Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам "Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов"

Приказ Министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 30 сентября 2026 года № 230-П

В соответствии с пунктом 6 статьи 113 Экологического кодекса Республики Казахстан ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить прилагаемый справочник по наилучшим доступным техникам " Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов".

2. Департаменту климатической политики Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан в установленном законодательством порядке обеспечить:

1) направление настоящего приказа на государственном и русском языках в течение пяти рабочих дней со дня его подписания в Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан" Министерства юстиции Республики Казахстан для официального опубликования и включения в Эталонный контрольный банк нормативных правовых актов Республики Казахстан;

2) размещение настоящего приказа на интернет-ресурсе Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан после его официального опубликования.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на курирующего вице-министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

4. Настоящий приказ вводится в действие после дня его первого официального опубликования.

Министр *А. Куантыров*

"СОГЛАСОВАН"
Министерство финансов
Республики Казахстан
"СОГЛАСОВАН"
Министерство национальной
экономики Республики Казахстан
"СОГЛАСОВАН"
Министерство промышленности и строительства
Республики Казахстан
"СОГЛАСОВАН"

Министерство энергетики
Республики Казахстан
"СОГЛАСОВАН"
Министерство водных ресурсов и ирригации
Республики Казахстан

Приложение к приказу

Справочник
по наилучшим доступным техникам "Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов"

Оглавление

Оглавление 3
Список схем/рисунков 6
Список таблиц 7
Глоссарий 9
Предисловие 17
Область применения 19
Принципы применения 20
1. Общая информация 22
1.1. Виды сточных вод и систем водоотведения 22
1.2. Структура и технологический уровень отрасли по очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов 27
1.3. Энергоэффективность 32
1.4. Основные экологические проблемы 36
1.4.1. Сброс сточных вод и состояние очистных сооружений 37
1.4.2. Воздействие на подземные и поверхностные воды 44
1.4.3. Осадки сточных вод 44
1.4.4. Воздействие очистных сооружений на атмосферу 46
1.4.5. Факторы физического воздействия 46
2. Методология определения наилучших доступных техник 48
2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ 48
2.2. Критерии отнесения техник к НДТ 50
2.3. Экономические аспекты внедрения НДТ 51
2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ 51
2.3.2. Способы экономической оценки НДТ 52
2.3.3. Инвестиционная обоснованность затрат 52
2.3.4. Анализ затрат и выгод 53
2.3.5. Соотношение затрат и ключевых экономических показателей 53

2.3.6. Прирост себестоимости 54
2.3.7. Соотношение затрат и экологического результата 54
2.3.8. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду 55
2.3.9. Расчет "на установке" 56
3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время 58
3.1. Механическая очистка сточных вод 60
3.1.1. Процеживание 61
3.1.2. Отстаивание (осветление) 63
3.2. Химическая и физико-химическая очистка сточных вод 65
3.3. Биологическая очистка сточных вод 71
3.3.1. Биологические пруды, поля орошения или фильтрации 76
3.4. Обеззараживание очищенной воды 77
3.5. Обработка осадка сточных вод 78
3.5.1. Обработка пескового осадка (пульпы) 79
3.5.2. Методы обработки осадков сточных вод 80
3.6. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду 82
4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов 87
4.1. Система экологического менеджмента 87
4.2. Система энергетического менеджмента 90
4.3. Мониторинг эмиссий 93
4.4. Управление водопользованием 95
4.5. Управление отходами 97
4.6. Снижение уровней физического воздействия 98
4.7. Запах 100
5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник 102
5.1. НДТ, направленные на внедрение систем автоматизированного контроля, диспетчеризации и управления в технологическом процессе 102
5.2. НДТ в области энерго- и ресурсосбережения 103
5.2.1. Применение ЧРП 103
5.2.2. Применение энергоэффективных асинхронных электродвигателей 105
5.2.3. Применение энергоэффективного насосного оборудования 108
5.2.4. Внедрение энергоэффективной системы аэрации 110
5.3. НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов сточных вод…… 112
5.3.1. НДТ при механической очистке 112
5.3.2. НДТ при химической и физико-химической очистке сточных вод 124

5.3.3. НДТ при биологической очистке 142
5.3.4. НДТ при обеззараживании сточных вод (дезинфекция) 170
5.4. НДТ при глубокой очистке сточных вод (доочистка) 170
5.4.1. Мембранная ультрафильтрация 175
5.4.2. Обратный осмос 180
5.4.3. Фильтрация с применением фильтров с зернистой загрузкой или сетчатых барабанных фильтров 181
5.5. НДТ, направленные на управление и сокращение воздействия производственных отходов и осадков сточных вод 183
5.5.1. Механическое обезвоживание осадка в центрифугах, на ленточных и камерных фильтр-прессах, шнековых прессах, дегидраторах 183
5.5.2. Обезвоживание осадка в геоконтейнерах (геотубах) 186
5.5.3. Обработка осадка сточных вод с получением биогаза 187
5.5.4. Ацидофикация осадка сточных вод 189
6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам 192
6.1. Общие НДТ 193
6.1.1. Система экологического менеджмента 193
6.1.2. Управление энергопотреблением, энергоэффективность 195
6.1.3. Управление технологическими процессами 195
6.1.4. Мониторинг эмиссий 196
6.1.5. Шум, вибрация, запах 197
6.2. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод 198
6.2.1. Технологические показатели сбросов при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов 200
6.3. Управление отходами и осадками сточных вод 201
6.4. Требования по ремедиации 202
7. Перспективные техники 204
7.1. Перспективные техники в области очистки сточных вод и обработки осадков 204
7.1.1. Перспективная технология очистки коммунальных сточных вод гранулированными илами 204
7.1.2. Устойчивые гранулы – флокулы 206
7.1.3. Технологии очистки сточных вод с использованием макроскопических материалов на основе графена 207
7.1.4. Очистка сточных вод с помощью микрокапсул 212
7.1.5. Фотохимическая обработка сточных вод 213
7.1.6. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока 214

7.1.7. Установка по очистке сточных вод с использованием электронно-пучковой технологии 215
7.1.8. Фотокаталитическая доочистка 216
7.1.9. Доочистка методом окисления с использованием озона 216
7.1.10. Доочистка методом биологической очистки с сорбцией 217
7.1.11. Очистка наночастицами 217
7.1.12. Мембранная биоаугментация 217
7.1.13. Переработка илового осадка очистных сооружений канализации методом остеклования 218
7.1.14. Гидротермальное окисление, "мокрое" сжигание 219
7.1.15. Электроосмотическое обезвоживание осадка сточных вод 219
7.1.16. Кристаллизация фосфатов из возвратных потоков сооружений обработки осадка… 219
7.2. Перспективные техники в области энерго-и ресурсосбережения 220
7.2.1. Применение энергоэффективных управляемых воздуходувок оптимальной мощности 220
7.2.2. Применение расходомеров воздуха 221
8. Дополнительные комментарии и рекомендации 222
Библиография 224

Список схем/рисунков

Рисунок 3.1. Типовая схема очистки сточных вод на городских КОС
Рисунок 3.2. Примеры традиционных схем биологической очистки сточных вод
Рисунок 3.3. Решетка ступенчатая
Рисунок 3.4. Отстойники: А – вертикальный, Б – радиальный, В – горизонтальный.
Рисунок 3.5. Напорный флотатор
Рисунок 3.6. Осветлитель со взвешенным слоем осадка
Рисунок 3.7. Сорбционная установка с параллельным вводом сорбента
Рисунок 3.8. Схема ионообменной колонки
Рисунок 3.9. Схема реактора для озонирования
Рисунок 3.10. Экстрактор колонного типа
Рисунок 3.11. Схемы аэротенков (а – аэротенк-вытеснитель; б – аэротенк-смеситель ; в – аэротенк промежуточного типа).
Рисунок 3.12. Биофильтр
Рисунок 3.13. Схема работы аэротенка:
Рисунок 5.1. Технологическая схема А/О (анаэробно-оксидный)
Рисунок 5.2. Технологическая схема АА/О (анаэробно-аноксидная/оксидная зона)
Рисунок 5.3. Модифицированная технологическая схема АА/О (анаэробно-аноксидная/оксидная зона)

Рисунок 5.4. Технологическая схема UCT (Кэйптаунского университета)
Рисунок 5.5. Модернизированная технологическая схема UCT (Кэйптаунского университета)
Рисунок 5.6. Технологическая схема Барденфо
Рисунок 5.7. Модернизированная технологическая схема Барденфо
Рисунок 5.8. Технологическая схема JHB (Иоханнесбургская технология)
Рисунок 5.9. Модернизированная технологическая схема JHB (Иоханнесбургская технология)
Рисунок 5.10. Технологическая схема VIP (Virginia Initiative Process)
Рисунок 5.11. Схема биофильтра
Рисунок 5.12. Принципиальная схема работы MBR
Рисунок 5.13. Схемы основных видов флюидной фильтрации
Рисунок 5.14. Технологическая схема USBF
Рисунок 5.15. Технологическая схема USBF (при малых концентрациях фосфора или при его отсутствии)
Рисунок 5.16. Технологическая схема реактора циклического действия (SBR)
Рисунок 5.17. Схема горизонтально и вертикально расположенных ультрафиолетовых модулей в станциях обеззараживания
Рисунок 5.18. Принципиальная схема озонирования воды
Рисунок 5.19. Схема установки доочистки
Рисунок 5.20. Технологическая схема очистки сточных вод с блоком ультрафильтрации
Рисунок 7.1. Самостоятельная сборка 2D-нанолистов на основе графена в 3D-макроструктуре
Рисунок 7.2. Обработка семью ускорителями электронов образовавшихся после печатания и окрашивания тканей сточных вод на трикотажной фабрике "Гуаньхуа"

Список таблиц

Таблица 1.1. Классификация сточных вод
Таблица 1.2. Классификация канализационных очистных сооружений централизованных систем водоотведения по производительности
Таблица 1.3. Виды систем водоотведения
Таблица 1.4. Число и мощность сооружений системы водоотведения
Таблица 1.5. Предприятия Республики Казахстан по водоотведению
Таблица 1.6. Общие затраты на охрану окружающей среды по очистке сточных вод
Таблица 1.7. Сравнительные удельные показатели электропотребления на процесс биологической очистки сточных вод, кВтч/м^3

Таблица 1.8. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в области Абай в 2022 году

Таблица 1.9. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Акмолинской области в 2022 году

Таблица 1.10. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Актюбинской области в 2022 году

Таблица 1.11. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Алматинской области в 2022 году

Таблица 1.12. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Атырауской области в 2022 году

Таблица 1.13. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Западно-Казахстанской области в 2022 году

Таблица 1.14. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Жамбылской области в 2022 году

Таблица 1.15. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Карагандинской области в 2022 году

Таблица 1.16. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Костанайской области в 2022 году

Таблица 1.17. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Кызылординской области в 2022 году

Таблица 1.18. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Павлодарской области в 2022 году

Таблица 1.19. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Северо-Казахстанской области в 2022 году

Таблица 1.20. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в городе Алматы в 2022 году

Таблица 1.21. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в городе Шымкент в 2022 году

Таблица 1.22. Общий объем сточных вод (с учетом нормативно-чистых (без очистки) сточных вод)

Таблица 1.23. Образовано сточных вод на предприятии А.

Таблица 1.24. Виды осадка при очистке сточных вод на различных видах очистного оборудования

Таблица 2.1. Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды.

Таблица 3.1. Перечень наиболее распространенного вида оборудования для процеживания

Таблица 3.2. Сбросы загрязняющих веществ в Республике Казахстан за 2019 – 2022 годы по регионам, тысяч тонн.

Таблица 3.3. Основные типы технологических подпроцессов биологической очистки в аэротенках

Таблица 3.4. Наиболее распространенное оборудование для доочистки

Таблица 5.1. Количество осадка, накапливаемого за 1 год от 1 м^3 нейтрализованной воды

Таблица 5.2. Типичная динамика изменения основных показателей по звеньям биологической очистки сточных вод

Таблица 5.3. Качество воды, использованное в качестве основы для проектирования , и прогнозируемое качество очищенной воды в Кувейте

Таблица 6.1. Периоды усреднения уровней сбросов, связанные с НДТ.

Таблица 6.2. Технологические показатели сбросов при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов

Глоссарий

Настоящий глоссарий предназначен для облегчения понимания информации, содержащейся в настоящем справочнике по наилучшим доступным техникам "Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов" (далее – справочник по НДТ). Определения терминов в этом глоссарии не являются юридическими определениями (даже если некоторые из них могут совпадать с определениями, приведенными в нормативных правовых актах Республики Казахстан).

Глоссарий представлен следующими разделами:

термины и определения;

сокращения и обозначения;

химические формулы;

единицы измерения.

Термины и определения

В настоящем справочнике по НДТ используются следующие термины:

биологическая очистка	—	технологические процессы очистки сточных вод, основанные на способности биологических организмов разлагать загрязняющие вещества;
		под сточными водами понимаются : 1) воды, использованные на производственные или бытовые нужды и получившие при этом дополнительные примеси загрязняющих веществ, изменившие их первоначальный состав или физические свойства;

сточные воды	—	2) дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, стекающие с территорий населенных пунктов и промышленных предприятий; 3) подземные воды, попутно забранные при проведении операций по недропользованию (карьерные, шахтные, рудничные воды, пластовые воды, добытые попутно с углеводородами).
движущая сила внедрения	—	причины реализации технологии, например законодательство, улучшение качества продукции;
наилучшие доступные техники	—	наиболее эффективная и передовая стадия развития видов деятельности и методов их осуществления, которая свидетельствует об их практической пригодности для того, чтобы служить основой установления технологических нормативов и иных экологических условий, направленных на предотвращение или, если это практически неосуществимо, минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду;
справочник по наилучшим доступным техникам	—	документ, являющийся результатом соответствующего обмена информацией между заинтересованными сторонами, разработанный для определенных видов деятельности и включающий уровни эмиссий, объемов образования, накопления и захоронения основных производственных отходов, уровни потребления ресурсов и технологические показатели, связанные с применением наилучших доступных техник, а также заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам и любым перспективным техникам;
		диапазон уровней эмиссий (концентраций загрязняющих веществ), которые могут быть достигнуты при нормальных условиях эксплуатации объекта с

технологические показатели, связанные с применением наилучших доступных техник	—	применением одной или нескольких наилучших доступных техник, описанных в заключении по наилучшим доступным техникам, с учетом усреднения за определенный период времени и при определенных условиях;
искусственные водные объекты	—	водные объекты, предназначенные для естественной биологической очистки сточных вод — пруды-накопители, пруды-испарители, биологические пруды, поля-фильтрации, поля-орошения;
комплексный технологический аудит	—	процесс экспертной оценки применяемых на предприятиях техник (технологий, способов, методов, процессов, практики, подходов и решений), направленных на предотвращение и (или) минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, в том числе путем сбора соответствующих сведений и (или) посещений объектов, подпадающих под области применения наилучших доступных техник;
кросс-медиа эффекты	—	возможный сдвиг экологической нагрузки от одного компонента окружающей среды к другому. Любые побочные эффекты и отрицательные последствия, вызванные внедрением технологии;
опасные вещества	—	вещества или группы веществ, которые обладают одним или несколькими опасными свойствами, такими, как токсичность, стойкость и биоаккумулятивность, или классифицируются как опасные для человека или окружающей среды;
достигнутые экологические выгоды	—	основное воздействие(я) на окружающую среду, которое должно рассматриваться с помощью технологии (процесса или борьбы), включая достигнутые значения сбросов и эффективность работы. Экологические выгоды метода по сравнению с другими.

действующая установка	—	стационарный источник эмиссий, расположенный на действующем объекте (предприятии) и введенный в эксплуатацию до введения в действие настоящего справочника по НДТ. К действующим установкам не относятся реконструируемые и (или) модернизированные установки после введения в действие настоящего справочника по НДТ;
окружающая среда	—	совокупность окружающих человека условий, веществ и объектов материального мира, включающая в себя природную и антропогенную среду;
воздействие на окружающую среду	—	любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом экологических аспектов объектов;
автоматизированная система мониторинга эмиссий в окружающую среду	—	автоматизированная система производственного экологического мониторинга, отслеживающая показатели эмиссий в окружающую среду на основных стационарных источниках эмиссий, которая обеспечивает передачу данных в информационную систему мониторинга эмиссий в окружающую среду в режиме реального времени, в соответствии с Правилами ведения автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду при проведении производственного экологического контроля, утвержденными уполномоченным органом в области охраны окружающей среды;
сброс загрязняющих веществ	—	поступление содержащихся в сточных водах загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, недра или на земную поверхность;
		прямое или опосредованное внесение в результате деятельности человека веществ, вибрации, высоких температур

загрязнение	—	или шума в атмосферу, водную среду или на земную поверхность, следствием чего является нанесение вреда здоровью человека или ухудшение окружающей среды; порча имущества; снижение качества или невозможность законного использования природных (и иных) благ окружающей среды;
маркерные загрязняющие вещества	—	наиболее значимые для эмиссий конкретного вида производства или технологического процесса загрязняющие вещества, которые выбираются из группы характерных для такого производства или технологического процесса загрязняющих веществ и с помощью которых возможно оценить значения эмиссий всех загрязняющих веществ, входящих в группу;
механическая очистка	—	технологический процесс очистки сточных вод механическими и физическими методами;
мониторинг	—	систематическое наблюдение за изменениями определенной химической или физической характеристики выбросов, сбросов , потребления, эквивалентных параметров или технических мер и т.д.;
биохимическое потребление кислорода	—	количество растворенного кислорода, потребляемого за установленное время и в определенных условиях при биохимическом окислении содержащихся в воде органических веществ;
химическое потребление кислорода	—	количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей;
		термин "анализ жизненного цикла " употребляется для обозначения анализа воздействия продукта или изделия на окружающую среду на протяжении его жизненного цикла . Анализ жизненного цикла предназначен для оценки

анализ жизненного цикла	—	суммарного воздействия продукта на окружающую среду в течение всего жизненного цикла этого продукта, то есть включая сырье, производство, использование, возможную рециркуляцию или повторное использование, а также последующую утилизацию продукта;
промышленные сточные воды	—	все сточные воды, которые сбрасываются с предприятий, занимающихся коммерческой или производственной деятельностью, кроме бытовых сточных вод и ливневых сточных вод;
перспективные техники	—	техники с потенциалом улучшения экологической эффективности, но которые еще не были коммерчески применены или которые все еще находятся на стадии исследований и разработок;
комплекс очистных сооружений сточных вод	—	сооружения механической и биологической очистки сточных вод населенных пунктов с применением или без применения химических реагентов, включая искусственные водные объекты, предназначенные для естественной биологической очистки сточных вод;
водоотведение	—	совокупность мероприятий, обеспечивающих сбор, транспортировку, очистку и отведение сточных вод через системы водоотведения в водные объекты и (или) на рельефы местности;
отбор проб	—	процесс, посредством которого часть вещества, материала или продукта удаляется, чтобы сформировать репрезентативную выборку целого, с целью изучения рассматриваемого вещества, материала или продукта. План отбора проб, выборка и аналитические соображения всегда должны учитываться одновременно;
		уровни эмиссий, связанные с применением наилучших доступных техник, выраженные в виде предельного количества (

		массы) маркерных загрязняющих веществ на единицу объема эмиссий (мг/Нм^3, мг/дм^3) и (или) количества потребления электрической и (или) тепловой энергии, иных ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги, которые могут быть достигнуты при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких наилучших доступных техник, описанных в заключении по наилучшим доступным техникам, с учетом усреднения за определенный период времени и при определенных условиях;
технологические показатели	—	
эффективность	—	достижение каких-либо определенных результатов с минимально возможными издержками или получение максимально возможного объема продукции из данного количества ресурсов;
бытовые сточные воды	—	сточные воды из населенных пунктов, которые образуются в основном в результате обмена веществ человека и в результате бытовой деятельности;
непрерывные измерения	—	круглосуточные измерения, допускающие перерывы для проведения ремонтных работ, устранения дефектов, пусконаладочных, поверочных, калибровочных работ;
физико-химическая очистка	—	технологические процессы очистки сточных вод с применением реагентов;
химическое загрязнение	—	присутствие опасных химических веществ в сточных водах, способных вызвать негативные последствия для окружающей среды и здоровья человека;
осадок	—	остаточный осадок после очистки очистных сооружений городских сточных вод, очищенный или неочищенный;
		накопление в воде питательных веществ, в частности соединений

эвтрофикация	—	азота и/или фосфора, вызывающих ускоренный рост водорослей и более высоких форм растительной жизни, что приводит к нежелательному нарушению баланса организмов, присутствующих в воде, и качества соответствующих вод;
экологическое разрешение	—	документ, удостоверяющий право индивидуальных предпринимателей и юридических лиц на осуществление негативного воздействия на окружающую среду и определяющий экологические условия осуществления деятельности;
эмиссия	—	прямой или опосредованный выпуск в воздушную, водную среду или на земную поверхность веществ, вибрации, высоких температур или шума, возникающих из точечных или рассеянных источников, имеющихся в установке.

Сокращения и обозначения

АО	—	акционерное общество
ИТС	—	информационно-технические справочники
ПАВ	—	поверхностно-активные вещества
НДТ	—	наилучшая доступная техника
ЕС	—	Европейский союз
ЕЭС	—	Европейское экономическое сообщество
ЧРП	—	частотно-регулируемый привод
ТОО	—	товарищество с ограниченной ответственностью
КНС	—	канализационная насосная станция
КТА	—	комплексный технологический аудит
ГКП	—	государственное коммунальное предприятие
НПА	—	нормативно-правовые акты
БПК	—	биохимическое потребление кислорода

ХПК	—	химическое потребление кислорода
КПД	—	коэффициент полезного действия
СПАВ	—	синтетические поверхностно-активные вещества
ТРГ	—	техническая рабочая группа
КОС	—	комплекс очистных сооружений сточных вод
ЭЧН	—	эквивалентная численность населения
ПДК	—	предельно-допустимая концентрация
ПХВ	—	право хозяйственного ведения
СЭМ	—	система экологического менеджмента
СЭнМ	—	система энергетического менеджмента
ЭНК	—	экологический норматив качества
ОЭСР	—	Организации экономического сотрудничества и развития

Химические формулы

Химическая формула	Название (описание)
CO	монооксид углерода
CO_2	диоксид углерода
CaO	оксид кальция
$Ca(OH)_2$	гидроксид (гидроокись) кальция
MnO_2	диоксид марганца
NaOH	гидроокись натрия
Na_2CO_3	карбонат натрия
NO_2	двуокись азота
$N\text{-}NH_4$	азот аммонийный
$N\text{-}NO_2$	азот нитритный
$P\text{-}PO_4$	фосфор в виде фосфатов

Единицы измерения

Символ единицы измерения	Название единицы измерения	Наименование измерения (символ измерения)	Преобразование и комментарии

°C	градус Цельсия	Температура (Т) Разница температур (РТ)	
г	грамм	Масса	
Гц	Герц	Частота	
га	гектары	Площадь	
$дм^3$	кубический дециметр	Объем	
ч	час	Время	
К	Кельвин	Температура (Т) Разница температур (АТ)	0 °C = 273.15 K
кг	килограмм	Масса	
кПа	килопаскаль	Давление	
кВт ч	киловатт-час	Энергия	1 кВт ч = 3 600 кДж
л	литр	Объем	
м	метр	Длина	
$м^2$	квадратный метр	Площадь	
$м^3$	кубический метр	Объем	
мг	миллиграмм	Масса	1 мг = 10^{-3} г
мм	миллиметр		1 мм = 10^{-3} м
МВт	мегаватт тепловой мощности	Тепловая мощность Теплоэнергия	
$Нм^3$	нормальный кубический метр	Объем	при 101.325 кПа, 273.15 K
Па	паскаль		1 Па = 1 $Н/м^2$
об/мин	число оборотов в минуту	Скорость вращения, частота	
т	метрическая тонна	Масса	1 т= 1 000 кг или 10^6 г
т/сут.	тонн в сутки	Массовый расход Расход материала	
т/год	тонн в год	Массовый расход Расход материала	

Предисловие

Краткое описание содержания справочника по наилучшим доступным техникам: взаимосвязь с международными аналогами

Справочник по НДТ разработан в целях реализации Экологического кодекса Республики Казахстан.

Разработка справочника по НДТ проводилась в соответствии с Правилами разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным техникам (далее – Правила).

Перечень областей применения НДТ утвержден приложением 3 к Экологическому кодексу Республики Казахстан.

При разработке справочника был учтен международный опыт в данной сфере, в том числе использовались аналогичные и сопоставимые справочники, официально применяемые в государствах, являющихся членами ОЭСР, ЕС, в Российской Федерации, других странах и организациях с учетом специфики, сложившейся структуры экономики и необходимости обоснованной адаптации к климатическим, а также экологическим условиям Республики Казахстан, обуславливающим техническую и экономическую доступность НДТ в конкретных областях их применения:

1) Директива Совета 91/271/ЕЭС от 21 мая 1991 года "Об очистке городских сточных вод";

2) Рекомендация 28E/5 "Очистка городских сточных вод" от 15 ноября 2007 года;

3) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector/ Общие системы очистки/управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе;

4) Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2016/902 от 30 мая 2016 г., устанавливающее выводы о наилучших доступных методах в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета для общих систем очистки/ управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе (уведомление согласно документу С (2016);

5) Reference Document On Best Available Techniques For Energy Efficiency, EC 09/ 2021;

6) ИТС 10-2019 "Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов";

7) ИТС 48-2017 "Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности";

8) Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control /Директива 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС "О промышленных выбросах и/или сбросах (о комплексном предупреждении и контроле загрязнений).

Внедрение НДТ предусматривает индивидуальный подход к выбору НДТ с учетом экономики конкретного предприятия и готовности предприятия к переходу на принципы НДТ, выбора страны производителя НДТ, мощностных показателей, габаритов НДТ и степени локализации НДТ.

Модернизация производственных мощностей с применением современных и эффективных техник будет способствовать ресурсосбережению и оздоровлению окружающей среды до соответствующих уровней, отвечающих эмиссиям стран ОЭСР.

Информация о сборе данных

В целях разработки справочника по НДТ информация об уровнях выбросов, сбросов, образовании отходов, технологических процессах, оборудовании, технических

способах, методах, применяемых при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов в Республике Казахстан была собрана в процессе проведения КТА, правила проведения которого регламентированы действующим законодательством Республики Казахстан. Перечень объектов для прохождения КТА утвержден ТРГ по разработке справочника по НДТ "Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов".

Взаимосвязь с другими справочниками по НДТ

Справочник по НДТ имеет взаимосвязь с отраслевыми и межотраслевыми справочниками по НДТ, охватывающими очистку хозяйственно-бытовых сточных вод.

Область применения

В соответствии с нормами Экологического кодекса Республики Казахстан настоящий справочник по НДТ распространяется на следующий вид деятельности:

очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов.

Справочник по НДТ включает следующие основные технологические процессы очистки сточных вод:

механическая очистка;

химическая и физико-химическая очистка;

биологическая очистка;

обеззараживание очищенной воды;

обработка осадка сточных вод;

глубокая очистка (доочистка) сточных вод.

Справочник по НДТ не распространяется на:

сбросы сточных вод вне централизованных систем водоотведения населенных пунктов;

производственные сточные воды в местах их приема от индивидуальных предпринимателей и юридических лиц в систему водоотведения населенных пунктов;

вспомогательные процессы, необходимые для бесперебойной эксплуатации производства, а также на внештатные режимы эксплуатации, связанные с планово-предупредительными и ремонтными работами.

Прием сточных вод в системы водоотведения населенных пунктов осуществляется в соответствии с требованиями Правил приема сточных вод в системы водоотведения населенных пунктов, утвержденных приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 20 июля 2015 года № 546.

Аспекты управления отходами на производстве в настоящем справочнике по НДТ рассматриваются только в отношении осадков сточных вод, образующихся в ходе основного технологического процесса очистки.

Область применения настоящего справочника по НДТ, а также технологические процессы, оборудование, технические способы и методы в качестве НДТ для области применения настоящего справочника по НДТ определены ТРГ по разработке

справочника по НДТ "Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов".

Принципы применения

Статус документа

Справочник по НДТ предназначен для информирования операторов объекта/ объектов, уполномоченных государственных органов, и общественности об НДТ и любых перспективных техниках, относящихся к области применения справочника по НДТ, с целью стимулирования перехода операторов объекта/объектов на принципы " зеленой" экономики и НДТ.

Справочник по НДТ содержит систематизированную информацию о состоянии отрасли по очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов Республики Казахстан, а также о наиболее распространенных и новых, перспективных техниках, о потреблении ресурсов и об эмиссиях, о системах экологического и энергетического менеджмента.

Определение НДТ осуществляется для отраслей (областей применения НДТ) на основе ряда международных принятых критериев:

применение малоотходных технологических процессов;

высокая ресурсная и энергетическая эффективность производства;

рациональное использование воды, создание водооборотных циклов;

предотвращение загрязнения, отказ от использования (или минимизация применения) особо опасных веществ;

организация повторного использования веществ и энергии (там, где это возможно);

экономическая целесообразность (с учетом инвестиционных циклов, характерных для отраслей применения НДТ).

Положения, обязательные к применению

Положения раздела "6. Заключение, содержащие выводы по наилучшим доступным техникам" справочника по НДТ являются обязательными к применению при разработке заключений по НДТ.

Необходимость применения одного или совокупности нескольких положений заключения по НДТ определяется операторами объектов самостоятельно, исходя из целей управления экологическими аспектами на предприятии при условии соблюдения технологических показателей. Количество и перечень НДТ, приведенных в настоящем справочнике по НДТ, не являются обязательными к внедрению.

На основании заключения по НДТ операторами объектов разрабатывается программа повышения экологической эффективности, направленная на достижение уровня технологических показателей, утвержденных в заключениях по НДТ.

Рекомендательные положения

Рекомендательные положения имеют описательный характер и рекомендованы к анализу процесса установления технологических показателей, связанных с применением НДТ, и к анализу при пересмотре справочников по НДТ:

Раздел 1: представлена общая информация отрасли по очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов Республики Казахстан, структуре отрасли, используемым промышленным процессам и техникам;

Раздел 2: описана методология отнесения к НДТ, подходы идентификации НДТ;

Раздел 3: описаны основные этапы производственного процесса или производства конечного продукта, представлены данные и информация об экологических характеристиках установок с точки зрения текущих эмиссий, потребления и характера сырья, потребления воды, использования энергии и образования отходов;

Раздел 4: описаны методы, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие реконструкции объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду;

Раздел 5: представлено описание существующих техник, которые предлагаются для рассмотрения в целях определения НДТ;

Раздел 7: представлена информация о новых и перспективных техниках;

Раздел 8: приведены заключительные положения и рекомендации для будущей работы в рамках пересмотра справочника по НДТ.

1. Общая информация

Настоящий раздел справочника по НДТ содержит общую информацию о конкретной области применения, включая описание отрасли по очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов Республики Казахстан, а также описание основных экологических проблем, характерных для области применения настоящего справочника по НДТ.

1.1. Виды сточных вод и систем водоотведения

Необходимой формой очистки сточных вод населенных пунктов является канализация. Ее задача — удаление сточных вод (жидких отходов), образующихся в результате хозяйственно-бытовой деятельности населения городов и поселков и работы промышленных предприятий. Вместе с поверхностными водами (поливочными, атмосферными, грунтовыми), оказавшимися на поверхности городских и поселковых территорий, жидкие отходы представляют собой загрязненную жидкость и называются сточными водами. В них присутствуют химические, биологические и органические составляющие. Их необходимо удалять, очищать, дезинфицировать и направлять в ближайшие водоемы. Для этого служат канализационная система и водостоки.

Сточные воды подразделяют на следующие категории:

бытовые или хозяйственно-бытовые – из домов, производственных зданий, имеющие в своем составе органические, минеральные, бактериальные загрязнения;

производственные – из промышленных предприятий, образующиеся в результате технологических процессов. Содержат органические, минеральные, химические загрязнения;

атмосферные – с территорий городов, крыш домов, ливневые и талые воды. Содержат минеральные и химические загрязнения.

Системы водоотведения также именуются системами канализации. Этот термин использовался повсеместно до 1990-х годов, к настоящему времени в значительной степени заменен в документах на термин "водоотведение", однако, сохраняется в целом ряде нормативных документов инженерно-технического назначения.

Системы водоотведения зависят от состава сточных вод. Степень загрязнения характеризуется количеством загрязнения в единице объема. Концентрация загрязнений зависит от нормы потребления воды в населенном пункте, характера производства, места сбора осадочных вод, их количества.

Существуют два вида канализации: вывозная и сплавная.

Вывозная канализация основана на вывозе отдельных объемов сточных вод для очистки на очистные сооружения или в приемники сточных вод.

Сплавная канализации состоит из системы подземных и наземных трубопроводов и устройств, транспортирующих сточные воды на очистные сооружения. Эта система наиболее распространена в больших населенных пунктах. Для ее устройства необходимо наличие внутреннего водопровода с нормой потребления не менее 60 литров в сутки на одного человека.

Система сплавной канализации состоит из внутренних устройств, наружных сетей (напорных и/или безнапорных), насосных станций перекачки, очистных сооружений, систем обеззараживания, устройств выпуска сточных вод и приемников сточных вод.

Сплавная канализация в зависимости от того, как решен вопрос отведения сточных вод, подразделяется на ливневую, хозяйственно-бытовую, общесплавную, раздельную (полную, неполную), полураздельную и комбинированную.

Общесплавная канализация осуществляет отвод одной системой трубопроводов ливневых сточных вод, которые поступают после дождя с городских территорий через дождеприемные решетки, и хозяйственно-бытовых, поступающих из жилых домов и производственных зданий. При раздельной канализации применяются две независимые системы отвода сточных вод: ливневая канализация (водосток) и хозяйственно-бытовая

.

Сточные воды промышленных предприятий отводятся отдельной системой для очистки их от специфических загрязнений в локальные очистные сооружения.

Таблица 1.1. Классификация сточных вод

№ п/п	Вид сточных вод	Происхождение

1	Хозяйственно-бытовые сточные воды	В результате хозяйственно-бытовой деятельности в жилом секторе, объектах социально-культурной сферы, на всех предприятиях (от санузлов, кухонь, мест приема пищи и т.п.).
2	Производственные сточные воды	В процессе переработки и производства товаров и услуг.
3	Поверхностные сточные воды (дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, принимаемые (поступающие) в централизованную систему водоотведения)	В результате выпадения дождей, таяния снега, мойки дорожных покрытий, при искусственном водопонижении, а также инфильтрации в коллекторе.

В период таяния снега, дождей и ливня часть поверхностных сточных вод поступает в городские КОС и тем самым приводит к снижению эффективности биологической очистки.

Таблица 1.2. Классификация канализационных очистных сооружений централизованных систем водоотведения по производительности

№ п/п	**Наименование категории очистных сооружений по производительности**	**Производительность очистных сооружений по поступающим органическим загрязнениям, выраженная в единицах ЭЧН**	**Расход поступающих сточных вод, $м^3$ в сутки**
1	Сверхкрупные	Более 3 млн	Свыше 600 тыс.
2	Крупнейшие	1 –3 млн	200 – 600 тыс.
3	Крупные	200 тыс. – 1 млн	40 – 200 тыс.
4	Большие	50 тыс. – 200 тыс.	10 – 40 тыс.
5	Средние	20 тыс. – 50 тыс.	4 – 10 тыс.
6	Небольшие	5 тыс. – 20 тыс.	1 – 4 тыс.
7	Малые	500 – 5 тыс.	100 – 1000
8	Сверхмалые	50 – 500	10 – 100

Для классификации КОС по мощности очистных сооружений требуется следующее расстояние по береговой линии водного объекта от выпуска очищенных на данных очистных сооружениях сточных вод до ближайшего следующего организованного выпуска смешанных (городских) сточных вод населенного пункта:

сверхмалые: не менее 1 км;

малые: не менее 3 км;

небольшие: не менее 10 км.

Все очистные сооружения смешанных (городских) сточных вод от сверхмалых до средних включительно, выпуски которых в водные объекты расположены друг от друга ближе указанных значений, относятся по диапазону мощности очистных сооружений к средним.

В зависимости от способа транспортировки поверхностных сточных вод на территории поселений и промышленных зон применяют общесплавную, раздельную, неполную раздельную или полураздельную системы водоотведения.

Таблица 1.3. Виды систем водоотведения

№ п/п	Вид системы водоотведения	Описание, условия применения	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4	5
1	Общесплавная	Прокладывается одна сеть трубопроводов, по которой на очистные сооружения транспортируются все категории сточных вод: бытовые, производственные и поверхностные (дождевые, талые и поливомоечные).	Общесплавные системы отвечают высоким требованиям благоустройства населенных пунктов.	Очень большие затраты на строительство сетей и насосных станций, очистных сооружений. При выпуске части сточных вод в водный объект (при осадках нерасчетной интенсивности) происходит загрязнение разбавленными городскими сточными водами. В сильные дожди и паводки нарушается стабильная работа сооружений очистки городских сточных вод. Выделение запахов через дождеприемные решетки.
		Применяются две сети – городская канализация, в которую принимают хозяйственно-бытовые и допущенные к приему производственные сточные воды (их смесь именуется городскими	С точки зрения охраны водных объектов от загрязнения раздельные системы водоотведения при	

2	Полная раздельная	сточными водами) и ливневая канализация. В крупных промышленных зонах используют производственные сети. Оптимальны независимо от крупности городов в климатических районах с большой интенсивностью дождей (не менее 80 литров в секунду на 1 га продолжительностью 20 мин. при периоде однократного превышения 1 год)	наличии в их составе централизованных (или локальных) очистных сооружений (на каждой из систем) являются наиболее эффективными. Не производится сброс неочищенных городских сточных вод. Более стабильная работа очистных сооружений.	Более дорогостоящая. Прокладка двух и более сетей. В сложившейся практике в большинстве случаев дождевая канализация не имеет очистных сооружений.
3	Неполная раздельная	Имеет лишь одну полноценную водоотводящую сеть – городскую канализацию. Поверхностные сточные воды отводятся по лоткам , кюветам и другим.	Минимальные затраты на систему водоотведения.	Неудовлетворительное состояние городской инфраструктуры.
4	Полураздельная система	Используются две водоотводящие сети : производственно-бытовая (городская) и дождевая. В местах их пересечения устраиваются разделительные камеры, которые (в зависимости от расхода) перепускают в городскую сеть поверхностные сточные воды.	Оптимизация затрат на прокладку сетей, очистка наиболее загрязненной части дождевого и всего талого стока производится совместно с городскими сточными водами на сооружениях биологической очистки.	Высокие затраты на строительство и эксплуатацию.

В большинстве крупных городов Казахстана водоотведение построено по принципу полной раздельной системы: одна из сетей предназначена для отведения городских сточных вод, другая служит для транспортировки поверхностных сточных вод.

Однако даже при полных раздельных системах водоотведения только в теории поверхностные сточные воды не принимаются в систему городской канализации. На практике среднегодовой неорганизованный дополнительный приток поверхностного стока в систему городской канализации составляет 4 – 7 % общего поступления сточных вод в систему водоотведения. Однако в периоды продолжительных интенсивных дождей и при снеготаянии неорганизованный среднесуточный приток может возрастать до 25 – 40 %.

Потерявшие герметичность и частично разрушенные трубопроводы могут длительное время до размыва грунта и аварии работать как дренажные. При этом они собирают не только утечки из расположенного выше водопровода, но и грунтовые воды. На практике также встречаются и элементы полураздельной системы, т.е. врезки ливневой системы в городскую канализацию (как по проекту, так и без него), цель которых – не допустить затопления отдельных территорий.

Поступление неорганизованного притока в систему городской канализации сильно зависит от времени года и интенсивности выпавших осадков. Дни максимального притока в городскую канализацию — это всегда дни затяжных дождей или интенсивного снеготаяния.

При среднегодовой величине неорганизованного дополнительного притока, составляющего обычно до 10 % от общего поступления сточных вод в систему городской канализации, его доля в периоды продолжительных интенсивных дождей возрастает до 25 – 40 %. Чем ниже удельное водопотребление, тем выше становится доля неорганизованного притока в дни максимального притока: учтенный приток снижается, а неорганизованный остается неизменным, так как зависит от протяженности, состояния сети, эксплуатационных приемов, но не от учтенного расхода.

Сточные воды, отводимые системой городской канализации, включают в себя:

сточные воды, принимаемые от абонентов, за сброс которых взимается плата;

дополнительный приток от объектов системы водопроводно-канализационного хозяйства (могут сбрасываться без взимания платы);

неорганизованный приток, попадающий в канализацию в виде поверхностного стока и грунтовых вод, а также сброс неучтенной (неоплаченной) воды, потребленной через незаконные врезки, без счетчиков, либо полученной не из централизованных источников водоснабжения, не учитываемых в оплате за водоотведение.

В систему ливневой канализации поступают поверхностные воды как с селитебных территорий, так и площадок промышленных предприятий и иных предприятий и организаций, которые являются абонентами организаций, осуществляющих водоотведение.

Грань между поверхностным стоком с территорий, которые являются естественным источником питания гидрографической сети поселений, и сточными водами, которые

должны отводиться и очищаться, очень условна. Поверхностными сточными водами является загрязненный поверхностный сток с городских территорий, отличающийся значительным содержанием загрязняющих веществ, т.е. от промышленных зон, районов многоэтажной жилой застройки с интенсивным движением автотранспорта и пешеходов, крупных транспортных магистралей, торговых центров, а также с территорий промышленных и сельскохозяйственных предприятий. В то же время поверхностный сток территорий населенных пунктов, не подвергающихся антропогенному воздействию, загрязнен существенно меньше.

1.2. Структура и технологический уровень отрасли по очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические, биологические и комбинированные. Применение того или иного метода, в каждом случае определяется характером загрязняющих веществ и степенью вредности загрязняющих примесей.

Сущность механического метода очистки заключается в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в сточной воде, в зависимости от размеров, улавливаются решетками различных конфигураций, ситами, песколовками, септиками, навозоуловителями различных конструкций, а поверхностные загрязнения – нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и другими установками.

Методы механической очистки позволяют выделять из бытовых сточных вод до 60 – 75 % нерастворимых примесей, а из промышленных до 95 %, многие из которых как ценные примеси используются в производстве.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляются химические реагенты, в результате химической реакции происходит укрупнение загрязняющих коллоидных и взвешенных частиц вследствие их слияния под действием силы молекулярного притяжения. Укрупненные агрегаты слипшихся частиц отделяются от жидкой фазы осаждением или фильтрованием.

При физико-химическом методе очистки сточных вод удаляются тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества. Чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т.д. Широкое применение находит также электролиз. Он заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ. Электролитическая очистка осуществляется в особых сооружениях – электролизерах. Очистка сточных вод с помощью электролиза эффективна на свинцовых и медных предприятиях, в лакокрасочной и некоторых других областях промышленности.

Загрязненные сточные воды очищают также с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления, а также путем хлорирования.

Среди методов очистки сточных вод центральную роль играет биологический метод , основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: аэротенки, биофильтры, биологические пруды и другие виды биореакторов.

Аэротенки – резервуары, по которым протекает сточная вода, смешанная с активным илом, где происходит биохимическая очистка сточной воды. Здесь очищающее начало – активный ил из бактерий и микроскопических животных. Все эти живые существа бурно развиваются в аэротенках, чему способствуют органические вещества сточных вод и избыток кислорода, поступающего в сооружение потоком подаваемого воздуха. Бактерии склеиваются в хлопья и выделяют ферменты, минерализующие органические загрязнения. Ил с хлопьями быстро оседает, отделяясь от очищенной воды. Инфузории, жгутиковые, амебы, коловратки и другие мельчайшие животные, пожирая бактерии, неслипающиеся в хлопья, омолаживают бактериальную массу ила.

В биофильтрах сточные воды пропускаются через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биологического окисления. Именно она служит действующим началом в биофильтрах.

В биологических прудах в очистке сточных вод принимают участие растения и все организмы, населяющие водоем.

Сточные воды перед биологической очисткой подвергают механической, а после нее для удаления болезнетворных бактерий и химической очистке, хлорированию жидким хлором или хлорной известью. Для дезинфекции используют также другие физико-химические приемы (ультразвук, электролиз, озонирование и другое)

Биологический метод дает хорошие результаты при очистке хозяйственно-бытовых сточных вод. Он применяется также и при очистке отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, производстве искусственного волокна.

История городских канализационных очистных сооружений в Казахстане берет свое начало с 1950-х годов. В эти годы в Казахстане были построены и введены в эксплуатацию сооружения механической очистки. До этого момента все городские сточные воды без очистки отводились на поля фильтрации или в водные объекты.

С 1970-х годов появились первые отстойники, например в Шымкенте в 1953 году был построен канализационный коллектор, введены в эксплуатацию первые КОС города мощностью 17 тысяч $м^3$ в сутки.

Городские КОС Казахстана эксплуатируются более 40 лет и имеют степень изношенности 70 %, работают с низкой эффективностью, с перегрузкой, представляют морально устаревшие и экологически небезопасные системы.

В Казахстане в целом износ основных фондов систем водоотведения составляет 40 – 70 %, а в некоторых городах доходит до 100 %. Наиболее высокий износ канализационных сетей отмечается по Карагандинской (68 %), Алматинской (67 %), Восточно-Казахстанской (72 %), Павлодарской (74 %), Ұлытау (75 %) областях.

По городу Уральск износ канализационных очистных сооружений составляет 34 %, канализационных сетей – 62 %. По городу Аксай износ канализационных очистных сооружений и сетей водоотведения составляет 79 %. В Таразе КОС отсутствуют, городские стоки через временные отстойники сбрасываются сразу на поля фильтрации.

Таким образом, аварийность таких сооружений с каждым годом возрастает. На сегодняшний день из 89 городов республики в 69 городах требуются новое строительство, модернизация и реконструкция КОС.

Таблица 1.4. Число и мощность сооружений системы водоотведения

№ п/п	Местоположение	Проектная производительность насосных станций, тыс. $м^3$ в сутки	Производительность сооружений системы водоотведения (тыс. $м^3$ в сутки)	Число очистных сооружений, единиц	
механической очистки	биологической очистки				
1	Республика Казахстан	9 384,1	1 048,1	2 804,7	252
2	Абай	461,5	100,0	51,8	10
3	Акмолинская	638,2	90,0	79,2	16
4	Актюбинская	892,0	9,1	143,0	36
5	Алматинская	145,5	34,6	9,6	9
6	Атырауская	646,6	30,1	6,1	4
7	Западно-Казахстанская	605,7	50,0	58,4	2
8	Жамбылская	138,7	28,8	x	4
9	Жетiсу	60,4	-	45,3	6
10	Карагандинская	1 613,4	46,9	432,2	22
11	Костанайская	700,8	222,9	77,5	18
12	Кызылординская	108,7	-	78,3	3
13	Мангистауская	283,3	227,3	34,1	17
14	Павлодарская	890,9	39,4	327,1	55
15	Северо-Казахстанская	362,2	119,1	2,0	10
16	Туркестанская	56,3	44,8	23,8	15

17	Ұлытау	136,4	2,0	100,2	4
18	Восточно-Казахстанская	814,1	3,3	243,9	18
19	г. Астана	539,1	-	254,0	1
20	г. Алматы	90,0	-	x	x
21	г. Шымкент	200,2	-	197,0	1

Примечание: Данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан за 2022 год "О работе сооружений систем водоснабжения и водоотведения в Республике Казахстан" (дата релиза: 18.05.2023).

Условные обозначения: "x" – данные конфиденциальны; "-" явление отсутствует.

Таблица 1.5. Предприятия Республики Казахстан по водоотведению

№ п/п	Наименование организации	Местоположение	Проектная мощность очистных сооружений, $м^3$ в сутки	Количество населения	Очистка
1	2	3	4	5	6
1	ГКП на ПХВ " Астана су арнасы"	г. Астана	136 тыс. и 118 тыс.	1 409 497	Механическая и биологическая очистка, доочистка и обеззараживание.
2	ГКП на ПХВ " Алматы Су"	г. Алматы	640 тыс.	2 211 198	Механическая, биологическая, поля фильтрации, иловые площадки.
3	ТОО "Водные ресурсы – Маркетинг"	г. Шымкент	150 тыс.	1 213 211	Механическая, биологическая, установка станции обработки биогаза с выработкой " зеленой энергии ".
4	ГКП на ПХВ " Кокшетау Су Арнасы"	г. Кокшетау, Акмолинская область	50 тыс.	192 936	Механическая, биологическая, иловые площадки.
5	КГП "Атырау облысы Су Арнасы"	г. Атырау, Атырауская область	70 тыс.	409 980	Механическая, биологическая.

6	АО "Aktobe su-energy group"	г. Актобе, Актюбинская область	103 тыс.	567745	Механическая и биологическая очистка, естественная доочистка.
7	ГКП "Өскемен Водоканал"	г. Усть-Каменогорск, Восточно-Казахстанская область	137 тыс.	374 000	Механическая и биологическая очистка, ультрафиолетовое обеззараживание.
8	ГКП на ПХВ "Жамбыл су"	г. Тараз, Жамбылская область	100 тыс.	430 314	Механическая очистка.
9	ТОО "Батыс су арнасы"	г. Уральск, Западно-Казахстанская область	30 тыс.	360 408	Механическая очистка, естественная биологическая очистка.
10	ТОО "Қарағанды Су"	г. Караганда, Карагандинская область	232 тыс.	519 584	Механическая и биологическая очистка, естественная доочистка.
11	ГКП "Костанай-Су"	г. Костанай, Костанайская область	125 тыс.	267077	Механическая, биологическая.
12	ГКП на ПХВ "Кызылорда су жуйеси"	г. Кызылорда, Кызылординская область	70 тыс.	354 793	Механическая и биологическая очистка.
13	ГКП "Каспий жылу, су арнасы"	г. Актау, Мангистауская область	72 тыс.	279 481	Механическая и биологическая очистка, доочистка сточных вод, обработка осадка.
14	ТОО "Павлодар-Водоканал"	г. Павлодар, Павлодарская область	180 тыс. $м^3$	368 296	Механическая, биологическая очистка, обеззараживание, доочистка,
15	ТОО "Кызылжар Су"	г. Петропавловск, Северо-Казахстанская область	82 тыс.	222 657	Механическая, биологическая очистка (система накопителей).
16	ГКП "Семей Водоканал"	г. Семей, область Абай	94,4 тыс.	330 405	Механическая очистка.

17	ГКП на ПХВ "Жетысу Водоканал"	г. Талдыгорган, область Жетiсу	36 тыс.	203247	Механическая и биологическая очистка.

