологические газонокосилки". Необходимо заботиться об изгородях и обрабатывать их как минимум один раз в год. Для этого существуют электрические ножницы для изгородей. Их надо держать обеими руками во избежание травм кистей рук.

В удобрениях (минеральных удобрениях) обычно на канализационных очистных станциях для ухода за растениями не нуждаются, так как в распоряжении имеется осадок сточных вод, возможно даже компостированный. Меры по борьбе сорняками должны проводиться как можно более редко.

Животные паразиты

Борьба с паразитами – это особая проблема. Речь идет о насекомых, иногда также птицах (чайках и воронах) и, наконец, крысах. Для птиц достаточно прикреплений одной мертвой птицы к перилам. Из насекомых наиболее надоедливыми являются мухи. Обычно мухи появляются только если отбросы с решеток или песок из песколовок лежат не в контейнерах, а открыто. Здесь необходимо использование контейнеров с крышками. Летом полезно использование малого количества хлорной извести. Муха- *psychoda* из биофильтра вполне безвредна, однако может относиться ветром большими роями. Контрмероприятия см. в указаниях по эксплуатации биофильтра.

Целенаправленной борьбы с крысами правтически не избежать, если канализационная сеть подверглась нападению крыс. Крысы разносят болезнетворные микробы из сточных вод. Они переносят также возбудителей тифа и холеры. Законодательной основой для борьбы являются нормы, записанные в законе об эпидемиях (BCG) от 18.12.79, §13.

Большей частью крысы появляются из канализационной сети. Самое важное правило – это чистота. Рабочие устройства не

должны лежать как попало, а находиться в недоступных для крыс местах или положениях. Как уже было отмечено выше для защиты от мух и крыс, отбросы должны храниться в контейнере.
Одноразовых контрмероприятий недостаточно, крысы появляются снова и снова, до тех пор пока они знают, что могут найти пищу на очистных сооружениях. Это имеет особое значение для решеток и песколовок. Борьба должна быть технически правильной, так как применяемые средства обладают потенциальной опасностью и для человека, животных и окружающей среды. Необходимо соблюдать положения специальных законов федеральных земель о защите животных.

11. Гигиена

Отведение и очистка сточных вод служит в первую очередь для предотвращения эпидемий среди людей и животных. Таким образом, сбор и очистка сточных вод означает не только охрану водоемов от загрязнения, но в большей мере медицинскую профилактику (гигиену). При отсутствии гигиены эпидемии легко распространяются. Они могут вызываться:

- Непосредственным контактом больных со здоровыми людьми;
- Косвенной передачей от человека к человеку через вещи, столовой посуду, загрязненные продукты и загрязненную питьевую воду;
- Через животных переносчиков болезней (например, крыс).

До устройства в прошлом столетии систем сплавной канализации во многих городах случались эпидемии, которые вызывались питьевой водой, загрязненной сточными водами.

В коммунальных сточных водах микробное число составляет более 1 млн. бактерий на 1 мл. Большинство из них безвредно для человека. Например, бактерии вида Bacterium coli, которые чаще всего обитают в кишечнике человека, используются в бактериологии как „показатель загрязнения сточных вод". Bacterium coli могут при определенных условиях служить причиной развития инфекций у человека. Почти всегда городские сточные воды содержат, также возбудителей болезней, а именно бактерии (патогенные бактерии), вирусы, а также яйца гельминтов. Эти возбудители болезней называются также патогенными микроорганизмами. Патогенный – означает вызывающий болезни.

11.1 Возбудители болезней в сточных водах и осадке

К главным группам возбудителей болезней принадлежат

1. Патогенные бактерии:

   Бактерии группы сальмонелл; они вызывают такие заболевания как – тиф, паратиф и сальмонеллез.
   Шигеллы; они вызывают дизентерию (сильную диарею, кишечное кровотечение).
   Туберкулезные палочки; они вызывают различные симптомы, по которым определяется туберкулез.

Болезнь Weil'sche – это подлежащее регистрации инфекционное заболевание. Оно вызывается очень подвижным, спиралеобразным возбудителем (лептоспирой). После 1-2 недельного периода инкубации начинается сильная лихорадка с особенно сильными болями в икрах, затем начинается желтуха, воспаление почек и вспучивание селезенки. Смертность составляет 10 – 20%. Возбудители переносятся, прежде всего, через инфицированных крыс и их мочу в сточные воды или на различные предметы и при прикосновении через мельчайшие повреждения кожного покрова могут проникать в тело человека.
Бактерии вида Tetanus- вызывают столбняк. Это заболевание не является типичным переносимым сточными водами заболевание. Оно вызывается бактерией, которая часто встречается в земле, пыли и в древесине. При повреждениях кожи или открытых ранах персонал предприятия может быть поражен этой инфекцией. Болезнь, отличается растяжением и жесткостью в мышцах и напряжением мышц, которое может привести к летальному исходу.

2. Вирусы:
Наряду с бактериями в сточных водах могут содержаться также вирусы, особенно те, которые обычно располагаются кишечнике. Самый главный представитель этих вирусов – это Poliomyelitis-Virus, вызывающий полиомиелит. Другие, содержащиеся в сточных водах вирусы могут вызывать лихорадочные заболевания, прежде всего у детей. К вирусам также необходимо отнести определенные формы желтухи (гепатита). Вирусы чрезвычайно малы и могут размножаться лишь в живых клетках. По современным данным вирус СПИДа (ВИЧ) через сточные воды не передается.
Возникшее в связи с кризисом BSE (коровьего бешенства) обсуждение возможной угрозы переноса BSE (губчатого энцефалита) через сточные воды или использование осадка не закрыто. Однако не существует подтверждений наличия возбудителей коровьего бешенства в самих сточных водах или осадке сточных вод. Также не найдена возможная связь с эпидемиями ящура.

3. Яйца гельминтов:
Яйца гельминтов всегда присутствуют в сточных водах. Так как они тяжелее воды, в хорошо рассчитанных первичных

отстойниках они седиментируются, однако часто не уничтожаются в сооружениях сбраживания осадка. Они могут в течение месяцев, а иногда и лет сохранять возможность развития в сточной жидкости.

11.2 Поведение возбудителей болезней в процессе очистки сточных вод

В процессе очистки сточных вод достигается удаление до 90% яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов. Однако, из-за большого количества их можно обнаружить на выходе из биологической ступени очистных сооружений. Число вирусов в сточной воде в процессах очистки почти не снижается.

Образующийся на очистных сооружениях осадок всегда содержит патогенные бактерии и яйца гельминтов. В сброженном осадке также возможно наличие патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов. Такой осадок, не прошедший специальной обработки называют „не полностью обеззараженным". Осадок сточных вод, прошедший тепловую обработку (65 – 70°C) минимум в течение 20-30 минут, до или после сбраживания („пастеризованный осадок"), или в присутствии более высоких температур (= „термически кондиционированный"), или компостированный осадок считается обеззараженным.

11.3 Основы гигиены на канализационных очистных сооружениях

Несмотря на существующую инфекционную угрозу для персонала канализационных предприятий, прежде всего людей, работающих в канализационной сети, согласно статистической документации уровень заболеваемости у них не выше, чем у других групп населения. Очевидно, это связано в тем, что персонал менее восприимчив к воздействию инфекционных заболеваний, и обладает определенным „иммунитетом". Утверждается, что аэрозоли, т.е. микроскопические капли воды, уносимые, например, механическими аэраторами, создают повышенный риск инфицирования людей.

Однако согласно исследованиям персонал очистных станций более подвержен простудным заболеваниям, хотя количество подлежащих регистрации инфекционных заболеваний не выше,

чем у остальных групп населения. Лучшей защитой от заболеваний служит личная гигиена основным требованием, которой является чистота. Большинство из нижеследующих пунктов прописаны в правилах безопасности GUV 17.6:

1. Постоянно носить защитную одежду. В рабочей одежде нельзя заходить в жилые помещения (грудные и маленькие дети более восприимчивы к инфекциям, чем взрослые). Защитную одежду нельзя стирать дома.
   Работодатель обязан не только обеспечить персонал защитной одеждой, но и позаботиться об ее очистке. Если очистка не производится в центральной прачечной, для этого на канализационных очистных станциях должна иметься специальная полностью автоматизированная стиральная машина.
2. При проведении «грязных» работ необходимо надевать резиновые перчатки. К таким работам относятся работы, при которых возможно соприкосновение со сточными водами, осадком сточных вод или отбросами с решеток.
3. После рабочего дня рабочие должны принимать душ (принимать душ лучше, чем принимать ванну) и переодеваться (включая смену белья). Защитная одежда хранится отдельно от обычной одежды (двойной шкаф).
4. После непосредственного контакта со сточными водами и перед каждым приемом пищи персонал обязан мыть руки с мылом специальной щеткой и после этого обрабатывать их дезинфицирующим раствором на базе спирта (например, Sterillium, Septical) в предписанной концентрации и ополаскивать руки чистой водой. Для вытирания должны использоваться только бумажные полотенца. До начала работ необходимо применять средства защиты кожи и после каждого мытья рук средство для ухода за ней.
5. Приём пищи не может проходить в рабочих помещениях, а должны проводиться в отдельном помещении. Если это не возможно, то они проходят, по крайней мере, за особым столом, который никогда не приходит в соприкосновение с пробами сточных вод.
6. Отбросы с решеток нельзя оставлять свободно лежащим (мухи, крысы, чайки!).
7. В случае наличия на очистных сооружениях крыс, должна проводиться целенаправленная борьба с ними (крысы переносят, например, Болезнь Weil'sche). Обращение с приманками требует определенной компетентности (см. также раздел 10.7, паразиты).
8. Необходимо обращать внимание и обрабатывать даже самые мельчайшие повреждения, особенно на руках. Их необходимо дезинфицировать специальным антисептическим (стерилизующим) раствором (применение раствора йода не целесообразно). С открытыми ранами кожного покрова запрещено производить работы на канализационных очистных станциях! Травмы должны обрабатываться врачом (в том числе по правилам страхования). В случае наличия небольших ран, не исследованных врачом, необходимо заносить в специальную книгу, находящуюся в аптечке первой помощи дату, разновидность и причину травмы.
9. При подозрительных симптомах врачу необходимо сообщать о том, что местом работы являются канализационные очистные сооружения.
10. Производить прививки (столбняк, детский паралич и тиф). Члены семьи обязаны также принимать участие в пероральной вакцинации против детского паралича. Защита от столбняка после первичной иммунизации включает 3 вакцинации в течение года, обновление необходимо вакцинации каждые 10 лет.
11. Целесообразно, чтобы работающие на канализационных очистных станциях люди раз в год проходили обследование у частного или городского врача, в целях как можно более ранней диагностики болезней, например, хронических поражений кожи, которые могут появляться при работе без перчаток или без надлежащего использования дезинфицирующих средств.

Для регулярного медицинского обследования персонала предприятия рекомендуется следующее:

- Исследование крови: гемоглобин, скорость оседания эритроцитов, эритроциты, лейкоциты, гемограмма;
- Моча: на белок, сахар, уробилиноген;
- Состояние печени: трансаминазы, отрицательный анализ на гепатит (если ранее не проводилось исследований давших положительный результат);
- Исследование кожи при особом внимании на наличие аллергических реакций;
- Исследований дыхательных путей;

– Проверка состояния прививок: вакцинация против столбняка обязательна. Для рабочих, работающих на канализационных сетях, желательна также вакцинация против гепатита А и В (как комбинированная прививка).

При проведении медицинских работ необходимо соблюдать предписание о предупреждении несчастных случаев „Медицинская профилактика" (GUV 0.6) и памятка „Медицинская профилактика и консультации в области обработки сточных вод" (GUV 21.14).

При проведении предварительного медицинского осмотра необходимо рекомендовать дополнительное (контрольное) обследование через 2 месяца, для заблаговременного выявления возможных аллергических реакций. В случае отсутствия каких либо особенностей показаны ежегодные обследования. Затраты на медицинские обследования несет предприятие.

Согласно закону об охране труда работодатель обязан предпринимать меры к снижению опасности работ и опасности для здоровья. По результатам оценки возникающих на рабочем месте угроз и нагрузок он должен предпринимать необходимые меры по предотвращению несчастных случаев на производстве и снижению нагрузки на здоровье персонала. Согласно §6 закона об охране труда необходимо документировать результаты оценки возникающих на рабочем месте угроз. Основой для проведения оценки служит брошюра „оценка угроз и нагрузок в рабочем месте" GUV 50.11.

Персонал предприятия канализационных сооружений подчиняется также „постановлению о надежности и охране здоровья при видах деятельности сопряженных с биологическими рабочими материалами (Biostoffverordnung-BioStoffV)" от 27.01.1999, особенно при проведении работ сопряженных с соприкосновением с такого рода материалами. Под биологическими рабочими материалами понимают в данном случае сточные воды и осадок сточных вод. Под действие BioStoffV подпадают люди, работающие в лаборатории. Руководство содержит минимальные предписания, при соблюдении которых возможно достижение необходимого уровня охраны здоровья. Основой BioStoffV является оценка риска для персонала, занятого в области очистки сточных вод и распределение их по категориям в одну из 4 групп риска. Согласно проведенным исследованиям персонал, занятый на канализационных сооружениях, как правило, относится ко второй группе риска. Действенная профилактика для этой группе 2 состоит в нормальной личной гигиене данного круга лиц. Памятка GUV 27.11 предлагает для этого несколько дополнительных советов.

Личной гигиеной и ухоженными канализационными очистными сооружениями персонал предприятия способствует проявлению уважения со стороны населения.

12. Предупреждение несчастных случаев

12.1 Законодательные основы и организация государственного обязательного страхования от несчастных случаев

В основе всех *рабочих, служебных или образовательных взаимоотношений, положены законодательные основы в соответствии с которыми персонал согласно* застрахован от последствий несчастных случаев на производстве и профессиональных болезней, при этом гражданство, возраст и уровень дохода значения не имеют. (§ 539 часть) 1 государственный порядок страхования [RVO]).

Персонал канализационных сооружений также относится к кругу застрахованных лиц.

Обязательное государственное страхование от несчастных случаев, как и обязательное государственное страхование на случай болезни и законодательное пенсионное страхование, является частью *социального страхования*. Это – обязательное страхование. Законодательной основой страхования от несчастных случаев является *социальный свод законов* (SGB) с *государственным порядком страхования* (RVO). Заключение частных договоров о страховании от несчастных случаев не заменяет обязательное государственное страхование от несчастных случаев.

Основой обязательного государственного страхования от несчастных случаев являются профессиональные промышленные товарищества (общества), профессиональные сельскохозяйственные товарищества и общественные организации, несущие расходы страхования от несчастных случаев. Профессиональные товарищества специально разделены по отраслям промышленности. Общественные организации, несущие расходы на страхование от несчастных случаев – это федерация, федеральные земли, союзы страхования от несчастных случаев общин и отдельные общины (города с собственным страхованием от несчастных случаев). Задачи федерации, федеральных земель и общин выполняют специальные органы исполнительной власти. Союзы страхования от несчастных случаев общин – это объединения общин.

Профессиональные товарищества и союзы страхования от несчастных случаев общин – это организации общественного самоуправления.

Органы исполнительной власти подчиняются организациям несущим расходы по страхованию от несчастных случаев (федерация, федеральная земля, община).

Каждый предприниматель (в зависимости от направления деятельности) согласно закону является членом одной из таких организаций несущих расходы по страхованию от несчастных случаев. Средства для покрытия расходов страхования от несчастных случаев вносятся только предпринимателями (работодателями).

12.2 Задачи обязательного государственного страхования от несчастных случаев

Задачами обязательного государственного страхования от несчастных случаев согласно § 537 RVO являются:

Предотвращение несчастных случаев на производстве *)

При несчастном случае на производстве возмещение ущерба пострадавшим.

*) Под „несчастным случаем на производстве" следует понимать - несчастные случаи на производстве, несчастные случае по дороге на работу или по дороге с нее и профессиональные заболевания.

Для предотвращения возможного ущерба, все организации несущие расходы по обязательному государственноиму страхованию от несчастных случаев должны всеми доступными средствами заботиться о предотвращении несчастных случаев на производстве и о действенной первой медицинской помощи (§ 546 RVO).

Для решения этой задачи организации несущие расходы по обязательному государственному страхованию от несчастных случаев разрабатывают правила безопасности, руководства и правила надежности, которые должны исполняться как управляющим руководством или его уполномоченными, так и застрахованными лицами.

Если члены или застрахованные лица умышленно или случайно нарушают правила безопасности, организация, несущая расходы

страхования от несчастных случаев может устанавливать денежный штраф до 20 000, – ДМ.

Организации несущие расходы по страхованию от несчастных случаев через специально подготовленного Технического и санитарного инспектора должны наблюдать за предупреждением аварий и при необходимости консультироваться. Ответственным за мероприятия по предупреждению аварий является руководитель предприятия или его уполномоченный.

Затраты при несчастном случае на производстве

Обязательное государственное страхование от несчастных случаев покрывает все затраты, если авария произошла при выполнении застрахованных видов деятельности. Собственная вина при этом не имеет значения, разве только, если авария была вызвана намеренно. Возмещение морального и материального ущербов на основе правил RVO не предоставляются. Затраты охватывают наилучшее восстановительное лечение без ограничений по времени, а также профессиональная помощь и пенсия. Под профессиональной помощью понимают затраты, которые требуются, чтобы содействовать пострадавшему в возобновлении его (ее) профессиональной деятельности или, если это не возможно, по обучению другой, по возможности равноценной профессии (реабилитации). Пенсия по состоянию здоровья предоставляется в случае, если несчастный случай привел к уменьшению работоспособности минимум на 20%, (отмечается по прошествии 13 недель после аварии).

12.3 Мероприятия по предупреждению аварий

Проведение мероприятий по предупреждению аварий в области очистки сточных вод – это весьма обширное направление.
Согласно правилам безопасности „Технические установки по обработке сточных вод" (GUV 7.4) и „Правилам надежности работ в закрытых помещениях технических установок по обработке сточных вод – эксплуатация." (GUV 17.6) описаны следующие важные мероприятия по предупреждению аварий.

Работы в резервуарах и лотках

Персонал канализационных очистных станций, работающий на данных сооружениях должен уметь плавать.

Не имеющие плавать при выполнении данных работ должны иметь специальные средства спасения (например, спасательный жилет).

Открытые резервуары, лотки и т.п., в которых при проведении строительных или производственных работ может произойти несчастный случай, влекущие за собой особенно тяжелые последствия, должны быть оснащены специальными предохраняющими устройствами, например, перилами высотой 1 м. При работах в резервуарах или лотках, которые не могут оснащаться перилами, например, если предусмотрено движение скребка по стенке, необходимо рекомендовано ношение полностью автоматических надувных спасательных жилетов (рис. 12.1). Все работы в открытых резервуарах, лотках и приемных камерах насосов опасны т.к. существует возможность падения внутрь. Если количество персонала допускает в этом случае нельзя производить работы одному человеку.



Рисунок 12.1: Спасательные жилеты

Весьма высока опасность утонуть в аэротенке. Из-за добавления воздуха в воду тело человека становится тяжелее, чем рабочая смесь воздуха и воды, вследствие этого при падении в аэротенк трудно выплыть. Кроме того, необходимо помнить, что в аэротенке всегда очень сильное течение. В аэротенке обязательно устройство защитных перил или других устройств.

Рабочие места в скребках и сороудерживающих решетках

Сточные желоба и некоторые части отстойника часто засоряются и, поэтому, должны быть очищены скребками. Для этих работ должны быть организованы специальные рабочие места для очистки скребков. В качестве рабочего места ни в коем случае не могут быть использованы перегородки резервуара.

Приводы измерительных приборов должны регулярно обслуживаться. Очень часто приводные двигатели и приводы расположены так высоко, что их невозможно достать с пола. Для работ в высоко расположенных унифицированных узлах привода должны быть организованы специальные места для возможности проведения работ персоналом, например, площадка технического обслуживания.

Направление работ и транспорт, а также зеленые насаждения

Чаще всего несчастные случаи на канализационных очистных станциях случаются из-за того, что персонал спотыкается и поскальзывается в местах проведения работ или на транспортных путях. Персонал канализационных очистных станций должен обращать внимание на то, чтобы все места проведения и направления движения людей быть чистыми, например, от сточных вод, осадка. В случае присутствия снега и льда необходима организация мер по предотвращению возможности падения людей, например, посыпка песком.

Обработка зеленых насаждений на канализационных очистных станциях производится, как правило, газонокосилками. При проведении работ с газонокосилками необходимо носить защитную обувь. При проведении данного вида работ на неровной поверхности канализационных очистных станций существует большая опасность повреждений ног вращающимся ножом при падении работающего.

Колодцы, приемные камеры насосов, опорожненный метантенк и т.д., обход каналов.

Во избежание травм пальцев и кистей при поднимании и удалении крышек люков необходимо использовать специально предназначенные подъемники. При проведении работ в колодцах на канализационной сети, в каналах всегда необходимо обращать внимание на наличие там ядовитых и взрывоопасных газов, а также на кислородную недостаточность. Перед тем, как спускаться в колодцы и каналы их необходимо хорошо провентилировать. В теплое время года, если температура в колодце и канале ниже атмосферной, вентиляции не достаточно, поэтому необходимо проводить техническое проветривание вентиляторами с подачей свежего воздуха к месту проведения работ. Оно считается достаточным, если, например:

- поток воздуха в канале составляет 600 м^3/час на каждый м^2 сечения коллектора или трубопровода;
- в других сооружениях, например, приемных камерах насосов и т.д. обмен воздуха должен происходить от 6 до 8 раз в час

Перед началом обхода, а также во время проведения работ необходимо постоянно проверять, достаточно ли вентилируется сооружение, при этом:

- содержание O_2 должно составлять более чем 17%,
- коцентрация горючих газов или паров составлятьменее 10%; ниже границы взрыва
- не должна достигаться вредная для здоровья концентрация ядовитых горючих газовых смесей и паров.