Примечание: Данные с портала электронного лицензирования Республики Казахстан (www.e-license.kz), Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (https://stat.gov.kz/ru/).

Для решения основных проблем с водоотведением в областях Республики Казахстан необходимо осуществлять реализацию программ по реконструкции КОС путем привлечения инвесторов. Финансирование из местного и республиканского бюджета.

Таблица 1.6. Общие затраты на охрану окружающей среды по очистке сточных вод

№ п/п	Вид затрат	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год
1	Очистка сточных вод	61 406 млн теңге	54 295 млн теңге	53 808 млн теңге	58 107 млн теңге	58 811 млн теңге	66 979 млн теңге	94 166 млн теңге

Примечание: на основе ежегодных статистических наблюдений 4-ОС "Отчет о затратах на охрану окружающей среды" и 1-инвест "Отчет об инвестиционной деятельности", формируемых Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

1.3. Энергоэффективность

Энергоэффективность в очистке сточных вод централизованных систем водоотведения является важным аспектом с точки зрения устойчивого развития и оптимизации энергопотребления.

Основным энергоресурсом, потребляемым при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов, является электрическая энергия, которая используется для функционирования основного технологического оборудования. Основным потребителем электроэнергии является подача сжатого воздуха (аэрация) в сооружения биологической очистки (аэротенки), перемешивания и прокачки сточных вод. На это расходуется 60 – 80 % общего потребления электроэнергии очистными сооружениями.

Энергопотребление зависит от загрязненности входящих сточных вод, технологических процессов очистки сточных вод и обработки осадков, глубины очистки, типов используемого оборудования, уровня автоматизации процесса.

В целях обеспечения нужд, для отопления зданий и строений предприятиями дополнительно используется тепловая энергия. Для работы специальной техники также используется дизельное топливо и бензин.

Централизованная система водоотведения требует использования различных энергопотребляющих оборудований для обеспечения перекачки, очистки и обработки сточных вод. Ниже представлены основные виды энергопотребляющего оборудования:

1. Насосы. Они играют ключевую роль в централизованных системах водоотведения, отвечая за перекачку сточных вод через трубопроводы к местам очистки или обработки. Это могут быть насосы для подъема сточной воды из коллекторов, насосы для подачи воды в очистные сооружения, а также насосы для перекачки очищенной воды в водоемы или вторичное использование.

2. Компрессоры. В некоторых случаях централизованные системы водоотведения могут использовать компрессоры для обеспечения аэрации в аэрационных бассейнах или для работы воздуходувок, используемых в процессах биологической очистки.

3. Аэраторы и вентиляторы. Аэраторы и вентиляторы используются для подачи кислорода в аэрационные бассейны, что необходимо для обеспечения оптимальных условий для жизнедеятельности бактерий и микроорганизмов, участвующих в биологическом процессе очистки сточных вод.

4. Электрообогреватели. В холодных климатических условиях может потребоваться обогрев воды на некоторых этапах очистки или для предотвращения замерзания инфраструктуры, такой, как трубопроводы и оборудование.

5. Ультрафильтрационные и обратноосмотические установки. В случае применения ультрафильтрации или обратного осмоса для очистки сточных вод потребуется оборудование для осуществления этих процессов, которое может включать насосы, компрессоры, мембранные модули и другое оборудование.

6. Химические дозаторы и мешалки. Для химической обработки сточных вод могут использоваться дозаторы химических реагентов и мешалки для обеспечения равномерного распределения реагентов в воде.

7. Оборудование для обработки осадка. В процессе очистки сточных вод могут образовываться осадки, которые затем обрабатываются с использованием различного оборудования, такого, как центрифуги, фильтры-пресса и другие.

Наибольшим потребителем электроэнергии при очистке сточных вод является аэрация активного ила из-за необходимости постоянной подачи воздуха для биологической реакции переваривания органики микроорганизмами. На предприятиях среднего и крупного масштаба на систему аэробного сбраживания приходится 50 – 60 % всей необходимой электроэнергии, за ней следуют секции обработки осадка (15 – 25 %) и рециркуляционной перекачки (15 %) [14].

Очистка сточных вод представляет собой сложную техническую задачу, требующую большого расхода электроэнергии, используемой на перекачку стоков, подачу воздуха и обработку осадка. Кроме того, необходимость сброса в природные водоемы диктует дополнительные задачи по глубокому удалению азота, фосфора, взвешенных и органических веществ, что часто требует введения дополнительных

этапов очистки и/или сооружений. Поэтому минимизация энергозатрат является одной из приоритетных задач для водоканалов, что проявляется в снижении удельного расхода энергии.

Существует несколько способов достижения энергоэффективности при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов. Вот несколько способов, которые могут повысить энергоэффективность в этом процессе:

1. Использование энергоэффективного оборудования: применение современных технологий и оборудования, которые потребляют меньше энергии при очистке сточных вод, таких, как энергоэффективные насосы, аэраторы и оборудование для химической обработки.

2. Оптимизация процессов: изучение и оптимизация процессов очистки воды с целью уменьшения энергозатрат. Это может включать в себя оптимизацию расхода химических реагентов, улучшение систем управления и автоматизации, а также улучшение гидравлических характеристик систем.

3. Использование технологий обратного осмоса или мембранных процессов: эти технологии могут быть более энергоэффективными по сравнению с традиционными методами очистки и обеспечить более высокое качество очищенной воды.

4. Обучение персонала и мониторинг процессов: обучение персонала по оптимальному использованию оборудования и контроль за процессами может помочь предотвратить излишние расходы энергии и оптимизировать работу всей системы очистки.

По оценкам Государственного энергетического реестра средний потенциал энергосбережения по итогам энергетических аудитов на предприятиях водоснабжения и водоотведения составляет 7 % [15]. Реализация высокого потенциала энергосбережения в коммунальном секторе связана в первую очередь с модернизацией основного и вспомогательного оборудования.

Основным показателем энергоэффективности является удельный расход энергетических ресурсов на очистку сточных вод. С целью проведения анализа расхода энергии на очистку сточных вод сопоставлены значения, используемые методом биологической очистки. Для данного метода основное количество энергии расходуется на подачу воздуха в аэротенки биологической очистки для обеспечения растворения в иловой смеси необходимого количества кислорода, потребляемого бактериями в процессе разложения загрязнений.

Средний удельный показатель электропотребления на процесс биологической очистки сточных вод может варьироваться в зависимости от страны, используемых технологий, объема очистки и других факторов. Усредненные значения для некоторых стран представлены согласно таблице ниже:

Таблица 1.7. Сравнительные удельные показатели электропотребления на процесс биологической очистки сточных вод, кВтч/м^3

№ п/п	Наименование продукции	Средний удельный показатель				
ЕС	США	Китай	Россия	Казахстан		
1	Удельный расход электроэнергии на биологическую очистку сточных вод, кВтч/м^3	0,30-0,50	0,35-0,55	0,45-0,75	0,40-0,80	0,40-0,95

Примечание: [15] [17] [18].

Уровни потребления электроэнергии на биологическую очистку сточных вод отечественных предприятий превышают аналогичный показатель стран ЕС и США со схожими климатическими условиями и особенностями, что свидетельствует о высоком потенциале энергоэффективности местных предприятий и возможности улучшения технологии очистки сточных вод в целом.

Этот анализ показывает, что страны ЕС и США более энергоэффективны в процессе биологической очистки сточных вод по сравнению с Республикой Казахстан. Казахстан имеет более широкий диапазон потребления, что может свидетельствовать о разнообразии применяемых технологий и различиях в уровне их эффективности.

Причины превышения удельных показателей существенным образом зависят от многих факторов, прежде всего от состава используемого оборудования, наличия современных систем регулирования и оптимизации технологических процессов. Достижение потенциала энергоэффективности и решения проблемы высоких удельных показателей требует комплексного подхода, включающего в себя внедрение систем автоматизации и управления процессами, использование передовых энергоэффективных технологий и своевременной модернизации оборудования для повышения их энергоэффективности.

Определенные удельные показатели энергопотребления на процесс биологической очистки сточных вод отечественных предприятий превышают аналогичный показатель российских предприятий со схожими климатическими условиями и особенностями, что свидетельствует о высоком потенциале энергоэффективности местных предприятий и возможности улучшения технологии очистки сточных вод в целом.

В целом, ресурсосбережение и повышение энергоэффективности оценивается с точки зрения возможности реализации соответствующих организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на рациональное

использование и экономное расходование топливно-энергетических ресурсов. Потенциал ресурсосбережения реализуется через конкретные энергосберегающие мероприятия, которые можно разделить на организационно-технические, предполагающие повышение культуры производства, соблюдение номинальных режимов эксплуатации оборудования, обеспечение оптимального уровня загрузки агрегатов, ликвидацию прямых потерь топливно-энергетических ресурсов, своевременное выполнение наладочных и ремонтно-восстановительных работ, использование вторичных энергоресурсов (включая утилизацию низкопотенциального тепла вентиляционных выбросов, процессы регенерации и рекуперации энергии), оснащение приборами учета используемых энергетических и других ресурсов и инвестиционные, связанные с своевременной модернизацией устаревших производственных узлов, внедрением современного энергоэффективного и энергосберегающего оборудования, модернизацией и автоматизацией существующих технологических процессов.

Любое возможное преобразование технологического процесса и модернизация используемого оборудования, влекущие за собой уменьшение удельного расхода энергоресурсов на единицу объема очистки сточных вод, оценивается как повышение его энергоэффективности и ресурсосбережения (с учетом экономической эффективности и технологической надежности данного преобразования).

1.4. Основные экологические проблемы

С каждым годом из-за роста населения и индустриализации количество загрязненной сточной воды увеличивается, что создает серьезные проблемы для экосистем и здоровья человека.

Так недостаточная очистка сточных вод перед сбросом способствует загрязнению водоемов, что может вызвать изменение физических свойств среды (изменение прозрачности и окраски, появление неприятных запахов и привкусов и т.п.); изменение химического состава; появление плавающих веществ на поверхности воды и отложений на дне; сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его на окисление поступающих в водоем органических веществ загрязнения; появление новых бактерий и паразитов, в том числе болезнетворных.

Основными загрязнителями сточных вод являются физиологические выделения людей и животных, отходы и отбросы. Они получаются при мытье продуктов питания, кухонной посуды, стирке белья, мытье помещений и поливке улиц, а также технологические потери, отходы и отбросы на промышленных предприятиях.

Бытовые и многие производственные сточные воды содержат значительное количество органических веществ, способных быстро загнивать и служить питательной средой, обусловливающей возможность массового развития различных

микроорганизмов, в том числе патогенных бактерий; некоторые производственные сточные воды содержат токсические примеси, оказывающие пагубное действие на людей, животных и рыб.

Для решения этих проблем необходимо внедрение современных технологий очистки сточных вод, обязательный контроль за процессом очистки и обязательное финансирование данной сферы. Также необходимо повышать осведомленность о важности бережного отношения к водным ресурсам и необходимости эффективной очистки сточных вод для сохранения окружающей среды и здоровья человека.

1.4.1. Сброс сточных вод и состояние очистных сооружений

Из всего объема сточных вод, проходящих очистку, до нормативных требований доводится 64 %, остальные 36 % неочищенных стоков сбрасываются на так называемые поля фильтрации, как в городе Тараз, в накопители – в городах Кокшетау, Уральск, Петропавловск, Костанай.

Многие действующие очистные сооружения уже выработали свои эксплуатационные ресурсы и требуют ремонта, другие – работают с перегрузкой, что приводит к несоответствию технологии очистки сточных вод проектным данным. Так, в городах таких областей, как Кызылординская, Мангистауская, Северо-Казахстанская, Восточно-Казахстанская процент очищенной не до нормативных требований воды составляет от 39 % до 72 %. Это свидетельствует о том, что существующие очистные сооружения работают неэффективно.

Накопители очищенных сточных вод часто заполняются до предельных отметок, возникает постоянная угроза для водных объектов и населенных пунктов, угроза аварийного прорыва ограждающих дамб. Следствием изношенности основных фондов сетей водоотведения является высокий уровень аварийности.

По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, в 2022 году общая протяженность канализационных сетей в области Абай составила 498,4 км, из них 284 км нуждаются в ремонте. Информация по сбросам сточных вод представлена в таблице ниже.

Таблица 1.8. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в области Абай в 2022 году

№ п/п	**Фактический объем сбросов**	**2022 год**	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	1098,6
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	0,6448
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	19979,8
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	3,0645

3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	0
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	0
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. м^3	21078,4
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	3,7093

Протяженность канализационных сетей в 2022 году в Акмолинской области составляла 1 119,5 км и практически половина из них (529 км) нуждаются в ремонте. В 2022 году объем водоотведения по области составил 15 575,3 тыс. м^3.

Таблица 1.9. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Акмолинской области в 2022 году

№ п/п	**Фактический объем сбросов**	**2022 год**	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	8 700
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	22,35
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. м^3	11370
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	46,77
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	-
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. м^3	20070
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	69,1

В 2022 году общий объем водоотведения в Актюбинской области составил 21 372,7 тыс. м^3. Протяженность канализационных сетей в 2022 году составляла 944,9 км.

Таблица 1.10. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Актюбинской области в 2022 году

№ п/п	**Фактический объем сбросов**	**2022 год**	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	2685,3
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	8,659

2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. м^3	16968,9
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	8,5
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	-
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. м^3	19654,2
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	17,159

В 2022 году объем водоотведения в Алматинской области составил 13 939,9 тыс. м^3 . Протяженность канализационных сетей в 2022 году составила 888,2 км, из них 298 км изношенные.

Таблица 1.11. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Алматинской области в 2022 году

№ п/п	**Фактический объем сбросов**	**2022 год**	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	172348,4
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	91
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. м^3	201654,5
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	256,1
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	-
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. м^3	390765,9
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	347,6

По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, протяженность канализационных сетей в Атырауской области в 2022 году составила 1274,8 км, из них 367,7 км или 28,9 % изношенные.

Таблица 1.12. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Атырауской области в 2022 году

№ п/п	Фактический объем сбросов	2022 год	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	9200,3
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	10,9
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	13555,3
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	5,4
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	62,70
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	29,2
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	22818,3
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	45,5

Таблица 1.13. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Западно-Казахстанской области в 2022 году

№ п/п	Фактический объем сбросов	2022 год	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	11358,8
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	299,5
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	11235,04
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	4,7
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	-
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	22593,8
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	304,3

Протяженность канализационных сетей по Жамбылской области составляет 489,5 км, из них 183 км нуждаются в замене. Отстойники, поля фильтрации физически устарели и эксплуатируются не на должном уровне.

Таблица 1.14. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Жамбылской области в 2022 году

№ п/п	Фактический объем сбросов	2022 год	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	7061,7
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	8,9
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	30105,3
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	8,2
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	-
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	37167,02
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	17,2

По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, протяженность канализационных сетей в 2022 году в Карагандинской области составляла1 899,5 км, 844 км из них нуждаются в ремонте. В 2022 году объем водоотведения по области составил 103 098 тыс. $м^3$.

Таблица 1.15. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Карагандинской области в 2022 году

№ п/п	Фактический объем сбросов	2022 год	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	901086,2
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	271,4
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	122308,9
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	43,39
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	2738,4
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	9
		Объем водоотведения, тыс. $м^3$	1026132

4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	323,8

В Костанайской области канализационные очистные сооружения имеются во всех городах (Рудный, Лисаковск, Житикара, п. Качар), кроме областного центра – города Костанай. В связи с длительными сроками их эксплуатации и высокой степенью износа оборудования необходимы реконструкция, модернизация и капитальный ремонт КОС, требующие больших финансовых затрат. Протяженность канализационных сетей в 2022 году составила 1274,8 км, из них 367,7 км или 28,9 % требуют замены.

Таблица 1.16. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Костанайской области в 2022 году

№ п/п	**Фактический объем сбросов**	**2022 год**	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	38923
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	65,2
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	29530,2
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	25,2
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	0
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	0
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	68453,2
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	90,4

По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, общая протяженность канализационных сетей в Кызылординской области составляет 527,6 км, из них 35,4 км нуждаются в замене. Общий объем водоотведения в 2022 году составил 7 139,0 тыс. $м^3$.

Таблица 1.17. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Кызылординской области в 2022 году

№ п/п	**Фактический объем сбросов**	**2022 год**	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	128,06
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	0,01

2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. м^3	76355,7
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	45,9
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	-
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. м^3	76483,8
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	45,9

Протяженность канализационных сетей в Мангистауской области в 2022 году составляла 754,0 км, из них 354,6 км или 47 % изношенные. По данным Департамента экологии по Мангистауской области, общий объем сброса сточных вод за 2022 год составил 68 453,203 тыс. м^3, что на 5 % меньше, чем за прошлый 2021 год (1 447 517,3 тыс. м^3).

Протяженность канализационных сетей в 2022 году в Павлодарской области составила 1 058,4 км, из них 793 км нуждаются в ремонте.

Таблица 1.18. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Павлодарской области в 2022 году

№ п/п	**Фактический объем сбросов**	**2022 год**	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	1930959,935
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	6,947779
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. м^3	44667,171
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	16,591
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. м^3	0,058344
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	0,0000411365
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. м^3	1975627,164
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	23,5

В 2022 году общая протяженность канализационных сетей в Северо- Казахстанской области составляла 625,5 км, из них 250 км требуют ремонта.

Таблица 1.19. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в Северо-Казахстанской области в 2022 году

№ п/п	Фактический объем сбросов	2022 год	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	901086,3
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	271,4
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	122308,9
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	43,39
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	2738,4
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	9
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	1026132,1
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	9,7

По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, в 2022 году протяженность канализационной сети города Алматы составляла 1948,3 км (2021 год – 1 867,9 км, 2020 год – 1 778,4 км), из них 1100 км – 460 нуждаются в замене. По данным Департамента экологии по городу Алматы, объем водоотведения за 2022 год составил 148 721,492 тыс. $м^3$.

Таблица 1.20. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в городе Алматы в 2022 году

№ п/п	Фактический объем сбросов	2022 год	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	52052,522
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	26,87055
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	96668,970
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	49,902446
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	-
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-

4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	148721,492
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	76,773010

Протяженность канализационных сетей в городе Шымкент в 2022 году составила 894,7 км, из них 357 км нуждаются в ремонте.

Таблица 1.21. Информация о фактических объемах сброса сточных вод в городе Шымкент в 2022 году

№ п/п	**Фактический объем сбросов**	**2022 год**	
1	Промышленные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	1616,5
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
2	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	45,3
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
3	Аварийные и неразрешенные сбросы	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	-
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-
4	Всего (все вышеперечисленные сбросы)	Объем водоотведения, тыс. $м^3$	1616,7
		Объем загрязняющих веществ, тыс. тонн	-

Таблица 1.22. Общий объем сточных вод (с учетом нормативно-чистых (без очистки) сточных вод)

№ п/п	**Наименование показателя**	**2015 год**	**2016 год**	**2017 год**	**2018 год**	**2019 год**	**2020 год**	**2021 год**
1	Общий объем сточных вод (с учетом нормативно-чистых (без очистки) сточных вод), млн. $м^3$/год	5935	5205	5502	5408	5073	5426	5483

Таблица 1.23. Образовано сточных вод на предприятии А.

№ п/п	Виды сточных вод	Образовано, м³	Сброшено в водные объекты/ водоприемники, м³		
2021 год	2022 год	2021 год	2022 год		
Очистка хозяйственно – бытовых сточных вод					
1	Сточные (хозяйственно-бытовые)	12 954 434	13 098 900	12 954 434	13 098 900
Промывные сточные воды с фильтровальной станции					
2	Промывные	502 739	772 900	502 739	772 900

Необходимо выявлять возможность использования обезвреженных осадков сточных вод для удобрения и других целей, а также следует учитывать степень смешения и разбавления сточных вод водой водного объекта и фоновые содержания загрязняющих веществ в нем.

КОС играют особую и очень ответственную роль в системах водоотведения. На них возлагается задача очистки сточных вод в соответствии с современными стандартами; обработки, использования и утилизации осадков сточных вод в условиях возрастающих требований экологического законодательства. Построенные много лет тому назад очистные комплексы в системах водоснабжения и водоотведения наших городов сегодня находятся в неудовлетворительном техническом состоянии.

Современные научные и производственно-технические разработки выдвигают новые технологические схемы и технологические решения в области очистки природных и сточных вод и обработки осадков.

1.4.2. Воздействие на подземные и поверхностные воды

Растущая техногенная нагрузка на окружающую среду привела к тому, что подземные и поверхностные воды подвергаются загрязнению. Стремительно уменьшаются запасы питьевой воды на планете, ухудшается ее качество. Все это сказывается на здоровье людей, разнообразии животного и растительного мира.

Сбросы сточных вод имеют потенциально негативное воздействие на подземные и поверхностные воды из-за возможного содержания в них различных загрязняющих веществ. Сточные воды могут содержать разнообразные загрязняющие вещества, такие , как тяжелые металлы, органические соединения, пестициды и другие химические элементы.

Также одной из экологических проблем является сброс ливневых сточных вод без очистки на поверхностные воды. Во многих казахстанских городах отсутствуют или недостаточно развиты системы водоотведения, которые могли бы эффективно

справляться с обильными ливнями. Некоторые районы могут быть лишены даже базовых дождевых канализационных систем. А существующие системы водоотведения в городах часто являются устаревшими и не соответствуют современным стандартам, что увеличивает вероятность засоров и переполнений во время дождей. Недостаточное количество и емкость очистных сооружений может привести к тому, что дождевые стоки смешиваются с загрязненными городскими сточными водами и сбрасываются в природные водоемы без должной очистки.

Сбросы сточных вод с высокой соленостью или содержанием минеральных веществ могут способствовать засолению подземных и поверхностных вод. Это может привести к снижению пригодности воды для питьевых нужд, сельского хозяйства и промышленности.

Загрязняющие вещества могут фильтроваться через почву и попадать в подземные водоносные слои, что приводит к загрязнению подземных вод.

Загрязнения, содержащиеся в сбросах сточных вод, могут распространяться на большие расстояния в подземных водах, вызывая серьезные проблемы для местных сообществ и экосистем.

В результате загрязнения:

меняются органолептические характеристики воды (цвет, вкус, запах);

замедляются или полностью прекращаются процессы самоочищения водоемов;

нарушается природный баланс: растворенный в воде кислород поглощается быстрее , на дно оседают отложения, уменьшается количество планктона, вымирает рыба;

становится невозможным использовать водоем как рекреационный ресурс.

1.4.3. Осадки сточных вод

После механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод образуется осадок сточных вод.

Обычно осадки делят на два типа: первичные и вторичные. К первичным относят вещества, задерживаемые решетками, песколовками, а также осадок из отстойников. А ко вторичным – излишки активного ила и сброженный осадок.

Таблица 1.24. Виды осадка при очистке сточных вод на различных видах очистного оборудования

№ п/п	Группа осадков	Вид осадка	Очистное оборудование
1	2	3	4
1	Первичный	Грубодисперсный	Механические решетки.
		Мелкодисперсный тяжелый	Песколовки.
		Всплывающие эмульсии	Жироуловители.
		Сырой осадок после механической очистки	Первичные отстойники, осветлители, уровень летучих твердых веществ около 55 – 60 %.

2	Вторичные	Сброженный осадок после биологической очистки	Септики, метантанки, аэротенки.
		Избыточный ил	Станции биологической очистки, уровень летучих твердых веществ около 70 – 80 %.
		Уплотненный осадок	Флотационные уплотнители, сепараторы, влажность 85 – 90 %.
		Обезвоженный осадок	Иловые площадки, вакуум-фильтры, фильтр-пресс.
		Сухой осадок	Термическая сушка, влажность 5 – 40 %.

Избыточный ил из системы очистки состоит из бактерий и простейших организмов, способных самостоятельно сформировать тонкодисперсионные вещества в хлопья.

Его структура – это хлопьевая масса бурого цвета, не имеющая запаха в свежем виде. При загнивании ил выделяет специфических запах. Отличительными чертами активного ила из аэротенков являются высокое удельное сопротивление фильтрации и повышенная влажность.

Несмотря на высокую долю очистки сточных вод, оставшийся после очистки осадок (около 20 % сухого вещества) отправляется на иловые площадки и свалки.

В отношении сточных вод складывается аналогичная ситуация: недостаточная обеспеченность очистными сооружениями в городах и крупных поселках городского типа. Состояние существующих очистных сооружений с выработавшим свой ресурс оборудованием и зачастую устаревшими технологиями и методами очистки – неудовлетворительное.

Отсутствует инфраструктура для обработки и утилизации осадка. В настоящее время осадок очистных сооружений не обрабатывается, а собирается и захоронятся на иловых площадках или полигонах независимо от содержания в нем органических веществ.

Необходимо решать вопросы складирования и утилизации обезвреженных осадков сточных вод.

1.4.4. Воздействие очистных сооружений на атмосферу

Развитие городов и увеличение площади их застройки привело к тому, что построенные за пределами населенных пунктов очистные сооружения оказались в пределах городской черты, на небольшом удалении от жилой застройки. В связи с этим рассматриваемые ранее как неизбежные выбросы газов, сопровождающие эксплуатацию очистных сооружений, к настоящему времени являются причиной жалоб населения и требуют проведения мероприятий по минимизации распространения

запахов. При очистке сточных вод и обработке осадка в большей части случаев запах обусловлен выделением из жидкости четырех групп загрязняющих веществ, которые образуются при анаэробной деструкции сложных органических соединений. Первая группа включает серосодержащие соединения: сероводород, меркаптаны (CH_3SH и другие); органические восстановленные сернистые соединения (CH_3- S- CH_3, CH_3- S_2- CH_3 и другие). Вторая группа включает азотсодержащие соединения: аммиак, амины (CH_3-NH_2, CH_3-NCH_3 и другие). Третья группа содержит карбоновые, в том числе летучие жирные кислоты (муравьиная HCOOH, масляная $CH_3(CH_2)_2COOH$ и другие). Четвертая группа включает альдегиды и кетоны.

Газы, выделяющие запах, образуются на различных этапах очистки и их образование в значительной степени зависит от состава сточных вод и условий окружающей среды в процессе очистки. Одна из основных проблем при устранении запахов в инфраструктурах такого типа заключается в том, что вещества, которые их производят, разнообразны и требуют различной обработки.

1.4.5. Факторы физического воздействия

Шум и вибрация являются общераспространенными проблемами, а их источники встречаются практически на всех стадиях технологического процесса. Производственный шум, излучаемый установкой в окружающую среду, является фактором негативного воздействия, имеющим медицинские, социальные и экономические аспекты.

Шум – это совокупность звуков разной интенсивности и частоты, беспорядочно изменяющихся во времени, возникающих в производственных условиях и вызывающих у работников неприятные ощущения и объективные изменения органов и систем.

Оценивают шум в диапазоне частот от 45 до 11000 Гц. При акустических измерениях определяют уровни звукового давления в пределах частотных полос, равных октаве (полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно 2), полуоктаве или 1/3 октавы.

Для характеристики интенсивности шума принята измерительная система, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием шкала бел (или децибел – дБ). По этой шкале каждая последующая ступень интенсивности звука больше предыдущей в 10 раз.

Шум и вибрация могут быть измерены несколькими способами, но, как правило, они являются специфическими для каждого технологического процесса, при этом необходимо учитывать частоту звука и местоположение населенных пунктов от производственной площадки.

Длительное воздействие шума и вибраций на человека может повредить его слуховой аппарат, угнетает центральную нервную систему, вызывает изменение скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, может приводить к профессиональным заболеваниям. Поэтому на предприятиях по очистке стоков должны принимать меры и осуществлять мероприятия по снижению уровня воздействия шума на рабочих местах (производственный шум) до минимума, а также шума на границах завода и карьера (шум окружающей среды), который может повлиять на соседние виды деятельности (жилые районы, общественные здания, другие промышленные и коммерческие поселения и т.д.) до минимальной величины.

Надлежащее техническое обслуживание способствует предотвращению разбалансировки оборудования, например вентиляторов и насосов. Соединения между оборудованием могут быть сконструированы специальным образом для предотвращения или минимизации передачи шума. К общим методам снижения шума можно отнести использование насыпей для экранирования источника шума; использование корпусов из звукопоглощающих конструкций для установок или компонентов, издающих шум; использование антивибрационных опор и соединителей для оборудования; тщательная настройка установок, издающих шум; изменение частоты звука.

2. Методология определения наилучших доступных техник

Процедура определения НДТ для области применения настоящего справочника по НДТ организована НАО "Международный центр зеленых технологий и инвестиционных проектов" в лице Бюро НДТ (далее – Центр) и ТРГ по вопросам разработки справочника по НДТ "Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов" в соответствии с положениями Правил.

В рамках данной процедуры учтена международная практика и подходы к определению НДТ, в том числе основанные на справочных документах ЕС по НДТ " Общие системы очистки/управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе" (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector), справочном документе ЕС по экономическим аспектам и вопросам воздействия на различные компоненты окружающей среды "EU Reference Document on Economics and Cross-Media Effects", а также на Руководстве по определению НДТ и установлению уровней экологической эффективности для выполнения условий получения экологических разрешений на основе НДТ "Best Available Techniques for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 4: Guidance Document on Determining BAT, BAT-associated Environmental Performance Levels and BAT-based Permit Conditions".

2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ

Определение НДТ основывается на принципах и критериях в соответствии с требованиями Экологического кодекса Республики Казахстан, а также на соблюдении последовательности действий ТРГ:

1) определение ключевых экологических проблем для отрасли с учетом маркерных загрязняющих веществ эмиссий.

Для технологического процесса определен перечень маркерных веществ (более детальная информация приведена в разделе 6 настоящего справочника по НДТ).

Метод определения перечня маркерных веществ основывался преимущественно на изучении проектной, технологической документации и сведений, полученных в ходе проведенного КТА предприятий по области применения настоящего справочника по НДТ.

Из перечня загрязняющих веществ, присутствующих в эмиссиях основных источников загрязнения, для каждого технологического процесса в отдельности был определен перечень маркерных веществ при условии их соответствия следующим характеристикам:

вещество характерно для рассматриваемого технологического процесса (вещества, обоснованные в проектной и технологической документации);

вещество оказывает значительное воздействие на окружающую среду и (или) здоровье населения, в том числе, обладающее высокой токсичностью, доказанными канцерогенными, мутагенными, тератогенными свойствами, кумулятивным эффектом, а также вещества, относящиеся к стойким органическим загрязняющим веществам;

2) определение и описание техник-кандидатов, направленных на комплексное решение экологических проблем отрасли.

При формировании перечня техник-кандидатов рассматривались технологии, способы, методы, процессы, практики, подходы и решения, которые направлены на комплексное решение экологических проблем области применения настоящего справочника по НДТ, из числа имеющихся в Республике Казахстан (выявленных в результате КТА) и в международных документах в области НДТ, в результате чего был определен перечень (количество) из техник-кандидатов, представленный в разделе 5.

Для каждой техники-кандидата приведено технологическое описание и соображения касательно технической применимости техник-кандидатов; экологические показатели и потенциальные выгоды от внедрения техники-кандидата; экономические показатели, потенциальные кросс-медиа эффекты и необходимые условия;

3) анализ и сравнение техник-кандидатов в соответствии с показателями технической применимости, экологической результативности и экономической эффективности.

В отношении рассматриваемых в качестве НДТ техник-кандидатов была проведена оценка в следующей последовательности:

оценка техники-кандидата по параметрам технологической применимости;

оценка техники-кандидата по параметрам экологической результативности.

Был проведен анализ экологического эффекта от внедрения техник-кандидатов, выраженный в количественном значении (единица измерения или процент сокращения/ увеличения), в отношении следующих показателей:

атмосферный воздух: предотвращение и (или) сокращение выбросов;

водопотребление: сокращение общего водопотребления;

сточные воды: предотвращение и (или) сокращение сбросов;

почва, недра, подземные воды: предотвращение и (или) сокращение влияния на компоненты природной среды;

отходы: предотвращение и (или) сокращение образования/накопления производственных отходов и/или их вторичное использование, восстановление отходов и энергетическая утилизация отходов;

потребление сырья: сокращение уровня потребления, замещение альтернативными материалами и (или) отходами производства и потребления;

энергопотребление: сокращение уровня потребления энергетических и топливных ресурсов; использование альтернативных источников энергии; возможность регенерации и рециклинга веществ и рекуперации тепла; сокращение потребления электро- и теплоэнергии на собственные нужды;

шум, вибрация, электромагнитные и тепловые воздействия: снижение уровня физического воздействия.

Также учитывалось отсутствие или наличие кросс-медиа эффектов.

Соответствие или несоответствие техники-кандидата каждому из вышеперечисленных показателей основывалось на сведениях, полученных в ходе КТА.

1. Оценка техники-кандидата по параметрам экономической эффективности.

Оценка экономической эффективности техники-кандидата не является обязательной, однако по решению большинства членов ТРГ экономическая оценка НДТ проводилась членами ТРГ – представителями промышленных предприятий в отношении некоторых техник, внедренных и эксплуатируемых на хорошо функционирующих промышленных установках/заводах.

Факт промышленного внедрения устанавливался в результате анализа сведений, выявленных в результате КТА.

2. Определение технологических показателей, связанных с применением НДТ.

Определение уровней эмиссий и иных технологических показателей, связанных с применением НДТ, в большинстве случаев использовано в отношении техник, обеспечивающих снижение негативного антропогенного воздействия и контроль загрязнения на конечной стадии производственного процесса.

Так, технологические показатели, связанные с применением НДТ, определялись в том числе и с учетом уровней национальных показателей, что подтверждено отчетами проведенных КТА.

2.2. Критерии отнесения техник к НДТ

В соответствии с пунктом 3 статьи 113 Экологического кодекса Республики Казахстан критериями определения НДТ являются:

1) использование малоотходной технологии;

2) использование менее опасных веществ;

3) способствование восстановлению и рециклингу веществ, образующихся и используемых в технологическом процессе, а также отходов, насколько это применимо ;

4) сопоставимость процессов, устройств и операционных методов, успешно испытанных на промышленном уровне;

5) технологические прорывы и изменения в научных знаниях;

6) природа, влияние и объемы соответствующих эмиссий в окружающую среду;

7) даты ввода в эксплуатацию для новых и действующих объектов;

8) продолжительность сроков, необходимых для внедрения НДТ;

9) уровень потребления и свойства сырья и ресурсов (включая воду), используемых в процессах, и энергоэффективность;

10) необходимость предотвращения или сокращения до минимума общего уровня негативного воздействия эмиссий на окружающую среду и рисков для окружающей среды;

11) необходимость предотвращения аварий и сведения до минимума негативных последствий для окружающей среды;

12) информация, опубликованная международными организациями;

13) промышленное внедрение на двух и более объектах в Республике Казахстан или за ее пределами.

2.3. Экономические аспекты внедрения НДТ

2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ

НДТ, порядок их применения, преимущества и недостатки, как правило, широко известны в отрасли очистки сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов. НДТ считается приемлемой, если есть однозначные свидетельства/примеры результатов ее успешной эксплуатации. Так, странами ЕС при определении НДТ учитываются только технологии, уже вышедшие на промышленную эксплуатацию, и природоохранная эффективность которых подтверждена практически.

Детальный экономический анализ использования НДТ является дополнительным критерием для принятия решения о возможности или отказе от внедрения НДТ, когда существуют достаточные основания полагать, что НДТ является чрезмерно затратной.

По результатам общей эколого-экономической оценки НДТ могут быть ранжированы как:

экономически эффективные – когда техника сокращает расходы, дает экономию денежных средств и/или незначительно влияет на себестоимость услуг и приносит ощутимую экологическую результативность;

экономически эффективные при определенных условиях – когда техника приводит к увеличению затрат, но дополнительные расходы считаются приемлемыми для экономических условий предприятия и находятся в разумной пропорции к полученным экологическим выгодам;

экономически неэффективные – когда техника приводит к увеличению затрат и дополнительные расходы не считаются приемлемыми для экономических условий предприятия или несоразмерны полученным экологическим выгодам.

При выборе между несколькими альтернативными НДТ проводится сравнение удельных показателей эколого-экономической эффективности НДТ для определения наименее затратных.

В целом, переход на принципы НДТ должен осуществляться на экономически приемлемых для предприятия условиях, а именно: не снижать его экономической эффективности и критически не ухудшать финансового состояния в прогнозируемом периоде. Общая экономическая эффективность и возможность реализации НДТ определяется финансово-экономическими условиями конкретного предприятия.

При экономической оценке НДТ должны быть также приняты во внимание вопросы возможности реализации проектов НДТ в целом по отрасли с учетом сохранения текущего уровня эффективности и рентабельности деятельности в долго-, средне- и краткосрочной перспективе. НДТ может быть признана применимой на отраслевом уровне, если возможность ее реализации, с учетом общих финансовых затрат и экологических выгод, существует в масштабе, достаточном для широкого внедрения в данной отрасли.

Для НДТ, требующих значительных инвестиционных капитальных вложений, должен быть определен разумный баланс между запросом гражданского общества на реализацию природоохранных мероприятий в целях снижения негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека и инвестиционными возможностями оператора объекта. При этом ответственность за доказательство условий, по которым к процессу внедрения НДТ должен быть применен особый режим, несет оператор объекта.

2.3.2. Способы экономической оценки НДТ

Экономическая оценка эффективности внедрения НДТ может осуществляться различными способами:

по инвестиционной обоснованности затрат;

по анализу затрат и выгод;

по отношению затрат к ряду ключевых показателей деятельности: оборот, операционная прибыль, добавленная стоимость и другое (при доступности соответствующих данных);

по соотношению затрат и достигаемого экологического эффекта.

Каждый из способов экономической оценки отражает результат реализации мероприятий по охране окружающей среды на различные аспекты производственно-экономической и природоохранной деятельности предприятия и может служить дополнительным источником принятия решения по НДТ. Оператор объекта применяет наиболее приемлемый, с учетом отраслевой и производственной специфики, способ экономической оценки НДТ или их сочетание.

2.3.3. Инвестиционная обоснованность затрат

Следует понимать, что НДТ (особенно средозащитные) не всегда являются предметом коммерческой деятельности с целью извлечения прибыли и в ходе инвестиционного анализа проекта внедрения НДТ дисконтированные денежные потоки могут иметь отрицательные значения.

Применимость НДТ определяется в том числе инвестиционной обоснованностью затрат на технологии и оборудование, стоимостью капитала, периодом окупаемости, ценами на сырье и материалы и другими факторами.

С точки зрения доходности инвестиций НДТ могут оцениваться как:

прибыльные – в случае получения дополнительных доходов от их реализации или экономии финансовых средств;

неприбыльные в доходной части, но допустимые с точки зрения текущего или будущего финансового состояния;

неприбыльные и чрезмерные по своим финансовым затратам;

достигающие требуемой экологической результативности по сравнению с затратами;

имеющие необоснованно высокие затраты по сравнению с достигнутым экологическим эффектом.

2.3.4. Анализ затрат и выгод

Помимо достигаемого экологического эффекта, применение НДТ во многих случаях дает снижение потребления физических природных ресурсов – сырья, топлива, электроэнергии, тепла, воды и т.д., представленных в денежном выражении. В этом случае НДТ может быть оценена с точки зрения полученных от ее применения выгод по сравнению с понесенными издержками.

Кроме того, результатом внедрения НДТ могут стать дополнительные источники доходов: продажа очищенных стоков воды для нужд ирригации и орошения, иловых отложений накопителей сельскому хозяйству, уловленные компоненты выбросов, рециклинг вторичных ресурсов и/или их использование для нового производства, термическая утилизация и т.д.

Общие экономические выгоды использования НДТ могут превысить затраты и стать стимулирующим фактором для ее реализации.

2.3.5. Соотношение затрат и ключевых экономических показателей

Для определения целесообразности инвестиций в мероприятия по охране окружающей среды может быть проанализировано соотношение расходов на НДТ и ряда ключевых производственно-экономических результатов деятельности: валовый доход, оборот, операционная прибыль, себестоимость и другое.

При данном анализе возможно применение шкалы справочных значений, полученных по результатам анкетирования предприятий ЕС, которые ранжируют такие соотношения на три категории:

приемлемые затраты – если инвестиционные расходы незначительно влияют на ключевые показатели доходности и эти затраты можно считать приемлемыми без дальнейшего обсуждения;

обсуждаемые – средние затраты, когда представляется затруднительным или невозможным дать четкую оценку целесообразности инвестиций и результат требует рассмотрения с учетом дополнительных факторов;

неприемлемые затраты – если инвестиции чрезмерны по отношению к ключевым показателям деятельности.

Таблица 2.1. Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды.

№ п/п	Соотношение годовых затрат и инвестиций на НДТ к ключевым показателям деятельности	Приемлемые	Обсуждаемые	Неприемлемые
1	Затраты / оборот (выручка)	< 0,5 %	0,5 – 5 %	> 5 %
2	Затраты / годовой доход (операционная прибыль)	< 10 %	10 – 100 %	> 100 %
3	Затраты / добавленная стоимость	< 2 %	2 – 50 %	> 50 %
4	Начальные инвестиции/ общий объем инвестиций	< 10 %	10 – 100 %	> 100 %

Шкала справочных значений позволяет быстро исключить технологии с явно высокими затратами или определить техники, затраты на внедрение которых можно считать осуществимыми без какого-либо дополнительного анализа.

Вместе с тем, ввиду большого интервала значений внутри категории "обсуждаемые " значительная часть природоохранных инвестиций может попасть в этот диапазон, что делает их достаточно неопределенными для однозначного вывода об обоснованности вложений. В этом случае, помимо условий, складывающихся на конкретном предприятии, целесообразность инвестиций должна оцениваться с учетом дополнительных отраслевых аспектов, таких, как период реализации проекта по внедрению НДТ, общий уровень инвестиций в охрану окружающей среды, текущая рыночная и финансовая ситуация и другое.

В целом, шкала справочных значений рассматривается как оценочный ориентир, применимый в большинстве случаев оценки НДТ, и также может использоваться для построения диапазонов применения НДТ с учетом финансово-экономического состояния конкретного предприятия.

2.3.6. Прирост себестоимости

Существенным фактором для определения применимости НДТ являются также дополнительные затраты, которые могут быть понесены при внедрении техники в текущий производственный процесс, так как внедрение НДТ увеличивает себестоимость услуг и снижает потенциал НДТ с точки зрения экономической эффективности.

Процентное соотношение годовых затрат на внедрение НДТ и общей производственной себестоимости услуг выражает прирост себестоимости с учетом дополнительных расходов предприятия на НДТ. Определение прироста себестоимости позволяет сравнить затраты на внедрение НДТ с производственной себестоимостью услуг, а также определить, какое влияние оказывает НДТ на операционную маржинальность.

Например, основываясь на данных КТА, при использовании НДТ в виде установки по ультрафиолетовому обеззараживанию сточных вод на городских очистных сооружениях прирост себестоимости предоставляемых услуг по очистке составит 1,4 теңге на 1 $м^3$ или 0,77 %. По сравнению с операционной маржой при предоставлении услуг по очистке сточных вод в размере 17,38 теңге за 1 $м^3$ и снижении доходности на 8,08 % или на 1,4 теңге (15,97 теңге за 1 $м^3$) при применении данной НДТ представляется, что увеличение себестоимости и снижение доходности приемлемы с точки зрения экономической эффективности НДТ.

2.3.7. Соотношение затрат и экологического результата

Одним из основных способов экономической оценки НДТ является анализ расходования денежных средств на внедрение НДТ и достигаемый экологический результат от ее внедрения в виде снижения/предотвращения эмиссии загрязняющих

веществ и/или сокращения/предотвращения отходов. Относительное соотношение данных значений определяет эффективность затрат на НДТ на единицу массы/объема сокращаемого загрязняющего вещества и/или отходов в годовом исчислении.

$$\text{Эффективность затрат} = \frac{\text{Общие годовые затраты}}{\text{Годовое сокращение эмиссии}}$$

Под годовыми затратами понимается сумма капитальных (инвестиционных) затрат, распределенных по всему сроку службы НДТ в годовом исчислении, и операционных (эксплуатационных) расходов. Пересчет капитальных затрат в годовом исчислении производится коэффициентом годового пересчета (как функции срока службы НДТ и ставки дисконтирования), который в экономическом смысле представляет собой норму линейной амортизации основных средств.

Дисконтированные годовые затраты отражают объем инвестиций на проект внедрения НДТ с учетом временной стоимости капитала и сроком службы соответствующего оборудования.

Для правильного определения годовых затрат на НДТ должна быть обеспечена достаточная детализация инвестиционных капитальных вложений и распределение операционных расходов по соответствующим статьям затрат.

При расчете годовых затрат применяется формула:

$$\text{Годовые затраты} = I_0 \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n-1}\right] + OC,$$

где:

I_0 – общие инвестиционные расходы в год приобретения,

ОС – годовые чистые операционные расходы,

r – ставка дисконтирования,

n – ожидаемый срок службы.

Результат соотношения годовых затрат к достигнутому экологическому результату выражает объем денежных средств, расходуемых на уменьшение эмиссии загрязняющего вещества на единицу массы/объема. Сравнение результатов расчетов по различным НДТ позволяет оператору НДТ определить, какая из них экономически более эффективна и позволяет затратить меньше средств на одинаковое снижение эмиссии.

2.3.8. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду

Кроме непосредственно анализа показателей экономической эффективности НДТ, может оказаться полезным расчет платежей и штрафов, подлежащих к уплате за негативное воздействие на окружающую среду при наличии НДТ и при ее отсутствии. Общий порядок и ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду

регулируются налоговым законодательством Республики Казахстан. Вопросы применения экологических штрафов за нарушения в области охраны окружающей среды определены законодательством об административных правонарушениях.

Необходимо учесть, что помимо платежей, установленных налоговым законодательством на республиканском уровне, местным представительным органам (маслихат) предоставлено право повышать действующие ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду в пределах соответствующих административных единиц.

Вместе с тем, в целях стимулирования внедрения и применения НДТ на законодательном уровне приняты определенные регулирующие меры. В частности, для предприятий, получивших комплексное экологическое разрешение, устанавливается нулевой коэффициент к ставкам платежей в бюджет, подлежащих к уплате за негативное воздействие на окружающую среду.

При этом с 2025 года для активной реализации субъектами промышленности мероприятий по защите окружающей среды и применения НДТ, в случае отсутствия комплексного экологического разрешения к действующим ставкам платы за негативное воздействие на окружающую среду по предприятиям I группы будет применяться повышающий коэффициент 2 (двукратное увеличение платежей), с 2028 г. – коэффициент 4 и с 2031 г. – коэффициент 8.

Дополнительно за осуществление эмиссий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе без экологического разрешения на действующий объект, налагается штраф в размере десяти тысяч процентов от соответствующей ставки платы в отношении превышенного количества загрязняющих веществ.

Применение НДТ с получением соответствующих экологических разрешений позволяет предприятиям достичь существенной экономии денежных средств по экологическим платежам и штрафам за негативное воздействие на окружающую среду.

2.3.9. Расчет "на установке"

Процесс реализации мероприятий по НДТ, особенно на крупных промышленных предприятиях, часто является составной частью общего процесса реконструкции или модернизации производства. Для исключения влияния инвестиционных и операционных расходов, которые оператор объекта несет в ходе данных процессов или реализации других инвестиционных проектов, сведения о затратах по сокращению негативного воздействия на окружающую среду должны представлять только ту часть затрат, которые расходуются исключительно на рассматриваемую НДТ.

В таких условиях объективными данными являются данные о расходах на НДТ "на установке", то есть направленные непосредственно на НДТ, сокращающие/

предотвращающие эмиссии загрязняющих веществ и/или отходы в окружающую среду , или НДТ, реализующие технологии по их утилизации с помощью данной НДТ. При расчете "на установке" в общую сумму затрат включаются расходы на:

основные технологии и оборудование;

дополнительные/вспомогательные технологии и оборудование, являющиеся неотъемлемой частью НДТ;

пред/после очистные сооружения, расходные материалы, сырье и реагенты, без которых применение НДТ невозможно технологически.

Расчет "на установке" позволяет исключить фактор неопределенности при классификации капитальных и операционных расходов оператора объекта, и сравнивать затраты предприятия на альтернативные НДТ по сопоставимым показателям.

3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время

Настоящий раздел справочника по НДТ содержит описание основных технологических процессов и методов, а также их комбинаций, применяемых при очистки сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов.

Выбор методов очистки сточных вод и определение перечня сооружений представляют собой сложную технико-экономическую задачу и зависят от многих факторов: расхода сточных вод и мощности приемника сточных вод, расчета необходимой степени очистки, рельефа местности, характера грунтов, энергетических затрат и др. Разнообразие различных загрязнителей порождает не меньшее разнообразие способов очистки воды от них. Тем не менее, их все можно разделить на группы по принципу действия.

Таким образом, наиболее общая классификация способов очистки выглядит следующим образом:

механические;

химические и физико-химические;

биологические;

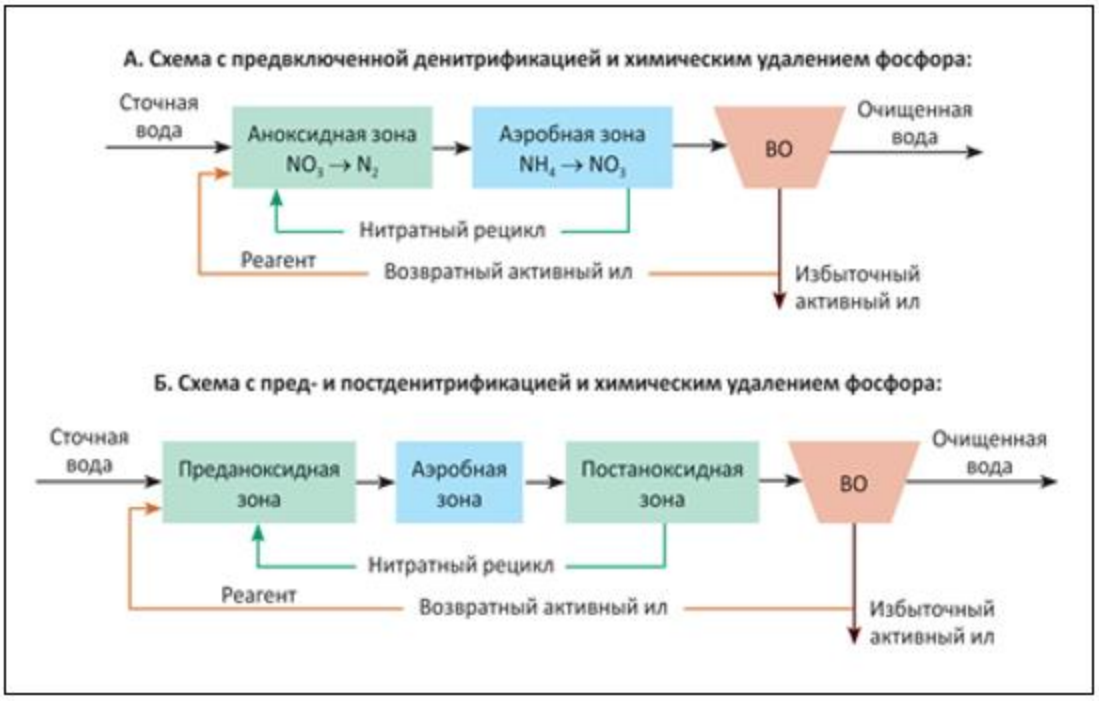
доочистка;

обеззараживание или дезинфекция.