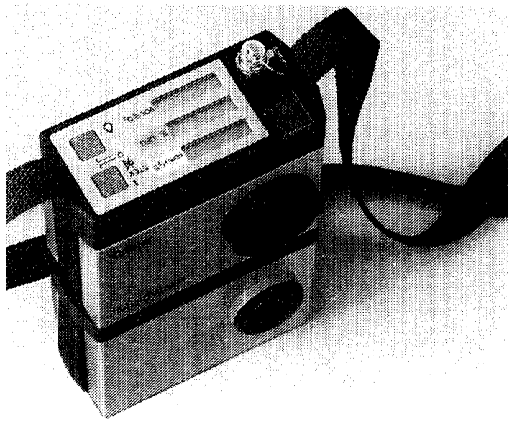


Рисунок 12.2: Измерительные приборы газовой смеси (Dräger)



Рисунок 12.3. Применение в канале сигнального прибора газовой смеси (Источник Neotronics)

Для проведения измерений рекомендуется установка измерительных приборов газовой смеси. Существуют персональные устройства защиты, которые могут измерять, например, O_2, CO_2, H_2S и CH_4 (рис. 12.2 и рис. 12.3) одновременно. В метантенках целесообразно применение сигнальных приборов газовой смеси, измеряющих также уровень CO_2. Все измерительные приборы газовой смеси имеют ограниченный срок службы и должны регулярно проверяться и проходить калибровку. Из соображений безопасности должна соблюдаться рекомендованная фирмой изготовителем периодичность технического обслуживания.



Рисунок 12.4: Спасательное подъемное устройство, рабочие штаны со спасательным поясом

Согласно DIN (немецкого промышленного стандарта) 7478 каждый рабочий должен носить спасательный пояс или специальные рабочие штаны со спасательным поясом (рис. 12.4). В случае если колодец глубже, чем 2 м в спасательный пояс необходимо помещать трос надежности с находящимся на высоте затылка ушком крепления. Конец троса надежности необходимо укреплять выше люка, таким образом, чтобы оно не могло упасть в колодец. Предписано ношение в качестве защитной одежды специальной обуви и защитного шлема (каски).

При проведении работ в колодцах необходимо, чтобы второй человек находился постоянно в пределах видимости и слышимости для обеспечения надежности и в случае необходимости помощи или организации работ по спасению. При обходе каналов третье лицо обязательно должно находиться в пределах видимости и слышимости у основания колодца.

Чтобы в случае опасности существовала возможность быстрого подъема персонала, необходима установка спасательного подъемного устройства (рис. 12.4).

Шумовое загрязнение

Из-за монтажа газовых двигателей и строительство компрессорных станций для воздуха и газовой смеси на многих канализационных очистных станциях возникает интенсивное шумовое загрязнение. Измерения шума показывают, что на этих предприятиях, как правило, превышается дозволенный уровень шума в 85 dB.

В случае превышения границы в 85 dB возможно появление нарушения слуха. Высоко-восприимчивые нервные клетки человеческого слуха должны быть защищены от перегрузки, так как при перегрузке клеток слуха в течение долгого периода времени существует опасность постоянных не излечимых повреждений слуха.

Предприятия и помещения, в которых уровень шума превышает границу в 85 dB, должны быть обозначены табличками „Личная звукоизоляция!" и персонал, работающий в них, обязан носить защитные звукоизолирующие устройства (например, бируши). Предприниматель (руководитель предприятия) должен заботиться о том, чтобы застрахованный персонал, которые занят на таких работах, постоянно проходил профилактические обследования.

Взрывоопасные газы

Из-за выпуска горючих жидкостей, как, например, бензин и т.д. в сточные воды, возможно появление на канализационных очистных сооружениях, особенно в подземных, а также закрытых приемных камерах, измерительных устройствах, песколовках и приемных камерах насосов взрывоопасных газовых смесей. Во избежание опасности взрыва, необходимо проведение профилактических мероприятий защиты от взрывов в вышеперечисленных закрытых сооружениях. Здесь необходимо применение сигнальных приборов, которые также измеряют уровень CO_2.

На канализационных очистных сооружениях с собственным производством газа используется смесь газов, основные компоненты которой метан и углекислый газ при смешении с воздухом образуют взрывоопасную смесь. При строительстве и эксплуатации оборудования для производства газовой смеси, сохранения газовой смеси и трубопроводов должны строго соблюдаться предписания защиты от взрывов.

Рекомендуется руководство по защите от взрывов (GUV 19.8).

12.4 Первая медицинская помощь

На канализационных очистных сооружениях должен обязательно быть как минимум один специалист, имеющий медицинский диплом для оказания первой помощи. При количестве застрахованного персонала более 20 человек 10% из этого числа должны иметь диплом для оказания первой помощи. Такие специалисты должны, по меньшей мере, один раз в три года принимать участие в семинарах по повышению квалификации.

Для действенной первой медицинской помощи важно, чтобы такой специалист находился при каждой рабочей бригаде, которая занята вне территории канализационных очистных сооружений. Это должно достигаться образованием персонала предприятия.

В соответствии с числом занятого персонала должен существо-вать запас медикаментов и средств оказания первой помощи. На канализационных очистных сооружения с персоналом до 20 человек целесообразно иметь одну малую аптечку с перевязочным материалом в соответствии с немецким промышленным стандартом 13157 (малая аптечка для перевязочного материала С).

Каждая рабочая бригада, которая работает вне канализационных очистных станций, должна иметь при себе аптечку первой помощи, например, малую аптечку с перевязочным материалом. Аптечка первой помощи должна быть защищена от вредных воздействий, и легко доступна в любое время. При использовании средств первой помощи необходимо своевременное их пополнение.

На основе существующей в области сточных вод повышенной опасности инфицирования, необходимо обращать внимание на все даже маленькие повреждения. В случае крупных травм необходим срочный вызов врача и обследование.

12.5 Идентификация несчастных случаев

Предприниматель должен сообщать обо всех несчастных случаях, которые привели к смертельному исходу или нетрудоспособности более 3 дней. Если пострадавший не имеет государственного страхования от болезней, о несчастном случае необходимо сообщать в любом случае без указанных выше ограничений, т.к. возникает необходимость в медицинском обслуживании или другие расходы. О несчастном случае необходимо сообщать в течение 3 дней, после того, как предприниматель узнал о нем, согласно законодательным предписаниям идентификации несчастных случаев.

О случаях со смертельным исходом, а также о других тяжелых несчастных случаях или массовых несчастных случаях необходимо сообщать сразу же по телефону. Предписания об обязанностях предпринимателя действительны и в случае профессиональных болезней. Принципиально необходимо указывать каждое оказание первой помощи. При заполнении идентификационного листа несчастных случаев необходимо, чтобы описание несчастного случая и его причина было правильным (честным). Несчастные случаи с маленькими травмами заносятся в книгу союза (– GUV 40.6) (бланки для идентификации несчастных случаев доступны в книготорговле).

12.6 Предписания по безопасности труда

Чтобы гарантировать безопасность на рабочем месте необходимо соблюдать и применять соответственно с особыми условиями эксплуатации, государственные предписания охраны труда и правил безопасности профессиональных обществ.

При организации мероприятий по безопасности труда и предупреждению аварий необходимо в качестве регулирующего механизма также учитывать ATV-DVWK [4], нормы немецких промышленных стандартов DIN, правила Союза немецких электротехников и т.д.

Важны следующие предписания по безопасности труда:

Государственные предписания охраны труда, например:

- Постановление о системах электрооборудования в поврежденных взрывом помещениях (ElexV) (1/309 ZH)
- Постановление об установках складирования, раздачи и транспортирования горючих жидкостей (постановление о горючих жидкостях – VbF)

Правила безопасности, руководства, правила защиты от несчастных случаев (UVV) и бланки профессиональных обществ, например:

UVV Общие предписания	GUV 0.1
UVV Системы электрооборудования и средства производства	GUV 2.10
UVV Первая медицинская помощь	GUV 0.3
UVV Предварительные медицинские работы	GUV 0.6
Памятка „Предварительные медицинские работы и консультации в области сточных вод"	GUV 21.14
UVV Технические установки обработки сточных вод	GUV 7.4
UVV Шум	GUV 9.20
UVV Работы с потоками жидкостей	GUV 3.9
Правила надежности для канализационных очистных сооружений – Строительство и оборудование –	GUV 17.5
Правила надежности для работ в закрытых помещениях сооружений очистки сточных вод – эксплуатация–	GUV 17.6
Руководства защиты от взрыва для снижения опасности от взрывоопасной атмосферы (с примерами)	GUV 19.8
Руководства по устройствам обеспечения безопасности и спасательным средствам GUV 20.28 и	GUV 10.4
Правила надежности для подъемников и стальных лестниц	GUV 16.11
Бланк (DIN A 5)	GUV 40.6
Памятка „защита рабочих при обращении с биологическим рабочим материалом в установках обработки сточных вод"	GUV 27.11
Оценка угроз и нагрузок на рабочих местах на предприятиях обработки сточных вод	GUV 50.11.55

GUV-Bestell-Nr. могут указываться отдельно компетентным союзом страхования от несчастных случаев общин.

13. Оборудование канализационных очистных станций

Правильная эксплуатация канализационных очистных станций предполагает достаточность технического оснащения. В зависимости от размеров и вида очистных сооружений существуют достаточно большие различия в их техническом оснащении, например, на крупных канализационных очистных станциях, необходимо учитывать регулярное посещение их группами посетителей и, следовательно, дополнительное оборудование. Необходимо также учитывать организацию специальных мастерских. На каждой очистной станции должны находиться административные помещения, помещения для технического персонала (оперативный пункт управления, бытовые помещения с санузлами), помещение для хранения инвентаря, а также лаборатория. Кроме того, в наличии должно быть по меньшей мере следующее:

Документация:

Руководства по эксплуатации, служебные инструкции,
Журнал эксплуатации,
Картотека технического обслуживания машин с календарным планом,
Планы канализационных очистных станций, электросхемы, пояснительные записки,
Общий план канализационной сети,
Правила безопасности,
Документация с данными по безопасности, каталог опасных веществ,
Инструкция по оказанию первой медицинской помощи, телефонный номер врача,
Адреса и номера телефонов компетентных технических и аварийных служб,
План эвакуации с номерами телефонов пожарной службы, план эвакуации на случай катастрофы и т.д.
Документация по обезвоживанию,
Копии законодательных решений,
Специальные термины, см. указания в конце книги.

Медицинские аптечки (см. предупреждение аварий).

Гигиенические средства: моющие средства (с теплой водой и для душа), мыло, полотенца (бумажные), дезинфицирующие средства на спиртовой основе. На очистных станциях с большим персоналом необходима стиральная машина для рабочей одежды.

Письменные принадлежности, карманный калькулятор, рация.

Ящики для инструмента, лучше шкаф для инструмента с верстаком; шлифовальная бумага и стальная щетка для удаления ржавчины, малярная кисть и лакокрасочный материал.
Мастерские необходимо располагать в одноэтажных помещениях с широкой дверью с выходом непосредственно на улицу. *Склады следует* располагать по возможности недалеко от мастерских. Он должен быть одноэтажным с аналогичным выходом, и быть устроенным таким образом, чтобы хранящиеся в нем приспособления сохранялись в чистоте и были легко доступны, быть предназначенным для хранения снегоуборочного оборудования, чистящих механизмов аппаратов и устройств, струйных насосов для пара, смазочных материалов, жгутов, погружных насосов и запасных частей.

Запасные части, смазочные материалы, масло, жир, уплотнения.

Для работ *по уходу за территорией*: косы, серпы, газонокосилки, ножницы для подрезания изгородей, грабли для травы и листвы, лопаты для песка, кирки, тачки и прочее садовое оборудование, снегоочистители, песок, соль.
Емкость и приспособление для сбора плавающих веществ (оно также служит для того, чтобы снимать промасляные ветоши).
Минимум 5 упаковок промасляных ветошей должны быть постоянно должны лежать наготове (обязательно, чтобы они могли всплывать!).

Резервуары для отработанного и связанного масла.

Закрытые емкости для отбросов *сороудерживающих решеток*, контейнеры.

Хлорная известь.

Подъемное приспособление для крышек колодцев (подходящие по размеру!)
Грубые метлы для очистки ливнеотводов, гребней водосливов и лотков.

Металлический и резиновый скребки на длинных стержнях для отскабливания жира и нароста из водорослей. Жирный налет должен удаляться не только потому, что он не эстетично выглядит, но и т.к. он быстро загнивает и выделяет неприятный запах. Для бетона обычно необходимо использование металлических скребков. Для более восприимчивых покрытий, кафелей или окрашенных поверхностей предназначены резиновые скребки.

Струйные насосы пара очень хорошо подходят для удаления жирного налета.

Расходомер (с индикацией расхода, счетчиком и самописцем), в крайнем случае мерный водослив.

Устройство для отбора проб пропорциональное расходу
(1 стационарно установленное и 1 переносное).

Устройства для удаления осадка.

Спасательный пояс с тросом надежности для проведения работ в колодцах (рис. 12.4).

Спасательный жилет – SECUMAR – BS 8 с заменяемыми клапанами (рис. 12. 1).

Измерительные приборы для газовой смеси и соответственно сигнальный прибор для газовой смеси (рис. 12.2 и изображений 12.3).

Респиратор.

Стержневой светильник, с защитой от взрыва.

Для каждого рабочего или служащего очистных сооружений:
Защитный шлем (каска),
Спецовки как защитная одежда, лучше всего со специальными защитными рабочими штанами (рис. 12.4).

Фартук,
Резиновые перчатки,
Резиновые сапоги,
Дождевики.

Каждая станция аэрации должна быть подсоединена к водопроводной сети, если централизованное водоснабжение невозможно, водоснабжение должно производиться из собственных колодцев. Допустимо применение очищенных сточных вод в качестве воды для целей технического водоснабжения. В таком случае технический водопровод необходимо обозначать табличками „Не питьевая вода". Все сооружения или установки на очистных сооружениях должны содержаться в постоянной чистоте и иметь поблизости раздаточный кран (гидрант). Для опрыскивания и промывки сооружений могут использоваться очищенные сточные воды (при помощи насоса), что является весьма выгодным с экономической точки зрения. Для этого целесообразно применение рукава (с внутренним диаметром – 1" = 25 мм), длиной 30 м, на специально тележке и с передвижной форсункой, которая может быть заменена на струйную насадку. На конце рукава рекомендуется устанавливать вентиль. Устройство подходит также для промывки труднодоступных мест, находящихся под водой.

Согласно немецкому промышленному стандарту от 1988 не допустимо непосредственное соприкосновение трубопроводов питьевого и технического водоснабжения или трубопроводов водоотведения; это означает, например, струя воды не может подаваться непосредственно из трубопровода, который используется также для питьевого водоснабжения. Раздающие устройства, например гидранты, необходимо рассматривать как временные присоединения и оснащать на канализационных очистных станциях специальными устройствами, предотвращающими обратный ток воды (баки разрыва струи). Примыкающие рукава не могут присоединяться - даже на короткое время - к резервуарам или колодцам. Несмотря на дополнительные расходы нельзя исходить из того, что многие опасные работы по очистке при помощи метел, щеток, скребков и т.д. могли бы быть более легкими или менее опасными, если бы в распоряжении был бы достаточно высокий напор воды. Поэтому в „правилах надежности для канализационных очистных сооружений" H 17 записано: *работы по очистке резервуаров и т.п.*

должны проводиться по возможности только тонкой струей воды. Для этого рекомендуется организация повысительных установок.

Лабораторное оборудование

Для проведения исследований сточных вод на очистных станциях рассчитанных на количество жителей от 5 001 до 10 000 чел необходимо строительство специального здания для лаборатории. Оно должен быть одноэтажным и быть ориентировано на север (в крайнем случае, снаружи необходимо устройство горизонтальных солнцезащитных козырьков). Основная комплектация должна была выглядеть примерно следующим образом:

Площадь>15м², хорошо освещенное, прекрасно проветриваемое, затемняемое; 2 кислотостойкие раковины с холодной и горячей водой, глубиной от 50 до 60 см; резьбовые вентили, необходимо соблюдение DIN от 1988 по предупреждению трубопроводов от засорения; 4 штепсельных розетки 220 V; вытяжной шкаф; су-шильный шкаф; холодильник; 1 лабораторный стол со стойким к химическим реагентам покрытием; специальный стол для весов; 1 письменный стол и рабочий стол с полками, вращающиеся лабораторные стулья; шкаф для хранения реагентов и лабораторных устройств; 1 мусорное ведро, устройства для очистки лабораторных устройств, моющие средства; секундомер на 60 и 120 минут; 1 точные весы, с точностью 1 мг; 1 опреснительная установка для получения дистиллированной воды или полная опреснительная установка для приготовления дистиллированной воды с ресивером (10 л) и промывочной емкостью; защитные очки, средства для промывания глаз, резиновые перчатки, держатели с бумажными полотенцами; средства для мытья, очистки и дезин-фекции.

Необходимые объемы оборудования для проведения мероприятий по собственному контролю зависят от предписанных измерений и исследований, которые регулируются в большинстве федеральных земель специальным постановлением.

При обращении с лабораторным оборудованием главными требованиями являются чистота и обслуживание. Для всех лабораторных устройств необходимо строго соблюдать указания руководств по эксплуатации. Чувствительные устройства могут давать

точные показания только в том случае, если они проходят очистку после использования и хранятся в чистом состоянии.

Согласно постановлению о лабораториях профессионального общества химической индустрии лабораторному оснащению принадлежит также оборудование для оказания первой медицинской помощи.

На лабораторном столе должны также находиться самые новые документы, перечисленные в конце книги [13], [16], [17], [19], [22] и [24].

Как правило, в лаборатории используются химические реагенты, которые относятся к так называемым опасным веществам. В таком случае необходимо соблюдать постановление об опасных веществах – GefStoffV. Оно предназначено для защиты человека и предотвращения нанесения ущерба окружающей среде при обращении с опасными веществами. Оно содержит положения об идентификации и упаковке химических реагентов, а также об обращении с ними. Специальные листы безопасности для каждого опасного вещества должен быть обязательно на канализационной очистной станции; также необходим каталог опасных веществ.

14. Требования к персоналу, образование и повышение квалификации

Даже лучшие канализационные или очистные сооружения могут хорошо выполнять свои задачи только тогда, когда о них постоянно заботятся квалифицированные специалисты (рабочие каналов, оператор очистных сооружений, обслуживающий персонал).

Было бы бессмысленным расходовать большие суммы, если после этого не будет достигнут максимально возможный результат, и если не будет проводиться обслуживание сооружений и оборудования полученных инвестированных средств. Если сооружения строились за счет общественных средств, государство по праву требует гарантированного правильного и квалифицированного технического обслуживания и такой же эксплуатации. Это приводит, к расходам: расходы на персонал, электроэнергию, расходы на приобретение устройств и средств по уходу и содержанию в исправности. Владелец очистных сооружений, который был плохо проконсультирован, начинает экономить как раз на этом, например, путем сокращения рабочего времени для того, чтобы персонал предприятия мог выполнять и другие обязанности. Это может вылиться в дальнейшем в слишком большие затраты (также см. вопросы ответственности).

Владелец канализационных сооружений

Владельцы канализационных очистных станций являются обычно ответственными юридическими лицами; в частном секторе, например, промышленные предприятия.

Городские канализационные сооружения эксплуатируются большей частью юридическими лицами, которые являются объединениями общественного права, например, коммунальные управления, общины.

Общины (города). Устав общины каждой федеральной земли и федеральный закон об эпидемиях определяют, что сооружение канализаций и канализационные очистные станции и их эксплуатация являются задачами общин.

Целевые союзы, „объединение по строительству канализации". Если несколько общин объединяются в целевой союз или объединение по строительству канализации (закон о целевых союзах, закон для общественного сотрудничества, закон о воде и закон о почвах), задачи лежащие на общинах могут быть перенесены на такой союз. Крупные союзы сточных вод в Земле Северной Рейн-Вестфалии (например, союз Рура, Емшерское товарищество), которые распространяются на весь бассейн реки, основаны при помощи особых законодательных актов.

Также возможно, чтобы общины объединялись без образования союзов при помощи заключения общественного договора (описание цели) или частного договора (часто в маленьких населенных пунктах на краю больших городов).

Возможно образование управляющих предприятий, а также автономного управления. В результате приватизации могут возникать и другие формы предприятия и эксплуатации.

Служебные взаимоотношения персонала предприятия

Владелец – это владелец предприятия в настоящее время. В общинах он представлен муниципалитетом, в союзах собранием союза или советом.

Руководитель – в общинах им является бургомистр. В крупных общинах с министерством или другим учреждением, отвечающим за строительство, он представлен директором или руководителем учреждения (министром), от которого непосредственно исходят указания. В союзах руководителем является Председатель союза руководителей предприятий.

Служебные отношения между персоналом предприятия и владельцем основаны как правило на гражданском трудовом договоре (трудовой договор). Обычно имеет место коллективный договорной тариф для рабочих коммунальных предприятий (BMT-G), национальный тариф (города-государства) (BMT-L) или в зависимости от размера очистных сооружений федеральный тариф для служащих (BAT). Тарифы согласовываются между представителями работодателя (например, общественный союз работодателей) и представителям рабочих (например, профсоюзы). Здесь устанавливаются награды, зарплаты, рабочее время, отпуск, сверхурочная работа, праздничные доплаты, надбавки за вредность и т.д. В случае возникновения конфликта решение принимает суд по трудовым спорам.