Как уже отмечалось, в большинстве случаев для качественной очистки и удаления загрязнений необходимо объединять два и больше способов. Их выбор основывается на составе загрязнений, требуемом уровне очистки, а также пропускной способности станции.

		
Все городские сточные воды из КНС перекачиваются на КОС в здание решеток – первый пункт механической очистки.	После здания решеток стоки попадают в песколовки. В этих сооружениях песок и механические частицы оседают.	Первичные отстойники – оседает нерастворенная органика.
		
Осветленные стоки попадают в аэротенки, где начинается биологическая очистка.	С аэротенков стоки попадают на вторичные отстойники.	Обеззараживание сточных вод
	Эффективность очистки: ➢ задержания сухого вещества в первичных отстойниках 45 – 65 %; ➢ БПК сточных вод в аэротенках снижался на 50 – 70 %. .	
Сброс в приемники сточных вод (накопители, поля фильтрации, рельеф местности).		

Рисунок 3.1. Типовая схема очистки сточных вод на городских КОС



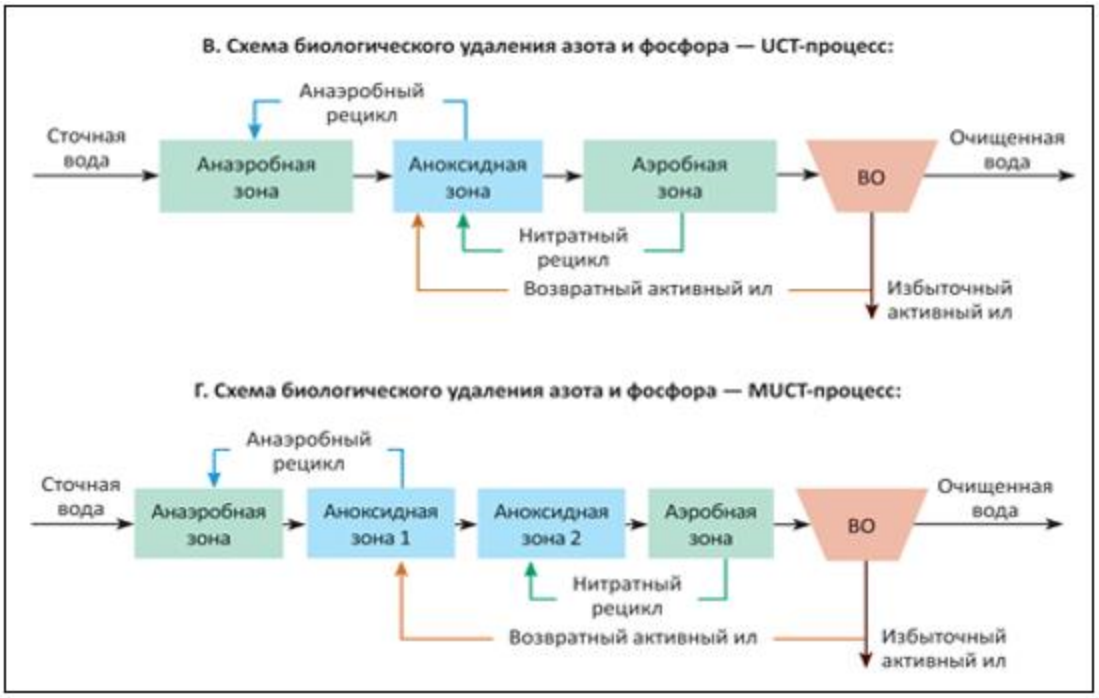


Рисунок 3.2. Примеры традиционных схем биологической очистки сточных вод

3.1. Механическая очистка сточных вод

Механическая очистка воды – выделение из сточных вод находящихся в них нерастворенных грубодисперсных механических примесей, которые имеют минеральную и органическую породу.

Механическая очистка редко применяется сама по себе, обычно она идет как начальный этап обработки сточных вод, за которым следуют другие стадии: с

использованием биологических, химических и биохимических способов очистки. Многоэтапная очистка дает возможность удалить из воды все наиболее вредные примеси и позволяет повторно использовать воду, снижая негативное влияние стоков на природу.

Основная цель механической очистки сточных вод заключается в удалении твердых частиц, которые могут быть опасными для окружающей среды и могут вызывать засорение и износ оборудования в последующей обработке сточных вод. Кроме того, удаление твердых частиц позволяет снизить нагрузку на биологические процессы очистки и обеспечить более эффективное очищение сточных вод.

Технологии механической очистки сточных вод могут быть применены как на крупных очистных сооружениях, так и на мелких очистных сооружениях, в зависимости от объема и состава сточных вод. Различные методы механической очистки сточных вод могут быть использованы в зависимости от конкретных характеристик сточных вод и требований к очистке.

Механические методы очистки (предварительные) предназначены для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод от крупных плавающих твердых примесей, взвешенных частиц, а также прочих загрязнителей: нефтепродуктов, нерастворимых металлов и их соединений размером от 10 – 2 до 10 – 4 см.

Основные типы оборудования: решетки, песколовки, отстойники, фильтры, нефтеловушки.

Решетки, как правило, выполняют роль защитных сооружений и предназначены для извлечения крупных отходов производства, попадание которых в последующие очистные сооружения может вызвать засорение труб и каналов, а также нарушение нормальной работы очистных сооружении или поломку движущихся частей оборудования.

3.1.1. Процеживание

Процеживание – это метод механической очистки сточных вод, направленный на удаление крупных твердых частиц и материалов из сточной воды. Процесс процеживания основан на использовании механических сеток или других фильтрующих материалов, которые задерживают большие частицы, такие, как пластиковые бутылки, мешки, бумага, пищевые отходы и т.д., позволяя очищенной воде проходить через сетку.

Существует несколько видов процеживания, включая грубое и тонкое процеживание. Грубое процеживание используется для удаления крупных частиц, таких, как пластиковые бутылки и другие крупные отходы, в то время как тонкое процеживание используется для улавливания более мелких частиц, например песка, глины, пыли и других мелких твердых отходов.

Процеживание является первым этапом механической очистки сточных вод, который оказывает значительное влияние на общее качество очищенной воды. Решетки подлежат очистке от осадка, а очищенные стоки идут на следующую ступень очистки.

Решетки подразделяются на неподвижные, подвижные и совмещенные с дробилками (коминуторы). Очистку решеток от задержанных загрязнений можно производить вручную (граблями) и механическим способом с помощью специальных приспособлений.

Таблица 3.1. Перечень наиболее распространенного вида оборудования для процеживания

№ п/п	Вид оборудования	Краткое описание	Технологические характеристики
1	Реечные (стержневые) решетки	Сточная вода проходит через совокупность стержней, которые установлены под наклоном к потоку и имеют фиксированные расстояния между каждым стержнем и работающим скребком, который прочищает и поднимает наверх задержанных отходов.	Ширина прозоров от 60 – 80 мм (при использовании для предварительного грубого процеживания) до 5 – 6 мм. Благодаря фиксированным прозорам происходит одномерное процеживание, при котором длинные узкие включения могут проходить через решетки
2	Ступенчатые	Очищаемая вода проходит через совокупность ступенчатых полотен, которые установлены под наклоном к потоку и имеют фиксированные расстояния между собой. Наборы полотен — через одно — подвижные и неподвижные. Возвратно-поступательные движения полотен — со ступени на ступень — обеспечивают подъем отходов.	Обеспечивает размер прозора до 3 мм. Эффективно работает с намывным слоем отходов, обеспечивающим более эффективное задержание
3	Ленточные (реечные и перфорированные)	Сточная вода протекает через совокупность пластиковых секций небольшой длины (либо фрагментов сит), оснащенных крючками и	Перфорированные устройства обеспечивают глубокое процеживание с двумерным эффектом (задерживаются все включения, которые больше размера отверстий). Реечные устройства по

		шарнирно связанных между собой в бесконечную ленту.	эффективности занимают промежуточное положение между ситами и стержневыми решетками.
4	Барабанные (шнековые)	Сточная вода протекает изнутри наружу через барабанное вращающееся сито. Уловленные отходы по центральному каналу отводятся шнеком.	Наиболее эффективные устройства. Требуют предварительного удаления крупных включений. По производительности применимы до больших очистных сооружений включительно.

При больших объемах очистки, а также для стоков с большим числом загрязняющих элементов используются решетки со специальными приспособлениями, позволяющими механически выполнять выгрузку накопившихся загрязнений.

К примеру, на предприятии В, согласно технологической схеме работы сооружений задержанные на ступенчатых решетках отходы поступают на транспортер, который подает их на механический обезвоживатель. Обезвоженные отходы подаются в контейнеры для сбора и временного хранения отходов. По мере наполнения контейнеры вывозятся на полигон твердых бытовых отходов. Состав отходов, задерживаемых решетками, весьма непостоянен. В основном это крупные взвешенные и плавающие примеси преимущественно органического происхождения, к ним относятся: кухонные отходы, волокнистые вещества, бумага, дерево и т.п.

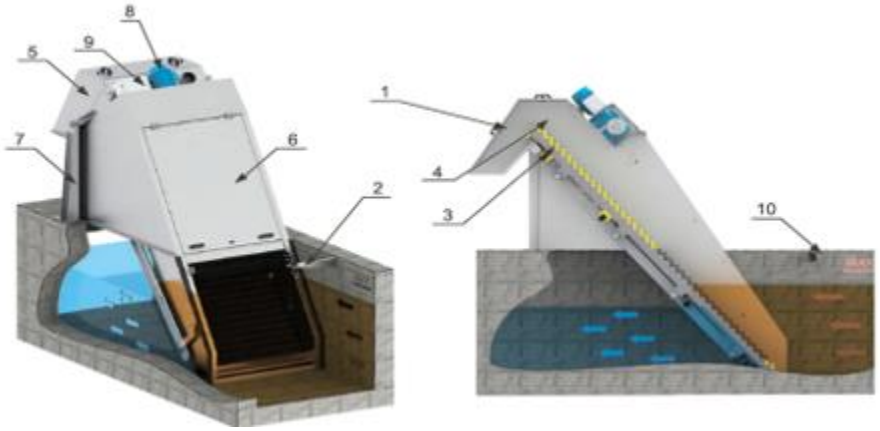


Рисунок 3.3. Решетка ступенчатая

1 – корпус решетки; 2 – фартук; 3 – подвижный фильтрующий экран; 4 – неподвижный фильтрующий экран; 5 – кожух транспортировки отфильтрованного материала; 6 – технологический люк; 7 – опора; 8 – мотор-редуктор; 9 – распределительная коробка; 10 – датчик уровня воды.

3.1.2. Отстаивание (осветление)

Отстаивание или осветление – это один из этапов механической очистки сточных вод, который используется для удаления песка, глины и других твердых частиц из сточной воды. Процесс отстаивания основан на свойствах тяжелых частиц оседать на дно емкости под воздействием гравитации, что позволяет отделить их от жидкой фазы.

Для проведения отстаивания сточная вода поступает в специальные сооружения – отстойники, где происходит замедление потока, что способствует осаждению твердых частиц на дно. После этого чистая жидкая фаза проходит через отстойник и подается на следующий этап очистки, в то время как осевшие частицы удаляются из отстойника.

Данный метод используется в следующих сооружениях очистки вод: песколовках, отстойниках, нефтеловушках и жироуловителях.

Песколовки – сооружения, предназначенные для выделения из сточных вод механических примесей минерального происхождения, главным образом песка. Действие горизонтальной песколовки основано на том, что при движении сточной воды (в резервуаре или канале) каждая находящаяся в ней нерастворенная частица перемещается вместе со струей воды и одновременно движется вниз под влиянием силы тяжести со скоростью, соответствующей крупности и удельному весу частицы. Наличие песка в сточных водах негативно сказывается на технологическом процессе очистки, поэтому песколовки являются обязательными для очистных станций, принимающих сточные воды более 100 $м^3$/сут.

В зависимости от технологических условий используют песколовки различных конструкций: горизонтальным, вертикальным или винтовым движением воды.

Осевший в песколовках песок песковыми насосами удаляется в сепаратор для песка . Обезвоженный песок вывозится на полигон твердых бытовых отходов.

Отстой (седиментация) – естественный процесс выделения из воды грубодисперсных примесей (диаметр частиц d ≥ 10-5 см) путем осаждения под влиянием сил тяжести или всплывания частиц: , где 10^n – дисперсность частиц Д, для грубодисперсных примесей Д ≤105.

Отстойники классифицируются в зависимости от расхода сточных вод и конструктивных особенностей.

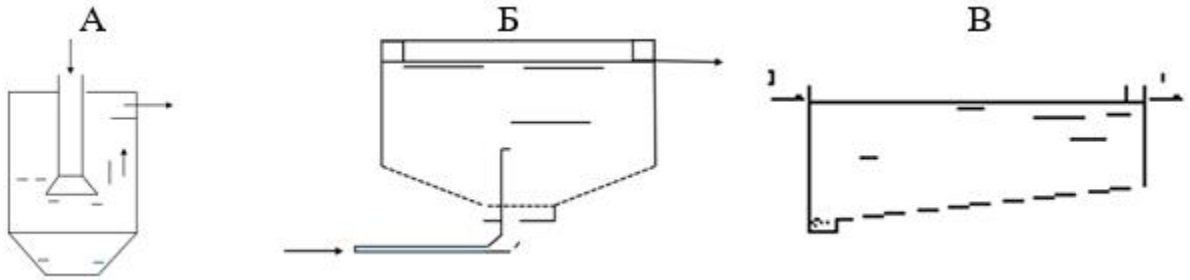


Рисунок 3.4. Отстойники: А – вертикальный, Б – радиальный, В – горизонтальный.

Каждый вид отстойников наиболее эффективен в определенном диапазоне расходов стоков. Вертикальные отстойники целесообразно применять при производительности $Q \leq 10\ 000$ м^3/сут, горизонтальные – $\geq 5\ 000$ м^3/сут, радиальные – $\geq 20\ 000$ м^3/сут. Эффект очистки по взвешенным веществам: вертикальные отстойники 40 – 50 %, горизонтальные 50 %, радиальные 50 – 60 %.

Интенсификация процесса отстаивания воды достигается путем предварительной обработки ее реагентами, способными образовывать с водными загрязнениями агрегаты большой гидравлической крупности. К ним относятся: гидроксиды тяжелых металлов, активный ил, пузырьки газов.

Отстаивание является одним из важных процессов механической очистки сточных вод, который позволяет улучшить качество воды перед более глубокой очисткой в биологических и химических станциях.

Отстойники – сооружения, в которых происходит процесс отстаивания.

В отличие от песколовок отстойники нацелены на осаждение более мелких, преимущественно органических частиц. Использование полупогружных досок позволяет собирать жиронефтяную пленку и плавающие вещества, не допуская их попадания в водосборный лоток.

По технологической роли различают:

первичные отстойники (входят в состав блока механической очистки, зачастую являются последним этапом для удаления наиболее мелких частиц);

вторичные отстойники (входят в состав блока биологической очистки для разделения активного ила и биологически очищенной воды);

третичные отстойники (для доочистки);

илоуплотнители (входят в блок биологической очистки, используются для обезвоживания и уплотнения избыточного активного ила);

осадкоуплотнители (используются для обезвоживания и уплотнения осадка и избыточного активного ила);

наклонные тонкослойные отстойники.

На предприятии В из первичных отстойников сырой осадок насосами качается в илоуплотнители и поступает в резервуар смешанного осадка иловой насосной станций с резервуарами. Избыточный ил после вторичных отстойников насосами поступает в резервуар избыточного ила. Насосами избыточного ила, находящимися в иловой насосной станций с резервуарами, подается для уплотнения в установку барабанных уплотнителей, предусмотренную в здании обработки осадков. После уплотнения избыточный ил поступает в резервуар смешанного осадка.

Выпускаемый из вторичных отстойников ил по механическому составу относится к тонким суспензиям с размерами частиц менее 1 мм и содержит приблизительно 96 % воды. Активный ил из вторичных отстойников после аэротенков. Он представляет собой биоценоз, богато заселенный микроорганизмами – минерализаторами.

3.2. Химическая и физико-химическая очистка сточных вод

Физико-химические методы очистки сточных вод – наиболее распространенные и эффективные. После механической очистки сточные воды содержат большое количество загрязнений в виде взвешенных и растворенных веществ и задача физико-химической очистки удалить эти загрязнения.

Задача физико-химического способа – удаление взвешенных и растворенных веществ загрязнений с помощью физических свойств загрязнений и химических реагентов: процессы основаны на различных способностях взаимодействия веществ с водой, химическими реагентами и между собой: гидрофобные вещества в таких условиях отделяются от гидрофильных, при этом проходит их концентрирование и изменение физической сущности – в зависимости от образованного вещества гидрофобы выпадают в осадок или пену.

Физико-химические методы очистки предназначены для очистки сточных вод от мелкодисперсных коллоидных соединений, а также веществ и молекулярной и ионной форме. К ним относятся очистка методом флотации, коагуляции с последующим осветлением, сорбции, экстракции, ионного обмена, реагентные методы.

Флотация основана на прилипании частиц загрязнений к пузырькам воздуха, которыми искусственно насыщается вода. Пузырьки воздуха с прилипшими к ним загрязнениями всплывают и на поверхности образуют пену, насыщенную загрязнениями, которую удаляют. Процесс флотации протекает в 8 – 10 раз быстрее, чем отстаивание, и заканчивается в течение 10 – 15 мин.

Слипание пузырьков газа с грязевыми частицами протекает наиболее интенсивно, если загрязнения гидрофобны (масла, нефтепродукты, угольная пыль и другое.).

В практике очистки производственных стоков наибольшее распространение получила напорная флотация, при которой воздух под давлением растворяется в воде.

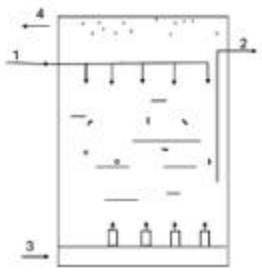


Рисунок 3.5. Напорный флотатор

1 – подача сточной воды; 2 – отвод очищенной воды; 3 – подача сжатого воздуха; 4 – отвод пены.

Эффект очистки флотационных установок достигает 60 %. Процесс флотации можно интенсифицировать путем магнитной обработки воды (эффект очистки флотацией повышается на 30 %) или предварительной их гидрофобизацией загрязняющих веществ с применением реагентов.

Коагуляция с последующим осветлением. Коагуляция – процесс укрупнения коллоидальных частиц и перехода их в категорию грубодисперсных примесей. Очищает стоки от загрязнений II группы дисперсности (Д = 10^5 – 10^6), т.е. размер частиц – 0,1 – 0,01 мкм.

К основным методам коагуляции относятся обработка воды электролитами (химическая коагуляция), электрокоагуляция, гетерокоагуляция (физическая коагуляция).

Основной путь очистки воды от коллоидных загрязнений включает обязательный этап их дестабилизации коагулянтами с последующей флокуляцией.

Работа осветлителей со взвешенным слоем осадка и фильтров основана на принципе контактной коагуляции. Контактной средой осветлителя являются грубодисперсные фракции осадка, взвешенного в восходящем потоке воды. В процессе очистки происходит постоянное образование новых хлопьев осадка, его избыток отводится в илоуплотнитель. Эффект очистки сточных вод таким способом достигает 90 %. В качестве коагулянтов используют соли алюминия, железа, цинка. Скоагулированные хлопья осаждаются, а вода подвергается дальнейшей очистке.

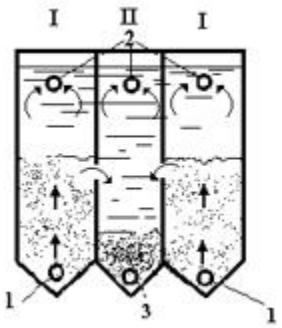


Рисунок 3.6. Осветлитель со взвешенным слоем осадка

I – осветлитель; II – осадкоуплотнитель; 1 – подача сточной воды; 2 – отвод очищенной воды; 3 – отвод осадка.

Сорбция – процесс поглощения поверхностью твердого сорбента растворенных в воде веществ (особенно эффективно улавливаются вещества в молекулярном состоянии). Сорбция возникает самопроизвольно и продолжается с убывающей скоростью до достижения равновесного состояния.

Важно, чтобы поверхность сорбента была достаточно большой. Этим требованиям удовлетворяют пористые гидрофобные материалы: активированные угли, цеолиты, бентонитовые глины.

Сорбция позволяет достаточно глубоко очистить сточную воду, но при этом требуется большое количество сорбента.

Для улучшения сорбционных свойств природных сорбентов проводится их модификация, при прокаливании цеолитов при t = 300 – 400 ^{o}C удаляется кристаллическая вода, полезная удельная поверхность сорбента увеличивается в 4 – 20 раз).

Процесс сорбции может осуществляться в статических условиях, при которых частица жидкости не перемещается относительно частицы сорбента, т.е. движется вместе с ней, а также в динамических условиях, когда частица жидкости перемещается относительно сорбента.

Технология сорбционной очистки в статических условиях предусматривает перемешивание воды с порошкообразным сорбентом (не менее 20 минут) и последующее отделение загрязненного сорбента отстаиванием. С целью экономии сорбента применяют многоступенчатые схемы с параллельным и противоточным движением сорбента.

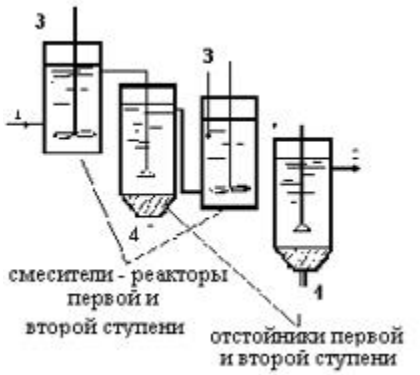


Рисунок 3.7. Сорбционная установка с параллельным вводом сорбента

1 – подача сточной воды; 2 – отвод очищенной воды; 3 – ввод сорбента; 4 – выпуск отработанного сорбента.

Сорбция в динамических условиях предусматривает использование гранулированных сорбентов.

Ионный обмен заключается в способности специальных материалов (ионитов) поглощать из раствора положительные или отрицательные ионы в обмен на эквивалентные количества других ионов, содержащихся в ионите, имеющих заряд того же знака. Таким образом, общая концентрация ионов в воде не изменяется, хотя

ионный состав становится другим. Иониты, участвующие в обмене катионов, называются катионитами, а анионов – анионитами. Процесс ионного обмена продолжается до достижения равновесного состояния.

Технология ионного обмена включает контакт очищаемой воды с ионитом и его последующую регенерацию.

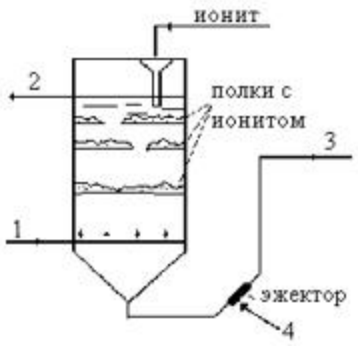


Рисунок 3.8. Схема ионообменной колонки

1 – подача сточной воды; 2 – отвод очищенной воды; 3 – отвод осадка; 4 – подача сжатого воздуха.

Ионообменные методы применяются при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов, от органических кислот, оснований и их солей. Эффект очистки достигает 80 %.

Ионообменные материалы – синтетические высокомолекулярные соединения кислого или щелочного характера и сульфоугли.

Наряду с синтетическими смолами, в качестве катионитов применяются природные материалы: слоистые, слоисто-ленточные и каркасные силикаты (вермикулит, цеолит, каолит).

Природные катиониты гидрофобны. Их качество может быть улучшено модификацией (прокаливанием при t = 300 – 400 ^{o}C, гидрофибизацией). Природные катиониты очищают воду от аммонийного азота, радиоактивных изотопов. Иониты применяются в установках (типа фильтров) с неподвижной и с псевдосжиженной загрузкой.

Реагентные методы очистки

В воду добавляется реагент, который связывает растворенные в воде загрязнения и переводит их в осадок. Метод применяется для удаления из сточных вод растворенных неорганических веществ ионного типа (соли, кислоты, основания), растворенных органических веществ (ПАВ), с переводов последних в нерастворимые комплексы. Эффект очистки достигает 97 – 98 %.

Окисление (озоном, ультрафиолетом, реагентами)

К сильным окислителям относятся озон, фтор, кислород, хлор и другие вещества, обладающие большими значениями окислительно-восстановительных потенциалов.

Методы окисления используют для доочистки сточных вод в основном от органических веществ (фенолы, органические кислоты, ПАВ и прочие). При этом продукты окисления – это нетоксичные компоненты: CO_2; H_2O; NH_3 и осколки органических веществ различного строения. При правильном выборе режима окисления и четкого контроля за ним эффект очистки достигает 99 %.

Взаимодействие озона с загрязнителями воды происходит поэтапно и медленно и завершается образованием молекулярного кислорода. На промежуточных этапах выделяются анионы OH^-, каталитически усиливающие окислительные процессы с участием кислорода O_2.

Окисление сопровождается потерей озоном атома кислорода или внедрением молекул озона в окисляемое вещество (процесс озонолиза). Ход процесса оптимизируется правильным выбором pH воды и применением катализаторов – металлов с переменной валентностью.

Классические озонаторные установки сложны в эксплуатации и требуют соблюдения техники безопасности. Кроме того, их производительность невелика q = 46 кг O_3/час, а затраты электроэнергии значительны.

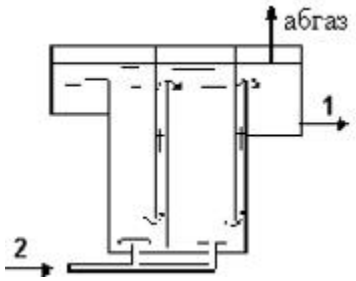


Рисунок 3.9. Схема реактора для озонирования
1 – отвод воды; 2 – подача озоно-воздушной смеси.

Особенностью реакторов для окисления озоном является создание условий экономного использования этого дорогостоящего реагента. Задача заключается в максимальном ускорении процесса, так как озон достаточно быстро разлагается. Скорость саморазложения зависит от температуры, pH и солевого состава воды. Продолжительность пребывания в реакторе складывается из времени растворения озона в воде и продолжительности непосредственно химических реакций.

Окисление ультрафиолетом. В толщу воды помещается источник ультрафиолетового излучения (ксеноновые, вакуумные лампы). При контакте с водой образуется озон, который окисляет находящиеся в воде загрязнения. Слой воды над

источником ультрафиолетового излучения – 0,52 мм, следовательно, производительность установок очень мала.

В качестве окислительных реагентов применяются также хлор (газ и хлорная известь), перманганат калия, кислород, перекись водорода.

Нейтрализация – реакция обмена между кислотой и основанием, при которой оба соединения теряют свои характерные свойства и происходит образование солей.

Кислоты и основания в водном растворе диссоциируют, насыщая его катионами H^+ (кислоты) или анионами OH^- (основания). В результате водородный показатель (pH) уменьшается или увеличивается.

Для уменьшения pH воды ее обрабатывают кислотами, для повышения – основаниями.

Выбор нейтрализующих реагентов производится с учетом их эффективности (продолжительность и полнота процесса, удельные дозы реагента), количества и характера образующихся при нейтрализации компонентов (газы, осадки, растворенные вещества), условий применения (хранение, подготовка к использованию, удобство дозирования, безопасность обслуживания реагентного хозяйства).

Из кислот наиболее часто применяют серную, реже – соляную кислоту, из щелочных реагентов – гашеную известь, кальцинированную соду, едкий натрий, реже – известняк, доломит $CaMg(CO_3)_2$.

Реагенты вводятся в виде порошков (известь, кальцинированная сода), водных растворов (NaOH, гашеная известь и другое), газов, активных загрузок фильтров (дробленый мрамор, известняк, доломит).

Если на промышленных предприятиях образуются кислые и щелочные стоки, представляется возможной их взаимная нейтрализация путем смешения в регулируемом режиме.

Химическая реакция происходит мгновенно, но условия, от которых зависит ее возможность, требуют контакта между нейтрализуемым веществом и реагентом в течение 5–10 мин. и более.

Процесс осуществляется в нейтрализаторах (емкости снабжены перемешивающим устройством и дозатором реагентов), чаще с последующим осветлением.

Экстракция (от лат. – извлечение) – метод очистки, альтернативный сорбции, применяющийся для удаления молекулярных примесей в основном органического характера.

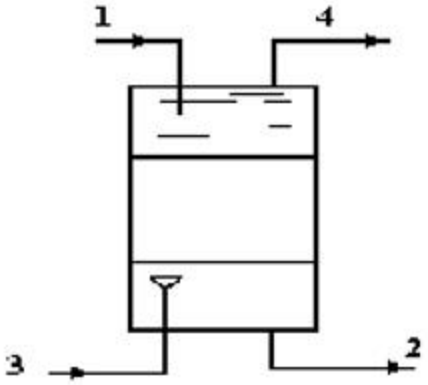


Рисунок 3.10. Экстрактор колонного типа

1 – подача тяжелой фазы (сточная вода); 2 – отведение тяжелой фазы (очищенные стоки);

3 – подача легкой фазы (экстрагент); 4 – отведение легкой фазы с загрязнениями.

В большинстве случаев экстракция целесообразна при глубокой очистке высококонцентрированной воды с содержанием загрязнений до 3 – 4 мг/л и более.

В качестве экстрагентов применяются плохо растворимые в воде органические жидкости и сложные эфиры, спирты, ароматические соединения, кетоны.

Технология экстракции включает следующие последовательные операции:

интенсивное перемешивание экстракта с водой для достижения максимальной площади контакта между этими фазами;

быстрое и полное разделение экстракта и рафината;

удаление экстракта и его регенерация.

3.3. Биологическая очистка сточных вод

Биологическая очистка сточных вод является одним из наиболее распространенных и эффективных методов очистки сточных вод. Этот процесс основан на использовании микроорганизмов для разложения загрязнений в сточных водах.

Принцип работы биологической очистки состоит в том, что в сточные воды добавляются специальные бактерии и другие микроорганизмы, которые питаются загрязняющими веществами, такими, как органические соединения и азотсодержащие соединения. Под воздействием этих микроорганизмов загрязнения разлагаются на более простые и менее опасные соединения.

Для биологической очистки используются различные типы реакторов, такие, как аэрационные бассейны, биофильтры, активные иловые установки и т.д. Каждый из них имеет свои особенности и применяется в зависимости от конкретной ситуации.

Основными преимуществами биологической очистки сточных вод являются низкие затраты на оборудование и обслуживание, а также возможность получения высокого качества очищенной воды.

Тем не менее, для эффективной работы биологической очистки необходимо соблюдать определенные условия, такие, как оптимальная температура, pH и уровень кислорода, поэтому эта технология не всегда подходит для всех типов сточных вод.

В целом, биологическая очистка сточных вод является важным этапом в обеспечении санитарной безопасности и охраны окружающей среды и ее применение позволяет значительно снизить негативное воздействие сточных вод на природную среду.

Биохимическая деструкция остаточных загрязнителей в сточных водах происходит в результате таких процессов, как окисление, восстановление, гидролиз, дезаминирование и т.д.

Принципиальное отличие биохимических процессов деструкции от химических заключается в том, что первые осуществляются с участием катализаторов биохимического происхождения – ферментов.

В сооружениях для биологической очистки воды формируется биоценоз, т.е. совокупность микроорганизмов, растений и живых организмов, связанных между собой условиями совместной жизнедеятельности. Основную часть биологической массы составляют микробы, генерирующие необходимые для очистки ферменты. Биоценоз образуется естественным путем и при изменении влияния внешних факторов способен к саморегулированию. В зависимости от рода питания различают метатрофы, использующие органику, и прототрофы, использующие неорганические соединения.

На жизнедеятельность микроорганизмов оказывают влияние температура, pH, концентрация субстрата.

На сооружениях биологической очистки из сточных вод можно извлечь бензол, толуол, хлорфенол, СПАВ, многие нитраты, белки, жиры, углеводы, свинец, кадмий, ртуть и другие загрязнители.

К сооружениям биологической очистки относятся аэротенки, биофильтры, биопруды. Аэротенк – резервуар, в котором сточная вода смешивается с активным илом, получается иловая смесь.

Аэротенки классифицируются по следующим признакам:

1) по гидродинамическому режиму потока – аэротенки-вытеснители, аэротенки-смесители и аэротенки с рассредоточенным впуском сточной жидкости (промежуточного типа);

2) по способу регенерации активного ила – аэротенки с отдельно стоящими или совмещенными регенераторами ила;

3) по нагрузке на активный ил – высоконагружаемые (для неполной очистки), обычные и низконагружаемые (с продленной аэрацией);

4) по числу ступеней – одно-, двух- и многоступенчатые;

5) по режиму ввода сточных вод — проточные, полупроточные, с переменным рабочим уровнем, контактные;

6) по типу аэрации – с пневматической, механической, комбинированной гидродинамической или пневмомеханической аэрацией;

7) по конструктивным признакам – прямоугольные, круглые, комбинированные, шахтные, фильтротенки, флототенки и другие.

Аэротенки используются в чрезвычайно широком диапазоне расходов сточных вод – от нескольких сот до миллионов кубических метров в сутки.

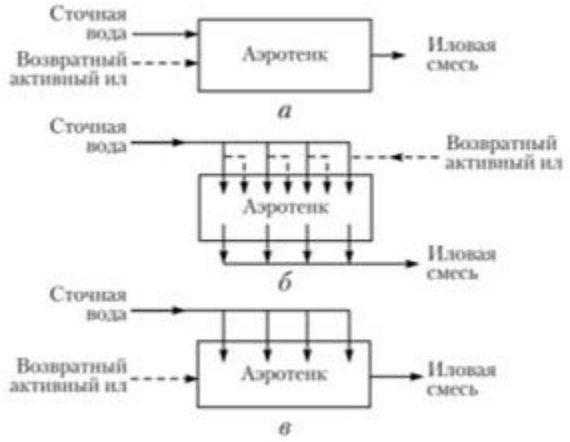


Рисунок 3.11. Схемы аэротенков (а – аэротенк-вытеснитель; б – аэротенк-смеситель ; в – аэротенк промежуточного типа).

После отстаивания иловой смеси очищенную воду необходимо обеззараживать. Аэротенки используются для любых расходов сточных вод.

В биофильтрах сточная вода проходит через слой загрузочного материала, покрытого биопленкой. Отмирающая биопленка выносится из загрузки очищенной водой. В качестве загрузки могут быть использованы различные материалы (дробленые горные породы, пластмассы, синтетические ткани и т.д.).

Производительность биофильтров – до 50 тыс. $м^3$/сут.

Биофильтры и аэротенки обеспечивают высокий эффект очистки. Эффект очистки после сооружений: $БПК_п$ = 12 мг/л, взвешенные вещества – 15 – 20 мг/л, ХПК – 50 – 90 %, нитраты (NH_4) 50 – 60 %, фосфаты (P_2O_5) – 35 %.

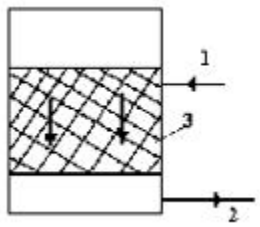


Рисунок 3.12. Биофильтр

1 – подача воды на очистку; 2 – отведение очищенной воды; 3 – объемная загрузка.

Наиболее распространенным элементом биологических очистных сооружений является аэротенк с активным илом, который состоит из бактерий, простейших грибов, водорослей и т.п., способных сорбировать органические загрязнения и окислять их.

Процессы переработки органики бактериями происходят при наличии богатой кислородом среды.

Очистные сооружения аэробной очистки можно разделить на два основных типа: 1) сооружения, в которых очистка происходит в условиях, близких к естественным; 2) сооружения, в которых очистка происходит в искусственно созданных условиях.

К первому типу относятся сооружения, в которых происходит фильтрование очищаемых сточных вод через почву (поля орошения и поля фильтрации) и сооружения, представляющие собой водоемы (окислительные пруды и каналы) с проточной водой. В таких сооружениях дыхание микроорганизмов происходит за счет непосредственного поглощения кислорода из воздуха и плотность активной биомассы в них довольна низка, поэтому эти сооружения не отличаются высокой скоростью очистки.

В сооружениях второго типа (аэротенки, биофильтры, аэрофильтры) микроорганизмы дышат кислородом главным образом за счет его диффундирования через поверхность воды (реаэрация) или за счет механической аэрации. В биофильтрах сточная вода фильтруется через загрузочный материал, покрытый микробной биопленкой. В зависимости от режима работы, выбора загрузочного материала и других технологических параметров существуют различные конструктивные решения биофильтров.

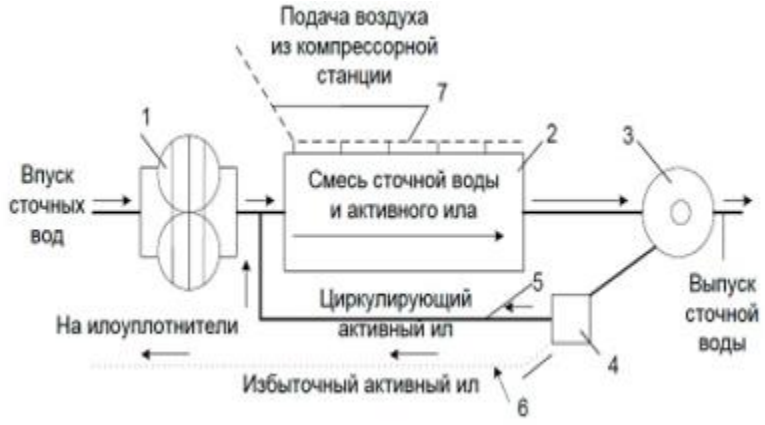


Рисунок 3.13. Схема работы аэротенка:

1 – отстойник; 2 – аэротенк; 3 – вторичный отстойник; 4 – насосная станция; 5 – циркулирующий активный ил; 6 – избыточный активный ил; 7 – подача воздуха.

К примеру, на одном из предприятий Республики Казахстан осветленные в первичных отстойниках стоки направляются в аэротенки по водоизмерительному лотку Вентури, после попадают в усредненный канал аэротенка, где происходит смешивание

осветленной воды и возвратного активного ила. Подача возвратного активного ила производится при помощи центробежных насосов, установленных в насосной станции возвратного ила.

Распределение стоков между параллельно работающими аэротенками производится при помощи щитовых затворов. Каждый аэротенк состоит из 4-х коридоров, первый коридор оснащен устройствами для перемешивания иловой смеси, разделен на три зоны: аноксидная, зона денитрификации и переходная зона, которая оснащена погружными турбоаэраторами и служит для регуляции процесса очистки. Остальные коридоры оборудованы системой мелкопузырчатой аэрации. В четвертом коридоре установлены насосы для внутреннего рецикла в зону денитрификации – первый коридор аэротенка. Режимы работы аэротенков автоматизированы, параметры для автоматического режима работы устанавливаются вручную.

Смесь очищенных стоков и активного ила после аэротенков собирается в сборном канале и поступает в распределительную камеру вторичных отстойников, с помощью шиберов регулируется подача на вторичные отстойники радиального типа. В процессе отстаивания во вторичных отстойниках оседает ил, который извлекается с помощью системы илососов. Часть осевшего во вторичных отстойниках ила возвращается в аэротенки для повторного использования (возвратный ил) и часть удаляется из сооружений для обработки и утилизации (избыточный активный ил). Избыточный активный ил насосами по трубопроводу направляется в резервуар избыточного активного ила и из резервуара насосными агрегатами подается на механические уплотнители.

Для устранения образования избыточного ила и общей оптимизации всех процессов на данных очистных сооружениях применяют технологию, основанную на применении живых культур бактерий. Дозирование микроорганизмов происходит прямо в канализационную сеть. Таким образом, не только снижаются параметры поступающих стоков (до 50%), но и очищается канализационная сеть.

Помимо этого, устраняются запахи в системе сбора и на насосных станциях, поскольку основной причиной запаха является сера и содержащие ее соединения. Технология и используемые в ней микробные препараты разработаны таким образом, чтобы "поглощать" серу в качестве акцептора электронов. В процессе аэробной очистки она окисляется до сульфатов и сбрасывается вместе со сточными водами. При этом концентрация сульфатов остается незначительной.

Анаэробная очистка

Анаэробная биологическая очистка – это процесс очистки сточных вод или других отходов, который происходит в отсутствие кислорода. В отличие от аэробной очистки, где микроорганизмы используют кислород для разложения загрязнений, анаэробная очистка основана на деятельности анаэробных микроорганизмов, которые могут разлагать органические вещества без доступа кислорода.

Анаэробная биологическая очистка основана на процессе анаэробного биологического разложения, известного как анаэробное пузырьковое брожение. В этом процессе анаэробные микроорганизмы, такие, как метаногенные бактерии, разлагают органические вещества в биогаз (главным образом метан и углекислый газ) и стабильные органические отходы.

Процесс анаэробной очистки обычно происходит в специальных реакторах, называемых анаэробными реакторами или биогазовыми установками. В этих реакторах создаются условия, при которых анаэробные микроорганизмы могут эффективно разлагать органические вещества. Реакторы обычно имеют закрытую систему, чтобы предотвращать доступ кислорода и обеспечивать оптимальные условия для анаэробных процессов.

В анаэробных системах разложение органических соединений происходит без доступа кислорода, а значит без окисления. Органические соединения благодаря метановому брожению превращаются в биогаз. Биогаз содержит примерно 60 – 80 % метана и около 20 % оксида углерода и прочих газов. В случае сжигания метан разлагается на безвредные компоненты.

К преимуществам анаэробного способа очистки можно отнести попутное образование биогаза, который может служить источником тепловой, механической и электрической энергии. Биогаз относится к биотопливу, его можно использовать для производства заменителя бензина, дизельного топлива, сухого льда, пластмасс, четыреххлористого углерода.

К примеру, на предприятии В смешанный осадок качается насосами в теплообменники, предусмотренные как здание обработки осадка для подогрева до температуры плюс 38 – 40 °С. Подогретый смешанный осадок подается насосами в метантенки (камера брожения) емкостью 5000 $м^3$ две штуки для сбраживания (мезофильного анаэробного биологического процесса) и получения метаносодержащего газа (биогаз). Мезофильно-анаэробным биологическим процессом в метантенках первые опции биогаза получаются в течение 20 суток.

Выработанный метаносодержащий газ поступает в здание очистки биогаза для очистки от примесей (взвешенные частицы, сероводород, силоксаны и другие), после очистки биогаз для хранения поступает в газгольдер емкостью 2000 $м^3$. Из газгольдера биогаз подается в генераторы или котельную для дальнейшего использования. Для этой цели предусмотрена станция повышения давления биогаза. Предусмотрено факельное хозяйство для временного или периодического полного сжигания биогаза, вырабатываемого биогазовыми установками (метантенками) при отсутствии возможности его полезного использования в качестве энергоносителя, а также для сжигания избыточного биогаза, который может образоваться при проведении ремонтных работ во время эксплуатации и при авариях в системе.

Биогаз, выработанный в процессе сбраживания в метантенках и очищенный от примесей, с необходимым давлением сжигается в газогенераторах когенерационной системы, находящейся в здание котельной и генераторов, и благодаря этому вырабатывается электрическая энергия и горячая вода. Регенерированное тепло из системы охлаждения генераторов используется для нужд систем обогрева метантенков, системы отопления канализационных очистных сооружений, системы горячего водоснабжения для бытовых нужд и других целей.

3.3.1. Биологические пруды, поля орошения или фильтрации

Биологическая очистка сточных вод является важной составляющей процесса очистки воды перед ее возвращением в природную среду. Одним из методов биологической очистки сточных вод является использование биологических прудов, полей орошения или фильтрации.

Биологические пруды – это искусственно созданные водоемы, в которых происходит естественный процесс очистки сточных вод. В таких прудах обитают различные виды водных растений, микроорганизмов и животных, которые активно участвуют в процессе биологической очистки. Водные растения восстанавливают кислородный баланс, а микроорганизмы разлагают загрязнения воды.

Поля орошения являются еще одним методом биологической очистки сточных вод. Этот метод применяется при невысоком уровне загрязнения воды. Суть поля орошения заключается в том, что сточную воду распределяют по специальным полям, где она постепенно фильтруется через почву. Микроорганизмы, обитающие в почве, разлагают загрязнения, а почва фильтрует воду, удаляя из нее твердые частицы.

Фильтрация – метод биологической очистки сточных вод, который заключается в пропускании сточной воды через специально созданные фильтры, содержащие различные виды микроорганизмов и водных растений. В процессе фильтрации загрязнения задерживаются в фильтрах, а микроорганизмы и водные растения разлагают и удаляют их из воды.

Эти методы биологической очистки сточных вод являются эффективными способами очистки воды перед ее возвращением в природную среду или для повторного использования, например для ирригационных, промышленных и других применений. Они снижают уровень загрязнения, обогащают воду кислородом и способствуют сохранению экосистемы водоемов.

3.4. Обеззараживание очищенной воды

Обеззараживание – важный и чаще всего заключительный этап в процессе обработки сточных вод на очистных сооружениях. Хозяйственно-бытовые сточные воды и их смеси с производственными сточными водами, сбрасываемые в водные объекты, либо используемые для технических целей, должны подвергаться обеззараживанию. Эта мера направлена на поддержание экологической безопасности окружающей среды.

Практически все сточные воды от предприятий и населенных пунктов содержат возбудителей опасных заболеваний: вирусы, бактерии, грибки, споры и т.п. В процессе очистки сточных вод удаляется до 90 – 95 % различных бактерий, а оставшиеся микроорганизмы при попадании в водный объект потенциально способны оказать негативное влияние на здоровье человека, привести к таким заболеваниям, как дизентерия, сальмонеллез, вирусные инфекции и многие другие.

Обеззараживание воды можно осуществлять различными способами. Они сильно различаются по принципу действия, эффективности, надежности и степени опасности.

На сегодняшний день широко используются различные физико-химические процессы: применение хлора и его производных (диоксид хлора, раствор гипохлорита натрия и другие вещества), мембранных технологий очистки, озонирование, обработка серебром, ультрафиолетового излучения и т.д.

Последний метод называют наиболее надежным благодаря его высокой бактерицидной и противовирусной эффективности (отсутствует остаточная эффективность). Среди преимуществ ультрафиолетовой очистки и обеззараживания сточных вод можно выделить:

гибель после обработки патогенных микробов, грибковых спор и вирусов;

ультрафиолетовое излучение не влияет на итоговое качество воды;

при ультрафиолетовой дезинфекции не образуются токсичные соединения;

ультрафиолетовое воздействие может выполняться периодически и в проточном режиме;

экономичность работы;

компактность ультрафиолетовых установок.

Подбор метода обеззараживания зависит от объекта использования, типа и объема стока, санитарных нормативов по сбросу.

При отсутствии качественных очистных систем регулярный сброс стоков может привести к развитию инфекционных заболеваний и загрязнению окружающей среды.

3.5. Обработка осадка сточных вод

В процессах механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод на очистных сооружениях образуются различного вида осадки, содержащие органические и минеральные компоненты.

Обработка осадка сточных вод – это не просто уплотнение, сбраживание, обезвоживание и утилизация. Процесс влияет на работу всех очистных сооружений.

Обработка осадков осуществляется для подготовки их к удалению с территорий очистных станций при максимально возможной утилизации полезных компонентов и предотвращении загрязнения окружающей среды, в том числе при полном исключении сброса осадка в водоемы.

Обработка осадков, как правило, должна обеспечивать обеззараживание, стабилизацию (незагниваемость) и обезвоживание.

Обеззараживание достигается нагревом осадков до 50 – 55 °С в метантенках или до 60 °С в сушилках и камерах дегельминтизации, либо другими методами (компостирование с твердыми бытовыми отходами, химическое обеззараживание и т.д.) . Эффективность обеззараживания должна подтверждаться лабораторными анализами на отсутствие жизнеспособных яиц гельминтов. Стабилизация достигается при анаэробном и аэробном сбраживании, введении в осадок извести до достижения pH не менее 11 – 12.

На метантенках следует достигать выход газов брожения не ниже 8 – 10 $м^3/м^3$ сбраживаемого осадка с содержанием метана не менее 50 – 60 % (объемных). Аэробно сброженный осадок не должен иметь удельное сопротивление фильтрации более 60 – 100 х 10^{10} см/г.

Обезвоживание осадков до состояния твердого или полутвердого продукта осуществляется подсушкой на иловых площадках, обработкой на центрифугах, вакуум-фильтрах, фильтрпрессах, при этом влажность обезвоженных осадков не должна превышать 80 – 85 %.

Обезвоживание осадков до состояния твердого сухого, сыпучего, не размываемого водой продукта достигается термической сушкой с одновременным их обезвоживанием и стабилизацией. Влажность термически высушенных осадков не должна превышать 45 – 50 %.

Основными показателями технологической эффективности сооружений по обработке осадков являются технологические параметры их работы. Превышение удельной нагрузки (производительности) сооружений по обработке осадков более чем на 10 % сверх значений, предусмотренных проектом, паспортными данными, материалами настоящей методики, ведет к недопустимому снижению их технологической эффективности.

Утилизация осадков может частично осуществляться в ходе их обработки, например при сбраживании осадков в метантенках с получением газов брожения и использованием их в качестве топлива, при совмещенных процессах термической сушки и сжигании осадков и т.д.

Обработанные осадки могут использоваться в качестве органоминерального удобрения на объектах городского озеленения и в сельском хозяйстве.

Обезвреживание осадков сточных вод является острой проблемой крупных городов. По сравнению с очисткой сточных вод обработка осадков представляет значительно большую технологическую и экологическую сложность. Операции по обработке и утилизации осадков сточных вод затруднены из-за их различного состава и высокой влажности.

Объем осадков обычно составляет 0,5 – 1 % (в редких случаях до 40 %) объема обрабатываемых сточных вод в зависимости от схемы очистки и влажности осадка.

Влажность осадков колеблется от 85 % (предприятия стройиндустрии) до 99,5 % (активный ил сооружений биологической очистки).

В осадках сточных вод содержится свободная и связанная вода. Свободная вода (60 – 65 %) сравнительно легко может быть удалена из осадка, связанная вода (30 – 35 %) – коллоидно-связанная и гигроскопическая – гораздо труднее.

3.5.1. Обработка пескового осадка (пульпы)

Песковый осадок или пульпа является одним из основных компонентов сточных вод, подлежащих механической очистке. Пульпа содержит в себе твердые частицы, такие, как песок, глина, органические отходы и другие загрязнители, которые необходимо удалить перед дальнейшей обработкой сточных вод.

Для обработки пескового осадка существует несколько основных методов, включая механическое осаждение, флотацию и сепарацию. Механическое осаждение осуществляется путем пропускания сточной воды через специальные отстойники или осадники, где твердые частицы оседают на дно под воздействием гравитации. После этого осадок удаляется и отправляется на специальные площадки для последующей обработки или захоронения.

В целом, обработка пескового осадка играет важную роль в механической очистке сточных вод, помогая уменьшить содержание твердых частиц и загрязнителей в воде перед тем, как она будет подвергнута более глубокой очистке.

3.5.2. Методы обработки осадков сточных вод

Современные методы обработки осадков городских сточных вод следующие: уплотнение и сгущение, стабилизация органики в осадке, кондиционирование, удаление воды – обезвоживание, утилизация ценных продуктов, ликвидация.

Уплотнение осадков: гравитационное (отстаивание), флотационное (отделение всплывших хлопьевидных осадков), вибрационное (разделение взвеси и жидкости с помощью вибрации), термогравитационное (прогрев паром с последующим отстаиванием).

Стабилизация – перевод органики в неагрессивные формы. Используют анаэробное сбраживание – используют сложные комплексы бактерий, перерабатывающих стоки в бескислородном режиме с получением метана в качестве продукта брожения. Аэробная стабилизация, минерализация – постоянная аэрация осадков, с последующим окислением и образованием осадка, не способного к гниению. Реагентная стабилизация – использование реагентов для приостановления биологических процессов гниения и брожения в осадке. Используют хлорную известь и перекись водорода.

Кондиционирование – обработка неорганическими реагентами – коагулирование, т.е. укрупнение осадков слипанием и осаживанием на дно, тепловая обработка – нагревание осадков до температуры 170 – 220 °С, приводящей к изменению структуры осадков, их растворению и переходу из твердого состояния в жидкое.

Обезвоживание – на иловых полях, вакуум-фильтрах, пресс-фильтрах, центрифугах, сушильных печах.

Ликвидация – сжигание (используют, если ликвидация невозможна или экономически не оправдана), жидкофазное окисление, сброс в накопители.

Утилизация осадка сточных вод – использование конечного продукта очистки стоков в других отраслях как конечный продукт.

Технологии и виды оборудования для обработки осадка сточных вод

1. Декантеры для обезвоживания осадка сточных вод (стоков). Центрифуга для обезвоживания осадка представляет собой устройство, производящее разделение сыпучих тел или жидкостей различного удельного веса и отделение жидкостей от твердых тел под воздействием центробежной силы.

2. Обезвоживание осадка сточных вод (стоков). Наиболее эффективными методами считаются методы обезвоживания осадков очистных сооружений на осадительных шнековых центрифугах, рамных, ленточных и камерных фильтр- прессах. Для кондиционирования осадков стали применять органические флокулянты. Более прогрессивным считается применение шнековых дегидраторов и декантерных центрифуг, так как такое оборудование для обезвоживания осадка сточных вод отличается компактностью, низкой энергоемкостью, способно работать в автоматическом режиме и не требует значительных в сравнении с другими методами эксплуатационных затрат.

3. Пост-обезвоживание осадков сточных вод (стоков). В технологических процессах обработки осадков канализационных очистных сооружений широкое распространение получил метод механического обезвоживания с применением ленточных фильтр-прессов непрерывного действия. Ленточные фильтр-прессы выгодно отличаются от альтернативного оборудования низким энергопотреблением, отсутствием быстро вращающихся узлов и деталей, а также удобством в эксплуатации и обслуживании при высокой технологической эффективности.

4. Сгущение различных видов осадков: увеличение концентрации сухого вещества и существенное сокращение объема осадков.

Исходные осадки различных производственных процессов и очистных сооружений с низким содержанием сухих веществ (концентрация сухих веществ в исходном осадке 0,6 – 2,0 %) сгущаются для получения содержания сухих веществ от 3 до 7 %. Эта операция уменьшает объем осадка от 5 до 15 раз. Консистенция сгущенного осадка остается жидкой или полужидкой и обычно требует дополнительной обработки на узле механического обезвоживания осадка.

Обычно сгустители используют перед декантерными центрифугами или ленточными/камерными фильтр-прессами для предварительного концентрирования осадка. Это позволяет устанавливать декантеры и фильтр-прессы с меньшей гидравлической производительностью, что снижает общую стоимость капитальных и

операционных затрат на узел обезвоживания – чем меньше декантер или фильтр-пресс, тем меньше он стоит и тем меньше потребляет электроэнергии.

5. Смешивание и регенерация осадка сточных вод (стоков). Обработка осадков, образующихся при очистке практически любых сточных вод, является одной из наиболее технологически сложных и самой дорогостоящей частью очистных комплексов. В нее включается кондиционирование и обезвоживание осадков, а также подготовка их к дальнейшей переработке.

6. Термическая сушка осадков сточных вод (стоков). Термическая сушка осадка позволяет получить конечный продукт, пригодный для повторного использования различного назначения в зависимости от состава обработанного продукта.

К примеру, на предприятии В смешанный осадок качается насосами в теплообменники, предусмотренные как здание обработки осадка для подогрева до температуры + 38 – 40 °С. Подогретый смешанный осадок подается насосами в метантенки (камера брожения) емкостью 5000 м^3 две штуки для сбраживания (мезофильного анаэробного биологического процесса) и получения метаносодержащего газа (биогаз). Мезофильно-анаэробным биологическим процессом в метантенках первые опции биогаза получаются в течения 20 суток.

Выработанный метаносодержащий газ поступает в здание очистки биогаза для очистки от примесей (взвешенные частицы, сероводород, силоксаны и т.д.), после очистки биогаз для хранения поступает в газгольдер емкостью 2000 м^3. Из газгольдера биогаз подается в генераторы или котельную для дальнейшего использования. Для этой цели предусмотрена станция повышения давления биогаза. Предусмотрено факельное хозяйство для временного или периодического полного сжигания биогаза, вырабатываемого биогазовыми установками (метантенками) при отсутствии возможности его полезного использования в качестве энергоносителя, а также для сжигания избыточного биогаза, который может образоваться при проведении ремонтных работ во время эксплуатации и при авариях в системе. Биогаз, выработанный в процессе сбраживания в метантенках и очищенный от примесей, с необходимым давлением сжигается в газогенераторах когенерационной системы, находящейся в здание котельной и генераторов, и благодаря этому вырабатывается электрическая энергия и горячая вода. Регенерированное тепло из системы охлаждения генераторов используется для нужд систем обогрева метантенков, системы отопления канализационных очистных сооружений, системы горячего водоснабжения для бытовых нужд и других целей.

3.6. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду

По итогам 2022 года в Республике Казахстан фактические сбросы загрязняющих веществ составили 0,9 млн тонн. В таблице ниже представлено сравнение сбросов загрязняющих веществ в Республике Казахстан за 2019 – 2022 годы по регионам.

Таблица 3.2. Сбросы загрязняющих веществ в Республике Казахстан за 2019 – 2022 годы по регионам, тысяч тонн.

№ п/п	Регион/ область	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год				
Лимит	Факт	Лимит	Факт	Лимит	Факт	Лимит	Факт		
1	Абай	-	-	-	-	-	-	20	5,58
2	Акмолинская	111	46	69,06	14,99	68,3	45,6	67,1	47,6
3	Актюбинская	39,03	17,8	33,28	17,5	45,8	16,9	43	37,8
4	Атырауская	93,17	15,662	73,27	32,321	37,9	14,9	35,7	13,6
5	Алматинская	340	178,7	380,00	181,50	325,0	60,4	281	45,7
6	Жамбылская	22,9	16,27	23,76	16,32	23,8	17,1	20,3	14,1
7	Жетісу	-	-	-	-	-	-	45	21,6
8	Западно-Казахстанская	86	36	75,39	50,25	103,8	63,1	101	57,6
9	Карагандинская	454	403,7	455,1	398,7	833,6	419,7	709	398,1
10	Костанайская	355,007	136,082	430,93	238,59	437,2	241,4	382	75
11	Кызылординская	87,971	8,987	94,49	10,1	77,8	3,7	72	9,01
12	Мангистауская	126,03	3,96	66,38	10,30	71,3	2,5	71	3,6
13	Павлодарская	76	29,7	76,23	30,17	76,7	29,7	75	28,1
14	Северо-Казахстанская	65,64	14,3	65,64	21,7	58,2	7,4	52	18,1
15	Туркестанская	143	18,2	169,273	16,88	170	16,9	167	16,02
16	Ұлытау	-		-	-	-	-	51	41,4
17	Восточно-Казахстанская	41	20	40,10	19,40	43,8	26,5	26,94	16,02
18	г. Астана	135	36,5	123,06	59,20	110,7	53,1	98,9	51
19	г. Алматы	2	0	2,7	-	2,7	-		
20	г. Шымкент	6,746	2,15	8,53	1,31	7,6	4,1	7	5
ИТОГО		**2 185**	**984**	**2 187,19**	**1 119,24**	**2 494,2**	**1023**	**2327,44**	**904**

Традиционная схема КОС полного цикла обычно включает в себя следующие основные подпроцессы: механическая очистка, биологическая очистка, обеззараживание очищенной воды и обезвоживание осадка. На подавляющем числе КОС основным процессом очистки сточных вод является биологическая очистка в аэротенках, где могут достигаться технологические уровни очистки, представленные в таблицах ниже.

Таблица 3.3. Основные типы технологических подпроцессов биологической очистки в аэротенках

№ п/п	Подпроцесс	Краткое описание	Показатели, мг/л	
Наименование	Возможные практически достигаемые значения, мг/л			
1	2	3	4	5
1	Полная биологическая очистка	Удаление органических веществ путем биохимического окисления бактериями с потреблением кислорода воздуха.	$БПК_5$	8 – 15
2	Полная биологическая очистка с нитрификацией	Удаление органических веществ и окисление аммонийного азота до нитратов путем биохимического окисления соответственно, гетеротрофными и автотрофными группами бактерий с потреблением кислорода воздуха.	$БПК_5$	2 – 8
			Аммонийный азот	Не более 1 мг/л
3	Биологическая очистка с удалением азота*	Удаление органических веществ и окисление аммонийного азота до нитратов путем биохимического окисления соответственно, гетеротрофными и автотрофными группами бактерий	$БПК_5$	2 – 8
			Аммонийный азот	Не более 1 мг/л
			Азот нитратов	5 – 12

		с потреблением кислорода воздуха. Биохимическое восстановление нитратов с потреблением органических веществ сточных вод.	Азот нитритов	0,1 – 0,3
4	Биологическая очистка с удалением азота и химическим удалением фосфора	Биологическая очистка с удалением азота, с осаждением фосфатов за счет добавления реагентов.	Аналогично, что и при биологической очистке с удалением азота. Также фосфор фосфатов.	Не более 0,7
5	Очистка с биологическим удалением азота и фосфора	Удаление органических веществ и окисление аммонийного азота до нитратов путем биохимического окисления соответственно, гетеротрофными и автотрофными группами бактерий с потреблением кислорода воздуха. Биохимическое восстановление нитратов с потреблением органических веществ сточных вод. Биохимическое поглощение фосфатов гетеротрофными бактериями, потребляющими летучие жирные кислоты.	Аналогично, что и при биологической очистке с удалением азота. Также фосфор фосфатов.	Не более 1,0
		Удаление органических веществ и окисление аммонийного азота до нитратов путем биохимического окисления соответственно,		

6	Очистка с биологическим удалением азота и химико-биологическим удалением фосфора	гетеротрофными и автотрофными группами бактерий с потреблением кислорода воздуха. Биохимическое восстановление нитратов с потреблением органических веществ сточных вод. Биохимическое поглощение фосфатов гетеротрофными бактериями, потребляющими летучие жирные кислоты. Дополнительное осаждение фосфатов за счет добавления реагентов	Аналогично, что и при биологической очистке с удалением азота. Также фосфор фосфатов.	Не более 0,5

Таблица 3.4. Наиболее распространенное оборудование для доочистки

№ п/п	Оборудование	Краткое описание	Показатели, мг/л	
Наименование	Возможные практически достигаемые значения, мг/л (не более)			
1	2	3	4	5
	Зернистые фильтры,	Очищенная вода фильтруется через слой зернистого загрузочного материала. Загрузка регенерируется (промывается) фильтрованной водой и воздухом периодически или постоянно (в зависимости от конструкции). На новых объектах также используют для снижения концентрации фосфора с	Взвешенные вещества	5
			Фосфор фосфатов	0,5

1	включая фильтры с плавающей загрузкой	добавлением реагента перед фильтрами.		(при использовании реагента)
2	Дисковые фильтры	Очищенная вода фильтруется изнутри наружу через тонкую сетку, имеющую ячейки размерами не менее 10 микрон, натянутую на диски. Диски постоянно промываются фильтрованной водой под напором, промывная вода отводится. Используют также для снижения концентрации фосфора с добавлением реагента перед фильтрами.	Взвешенные вещества	5
			Фосфор фосфатов	0,5 (при использовании реагента)
3	Безнапорные стационарные фильтры с ворсистой тканью	Фильтрация снаружи внутрь через фильтрующую ворсистую ткань (ковровое плетение). Промывка ткани в периодическом режиме за счет вакуума	Взвешенные вещества	5
			Фосфор фосфатов	0,5 (при использовании реагента)
		Очищенная вода проходит через емкость биофильтра, заполненную загрузкой, на которой происходит развитие биопленки. Емкость может	$БПК_5$	3
			Азот аммонийный	1

4	Биофильтры доочистки	быть незатопленной и затопленной. Загрузка в затопленных биофильтрах – стационарной или плавающей. Для некоторых конструкций затопленного биофильтра периодически проводят регенерацию путем усиленной аэрации. Биофильтры доочистки, как правило, не обеспечивают снижения концентрации взвешенных веществ в очищенной вод и требуют последующей доочистки фильтрацией.	Азот нитритов	0,1
5	Когезионно-окислительные фильтры	Очищенная вода проходит через аэрируемую емкость биофильтра, заполненную загрузкой, которая одновременно используется для задержания взвешенных частиц активного ила и развития биопленки. Периодически фильтр подвергают регенерации путем усиленной аэрации.	Взвешенные вещества	8
			$БПК_5$	5
			Азот аммонийный	1*
		Очищенная вода подвергается естественной биологической доочистке в емкостях, рассчитанных на пребывание в течение как минимум	Взвешенные вещества	8
			Аммонийный азот	2

6	Биопруды доочистки	нескольких суток. Аэрация может быть естественной либо искусственной. При использовании биопрудов с высшей водной растительностью большую роль в очистке играют также процессы фильтрации и биосорбции.	$БПК_5$	5

* только при подаче на фильтр частично нитрифицированной воды с содержанием аммонийного азота не более 3 мг/л.

4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов

В данном разделе описываются общие методы, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие технического переоснащения, реконструкции объекта, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Основополагающими этапами определения методов, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду, рассматриваемых в данном разделе, являются:

определение ключевых экологических проблем;

изучение методов, наиболее подходящих для решения этих ключевых проблем;

выбор наилучших доступных имеющихся методов.

При определении НДТ необходимо применять общий подход к пониманию производственного процесса. Следует отметить, что многие методы прямо или косвенно затрагивают несколько экологических аспектов (выбросы, сбросы, образование отходов, загрязнение земель, энергоэффективность).

Методы могут быть представлены по отдельности или в комбинации для достижения высокого уровня охраны окружающей среды в отраслях, входящих в сферу действия данного документа.

Многие из техник и отдельных этапов производственных процессов являются общими, поэтому они описываются вместе. Общие этапы:

системы управления;

управление энергией;

мониторинг;

управление отходами.

Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов может осуществляться различными способами, различающимися потреблением тепла (топлива), энергии и природных материальных ресурсов. Сам процесс производства сопровождается эмиссией в окружающую среду различных веществ, оказывающих негативное влияние на окружающую среду.

В данном разделе приведены техники, применение которых возможно при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов.

4.1. Система экологического менеджмента

Описание

СЭМ является методом, позволяющим операторам установок решать экологические проблемы на систематической и очевидной основе. СЭМ являются наиболее действенными и эффективными, когда они образуют неотъемлемую часть общей системы менеджмента и операционного управления производством.

Техническое описание

СЭМ фокусирует внимание оператора на экологических характеристиках установки . В частности, путем применения четких рабочих процедур как для нормальных, так и для нестандартных условий эксплуатации, а также путем определения соответствующих линий ответственности.

Все действующие СЭМ включают концепцию непрерывного совершенствования управления охраной окружающей среды. Существуют различные схемы процессов, но большинство СЭМ основаны на цикле "PDCA" (планируй – делай – проверяй – исполняй), который широко используется в других контекстах менеджмента организаций. Цикл представляет собой итеративную динамическую модель, где завершение одного цикла происходит в начале следующего.

СЭМ может принимать форму стандартизированной или нестандартной (" настраиваемой") системы. Внедрение и соблюдение международно-признанной стандартизированной системы может повысить доверие к СЭМ, особенно при условии надлежащей внешней проверки. Нестандартизированные системы могут в принципе быть одинаково эффективными при условии того, что они должным образом разработаны, внедрены и проверены аудитом.

Стандартизированные и нестандартизированные системы в принципе применяются к организациям, настоящий документ использует более узкий подход, не считая всех видов деятельности организации, например, в отношении их продуктов и услуг.

СЭМ может содержать следующие компоненты:

1) заинтересованность руководства, включая высшее руководство на уровне компании и предприятия (например, руководитель предприятия);

2) анализ, включающий определение контекста организации, выявление потребностей и ожиданий заинтересованных сторон, определение характеристик предприятия, связанных с возможными рисками для окружающей среды (и здоровья

человека), а также применимых правовых требований, касающихся окружающей среды ;

3) экологическую политику, которая включает в себя постоянное совершенствование установки посредством менеджмента;

4) планирование и установление необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;

5) выполнение процедур, требующих особого внимания:

структура и ответственность;

набор, обучение, информированность и компетентность персонала, чья работа может повлиять на экологические показатели;

внутренние и внешние коммуникации;

вовлечение сотрудников на всех уровнях организации;

документация (создание и ведение письменных процедур для контроля деятельности со значительным воздействием на окружающую среду, а также соответствующих записей);

эффективное оперативное планирование и контроль процессов;

программа технического обслуживания;

готовность к чрезвычайным ситуациям и реагированию, включая предотвращение и /или снижение воздействия неблагоприятных (экологических) последствий чрезвычайных ситуаций;

обеспечение соответствия экологическому законодательству;

6) обеспечение соблюдения экологического законодательства Республики Казахстан;

7) проверку работоспособности и принятие корректирующих мер с уделением особого внимания к следующим действиям:

мониторинг и измерение;

корректирующие и превентивные действия;

ведение записей;

независимый внутренний и внешний аудит для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям и проверки того, надлежащим ли образом она внедряется и поддерживается;

8) обзор СЭМ и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны высшего руководства;

9) подготовку регулярной отчетности, предусмотренной экологическим законодательством;

10) валидацию органом по сертификации или внешним верификатором СЭМ;

11) следование за развитием более чистых технологий;

12) рассмотрение воздействия на окружающую среду от возможного снятия с эксплуатации установки на этапе проектирования нового завода и на протяжении всего срока его службы;

13) применение отраслевого бенчмаркинга на регулярной основе (сравнение показателей своей компании с лучшими предприятиями отрасли);

14) систему управления отходами;

15) на установках/объектах с несколькими операторами создание объединений, в которых определяются роли, обязанности и координация операционных процедур каждого оператора установки в целях расширения сотрудничества между различными операторами;

16) инвентаризацию сточных вод и выбросов в атмосферу.

Достигнутые экологические выгоды

Поддержание и выполнение четких процедур в штатных и нештатных ситуациях и соответствующее распределение обязанностей дает гарантию того, что на предприятии всегда соблюдаются условия экологического разрешения, достигаются поставленные цели и решаются задачи. СЭМ обеспечивает постоянное улучшение экологической результативности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Все значительные входные потоки (включая потребление энергии) и выходные потоки (выбросы, сбросы, отходы) взаимосвязано управляются оператором в кратко-средне- и долгосрочном аспектах, с учетом особенностей финансового планирования и инвестиционных циклов. Это означает, например, что применение краткосрочных решений по очистке выбросов и сбросов ("на конце трубы") может привести к долгосрочному повышению потребления энергии и отсрочить инвестиции в потенциально более выгодные решения по защите окружающей среды.

При существующем положении предприятие имеет эффективную систему управления природоохранной деятельностью, которая направлена на разрешение экологических проблем, в процессе которых принимают участие все сотрудники: от управляющего до рабочего. Налаженная система управления позволяет снизить эмиссии в атмосферу, в природные водоемы и предотвращает загрязнения почв за счет повышения:

дисциплины технологии;

использование современных технологий;

внедрения технического перевооружения.

Кросс-медиа эффекты

Методы экологического менеджмента проектируются таким образом, чтобы минимизировать воздействие установки на окружающую среду в целом.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Компоненты СЭМ могут быть применены ко всем установкам.

Охват (например, уровень детализации) и формы СЭМ (как стандартизованной, так и не стандартизованной) должны соответствовать эксплуатационным характеристикам применяемого технологического оборудования и уровню ее воздействия на окружающую среду.

Экономика

Определение стоимости и экономической эффективности внедрения и поддержания действующей СЭМ на должном уровне является индивидуальным в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

СЭМ может обеспечить ряд преимуществ:

улучшение экологических показателей предприятия;

улучшение основы для принятия решений;

улучшение понимания экологических аспектов компании;

улучшение мотивации персонала;

дополнительные возможности снижения эксплуатационных затрат и улучшение качества продукции;

улучшение экологической результативности;

снижение затрат, связанных с экологическими нарушениями, невыполнением установленных требований и т.д.

4.2. Система энергетического менеджмента

Описание

НДТ состоит во внедрении и поддержании функционирования СЭнМ. Реализация и функционирование СЭнМ могут быть обеспечены в составе существующей системы менеджмента (например, СЭМ) или создания отдельной системы энергоменеджмента.

Данная техника основана на комплексе административных действий, направленных на обеспечение рационального потребления энергетических ресурсов и повышение энергоэффективности объекта управления, включающем разработку и реализацию политики энергосбережения и повышения энергоэффективности, планов мероприятий, процедур и методик мониторинга, оценки энергопотребления и других действий, направленных на повышение энергоэффективности.

Техническое описание

В состав СЭнМ входят в той мере, в какой это применимо к конкретным условиям, следующие элементы: приверженность высшего руководства к системе менеджмента энергоэффективности на уровне предприятия; политика в области энергоэффективности, утвержденная высшим руководством предприятия; планирование, а также определение целей и задач; разработка и соблюдение процедур,

определяющих функционирование системы энергоменеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001.

Руководством и процедурами системы должно уделяться особое внимание следующим вопросам:

организационной структуре системы; ответственности персонала, его обучению, повышению компетентности в области энергоэффективности;

обеспечению внутреннего информационного обмена (собрания, совещания, электронная почта, информационные стенды, производственная газета и т.д.);

вовлечению персонала в мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности;

ведению документации и обеспечению эффективного контроля производственных процессов;

обеспечению соответствия законодательным требованиям в области энергоэффективности и соответствующим соглашениям (если таковые существуют);

определению внутренних показателей энергоэффективности и их периодической оценке, а также систематическому и регулярному сопоставлению их с отраслевыми и другими подтвержденными данными.

При оценке результативности ранее выполненных и внедрении корректирующих мероприятий должно уделяться особое внимание следующим вопросам:

мониторингу и измерениям;

корректирующим и профилактическим действиям;

ведению документации;

внутреннему (или внешнему) аудиту с целью оценки соответствия системы установленным требованиям, результативности ее внедрения и поддержания ее на соответствующем уровне;

регулярному анализу СЭнМ со стороны высшего руководства на соответствие целям, адекватности и результативности;

учету при проектировании новых установок и систем возможного воздействия на окружающую среду, связанных с последующим выводом их из эксплуатации;

разработке собственных энергоэффективных технологий и отслеживанию достижений в области методов обеспечения энергоэффективности за пределами предприятия.

Достигнутые экологические выгоды

Внедрение системы энергоменеджмента способствует снижению потребления энергии и ресурсов в среднем на 3 – 5 %, улучшению экологических показателей и соблюдению законодательных норм и требований.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Оценка опыта внедрения системы энергоменеджмента на предприятиях как в Казахстане, так и за рубежом показывает, что организация и внедрение системы

позволяет снизить потребление энергии и ресурсов на 3 – 5 %, что соответственно приводит к снижению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов. Применение системы энергетического менеджмента на предприятиях играет огромную роль для ограничения выбросов парниковых газов.

Кросс-медиа эффекты

Кросс-медийные эффекты от внедрения системы энергоменеджмента при очистке сточных вод охватывают множество аспектов, включая экономические, энергетические , экологические и социальные выгоды.

СЭнМ способствует снижению энергоемкости, удельного расхода энергоресурсов на очистку сточных вод и сокращению выбросов парниковых газов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко всем объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер СЭнМ (например, стандартизированная или нестандартизированная) будут связаны (объем и характер) с характером, масштабом и сложностью установки, а также с диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

повышение энергоэффективности;

улучшение экологических показателей;

повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

4.3. Мониторинг эмиссий

Описание

Мониторинг представляет собой систематические наблюдения за изменениями химических или физических параметров в различных средах, основанный на повторяющихся измерениях или наблюдениях с определенной частотой, в соответствии с задокументированными и согласованными процедурами. Мониторинг проводится для получения достоверной (точной) информации о содержании загрязняющих веществ в отходящих потоках (выбросы, сбросы) для контроля и прогнозирования возможных воздействий на окружающую среду.

Техническое описание

Частота проведения мониторинга зависит от вида загрязняющего вещества (токсичность, воздействие на окружающую среду и человека), характеристик используемого материала, мощности предприятия, а также применяемых методов сокращения выбросов. При этом она должна быть достаточной, чтобы получить репрезентативные данные для контролируемого параметра.

При выполнении мониторинга атмосферного воздуха основное внимание должно уделяться состоянию окружающей среды в зоне активного загрязнения (для источников загрязнения атмосферы), а также в зоне воздействия в тех случаях, когда это необходимо для отслеживания соблюдения экологического законодательства Республики Казахстан и нормативов качества окружающей среды.

Используемые для мониторинга методы, средства измерений, применяемое оборудование, процедуры и инструменты должны соответствовать стандартам, действующим на территории Республики Казахстан. Использование международных стандартов должно быть регламентировано НПА Республики Казахстан.

Перед проведением замеров необходимо составление плана мониторинга, в котором должны быть учтены такие показатели, как режим эксплуатации установки (непрерывный, прерывистый, операции пуска и остановки, изменения нагрузки), эксплуатационное состояние установок по очистке газа или стоков, факторы возможного термодинамического воздействия.

При определении методов измерений, точек отбора проб, количества проб и продолжительности их отбора необходимо учитывать такие факторы, как:

режим работы установки и возможные причины его изменения;

потенциальную опасность выбросов;

время, необходимое для отбора проб с целью получения наиболее полной информации об определяемом загрязняющем веществе в составе газа.

Обычно при выборе эксплуатационного режима для проведения измерения выбирается режим, при котором могут быть отмечены максимальные выбросы и сбросы (максимальная нагрузка).

При этом для определения концентрации загрязняющих веществ в сточных водах может быть использована случайная проба или объединенные суточные пробы (24 часа), основанные на отборе проб пропорционально расходу или усредненные по времени.

При отборе проб неприемлемо разбавление газов или сточных вод, так как полученные при этом показатели не будут считаться объективными.

Мониторинг эмиссий проводится как при помощи инструментальных замеров, так и расчетным методом.

Результаты измерений должны быть репрезентативными, взаимно сопоставимыми и четко описывать соответствующее рабочее состояние установки.

Производственный мониторинг водных ресурсов представляет единую систему наблюдений и контроля деятельности предприятия для своевременного выявления и

оценки происходящих изменений, прогнозирования мероприятий, направленных на рациональное использование водных ресурсов и смягчение воздействия на окружающую среду.

Метод непрерывных измерений наряду с оценкой выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух широко применяется также для определения параметров сточных вод промышленных предприятий. Измерения проводятся непосредственно в местах выпуска сточных вод.

Основным параметром, который практически всегда устанавливается в ходе непрерывных измерений, является объемный расход сточных вод. Дополнительно в процессе непрерывного мониторинга в потоке сточных вод могут определяться следующие параметры:

pH и электропроводимость;

температура;

мутность.

Выбор в пользу использования непрерывного мониторинга для сбросов зависит от:

ожидаемого воздействия сбросов сточных вод на окружающую среду с учетом особенностей местных условий;

необходимости мониторинга и контроля производительности установки по очистке сточных вод для возможности быстрого реагирования на изменения параметров очищенной воды (при этом, минимальная частота проведения замеров может зависеть от конструкции очистных сооружений и объемов сбросов сточных вод);

наличия и надежности измерительного оборудования и характера сброса сточных вод;

затрат на непрерывные измерения (экономической целесообразности).

Достигнутые экологические выгоды

Контроль эффективности процессов связан с очисткой сбросов в целях проведения анализа о достижимости поставленных экологических целей, а также выявления и устранения возможных аварий и инцидентов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Разработка программы мониторинга на каждом предприятии ведется с учетом специфики производственного процесса, используемого сырья, климатических условий , существующего состояния окружающей среды и т.д.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства.

4.4. Управление водопользованием

Описание

В данном разделе описаны техники, методы и/или совокупность методов, применяемых для снижения и предотвращения сбросов сточных вод.

Техническое описание

Для охраны водных ресурсов от воздействия сточных вод и управления их балансом при процессах очистки сточных вод необходимо выполнение таких мероприятий:

разработка водохозяйственного баланса для предприятий КОС;

внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе;

сокращение водопотребления в технологических процессах;

использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение объемов водопотребления на технологические нужды.

Рациональное использование водных ресурсов.

Снижение количества энергоресурсов, используемых для выдачи сточных вод.

Снижение количества химических реагентов, используемых для дальнейшей очистки сточных вод.

Сокращение объемов или полное исключение сброса сточных вод и концентраций в них загрязняющих веществ.

Снижение биогенной нагрузки на принимающие воды (например, реки, каналы и другие поверхностные водные ресурсы).

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Разработка водохозяйственного баланса с целью управления водопотреблением и водоотведением технологических процессов предусматривает:

возможные изменения режима водопотребления и водоотведения, в увязке с водохозяйственным балансом;

предотвращение истощения и загрязнения водоносных горизонтов и поверхностных водных объектов;

рациональную организацию водопользования с минимальным объемом потребления свежей воды в технологических процессах;

возможность рециркуляции, очистки отработанной воды и повторного ее использования;

учет водохозяйственной обстановки на прилегающих территориях с целью выявления уязвимых компонентов (малых рек и ручьев, водно-болотных угодий и т.д.), зависимости местного населения от местных водных ресурсов.

Система оборотного водоснабжения обеспечивает многократное использование оборотной воды в технологическом процессе. Выбор схем оборотного водоснабжения определяется технологическим процессом, техническими условиями, предъявляемыми к качеству воды. Это позволяет сократить забор воды из природных источников (забор воды необходим только на подпитку системы), сократить объем или полностью исключить сброс сточных вод.

Повторное (последовательное) использование технической воды заключается в употреблении воды, использованной в одном производственном процессе, на другие технологические нужды. Например, вода, нагретая в процессе охлаждения оборудования компрессорной станции, может использоваться в системе отопления или на промывку оборудования перед ремонтом; ливневые сточные воды могут использоваться в процессах пылеподавления, для полива растений, для мойки дорожной техники и т.д. Техника позволяет сократить забор воды из природных источников на технологические нужды.

Применение водосберегающих или безводных технологий, характеризующихся низким потреблением воды либо ее полным отсутствием, что позволяет сократить забор воды из природных источников на технологические нужды. Например, дозированная подача воды в производство, автоматическое отключение воды при остановке технологического процесса, кроме процессов охлаждения оборудования.

Система раздельного сбора сточных вод заключается в разделении потоков сточных вод по степени и видам загрязнений для проведения локальной очистки оптимальным способом, максимального возврата в процесс очищенной воды; снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения. Техника позволяет сократить объем сброса сточных вод в водные объекты.

Кросс-медиа эффекты

Потребность в дополнительных объемах ресурсов и материалов на организацию системы водооборотного потребления воды.

Затраты на мониторинг качества воды и выявление загрязняющих веществ.

Технические соображения, касающиеся применимости

Представленные методы (конструктивные и технические решения) применимы при технической возможности и экономической целесообразности, могут использоваться как по отдельности, так и в совокупности. Есть ограничения, связанные с особенностями технологического процесса, техническими возможностями, конструктивными особенностями производственных объектов, климатическими условиями, качественным составом и объемом сточных вод.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

Рациональное использование водных ресурсов.

Снижение объемов сбросов сточных вод и загрязняющих веществ.

4.5. Управление отходами

Описание

Согласно Экологическому кодексу Республики Казахстан и другим НПА, принятым в Республике Казахстан, все отходы производства и потребления должны собираться, храниться, обезвреживаться, транспортироваться и захораниваться с учетом их воздействия на окружающую среду.

В целях предотвращения загрязнения компонентов природной среды накопление и удаление отходов производится в соответствии с международными стандартами и действующим законодательством Республики Казахстан.

Техническое описание

Обращение с отходами, а также их размещение при проведении запланированных работ должно обеспечивать условия, при которых в случае необходимости временного накопления производственных отходов на промышленной площадке (до момента использования отходов в последующем технологическом процессе или направления на объект для размещения) образующиеся отходы не оказывают вредного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье персонала предприятия.

Достигнутые экологические выгоды

Управление отходами в соответствии с действующим законодательством Республики Казахстан способствует предотвращению загрязнения природной среды, защите здоровья человека и сохранению экосистем.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Система управления отходами заключается в следующем:

идентификация образующихся отходов;

раздельный сбор отходов (сегрегация) в местах их образования с учетом целесообразного объединения видов по степени и уровню их опасности с целью оптимизации дальнейших способов удаления, а также вторичного использования определенных видов отходов;

накопление и временное хранение отходов до целесообразного вывоза;

хранение в маркированных герметичных контейнерах;

сбор отходов на специально отведенных и обустроенных площадках;

транспортировка под строгим контролем с регистрацией движения всех отходов.

Кросс-медиа эффекты

Хранение отходов в контейнерах позволяет предотвратить утечки, уменьшить уровень их воздействия на окружающую среду, а также воздействие погодных условий на состояние отходов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

4.6. Снижение уровней физического воздействия

Описание

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма. Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии.

В настоящее время имеется некоторая информация о причинах и подходах для предотвращения и сведения к минимуму шума и вибрации. Влияние шума на операторов внутри установки не рассматривается в рамках данного документа.

Техническое описание

Новые установки могут характеризоваться низким уровнем шума и вибрации. Надлежащее техническое обслуживание способствует предотвращению разбалансировки оборудования (вентиляторы, насосы). Соединения между оборудованием могут быть сконструированы специальным образом для предотвращения или минимизации передачи шума.

Чтобы снизить уровень шума и предотвратить его распространение на ближайшую территорию, могут быть применены различные технические решения по снижению шума:

реализация стратегии снижения шума;

ограждение шумных операций/агрегатов;

виброизоляция операций/агрегатов;

внутренняя и внешняя обшивка из ударопоглощающего материала;

звукоизоляция зданий для защиты от любых шумных операций, связанных с оборудованием для преобразования материалов;

строительство стен для защиты от шума, например, строительство зданий или естественных барьеров, таких, как растущие деревья и кустарники между охраняемой территорией и "шумной" деятельностью (или "деятельностью, издающей шум");

обшивка воздуховодов и воздуходувок, расположенных в звуконепроницаемых зданиях;

закрытие дверей и окон крытых помещений;

малошумное оборудование, сюда входят малошумные компрессоры, насосы.

Перечисленные меры доступны к применению на действующих, модернизируемых и новых объектах. Если вышеупомянутые технические решения не могут быть применены и если установки, выделяющие шум, невозможно перевести в отдельные здания, применяются вторичные технические решения, такие, как например, строительство зданий или природных барьеров, таких, как растущие деревья и кустарники между селитебной зоной и источником активного шума. Двери и окна защищаемого пространства должны быть плотно закрыты в период эксплуатации шумовыделяющих установок.

Вибрация — это механическое колебательное движение системы с упругими связями. Вибрацию по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) условно подразделяют на местную (локальную), передающуюся на руки работающего, и общую, передающуюся через опорные поверхности на тело человека, в положении сидя или стоя.

Общая вибрация в практике гигиенического нормирования обозначается как вибрация рабочих мест. В производственных условиях нередко имеет место совместное воздействие местной и общей вибрации.

Наиболее действенным средством защиты человека от вибрации является устранение непосредственно его контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации и замены технологических операций.

Снижение неблагоприятного действия вибрации ручных механизированных инструментов на оператора достигается путем технических решений:

уменьшением интенсивности вибрации непосредственно в источнике (за счет конструктивных усовершенствований);

средствами внешней виброзащиты, которые представляют собой упругодемпфирующие материалы и устройства, размещенные между источником вибрации и руками человека-оператора;

виброизоляция производств/агрегатов.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение уровня шума и вибрации помогает улучшить условия труда и минимизировать воздействие на окружающую среду, предотвращая распространение

шума за пределы территории предприятия и уменьшая его влияние на местные экосистемы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение технологий и методов, таких как виброизоляция, использование малошумного оборудования, барьеры и регулярное обслуживание для минимизации шума и вибрации, что способствует снижению их воздействия на окружающую среду и улучшению условий труда.

Кросс-медиа эффекты

Меры по снижению шума и вибрации могут существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

4.7. Запах

Описание

Проблема запаха от очистных сооружений неразрывно связана с эксплуатацией канализационных сетей. Важно решать задачу в комплексе и проводить мероприятия по удалению дурно пахнущих веществ не только на самих очистных сооружениях, но и по минимизации их образования в подводящих сетях.

Техническое описание

Мероприятия, направленные на предотвращение образования и распространения запахов, заключаются в следующем:

надлежащее хранение и обращение с пахучими материалами; тщательное проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание любого оборудования, которое может выделять запахи; сведение к минимуму использования пахучих материалов.

Сокращения образования запахов при сборе и обработке сточных вод и осадков сточных вод можно достичь путем:

сокращения до минимально возможных показателей времени пребывания сточных вод и осадков сточных вод в системах сбора и хранения, в частности, в анаэробных условиях;

использования химических веществ для уничтожения или сокращения образования пахучих веществ (например, окисление или осаждение сероводорода);

оптимизация аэробного разложения (может включать контроль содержания кислорода; надлежащее (частое) обслуживание системы аэрации; использование чистого кислорода; удаление накипи в цистернах);

покрытия или ограждения объектов сбора и обработки сточных вод и осадков сточных вод с целью сбора пахучих отходящих газов для дальнейшей обработки;

обработки выбросов/сбросов за пределами основного производства ("на конце трубы") (может включать биохимическую обработку; окисление при повышенной температуре).

На предприятии В используется технология переработки осадка с выработкой биогаза, позволяющая исключить выделение загрязняющих и дурнопахнущих веществ при их накоплении в иловых картах и размещении в иловых прудах.

С целью снижения или исключения выделения сероводорода и как следствие появления неприятного запаха предусмотрено обезвреживание илового осадка в метантенках, компостирование осадков механической и биологической очистки.

Вышеперечисленные мероприятия позволят улучшить условия жизни населения города и окажут благотворное влияние на здоровье людей, а также на окружающую среду.

Достигнутые экологические выгоды

Комплексные меры по предотвращению запахов приводят к улучшению качества воздуха в районе очистных сооружений, снижению воздействия загрязняющих веществ и улучшению санитарных условий для населения.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Методы минимизации запахов способствуют снижению загрязнения воздуха и улучшению экологической ситуации.

Кросс-медиа эффекты

Меры по предотвращению запахов могут существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник

В данном разделе справочника по НДТ приводится описание существующих техник для конкретной области применения, которые предлагаются для рассмотрения в целях определения НДТ.

При описании техник учитывается оценка преимуществ внедрения НДТ для окружающей среды; приводятся данные об ограничениях в применении НДТ, экономические показатели, характеризующие НДТ; а также иные сведения, имеющие значение для практического применения НДТ.

Основной задачей описываемых в данном разделе методов является достижение минимальных показателей сбросов сточных вод, сокращение количества отходов с применением одной или нескольких техник, в целях комплексного предотвращения загрязнения окружающей среды.

5.1. НДТ, направленные на внедрение систем автоматизированного контроля, диспетчеризации и управления в технологическом процессе

Описание

Автоматизированные системы управления и диспетчеризация играют важную роль в технологическом процессе очистки сточных вод. С их помощью можно мониторить и контролировать различные параметры, такие, как уровень загрязнения воды, расход воды, температура, pH уровень и другие важные характеристики.

Техническое описание

Эти системы включают в себя различные сенсоры и датчики, которые непрерывно отслеживают и контролируют параметры сточных вод, такие, как уровень загрязнения, pH, температура и давление. Полученные данные затем передаются в центр управления , где они обрабатываются и анализируются специализированным программным обеспечением.

Система управления автоматически регулирует работу различных видов оборудования, таких как насосы, фильтры, аэраторы и осажденные емкости, чтобы обеспечить оптимальные условия для процесса очистки. Она также может автоматически запускать и останавливать оборудование в зависимости от текущих условий и требований очистки.

Диспетчерская система позволяет операторам мониторить и контролировать все этапы процесса очистки сточных вод удаленно, с помощью специальных интерфейсов и приложений. Это позволяет оперативно реагировать на любые отклонения от нормы и принимать необходимые меры для их исправления.

Такие технически автоматизированные системы значительно повышают эффективность и надежность процесса очистки сточных вод, сокращая ручной труд и возможные человеческие ошибки. Они также позволяют оптимизировать расход ресурсов, таких как вода, энергия и химикаты и сокращать операционные расходы.

Достигнутые экологические выгоды

Автоматизированные системы управления позволяют эффективно управлять процессом очистки, оптимизировать работу оборудования, улучшать качество очищенной воды и снижать энергопотребление. Диспетчеризация, в свою очередь, обеспечивает удаленное управление и мониторинг систем очистки, что повышает

оперативность реагирования на возможные аварийные ситуации и улучшает общую эффективность процесса очистки сточных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Система позволяет централизованно контролировать и управлять работой оборудования, оптимизировать процессы очистки и быстро реагировать на возможные аварийные ситуации. Это позволяет снизить вероятность отказов и сбоев в работе системы, а также улучшить качество очистки сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости производства. Повышение уровня автоматизации и культуры производства.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Объем (например, уровень детализации) и характер внедрения будет связан с характером, масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

К примеру, в 2018 году на предприятии С внедрена система автоматизации процесса очистки сточных вод в сооружениях биологической очистки на общую сумму 120 млн. теңге. Данная система позволила улучшить технологию очистки сточных вод, а также снизить энергопотребление.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

улучшение экологических показателей;

повышение энергоэффективности;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.2. НДТ, в области энерго- и ресурсосбережения

5.2.1. Применение ЧРП

Описание

ЧРП – это электронное устройство, которое используется для управления скоростью вращения электродвигателя и, следовательно, скоростью рабочего оборудования, такого, как насосы, вентиляторы, компрессоры и другие механические устройства.

В настоящее время ЧРП является оптимальным решением для целей регулирования производительности энергопотребляющего оборудования, при использовании которого обеспечивается наиболее рациональное использование электрической энергии.

Техническое описание

ЧРП представляют собой системы управления, которые позволяют изменять скорость вращения электродвигателя путем изменения частоты подаваемого на него переменного тока. Эти приводы являются ключевым элементом, где требуется точное регулирование скорости, контроль момента и эффективное управление энергопотреблением. На очистных сооружениях большая доля потребления электрической энергии приходится на электрические двигатели насосного оборудования. Внедрение частотных регуляторов для приводов технологических механизмов весьма эффективное решение. При этом требования к диапазону и точности регулирования скорости могут изменяться в широчайших пределах в зависимости от области применения электропривода.

Принцип работы ЧРП заключается в том, что управляющий блок получает команды от оператора или автоматических систем контроля и регулирования и на их основе управляет преобразователем частоты. Преобразователь, в свою очередь, изменяет частоту и напряжение подаваемого на электродвигатель переменного тока, что позволяет регулировать его скорость и момент вращения.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии в процессе очистки сточных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По экспертным оценкам в зависимости от режимов работы оборудования применение ЧРП позволяет снизить расход электроэнергии до 20 %, обеспечивая плавный пуск (снижение пусковых токов), повышая надежность и срок службы электродвигателей.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости процесса очистки сточных вод. Повышение уровня возможности автоматизации и культуры энергосбережения.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Объем и характер внедрения будет связан с масштабом и сложностью установки, а также с ее эффективностью и диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Вопрос установки ЧРП должен индивидуально рассматриваться в каждом отдельном случае, исходя из глубины регулирования технологического процесса и установленных требований.

Применение ЧРП представляет собой одну из очевидных мер повышения энергоэффективности. Однако целесообразность таких мер должна рассматриваться в контексте всей системы, в которой используются двигатели; в противном случае существуют риски: потери потенциальных выгод от оптимизации способа эксплуатации и размера систем и, как следствие, от оптимизации потребностей в электроприводах; потерь энергии в результате применения приводов переменной скорости в неподходящем контексте. Применение ЧРП целесообразно при резко переменной нагрузке в зависимости от технологии, времени суток, нагрузки и т.д.

Наиболее эффективно использовать электродвигатели, оборудованные частотными преобразователями, интегрированные в автоматизированные системы управления технологическими процессами. Это позволит обеспечивать включение и регулировку скорости в зависимости от фактических выбросов. В среднем, применение таких способов регулирования может снижать потребление электроэнергии до 20 %. Применение ЧРП успешно реализуется в Костанай Су.

Экономика

Стоимость ЧРП может значительно варьироваться в зависимости от нескольких факторов, таких, как мощность привода, производитель, модель, функциональные возможности, наличие дополнительных опций и аксессуаров, а также регион, в котором они приобретаются. Однако, ниже для общего представления приведены ориентировочные цены на ЧРП:

маломощные ЧРП (до 5 кВт): цена может варьироваться от нескольких сотен до нескольких тысяч долларов США в зависимости от бренда и функциональных возможностей;

среднемощные ЧРП (5 – 100 кВт): стоимость может начинаться от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч долларов США;

высокомощные ЧРП (более 100 кВт): цена может быть значительно выше и составлять несколько десятков тысяч или даже сотен тысяч долларов США, особенно для специализированных моделей с высокой производительностью и расширенными функциональными возможностями.

В ТОО "Шахтинскводоканал" были успешно внедрены ЧРП для устройств насосного оборудования на общую сумму 5,6 млн. теңге, по итогам верификации экономия энергетических ресурсов в денежном выражении составила 837 тыс. теңге в год.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются :

повышение энергоэффективности;

улучшение экологических показателей;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

5.2.2. Применение энергоэффективных асинхронных электродвигателей

Описание

Применение асинхронных электродвигателей с высоким классом энергоэффективности IE3 и IE4 является ключевым элементом технологического процесса очистки сточных вод, так как они используются в различных установках таких, как аэраторы, насосы, мешалки и миксеры, приводы фильтров, механических скребков и конвейеров.

Техническое описание

Электродвигатели с высоким классом энергоэффективности IE3 и IE4 представляют собой специальные типы электродвигателей, которые были разработаны с целью минимизации потерь энергии и максимизации КПД.

Электродвигатели преобразуют электрическую энергию в механическую. В процессе преобразования энергии часть ее теряется в виде тепла. Величина такой потери определяется энергетическими показателями двигателя. Применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет существенно снизить потребление электрической энергии.

Основным показателем энергоэффективности электродвигателя является КПД.

$h=P2/P1=1 – DP/P1$,

где:

P2 – полезная мощность на валу электродвигателя;

P1 – активная мощность, потребляемая электродвигателем из сети;

DP – суммарные потери в электродвигателе.

Соответственно, чем выше КПД, тем меньше потери и меньше энергии потребляет электродвигатель для выполнения той же работы.

Электродвигатели с высоким классом энергоэффективности обладают рядом характеристик, которые делают их более эффективными и экономичными по сравнению с обычными электродвигателями. Основные технические преимущества энергоэффективных двигателей описаны ниже.

Высокий КПД: электродвигатели с высоким классом энергоэффективности имеют высокий КПД, который может превышать 90 %. Это означает, что они преобразуют более 90 % подаваемой электроэнергии в механическую энергию.

Класс энергоэффективности: такие электродвигатели соответствуют стандартам энергоэффективности, таким, как классы IE1, IE2, IE3 или IE4 в соответствии с международными стандартами Международной электротехнической комиссии.

Высокая степень изоляции: электродвигатели с высоким классом энергоэффективности имеют улучшенную систему изоляции, что повышает их надежность и долговечность.

Низкие потери: такие электродвигатели имеют минимальные потери в виде тепла, что способствует снижению энергопотребления и повышает эффективность системы в целом.

Высокие степени защиты: многие модели обеспечивают высокие степени защиты от внешних воздействий, такие, как пыль, влага, коррозия и т.д.

Использование современных технологий управления: многие электродвигатели снабжены современными технологиями управления, такими, как частотные преобразователи, что позволяет им работать наиболее эффективно в различных режимах и условиях.

Эти характеристики делают электродвигатели с высоким классом энергоэффективности предпочтительным выбором для организаций и предприятий, стремящихся к сокращению расходов на энергию и снижению воздействия на окружающую среду.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии в процессе очистки сточных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Согласно данным заключения энергоаудита в зависимости от режимов работы оборудования применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет снизить потребление электроэнергии в пределах 1,5 – 5,0 %, повысить срок службы электродвигателей.