Трудовой договор дополняется, как правило, служебной инструкцией, которую не следует не путать с руководством по предприятию.

Требующийся персонал

В § 18 b WHG предписано, эксплуатировать канализационные сооружения согласно законам, которые устанавливают федеральные земли. Законы о воде федеральных земель предписывают принимать на работу на канализационные сооружения в достаточном количестве персонал, имеющий профильное образование.

В отдельных случаях вопрос о потребности в персонале может быть решен лишь, если известны все составляющие очистных сооружений. При этом важную роль играют размеры сооружений, методы очистки, степень механизации, степень автоматизации, площадь, климат, способ обработки осадка, предписания по собственному контролю, измерительные приборы и техническое оснащение, помощь привлеченного персонала и т.д. (см. также Предписание ATV-DVWK A 271 персонал, требующийся для эксплуатации городских канализационных очистных сооружений ([])).

Управление водного хозяйства земли Бавария в постановлении под номером 4.7/2 от 10.4.1989 „персонал, требующийся для эксплуатации городских канализационных очистных станций" установило:

В исполнение статьи 41e (3) BayWG для определения минимума персонала, требующегося для эксплуатации городских канализационных очистных станций можно исходить из следующего:

Число жителей	Оператор очистных сооружений ч/не	Обслуживающий персонал ч/не	Мастер по сточным водам ч/не	Рабочие
От 100 до 1000	15 – 20	–	–	
От 1 000 до 5 000	10 – 15	15 – 25	–	
От 5 000 до 20 000	20 – 40	40	–	2
От 20 000 до 50 000	40 – 60	80	40	3 – 5
От 50 000 до 100 000	80	120	40	6 – 8

Из указанного числа жителей для расчета требующегося персонала и уровня его образования можно исходить только в единичных случаях.

Указанный выше минимальный требующийся персонал рассчитан для новых очистных сооружений со средним уровнем механизации. При более высокой степени механизации, например на станциях с, ило- и осадкоуплотнителями, механическим обезвоживанием осадка, собственным производством электроэнергии и т.д., требуются дополнительные специалисты и подсобные рабочие. Объемные работы такие, как удаление ржавчины и восстановление окраски, озеленение и садовые работы, надзор и обслуживание каналов вне очистных станций, насосных станций или дождеприемников, крупный ремонт, вывоз отбросов решеток, песка или осадка и т.д., требуют дополнительного персонала. При числе жителей более 10 000 человек необходимо исходить из того, что требование по очистке сточных вод, в частности, нитрификация/денитрификация сточных вод, а также удалением фосфора, требуют более высокую квалификацию персонала.

Указанные границы числа жителей приблизительны, так как там играют большую роль вид сооружений, оборудование, нагрузка, возраст и площадь. Старые очистные сооружения нуждаются в большем объеме работ по содержанию их в исправном состоянии и надлежащем эксплуатационных режиме, чем новые и имеют вместе с тем более высокие требования к персоналу.

Если очистные сооружения рассчитаны на число жителей менее 5 000 чел, то обслуживающий персонал не занят полностью, поэтому следует стремиться, чтобы к ним было присоединены 2 или 3 канализационных очистных станции.

На канализационных очистных сооружениях, которые обслуживаются только одним специалистом, для определенных эксплуатационных работ, а также на случай болезни, отпуска и прочих необходимо иметь специалиста, который имеет образование как минимум оператора очистных сооружений. На канализационных очистных станциях до 50 000 человек необходимо иметь дополнительного служащего на случай простоя.

Требования к персоналу

Занятый на предприятиях канализации канала или очистных станциях персонал должен уметь решать ответственные задачи. Он должен разбираться в вопросах гигиены, охраны окружающей среды и охраны водоемов от загрязнения. У персонала должно быть понимание принципов действия установок, проводимых наблюдений и измерений, а также необходимых профилактических ремонтных работ. Необходима тщательная и добросовестная работа. Работающие на канализационных сооружениях люди должны уметь плавать (см. также Раздел 12.3).

Образование персонала предприятия

Образование узкоспециализированного обслуживающего персонала регулируется постановлением для обслуживающего персонала от 30 мая 1984, принятым на государственном уровне.

Образование продолжается 3 года и оканчивается государственным экзаменом. Профессия относится к учебному направлению «общественный служащий» и в рамках обучения особое внимание уделяется химии, физике, биологии. Процесс ообучения проходит под наблюдением соответствующих компетентных учреждений федеральных земель. Ими также проводятся экзамены в соответствии с установленным порядком проведения экзаменов.

В „постановлении об экзаменах на степень мастера по обслуживанию" от 27 ноября 1987 регулируется дальнейшее повышение квалификации до государственного экзамена „дипломированный мастер сточных вод".

В качестве обслуживающего персонала могут приниматься люди сдавшие экзамен „Обслуживающий персонал, специализация – сточные воды";

В качестве „мастера сточных вод" могут приниматься люди сдавшие экзамен согласно порядку приема экзаменов по „постановлению об экзаменах на степень мастера по обслуживанию", со специализацией – сточные воды;

В качестве оператора очистных сооружений могут приниматься люди, которые успешно прошли недельные курсы оператора очистных сооружений отраслевого объединения ATV-DVWK или равноценные курсы с двухнедельной практикой на учебных очистных сооружениях. Для биологических прудов достаточно участие в 2-дневном учебном курсе.

В этой связи следует сказать, что рабочее время для общественных служащих регулируется национальным тарифом (BMT) § 13 Постановление о рабочем времени.

На уровне союзов имеется широкий выбор возможностей для образования и повышения квалификации. Государственные экзамены по специальности принимают официальные компетентные учреждения. Только экзамены после окончания курсов операторов очистных сооружений проходят на уровне союзов.

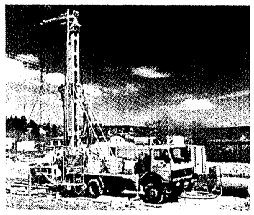
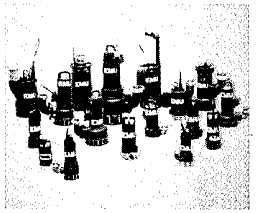
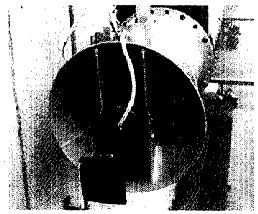
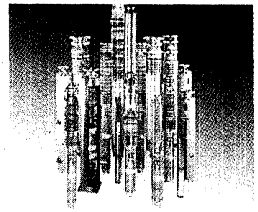
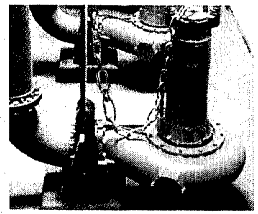
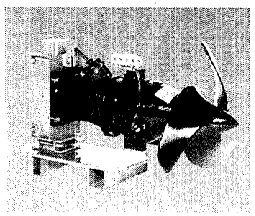
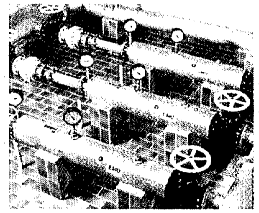
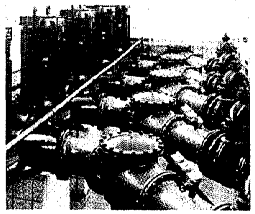
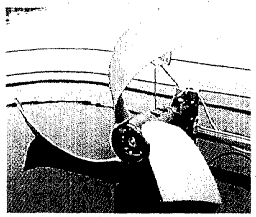
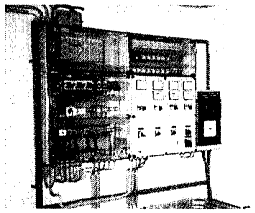
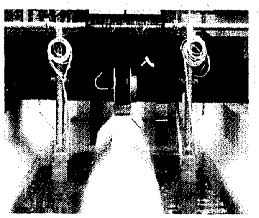
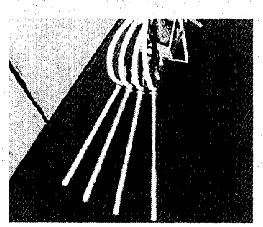
Для координации задач образования и повышения квалификации ATV-DVWK создал главный комитет BI „образование" с 5 специальными комиссиями, которые ответственны за персонал:

BI – 1 привлекаемые сотрудники.
BI – 2 общие курсы
BI – 3 квалифицированные рабочие
BI – 4 мастера
BI – 5 повышение квалификации мастеров

ATV-DVWK в главном офисе Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef, Тел. (02242) 8720 предоставляет бесплатную документацию по своим образовательным предложениям для повышения квалификации персонала предприятий.

Согласно сообщению федерального института образования для профессии направления „Обслуживающий персонал" разработан новый порядок. При подписании в печать данной книги еще не были известны подробности этих изменений.

И НАША КОМПЕТЕНТНОСТЬ

EMU®

Обширная производственная программа для воднохозяйственных решений

Более 40 лет мы производим погружные насосы для разнообразных видов применения, связанных с водой – от добычи и подачи и до очистки воды. Оптимально разработанные нами и увязанные между собой системы оборудования являются максимальной мерой надежности при эксплуатации.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

- Буровое оборудование для скважин, обустройство скважин и монтаж комплектного насосного оборудования
- Погружные скважинные насосы для водопровода и водоснабжения
- Погружные бустерные насосы для подкачки воды в высотных зданиях и для циркуляционных систем

ВОДООТВЕДЕНИЕ И ВОДООЧИСТКА

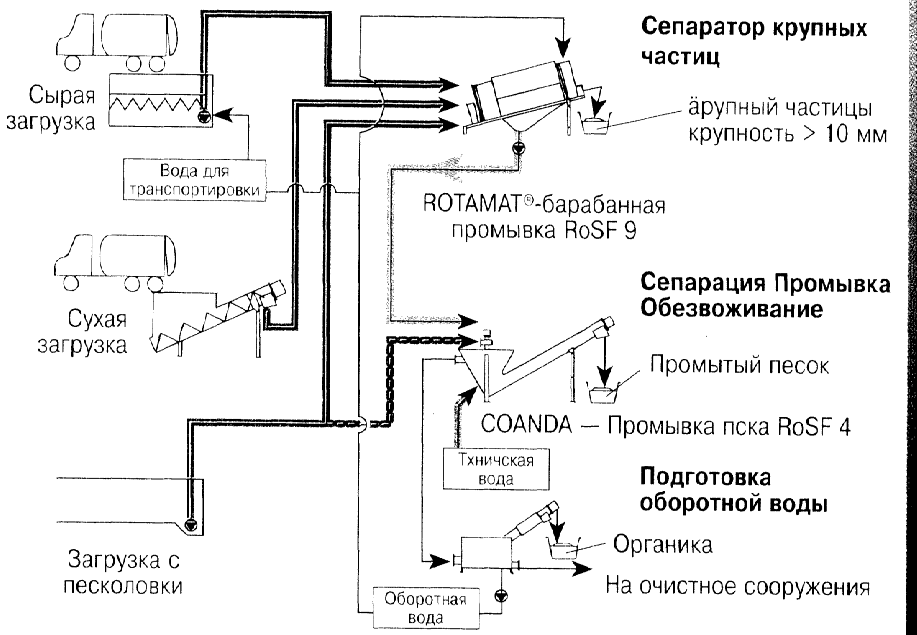
- Погружные насосы для водоотведения из затопленных зданий и котлованов
- Погружные насосы для загрязненных вод
- Погружные канализационные насосы
- Комплектный монтаж насосов
- Индивидуальное изготовление станций управления и пусковых устройств и их монтаж
- Погружные пропеллерные насосы
- Очистители для песколовок типа »Ротокс«