Замена существующих электродвигателей на энергоэффективные представляет собой одну из очевидных мер повышения энергоэффективности и успешно применяются на предприятиях Республики Казахстан.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости очистки сточных вод и повышение срока службы электродвигателя.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Электродвигатели с высоким классом энергоэффективности IE3 и IE4 могут использоваться в различных сооружениях по очистке сточных вод. Данная технология

общеприменима. Объем и характер внедрения будет связан с программой модернизации предприятия и заменой выходящих из строя установленных на предприятии электродвигателей.

Экономика

Применение электродвигателей с высоким классом эффективности позволяет снизить расход электроэнергии на преобразование электрической энергии в механическую, при этом срок окупаемости таких электродвигателей может составлять от 1 года до 7 лет.

Стоимость электродвигателей с классом энергоэффективности IE3 и IE4 может варьироваться в зависимости от нескольких факторов, таких, как мощность двигателя, производитель, страна производства, уровень энергетической эффективности, дополнительные функции и технические характеристики.

Примерные диапазоны цен для различных типов электродвигателей представлены ниже:

маломощные (до 1 кВт) однофазные и трехфазные электродвигатели, их стоимость варьируется от нескольких десятков до нескольких сотен долларов США;

средней мощности (1 кВт – 100 кВт) трехфазные электродвигатели можно приобрести от нескольких сотен до нескольких тысяч долларов США;

большой мощности (более 100 кВт) трехфазные электродвигатели, цены которых варьируются от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч долларов США.

Цены могут также изменяться в зависимости от региональных особенностей, доступности местных поставщиков и валютных курсов. Также стоит учитывать дополнительные расходы на транспортировку и установку, которые могут варьироваться в зависимости от конкретных условий. В целом, электродвигатели с высоким классом энергоэффективности IE3 и IE4 могут иметь более высокую начальную стоимость по сравнению с менее эффективными моделями, но окупаются в короткие сроки за счет экономии на энергии и более низких эксплуатационных расходов в течение срока службы.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются повышение энергоэффективности и дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

В целом, внедрение электродвигателей с высоким классом энергоэффективности является выгодным и важным шагом для компаний, стремящихся к улучшению своей конкурентоспособности, сокращению расходов и снижению воздействия на окружающую среду.

5.2.3. Применение энергоэффективного насосного оборудования

Описание

Энергоэффективный насос — это устройство, которое используется для перемещения жидкостей с меньшим потреблением электроэнергии, преобразуя механическую энергию в жидкостях в гидравлическую энергию. Применение энергоэффективного насосного оборудования играет ключевую роль в процессах очистки сточных вод.

Техническое описание

Энергоэффективные насосы используют передовые технологии, такие, как эффективные двигатели, специальные формы лопастей и улучшенные материалы, чтобы уменьшить потери энергии и повысить производительность. Многие энергоэффективные насосы оснащены системами управления скоростью и давлением, которые регулируются в зависимости от потребностей процесса. Это позволяет сократить потребление энергии во время периодов низкой загрузки. Благодаря своей эффективности, энергоэффективные насосы потребляют меньше электроэнергии, что приводит к сокращению операционных расходов и экономии денег на длительном сроке. Меньшее потребление энергии также снижает выбросы углекислого газа и других вредных веществ, способствуя более чистой и экологически безопасной работе системы.

В целом, энергоэффективные насосы представляют собой важное средство для эффективной работы систем очистки сточных вод, помогая снизить затраты и сохранить энергию, что важно для окружающей среды и бизнеса.

Техническое описание применения энергоэффективного насосного оборудования в контексте очистки сточных вод может выглядеть следующим образом.

Энергоэффективные насосы устанавливаются в насосных станциях, которые являются частью системы очистки сточных вод. Насосное оборудование используется для подъема сточных вод из коллекторов или колодцев в систему очистки. Это может включать в себя подъем стоков из канализационной сети или отстойников. В рамках процесса очистки сточных вод энергоэффективные насосы могут использоваться в различных этапах, таких, как механическая фильтрация, биологическая обработка, химическая очистка и т.д. При очистке сточных вод роль насоса направлена на перемещение сточных вод через различные уровни очистки.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение экологических показателей за счет повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения расходов электроэнергии в процессе очистки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Одним из ключевых эксплуатационных параметров при применении энергоэффективного насосного оборудования является потребление электроэнергии. В

среднем энергоэффективные насосы потребляют на 15 – 20 % меньше энергии по сравнению с обычными насосами. Энергоэффективные насосы имеют более высокий КПД, долгий срок службы и высокую надежность.

Кросс-медиа эффекты

Снижение энергоемкости очистки сточных вод, долгий срок службы и высокая надежность.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Энергоэффективные насосы могут использоваться в различных сооружениях по очистке сточных вод. Важно, чтобы насосное оборудование соответствовало установленным нормативам и стандартам безопасности для водоохраны и обработки сточных вод.

Экономика

Стоимость энергоэффективного насосного оборудования может существенно варьироваться в зависимости от нескольких факторов, включая тип насоса, его производителя, модель, технические характеристики и комплектацию. Кроме того, стоимость может также зависеть от рыночной конъюнктуры и локальных условий.

В целом, энергоэффективные насосы обычно имеют более высокую цену при покупке по сравнению с неэффективными аналогами из-за использования передовых технологий и материалов. Однако они могут обеспечить более низкие эксплуатационные расходы за счет меньшего потребления электроэнергии.

Для точной оценки стоимости насосного оборудования рекомендуется обращаться к поставщикам или производителям конкретных моделей и проводить сравнительный анализ стоимости и характеристик различных вариантов. Также стоит учитывать потенциальную экономию на эксплуатационных расходах и возможные финансовые инструменты или льготы, которые могут быть доступны для инвестиций в энергоэффективное оборудование.

К примеру, в 2018 году на ГКП на ПХВ "Астана су арнасы" было установлено насосное оборудование мощностью 0,4 кВт в количестве 43 единиц. Общий объем инвестиций составил 58,5 млн. теңге, а ежегодная экономия энергетических ресурсов – 8,6 млн. теңге.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются повышение энергоэффективности и дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат.

5.2.4. Внедрение энергоэффективной системы аэрации

Описание

Система энергоэффективной аэрации представляет собой технологическое решение, направленное на оптимизацию потребления энергии в процессе аэрации воды, обеспечивая при этом эффективность и высокое качество очистки.

Техническое описание

Внедрение энергоэффективных систем аэрации представляет собой процесс установки и использования технологических решений для оптимизации потребления энергии при проведении аэрации воды. Системы аэрации при очистке сточных вод помогают ускорить процессы биологического разложения загрязнений и обеспечивают высокую эффективность очистки.

Экологически безопасный метод биологической очистки заключается в искусственном насыщении сточной жидкости, поступающей в резервуары-аэротенки для окисления и разрушения содержащейся в ней органики воздухом. Используется, как правило, при работе на канализационных искусственных очистных сооружениях.

Аэрационная система представляет собой сеть распределительных трубопроводов (воздуховодов), по которым подается сжатый воздух от нагнетательных аппаратов.

К воздуховодам тем или иным способом подсоединяются аэраторы, состоящие из диспергирующего покрытия и поддерживающего каркаса. Для некоторых типов аэраторов таким поддерживающим каркасом является сам воздуховод или его элементы. Аэраторы взаимозаменяемы, легко и быстро монтируются и адаптируются к существующим системам подачи воздуха и конструкциям аэротенков. Они поставляются в виде отдельных элементов с монтажными и крепежными деталями, крайне просто собираются в системы любой длины и конфигурации, благодаря концевым резьбовым соединениям, являются полностью взаимозаменяемыми и, вследствие этого, не требуют сортировки и подгонки обслуживающим персоналом. В качестве материала воздуховода и диспергирующего покрытия используются синтетические полимерные материалы.

Системы энергоэффективной аэрации оснащены устройствами для точного регулирования расхода воздуха в зависимости от конкретных условий очистки и требований к кислороду. Системы энергоэффективной аэрации оборудованы интеллектуальными режимами управления, которые адаптируют работу аэраторов в реальном времени на основе данных о качестве воды, объеме сточных вод и других факторов.

Новые компоненты необходимо интегрировать в существующие очистные сооружения, провести работы по настройке системы и обучению персонала для обеспечения оптимальной работы и обслуживания нового оборудования.

Достигнутые экологические выгоды

Целью системы энергоэффективной аэрации является не только обеспечение оптимальных условий для процесса очистки воды, но и сокращение затрат на энергию и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Если рассматривать достаточно благополучные по энергопотреблению станции, то на современном уровне развития технологий подотрасль располагает значительным резервом сокращения энергопотребления относительно существующего уровня.

Российской компанией успешно реализован проект по совершенствованию аэрационных систем на новом блоке Люберецких очистных сооружений системы канализации Москвы. В рамках проекта были заменены аэраторы, ранее проявившие себя с положительной стороны на других блоках московских очистных сооружений, что позволило повысить на 30 % эффективность использования кислорода, увеличить надежность работы блока, очищающего около 500 тыс. $м^3$/сут. сточных вод. Результаты прямых замеров показателя энергоэффективности аэрации составили 2,3 кг/кВтч против 4,8 кг/кВтч до модернизации системы. Данный показатель представляет собой отношение количества кислорода, поставленного в систему аэрации, к затраченной на это электроэнергии. Это показатель, который позволяет оценить эффективность использования энергии в процессе аэрации для обеспечения оптимальных условий для биологической очистки сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Повышение энергетической эффективности путем сокращения энергозатрат и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Система аэрации также может быть интегрирована с другими процессами очистки, такими как фильтрация или осаждение, для достижения более эффективного и полного удаления загрязнений из сточных вод.

Экономика

Аэрация сточных вод – энергозатратный процесс, требующий 50 – 90 % от общей мощности очистных сооружений. Модернизация основных энергопотребляющих устройств процесса аэрации позволит снизить удельные показатели расхода электрической энергии на очистку сточных вод более чем на 15 % [20]. Это достигается благодаря замене старого оборудования на современные технологии, которые обеспечивают более эффективное перемешивание и насыщение воды кислородом, а также снижению сопротивления в трубопроводах и системах подачи воздуха.

В целом, внедрение энергоэффективной системы аэрации может принести значительные экономические выгоды в виде сокращения затрат на эксплуатацию и обслуживание, повышения производительности, снижения негативного воздействия на

окружающую среду и дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются законодательные требования в области экологии, энергосбережения и повышения энергоэффективности.

5.3. НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов сточных вод

В большинстве случаев при очистке сточных вод требуется использование комбинации двух и более способов. Методы выбирают исходя из состава загрязнений, требуемой степени очистки, грунтовых условий, пропускной способности очистной станции.

5.3.1. НДТ при механической очистке

Механическая очистка сточных вод применяется для предварительной очистки стоков от крупного мусора, твердых минеральных и органических примесей, для подготовки сточной воды к дальнейшим ступеням очистки. Этот метод используют в качестве первой ступени перед этапами биологической и/или физико-химической очистки. А также обязательно применяют для подготовки воды к процессу обратного осмоса. Правильно подобранное под характеристики исходных водных стоков оборудование увеличивает эффективность всего комплекса сооружений для механической очистки.

5.3.1.1. Процеживание

Описание

Процеживание применяют для выделения крупного мусора, твердых нерастворимых минеральных и органических (растительного, животного, искусственного происхождения) примесей. Это самый простой метод очистки стоков. Жидкость протекает по решеткам и ситам, которые монтируются перед отстойником. Здесь улавливаются крупные включения и взвешенные частицы.

Техническое описание

Существует большое разнообразие разнообразных сеток, решеток, сит, но все они используют похожие принципы, либо комбинируют их.

По своему конструктивному решению решетки бывают: со стержнями прямоугольной формы (неподвижные решетки, представляют собой ряд параллельных металлических стержней прямоугольной формы, закрепленных в раме), решетки-дробилки, ступенчатые самоочищающиеся, шнековые.

Очистка решетки при количестве загрязнений 0,1 м³/сут. и более должна быть механизированной. Ручная очистка решетки осуществляется с помощью граблей,

механизированная — с помощью механических грабель или самоочисткой (ступенчатые, шнековые).

Решетки предназначены для отделения крупных фракций от основной массы стоков . Они позволяют удалить крупные отходы, как плавающие, так и осаждающиеся. Степень очищения жидкой среды определяется такими параметрами, как величина зазоров, форма элементов решетки, характер подачи жидкости: напором или самотеком .

При больших объемах очистки, а также для стоков с большим числом загрязняющих элементов используются решетки со специальными приспособлениями, позволяющими механически выполнять выгрузку накопившихся загрязнений. Такое усовершенствование повышает эффективность процесса, уменьшает время, затрачиваемое на обслуживание, позволяет уменьшить период простоя оборудования.

Величина зазоров определяет качество очистки на начальном этапе, затем на решетке скапливается слой, который в свою очередь тоже фильтрует воду, задерживая загрязнения меньшего размера и улучшая очистку.

Решетки грубой очистки, являющиеся первой установкой очистки, защищают оборудование очистной станции от повреждений, таких, как засорение труб, насосов и диффузоров для аэрации песка. Тонкие сита все чаще используются на очистных сооружениях для дополнительного удаления мусора.

Эффект улавливания мусора на решетке зависит от расстояния между стержнями, а также от размера, конфигурации и количества мусора. Если расстояние между стержнями достаточно мало, органические вещества, которые следует обрабатывать в последующих процессах, будут захвачены и удалены; если зазоры слишком большие, большая часть мусора не будет захвачена и вызовет затруднения ниже по течению.

Решетки грубой очистки состоят из параллельных прямоугольных или круглых стальных прутков с шагом 50 – 150 мм, устанавливаемых в канале. Стержни имеют наклон от 30 до 45 ° от вертикали. Решетки очищают вручную или механически с помощью прочных стальных граблей. В некоторых многоканальных установках используется одна грабля, установленная на передвижном мосту, который перемещается от канала к каналу.

Реечные решетки тонкой очистки имеют аналогичную конструкцию за исключением того, что у них меньше расстояние между стержнями, которое обычно 18,75 – 50 мм. Обычно устанавливаются в канал под углом от 15 до 30 °С от вертикали и снабжены механическими граблями для очистки. Решетчатый экран обычно располагается для облегчения работы механизма сгребания.

Скопившийся на решетках (или сетках) мусор удаляется через соответствующие промежутки времени с использованием ручных или автоматических средств. Скорость

уборки зависит от многих переменных, включая тип системы сбора (раздельная или комбинированная), суточный поток, состояние системы сбора и сезонные факторы (например, осенние листья).

Барабанные решетки (сита) объединяют в себе сразу несколько функций — задержание, промывку и выгрузку отходов, обеспечивая тем самым значительную экономию установочных площадей. Благодаря различной ширине прозоров и типоразмеру (диаметр барабана до 300 мм) можно подобрать требующуюся производительность решетки. Корпус решетки устанавливается на ножки нужной длины.

При использовании барабанного сита нет необходимости устраивать каналы с механическими решетками, поскольку они занимают значительно меньшую площадь и их можно размещать в помещении со стесненными условиями.

Для очистки полотна от трудноудаляемых загрязнений предусмотрена дополнительная промывка барабана горячей или холодной водой из форсунок. Вода для промывки подается через промывочный штуцер внутрь барабана под давлением 2 – 4 бар.

Вертикальные шнековые решетки для механической очистки сточных вод объединяют в себе сразу несколько функций — задержание, промывку, обезвоживание и выгрузку отходов, обеспечивая тем самым значительную экономию установочных площадей. Благодаря различной ширине прозоров и диаметру перфорации и типоразмеру (диаметр барабана до 700 мм) можно подобрать требующуюся производительность решетки. Шнековая решетка предназначена для извлечения из производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод средних и мелких отбросов с последующей их промывкой, отжимом и транспортированием в мусоросборник. Вертикальная шнековая решетка предназначена для установки в условиях ограниченного пространства и перемещения отбросов на высоту до 6 м.

При этом в зависимости от ее проходных отверстий удерживаются находящиеся в стоках плавающие, оседающие и взвешенные вещества. Задержанный мусор подается в закрытую подъемную трубу. Выгружной шнек транспортирует, обезвоживает (до 45 % сухого вещества), уплотняет мусор и сбрасывает его в подставленный контейнер.

Грабельная решетка для очистки сточных вод устанавливается на КНС, в цехах механической очистки. Грабельная решетка используется для механического извлечения крупных и средних отбросов из стоков с целью обеспечения бесперебойной работы оборудования на последующих этапах очистки.

Грабельная решетка задерживает и извлекает из сточных вод загрязнения, превышающие размером прозоры фильтрующего полотна. Эти загрязнения периодически снимаются с фильтрующего полотна граблиной, которая перемещает их

к верхнему краю рамы. Далее загрязнения снимаются с граблины при помощи сбрасывателя и по склизу попадают на транспортирующее устройство или в мусороприемник.

Крючковые решетки для механической очистки сточных вод представляют собой движущееся бесконечное фильтрующее полотно, образованное съемными наборами крючков из пластика, установленное на раму.

Прямоугольная рама состоит из двух продольных бортов, соединенных поперечными балками. Вдоль продольных бортов решетки по полимерным направляющим перемещается фильтрующее полотно, которое приводится в движение вращением вала с ведущими звездочками, расположенного в верхней части решетки. Вал, в свою очередь, приводится в движение мотор-редуктором. Предусмотрена возможность регулировки натяжения фильтрующего полотна.

Крючковая решетка задерживает из сточных вод загрязнения, превышающие размером прозоры фильтрующего полотна. Эти загрязнения крючками перемещаются вверх до линии сброса и по склизу попадают на транспортирующее устройство или в мусороприемник. Очистка фильтрующего полотна после сброса отходов сначала осуществляется промывной водой из форсунок, а затем вращающимися щеточными скребками. Кроме того, предыдущий ряд крючков дополнительно очищает последующий в момент их переворота. Интервалы между включениями зависят от используемой схемы автоматизации работы решеток.

Ступенчатые решетки тонкой механической очистки предназначены для первичной подготовки сточных вод перед подачей на очистные сооружения. С их помощью из потока извлекаются крупные включения и различные волокнистые отходы, что позволяет производить дальнейшую водоочистку более эффективно и приводит к уменьшению затрат на ремонт оборудования, установленного за решетками в технологической линии дальнейшей очистки сточных вод.

Принцип работы ступенчатых решеток состоит в процеживании сточных вод через пакеты ступенчатых неподвижных пластин, которые закреплены на решетке, и подвижных, совершающих плоскопараллельное вращение относительно неподвижных. За счет движения пластин твердые частицы поднимаются с одной ступени на другую, достигая таким образом верхней части решетки, откуда идут на сброс и дальнейшую транспортировку.

Работа ступенчатой решетки обычно осуществляется в циклическом режиме, но она может работать и непрерывно. Продолжительность цикла работы ступенчатой решетки зависит от расхода сточных вод и состава содержащихся в них загрязнений. Задержанные на решетках загрязнения собираются в контейнеры и периодически направляются на утилизацию.

Шнековые решетки с зоной уплотнения или исполнения в резервуаре объединяют в себе сразу несколько функций — задержание, промывку, обезвоживание и выгрузку

отходов, обеспечивая тем самым значительную экономию установочных площадей. Благодаря различной ширине прозоров и диаметру перфорации и типоразмеру (диаметр барабана до 900 мм) можно подобрать требующуюся производительность решетки. Установка изготавливается целиком из нержавеющей стали.

Решетка монтируется непосредственно в канал или устанавливается в резервуаре. Поток сточной воды проходит сквозь ее щелевую или перфорированную поверхность. При этом в зависимости от ее проходных отверстий удерживаются находящиеся в стоках плавающие, оседающие и взвешенные вещества. Ковер из задержанных отбросов, покрывающий внутреннюю поверхность решетки, создает дополнительное фильтрующее действие, при котором задерживаются частицы более мелкие, чем прозор решетки. Если в результате налипания материала на ее поверхность вода поднимается перед решеткой до определенного уровня (перепад уровней), установка включается. Поверхность решетки очищается безосевой шнековой спиралью из нержавеющей стали . По краям канта шнека расположены износостойкие щетки, дополнительно очищающие барабан решетки.

В случае необходимости (например, при высокой доле фекального ила), шнековая спираль промывается от органики чистящими форсунками. Задержанный мусор подается в закрытую подъемную трубу. Выгружной шнек транспортирует, обезвоживает (до 45 % сухого вещества), уплотняет мусор и сбрасывает его в подставленный контейнер или отводящий транспортер.

Достигнутые экологические выгоды

Сооружения механической очистки позволяют удалить из сточных вод до 60 % нерастворимых веществ.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Важнейшим преимуществом принципа процеживания является гарантированная способность улавливать и задерживать крупные, грубые примеси из сточных вод, поступающих на очистные сооружения.

Основные преимущества:

невысокие капитальные и эксплуатационные расходы;

простота монтажа, эксплуатации и технического обслуживания;

поставка в заводской готовности;

простая конструкция обуславливает надежность устройства и стабильность его работы;

отсутствие энергозатрат.

Кросс-медиа эффекты

Если оборудование для процеживания выйдет из строя, другие последующие процессы обработки также могут выйти из строя.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Снижение сбросов взвешенных веществ в сточных водах.

5.3.1.2. Удаление оседающих грубых примесей (песка)

Описание

Для предотвращения оседания песка в последующих конструкциях, что может нарушить их функциональность, осуществляется его отделение от других материалов. Если песок не удаляется на ранних этапах, он может осесть в первичных отстойниках или в сооружениях биологической очистки. Для этого применяют специальные устройства, такие, как песколовки, которые задерживают песок.

Техническое описание

Хорошо задерживают загрязняющие вещества песколовки – это основное оборудование для извлечения минеральных частиц. В силу гравитации плотность этих соединений заставляет их оседать на дно. Песколовки, установленные в горизонтальном положении, состоят из 2 элементов: пропускающих жидкость и предназначенных для сбора осевших частиц. Качественное устройство позволяет проводить очистку с максимальной эффективностью в 75 %.

Взвеси в данном случае устраняются почти до 60 % под воздействием силы тяжести и твердые фракции оседают на дно и формируют слой ила. Но декантация может проходить более продуктивно и быстро, если применять декантеры пластинчатого типа . Кроме того, важна скорость оседания примесей в песколовках: вода не должна пропускаться медленно, поскольку на дно упадут самые мелкие элементы. Оптимальная скорость движения стоков – от 16 до 30 см в секунду. Эти устройства время от времени нуждаются в очистке, и для этого используют гидроэлеватор или насос.

Все песколовки объединены одним принципом работы – вне зависимости от типа модели песок осаждается под действием гравитационных сил. Устройства различаются конструкцией и характером перемещения водного потока в резервуаре.

Можно выделить 3 основные категории пескоотделителей:

горизонтальные – с круговым или прямолинейным движением потока;

вертикальные – с перемещением потока снизу вверх;

устройства с винтовым (поступательно-вращательным) движением струи.

Среди последних, в свою очередь, есть тангенциальные и аэрируемые – в зависимости от способа создания винтового движения.

Самая простая горизонтальная песколовка – щелевая. Песок продвигается в основном в нижней части коллектора и при небольшом уменьшении скорости потока более тяжелые частицы проваливаются вниз, в поперечные щели.

Под щелями расположены бункеры для сбора осадка. Эффективность устройств невысока (не больше 20 %), поэтому они находят применение там, где расход не превышает 5 – 100 $м^3$/ч.

Вертикальные. Рабочая емкость представляет собой вертикальный цилиндр. Вода подается у основания резервуара и направляется снизу вверх. Чтобы минеральные примеси выпадали в осадок, скорость восходящего потока должна быть меньше гидравлической крупности частиц улавливаемого песка.

Загрязнения собираются в конусном отсеке устройства, а водные массы отводятся с помощью кольцевого лотка.

Вертикальные песколовки обладают внушительными габаритами, способны накопить большие объемы осадка, поэтому их применяют на больших станциях очистки поверхностных вод. В автономных системах громоздкие устройства использовать неудобно.

Горизонтальные. Поток сточных вод в горизонтальных песколовках перемещается параллельно земной поверхности. Конструкции с круговым движением потока – наиболее распространенные устройства для отделения песка из сточных вод. По сравнению с похожими моделями с поступательной подачей воды и аналогичной производительностью они более экономичны.

Горизонтальные уловители песка с прямолинейной струей целесообразно использовать при объемах сброса < 10 000 $м^3$/сут., аппараты с круговым движением наиболее эффективны для очистки сбросов до 70 000 $м^3$/сут.

В поперечном сечении аппарата с круговым течением воды проточная часть в верхней половине прямоугольная, а в нижней – треугольная, со щелью внизу. Такая конструкция позволяет транспортировать осадок через щель в осадочный конус песколовки.

Песок перемещается к бункеру специальными приспособлениями – щетками. В это время происходит частичное удаление органики. Для выгрузки осадка устанавливается гидроэлеватор.

Тангенциальные. Если сточные воды характеризуются устойчивой высокой концентрацией взвешенных веществ, наиболее эффективен тангенциальный пескоотделитель. Принцип работы основан на центробежной силе, действующей на примеси во вращающемся винтовым образом потоке жидкости.

Вода направляется в вертикальный резервуар по касательной – под острым углом к стенке корпуса. Скорость струи достаточно низкая, чтобы минеральные загрязнения

успели осесть на дно песколовки. Ил и песчаная взвесь удаляются насосами – осадок взмучивается компрессором, затем насыщенная песком взвесь выкачивается наружу.

Тангенциальные песколовки отличаются от других моделей круглой формой, часто имеют форму цилиндра. Применяются при объемах сточных вод до 50 000 $м^3$/сут.

Аэрируемые. Аэрируемые пескоуловители имеют более сложную конструкцию – оснащены постоянно действующими аэраторами, гидромеханической системой смыва осадка в бункер, гидроэлеваторами, песковым блоком, задвижками и затворами. Отличаются удлиненной конструкцией, напоминающей параллелепипед, и поперечным сечением, близким к эллиптическому

Днище песколовки имеет уклон в сторону лотка. Вдоль одной из стенок установлен аэратор – труба с небольшими отверстиями, через которые подается воздух. Аэратор монтируется в 0,5 м от дна.

Поток сточных вод подвергается постоянной аэрации, в результате чего потоку задается вращательное движение. Концентрация осадка происходит в лотке, расположенном вдоль продольной стенки конструкции.

Аэрируемые песколовки наиболее эффективны при объеме стоков до 10 000 $м^3$/сут., осаждая до 90 % минеральных примесей.

Оборудование может работать без остановки на техническое обслуживание, с непрерывным извлечением осадка, используется на крупных очистных сооружениях. Установки применимы не только для очистки стоков, но и для получения песка в промышленных масштабах. В этом случае комплекс оборудуется приспособлениями для фракционного разделения песка, его промывки, хранения, погрузки и транспортировки.

Аэрируемые песколовки также применяются для извлечения всплывающих примесей – пленок жиров, масел, нефтепродуктов. Для удаления подобных загрязнений установка оснащается специальным отделением с периодически погружаемым бункером и отводящим трубопроводом.

Песколовки с аэрацией могут использоваться в качестве преаэраторов для подготовки к обработке сильнозагрязненных стоков при концентрации взвешенных веществ > 300 мг/л. Преаэраторы увеличивают эффективность задержания примесей в отстойниках на 10 – 15 %.

Песколовки рассчитываются на такую скорость, при которой выпадают самые тяжелые минеральные загрязнения. Скорость воды в горизонтальном устройстве должна быть не > 0,3 и не < 0,1 м/сек.

В вертикальных аппаратах вода движется снизу вверх, а песок, увлекаемый силой гравитации, падает в обратном направлении. Наиболее эффективные границы скорости струи – 0,02 – 0,05 м/сек.

Качество осаждения примесей зависит от состава песка, формы песчинок, особенностей перемещения водной струи в различных частях песколовки (обычно поток движется неравномерно).

Обычно входной патрубок в устройстве делают широким, соразмерным параметрам рабочего резервуара, а выходной патрубок – узким, соответствующим диаметру трубы. Чтобы изменение движения струи при входе и выходе было плавным, вход в емкость постепенно расширяется, а выход – постепенно сужается.

Достигнутые экологические выгоды

Удаление песка на ранних этапах позволяет предотвратить его оседание в более глубоких структурах очистки сточных вод, таких, как отстойники и биологические сооружения, что способствует повышению эффективности и экологической чистоты процесса очистки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Эксплуатационные данные показывают, что системы с песколовками требуют минимального обслуживания и обеспечивают стабильную производительность на протяжении длительного периода времени.

Кросс-медиа эффекты

Эксплуатация песколовок также снижает потребность в использовании химических веществ для очистки сточных вод, что в свою очередь уменьшает риск загрязнения водных и сухопутных экосистем.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Песколовки являются широко используемым и эффективным решением для удаления песка из сточных вод в различных отраслях, включая промышленность и городские системы очистки сточных вод.

Экономика

Использование песколовок может снизить затраты на обслуживание и ремонт оборудования для очистки сточных вод за счет предотвращения повреждений, вызванных оседанием песка в более глубоких частях системы очистки. Кроме того, улучшение эффективности процесса очистки может привести к экономии на операционных расходах. В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.1.3. Отстаивание

Описание

Отстаивание является наиболее простым и часто применяемым в практике способом выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, которые под

действием гравитационной силы оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. Первичными называются отстойники перед сооружениями для биологической очистки сточных вод; вторичными – отстойники, устраиваемые для осветления сточных вод, прошедших биологическую очистку.

Техническое описание

Специальные отстойные резервуары, которые по своему расположению делятся на вертикальные, горизонтальные и радиальные. Применяемые аппараты предназначены для первичного либо вторичного очищения, поэтому они устанавливаются перед главным сооружением либо за ним.

Отстойники. Принцип работы основан на разнице плотностей компонентов сточных вод. Находясь в подготовленных баках, отходы расслаиваются под действием гравитации. Вода поступает в верхнюю часть, а затем движется вниз по системе трубопроводов. Направление движения меняется за счет дополнительных препятствий, на каждом из которых происходит разделение воды и загрязняющих ее частиц. Выгрузка предусмотрена из нижней части. Технология является высокоэффективной, однако требует много времени и выделения больших площадей под постройку сооружений очистки.

По характеру своей работы отстойники подразделяются на контактные (периодического действия) и проточные (непрерывного действия).

По своему месту в технологической схеме процессов водоочистки отстойники подразделяются на первичные (осветление сточной воды), вторичные (отстаивание воды после биологической очистки) и третичные (для доочистки). Также выделяются илоуплотнители и осадкоуплотнители.

Конструктивная схема отстойника определяется направлением потока воды через него. Различают вертикальные, горизонтальные, радиальные и наклонные тонкослойные отстойники. Последние подразделяются по схеме движения осадка на прямоточные, противоточные и перекрестные.

Неотъемлемой частью отстойника является устройство удаления выпавшего осадка (скребковые механизмы, илососы, гидросмывы) или всплывших загрязнений (скребковые механизмы).

Первичное осветление сточной воды. Первичные отстойники предназначены для выделения взвешенных грубодиспергированных примесей, образующих суспензию, и располагаются в технологической схеме процессов водоочистки сразу после песколовок.

Работа первичных отстойников оценивается по содержанию взвешенных и оседающих веществ в осветленной воде, а также влажности выгружаемого осадка. Осадок первичных отстойников – студенистая суспензия серого или светло-коричневого цвета, довольно легко загнивает, издавая неприятный запах, и становится при этом темно-серого или черного цвета.

Вертикальные отстойники. Вертикальные отстойники используются для отстаивания бытовых стоков с пропускной способностью не выше 25 тыс. $м^3$/сутки. По конструктивному исполнению вертикальные отстойники представляют собой цилиндрические емкости с диаметром основания от 3 до 10 м и конической формой днища для сбора осадка. Различают также ячейковые отстойники квадратной формы (с размерами стороны от 12 до 14 метров). Донная часть таких отстойников представляет собой конструкцию из четырех пирамидальных приемников ила с индивидуальным сливом осадка (отдельно для каждого приемника).

Различие в конструкции отстойников заключается в расположении входных и отводящих устройств и, следовательно, величины их пропускной способности. Последняя зависит не только от геометрической формы отстойника, но и от коэффициента полноты использования объема.

Горизонтальные отстойники. Горизонтальные отстойники применяются на станциях по очистке сточных вод, имеющих пропускную способность более 15 тыс. $м^3$/ сутки.

Наиболее распространенными являются отстойники с прямоугольной формой. В начале таких отстойников устраиваются иловые приямки в 1 – 2 ряда. Также в сооружении устанавливаются скребковые механизмы, часто тележечного или ленточного типа, которые перемещают осадок к иловым приямкам. Из них осадок удаляется с помощью насосов, гидроэлеваторов, грейферов или под действием гидростатического напора. Легкий осадок, такой, например, как активный ил, удаляется без сгребания эрлифтными установками.

Впускные и выпускные устройства выполняются таким образом, чтобы поток воды равномерно распределялся по всей площади живого сечения отстойника. Вода впускается через свободный водослив, расположенный во фронтальной части отстойника. При этом устраивается направляющая полупогружная перегородка в начале резервуара. Отвод воды осуществляется через водосборные лотки, установленные в торце отстойника. Перед лотками устраиваются полупогружные стенки, которые задерживают всплывающие загрязнители.

Проточная часть отстойника имеет глубину 1,5 – 4 м, длина – больше глубины в 8 – 12 раз (или в 20 раз при работе с производственными сточными водами). Ширина отстойника зависит от того, каким способом удаляется осадок и составляет обычно 6 – 9 м. На станциях биологической очистки ширина отстойника рассчитывается в зависимости от ширины аэротенка. Днище резервуара должно иметь уклон к приямку как минимум 0,005. При расчетах высоту нейтрального слоя над поверхностью осадка принимают равной 0,3 м, для вторичных отстойников учитывают глубину слоя ила, равную 0,3 – 0,5 м. Скорость потока сточных вод считается равной 5 – 10 мм/с.

Радиальные отстойники. Радиальные отстойники являются разновидностью вертикальных отстойников. Они применяются для осветления сточных вод, имеющих высокую степень мутности, а также для очистки промышленного водоснабжения. Вода подается в центральную часть радиального отстойника, а слив очищенной воды происходит через круговое отверстие, расположенное в верхней части аппарата. Осадок, осевший на дно, собирается с помощью вращающихся скребков.

Радиальные отстойники используются на таких очистных сооружениях, производительность которых более 20 тыс. $м^3$/сутки. Радиальные отстойники удаляют около 50 % взвешенных веществ.

Отстойники данного типа используются в системах фильтрации шламовых вод с расходом от 20 тыс. $м^3$/сутки. В сравнении с агрегатами горизонтального типа радиальные отстойники имеют:

более простую конструкцию;

высокую надежность работы;

повышенную экономичность;

возможность работать в сооружениях с высокой производительностью.

В канализационных системах встречаются отстойники с тремя типами впускных систем:

центральной;

периферийной;

с центробежными сборными распределителями.

Как правило, первичные радиальные отстойники оснащаются иловыми скребами, перемещающими выпадающий осадок по направлению к центральному приемнику ила, откуда он может откачиваться насосами или выдавливаться массой поступающей жидкости. Легкие фракции, всплывающие и скапливающиеся на поверхности, удаляются в поплавки-жиросборники, опускаемые под воду специальным устройством при подходе иловых скребков.

Тонкослойные отстойники. Тонкослойные отстойники применяются для эффективного отделения тонкодисперсных примесей. Их сравнительно небольшая глубина позволяет осветлять жидкости за 4 – 10 минут нахождения фильтрата в рабочей зоне. При этом габариты агрегатов значительно ниже, чем у отстойников других конструкций. Кроме того, тонкослойные отстойники могут свободно устанавливаться в замкнутых помещениях. Простая конструкция и доступные материалы позволяют изготавливать отстойники данного типа на любом производстве. Дополнительным преимуществом в эксплуатации является отсутствие надобности в расходных материалах и прочих комплектующих.

Конструкция тонкостенных отстойников выполнена в виде неглубоких (порядка 0,2 – 0,3 м) резервуаров со специальными вставками в виде трубчатых ферм или полок.

Такие вставки носят название "дрен" и устанавливаются наклонно – для обеспечения естественного сваливания осаждаемого шлама к сборной емкости. В системах с расходом шламовых вод от 100 до 10 тыс. $м^3$/сутки применяются отстойники с небольшим наклоном трубчатых вставок. Крутонаклонные отстойники (с углом установки труб порядка 45 – 60 °С.) используют в очистных системах с расходом до 170 тыс. $м^3$/сутки.

Тонкослойные отстойники способны значительно интенсифицировать процесс осаждения, а также в среднем на 25 % увеличить эффект осветления и на 60 % снизить площадь застройки под отстойник. Также к их преимуществам относятся устойчивость к изменениям температуры воды, концентрации загрязнений, а также устойчивость работы даже при сильных колебаниях расходов очищаемой воды.

Достигнутые экологические выгоды

Позволяет снизить содержание взвешенных веществ до 95 %, уменьшить органические и токсичные соединения, снизить мутность воды, уменьшить объем ила и патогенные микроорганизмы, а также повысить эффективность очистки и сократить использование реагентов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В осветлителях достигается снижение концентрации загрязнений на 70 % – по взвешенным веществам и на 15 % – по БПК за счет совмещения процессов осаждения, хлопьеобразования и фильтрации сточной воды через слой взвешенного осадка.

Достигаемый в производственных условиях эффект снижения концентрации взвешенных веществ не превышает 50 – 60 %.

Кросс-медиа эффекты

При высоком содержании питательных веществ в отстаиваемых сточных водах может происходить стимуляция роста водорослей, что может вызывать массовое отмирание рыб и других водных организмов из-за недостатка кислорода.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Суть метода отстаивания состоит в том, что одни примеси оседают на дно, а другие поднимаются на поверхность, это зависит от плотности примеси в сравнении с плотностью воды. Как правило, отстаивание сточных вод в течение 6 – 24 часов позволяет удалить из сточных вод до 95 % взвешенных веществ. Основными преимуществами горизонтальных отстойников являются малая глубина, хороший эффект очистки, возможность использования одного сгребающего устройства для нескольких отделений. К недостаткам их относится необходимость применения большего числа отстойников вследствие ограниченной ширины.

Вертикальные отстойники имеют преимущества по сравнению с горизонтальными; к их числу относятся удобство удаления осадка и меньшая площадь, занимаемая

сооружением. Однако они имеют и ряд недостатков, из которых можно отметить: 1) большую глубину, что повышает стоимость их строительства, особенно при наличии грунтовых вод; 2) ограниченную пропускную способность, так как их диаметр не превышает 9 м. Осадок из вертикальных отстойников удаляют под действием гидростатического давления. Влажность осадка – 95 %.

Осадок из отстойников удаляется под гидростатическим давлением и с помощью различных механизмов (скребков, насосов, элеваторов и т.д.).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Снижение сбросов взвешенных веществ в сточных водах.

5.3.2. НДТ при химической и физико-химической очистке сточных вод

5.3.2.1. Коагуляция, флокуляция

Описание

Данный метод состоит в добавлении реагентов, таких, как сульфаты и хлориды алюминия и железа, гидросульфаты и гидроксохлориды алюминия в сочетании реагентов в целях корректировки значения pH и повышения интенсивности осаждения растворимых металлов.

Техническое описание

Одним из методов очистки сточных вод является химическая и физико-химическая очистка, которая включает в себя процессы коагуляции и флокуляции.

Коагуляция – это процесс, при котором добавляют коагулянты, такие, как сульфат алюминий или полиэлектролиты, для образования микроскопических частиц, называемых коагулянтами. Эти частицы привлекают и сгущают вредные загрязнители, такие как грязь, масло, жир, белок и другие вещества, которые обычно находятся в сточных водах. В результате загрязнители сгущаются и образуют осадок, который можно легко удалить.

В качестве коагулянтов используются соли, образованные многозарядными катионами слабых оснований и анионами сильных кислот. В воде указанные соли подвергаются гидролизу с образованием комплексных ионов. Наибольшее распространение получили сульфаты и хлориды алюминия и железа. Образовавшиеся в процессе гидролиза коллоидные золи гидроксидов алюминия и железа коагулируют с образованием агрегатов. Последние вместе с частицами дисперсной фазы сточных вод осаждаются и таким образом очищают ее.

Гидролиз коагулянтов является одним из наиболее важных процессов коагуляции. Полнота его протекания влияет как на качество разделения суспензии, так и на расход коагулянта. Решающим фактором, который обеспечивает максимальную эффективность использования коагулянтов при очистке сточных вод, является

создание условий для проведения гидролиза в необходимом направлении путем изменения концентрации коагулянта в дисперсной системе, значения pH и ионного состава дисперсной среды. В случае разделения дисперсных систем с отрицательным зарядом дисперсной фазы эти условия должны обеспечить получение положительно заряженных гидроксокомплексов, в случае разделения дисперсных систем с положительным зарядом дисперсной фазы – отрицательно заряженных гидроксокомплексов.

Наряду с сульфатами и хлоридами алюминия и железа в последнее время все более широкое распространение находят коагулянты с повышенной основностью – гидросульфаты и гидроксохлориды алюминия. Преимущества дигидроксосульфата [$Al_2(SO_4)_2(OH)_2$] 11 H_2O перед сульфатом алюминия заключаются в более широком диапазоне pH, высокой хлопьеобразующей способности. Гидроксокомплексы, образующиеся при гидролизе этого вещества, несут более высокий положительный заряд. Его коррозионная активность значительно ниже, чем у сульфатов алюминия. В настоящее время наибольшее распространение получил пентагидроксохлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$. Характерным отличием этого коагулянта является широкая зона оптимальных значений pH, особенно в кислой области. Коагулянт хорошо работает при разделении дисперсных систем с небольшим содержанием дисперсной фазы, отличается низкой коррозионной активностью.

Для коагуляции дисперсных систем с низким значением pH используют алюминат натрия. При более высоких значениях pH алюминат натрия применяют совместно с сульфатом алюминия.

Высокую эффективность во многих случаях дает применение смесей коагулянтов. При этом обеспечивается значительное расширение области оптимальных значений pH и температуры, хлопья осаждаются равномернее, чем в случае применения отдельных коагулянтов. Известно применение смеси $Al_2(SO_4)_3$ и $FeCl_3$ в соотношении 1:1.

Флокуляция – это процесс, при котором образованные частицы коагулянтов объединяются в большие частицы, называемые флоками. Флокуляция происходит под действием медленного движения сточной воды и добавления флокулянтов. Флоки становятся достаточно большими, чтобы оседать на дно очистительного бассейна или быть удаленными с помощью фильтрации.

Эти процессы позволяют удалять загрязнители из сточных вод и очищать их до уровня, безопасного для выведения в окружающую среду. Они широко используются в промышленности, коммунальном хозяйстве и других отраслях для обработки и очистки сточных вод перед их отводом.

Для регулирования устойчивости дисперсных систем в последнее время все шире применяются различные водорастворимые полимеры, весьма малые добавки которых могут радикально изменять стабильность дисперсий. Они широко используются при

очистке сточных вод от дисперсных примесей, концентрировании и обезвоживании суспензий, для улучшения фильтрационных характеристик осадков и т.д. В основе всех этих процессов, называемых флокуляцией, лежит изменение степени агрегации дисперсных частиц под влиянием высокомолекулярных соединении. В отличие от компактных коагулянтов, образующихся в результате флокуляции, крупные агрегаты (флокулянты) обладают значительной рыхлостью. Флокуляция, как правило, процесс необратимый: в этом случае невозможно путем уменьшения содержания в растворе реагента (как это наблюдалось при коагуляции) осуществить пептизацию (редиспергирование) осадка.

Высокомолекулярные флокулянты обычно подразделяются на три группы: неорганические полимеры, вещества природного происхождения и синтетические органические полимеры. Наиболее широкое применение нашел последний класс флокулянтов. Наиболее распространенными флокулянтами являются полиакриламид, сополимеры акриламида, акрилонитрила и акрилатов, натриевые соли полиакриловой и полиметакриловой кислот, поли-диметиламиноэтилакрилаты и т.д.

Процесс очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией состоит из следующих стадий: приготовление рабочих растворов коагулянтов и флокулянтов, дозирование и смешение реагентов со сточной водой, хлопьеобразование, осаждение хлопьев.

Приготовление рабочих растворов осуществляется в гидравлических или механических смесителях. Концентрация рабочих растворов коагулянтов обычно составляет 3 – 5 %, иногда до 7 %, концентрация рабочих растворов флокулянтов – до 1 %. После смешения сточной воды с рабочими растворами коагулянтов, которое может осуществляться также в гидравлических или механических смесителях, воду направляют в камеры хлопьеобразования, куда для интенсификации данного процесса могут добавляться флокулянты. Используют перегородчатые, вихревые и с механическими мешалками камеры. Образование хлопьев в камерах происходит медленно – за 10 – 30 минут. Осаждение хлопьев происходит в отстойниках, осветлителях и других аппаратах, рассмотренных ранее. Иногда стадии смешения, коагулирования и осаждения проводятся в одном аппарате.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение сбросов загрязненных сточных вод.

Чтобы обеспечить максимальную эффективность удаления металлов, наиболее важным фактором является выбор осадителей. Существуют примеры, демонстрирующие, что использование реагентов на основе сульфидов может обеспечивать достижение более низких концентраций некоторых металлов. Правильное значение pH в течение всего процесса очистки стоков также имеет первостепенную важность, поскольку некоторые соли металлов нерастворимы только в очень небольшом диапазоне значений pH.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При выборе применяемых методов определенную роль могут играть размер принимающего водного объекта и скорость потока. Уменьшение объемного расхода в пользу более высоких концентраций приводит к сокращению потребления энергии для очистки. Очистка высококонцентрированных сточных вод приведет к образованию стоков с более высокими концентрациями, но с более высокой скоростью восстановления по сравнению с менее концентрированными потоками, что позволит в целом улучшить удаление загрязняющих веществ. Эффективность очистки может достигать 90 – 95 %. Расход коагулянта зависит от его вида, а также состава и требуемой степени очистки сточных вод и составляет 0,1 – 5 кг/м^3 сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение энергопотребления.

Применение добавок.

Образование отходов, подлежащих утилизации.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. В процессе очистки сточных вод методом коагуляции и флокуляции образуются осадки, которые нужно утилизировать или обезвреживать. Оценка количества и состава таких отходов имеет большое значение с точки зрения экологической устойчивости процесса очистки. Оценка количества используемых коагулянтов и флокулянтов имеет важное значение с точки зрения экологии, поскольку избыточное использование этих химических веществ может негативно повлиять на экосистемы природных водоемов.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.2.2. Сорбция

Описание

Сорбционная очистка – это один из способов глубокой очистки вод, основанный на способности фильтрующего элемента задерживать примеси, находящиеся в жидкости. Такой метод используется, когда существуют высокие требования к составу воды.

Сорбционный фильтр – это один из дополнительных элементов очистных сооружений, предназначенный для более эффективной работы системы.

Техническое описание

Процессы сорбции – гетерогенный процесс улавливания металлов из растворов на поверхности (адсорбция) или всем объемом (абсорбция) сорбирующим веществом. В качестве сорбирующего вещества применяется активированный уголь, глины –

бентониты, ионообменные смолы, шунгиты и цеолиты, раствор экстрагента в органических растворителях (керосин) и многое другое. Необходимо подчеркнуть, что ежегодно разрабатываются новые виды и типы сорбентов (нанотрубки и подобное), ионообменных смол более сотни в год. Применение того или иного сорбирующего агента зависит конкретно от условий, типа металла, pH, присутствия мешающих и загрязняющих веществ и многого другого. Выбор сорбента производится на основании Технического задания – цель и задачи, условия и параметры. Определяется опытным путем и вносится в Проект установки проектной организацией.

Активированный уголь (кокосовый, древесный, каменный) считается одним из наиболее распространенных и эффективных сорбентов. Снижает уровень органических загрязнителей на 90 – 99 %.

Может использоваться в виде порошка или гранул. Эффективность зависит от суммарного объема микропор. Как правило, фильтры на основе активированного угля используются в виде нескольких слоев или картриджей, чтобы проскок материала через один фильтр компенсировался очисткой во втором фильтре. Затем отработанный фильтр заменяется и используется в качестве вторичного фильтра. Эта операция зависит от наличия надлежащего метода определения проскоков через фильтры.

Фильтрующая засыпка с применением сорбента ИРВЕЛЕН-М.

ИРВЕЛЕН-М – это фильтрующий материал, который производится из первичного полипропилена и представляет собой бело-кремовое полимерное волокно с вкраплениями гранул и хлопьев, сшивающих структурообразующий материал в сетку и образованных под воздействием высоких температур.

Характеристика сорбента для фильтров ИРВЕЛЕН-М:

на ощупь похож на жесткую вату;

диаметр полимерного волокна – 100 – 250 мкм;

может быть использован при температуре от -50°С до +90°С;

высокая емкость поглощения волокна, которая способствует быстрому поглощению и последующему накоплению и удержанию нефти, нефтепродуктов, некоторых элементов и соединений;

имея волокнисто-пористую структуру, ИРВЕЛЕН-М не поглощает воду, а беспрепятственно пропускает воду.

Материал обладает уникальной структурой, благодаря которой может осуществлять фильтрацию воды по:

тяжелым металлам (ванадий, алюминий, железо, кобальт, кадмий, литий, медь, марганец, мышьяк, свинец, никель, цинк, хром);

хлорорганическим соединениям (2-хлорфенол, пентахлорфенол, трихлорметан, тетрахлорметан, 1,1,1-трихлорэтан, пестициды-гамма-ГХГЦ);

органическим соединениям (альдегиды предельные, нефтепродукты, фенолы);

неорганическим соединениям (сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, фосфаты, азот аммонийных солей и аммиак).

Достигнутые экологические выгоды

Позволяет значительно снизить содержание органических и неорганических загрязняющих веществ, тяжелых металлов, хлорорганических соединений и нефтепродуктов, сокращает токсическое воздействие сточных вод на окружающую среду, уменьшает мутность воды и улучшает ее качество, снижая необходимость применения дополнительных химических реагентов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Зависит от конкретного объекта.

Кросс-медиа эффекты

Зависит от используемого сорбента.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.2.3. Экстракция

Описание

Экстракция – это извлечение примесей из раствора с помощью растворителя (экстрагент), который практически не смешивается с исходной смесью.

Техническое описание

Используется для очистки сточных вод от вредных и токсичных веществ органической природы (например, фенолы, масла, органические кислоты) или для селективного извлечения ценных неорганических примесей (например, металлов) из технологических растворов и жидких отходов.

Для проведения экстракции сточных вод используются специальные химические реагенты, которые способны образовывать комплексы с загрязняющими веществами и с помощью которых их можно извлечь из воды. После экстракции загрязняющие вещества образуют отдельный фазу, которую можно отделить от воды.