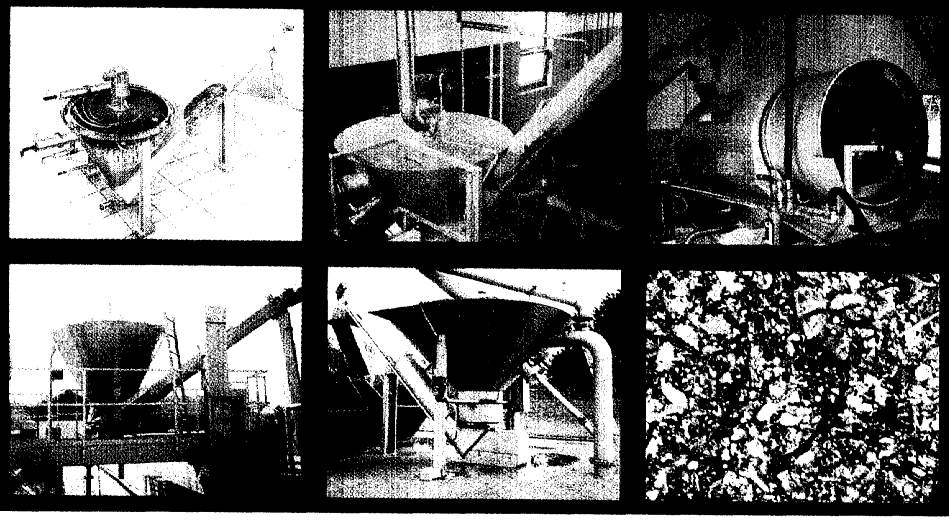
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

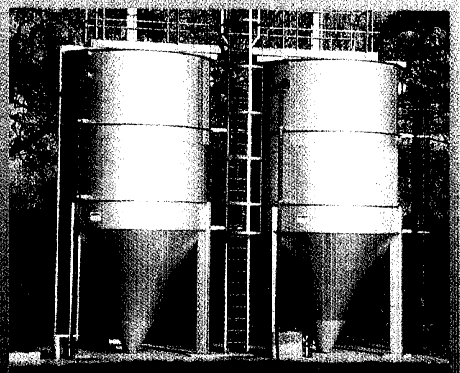
- Погружные фекальные насосы для шлама и воды с твердыми включениями
- Погружные насосы с взмешивающими насадками для улавливания песка в песколовках
- Гидрошнековые станции
- Погружные мешалки
- Аэраторы типа »Ротокс«
- Погружные насосы для рециркуляции ила

EMU Unterwasserpumpen GmbH
Berner Heerweg 124
D-22159 Hamburg
Факс 8-10-49-40/64 55 50 20
Тел. 6 45 55 00 Москва
Тел./Факс 095/4 93 27 43

HUBER
TECHNOLOGY



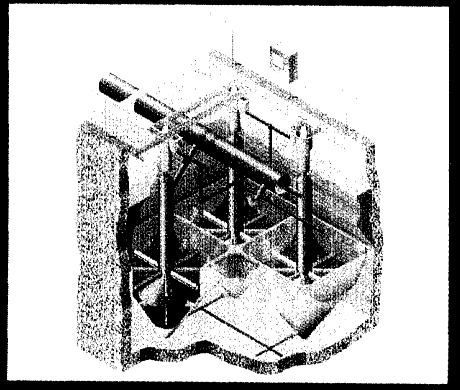




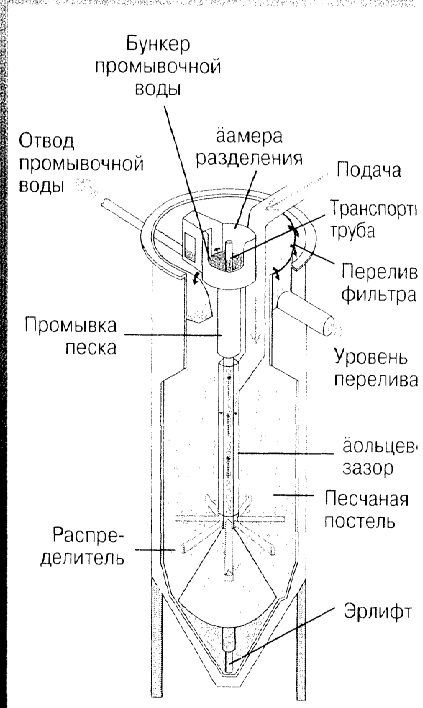
CONTIFLOW®-песковой фильтр – хорошо зарекомендовавшая себя концепция для песка.

Области применения:

- Подготовка питьевой воды
- Фильтрация охлаждающей воды
- Подготовка оборотных вод
- Регенерация вещества
- Отделение фосфатов
- Фильтрация флоры
- Фильтрация для производственных процессов в химической промышленности.
- Фильтрация хлопьев



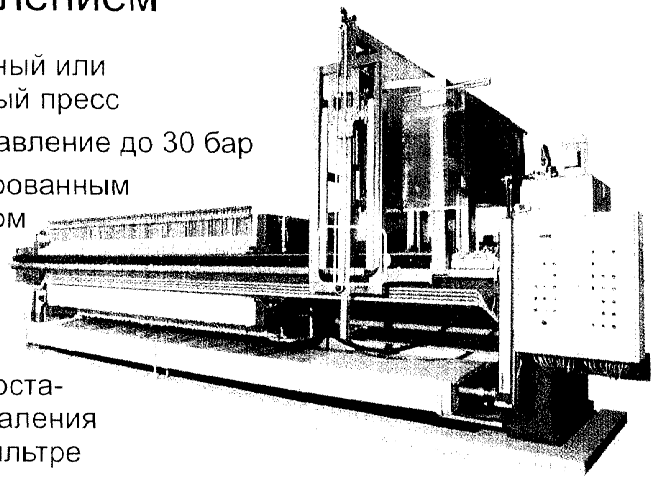
HUBER
TECHNOLOGY



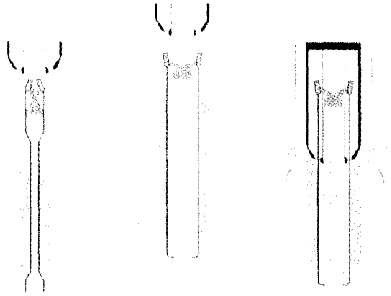
- HUBER CONTIFLOW® пскофильтр для любых расходов
- Нпррывная эксплуатация при минимизации производствнн и инвстиционных затрат
- Никакой обратной промывки извн

NETZSCH – полностью автоматизированное обезвоживание под высоким давлением

- Как камерный или мембранный пресс
- Рабочее давление до 30 бар
- С интегрированным устройством для полностью автоматизированного и безостаточного удаления кека на фильтре



Функции:



Платформа фильтра с кеком до снятия

Кек отделяется от фильтровальной ткани при помощи ножа

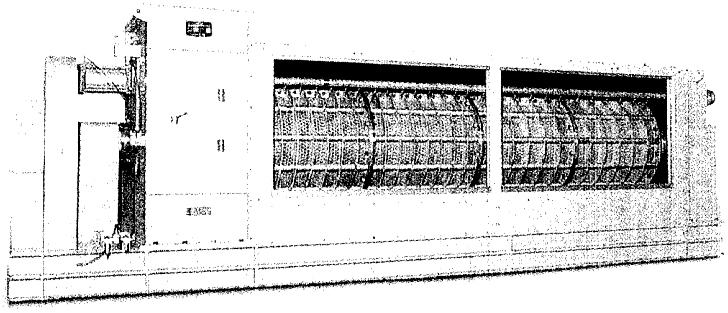
Шаберы осторожно удаляют самый тонкий слой кека на фильтре по всей поверхности фильтра

Другие модули предназначены для менее клейкого кека

NETZSCH

NETZSCH – CONTIPRESS®

сооружения непрерывного обезвоживания



- Полностью автоматизированы
- Экономны – в потреблении энергии
- Самые незначительные эксплуатационные расходы
- Легки в эксплуатации
- Простой контроль
- Закрытая система

CONTIPRESS® непрерывно обрабатывает флокулированный при помощи полимера материал. Идеальные условия обезвоживания достигаются посредством контроля за процессом коагуляции. 11 различных типоразмеров строительных конструкций удовлетворяют всем требованиям. Максимальная пропускная способность до 1,2 т. по сухому веществу в час (в зависимости от вида осадка и начальных концентраций)

NETZSCH

Специальная литература

[1] *Imhoff. K., und K. R.*: Taschenbuch der Stadtentwässerung, R. Oldenbourg Verlag, München

[2] *Miliczek, Berndt, Nürnberg, Uhde*: Handbuch für Ver- und Entsorger, Band 1: Grundlagen für alle Fachrichtungen, F. Hirthammer Verlag, München

[3] *Stier E., Baumgart C. H., Fischer M.*: Handbuch für Ver- und Entsorger, Band 3: Fachrichtung Abwasser, F. Hirthammer Verlag, München

[4] Arbeitsblätter und Merkblätter des ATV-DVWK Regelwerkes und Berichtshefte der ATV-DVWK, beziehbar von GFA, Theodor-Heuss-Allee 17,53773 Hennef

[5] Boller, R., Strunkheide, J., Witte, H.: Betrieb und Wartung von Kleinkläranlagen, F. Hirthammer Verlag, München

[6] *Stier, E., Felber, H., Fischer, M.*: Betriebstagebuch für Kläranlagen, F. Hirthammer Verlag, München

[7] *Stier, E., Miliczek, P.*: Abwasser in Frage und Antwort, F. Hirthammer Verlag, München

[8] *Roediger, H.*: Die anaerobe alkalische Schlammfaulung, R. Oldenbourg Verlag, München

[9] *VDI:* Heizungsanlagen, Anleitung für Betriebe, Überwachung und Wartung, VDI-Verlag GmbH., Düsseldorf