Физико-химическая методика экстракции включает в себя применение различных методов, таких, как диффузия, действие поглощающих сорбентов, осаждение или образование комплексов с использованием химических реагентов.

Экстракция основана на распределении извлекаемого компонента в смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей в соответствии с его растворимостью в них.

При удачном выборе экстрагента концентрация в нем извлекаемого компонента может значительно превышать его исходную концентрацию в воде. Сконцентрированный компонент затем отделяют от экстрагента и он может быть утилизирован или использован как товарный продукт. Экстрагент после соответствующей очистки также может быть повторно использован.

Экстракционный метод целесообразен для применения, когда стоимость извлеченного компонента превышает затраты на экстрагирование или если все другие методы неприменимы. То есть, рентабельность экстракции в сравнении, например, с конкурирующим методом ионного обмена, будет определяться различными технологическими соображениями, стоимостью и доступностью экстрагента, величиной его потерь и ценностью выделенных веществ.

Но есть другая основная граница рентабельности метода экстракции - концентрационная. Опыт и расчеты показывают, что большинство продуктов, концентрация которых превышает 4 г/л, рациональнее извлекать экстракцией. При исходной концентрации компонента в воде менее 1 г/л экстракция практически неприменима.

Экстрагенты для разных компонентов могут быть различные.

Методы экстракции по схемам контакта сточной воды с экстрагентом подразделяются на ступенчато-противоточные и непрерывно-противоточные.

При ступенчато-проточном варианте на каждой стадии экстракт последующей ступени смешивается с водной фазой предыдущей ступени. Каждая ступень или стадия включает в себя устройство для перемешивания фаз в отстойнике для их гравитационного разделения.

Такая направленность потоков способствует созданию большой движущей силы процесса экстракции и эффективной очистке сточных вод.

При непрерывно-противоточной организации процесса вода и экстрагент движутся навстречу друг другу в одном аппарате, а разделение фаз осуществляется на входе и выходе из колонны.

Жидкостная экстракция достаточно эффективно используется для извлечения металлов из сточных вод. Этот процесс проводят катионообменной, анионообменной или координационной экстракцией. Извлекаемые металлы переходят из водной в органическую фазу, а затем в результате реэкстракции – из органической фазы в водный раствор. При этом достигается очистка сточных вод и концентрирование металла для его последующей рекуперации. В качестве экстрагентов обычно используются различные органические кислоты, эфиры, спирты, кетоны, амины, соли четвертичного аммониевого основания и другие. Реэкстрагентами чаще являются растворы кислот и оснований.

К преимуществам процессов экстракции можно отнести очень высокую кинетику процесса, возможность применения при больших исходных концентрациях

извлекаемого компонента. Ограничивает же использование этого метода достаточно высокая стоимость органических экстрагентов, возможность загрязнения ими уже очищенных сточных вод и неэффективность при малых концентрациях вещества.

Достигнутые экологические выгоды

Экстракция может быть эффективным методом очистки сточных вод, особенно в случае наличия высоких концентраций загрязняющих веществ.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Этот метод требует тщательного контроля и управления химическими реагентами и процессом обработки, чтобы избежать возможного загрязнения окружающей среды.

Кросс-медиа эффекты

Зависит от конкретных условий процесса, таких как тип используемых растворителей, свойства экстрагируемых веществ, а также особенности окружающей среды, в которой происходит экстракция.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Экстракция оправдана, если сток имеет высокое содержание ценных растворенных органических веществ (более 2 – 3 г/л). Обычно этим методом извлекают фенолы, масла, жирные кислоты и ценные металлы.

Экономика

Метод экстракционной очистки экономически целесообразен при значительной концентрации органических примесей. Для большинства продуктов применение экстракции рационально при концентрации их 2 г/л и более. В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.2.4. Химическое осаждение

Описание

Данный метод состоит в добавлении реагентов, таких, как известь, едкий натрий, сернистый натрий, или сочетании реагентов в целях корректировки значения pH и повышения интенсивности осаждения растворимых металлов.

Техническое описание

Химическое осаждение используется главным образом для удаления из стоков растворимых ионов металлов. Растворимые металлы можно осадить из сточных вод путем корректировки значения pH. В стоки добавляется реагент, например, известь, гидроксид натрия, сульфид натрия или комбинация реагентов, что приводит к образованию нерастворимых соединений с металлом в виде осадка. Эти нерастворимые соединения могут быть удалены из воды путем фильтрации. Добавление коагулянта или флокулянта способствует формированию более крупных хлопьев, которые легче отделить, и часто используется для повышения производительности системы очистки.

Для удаления из стоков таких металлов, как железо, свинец, цинк, марганец и т.д., обычно используется осаждение. Гидроксиды металлов, как правило, нерастворимы, поэтому для их осаждения широко используется известь.

В качестве коагулянтов обычно используют соли слабых оснований – железа и алюминия – и сильных кислот: $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $FeSO^4$, $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$.

Сульфиды металлов также нерастворимы и в щелочной среде используются такие реагенты, как сернистый натрий, гидросульфид натрия и тримеркаптосульфотриазин (ТМС). Биологический способ также применяется при получении H_2S с помощью сульфатвосстанавливающих бактерий, при этом газ переносится на стадию осаждения газом-носителем. Осаждение сульфидов может в результате обеспечить более низкие значения концентрации определенных металлов в очищенных стоках в зависимости от значения pH и температуры, а сульфиды металлов могут быть возвращены на этап плавки. Можно также эффективно удалять такие металлы, как селен и молибден.

В некоторых случаях осаждение смеси металлов может осуществляться в два этапа: сначала посредством гидроксида, а затем с помощью сульфидного осаждения. В целях удаления избыточных сульфидов после осаждения возможно добавление сульфата железа.

На многих установках, где удаляются металлы, одной из главных проблем для достижения необходимых предельных значений стоков является коллоидное состояние осажденных металлов. Оно может возникнуть в результате некачественной нейтрализации и флокуляции. Для улучшения состояния осаждаемого металла можно использовать различные флокулянты и коагулянты и поставщики таких материалов могут проводить испытания на осадках и указывать правильный коагулянт.

Состав стоков меняется в зависимости от качества концентрата/сырья и состава последующих отходящих газов, которые прошли очистку во влажных системах. Кроме того, различные источники дозированной подачи материалов или погодные условия, способствующие образованию ливневых стоков, повышают разнообразие потоков сточных вод.

Остаточная концентрация ионов тяжелых металлов в сточных водах не должна превышать нормы ПДК для водоемов санитарно-бытового водопользования (мг/л): ионов меди, никеля и свинца – 0,1, ионов цинка – 1, кадмия – 0,01, кобальта – 1, ртути – 0,001, мышьяка – 0,05.

Достигнутые экологические выгоды

Химическое осаждение позволяет значительно снизить уровень загрязнения вод тяжелыми металлами, предотвращает их попадание в природные водоемы, способствует улучшению качества воды и снижает токсическое воздействие на водные экосистемы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Эффективность очистки сточных вод с помощью химического осаждения зависит от следующих факторов:

выбор химического осадителя;

количество добавляемого осадителя;

эффективность удаления осаждаемого металла;

поддержание правильного значения pH в течение всего процесса очистки;

использование железистых солей для удаления определенных металлов;

использование флоккулирующих или коагулирующих реагентов;

колебание состава сточных вод и наличие комплексообразующих ионов.

Данные методы очистки сточных вод прошли промышленные испытания и были внедрены на предприятиях США, Канады, России и Китая. Для повышения эффективности очистки сточных вод предложены различные методы доочистки предварительно осветленных нейтрализованных стоков. Наиболее часто используются методы обработки с использованием алюминийсодержащих реагентов (средних и основных солей), а также гидроокиси алюминия, получаемой в процессе электрохимического растворения металла при обработке стоков в электро- или гальванокоагуляторах. Основная цель использования соединений алюминия – выделение сульфатов в виде гидросульфоалюмината кальция $3CaOAl_2O_3CaSO_431H_2O$ (ГСАК). Осаждение сульфатов по данному методу описывается уравнением:

$3CaOAl_2O_36H_2O + CaSO_4 + 25(26)\ H_2O \rightarrow 3CaOAl_2O_3CaSO_431H_2O$.

Глубина выделения сульфатов данным методом зависит от расхода алюминийсодержащего реагента. Минимальное содержание сульфат-ионов в осветленной воде определяется растворимостью ГСАК и составляет 25 мг/дм^3.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение энергопотребления.

Применение добавок.

Образование отходов, подлежащих утилизации.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.2.5. Адсорбция с применением активированного угля

Описание

Адсорбцию широко применяют для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ после биологической очистки, значительно реже – для очистки от ионов тяжелых металлов.

Техническое описание

Активированный уголь обладает большой поверхностью и имеет хорошую способность адсорбции различных вредных веществ, таких, как органические соединения, тяжелые металлы и другие загрязнители.

Процесс адсорбции заключается в том, что загрязненная вода проходит через слой активированного угля, который улавливает загрязняющие вещества на своей поверхности. По мере прохождения воды через уголь происходит химическое взаимодействие между углем и загрязняющими веществами, в результате чего токсичные вещества остаются на поверхности угля.

Этот метод очистки сточных вод является эффективным и экономичным, поскольку активированный уголь можно использовать многократно, просто регенерируя его после каждого цикла очистки. Также он позволяет достичь значительного снижения уровня загрязнения воды, что способствует улучшению качества окружающей среды.

Активированный уголь успешно снижает ХПК из сточных вод.

Активированный уголь является одним из широко используемых адсорбентов при очистке воды. Это специально обработанный углерод с бесчисленными мелкими порами и большой площадью поверхности. Площадь поверхности каждого грамма активированного угля составляет от 500 $м^2$ до 1500 $м^2$.

Активированный уголь обладает сильными физическими и химическими адсорбционными функциями, а также эффектом детоксикации. Эффект детоксикации заключается в использовании большой площади поверхности для адсорбции яда из активированного угля, тем самым он может предотвратить поглощение яда.

Активированный уголь обычно делится на порошкообразный уголь и гранулированный активированный уголь. Первый обычно использует суспензионную контактную адсорбцию для очистки сточных вод, последний - фильтро-адсорбционный метод.

Существует два типа систем очистки. В одной используется активированный уголь для непосредственной обработки сточных вод вторичной очистки, а в другой используется гранулированный активированный уголь для адсорбции сточных вод вторичной очистки после химического осветления, удаления питательных веществ и фильтрации.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение сбросов органических веществ, ртути и тяжелых металлов в воду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

К основным преимуществам применения метода адсорбции относятся:

хорошая управляемость процессом;

отсутствие образования вторичных загрязнений.

Кросс-медиа эффекты

Дополнительные затраты, связанные с необходимостью утилизации отработанного адсорбента. Регенерация активированного угля возможна, однако этот процесс достаточно трудоемкий и в условиях круглосуточно работающих очистных сооружений неудобен. Использование же активированного угля как одноразовой загрузки зачастую экономически нерентабельно.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов загрязняющих веществ.

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.2.6. Нейтрализация

Описание

Для нейтрализации кислых вод используют гидроксид натрия NaOH, гидроксид калия КОН, карбонат натрия Na_2CO_3, аммиачную воду NH_4OH, карбонат кальция $CaCO_3$, карбонат магния $MgCO_3$, доломит ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), цемент. Наиболее доступный реагент – гидроксид кальция (известковое молоко $Ca(OH)_2$) с содержанием 5 – 10 % активной извести $Ca(OH)_2$. Иногда для нейтрализации применяют отходы производства, например, шлаки металлургических производств.

Техническое описание

Нейтрализация применяется для очистки кислых сточных вод, содержащих металлы (тяжелые металлы), повышением величины pH кислых растворов путем добавления щелочных реагентов с целью образования осадка.

Величина pH раствора регулируется для образования и осаждения гидроксидов металлов в воде. Как правило, данный процесс проводится перед основным этапом очистки сточных вод.

Для нейтрализации применяется любой щелочной реагент, чаще всего известь-пушонка, известковое молоко, карбонаты кальция и магния в виде суспензии. Подача извести в пределах предприятия должна быть механизирована. Гашение реагента выполняется в специальных машинах, конструкции Руссола и Полякова.

Достоинством нейтрализации является возможность предварительной очистки сточных вод, с целью увеличения эффективности процесса очистки в целом.

Этот метод наиболее широко используют для нейтрализации кислых вод. Поскольку в кислых и щелочных производственных сточных водах практически всегда присутствуют ионы металлов, то дозу реагента определяют с учетом выделения в осадок солей тяжелых металлов. Процессы реагентной нейтрализации производственных сточных вод осуществляются на нейтрализационных установках или станциях.

Время контакта сточных вод и реагента должно быть не менее 5 минут. Для кислых сточных вод, содержащих растворенные ионы тяжелых металлов, это время должно быть не менее 30 минут.

Сооружения для нейтрализации сточных вод состоят из многих рабочих модулей: песколовки, резервуары-усреднители, склады реагента, аппараты для приготовления реагента, дозаторы, смесители, камеры реакции, отстойники, накопители, шламовые площадки. Каждый из агрегатов интегрируется в систему по необходимости. Так, если в стоках есть песок, то устанавливается песколовка.

Подача извести в пределах предприятия должна быть механизирована. Гашение реагента выполняется в специальных машинах. Крупные фракции извести должны предварительно дробиться. Известковое молочко приготовляется в мешалках с оборотами лопастей не менее 40 об/мин. Его концентрация определяется по активности окиси кальция в пределах от 5 до 10 %.

Для стоков, содержащих только соляную кислоту продолжительность контакта с реагентом должна быть 5 минут. Если в составе жидкости есть тяжелые металлы, время увеличивается до 30 минут. При повышенной мощности мешалки – уменьшается до четверти часа.

Объемы накопителей зависят от количества осадка при нейтрализации сточных вод. В таблице ниже приведены показатели для нейтрализации стоков известковым молочком с 50 %-ной активностью окиси кальция.

Таблица 5.1. Количество осадка, накапливаемого за 1 год от 1 м^3 нейтрализованной воды

№ п/п	**Количество осадка, накапливаемого за 1 год от 1 м 3 нейтрализованной воды**								
1	Концентрация кислоты и ионов тяжелых	5	10	15	20	30		50	

	металлов в кг*м^3						40		
2	Количество осадка в м^3	33	51	65	76	93	108	118	

Выбор метода отстаивания осуществляется на основании технико-экономических расчетов. Оборудование должно быть выполнено из материалов, стойких к средам сточных вод. Перед сбросом жидкости в водоем нужно проводить тщательный лабораторный контроль ее состава.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение объемов сбрасываемых сточных вод. Снижение объемов водопотребления (возврат осветленных вод в процесс). Снижение концентрации загрязняющих сточных вод в отводимых сточных водах.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Удаление кислотности: нейтрализацию используют для снижения кислотности сточных вод до необходимых уровней перед следующими этапами обработки.

Удаление тяжелых металлов: нейтрализация может быть также эффективным методом для удаления тяжелых металлов из сточных вод. После добавления щелочных реагентов для поднятия pH происходит осаждение гидроксидов тяжелых металлов, которые затем можно удалить из воды.

Предварительная обработка перед биологической очисткой: в некоторых случаях нейтрализация используется для предварительной обработки сточных вод перед их подачей на биологические очистные сооружения. Это помогает создать оптимальные условия для дальнейшего процесса очистки и повышает эффективность биологического разложения загрязнителей.

Снижение аммиака: нейтрализация также может быть применена для снижения содержания аммиака в сточных водах, что является важным аспектом в процессе очистки, особенно в случае очистных сооружений, работающих с аммиачными сточными водами, например, из пищевой промышленности.

Кросс-медиа эффекты

Недостатком данного способа является образование вторичных химических отходов, состоящих из кристаллического кальцита, кварца, калиевых полевых шпатов, утилизация которых затруднена.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.2.7. Окисление

Описание

Окислительный способ очистки применяют для обезвреживания сточных вод, содержащих токсичные и неприятно пахнущие примеси. В процессе окисления токсичные загрязнения в результате химических реакций переходят в менее токсичные, которые удаляют из воды.

Техническое описание

Диоксид хлора эффективно окисляет марганец (II) до марганца (IV) с выпадением в осадок оксида марганца. Поскольку хлорит-анион также реагирует с Mn (II), то вся реакция может быть представлена следующим образом:

$2ClO_2 + 5Mn_2^+ + 6H_2O^- > 5MnO_2 + 12H^+ + 2Cl.$

Реакция протекает быстро и интенсивно, уже через 5 минут более 99 % оксида марганца может быть удалено фильтрованием. Этой реакции способствует скорее слабощелочная, чем кислая среда.

Диоксид хлора легко окисляет железо (II) в железо (III) с выпадением в осадок гидроксида железа (III). Поскольку хлорит-анион также легко взаимодействует с Fe (II), то вся реакция может быть записана следующим образом:

$ClO_2 + 5Fe_2^+ + 13H_2O^- > 5Fe(OH)_3 + Cl^- + 11H^+.$

Далее образующийся осадок удаляют методом фильтрации. Этой реакции также способствует нейтральная и слабощелочная среда.

Достигнутые экологические выгоды

Окислительный метод очистки сточных вод снижает токсичность, устраняет неприятные запахи, минимизирует загрязнение водоемов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Для окисления 1 мг марганца необходимо 2,5 мг диоксида хлора при pH>7. Для окисления 1 мг железа необходимо 1,3 мг диоксида хлора при pH>5.

Кросс-медиа эффекты

Процесс окислительного осаждения Mn (II) активным хлором сопровождается образованием осадка, что обусловливает необходимость последующего применения процессов его отделения из водных растворов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.2.8. Ионный обмен

Описание

Ионообменный процесс, как правило, проходит в колонне, наполненной гранулами ионообменной смолы. Обмен начинается в верхней части колонны и затем проходит через нее, поддерживая тем самым равновесное состояние процесса обмена.

Техническое описание

Ионообменный процесс иногда применяется в качестве заключительного этапа очистки при удалении металлов из технологических сточных вод. С помощью ионного обмена удаляются нежелательные ионы металлов из сточных вод путем их переноса на твердую матрицу при одновременной отдаче равного количества других ионов, хранящихся на структуре ионообменника. Как правило, ионообменный процесс используется при концентрации металлов менее 500 мг/л.

Емкость ионообменника ограничена количеством ионов, хранящихся на каркасе. Поэтому необходимо проводить регенерацию ионообменника с помощью соляной кислоты или каустической соды.

Ионообменники могут использоваться для удаления определенных металлов из сточных вод. Такой избирательный процесс ионного обмена гораздо более эффективен при очистке стоков от токсических металлов. Кроме того, колонна может обеспечивать очень высокий уровень очистки и эффективность при работе со смешанными стоками.

Ионный обмен является одним из широко используемых и перспективных физико-химических рекуперационных методов. Способность к ионному обмену определяется строением ионита, основу которого составляет высокомолекулярный каркас или так называемая матрица, связанная валентными силами или силами решетки.

Достигнутые экологические выгоды

Ионообменный процесс способствует сокращению сбросов загрязняющих веществ в воду, обеспечивая эффективное удаление токсичных металлов из сточных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Возможность очистки до требований ПДК.

Возврат очищенной воды до 95 % в оборот.

Возможность утилизации тяжелых металлов.

Кросс-медиа эффекты

Необходимость проведения предварительной очистки сточных вод от масел, ПАВ, растворителей, органики. Большой расход реагентов для регенерации ионитов и обработки смол. Необходимость предварительного разделения промывных вод от концентратов. Образование вторичных отходов-элюентов, требующих дополнительной переработки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.2.9. Флотация

Описание

Флотация основана на всплывании дисперсных частиц вместе с пузырьками воздуха. Метод применяется для очистки сточных вод, содержащих ПАВ, нефть и нефтепродукты, жиры, масла, волокнистые частицы. Процесс очистки заключается в образовании комплексов "частицы – пузырьки воздуха", всплывании этих комплексов на поверхность жидкости с образованием пенного слоя, содержащего загрязнения, и последующего удаления этого слоя с поверхности.

Техническое описание

Существует три метода флотации, отличающиеся между собой способом добавления воздуха:

вакуумная флотация, где воздух растворяется при атмосферном давлении, с последующим падением давления для образования пузырьков;

принудительная флотация воздухом (IAF), где мелкие пузырьки втягиваются в сточную воду через индукционное устройство, например, трубку Вентури или сужающее устройство;

флотация растворенным воздухом (DAF), где воздух под давлением (0,40,8 МПа или 1,01,2 МПа для соединений алюминия) растворяется в сточной воде или части общей сточной воды и затем выпускается с образованием небольших пузырьков.

Для поддержки процесса флотации обычно используются флокулянтные добавки, такие, как соли алюминия и железа, активный диоксид кремния и различные органические полимеры. Их функция, помимо коагуляции и флокуляции, заключается в создании поверхности или структуры, способной поглощать или захватывать пузырьки воздуха.

Одним из наиболее перспективных методов удаления из сточных вод нерастворенных примесей является флотация. Флотационный метод выделения грубодисперсных частиц (от 3 мм до мм) из суспензий основан на способности последних при определенных условиях закрепляться на границе раздела фаз "жидкость - газ".

Суть метода основана на том, что частицы примесей слипаются с пузырьками тонкодиспергированного в воде воздуха и выносятся на пузырьках к поверхности раствора, где концентрируются и собираются тем или иным способом.

Наиболее широкое применение в практике очистки сточных вод получили установки компрессионной флотации, отличающиеся простотой конструкции и надежностью в работе. Эти установки включают следующие основные элементы: сборные (приемные) резервуары для сточных вод, насосно-эжекторную или компрессионную, установку для подачи воздуха, напорный резервуар (сатуратор) для насыщения воды воздухом, флотационную камеру с оборудованием для сбора и удаления всплывающей (часто пенообразной) массы загрязнений.

Для повышения эффективности флотационной очистки предусматривают предварительное введение в сточные воды коагулянтов или флотореагентов-собирателей.

Объем сатуратора рассчитывают на пребывание в нем воды в течение 2 – 3 мин. при давлении 3-5 атм; во флотационной камере – в течение 10 – 20 мин. Количество растворяющегося в сатураторе воздуха составляет не менее 3 % объема очищаемой жидкости.

Достигнутые экологические выгоды

При незначительном времени пребывания сточных вод во флотационных установках (20 – 40 мин.) обеспечивается весьма высокий эффект очистки (до 90 – 98 %) от нерастворимых примесей и взвешенных веществ. Это предопределило перспективность метода и возможность его использования для очистки сточных вод как промышленных, так и бытовых. Очистка флотацией сточных вод сопровождается одновременно такими явлениями, как аэрация, снижение концентрации поверхностно-активных веществ, бактерий и микроорганизмов, что способствует дальнейшей очистке сточных вод, улучшает их общее санитарное состояние, а иногда может иметь самостоятельное значение и быть решающим фактором при выборе метода предварительной очистки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При обычном ведении флотационного процесса может быть достигнуто заметное снижение концентрации поверхностно-активных веществ (на 40 – 60 % в зависимости от интенсивности аэрации, пенообразования и концентрации нерастворенных загрязнений). При интенсивной аэрации и обеспечении хорошего вспенивания снижение концентрации поверхностно-активных веществ может достигать 80 – 90 %.

Существенным преимуществом флотации перед отстаиванием является получение флотационного шлама с более низкой влажностью (90 – 95 %), чем влажность осадка, образующегося при отстаивании (95 – 99,8 %). Поэтому шлама получается в 2 – 10 раз меньше, чем осадка при отстаивании.

Основные преимущества:

низкозатратность метода;

относительно простое устройство флотаторов всех видов, не требующее особых усилий и средств в обслуживании;

эффективность очищения водных растворов;

высокая скорость флотационного процесса;

возможность удаления из раствора продуктов нефтепереработки.

Кросс-медиа эффекты

Постоянный контроль работы флотаторов для получения газовых пузырьков нужного размера, добавление гидрофобизирующих реагентов, вспенивателей можно отнести к недостаткам данного способа очистки промывных вод.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Более перспективным для очистки городских стоков является напорный способ флотации. Сообщается, например, об очистке сточных вод общесплавной и бытовой канализаций напорной флотацией. В одном из районов Сан- Франциско построена такая опытная станция производительностью 60 тыс. $м^3$/сут.

Для очистки сточных вод на одном из КОС Казахстана применена система водоочистки на основе флото-фильтрационных установок, сочетающих в себе процесс флотационной очистки от основной массы взвешенных веществ и доочистку в слое песчаной загрузки в одной установке.

Флотофильтры комбинированного действия, объединяющие в одном аппарате процессы флотации и фильтрации.

Верхняя часть — это зона флотации, где происходит флотационное разделение воды и загрязнений. В этой части так же расположена каретка, на которой смонтированы спиральный сборник для удаления флотошлама и промывная головка для промывки фильтрующей загрузки.

Нижняя часть флотофильтра — это зона фильтрации. Фильтрационная зона разбита на нечетное количество сегментов. По специальной программе на основании показаний датчиков уровня производится промывка одного фильтрующего сегмента, при этом все остальные сегменты продолжают процесс фильтрации. Время промывки составляет несколько минут, при этом часть промывной воды сбрасывается вместе с флотошламом

.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан

5.3.3. НДТ при биологической очистке

При биологической очистке сточных вод используются различные техники для эффективного удаления загрязнений и обеспечения оптимальных условий для жизнедеятельности микроорганизмов, ответственных за процесс очистки.

5.3.3.1. Биологическая очистка в аэротенках

Описание

Внешне устройство представляет собой резервуар, через который проходят сточные воды. Одновременно происходит перемешивание их с биомассой – активным илом. Резервуар может иметь как однокамерную, так и многокамерную конструкцию, прямоугольное сечение, а также оснащение аэратором различных моделей. Это могут быть механические аэрационные, а также пневматические устройства.

Техническое описание

Сточные воды в резервуаре постоянно перемешиваются с илом, при этом в емкость нагнетается кислород. Это обеспечивает аэрацию смеси, поддержание активного ила во взвешенном состоянии, а также жизнедеятельность микроорганизмов-минерализаторов . Именно они собирают на своей поверхности всю органику сточных вод, а затем окисляют ее.

Схема работы устройства максимально проста:

сточные воды сначала поступают в один отсек – это первичный отстойник;

после этого идет перекачка их в основной резервуар, где стоки начинают перемешиваться с активным илом;

тут же на них начинают оказывать активное влияние микроорганизмы, расщепляя органические вещества;

на следующем этапе стоки перетекают в следующий отстойник, а ил перемещается обратно в емкость аэротенка;

во втором отстойнике сточные воды окончательно проходят процесс очистки, затем выводятся наружу.

Современные аэротенки могут иметь различные конструкции, хотя принцип работы в них одинаков. Различия могут быть в числе камер, так как при применении многокамерного аэротенка предусмотрено наличие специальных емкостей-отстойников для сбора ила. Такие модели являются более совершенными, в них осуществляется качественная очистка сточных вод.

Основными частями конструкции являются: компрессор (нагнетает в емкость кислород, работает от электричества), эрлифт (с помощью этого устройства осуществляется перекачка сточных вод по отсекам), отстойники (первичный, вторичный), аэрационная установка, основной резервуар аэротенка.

Существуют различные модели аэротенков, которые отличаются спецификой технологических схем очищения.

Одним из важнейших условий функционирования устройства является наличие активного ила. Это биомасса, которая включает в себя загрязняющие вещества сточных

вод и различные микроорганизмы. Качество ила определяется при помощи специального илового индекса.

Качество и жизнеспособность этой биомассы зависят от кислотности среды, объема поступающих токсических веществ, температурного режима, концентрации кислорода, объема нормальной питательной среды.

Аэротенк будет эффективно работать, только если соблюдается соотношение между количеством ила в емкости и степенью загрязненности сточных вод, а также при постоянной аэрации.

Процесс жизнедеятельности микроорганизмов отличается их быстрым размножением, поэтому при нормальных условиях количество активной биомассы не сокращается, а наоборот увеличивается. Поэтому, по сути, аэротенк в ходе эксплуатации только наращивает свою мощность.

В традиционной схеме биологической очистки сточных вод с аэротенками может использоваться следующий ряд схем:

1. Полная биологическая очистка, соответствующая мощности объекта и условиям сброса. Биологическая очистка с удалением азота.
2. Очистка с биологическим удалением азота и фосфора.
3. Биологическая очистка с удалением азота и химическим удалением фосфора.
4. Очистка с биологическим удалением азота и фосфора с ацидофикацией.
5. Очистка с биологическим удалением азота и биолого-химическим удалением фосфора.
6. Очистка с биологическим удалением азота и биолого-химическим удалением фосфора с ацидофикацией.
7. Другие комбинированные методы, улучшающие эффективность работы биологической очистки.

Достигнутые экологические выгоды

К преимуществам относят:

небольшие размеры;

возможность установки на различных объектах (включая даже небольшие участки);

возможность работы без утепления устройства;

отсутствие неприятных запахов (процесс жизнедеятельности микроорганизмов проходит без выделения газов);

высокое качество очищения стоков.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Эффективность процесса очистки не более 80 – 90 % по всем основным показателям. Обеспечение степени очистки стоков до нормативов сброса в рыбохозяйственный водоем высшей категории может быть обеспечено только при

наличии блока доочистки с химическими реагентами, ультрафиолетовым обеззараживанием, дополнительной обработкой очищенных сточных вод окислителями (озон, пероксид, гипохлорит).

Примерами внедрения НДТ на КОС на традиционной схеме биологической очистки сточных вод для удаления азота и фосфора могут являться:

Биологическая нитри-денитрификация с биологическим удалением фосфора. Достигается удаление органических веществ и взвешенных веществ, азота, фосфора и процесс нитрификации. Эффективность удаления фосфора может колебаться в зависимости от состава исходной воды и ряда других факторов. Позволяет удалять органические загрязнения с эффективностью до 96 – 98 % – до 5 – 8 мг/л, соединения азота – до 90 %, общий фосфор – до 90 %, фосфор фосфатов – до 95 %;

Биологическая нитри-денитрификация с биологическим удалением фосфора, дополнительно стабилизируемая ацидофикацией. Достигается удаление органических веществ, взвешенных веществ, азота, фосфора и процесс нитрификации. Эффективность удаления фосфора стабильна и ниже концентрации 1 мг/л;

Биологическая нитри-денитрификация с биологическим удалением фосфора, дополнительно стабилизируемая дозированием реагентов. Достигается удаление органических веществ, взвешенных веществ, азота, фосфора и процесс нитрификации. Эффективность удаления фосфора стабильно и ниже концентрации 1 мг/л.

Технологические схемы для удаления азота и фосфора из сточных вод включают различные подходы, например:

Технологическая схема анаэробно-аноксидной/оксидной зоны: эта схема включает анаэробные, анаэробно-аноксидные, и оксидные зоны для эффективного удаления азота и фосфора. Примеры включают модификации с использованием биологических и химических процессов.



Рисунок 5.1. Технологическая схема А/О (анаэробно-оксидный)

Согласно представленной технологической схеме, возвратный ил перемешивается с поступающими сточными водами и подается в анаэробный реактор, затем сточные воды проходят аэробную очистку и поступают во вторичные отстойники. Это наиболее простая и дешевая схема удаления соединений азота и фосфора, но ее применение

возможно только для сточных вод промышленного состава с высокими нагрузками на активный ил по углеродсодержащей органике, умеренной нитрификации и при содержании больших концентраций фосфорсодержащих соединений.

Для низконагружаемых сооружений устраивается дополнительная аноксидная стадия с целью более эффективного удаления азота нитратов и нитритов.



Рисунок 5.2. Технологическая схема АА/О (анаэробно-аноксидная/оксидная зона)

Технологическая схема биологического удаления соединений азота и фосфора из сточных вод предусматривает дефосфотирование и денитрификацию. Кроме анаэробной зоны в схеме появляется аноксидная зона. Так как введена денитрификация , аэробная зона рассчитывается на глубокую нитрификацию. Из последней секции аэротенка организуется возврат иловой смеси в начало аноксидной зоны для циркуляции нитратов.

Приведенный в технологической схеме метод глубокого удаления биогенных элементов из сточных вод базируется на традиционной биологической очистке с сочетанием аэробных и анаэробных процессов - методом нитри-денитрификации и дефосфатации.



Рисунок 5.3. Модифицированная технологическая схема АА/О (анаэробно-аноксидная/оксидная зона)

Основное отличие модернизированной схемы – добавление реагента для улучшения очистки по биогенным веществам.

Технологическая схема UCT (Кэйптаунского университета): эта схема разработана для более эффективного управления биологическими процессами удаления азота и фосфора. Она включает специфическое распределение аэробных и анаэробных зон. Данная технологическая схема позволяет свести к минимуму количество нитратов, поступающих в анаэробную зону сооружения, повысив тем самым эффективность биологического удаления фосфора. В отличие от рассмотренных выше схем в данном процессе рецикл возвратного активного ила и нитратный рецикл подаются в аноксидную зону.



Рисунок 5.4. Технологическая схема UCT (Кэйптаунского университета)



Рисунок 5.5. Модернизированная технологическая схема UCT (Кэйптаунского университета)

Технологическая схема представляет собой последовательность анаэробной, двух аноксидных и аэробной зон. В данной схеме первая аноксидная зона предназначена для удаления азота нитратов из возвратного активного ила, вторая аноксидная зона – для удаления нитратов, образующихся в ходе процесса нитрификации в аэробной зоне для обеспечения требуемого качества очищенной воды по $N\text{-}N0_3$.

Основные факторы, влияющие на эффективность процесса биологического удаления фосфора: время нахождения сточной воды в анаэробной зоне, время

пребывания в аноксидной и аэробной зонах, количество легкоокисляемых органических соединений, возраст активного ила, концентрация нитратов в анаэробной зоне.

Технологическая схема Барденфо: эта схема также предназначена для биологической очистки сточных вод с акцентом на эффективное удаление азота и фосфора, используя комбинацию различных зон и процессов.



Рисунок 5.6. Технологическая схема Барденфо

Указанная технологическая схема наиболее известная и широко применяемая в Европе схема очистки, позволяющая эффективно удалять соединения азота и фосфора на низконагружаемых сооружениях.

В данной схеме очистка сточных вод начинается с аноксидной стадии, в которой осуществляется денитрификация. В эту зону подаются сточные воды, используемые для денитрификации как источник углерода, и иловая смесь после нитрификатора, которая содержит нитриты и нитраты. Затем следует аэробная стадия, где происходят снижение содержания органических загрязняющих веществ в очищаемых сточных водах и нитрификация. Смесь ила из этой зоны, содержащая нитраты, подается в следующую аноксидную зону денитрификации и одновременно в предыдущую аноксидную зону денитрификации. Процесс заканчивается в аэробной зоне, в которой осуществляется нитрификация и частичная дефосфотация.



Рисунок 5.7. Модернизированная технологическая схема Барденфо

Модернизированная технологическая схема Барденфо имеет одну анаэробную зону, две аноксидных и две аэробных зоны с иловым и нитратным рециклом. Поступающие сточные воды и возвратный активный ил подаются в анаэробную зону, где происходят реакции ферментации, потребление легкоокисляемой органики и высвобождение фосфора. В зоне нитрификации (первая аэробная зона) происходят доокисление органических соединений, окисление аммонийного азота и потребление фосфора. В первой аноксидной зоне происходит процесс денитрификации - окисление органических соединений связанным кислородом нитратов, поступающих с возвратным активным илом. Во второй аноксидной зоне происходит восстановление нитратов, образованных в ходе процесса нитрификации в первой аэробной зоне.

Последняя аэробная зона служит для аэрирования иловой смеси для снижения анаэробных условий во вторичном отстойнике.

Технологическая схема JHB (Иоханнесбургская технология): эта схема включает особенности, разработанные в Иоханнесбурге для обработки сточных вод с целью удаления азота и фосфора.



Рисунок 5.8. Технологическая схема JHB (Иоханнесбургская технология)

Технологическая схема JHB (Йоханесбургская технология). Данная технологическая схема представляет собой последовательность аноксидной зоны (где происходит денитрификация), анаэробной зоны (уменьшение концентрации фосфора), второй аноксидной зоны (удаление азота нитратов и нитритов) и аэробной зоны (окисление аммиака).



Рисунок 5.9. Модернизированная технологическая схема JHB (Иоханнесбургская технология)

Модифицированная технологическая схема JHB (Йоханесбургская технология) в отличие от обычной схемы имеет повторный цикл с конца анаэробной зоны к началу предыдущей аноксидной зоны для обеспечения остаточными биологически легко разлагаемыми соединениями в процессе денитрификации.

В основе схемы лежат основные закономерности протекания процессов денитрификации и дефосфатизации сточных вод, при этом удаление азота предполагается путем перевода его в газообразную форму, удаление фосфора – накоплением его соединений в клетке активного ила с последующим выводом из системы с избыточным активным илом.

За рубежом для одновременного удаления органических веществ, соединений азота и фосфора находят распространение процессы Virginia Initiative Process (VIP).



Рисунок 5.10. Технологическая схема VIP (Virginia Initiative Process)

Модернизированные версии этих схем могут включать улучшенные технологии, новые материалы и методы контроля, что способствует повышению эффективности очистки сточных вод от азота и фосфора.

Процессы VIP и UCT очень похожи. Подача в них нитратного рецикла и возвратного ила предусматривается в аноксидную зону, с выхода которой аноксидным

рециклом иловая смесь перекачивается на вход анаэробной зоны. Естественно, в аноксидном рецикле нельзя допускать присутствия нитратов.

Кросс-медиа эффекты

Устройство является энергозависимым. Агрегат оснащен достаточно сложным оборудованием, необходимо постоянно контролировать его работу. Необходимо регулярное использование устройства, так как длительные (около трех месяцев) перерывы могут привести к гибели микроорганизмов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Аэротенки не нуждаются в утеплении, так как даже в холодное время года в резервуарах поддерживается оптимальная температура. Достигается это за счет большого количества энергии, выделяющейся при переработке органических отходов сточных вод.

На тех же принципах строгого отсутствия кислорода в анаэробной зоне и обеспечения его наличия в аэробной зоне основан еще целый ряд технологий очистки бытовых сточных вод:

технология денитрификации с возвратным активным илом (RAS);

технология Вестбанк (впервые была внедрена в г. Вестбанк, Канада);

технология CNC (г. Шарлотта, Северная Каролина);

технология Пушкина (Kruger International Consult A/S);

технология BFCS (биохимическое удаление фосфора и азота).

Экономика

Применение аэротенков для биологической очистки сточных вод является широко распространенным на очистных сооружениях городов во многих странах мира. По сравнению с более сложными системами, такими, как мембранные биореакторы, установка и обслуживание аэротенков обходится дешевле. Это снижает капитальные затраты при строительстве и модернизации очистных сооружений. В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3.2. Анаэробое брожение микроорганизмов с целью получения метана

Описание

Метантенк – железобетонный реактор или биореактор, который используется для анаэробного брожения микроорганизмов с целью получения метана.

Техническое описание

Современные биореакторы имеют достаточно понятный принцип работы. Они представляют собой герметичный резервуар, не имеющий сообщения с кислородной средой. Внутри резервуара располагается активный ил – макроколонии анаэробных

микроорганизмов. Развитие биомассы в бескислородной среде происходит медленно, поэтому сохранение имеющейся популяции очень важно для эффективности процесса очистки.

Большая часть активного ила находится на дне реактора, но присутствуют микроорганизмы и в верхних слоях воды в виде взвеси. Анаэробный активный ил, чаще называемый метаногенным, представляет собой плотные 2 – 3 мм гранулы. Это и есть сообщества микроорганизмов. Каждая гранула содержит разное количество тех или иных микроорганизмов, среди наиболее распространенных можно отметить археи разных родов и метаносарцины. Последние чаще встречаются в высококонцентрированных стоках.

В процесс жизнедеятельности гранулы ила расщепляют химический и биологический "мусор", поступающий со стоками, выделяя при этом метан и воду. В системах многоуровневой биоочистки налажена последовательность отведения основных продуктов фильтрации. Покидая метантенк, вода направляется в аэротенк, где доочищается аэробными бактериями. Газ поднимается вверх и может использоваться для обогрева реактора. Нормальной температурой для развития анаэробов рода архей является 30 °C, но благодаря разработкам селекторов выделены организмы, функционирующие при 10 – 20 °C.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов парниковых газов: использование метана в качестве энергетического источника уменьшает выбросы парниковых газов в атмосферу.

Утилизация органических отходов: биологическая очистка в метантенках позволяет эффективно утилизировать органические отходы, сокращая необходимость их захоронения на свалках.

Снижение потребления энергии: выработанный биогаз может быть использован для производства электроэнергии, что снижает зависимость от ископаемых источников энергии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Эффективность очистки: биологическая очистка в метантенках обеспечивает высокую степень очистки сточных вод от органических загрязнений.

Производство биогаза: в результате процесса анаэробного брожения выделяется значительное количество биогаза, который можно использовать в энергетических целях.

Требования к обслуживанию: метантенки требуют регулярного контроля и обслуживания для поддержания оптимальных условий брожения.

Кросс-медиа эффекты

Использование биогаза вместо ископаемого топлива уменьшает выбросы парниковых газов, таких, как диоксид углерода и метан.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Необходимость оборудования для сбора и обработки биогаза: для использования выделенного биогаза требуется специализированное оборудование, такое, как газопроводы и генераторы электроэнергии.

Управление запахами: в процессе анаэробного брожения может возникать неприятный запах, поэтому необходимы меры по его контролю и управлению.

Технология сбраживания в метантенках требует в течение суток производить равномерную загрузку осадка в резервуар. При этом важными параметром для изначальных расчетов является выбранная температура для работы анаэробного ректора. От температуры зависят скорость процесса брожения и производительность метантенка.

Наибольшее применение нашли мезофильный (при температуре 32 – 35 ^{0}C) и термофильный режим (при температуре 52 – 55 ^{0}C). Мезофильный режим является менее энергоемким, термофильный позволяет применять метантенки меньшего объема. За рубежом чаще применяется мезофильный режим.

Экономика

В сравнении с традиционными методами, такими, как химическая очистка, биологическая очистка в метантенках обычно требуется меньше химических реагентов и энергии, что снижает операционные расходы на обслуживание очистных сооружений .

В Стокгольме используется передовая система биологической очистки в метантенках на очистных сооружениях, что помогает городу соблюдать строгие экологические стандарты и снижать операционные расходы.

В Портленде внедрена инновационная система биологической очистки в метантенках на муниципальных очистных сооружениях, что позволяет городу экономить на энергозатратах и снижать выбросы парниковых газов.

Один из крупнейших очистных комплексов в Европе, расположенный в Берлине, использует биологическую очистку в метантенках для эффективной утилизации сточных вод и производства биогаза. Это позволяет городу сокращать энергозатраты и снижать экологическое воздействие. В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3.3. Биофильтры

Описание

Биологические фильтры или биофильтры – система биологической очистки воды от органических соединений.

Техническое описание

Это приспособление имеет емкость определенной формы, которая при использовании биоматериалов очищает сточные воды. Данные биоматериалы состоят из различных микроорганизмов. С помощью перепадов температуры атмосферы и очищаемой жидкости в процессе очистительных работ осуществляется бесперебойная циркуляция воздуха. Это нужно для того, чтобы микроорганизмы в емкости получили кислород, который необходим им для жизни.

Фильтр производит очистку воды от не растворившихся веществ, которые прошли через отстойники. Микроорганизмы в ней существуют благодаря окисления органики. Остальные органические вещества служат для повышения количества биологической массы. Производится 2 эффективных процесса: в воде убиваются ненужные органические вещества и повышается биопленка. Массы сточной воды заберут с собой мертвую часть биопленки. Вентиляция подает кислород двумя способами: искусственным и естественным.

Биофильтр состоит из следующих частей:

фильтрующей загрузки, помещенной в резервуар круглой или прямоугольной формы в плане (тело биофильтра);

водораспределительного устройства для равномерного орошения сточной водой поверхности загрузки;

дренажного устройства для удаления профильтрованной жидкости;

воздухораспределительного устройства для поступления воздуха внутрь биофильтра.

Классификация биофильтров

Биофильтры классифицируются по следующим признакам:

по степени очистки: на полную и неполную биологическую очистку;

по способу подачи воздуха: с искусственной аэрацией (аэрофильтры) и с естественной подачей воздуха;

по режиму работы: с рециркуляцией сточной воды (то есть с возвратом части очищенной жидкости в биофильтр) и без нее;

по технологической схеме: одно- и двухступенчатые биофильтры;

по пропускной способности: малой пропускной способности (капельные биофильтры) и большой (высоконагружаемые);

по виду и особенностям загрузочного материала: биофильтры с объемной (гравий, шлак, керамзит, щебень и т.д.) и плоскостной (пластмассы, ткани, асбестоцемент, керамика, металл и т.д.) загрузкой.

Биофильтры с объемной загрузкой различаются по высоте загрузки: капельные имеют высоту 1 – 2 м, высоконагружаемые – 2 – 4 м и башенные высотой 8 – 16 м.

Биофильтры с плоскостной загрузкой подразделяются на следующие:

с жесткой засыпной загрузкой (керамические, пластмассовые или металлические насыпные элементы);

с жесткой блочной загрузкой (гофрированные или плоские листы или пространственные элементы);

с мягкой или рулонной загрузкой, выполненной из металлических или пластмассовых сеток, синтетических тканей, которые крепят на каркасах или укладывают в рулонах;

погружные биофильтры, состоящие из пакета дисков, насаженных на горизонтальную ось вращения.

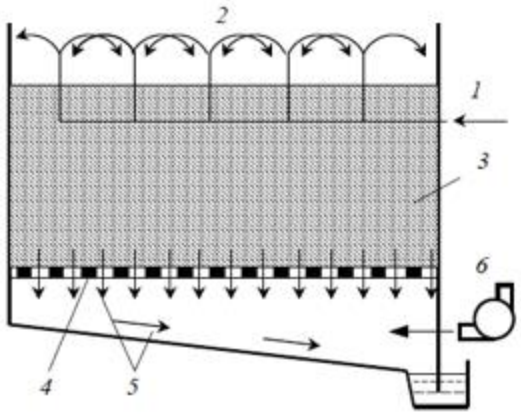


Рисунок 5.11. Схема биофильтра

1 – подача сточных вод; 2 – водораспределительное устройство; 3 – фильтрующая загрузка; 4 – дренажное устройство; 5 – очищенная сточная вода; 6 - воздухораспределительное устройство.

Достигнутые экологические выгоды

Биофильтры могут эффективно очищать воду или воздух от органических загрязнителей без необходимости в химических добавках.

Очищенная вода проходит через емкость биофильтра, заполненную загрузкой, на которой происходит развитие биопленки. Емкость может быть незатопленной и затопленной. Для некоторых конструкций затопленного биофильтра периодически проводят регенерацию путем усиленной аэрации. Показатели по БПК5 не более 3 мг/л, азот аммонийный не более 1 мг/л, азот нитритов не более 0,1 мг/л.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В отличие от некоторых химических методов очистки, биофильтры могут быть более устойчивы к изменениям в составе загрязнений и условиях окружающей среды. Для поддержания высокой эффективности биофильтры требуют регулярного обслуживания, включая очистку и поддержание оптимальных условий для жизни микроорганизмов.

Кросс-медиа эффекты

Частое заиливание. Снижение окислительной мощности в процессе эксплуатации. Появление неприятных запахов. Трудность равномерного наращивания пленки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Биологические фильтры могут быть выполнены в виде различных конструкций, включая погружные и наземные фильтры, а также фильтры с различными типами наполнителей, такими, как гравий, песок, пластмассовые шарики или специальные биологически активные материалы. Эти конструкции обеспечивают высокую поверхность для обитания бактерий, что повышает эффективность процесса очистки. Параметры, такие, как температура, pH и содержание кислорода в сточной воде, играют важную роль в эффективности работы биологических фильтров. Поэтому системы контроля и регулирования этих параметров обеспечивают оптимальные условия для жизнедеятельности микроорганизмов и, следовательно, эффективную очистку воды. Для обеспечения стабильной работы биологических фильтров необходимо регулярное обслуживание, включая очистку и замену наполнителя, мониторинг параметров работы и коррекцию процессов при необходимости.

Экономика

Экономическая выгода от использования биофильтров может проявляться в снижении затрат на обслуживание и ремонт оборудования, сокращении расходов на химические реагенты и уменьшении воздействия на окружающую среду. Однако стоимость установки и эксплуатации биофильтров может варьироваться в зависимости от их типа и размера, а также от условий конкретного применения.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3.4. Биоблоки

Описание

Биоблоки представляют собой специальные модули, используемые в системах очистки сточных вод. Эти модули обеспечивают высокую поверхность для роста бактерий и микроорганизмов, способствуя эффективному разложению органических загрязнений.

Техническое описание

Биологическая очистка на биоблоках предусматривается в две стадии:

технология очистки сточных вод в биоблоке, совмещающем в едином объеме аэротенк и вторичный отстойник;

доочистка в отстойниках-фильтрах.

Биологическая очистка. Процесс биологической очистки предусматривается осуществлять в блочном сооружении (биоблоке) без первичного отстаивания. Эффективность механической предварительной очистки достигается установкой решеток тонкой очистки прозором решеток 5 мм. Блок биологической очистки представляет собой сблокированное сооружение и включает в себя зону аэрации (по типу аэротенка, работающего в режиме вытеснения) и зону отстаивания (вторичный радиальный отстойник). Зона аэрации разделена на ступени, чередующиеся между собой для более стабильной работы системы.

Для биологической очистки сточных вод принята технология сочетания взвешенной и прикрепленной к загрузке микрофлора. Процесс биологической очистки осуществляется как за счет свободноплавающих микроорганизмов, так и микроорганизмов, прикрепленных к полимерной загрузке. Это обеспечивает увеличение скоростей биологического окисления, следовательно, уменьшение объемов сооружений, стабильность процессов, устойчивость активного ила к неблагоприятным условиям.

Сочетание взвешенной и прикрепленной микрофлоры в кассетах с искусственными водорослями обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности различных групп микроорганизмов, которые участвуют в очистке воды. Благодаря запасам биомассы микроорганизмов на искусственных водорослях повышается надежность работы блока.

Биологическая очистка сточных вод с применением микроорганизмов, закрепленных на поверхности загрузочных материалов, позволяет осуществлять сложные многостадийные биологические процессы, обусловливает лучшую защищенность клеток микроорганизмов от воздействия отрицательных факторов, обеспечивает высокую концентрацию микроорганизмов в реакторе. Кроме того, закрепление микроорганизмов позволяет постоянно фиксировать их клеточную массу и осуществлять ее пространственное перераспределение. Закрепленный активный ил менее чувствителен к токсичным веществам. Блок биологической загрузки обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности различных групп микроорганизмов, которые участвуют в очистке воды.