[10] *Stier, E., Felber, H., Fischer, M.*: Betriebstagebuch für Abwassertteiche, F. Hirthammer Verlag, München

[11] *Felber, H., Doedens, H.:* Abwasser-Grundkurse, F. Hirthammer Verlag, München

[13] Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Verlag Chemie, Weinheim

[14] KA Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall (KA), Monatszeitschrift für die Mitglieder der ATV-DVWK Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (GFA), wie [4]

[15] Betriebs-Info, Beilage zur KA, 4mal jährlich, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., wie [4]

[16] *Groche, D., Burchard C. H., Zerres H. -P.*: Handbuch einfacher Messungen und Untersuchungen auf Klärwerken, F. Hirthammer Verlag, München

[17] *Buck, H.*: Mikroorganismen in der Abwasserreinigung, F. Hirthammer Verlag, München

[18] *Lohr, M., Stier, E., Fischer, M.*: Kläranlagen im Bild -Ratgeber für Planung, Bau und Betrieb, F. Hirthammer Verlag München

[19] *Eikelboom, D. H., van Buijsen, H. J. J.*: Handbuch für die mikroskopische Schlammuntersuchung, F. Hirthammer Verlag, München

[20] *Stein, D., Niederehe, W.*: Instandhaltung von Kanalisationen, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin

[21] *Roth, M.*: Grundlagen für den Betrieb von Kanalisationen, Herausgeber ATV-DVWK Landesverbandes Baden-Württemberg, Bleicher-Verlag, Gerlingen

[22] Das mikroskopische Bild bei der biologischen Abwasserreinigung, Informationsbericht 1/99, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München

[23] Mikroskopische Bestimmung von Mikroorganismen bei der aeroben Abwasserreinigung, Videofilm (VHS), F. Hirthammer Verlag, München

[24] Lemmer, H., Lind, G.: Blähschlamm, Schaum, Schwimmschlamm, F. Hirthammer Verlag, München.

Предметный указатель
Для быстрого ответа на ежедневные вопросы и решения проблем
(цифры рядом с понятием указывают на номера страниц)

А

Автоматизация 249
Азот 25, 29, 30, 54, 124, 128, 131, 229, 230, 310, 311, 318, 349
Азот аммонийный 310
Азот по Кьельдалю 131
Активный ил 168, 178, 186, 202, 203, 260, 295, 296
Акустический контроль 249
Анализ 330
Арматура 260
АТН 318, 319, 320
Аэраторы 173, 178
Аэрируемые биологические пруды 187, 193
Аэрируемые пруды 140
Аэробная стабилизация 221, 222
Аэротенки 297, 357

Б

Бактерии 128, 132, 159, 165, 169, 369, 370
Баланс азота 129, 130
Баланс фосфора 135, 136
Бетонные трубы 61
Бинокулярная трубка 322
Биологическая очистка 141, 191
Биологические процессы 125
Биологические пруды 140, 187, 188, 191, 193, 194
Биологическое удаление фосфора 132
Биофильтр 159, 164
Биохимическая потребность в кислороде 53, 314, 347
Биохимические процессы 355
БПК 49, 53, 126, 127, 315, 316, 317, 320, 321
Бытовые сточные воды 24, 45

В

Введение 40, 201, 249, 324
Ввод в эксплуатацию 213, 221, 224, 248
Взвешенные вещества 47, 49, 50, 180, 289, 290
Виды сточных вод 44
Вирусы 370
Водное хозяйство 13
Водоотведение 92
Водоросли 189
Возвратный активный ил 166, 210
Воздуходувки 254
Возраст ила 169, 171
Вредные вещества 237
Время пребывания 155, 191
Всасывающий трубопровод 87
Высушенный осадок 205

Г

Газгольдеры 248
Гигиена 16, 147, 369
Гидравлическая нагрузка 160
Глубина видимости 287
Глубина погружения 255, 288
Горизонтальные песколовки 151

Горизонтальный мерный водослив 280
Грунтовые воды 351

Д

Датчик 305
Датчики давления 73
Двухъярусные отстойники 180
Денитрификация 128, 165, 175
Детергенты 49, 52
Детоксикация 134
Диаграмма 39
Диафрагменные поршневые насосы 77
Длительность импульса 273
Дождевые воды 46, 351
Дождеприемники 66, 67
Домовый выпуск 57
Дюкер 74

Ж

Железобетонные трубы 61
Журнал предприятия 21

З

Загниваемость 49, 52
Закон водного баланса 19
Запасные части 389
Запах 49
Защитная одежда 372
Зеленые насаждения 366
Значения ХПК 299, 300

И

Известь 135
Измерение БПК 191
Измерения на месте 329
Измерения шума 384
Измерительные приборы кислорода 320
Измеряемая величина 265
Иловая вода 209, 214, 217
Ингибиторы 317
Использование воды 15, 20
Использование осадка 229
Испытания 107, 108, 109, 110, 111, 112
Испытательное давление 110, 111
Исследование грунта 238
Исследование крови 373
Исследование осадка сточных вод 238

К

Календарный план 252
Калибровка 266
Камеры ливнеспуска 67
Канализационные очистные станции 139, 143
Капитальный ремонт 326
Картотека технического обслуживания машин 388
Керамические трубы 61
Кислород 321
Кислотность 307
Колебания нагрузки 327
Количество образующегося осадка 205, 239
Коллоиды 50
Колодец 63
Компрессоры 254
Контроль 22, 70, 91, 119, 120, 151, 162, 194, 224, 242, 275, 324

Концентрация 55, 129, 131, 138, 290, 297, 312, 359
Концентрация азота 129
Концентрация фосфора 55, 138
Коррозия 103
Крысы 367
Кюветы 316

Л

Ливнеспуск 68
Личная звукоизоляция 384

М

Магнитная мешалка 320
Мерный треугольный водослив 278
Метановые бактерии 212
Механическая очистка 141
Механические процессы 124
Микроволновая печь 296
Мочевина 127, 129
Мутность 49, 51

Н

Нагрузки 237
Накладная 239
Напор 87
Напорная канализация 77
Насосные станции 74
Насосы 78, 161, 253, 260
Национальные законы 31, 32
Нейтрализация 133, 134
Необогреваемый метантенк 215
Нитрит 311
Нитрификация 127

О

Обезвоженный осадок 205, 230, 231, 234
Обезвоживание осадка 223
Оборудование 220, 243, 256, 257, 359, 388
Оборудование канализационных очистных станций 388
Образование 177, 178, 244, 358, 398
Образование льда 178, 358
Образование пены 177
Образование персонала предприятия 398
Общий азот 132, 312
Общины 394
Объемы 269, 271
Ограда 366
Окислительный канал 168
Оператор очистных сооружений 34, 198, 313, 396
Определение БПК 53, 299, 319
Определение интенсивности запахов 250
Определение ХПК 298, 299
Оптический контроль 249
Органическая субстанция 231
Осадок 70, 99, 131, 144, 160, 202, 209, 211, 214, 215, 221, 222, 226, 229, 232, 233, 234, 235, 236, 240, 242, 260, 371
Осадок сточных вод 226, 229, 232, 233, 234, 235, 236, 240, 371
Осаждение 133, 135, 184, 196
Осаждение фосфата 196
Освещение 366
Оседающие вещества 288

Остаточное загрязнение 267
Отбор пробы 267
Отбросы сороудерживающих решеток 149
Отдельная проба 269
Отопительные установки 258, 260
Отстойники 67, 70, 153, 357, 359
Отстойники для дождевых вод 67, 70
Отстойные пруды 187, 194
Охлаждающая вода 351
Охрана труда 121
Очистка 91, 93, 125, 140, 162, 165, 168, 179, 217, 306
Очистка сточных вод 125, 140, 165, 168
Очистка сточных вод активным илом 140, 168
Ошибка измерения 265

П

Патогенные бактерии 369
Первая медицинская помощь 385, 387
Персонал предприятия 374
Песколовки 150
Питательные вещества 238
Плавающие вещества 157, 191, 201, 302
Плавающий ил 157
Пластмассовые трубы 61
Поверхность 35, 155, 160, 163
Повышение температуры 259
Погода 343
Погружной биофильтр 164
Подвижная ферма 256
Постановление о сточных водах 24, 317
Постановление об осадках сточных вод 239
Потребление кислорода 314
Потребление электроэнергии 164
Правила надежности 387
Практика 94
Применение 77, 79, 114, 116, 123, 147, 153, 165, 187, 197, 225, 263, 290, 318, 382
Приток 129, 344
Проба 38, 275, 293
Проверочные критерии 111
Проводимость 308
Продолжительности сбраживания 212
Прозрачность 288
Производственные расходы 188
Промышленные сточные воды 119
Прочистка канализационной сети 94

Р

Рабочее колесо 88, 89
Радиальные сопла 98
Размер застройки 198
Разрешение 20
Расход воды 16, 20, 278
Расходомер 390
Расходы сточных вод 271
Резиновые перчатки 391
Результат измерения 265
Респиратор 390
Ртуть 30, 237
Рыбы 17

С

Сальник 87
Самопишущие измерительные приборы 276
Санация 91, 114
Сбор 155
Сброженный осадок 203, 211, 260, 295, 296
Сельскохозяйственное применение осадка сточных вод 274
Системы аэрации 166
Сита 148
Скорость течения 60, 150, 191, 272, 277
Служебная инструкция 93, 144, 328
Смешанные сточные воды 46
Смешивание 23, 173
Собственный контроль 325
Содержание в исправности 91
Содержание солей 52
Соли 52
Сороудерживающие решетки 146
Состав и свойства сточных вод 49, 61, 304
Способы смешения 56
Средняя проба 268
Срок службы 259, 362
Стальные трубы 61
Стеклянный электрод 305
Сульфидная коррозия 115
Сухое вещество 204, 294
Сухой остаток 204, 206, 207, 238, 296, 297
Сушильный шкаф 296
Сырой осадок 156, 202, 260

Т

Тарифы 395
Температура 49, 212, 219, 222, 287, 315, 320
Температура воды 287, 320
Теплообменник 258
Точные весы 290
Требования 21, 22, 23, 24, 198, 223, 350, 351, 394, 398
Требования к персоналу 394, 398
Требования к спуску 21
Трубопроводы 56, 59, 61, 93, 173, 180, 260, 355
Трудовой договор 396

У

Удаление азота 127, 169
Удаление осадка 192
Уличный дождеприемник 66
Уплотнения 76
Устав 32, 394

Ф

Фосфор 25, 30, 55, 132, 289, 313, 349

Х

Химическая очистка сточных вод 133
Химическая потребность в кислороде 30, 53, 298
Химия 23, 40
Хлорирование 163
Хлорная известь 390
Ходовые скобы 62, 64, 65, 104
ХПК 20, 21, 23, 25, 29, 30, 49, 53, 54, 55, 131, 189, 191, 264, 268, 289, 292, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 310, 311, 329, 330, 344, 347, 348, 350