В силу более высокой устойчивости прикрепленных микроорганизмов к неблагоприятным воздействиям, связанным с изменениями характеристик поступающих стоков, увеличивается стабильность процесса биологической очистки.

Доочистка. Процесс очистки осуществляется в одном комбинированном сооружении (отстойнике-фильтре) последовательно в 2 стадии:

осветление суспензии или эмульсии путем отстаивания;

фильтрование осветленной воды через слой блока биологической загрузки в направлении снизу вверх.

Достигнутые экологические выгоды

Использование биоблоков в системах очистки сточных вод помогает эффективно удалять органические загрязнители, снижать уровень загрязнения и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, что особенно важно для населенных пунктов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Биоблоки обладают высокой стойкостью к агрессивным условиям сточных вод, обеспечивают стабильную работу при минимальном обслуживании. Они эффективно справляются с очисткой сточных вод, обеспечивая высокий уровень удаления загрязнений.

Кросс-медиа эффекты

Применение биоблоков для очистки сточных вод положительно сказывается на качестве окружающей среды, улучшая состояние водоемов и снижая риск загрязнения грунтовых вод.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Канализационные очистные сооружения города Витебска по технологии "Биоблок" запроектированы и построены по проекту ПЧУП "Белэкполь". Очистные сооружения состоят из 4-х биоблоков диаметром 48 метров и глубиной 6,3 метра. Рассчитан каждый биоблок на 15,0 тыс. $м^3$/сутки.

Экономика

Инвестиции в установку биоблоков оправдываются за счет снижения расходов на обслуживание систем очистки, повышения эффективности процессов очистки и снижения риска экологических штрафов за превышение нормативов эмиссий. В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3.5. Технология мембранного биореактора

Описание

Технология мембранного биореактора или MBR (Membrane Bio Reactor), представляет собой мембранную фильтрацию, интегрированную в процесс биологической очистки с активным илом. Технология объединяет биологическую очистку в аэротенках и глубокую доочистку на мембранах.

Техническое описание

Мембранные методы очистки отличаются типами используемых мембран, движущими силами, поддерживающими процессы разделения, а также областями их применения. Движущей силой в процессе очистки, которая заставляет жидкость проходить через препятствие в виде тонкой перегородки (мембраны), могут быть:

разность давлений – баромембранные (барометрические) процессы; разность концентраций растворенных в воде веществ – диффузионные процессы; разность температур по обе стороны перегородки – термомембранные процессы; электродвижущая сила (разность электрохимических потенциалов) – электромембранные процессы. Наибольшее распространение получили мембранные процессы, протекающие под действием давления (баромембранные процессы).

Мембранный модуль состоит из кассет с мембранами. В каждой кассете располагаются пучки мембранных волокон. Половолоконная мембрана представляет собой полую нить наружным диаметром около 2 мм и длиной до 2 м. Поверхность нити представляет собой ультрафильтрационную мембрану. Каждый пучок состоит из мембранных волокон и оборудован общим патрубком отвода фильтрата. Столь малый размер пор является физическим барьером для проникновения организмов активного ила, имеющих размер более 0,5 мкм, что позволяет полностью отделить активный ил от сточной воды и снизить концентрацию взвешенных веществ в очищенной воде до 1 мг/л и менее.

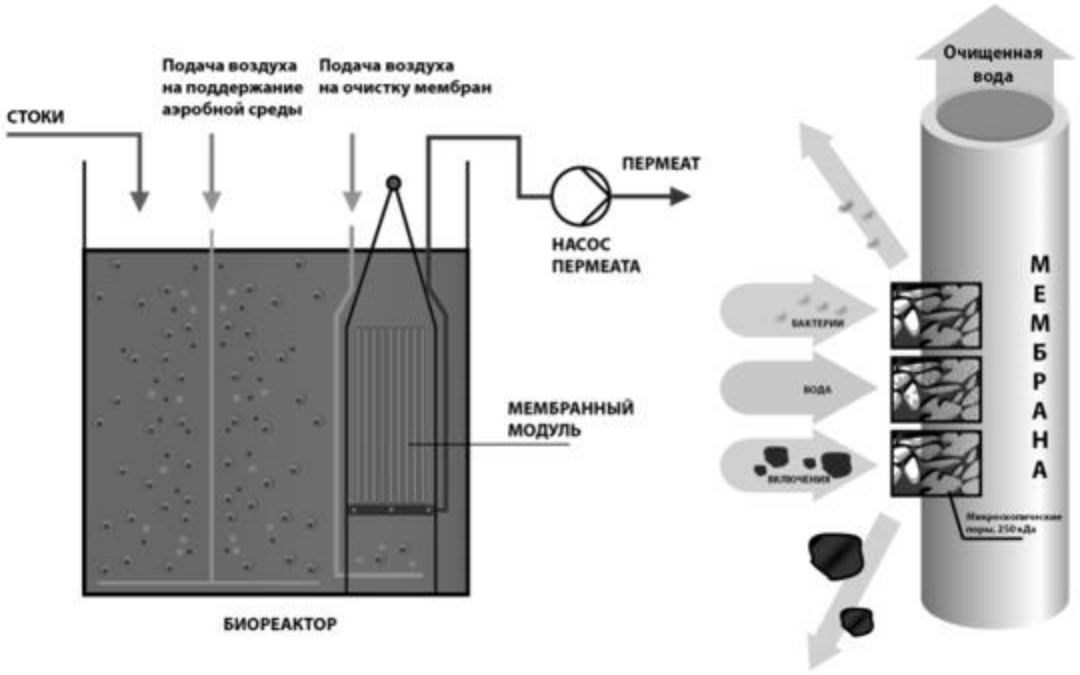


Рисунок 5.12. Принципиальная схема работы MBR

Достигнутые экологические выгоды

Внедрение технологии MBR для очистки производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод коренным образом меняет традиционные схемы очистки и обеспечивает высокую эффективность удаления загрязнений в соответствии с действующим законодательством Республики Казахстан в сфере водоотведения и очистки сточных вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Биологическая очистка сточных вод (разложение органических загрязнений) по технологии MBR намного эффективнее и более устойчива к изменению качества исходных сточных вод по сравнению с традиционными системами за счет увеличения концентрации активного ила (до 6 – 14 г/л).

Таким образом, обеспечивается очистка сточных вод с высоким и стабильным качеством, требуемым санитарными нормами.

Повышение надежности и увеличение эффективности работы КОС (исключение возможности выноса биомассы из очистных сооружений). Увеличение концентрации активного ила в аэротенке и, следовательно, окислительной мощности КОС. Компактность КОС, поскольку мембранная доочистка заменяет вторичное отстаивание, доочистку на фильтрах и обеззараживание. Снижение объема избыточного активного ила и увеличение его водоотдающих свойств.

Кросс-медиа эффекты

Важным аспектом уменьшения риска является обоснованный и правильный выбор типа мембран (ультра- или микрофильтрационные), материала (полисульфон, полиэфирсульфон, полиэтилен, поливинилиденфторид), режима фильтрации (напорные , погружные/безнапорные), конструкции мембран (плоскорамные, трубчатые, половолоконные).

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. При эксплуатации мембранных систем следует учитывать срок службы мембран (5 – 10 лет), составлять правильные контракты на поставку заменяемых элементов.

Экономика

Капитальные затраты на строительство КОС по традиционной технологии и по технологии MBR сопоставимы, но за счет кардинального улучшения качества очистки возможно получение значительного экономического эффекта:

повторное использование сточных вод на технические (теплоэнергетические, промышленные и т.д.), муниципальные (полив дорог, тротуаров, зеленых насаждений) и другие цели – экономия источников питьевой воды;

прямой сброс очищенных стоков в поверхностные и подземные водоемы – предотвращение экологических катастроф, связанных с накопителями сточных вод, пополнение запасов питьевой воды, прекращение изъятия земель под новые накопители, иловые площадки, трассы коллекторов и т.д.

Капитальные затраты на сооружении станции очистки сточных вод колеблются от 6000 – 1000 евро на 1 $м^3$/сутки в зависимости от производительности системы. Затраты на саму мембранную установку (со всем вспомогательным оборудованием) составляют 30 – 60 %. Стоимость мембранных блоков составляет 75 – 150 евро/$м^2$ при их средней

удельной производительности 15 – 30 л/ч на 1 $м^2$ площади мембран. Стоимость обработки бытовых сточных вод на мембранных модулях колеблется в диапазоне 0,08 – 0,15 евро за 1 $м^3$; общие эксплуатационные затраты составляют 0,24 – 0,25 евро на 1 $м^3$.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3.6. Технология фильтрации суспензии через взвешенный слой осадка

Описание

Технология фильтрации суспензии через взвешенный слой осадка, так называемая флюидная фильтрация USBF (Up flow Sluge Blanket Filtration), разработана на основе теории поверхностных сил. Процесс USBF является модификацией традиционного процесса с активным илом, который объединяет отдельную аноксидную зону и осветлитель на основе восходящей фильтрации с помощью взвешенного осадка в единый блок биореактора. При данной технологии отсутствуют традиционные первичные и вторичные отстойники.

Техническое описание

В первом объеме, куда сточная вода поступает после механической очистки и первичного удаления нерастворимых веществ в анаэробных условиях, происходит дефосфоризация стоков, при этом сточная вода смешивается с суспензией, поступающей из анэксической зоны в соотношении 1:1. Далее смесь из анаэробной зоны поступает в анэксическую зону, в которой биологическим методом происходит процесс денитрификации, при этом в нее из зоны сепарации поступает возвратный ил, прошедший сепарацию в реакторе после обработки в аэробной зоне нитрификации. При этом концентрация ила в смеси увеличивается в 2 раза по сравнению с анаэробной зоной. Далее вода из анэксической зоны поступает в аэрируемую зону, где происходит нитрификация и стабилизация активного ила. Обработанная в аэрированной зоне вода поступает в реактор призматической формы.

Реактор представляет собой сосуд в виде треугольной призмы, ориентированный своей вершиной ко дну резервуара. При этом суспензия вводится в реактор снизу в полностью флюидизированный слой ила со скоростью от 2 до 6 см/с, а свободную от суспензии жидкость выводят над поверхностью слоя ила, представляющей собой поверхность раздела между псевдоожиженным слоем и свободной от суспензии жидкостью со скоростью восходящего потока воды непосредственно над поверхностью слоя ила от 1,6 до 2,2 м/ч.

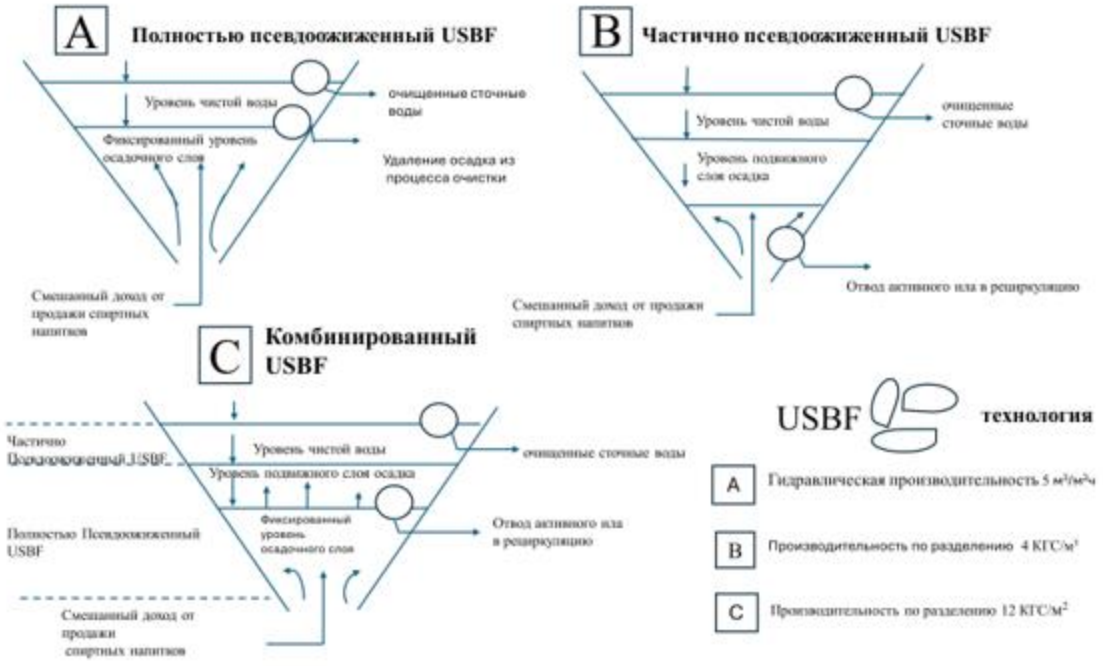


Рисунок 5.13. Схемы основных видов флюидной фильтрации

Биологический реактор – это интегрированный железобетонный резервуар. Рабочий уровень воды в реакторе 4,8 м. Борт бетонного резервуара возвышается над обслуживающей дорожкой на 1,1 м. Для обслуживания технологического оборудования внутри биологического реактора предусмотрены лестницы, перила, ступеньки и ходовые мостики из оцинкованной стали.

Каждая линия представляет собой цепочку из четырех зон:

1) аноксическая зона;

2) зона денитрификации;

3) зона нитрификации (аэрации);

4) зона сепарации.

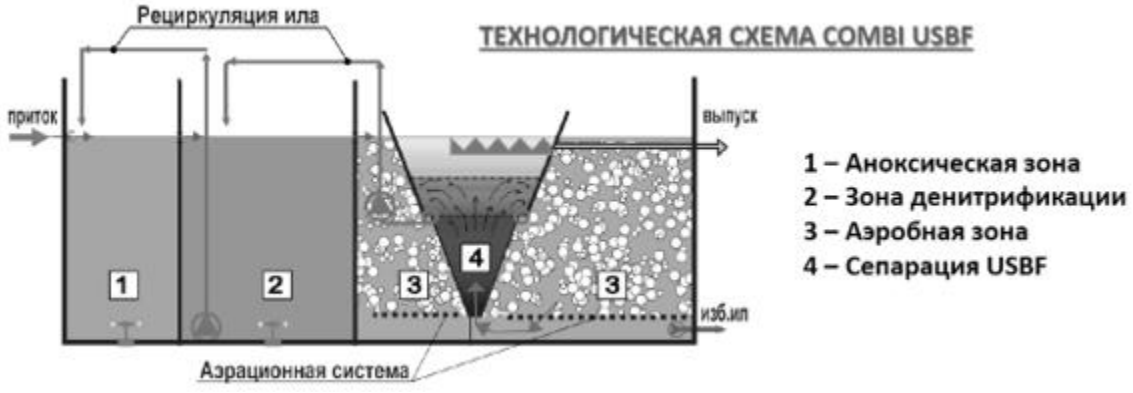


Рисунок 5.14. Технологическая схема USBF

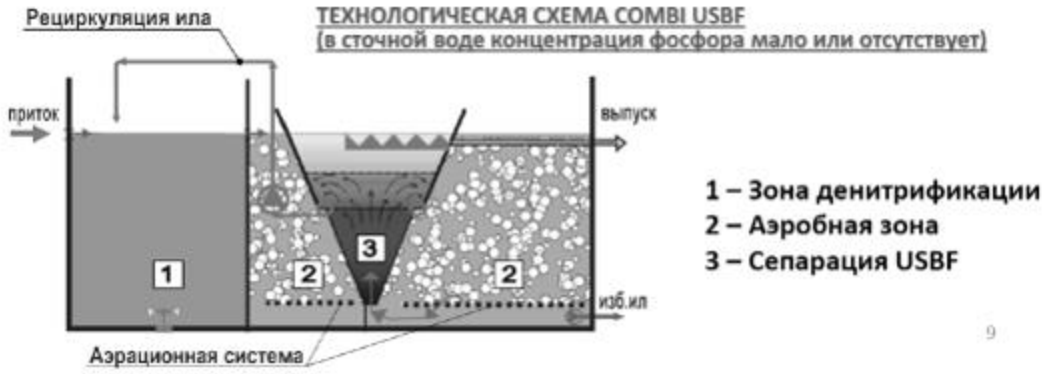


Рисунок 5.15. Технологическая схема USBF (при малых концентрациях фосфора или при его отсутствии)

Достигнутые экологические выгоды

Технология фильтрации через взвешенный слой осадка эффективно удаляет мелкие частицы, в том числе органические и неорганические загрязнители, из воды. Это помогает снизить загрязнение водоемов и улучшить качество воды, снижая потребность в использовании химических реагентов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Технология фильтрации через взвешенный слой осадка обладает хорошей экологической совместимостью, так как не требует применения химических добавок для очистки воды. Эксплуатационные данные показывают эффективность этой технологии в удалении частиц из воды при минимальном обслуживании.

Кросс-медиа эффекты

Предотвращение загрязнения воды способствует сохранению качества почвы и грунтовых вод в прилегающих территориях, что в свою очередь оказывает положительное воздействие на растительный мир и здоровье человека.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Первые сооружения по данной технологии были сданы в эксплуатацию еще в 1994 и в 1995 годах в городах Ново место и Яромерж (Чехия). Последние сооружения четвертого поколения построены в 2008 – 2009 годах в городах Рокискиш и Киданяй (Литва). По всем данным сооружениям сбросы производятся, как правило, в реки или иные водные объекты, что говорит о высокой степени очистки. Данная технология позволяет реконструировать КОС, выполненные по классической схеме очистки. Доочистка предусматривается на микрофильтрах.

Так, например, КОС в г. Рокишкис (Литва) имели производительность 5 000 м^3/сут. по традиционной технологии. После реконструкции они имеют возможность принять 15 000 м^3/сут. При этом существующие первичные отстойники теперь используются

для выравнивания пиковых расходов, а вторичные отстойники используются для илоуплотнителей. Потребляемая мощность уменьшилась с 250 кВт до 120 кВт.

Экономика

Внедрение технологии фильтрации через взвешенный слой осадка может обеспечить экономическую выгоду за счет снижения затрат на обслуживание, уменьшения расходов на химические реагенты и повышения эффективности процессов очистки.

Эта технология широко применяется в системах очистки питьевой воды, сточных вод населенных пунктов, а также в промышленности. Она может быть легко интегрирована в существующие очистные сооружения или использоваться в качестве автономной системы очистки.

Поскольку технология USBF объединяет все зоны в одном биореакторе, то не возникает необходимости в строительстве громоздких первичных и вторичных отстойников, что существенно сокращает общую стоимость строительства. В результате капитальные затраты на 30 – 40 % ниже по сравнению с широко применяемыми современными решениями, основанными на схеме аэротенк-отстойник, что вызывает большой интерес у инвесторов.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3.7. Технология реактора циклического действия

Описание

Для очистки средних объемов (более 1 000 $м^3$/сут.) хозяйственно-бытовых, а также близких к ним по составу промышленных сточных вод предлагается использовать технологию реактора циклического действия или SBR-технология (Sequencing Batch Reactor - Реактор Переменного Действия или Последовательно-Циклический Реактор).

Техническое описание

Принцип SBR-технологии позволяет очищать сточные воды до нормативных показателей для сброса в водоемы при относительно небольших затратах и небольшой занимаемой площади. Полностью автоматизированная система управления позволяет изменять любые параметры и, таким образом, регулировать качество очищенной воды при минимальном количестве обслуживающего персонала.

Доочистка может осуществляться на фильтрах с песчаной загрузкой.

Биологическая очистка происходит по технологии SBR. Процесс биологической очистки (наполнение сточной водой, перемешивание с активным илом, аэрация, седиментация активного ила, отвод очищенной воды, отвод избыточного ила) происходит последовательно во времени в одной емкости - реакторе SBR. Полный

временной период от наполнения до опустошения реактора SBR (цикл работы), как и длительность отдельных стадий процесса регулируется в зависимости от желаемой степени очистки и состава сточной воды, поступающей на очистку.

Биореакторы с размерами в плане 18 х 18 м и глубиной 7 м с объемом 2,0 тыс. $м^3$. Общее их количество 6 штук. Внутри биореактора расположен поверхностный аэратор на поплавках. Мощность аэратора 45 кВт.

После биологической очистки очищенные сточные воды через буферную емкость поступают на доочистку на фильтры с каталитической загрузкой. Общее количество фильтров – 5.

После доочистки сточная вода через резервуар фильтрованной воды насосами подается на озонирование для обеззараживания и удаления избыточных нефтепродуктов и СПАВ. В цехе озонирования установлены аппараты озонирования воздуха. Воздух на аппараты поступает от компрессоров (три установки). Общее количество озонаторов – 4 установки. Производительность каждой установки 1,5 кг/ч озона (O_3), с мощностью 15 кВт.

Очищенные сточные воды смешиваются с озоном пропуском их через колонные смесители. Избыточный озон обезвреживается на установках деструкции.

Обеззараженные сточные воды поступают на территорию Байкальского целлюлозно-бумажного комбината и через промежуточную емкость сбрасываются в озеро Байкал.

Избыточный ил через промежуточный резервуар поступает в цех обезвоживания, где установлен ленточный пресс-фильтр.

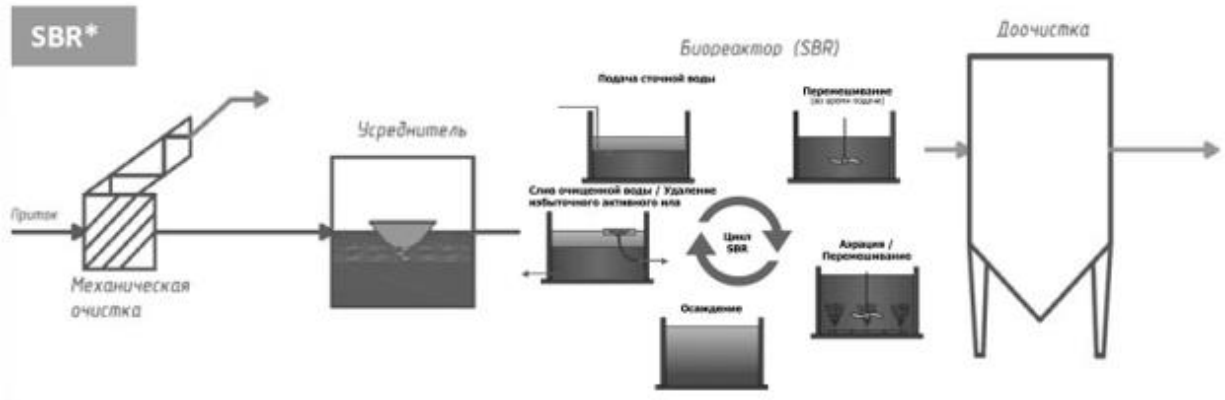


Рисунок 5.16. Технологическая схема реактора циклического действия (SBR)

Достигнутые экологические выгоды

Применение технологии SBR приводит к значительному снижению загрязнения водных ресурсов за счет эффективной очистки сточных вод. Это способствует сохранению водных экосистем, улучшению качества воды и снижению вредных воздействий на окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Ориентировочный срок службы мембранных модулей составляет 7 – 10 лет и изменяется в зависимости от правильности эксплуатации в соответствии с указаниями поставщика. Срок службы основных емкостных сооружений из железобетона – минимум 50 лет.

Кросс-медиа эффекты

Применение технологии SBR может также сопровождаться экономией ресурсов, таких, как вода и энергия. Меньшее потребление энергии для работы оборудования и меньшее количество требуемых химических реагентов могут привести к уменьшению нагрузки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

"КОС БМО" были введены в эксплуатацию в августе 2008 года. Суточная производительность КОС (проектная) составляет 12,0 тыс. $м^3$/сутки (10,0 тыс. $м^3$/сутки с г. Байкальска и 2,0 тыс. $м^3$/сутки с комбината). Схема очистки стоков следующая.

Сточные воды города Байкальска, хозяйственно-бытовые стоки и ливневые стоки с территории КОС поступают в приемную камеру, откуда распределяются на две решетки (одна резервная) с прозорами 4,0 мм. После решеток сточные воды поступают на радиальные (две) песколовки.

Экономика

Внедрение технологии SBR может потребовать начальных инвестиций в строительство и оборудование, однако она может обеспечить значительные экономические выгоды за счет снижения затрат на обслуживание и эксплуатацию, а также за счет улучшения качества воды и снижения штрафов за нарушения нормативов по загрязнению водоемов.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3.8. Использование микроводорослей

Описание

С помощью микроводорослей в водоеме запускаются и интенсифицируются процессы самоочистки, после прохождения процедуры реабилитации такой водоем можно использовать в качестве самостоятельной активной ступени биологической очистки сточных вод.

Техническое описание

Основой технологии биологической реабилитации является зеленая микроводоросль хлорелла. Определенные штаммы обладают способностью свободного парения и равномерного распределения в среде. Наиболее активные клетки сосредотачиваются в верхнем слое воды, что в реальных условиях дает им конкурентное преимущество в виде первоочередного доступа к солнечному свету. Также свойство сосредоточения в верхнем слое воды дает возможность работы клеток уже на этапе схода льда в водоеме, когда верхний слой воды толщиной 1 – 2 мм прогревается.

Живые клетки хлореллы способны усваивать значительные количества биогенных элементов, содержащих азот и фосфор, и использовать их для синтеза белков (их доля в сухой биомассе клеток достигает 60 %), нуклеиновых кислот и фосфолипидов. Эффективность удаления биогенных элементов-загрязнителей дополнительно увеличивается за счет выделения кислорода (фотосинтетической аэрации), что способствует интенсификации естественной нитрификации. Те же самые процессы проходят в аэротенках, только с большими затратами энергии. Кроме того, подщелачивание среды при росте микроводорослей способствует осаждению фосфатов .

В результате фотосинтеза скорость поглощения растворенного углекислого газа из воды достигает 2,5 кг $CO_2/м^3$*сут., при этом скорость выделения кислорода (эффективность оксигенации) достигает 1,8 кг $O_2/м^3$*сут. За счет повышенной концентрации растворенного кислорода и защелачивания среды происходит эффективное обеззараживание, идет рост численности фильтрующего зоопланктона, микроорганизмов, перерабатывающих донные отложения, окисление органических и неорганических загрязнений.

Хлорелла аккумулирует тяжелые металлы путем физической адсорбции, ионного обмена, хемосорбции, ковалентного связывания, окислительно-восстановительных реакций и кристаллизации на поверхности клетки. Возможно также активное поглощение и связывание ионов металлов клетками. Хлорелла выделяет метаболиты, хелатирующие ионы металлов, переводя их в менее токсичную форму. Подщелачивание среды в результате роста биомассы также способствует осаждению тяжелых металлов.

При создании всех необходимых условий для водоема накопителя он становится активной ступенью очистки, своего рода огромным аэротенком с теми же самыми процессами:

в результате фотосинтеза образуется огромное количество кислорода, растворенного в воде, 10 – 14 мг/литр практически в течение всего сезона, что обеспечивает фотосинтетическую аэрацию;

все процессы нитрификации происходят при большей концентрации растворенного кислорода, а значит протекают интенсивнее;

Daphnia, Rotifera, Vorticella и т.д. образуют аналог активного ила;

вынос биомассы обеспечивается водоплавающими птицами и рыбой.

За счет более широкого диапазона рабочих температур такая система функционирует больше дней в году, чем классические аэротенки или другие технологии биологической очистки, а большой запас растворенного кислорода в воде некоторое время обеспечивает протекание процессов окисления и нитрификации даже когда водоем покрывается льдом.

Достигнутые экологические выгоды

Улучшение гидрохимических и гидробиологических показателей качества воды, сокращение выбросов парниковых газов, предотвращение выделения дурно пахнущих газов и сероводорода, использование биомассы хлореллы в качестве сырья для биотоплива, корма для животных, пищевых добавок для человека, удобрения.

Таблица 5.2. Типичная динамика изменения основных показателей по звеньям биологической очистки сточных вод

№ п/п	Показатель	Пруд годового регулирования	Водорослевые пруды	Рачковые пруды	Биоплато					
1 - я ступень	2 - я ступень									
Вход	Выход	Вход	Выход	Вход	Выход	Вход	Выход			
1	$БПК_5$, мг O_2/л	1650	1650	650	650	200	200	50	50	6
2	ХПК, мг O_2/л	4160	4161	800	800	300	300	100	100	30
3	Азот аммонийный, мг/л	30	30	16	16	4	4	3	3	2
4	Фосфаты, мг/л	121	121	50	50	30	30	15	15	3,5
5	Кислород, мг/л	<1	<1	4-6	4-6	7-12	7-12	6-7	6-7	6-7
6	Нитриты, мг/л	1	1	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,15
7	Нитраты, мг/л	0,1	0,1	10	10	25	25	30	30	45
8	Коли-титр, мл	10-6	10-6	10-3	10-3	10-2	10-2	10-1	10-1	10

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Основными параметрами производительности технологии являются эффективность оксигенации при концентрации клеток хлореллы в водоеме не менее 1000 шт/мл: 0,48 - 1,85 кг $O_2/м^3$ *сут и скорость поглощения CO_2: 0,66 - 2,54 кг $CO_2/м^3$*сут

Для производства 1000 литров суспензии хлореллы плотностью не менее 25 млн кл/мл необходимо 48 кВт*ч энергии и 1000 литров пресной воды, питательная среда 5 литров.

Использование хлореллы предусматривает круглогодичное применение в том числе внесение суспензии под лед. Рабочий диапазон температур от 16 до 42^0С, в диапазоне от 5^0С до 15^0С клетки сохраняют свою жизнедеятельность, но при этом замедляется их биологическая активность. Кратковременное нагревание свыше 46^0С не влечет за собой гибель штамма.

Технология работает на водоемах с соленостью воды не более 18 промилле.

Кросс-медиа эффекты

Хлорелла, попадая в водоем, становится частью пищевой цепи. Ее поедают Daphnia, Rotifera, Vorticella и т.д., что является дополнительным условием при расчетах необходимой нормативной плотности клеток для самовоспроизведения и закрепления штамма в водоеме. Однако, эти микроорганизмы тоже принимают участие в очистке водоема: фильтруя через себя воду и перерабатывая взвешенные загрязнения. Сложностью процесса является поддержка нормативной плотности клеток хлореллы и одновременно необходимой численности фильтрующего зоопланктона.

Создание аэробных условий с помощью хлореллы способствует предотвращению образования парниковых газов.

Использование хлореллы позволяет:

снизить риски замора рыбы;

подавить цветение синезелеными водорослями;

повысить концентрацию растворенного кислорода;

снизить биогенную нагрузку на водоем;

снизить негативные последствия для окружающей среды при сбросе неочищенных сточных вод в природные водоемы;

снизить запах от воды.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Технология может быть применена:

1) на локальных очистных сооружениях для птицефабрик, сельскохозяйственных ферм, производственных предприятий и т.п.;

2) на канализационно-очистных сооружениях населенных пунктов;

3) для увеличения пропускной способности существующих канализационно-очистных сооружений и устранения неприятного запаха;

4) для нейтрализации аварийных сбросов;

5) для увеличения продуктивности рыбоводства;

6) для достижения углеродной нейтральности организаций.

Применение суспензии хлореллы возможно только при следующих значениях показателей: жесткость – не более 25 ммоль/л, минерализация – не более 18 г/л, водородный показатель – от 5,6 до 10.

В результате внедрения Chlorella vulgaris SKO A RKM-0870 в рамках трех проектов по биологической очистке сточных вод достигнуты значительные улучшения. В водоеме-накопителе "Биопруд" и Буржарском накопителе увеличились концентрации растворенного кислорода и численность фильтрующего зоопланктона, улучшились органолептические показатели воды, а также сокращены выбросы парниковых газов. В Костанае уменьшилось количество сине-зеленых водорослей, увеличилось содержание растворенного кислорода и улучшились гидрохимические показатели воды.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Требуемые затраты на примере работ по реабилитации накопителя сточных вод (площадь – 350 гектар, поступление сточных вод – 40 000 $м^3$/сут., город с населением 250 тыс. человек) и созданию в нем активной ступени естественной биологической очистки, рассчитанных на 3 года, составляют 117 518,688 тыс. теңге.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3.9. Биоаугментация

Описание

Биоаугментация представляет собой технологию, где в сточные воды вводятся специально подобранные бактерии или другие микроорганизмы, способные эффективно разлагать органические загрязнители. Эти микроорганизмы могут быть либо естественно существующими в природе, либо генетически модифицированными для улучшения их способности к биодеградации.

Техническое описание

Процесс биоаугментации включает в себя инокуляцию сточных вод специальными биопрепаратами, содержащими живые культуры микроорганизмов. Эти биопрепараты распределяются по всей системе очистки для повышения скорости и полноты биологического разложения загрязнителей.

Процесс представляет собой непрерывную адаптацию выбранной микробной популяции к местным условиям и параметрам очистных сооружений в соответствии с

целями. Добавленные бактерии становятся доминирующими, а существующие адаптируются и ассимилируются для сосуществования и сотрудничества. В подходящих условиях добавленные микроорганизмы вырабатывают ферменты, которые усиливают биологический процесс. Распад сложных органических молекул, масел и смазок на простые приводит к образованию летучих жирных кислот, т.е. уксусной, масляной, пропионовой и т.д. Затем летучие жирные кислоты легко преобразуются в углекислый газ (CO_2) и воду (H_2O) в аэробных условиях, метан (CH_4) и водород (H_2) в анаэробных условиях и свободную доступную энергию.

Достигнутые экологические выгоды

Биоаугментация способствует более эффективному удалению органических загрязнителей, что снижает содержание БПК и ХПК в сточных водах, улучшая качество очищенной воды, выпускаемой в природные водоемы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование специально разработанной комбинации микробных продуктов может приводить к:

разложению (до 100 %) и удалению избыточного осадка сточных вод;

улучшению показателей (БПК, ХПК, взвешенные вещества, общий азот, общий фосфор и т.п.) на выходе;

сжижению и удалению жиров, масел и жировых веществ на очистных сооружениях и насосных станциях;

существенному удалению неприятных запахов;

возможному снижению энергопотребления на стадии аэрации;

сохранению выработки биогаза при одновременном увеличении содержания метана ;

значительному сокращению количества микрозагрязнителей (до 95%);

повышенному уровню устойчивости к поступающим органическим нагрузкам.

Кросс-медиа эффекты

Меньшее потребление энергии для работы оборудования и меньшее количество требуемых химических реагентов могут привести к уменьшению нагрузки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Применение биоаугментации требует тщательного выбора культур микроорганизмов в зависимости от характеристик сточных вод и условий очистки. Технология должна быть интегрирована в существующие системы очистки с учетом их конструкции и режима работы.

На очистных сооружениях предприятия В при очистке стоков применяются современные биотехнологии, благодаря которым снижено количество активного осадка

в сточных водах до 80 %, практически исчез неприятный запах. Дозирование микроорганизмов производится в канализационную сеть, при этом эта сеть не только направляет сточные воды на очистные сооружения, но и превращается в большой биореактор, который также очищает стоки. Таким образом, не только снижаются параметры поступающих стоков (до 50%), но и очищается канализационная сеть.

Помимо этого, устраняются запахи в системе сбора и на насосных станциях, поскольку основной причиной запаха является сера и содержащие ее соединения. Технология и используемые в ней микробные препараты разработаны таким образом, чтобы "поглощать" серу в качестве акцептора электронов. В процессе аэробной очистки она окисляется до сульфатов и сбрасывается вместе со сточными водами. При этом концентрация сульфатов остается незначительной.

Для эффективной работы технологии весь избыточный активный ил направляется в первичные отстойники либо на вход в канализационно-очистные сооружения в количестве от 40 – 50 $м^3$/ч, а также отферментированный осадок 10 – 15 $м^3$/ч на вход в канализационно-очистные сооружения для удержания бактерий в системе для осуществления гидролиза избыточного ила и отферментированного осадка.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Внедрение биоаугментации может быть оправдано экономически за счет уменьшения расходов на химические реагенты и улучшения операционной эффективности очистных сооружений. Однако, стоимость внедрения и эксплуатации должна быть оценена с учетом специфики конкретного проекта и региональных условий.

Применение дозированных микроорганизмов на предприятии В привело к снижению эксплуатационных расходов ориентировочно с 700 млн. теңге до 500 млн. теңге. Экономия достигается за счет отключения цеха обезвоживания, что в свою очередь уменьшило расходы на электроэнергию, флокулянты для обезвоживания, известь, горюче-смазочные материалы, обслуживание оборудования, утилизацию высушенного ила на полигонах и т.д.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.4. НДТ при глубокой очистке сточных вод (доочистка)

5.4.1. НДТ при обеззараживании сточных вод (дезинфекция)

5.4.1.1. Ультрафиолетовое облучение

Описание

Обеззараживание или дезинфекция сточных вод с использованием ультрафиолетового облучения – это процесс, при котором сточная вода проходит через

систему, содержащую ультрафиолетовые лампы, которые излучают ультрафиолетовое излучение определенной длины волны. Это излучение разрушает ДНК микроорганизмов, таких, как бактерии, вирусы и простейшие организмы, что делает их неспособными к размножению и вызывает их гибель.

Процесс обеззараживания ультрафиолетовыми лучами обычно происходит в специально спроектированных реакторах, через которые пропускается сточная вода. Длительность облучения и интенсивность ультрафиолетового излучения регулируются для обеспечения эффективного уничтожения микроорганизмов.

Техническое описание

Основание прибора с использованием ультрафиолетового облучения заключается в специальной камере, которая изготавливается из пищевой стали, неподверженной коррозии и ржавлению. Внутри такой камеры расположены бактерицидные лампы. Они находятся в специальных кварцевых чехлах. Таким образом, вода не попадает непосредственно на лампы, но поддается очистке и обеззараживанию. Помимо очищающих ламп, есть датчик, который замеряет плотность ультрафиолетового излучения; специальные трубы, проводящие воду; различные пробы очищенной воды и иные детали. Также во многих установках предусмотрен блок, используемый для промывания камеры очистки воды. Ультрафиолетовая очистка применяется после удаления из воды железа. Контроль качества очищенной воды осуществляется из расчетов числа бактерий на 1 кубический сантиметр жидкости, а также количества кишечных микроорганизмов в одном литре обработанной воды.

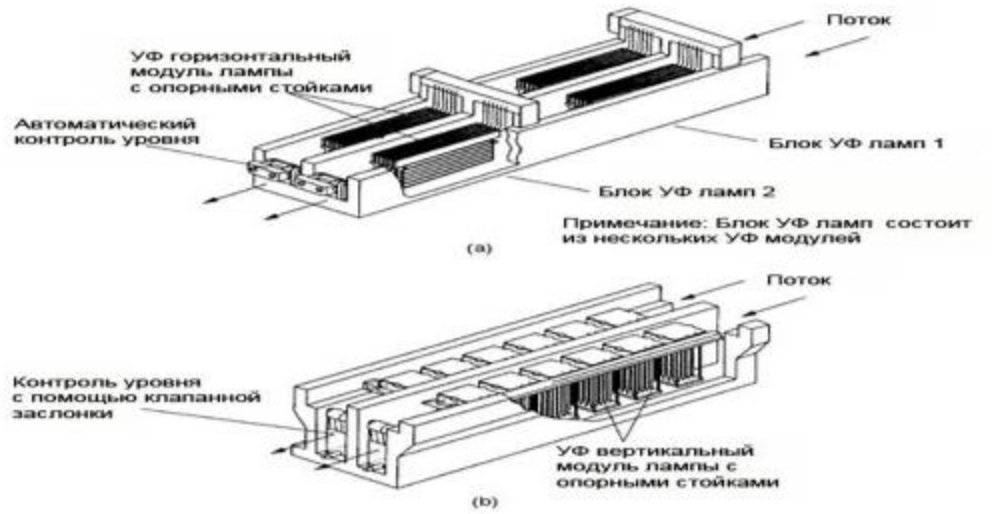


Рисунок 5.17. Схема горизонтально и вертикально расположенных ультрафиолетовых модулей в станциях обеззараживания

Достигнутые экологические выгоды

Ультрафиолетовое облучение не изменяет физико-химических параметров воды, не приводит к образованию побочных продуктов и не оказывает негативного воздействия

на водоемы, что свойственно реагентным технологиям, таким, как хлорирование (обработка хлорсодержащими реагентами) и озонирование.

Ультрафиолет эффективен в отношении широкого спектра микроорганизмов, в том числе вирусов и паразитарных простейших, и обеспечивает глубокое и надежное обеззараживание по всем микробиологическим показателям.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Основные преимущества:

ультрафиолет убивает до 99 % болезнетворных микроорганизмов;

вызывает в клетках простейших микроорганизмов фотохимические реакции, несовместимые с их жизнью;

данный метод не оказывает влияния на качество воды – не образуются побочные продукты реакции, не нарушается органолептика воды. Нет эмиссии токсинов в воздух. Таким образом, не наносится ущерб водным объектам и их жителям;

высокая скорость обработки воды – всего за 5 – 10 секунд ультрафиолетовые лучи проникают через весь объем жидкости;

сокращение затрат по сравнению с обработкой озоном или хлором, т.к. не требуются затраты на приобретение, транспортировку и хранение веществ, подлежащих использованию с соблюдением особых мер экологической безопасности, а также более низкие затраты на электроэнергию;

компактность оборудования не требует больших площадей для обеззараживания, процесс введения в эксплуатацию возможен без остановки водоснабжения и водоотведения, строительно-монтажные работы минимальны;

при передозировке нет отрицательных последствий, в отличие от окислительных технологий. Не требуется проведения анализа на определение в воде концентрации дезинфектанта;

высокий эксплуатационный ресурс ультрафиолетовых ламп, надежность оборудования.

Кросс-медиа эффекты

Мутность, цветность, железо и взвешенные вещества в наибольшей степени препятствуют прохождению ультрафиолетовых лучей сквозь воду, в результате чего эффективность обеззараживания снижается. Для эффективной работы оборудования исходящая вода должна быть предварительно очищена. Отсутствует пролонгированный эффект.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

На производстве и в промышленности ультрафиолетовое обеззараживание воды обязательно сочетается с другими методами.

В 2007 году был введен блок ультрафиолетового обеззараживания на Люберецких очистных сооружениях (производительность - 1 млн. $м^3$) города Москвы.

Одновременно, так же был введен блок ультрафиолетового обеззараживания на Курьяновских очистных сооружениях города Москвы, где проектная мощность блока ультрафиолетового обеззараживания составляет 3 млн $м^3$/сут. Установка состоит из 160 рабочих и 10 резервных ультрафиолетовых модулей, их общая мощность превышает 3,6 МВт. Для обеззараживания применяется 6120 ультрафиолетовых ламп.

Также, одним примеров использования ультрафиолетового обеззараживания является предприятие ГКП на ПХВ "Астана су арнасы" акимата города Астаны.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.4.1.2. Озонирование сточных вод

Озонирование сточных вод – это процесс обработки сточных вод с использованием озона, который является мощным окислителем и дезинфицирующим средством.

Молекула озона состоит из трех атомов, которые располагаются в виде вершин равностороннего треугольника. Каждый атом соединяется с соседними двойной и одинарной связью, что делает молекулу озона относительно нестабильной. Именно поэтому на воздухе он разлагается и образовывает двухатомную молекулу кислорода. Благодаря тому, что озон имеет высокую окислительную способность, он оказывает на воду бактерицидное воздействие, улучшает ее органолептические свойства, дезодорирует, очищает от нитросоединений, канцерогенов, ацетона, сероводорода, нефти, органических и неорганических веществ. В силу того, что чистый озон взрывоопасен, для очистки сточных вод используется смесь озона и воздуха (или технического кислорода).

Техническое описание

Процесс озонирования обычно включает следующие этапы.

Генерация озона. Озон производится путем применения электрического разряда к кислороду или воздуху с высоким содержанием кислорода. Это создает молекулы озона, которые затем передаются в сточную воду.

Контакт с водой. Озон, сгенерированный в газовой фазе, вводится в сточную воду, где происходит его растворение и контакт с загрязнениями.

Для производства озона используются озонаторы, а сырьем для них служит воздух или технический кислород, причем эти установки устанавливаются на самих очистных сооружениях. При озонировании сточной воды не происходит изменения ее солевого состава, продукты реакции озонового окисления не загрязняют дополнительно водную

среду, кроме того этот процесс хорошо автоматизируется. Для окисления в основном используется не чистый озон, являющийся взрывоопасным веществом, а его смесь с воздухом или техническим кислородом.

Типовая технологическая схема озонирования сточных вод в максимальном варианте может состоять из четырех основных блоков:

1. Подготовка воздуха. Это компрессор для сжатия воздуха, фильтры, адсорберы, холодильники и ресиверы для очистки, осушки воздуха и стабилизации его давления.

2. Блок автоматического управления и контроля над процессом.

3. Система введения озона в обрабатываемую воду, система смешивания, система разложения неиспользованного озона.

4. Блок синтеза озона в газоразрядном генераторе с источником электропитания и системой отвода выделяющейся теплоты. Параметры оборудования, входящего в состав перечисленных блоков, определяются дозой озона, степенью использования оборудования, установленной для заданного процесса и типа реактора.

Основными факторами, влияющими на процесс озонирования стоков, являются значения pH сточной воды и химическая природа окисляемых веществ. Значения pH, отличающиеся величиной окислительного потенциала, обусловливают формы существования в воде озона, а также химических соединений.

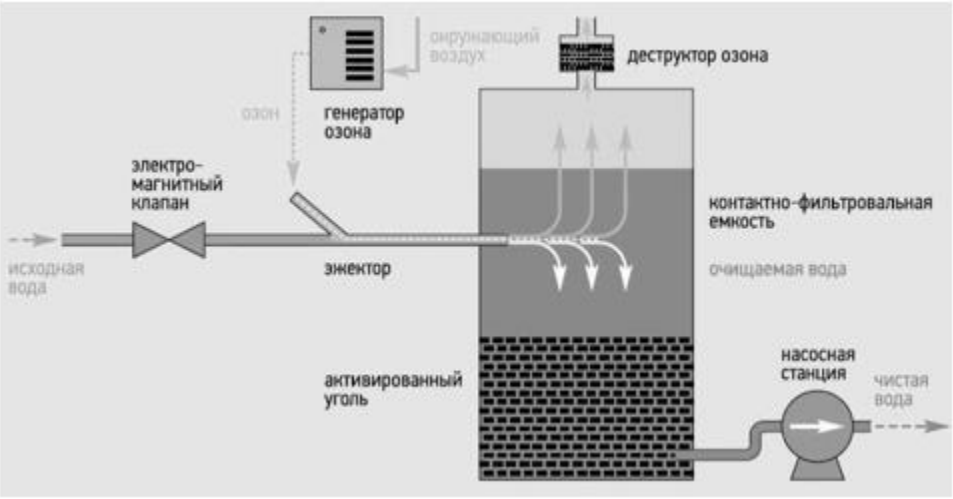


Рисунок 5.18. Принципиальная схема озонирования воды

Достигнутые экологические выгоды

Высокая эффективность озона для очистки промышленных сточных вод и хозяйственно-бытовых стоков, содержащих фосфор, фенолы, нитрофенолы, нитробензолы и другие токсичные органические и нитро-органические соединения, а также он эффективно удаляет пестициды, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и другие химические загрязнители.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Озонированная вода используется, как правило, на стадии доочистки сточной воды, при ее третичной обработке. То есть, является дополнительным методом к традиционным методикам ее очищения от загрязняющих веществ. На основании экспериментальных данных установлено, что при озонировании сточной воды после ее обработки физико-химическими методами, а также методами адсорбционной фильтрации удаляются остаточные количества растворенных в воде органических веществ.

Кросс-медиа эффекты

Для повышения эффективности очистки сточных вод озонированием рекомендуется первоначально подвергнуть их механической или физико-химической очистке для уменьшения содержания в них жиров, масел, крупных фракций загрязнений и т.д.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

В США, Японии и некоторых странах Европы активно применяют озонирование, которое имеет ряд преимуществ перед другими методами.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.4.2. Мембранная ультрафильтрация

Описание

НДТ предназначена для обеспечения более глубокой очистки городских и производственных сточных вод и их смеси, прошедших биологическую очистку, а также для производственных сточных вод после механической, химической или физико-химической очистки с целью сброса в водные объекты или повторного использования их в производстве или сельском хозяйстве.

Необходимость доочистки сточных вод после их биологической очистки предусматривается для одного или нескольких из следующих сценариев:

удаление общего количества взвешенных веществ и органических веществ, присутствующих в стоках после биологической очистки;

удаление определенных органических и неорганических компонентов из промышленных сточных вод, чтобы сделать их пригодными для повторного использования;

обработка очищенных сточных вод с целью использования в землепользовании или напрямую сброса их в водоемы, такие, как реки, озера и т.д.;

удаление остаточных питательных веществ сверх того, что может быть достигнуто при предварительном этапе очистки;

удаление болезнетворных микроорганизмов из биологически очищенных сточных вод;

снижение общего количества растворенных твердых веществ (TDS) в сточных водах после биологической очистки для обеспечения возможности повторного использования.

Техническое описание

Ультрафильтрация воды – это способ очистки воды, при котором вода под давлением продавливается сквозь мембрану с величиной пор 0,002 – 0,1 мкм. При дезинфекции воды стандартные модули ультрафильтрации обеспечивают удаление бактерий и вирусов на уровне не менее 99,99 %. Если сравнивать с традиционными методами дезинфекции воды (ультрафиолетовое обеззараживание, хлорирование, озонирование, дозация диоксида хлора и т.д.), то при ультрафильтрации происходит физическое устранение микроорганизмов из воды. Это объяснимо тем, что диаметр пор в ультрафильтрационной мембране значительно меньше размеров вирусов или бактерий (вирус – 0,02…0,4 мкм, бактерия – 0,4…1,0 мкм, пора – 0,01 мкм). Микроорганизмы, находящиеся в воде, не способны проникнуть через такой барьер из-за его фильтрационных свойств.

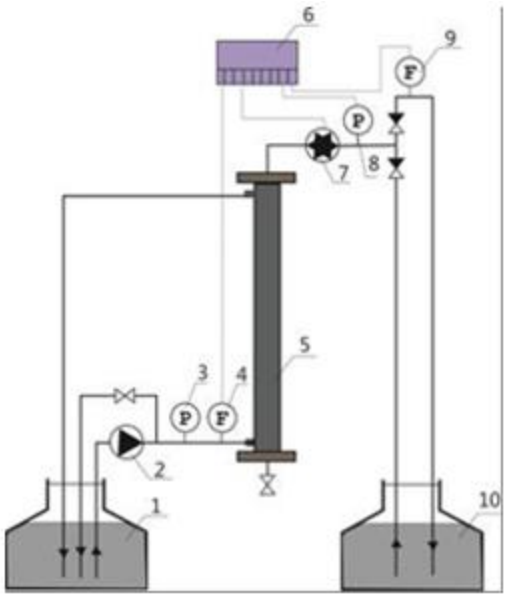


Рисунок 5.19. Схема установки доочистки

1 – емкость для концентрирования; 2 – рециркуляционный насос; 3 – манометр; 4, 9 – цифровой измеритель потока; 5 – мембранный модуль; 6 – контроллер автоматизации ; 7 – перистальтический насос с реверсом; 8 – датчик давления; 10 – емкость фильтрата.