Ц

Цвет 49, 259, 286
Цементация 114, 117
Центробежный аэратор 255
Цианид 134

Ч

Чужеродная вода 46, 351

Ш

Шум 387
Щелочность 307

Э

Экономичность 345
Эксплуатационная надежность 168
Электрод 306
Электрооборудование 261
Электропроводность 308
Эффект очистки 349
Эффективность 94, 161, 188

***

IQK 264, 265

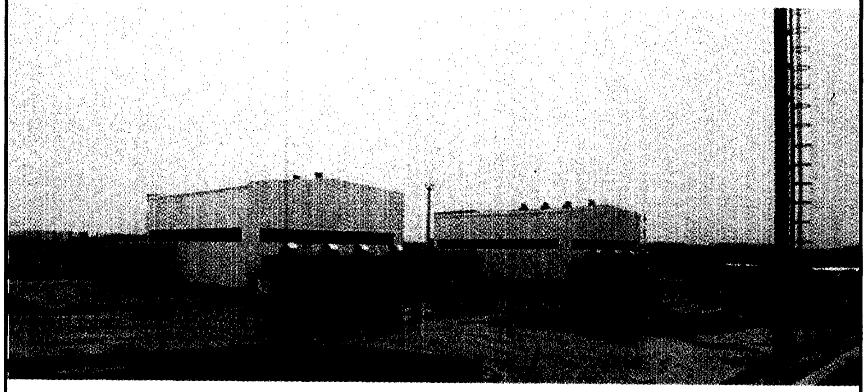
NH_4-N 20, 21, 42, 49, 54, 55, 128, 129, 130, 131, 132, 176, 191, 230, 231, 264, 268, 292, 310, 311, 312, 313, 330, 344, 347, 348
NO_2-N 55, 128, 131, 132, 311, 312
NO_3-N 21, 42, 49, 55, 128, 131, 132, 268, 292, 310, 311, 312, 330

pH-значения 176

Q_f 45, 59, 143
Q_g 45
Q_h 45
Q_r 45, 48, 49, 59, 60

TASi 31, 99, 201
TKN 53, 54, 128, 129, 130, 131, 312

Очистку сточных водт. Москвы осуществляет Мосводоканал



- 15 сооружений для обезвоживания осадка (1997)
- 8 сооружений для обезвоживания осадка (2001/2002) с 8 поперечными мембранными фильтр-прессами, размерами 1500 x 2000 мм
  Данная установка способна обезвоживать до 5500 м^3 осадка сточных вод и 400 м^3 осадка из сооружений по складированию осадка.

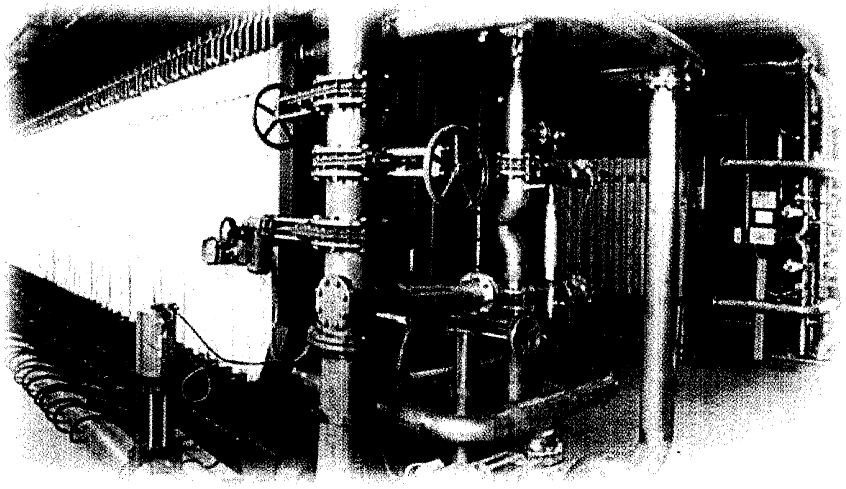
Вся установка включая периферийное оборудование как например транспортер, насосы, маркировщики, установка подготовки полимера и т.д.

Представительство Москве, Карл-Хайнц Моммерт
Erich NETZSCH GmbH & Co.Holding KG
Ленинский проспект 95 а, Россия-117313 Москва
Tel: 7 095 95 69 086, факс: 7 095 95 69 087
E-mail: moscow@netzsch.com

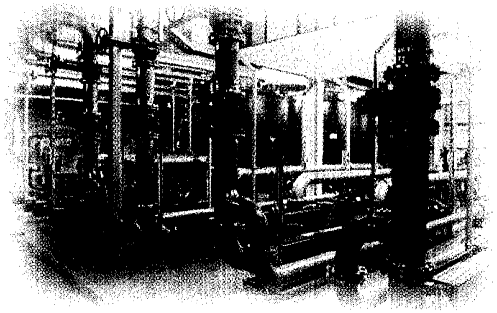
Основное представительство
NETZSCH Filtrationstechnik GmbH
Gebruder-Netzsch-Straße 19, D-95100 Selb
Tel: +49 9287 75 700, Fax: +49 9287 75 704
e-mail: info@nfi.netzsch.com, www.netzsch.com/f

NETZSCH

NETZSCH поставляет и проектирует совместно с клиентами и эксплуатирующими организациями готовые установки для промышленных и городских сточных вод.



Установки включают в себя все необходимое оборудование по обработке различных суспензий, включая монтаж и ввод в эксплуатацию.



NETZSCH

очистные сооружения Hof

Schneider & Partner
Ingenieur-Consult GmbH

Планирование и последующий надзор строительно-технологических процессов и электронной контролирующей автоматики в системах очистки сточных вод для населенных пунктов с 290 000 жителями.

	Планирование	Реализация	Стоимость
BA 1	1990 / 91	1994	33 Mio. €
BA 2	1996	1997	0,6 Mio. €
BA 3	2000	2001	0,5 Mio. €

Развитие с последующей очисткой сточных вод с удалением нитрата и фосфора

- осуществление расширения
- перестройка очистных сооружений
- фильтрация флокуации

Расширение обработки отстоя

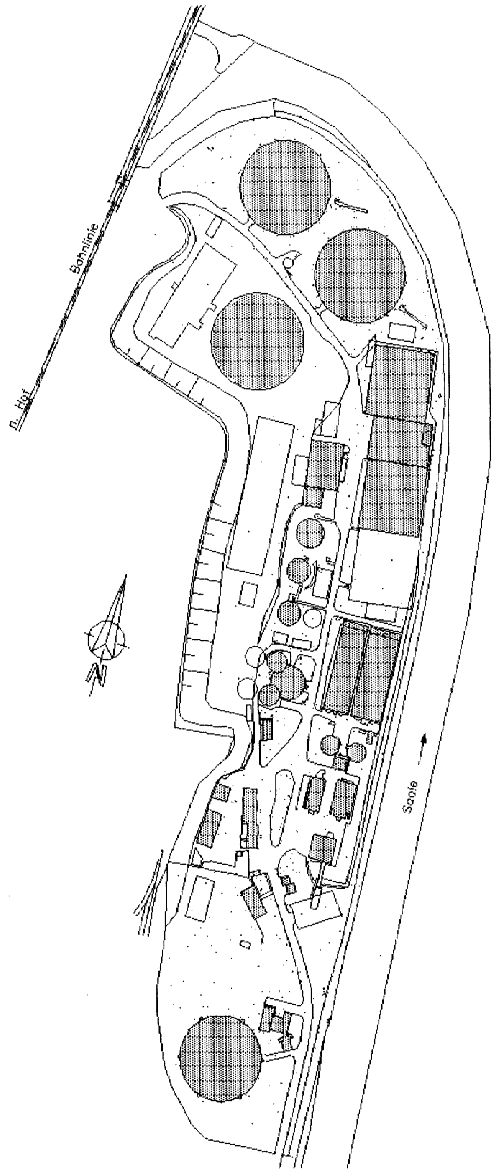
- развитие перегнивания
- установка деаэрации
- станция обработки фекалий

Переоснащение вымачивания отстоя

- фильтрация флокуации с PE-условиями
- загрузка с прессованием (камерная установка фильтрации и прессования)

Обновление компьютерной установки

- обновление трехлинейной компьютерной установки



очистные сооружения Hof

Ruppenweg 24, 96317 Kronach
Tel.: 09261 / 566-0 Fax: 09261/ 566-111

Schneider & Partner
Ingenieur-Consult GmbH

Niederlassungen in
Zeil, Bayreuth, Plauen, Jena, Nürnberg

Предприятие SRP Schneider & Partner Ingenieur Consult GmbH – это компетентный партнер для планирования, реализации проектов, консультирования и обучения как в Германии, так и за рубежом.
Качество наших услуг и удовлетворение наших клиентов имеет для предприятий нашей группы самый высокий приоритет. Поэтому с 1994 года мы регулярно проходим проверку качества нашей системы менеджмента согласно стандарту DIN 9001.
Как потенциальный генеральный планировщик, мы предлагаем Вам на каждом этапе Вашего замысла оптимальное техническое решение. Контакт к нашим клиентам, стоимость и строгое соблюдение договоренностей/сроков ставим мы во главе нашей работы. Длительное использование есть для нас существенным критерием планирования.

Мы консультируем, планируем и выполняем надзор в следующих отраслях:

- водоснабжение и канализация
- дорого и мосто- строение
- планирование несущих конструкций
- отходы, загрязненные территории, планирование мер по защите окружающей среды
- развитие проекта, SiGeKo
- техническое оборудование
- архитектура
- региональный менеджмент

Кроме этого, мы предлагаем обучение и инструктаж персонала нашего заказчика, а также помощь при развитии ведомств и учреждений.

Schneider & Partner
Ingenieur-Consult GmbH

Проект	Заказчик	Период времени	Стоимость
очистные сооружения Rudolstadt	Wasser- und Abwasserzweckverband Rudolstadt-Saalfeld	1995	ca. 35 Mio. EUR
очистные сооружения Riesa	ZV Abwasserbeseitigung „Oberes Elbtal“ Riesa	1998	ca. 7,5 Mio. EUR
очистные сооружения Redwitz	Gemeinde Redwitz an der Rodach	2001/2002	ca. 3,1 Mio. EUR
очистные сооружения Plauen	Zweckverband Wasser und Abwasser, Vogtland	1992-2002	ca. 29 Mio. EUR
очистные сооружения Marktodach	Markt Marktrodach	1994	ca. 4,3 Mio. EUR
центральная очистная установка Jena	Wasser- und Abwasserzweckverband Jena	1998/1999	ca. 26,6 Mio. EUR
очистные сооружения Hof	Abwasserzweckverband Saale, Stadt Hof	1994-2001	ca. 34 Mio. EUR
очистные сооружения общины Zeil/Sand	Stadt Zeil am Main	1999-2000	ca. 5,5 Mio. EUR
очистные сооружения Tettau	Markt Tettau	1995	ca. 3,3 Mio. EUR