Вода в системе ультрафильтрации идет под давлением и с напором пропускается через мембрану изнутри снаружи. Фильтрующий элемент имеет форму полой трубки, рамы или рулона из особого материала. Во время продавливания через нее происходит

очистка. Все химические, органические и другие примеси оседают на внутренней поверхности, задерживаются и направляются в дренаж, сливаются в канализационную систему. А молекулы воды и некоторые другие безопасные частицы проходят через поры и направляются в трубопровод водоснабжения, подаются пользователю через кран.

Главный элемент системы ультрафильтрации воды – это специальная мембрана. Она имеет очень маленькие размеры пор волокон – от 0,002 мкм до 0,1. Структура мембраны – полупроницаемая, мелкопористая. Через нее проходят исключительно самые мелкие ионы и микромолекулы. Более крупные частицы, включая коллоиды и макромолекулы, оседают на детали. И они формируют своеобразный дополнительный фильтрующий слой, благодаря которому по мере эксплуатации рабочее сопротивление мембраны увеличивается.

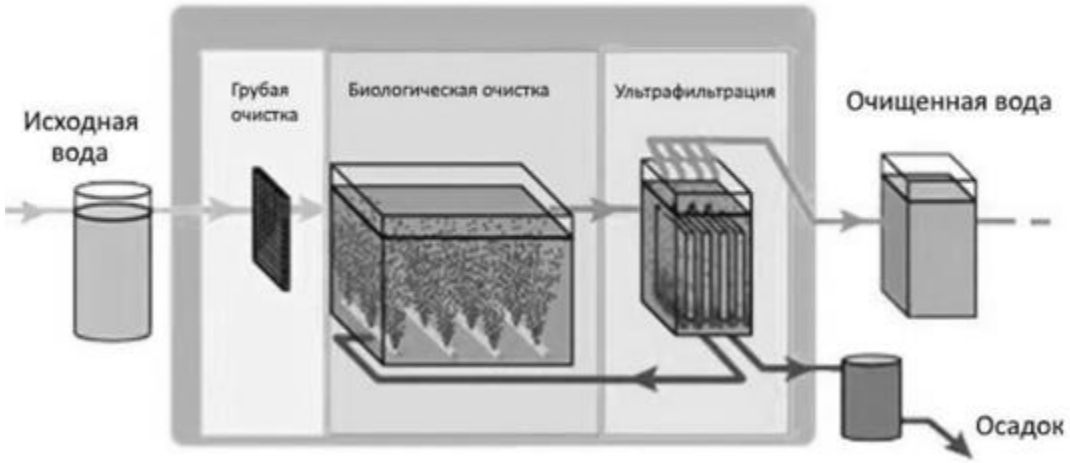


Рисунок 5.20. Технологическая схема очистки сточных вод с блоком ультрафильтрации

Достигнутые экологические выгоды

Ультрафильтрационные мембраны из полых волокон задерживают любую мутность и микробиологические частицы. Позволяет получать воду, соответствующую высоким требованиям к содержанию взвешенных частиц и микробиологических загрязнений. Такую воду можно использовать повторно напрямую (если ее солесодержание и содержание растворенных веществ соответствуют установленным пределам) или пропускать через систему обратного осмоса (для опреснения и удаления растворенных веществ).

Мембраны как часть технологического процесса служат одновременно и целям обеззараживания сточных вод. При этом не потребляется дополнительное электричество или химические реагенты, степень обеззараживания достигает 99,9999 %

.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Плотная ультрафильтрационная мембрана: удаление бактерий log 6, мутность <<0,1 NTU, коллоидный индекс (SDI) << 3.

Режим фильтрации, при котором: невысокое потребление энергии, простая схема размещения.

Обратная промывка с химикатами: низкое давление в системе, полностью автоматизированный процесс, не требуется участие оператора, использование недорогих химикатов.

Полностью автоматизированная работа: регистрация параметров процесса.

Напорная система: полностью закрытая, исключение опасности воздействия паров или аэрозолей на оператора, малая площадь очистных сооружений.

Прямая коагуляция неорганическими коагулянтами: малое контактное время, высокая степень очистки от органических соединений, удаление фосфатов.

Кросс-медиа эффекты

Применение мембранной ультрафильтрации не связано с избыточным потреблением электроэнергии, использованием топливных ресурсов. Доля коагулянтов в применении составляет меньшую часть по сравнению с основным объемом, используемым в процессе. Не производятся какие-либо шумы иили запахи.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Технология доочистки сточных вод, прошедших биологическую очистку, с помощью ультрафильтрационных мембран широко применяется в мире уже на протяжении 25 лет. Диапазон производительности техники/технологии составляет от нескольких кубических метров до 600000 $м^3$ в сутки.

Примеры: КОС г. Сулайбия – Кувейт 600 тыс. $м^3$/сутки; КОС г. Мельбурн, Австралия 30 тыс. $м^3$/сутки; КОС г. Бедок, Сингапур 42 тыс. $м^3$/сутки.

В 2004 году в Кувейте была построена станция усовершенствованной очистки сточных вод в Сулайбии мощностью 375 тыс. $м^3$/сутки. Впоследствии станция была расширена до 600 тыс. $м^3$/сутки и является в крупнейшей в мире, где применена технология биологической очистки с последующей доочисткой мембранами ультрафильтрации и обратного осмоса.

Таблица 5.3. Качество воды, использованное в качестве основы для проектирования , и прогнозируемое качество очищенной воды в Кувейте

№ п/п	Параметры	Сточные воды после биологической очистки	Сточные воды после мембранной очистки
1	pH	7	6-9
2	Взвешенные вещества (мг/л)	12	<1
3	БПК (мг/л)	5	<1

4	Аммонийный азот по N (мг/л)	<2	<1
5	Нитраты по N (мг/л)	<9	<1
6	Фосфаты по PO_4 (мг/л)	<15	2
7	Жиры, нефтепродукты (мг/л)	<0.5	<0.5
8	Минерализация (мг/л)	<1280	100

Экономика

Внедрение систем мембранной ультрафильтрации может потребовать значительных инвестиций в оборудование и инфраструктуру. Однако на долгосрочной основе экономические выгоды в виде снижения затрат на управление сточными водами и соблюдение экологических норм могут оправдать эти затраты.

Использование ультрафильтрационных мембран в качестве предварительной очистки на очистных сооружениях обратного осмоса не увеличивает затраты, связанные с предварительной очисткой. Дополнительные затраты на замену ультрафильтрационных мембран по истечении срока их службы компенсируются снижением затрат на использование химикатов (в основном коагулянтов).

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.4.3. Обратный осмос

Описание

Обратный осмос – это процесс очистки воды, основанный на принципе пропуска воды через полупроницаемую мембрану для удаления различных загрязнений, включая соли, органические соединения, бактерии и вирусы.

Техническое описание

Биологически очищенная вода часто не соответствует требованиям по величине солесодержания, содержанию колиформных бактерий, органических веществ, биогенных элементов. Для эффективной доочистки сточных вод после биологической очистки их направляют на доочистку с помощью мембранного метода обратного осмоса. Обратноосмотические мембраны позволяют задержать содержащиеся в воде бактерии, растворенные органические вещества, азотные и фосфорные соединения в ионной форме.

Процесс обратного осмоса основан на использовании специальных мембран, способных удерживать большинство загрязнений, включая растворенные соли и

органические вещества, а также микроорганизмы и вирусы. Вода под давлением проходит через мембраны, оставляя за собой большую часть загрязнений, которые затем удаляются.

Достигнутые экологические выгоды

Применение обратного осмоса для очистки сточных вод позволяет существенно снизить уровень загрязнения водных ресурсов и улучшить качество окружающей среды. Это способствует сохранению экосистем водоемов и снижению воздействия на здоровье человека и животных.

Технология обратного осмоса позволяет получить очищенную воду высокого качества, удаляя одновременно основные ионы, определяющие величину общего солесодержания, органические загрязнения и биогенные элементы.

Обратноосмотические мембраны по селективным свойствам самые избирательные и эффективные по коэффициенту разделения растворов. У них самые малые поры. Средний процент задерживания обратноосмотическими мембранами 97 – 99 % всех растворенных веществ.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Системы обратного осмоса при очистке сточных вод обладают высокой эффективностью удаления загрязнений, обычно превышающей 95 %. Это позволяет получать сточные воды, которые соответствуют или превышают стандарты качества воды для выпуска в окружающую среду.

Кросс-медиа эффекты

Использование обратного осмоса для очистки сточных вод способствует не только улучшению качества воды, но и снижению воздействия на почвенные и водные ресурсы. Это может привести к улучшению здоровья экосистем и сокращению необходимости в дополнительных мероприятиях по защите окружающей среды.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Применение обратного осмоса для очистки сточных вод может быть оправдано в случаях, когда требуется высокое качество очищенной воды и другие методы очистки не обеспечивают необходимого уровня удаления загрязнений. Технические особенности систем обратного осмоса требуют тщательного планирования и обслуживания для обеспечения их эффективной работы.

Экономика

Внедрение систем обратного осмоса для очистки сточных вод может потребовать значительных инвестиций в оборудование и инфраструктуру. Однако на долгосрочной основе экономические выгоды в виде снижения затрат на управление сточными водами и соблюдения экологических норм могут оправдать эти затраты.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.4.4. Фильтрация с применением фильтров с зернистой загрузкой или сетчатых барабанных фильтров

Описание

Фильтрация с использованием фильтров с зернистой загрузкой или сетчатых барабанных фильтров является одним из традиционных методов очистки сточных вод. Эти фильтры используются для удержания твердых частиц и загрязнений в сточной воде, позволяя проходить только чистой воде.

Техническое описание

Фильтры с зернистой загрузкой состоят из слоя зернистого материала, через который проходит сточная вода. В процессе фильтрации загрязнения задерживаются на поверхности зернистого материала. Сетчатые барабанные фильтры используются для механической фильтрации, где загрязненная вода проходит через мелкие отверстия в сетке, задерживая частицы загрязнений.

Для повышения эффективности и надежности работы фильтров необходимо выполнение следующих условий:

использование соответствующего фильтрующего материала;

водовоздушная промывка;

низкий отвод промывной воды;

установка пескоулавливающих устройств;

установка дренажно-распределительной системы;

автоматизация процесса эксплуатации сооружений с контролем и управлением основными технологическими параметрами работы;

выбор регламента работы сооружений в различных ситуациях.

Для защиты фильтров рекомендуется применять барабанные сетки, обеспечивающие задержание взвешенных частиц размером 0,5 мм и более.

Лимитирующим фактором при использовании фильтров доочистки является малый ресурс фильтрующих загрузок, обусловленный их быстрым биообрастанием, заиливанием и выходом из строя, что приводит к проскокам загрязняющих веществ. Для однослойных мелкозернистых фильтров рекомендуют крупность загрузки 1,2 – 2 мм, а для крупнозернистых – гранитный щебень крупностью 3–10 мм.

Использование крупнозернистого грандиорита крупностью 2 – 6 мм, а также водовоздушная промывка фильтрующего материала с низким отводом промывной воды позволяют снизить кольматируемость фильтрующего слоя и увеличить длительность фильтроцикла без помощи барабанных сеток перед фильтрами зернистой загрузки.

Для доочистки сточных вод применяются скорые фильтры с нисходящей фильтрацией, при этом водовоздушная промывка обеспечивает наиболее высокое качество очистки от загрязнений фильтрующего материала.

В качестве фильтрующего материала используется крупнозернистый кварцевый песок или гранитная крошка фракцией 2 – 6 мм (грандиорит) с коэффициентом неоднородности не более 2 %. Для водовоздушной промывки с регенерацией фильтрующей загрузки необходим фильтрующий материал, имеющий истираемость не более 0,3 %, измельчаемость не более 3 %. Эффективность работы фильтров на таком фильтрующем материале составляет 50 – 60 % по $БПК_{полное}$ и 65 – 75 % по взвешенным веществам.

Достигнутые экологические выгоды

Использование фильтров с зернистой загрузкой или сетчатых барабанных фильтров способствует снижению загрязнения окружающей среды. Этот метод обеспечивает эффективную очистку сточных вод, что позволяет сократить влияние загрязнений на водные и почвенные ресурсы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Фильтры с зернистой загрузкой или сетчатые барабанные фильтры имеют высокую степень очистки, обычно удаляя большинство частиц загрязнений из сточной воды. Однако, для поддержания эффективной работы требуется регулярная очистка или замена фильтров.

Кросс-медиа эффекты

Использование фильтров с зернистой загрузкой или сетчатых барабанных фильтров может снизить давление на природные водные ресурсы за счет повторного использования очищенной воды или снижения необходимости в дополнительных методах очистки. Это также может сократить потребление энергии и химических реагентов, используемых для обработки сточных вод.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Эти методы фильтрации широко применяются в различных отраслях, включая обработку питьевой воды, сточных вод, промышленные процессы и многое другое. Они могут быть адаптированы к различным условиям и требованиям, что делает их универсальным решением для различных ситуаций.

На блоке сооружений доочистки Ново-Курьяновских очистных сооружений (Москва) успешно использовались фильтры с загрузкой из гранитного щебня крупностью 3 – 10 мм. При строительстве и реконструкции фильтров доочистки, оборудованных дренажными системами "Экополимер", в Калининграде, Воронеже и других городах применялся крупнозернистый грандиорит крупностью 2 – 6 мм, а также

водовоздушная промывка фильтрующего материала с низким отводом промывной воды. Это позволило снизить кольматируемость фильтрующего слоя и увеличить длительность фильтроцикла без помощи барабанных сеток перед фильтрами.

Экономика

Хотя начальные затраты на установку фильтров могут быть значительными, экономические преимущества в виде снижения расходов на обслуживание и замену фильтрующих материалов, а также уменьшение риска экологических штрафов, часто оправдывают эти затраты в долгосрочной перспективе.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.5. НДТ, направленные на управление и сокращение воздействия производственных отходов и осадков сточных вод

5.5.1. Механическое обезвоживание осадка в центрифугах, на ленточных и камерных фильтр-прессах, шнековых прессах, дегидраторах

Описание

Механическое обезвоживание осадка — это процесс удаления излишней влаги из осадка, который образуется в результате обработки сточных вод или других жидких отходов. Основные методы механического обезвоживания осадка включают центрифугирование, фильтрацию через прессы (такие, как ленточные, камерные или шнековые фильтр-прессы) и использование дегидраторов. Эти методы обеспечивают удаление влаги из осадка, образуя компактные осадочные блоки или твердые кексы, что уменьшает объем отходов и облегчает их дальнейшую обработку или утилизацию. Механическое обезвоживание осадка играет важную роль в процессах очистки сточных вод и управления твердыми отходами, обеспечивая эффективную обработку и утилизацию осадка.

Техническое описание

Фильтры-прессы. Такие аппараты применяют в случаях, когда отходы после обезвоживания отправляют на сушку либо сжигание, или же есть необходимость в получении осадка с минимальной влажностью. Рационально применять такое оборудование для обработки отходов промышленного стока с повышенным содержанием минеральных компонентов.

Различают несколько видов аппаратов: шнековые, рамные, винтовые барабанные и прочее. Рамный фильтр-пресс представляет собой набор рам и плит, которые находятся вертикально и чередуются между собой. Между поверхностями плит и рам располагается фильтровальная ткань. Пропускная способность такого оборудования в силу его конструктивных нюансов довольно низкая. Выгружать остаток в таких фильтрах приходится вручную, поэтому они практически не используются.

Камерные фильтры-прессы пользуются особой популярностью. Фильтровальная ткань в таком оборудовании натянута между плитами, которые соединены опорами, установленными в вертикальном положении. Гидроустройства поддерживают ткань постоянно в натянутом состоянии. Верхняя часть плиты обтянута матерчатым фильтром. К раме крепится камера. Попадая в камеру, осадок отжимается под давлением. Далее плиты раздвигаются и остатки снимают вручную. Такие устройства производятся серийно и имеют внушительную площадь поверхности фильтрования, которая может доходить до 50 $м^2$. Камерный пресс способен обрабатывать осадок с повышенным содержанием сточных вод, но может не справиться с пониженным содержанием сточных вод.

В ленточных установках осадок зажимается 2 лентами, проходящими между валами и выполненными из сита. В таком оборудовании механическое обезвоживание осадка сточных вод происходит непрерывно.

Центрифуги. Центрифугирование сегодня находит все большее распространение. Преимуществом такой методики обезвоживания считается простота, в том числе и управления процессом, а также экономичность. Вследствие обработки на центрифуге получаются отходы с низкой влажностью.

Декантерные центрифуги и полимерные станции применяются для обработки и обезвоживания различных по составу осадочных отложений и вод, среди которых промышленный, хозяйственно-бытовой, поверхностный сток (талые и дождевые воды).

К преимуществам такой системы относят:

обезвоживание осадка сточных вод до влажности от 62 до 68 %;

возможность обработки суспензий в широком диапазоне размеров частиц и концентрации твердой фазы;

автоматический подбор дозировки флокулянта;

простоту в обслуживании, автоматизацию процесса;

более низкую установленную массу и мощность в сравнении с отечественными аналогами;

более низкую стоимость в сравнении с другими европейскими аналогами.

Шнековый дегидратор предназначен для обезвоживания осадков любой природы, образовавшихся в процессе очистки стока вод (сельскохозяйственных, промышленных, хозяйственно-бытовых и т.д.).

Принцип работы: в отделение для обработки флокулянтом насосом подается стабилизированный осадок, после чего последний направляется в узел обезвоживания. Фильтрат при данном процессе вытекает между кольцами из зазоров, ширина которых в направлении выхода кека уменьшается. Уменьшается и шаг витков шнека, создавая в зоне обезвоживания давление, а также уменьшая объем осадка. Внутреннее давление в барабане регулируется прижимной пластиной, установленной на конце шнека. В

завершении фильтрат отправляется в начало очистных сооружений, а кек сбрасывается в контейнер.

Достигнутые экологические выгоды

Оборудование механического обезвоживания осадков сточных вод доказало свою высокую эффективность на очистных сооружениях стран ближнего и дальнего зарубежья, с последующим компостированием осадков и дальнейшим использованием в качестве удобрения.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В центрифугах обезвоживание осадка сточных вод происходит без обработки реагентами. К преимуществам оборудования стоит отнести малую занимаемую площадь, высокую надежность, низкую влажность кека и возможность интеграции в автоматизированную систему управления.

Ленточные установки потребляют немного электрической энергии и способны работать непрерывно. Перед загрузкой осадок не требует дополнительной фильтрации от крупных частиц и песка.

После камерных аппаратов осадок сушить не надо, поскольку он имеет низкую влажность.

Кросс-медиа эффекты

Рамные и камерные установки обладают низкой производительностью. Со временем материалы для фильтрации потребуют замены.

Перед центрифугированием из осадка следует убрать большие частицы, песок. Расходы на термосушку.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Механическое обезвоживание осадков очистных сооружений широко применяются в таких странах, как Россия, Швеция, Англия и Кувейт.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.5.2. Обезвоживание осадка в геоконтейнерах (геотубах)

Описание

Технология обезвоживания осадка в геотубах довольно проста в техническом плане и позволяет сэкономить материальные и трудовые ресурсы по сравнению с методами обезвоживания осадков в уже естественных условиях.

Техническое описание

Метод занимает промежуточное положение между механическим обезвоживанием и иловыми площадками.

Аналогично механическому обезвоживанию осадок обрабатывается флокулянтом и подается насосом в геотекстильный контейнер (геотубу), сшитый из прочного фильтрующего материала, с объемом до 1500 м^3. Свободная вода выходит через стенки контейнера сквозь мелкие поры геотекстиля. В результате этого происходит обезвоживание осадка, фильтрат, выходящий из контейнера, получается чистым и не содержит механических взвесей. Контейнеры размещаются на площадке с твердым покрытием и системой отвода фильтрата на очистные сооружения. Наливы сфлокулированного осадка в геоконтейнер повторяются несколько раз, до финального заполнения емкости.

После завершения активной стадии водоотдачи осадок, закачанный в геотекстильные контейнеры, продолжает обезвоживаться благодаря хорошей светопоглощающей способности геотекстиля и испарению через большую площадь поверхности контейнера. Кроме того, контейнер не впитывает атмосферные осадки и шлам не подвергается повторному обводнению.

Положительно на процесс обезвоживания влияет зимнее промораживание, в результате чего при оттаивании высвобождается дополнительное количество остаточной влаги. Благодаря обезвоживанию в контейнере обезвоженный осадок (шлам) становится материалом, удобным для погрузки и транспортировки. Контейнер может быть вскрыт (не используется повторно для этих же целей) и его содержимое вывозится. Может быть применено решение по захоронению обезвоженного осадка на месте обезвоживания, в этом случае геоконтейнеры укладываются в несколько слоев друг на друга.

Достигнутые экологические выгоды

Обезвоживание ила в геотубах является современной альтернативой иловым полям с естественной сушкой и обеспечивает снижение объема осадка в 2 – 5 раз, высокую скорость производства работ, экологичность, а также возможность использования обезвоженного осадка для рекультивации земель.

В процессе обезвоживания влажность шлама уменьшается с 75 % до 45 % в течение нескольких недель, а после зимнего периода влажность снижается до 25 %. Многоярусное размещение геотуб позволяет компактно и долгосрочно хранить обезвоженный шлам: он занимает в несколько раз меньше пространства, чем при традиционных методах складирования осадков.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Геотубы благодаря материалу представляют собой эффективные фильтрующие системы, которые отлично справляются с удержанием загрязненных отходов, твердых осадков и шламов внутри контейнеров на долгий срок. Поры в плетении материала

способны пропускать воду лишь в одном направлении – наружу, оставляя внутри крупные частицы.

Кросс-медиа эффекты

Неправильный подход в геотубах может привести к таким последствиям, как водная эрозия грунта под геотубой, повреждение геоткани, непроизвольное перекатывание геоконтейнеров, образование конусов грунта внутри геотубы, возникновение запесочивания и забивания пор геоткани.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Технология обезвоживания осадка с применением геотуб во всем мире вызывает повышенный интерес по двум простым причинам: экономическая эффективность и легкость монтажа, эксплуатации, обслуживания.

Экономика

Метод позволяет оперативно и с минимальными капитальными вложениями реализовать эффективное обезвоживание осадка. Требуется минимальная площадь для размещения узла приготовления и дозирования раствора флокулянта (возможен контейнер, размещаемый рядом с площадкой обезвоживания). Затраты на обезвоживание ниже на 20 – 30 %. В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.5.3. Обработка осадка сточных вод с получением биогаза

Описание

Биогаз – газообразный продукт, получаемый в результате анаэробной, т.е. происходящей без доступа воздуха ферментации органических веществ самого разного происхождения. Его основные компоненты: метан (CH_4) – 55 – 70 % и углекислый газ (CO_2) – 28 – 43 %, а также в очень малых количествах другие газы, например, сероводород.

Техническое описание

Обработка осадка сточных вод с получением биогаза – это процесс, при котором органический материал, содержащийся в осадке, подвергается биологическому разложению с целью производства биогаза.

Сбор осадка: осадок, образующийся в результате процесса очистки сточных вод, собирается и отделяется от чистой воды в специальных емкостях или отстойниках.

Биологическое разложение: осадок направляется в биогазовый реактор или биогазовый резервуар, где он подвергается биологическому разложению под

воздействием анаэробных микроорганизмов. Этот процесс происходит без доступа кислорода.

Выделение биогаза.

В результате биологического разложения органического материала образуется биогаз, в основном состоящий из метана (CH_4) и углекислого газа (CO_2). Биогаз собирается в верхней части реактора и затем извлекается для дальнейшего использования.

Использование биогаза. Полученный биогаз может быть использован в качестве источника энергии для производства тепла и электроэнергии, а также в качестве топлива для транспортных средств или для других промышленных процессов.

Этот процесс имеет ряд преимуществ, включая снижение объема осадка, сокращение негативного воздействия на окружающую среду и возможность использования биогаза как источника энергии.

Биогазовые установки работают 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, круглый год. Такой режим работы является еще одним их преимуществом. Всей системой управляет система автоматики. Для управления достаточно двух часов работы в день всего одного человека.

Достигнутые экологические выгоды

Благодаря строительству и организации работы биогазовых установок можно получать не только экологически чистое топливо, но и органические отходы, которые и дальше могут служить в качестве удобрений, а также для снижения выбросов CO_2 в атмосферу.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Высокая электрическая эффективность позволяет увеличить количество генерируемой электроэнергии на единицу используемого биогаза сточных вод. Электрическая эффективность до 43 % и тепловая эффективность до 45 %.

Кросс-медиа эффекты

В процессе анаэробной переработки осадков остаются отходы, которые могут содержать опасные химические вещества или патогенные микроорганизмы. Эти отходы требуют дополнительной обработки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Построены, запущены и успешно работают более 300 заводов по производству биогаза в Германии, Франции, Нидерландах, Греции, Великобритании, Швеции, Испании, Люксембурге, Чехии, Литве, США, Японии и на Кипре.

В 2017 году на предприятии ТОО "Водные ресурсы-Маркетинг" города Шымкент произведена модернизация канализационно-очистных сооружений с увеличением

мощности со 100 до 150 тыс. $м^3$/сут., автоматизированы все процессы очистных сооружений, запущена биогазовая установка по переработке осадка мощностью 0,5 МВт, которая обеспечивает:

выработкой "зеленой" электроэнергии до 400 кВт/ час;

промывку, просушку песка (подсыпка дорог, строительство);

получение органических удобрений до 34 тыс. тонн/год;

уменьшение потенциальных выбросов CO_2 в атмосферу – 3,7 тыс. тонн/год.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.5.4. Ацидофикация осадка сточных вод

Описание

Ацидофикация – один из способов увеличения количества легкодоступной органики. Использование данного процесса позволяет увеличить долю легкоокисляемых органических соединений в сточной воде, прошедшей первичное отстаивание, за счет продуктов ацидофикации – летучих жирных кислот.

Техническое описание

Технология ацидофикации сырого осадка на сооружениях биологической очистки может применяться для решения сразу нескольких проблем, а именно:

как метод оздоровления активного ила во всех случаях нарушения флокулообразования, седиментации и даже вспухания ила, так как он позволяет обеспечить ил необходимой легкоокисляемой органикой и биогенными элементами;

как метод обеспечения эффективного удаления всех форм азотсодержащих веществ, т.е. для усиления как нитрификации (за счет повышения устойчивости нитрифицирующего ила к неблагоприятным условиям и воздействию токсикантов), так и денитрификации (за счет обеспечения ила восстановителями);

как метод глубокого удаления всех биогенных элементов, включая соединения фосфора за счет обеспечения ила восстановителями;

как метод улучшения влагоотдающих свойств сырого осадка, позволяющий снизить объем избыточного сырого осадка минимально в 1,5 раза.

Данный процесс может быть реализован как на основной линии обработки сточной воды в первичных отстойниках, оснащенных системой рецикла осадка, так и на отдельной линии в реакторах преферментации сырого осадка с различными схемами рецикла, перемешивания и стадийности.

Ацидофикацию (преферментацию) сырого осадка можно использовать как метод стабилизации очистки сточных вод от биогенных элементов.

Для реализации биологической дефосфатации на низкоконцентрированных стоках одним из приемов увеличения содержания легкодоступной органики является процесс ацидофикации (преферментации).

Преферментация – специально организованный процесс образования растворимого, биологически легкодоступного органического вещества (летучих жирных кислот) путем анаэробной обработки в первичных резервуарах взвешенного или осажденного органического вещества, содержащегося в муниципальных и промышленных сточных водах, с целью использования полученных летучих жирных кислот для повышения эффективности удаления биогенных элементов.

Для обозначения процесса термины "ацидофикация" и "преферментация" используются в равной мере, но отмечается тенденция более частого использования в русскоязычной литературе термина "ацидофикация", а в англоязычной – " преферментация".

Поскольку в процессе ацидофикации при разложении органического вещества, кроме увеличения его легкоразлагаемой фракции, также происходит аммонификация, сопровождающаяся увеличением концентрации аммонийного азота, и увеличение фракции взвешенных веществ при попадании обогащенной сточной воды в аэротенк, могут возникать условия для дополнительного прироста биомассы, дополнительного расхода кислорода на нитрификацию и расхода ценного легкодоступного органического вещества на дополнительную денитрификацию.

Согласно данным АО "Мосводоканал" возрастание концентрации ХПК на 50 % привело к дополнительному удалению 45 % $P\text{-}PO_4$. Удалось повысить стабильность работы аэротенков блока удаления биогенных элементов, запроектированных под технологию биологического удаления азота и фосфора по технологической схеме UCT, за счет увеличения количества легкоокисляемых органических соединений на 30 %. При этом были достигнуты следующие показатели качества очищенной воды: $N\text{-}NH_4$ – 0,7 мг/л; $N\text{-}NO_2$ – 0,03 мг/л; $N\text{-}NO_3$ – 7,7 мг/л, $P\text{-}PO_4$ – 0,2 мг/л. При применении технологии ацидофикации сырого осадка нагрузка на аэротенки по азоту аммонийному не увеличивается. Также было обнаружено небольшое снижение стабильности очистки сточной воды от взвешенных веществ, не повлекшее изменения прироста активного ила и качества очистки воды. При необходимости для повышения стабильности очистки воды от взвешенных веществ при использовании технологии ацидофикации сырого осадка рекомендуется направлять сливную воду на дополнительное отстаивание.

Достигнутые экологические выгоды

Одним из методов обогащения сточной воды легкоразлагаемым органическим веществом является ацидофикация (кислотное брожение) сырого осадка. Использование ацидофикаторов позволило обогатить осветленную сточную воду

легкоразлагаемым органическим веществом, что привело к повышению эффективности процессов денитрификации и биологической дефосфотации в аэротенках и достижению нормативного качества очищенной воды по азоту и фосфору. Промышленный эксперимент по переводу отстойника в режим ацидофикации позволил обеспечить процесс ацидофикации без строительства отдельных емкостных сооружений и добиться нормативного качества очистки воды по азоту и фосфору.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Перевод одного из первичных отстойников нового блока очистных сооружений в режим ацидофикации позволяет значительно повысить качество и стабильность очистки сточных вод от соединений азота и фосфора (с дополнительным удалением 3,5 мг/дм^3 азота и 0,23 мг/дм^3 P-PO_4).

Кросс-медиа эффекты

В процессе ацидофикации увеличивается легкоразлагаемая фракция органического вещества, что вызывает аммонификацию, рост аммонийного азота и взвешенных веществ, что, в свою очередь, может привести к дополнительному приросту биомассы, увеличению расхода кислорода на нитрификацию и расходу органического вещества на денитрификацию.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общепримениимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Одним из примеров внедрения технологии ацидофикации осадка на городских очистных сооружениях Российской Федерации является опыт реконструкции Курьяновских очистных сооружений в Москве.

Основной успех опыта внедрения технологии связан с тем, что в ходе реконструкции первичных отстойников удалось избежать необходимости строительства новых сооружений при достаточно заметном повышении качества очистки сточных вод.

Экономика

В 2018 году в городе Стерлитамак в Республике Башкортостан на биологических очистных сооружениях был построен новый узел ацидофикации осадка сточных вод. Сумма инвестиций в проект составила порядка 55 млн. рублей. В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам

Техники, перечисленные и описанные в настоящем разделе, не носят нормативный характер и не являются исчерпывающими. Могут использоваться другие техники, обеспечивающие достижение уровней эмиссий и технологических показателей,

связанных с применением НДТ, при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких НДТ, описанных в заключении по НДТ.

Технологические показатели, связанные с применением НДТ, определяются как диапазон уровней эмиссий, которые могут быть достигнуты при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или комбинации НДТ.

В настоящем заключении по НДТ:

технологические показатели по сбросам в водные объекты выражаются как масса сброса на объем сточных вод, выраженная в мг/дм^3;

при фактических значениях уровней эмиссий маркерных загрязняющих веществ ниже или в пределах диапазона указанных технологических показателей, связанных с применением НДТ, требования, определенные настоящим разделом, являются соблюденными.

Иные технологические показатели, связанные с применением НДТ, в том числе уровней потребления энергетических, водных и иных ресурсов для соответствующего показателя или отрасли определяются согласно действующим национальным НПА.

Иные технологические показатели, связанные с применением НДТ, выражаются в количестве потребления ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги. Соответственно, установление иных технологических показателей обусловлено применяемой технологией производства. Кроме того, в результате анализа потребления энергетических, водных и иных (сырьевых) ресурсов, проведенного в разделе "Общая информация", получен вариативный ряд показателей, который зависит от многих факторов: качественные показатели сырья, производительность и эксплуатационные характеристики установки, качественные показатели готовой продукции, климатические особенности регионов и другие.

Технологические показатели потребления ресурсов рекомендуется ориентировать на внедрение НДТ, в том числе прогрессивной технологии, повышение уровня организации производства, соответствовать наименьшим значениям (исходя из среднегодового значения потребления соответствующего ресурса) и отражать конструктивные, технологические и организационные мероприятия по экономии и рациональному потреблению.

Для периодов усреднения эмиссий применяются следующие определения (таблица 6.1.).

Таблица 6.1. Периоды усреднения уровней сбросов, связанные с НДТ.

№ п/п	Период усреднения	Сбросы
1	В среднем за сутки	Среднее значение за период выборки в течение 24 часов, взятое в качестве средне пропорциональной пробы (или в виде средне пропорциональной по

		времени пробы, при условии, что демонстрируется достаточная стабильность потока) *

Примечание:

* для периодических процессов может использоваться среднее значение полученной величины измерений, взятых за общее время отбора проб или результат измерения, в результате разового отбора проб.

Если не указано иное, заключения по НДТ, представленные в настоящем разделе, являются общепримениимыми.

6.1. Общие НДТ

НДТ для конкретных процессов, указанные в разделах 6.2. – 6.4., применяются в дополнение к общим НДТ, приведенным в настоящем разделе.

Если не указано иное, заключения по НДТ, представленные в настоящем разделе, являются общепримениимыми.

6.1.1. Система экологического менеджмента

НДТ 1.

В целях улучшения общей экологической эффективности НДТ заключается в реализации и соблюдении СЭМ, которая включает в себя все следующие функции:

1) заинтересованность руководства, включая высшее руководство на уровне компании и предприятия (например, руководитель предприятия);

2) анализ, включающий определение контекста организации, выявление потребностей и ожиданий заинтересованных сторон, определение характеристик предприятия, связанных с возможными рисками для окружающей среды (и здоровья человека), а также применимых правовых требований, касающихся окружающей среды ;

3) экологическую политику, которая включает в себя постоянное совершенствование установки посредством менеджмента;

4) планирование и установление необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;

5) выполнение процедур, требующих особого внимания:

структура и ответственность;

набор, обучение, информированность и компетентность персонала, чья работа может повлиять на экологические показатели;

внутренние и внешние коммуникации;

вовлечение сотрудников на всех уровнях организации;

документация (создание и ведение письменных процедур для контроля деятельности со значительным воздействием на окружающую среду, а также соответствующих записей);

эффективное оперативное планирование и контроль процессов;

программа технического обслуживания;

готовность к чрезвычайным ситуациям и реагированию, включая предотвращение или снижение воздействия неблагоприятных (экологических) последствий чрезвычайных ситуаций;

обеспечение соответствия экологическому законодательству;

6) обеспечение соблюдения экологического законодательства Республики Казахстан;

7) проверку работоспособности и принятие корректирующих мер с уделением особого внимания к следующим действиям:

мониторинг и измерение;

корректирующие и превентивные действия;

ведение записей;

независимый внутренний и внешний аудит для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям и тому, надлежащим ли образом она внедряется и поддерживается;

8) обзор СЭМ и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны высшего руководства;

9) подготовку регулярной отчетности, предусмотренной экологическим законодательством;

10) валидацию органом по сертификации или внешним верификатором СЭМ;

11) следование за развитием более чистых технологий;

12) рассмотрение воздействия на окружающую среду от возможного снятия с эксплуатации установки на этапе проектирования нового завода и на протяжении всего срока его службы;

13) применение отраслевого бенчмаркинга на регулярной основе (сравнение показателей своей компании с показателями лучших предприятий отрасли);

14) систему управления отходами;

15) на установках/объектах с несколькими операторами создание объединений, в которых определяются роли, обязанности и координация операционных процедур каждого оператора установки в целях расширения сотрудничества между различными операторами;

16) инвентаризацию сточных вод и выбросов в атмосферу.

Объем (например, уровень детализации) и характер СЭМ (например, стандартизованная или нестандартизированная), как правило, связаны с характером, масштабом и сложностью установки, а также уровнем воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

6.1.2. Управление энергопотреблением, энергоэффективность

НДТ 2.

НДТ служит для сокращения потребления тепловой и энергетической энергии путем применения одной или комбинации нескольких из перечисленных ниже техник.

№ п/п	Техники	Применимость
1	СЭнМ	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Применение ЧРП	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Применение энергоэффективных асинхронных электродвигателей	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Применение энергоэффективного насосного оборудования	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Внедрение энергоэффективной системы аэрации	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.2. Справочника по НДТ.

6.1.3. Управление технологическими процессами

НДТ 3.

НДТ применяется для измерения или оценки всех соответствующих параметров, необходимых для управления процессами из диспетчерских с помощью современных компьютерных систем с целью непрерывной корректировки и оптимизации процессов в режиме реального времени, для обеспечения стабильности и бесперебойности технологических процессов, что повысит энергоэффективность и позволит максимально увеличить производительность и усовершенствовать процессы обслуживания. НДТ заключается в обеспечении стабильной работы процесса с помощью системы управления процессом вместе с использованием одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Автоматизированные системы управления технологическим процессом и очистными сооружениями	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.1. Справочника по НДТ.

6.1.4. Мониторинг эмиссий

НДТ 4.

НДТ заключается в проведении мониторинга сбросов маркерных загрязняющих веществ в месте выпуска сточных вод из очистных сооружений в соответствии с национальными или международными стандартами, регламентирующими предоставление данных эквивалентного качества.

№ п/п	Параметр	Минимальная периодичность контроля
1	Температура (C^0)	Непрерывно*
2	Расходомер ($м^3$/час)	Непрерывно*
3	Водородный показатель (ph)	Непрерывно *
4	Электропроводность (мкс - микросименс)	Непрерывное*
5	Мутность (ЕМФ-единицы мутности по формазину на литр)	Непрерывное*
6	СПАВ	Согласно программе ПЭК, но не реже одного раза в квартал
7	$БПК_{полное}$	Согласно программе ПЭК, но не реже одного раза в квартал
8	$ХПК_{общее}$	Согласно программе ПЭК, но не реже одного раза в квартал
9	Взвешенные вещества	Согласно программе ПЭК, но не реже одного раза в квартал
10	Азот аммонийный (NH4+)	Согласно программе ПЭК, но не реже одного раза в квартал
11	Нитраты по иону (NO_3-)	Согласно программе ПЭК, но не реже одного раза в квартал
12	Нитриты по азоту (NO_2)	Согласно программе ПЭК, но не реже одного раза в квартал
13	Фосфаты (PO_4)	Согласно программе ПЭК, но не реже одного раза в квартал

* Выпуски сточных вод, отводимые с объекта I категории, подлежат оснащению автоматизированной системой мониторинга, согласно требованиям, предусмотренным действующим экологическим законодательством Республики Казахстан.

Для мониторинга сброса сточных вод существует множество стандартных процедур отбора проб и анализа воды и сточных вод, в том числе:

случайная проба – одна проба, взятая из потока сточных вод;

составная проба – проба, отбираемая непрерывно в течение определенного периода, или проба, состоящая из нескольких проб, отбираемых непрерывно или периодически в течение определенного периода и затем смешанных;

квалифицированная случайная проба – составная проба из не менее чем пяти случайных проб, отобранных в течение максимум двух часов с интервалом не менее двух минут и затем смешанных.

6.1.5. Шум, вибрация, запах

НДТ 5.

Чтобы снизить уровень шума и предотвратить его распространение на ближайшую территорию, могут быть применены различные технические решения по снижению шума:

реализация стратегии снижения шума;

ограждение шумных операций/агрегатов;

виброизоляция операций/агрегатов;

внутренняя и внешняя обшивка из ударопоглощающего материала;

звукоизоляция зданий для защиты от любых шумных операций, связанных с оборудованием для преобразования материалов;

строительство стен для защиты от шума, например, строительство зданий или естественных барьеров, таких, как растущие деревья и кустарники между охраняемой территорией и шумной деятельностью;

обшивка воздуховодов и воздуходувок, расположенных в звуконепроницаемых зданиях;

закрытие дверей и окон крытых помещений;

малошумное оборудование, сюда входят малошумные компрессоры, насосы.

НДТ 6.

Мероприятия, направленные на предотвращение образования и распространения запахов заключаются в следующем:

надлежащее хранение и обращение с пахучими материалами; тщательное проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание любого оборудования, которое может выделять запахи; сведение к минимуму использование пахучих материалов.

Сокращения образования запахов при сборе и обработке сточных вод и осадков сточных вод можно добиться путем:

сокращения до минимально возможных показателей времени пребывания сточных вод и осадков сточных вод в системах сбора и хранения, в частности, в анаэробных условиях;

использования химических веществ для уничтожения или сокращения образования пахучих веществ (например, окисление или осаждение сероводорода);

оптимизации аэробного разложения (может включать контроль содержания кислорода; надлежащее (частое) обслуживание системы аэрации; использование чистого кислорода; удаление накипи в цистернах);

покрытия или ограждения объектов сбора и обработки сточных вод и осадков сточных вод с целью сбора пахучих отходящих газов для дальнейшей обработки;

обработки выбросов/сбросов за пределами основного производства ("на конце трубы") (может включать биохимическую обработку; окисление при повышенной температуре).

6.2. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод

НДТ 7.

Для охраны водных ресурсов от воздействия сточных вод и управления их балансом при процессах очистки сточных вод рекомендуется выполнение следующих мероприятий:

разработка водохозяйственного баланса для предприятий КОС;

внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе;

сокращение водопотребления в технологических процессах;

использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод.

НДТ 8.

НДТ при механической очистке сточных вод служит для применения одной или нескольких приведенных ниже техник.

№ п/п	Техники	Применимость
1	Процеживание	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Удаление оседающих грубых примесей (песка)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Отстаивание	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.3.1. Справочника по НДТ.

НДТ 9.

НДТ при химической и физико-химической очистке сточных вод служит для применения одной или нескольких приведенных ниже техник.

№ п/п	Техники	Применимость
1	Коагуляция, флокуляция	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
		Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

2	Сорбция	процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Экстракция	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Химическое осаждение	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Адсорбция с применением активированного угля	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Нейтрализация	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Окисление	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
8	Ионный обмен	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
9	Флотация	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.3.2. Справочника по НДТ.

НДТ 10.

НДТ при биологической очистке сточных вод служит для применения одной или нескольких приведенных ниже техник.

№ п/п	**Техники**	**Применимость**
1	Биологическая очистка в аэротенках	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Анаэробое брожение микроорганизмов с целью получения метана	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Биофильтры	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

4	Биоблоки	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Технология мембранного биореактора	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Технология фильтрации суспензии через взвешенный слой осадка	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Технология реактора циклического действия	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
8	Использование микроводорослей	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
9	Биоаугментация	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.3.3. Справочника по НДТ.

НДТ 11.

НДТ при обеззараживании сточных вод служит для применения одной или нескольких приведенных ниже техник.

№ п/п	Техники	Применимость
1	Ультрафиолетовое облучение	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Озонирование сточных вод	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.3.4. Справочника по НДТ.

НДТ 12.

НДТ при глубокой очистке (доочистка) сточных вод служит для применения одной или нескольких приведенных ниже техник.

№ п/п	Техники	Применимость
1	Мембранная ультрафильтрация	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

		процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Обратный осмос	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Фильтрация с применением фильтров с зернистой загрузкой или сетчатых барабанных фильтров	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

6.2.1. Технологические показатели сбросов при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов

Таблица 6.2. Технологические показатели сбросов при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/дм^3) *
1	$БПК_{полное}$	3 – 6
2	$ХПК_{общее}$	15 – 30
3	Взвешенные вещества	5 – 35
4	Азот аммонийный (NH4+)	0,25 – 1
5	Нитраты по иону (NO_3-)	5 – 25
6	Нитриты по азоту (NO_2)	0,05 – 0,1
7	Фосфаты (PO_4)	0,1 – 1

* при сбросе сточных вод в пруды-накопители и пруды-испарители имеющие статус водоема рыбохозяйственного назначения, технологические показатели рекомендуется привести в соответствие действующим санитарно-гигиеническим, ЭНК и целевым показателям качества окружающей среды. При наличии разных значений, определенных НПА, применяются наиболее жесткие требования, но не выше установленных в таблице 6.2.

6.3. Управление отходами и осадками сточных вод

НДТ 13.

Чтобы предотвратить или, если предотвращение невозможно, сократить количество отходов, направляемых на утилизацию, НДТ подразумевают составление и выполнение программы управления отходами в рамках СЭМ (смотреть НДТ 1), который обеспечивает в порядке приоритетности предотвращение образования отходов, их подготовку для повторного использования, переработку или иное восстановление.

НДТ 14.

Чтобы уменьшить объем осадка сточных вод, требующего дальнейшей обработки или удаления, и снизить его потенциальное воздействие на окружающую среду, НДТ заключается в использовании одного или комбинации техник, приведенных ниже.

№ п/п	Техники	Применимость
1	Механическое обезвоживание осадка в центрифугах, на ленточных и камерных фильтр-прессах, шнековых прессах, дегидраторах	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Обезвоживание осадка в геоконтейнерах (геотубах)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Обработка осадка сточных вод с получением биогаза	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Ацидофикация осадка сточных вод	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.5. Справочника по НДТ.

6.4. Требования по ремедиации

Предприятия, занимающиеся очисткой сточных вод, играют важную роль в поддержании экологического баланса и защите окружающей среды. Однако, процессы очистки могут также представлять риск для экосистемы, если не соблюдаются соответствующие стандарты и меры по управлению загрязнениями. В связи с этим, разработка и реализация эффективных стратегий ремедиации является важным аспектом деятельности данных предприятий.

Ниже приведены основные требования и этапы ремедиации, которые рекомендуется учитывать при планировании и выполнении мероприятий по очистке сточных вод с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду и обеспечения соответствия экологическим нормам и стандартам.

1. Выявление и анализ экологического ущерба:

Проведение комплексного анализа для выявления негативного воздействия на окружающую среду, вызванного загрязнением сточных вод, включая его влияние на подземные и поверхностные водоемы.

Систематический мониторинг состояния сточных вод и их воздействия на окружающую среду с целью оперативного выявления экологического ущерба.

2. Планирование ремедиации:

Разработка детального плана действий по устранению ущерба, включая определение приоритетных мероприятий и установку конкретных временных рамок для их выполнения.

Оценка степени загрязнения сточных вод и определение требуемого уровня очистки для обеспечения соответствия стандартам качества воды.

3. Принятие мер по очистке сточных вод:

Внедрение эффективных технологий и методов очистки сточных вод, включая установку соответствующего оборудования и систем очистки.

Проведение регулярного технического обслуживания и контроля работы систем очистки для обеспечения их эффективной работы.

4. Мониторинг и контроль качества воды:

Постоянное мониторирование качества очищенной воды с использованием соответствующих аналитических методов и оборудования.

Оценка эффективности принятых мер и корректировка плана ремедиации в случае необходимости для поддержания соответствия стандартам качества воды.

5. Отчетность и ответственность:

Предоставление регулярных отчетов об эффективности ремедиации и соответствии стандартам качества воды компетентным органам и заинтересованным сторонам.

Принятие ответственности за причиненный ущерб и принятые меры по его устранению в соответствии с требованиями экологического законодательства.

6. Соблюдение законодательства:

Обеспечение соответствия всех мероприятий по ремедиации требованиям экологического законодательства и нормативным актам, регулирующим деятельность по очистке сточных вод.

Проведение всех работ в рамках установленных норм и стандартов, с учетом требований по защите окружающей среды и обеспечению экологической безопасности.

7. Перспективные техники

Данный раздел содержит информацию о новейших техниках, в отношении которых проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы или осуществляется их опытно-промышленное внедрение.

В процессе подготовки справочника НДТ составители и члены ТРГ проанализировали целый ряд новых технологических, технических и управленческих решений, которые обсуждаются как в зарубежных странах, так и в Казахстане. Это решения направлены на повышение эффективности производства, сокращение негативного воздействия на окружающую среду, оптимизацию ресурсопотребления. Они еще не получили широкого распространения и составители справочника не располагают надежными сведениями о внедрении их на двух предприятиях.

7.1. Перспективные техники в области очистки сточных вод и обработки осадков

7.1.1. Перспективная технология очистки коммунальных сточных вод гранулированными илами

Приоритетным направлением развития современных технологий удаления биогенных элементов является интенсификация биологической очистки сточных вод с одновременным уменьшением экономических и энергетических затрат на ее осуществление. Самый прямой путь повышения удельных показателей эффективности сооружения – повышение концентрации биомассы в биореакторе. Для удержания концентрированной биомассы используется целый ряд современных технологий, таких, как использование мембранных илоразделителей, загрузки для прикрепления биопленки. Однако они существенно влияют на удорожание строительства очистных сооружений.

Известны альтернативные, более экономичные технологии интенсификации биологической очистки. Одна из них – использование повышенных доз активного ила. В классической схеме "аэротенк – вторичный отстойник" методом направленной селекции можно повысить дозу ила до 6 – 7 г/л [21]. Однако, эксплуатация сооружений в непрерывно-проточном режиме требует организации пространственной многозонной системы. Замена пространственного распределения технологических зон на временное (реактор циклического действия, SBR-реактор), а также использование гравитационной селекции активного ила с целью улучшения его седиментационных свойств позволяют существенно сократить площадь и объем, занимаемые биореакторами, совмещающими аэротенк и отстойник, при достижении высоких показателей очищенной воды.

Ограничением для использования SBR-реакторов является трудность совместного биологического удаления азота и фосфора в одном объеме реактора при обработке коммунальных сточных вод (наличие в иловой смеси нитратов с предыдущего цикла работы реактора) [22], [23]. Эта трудность преодолевается путем применения технологии одновременной нитри-денитрификации [26], [27].

В последние десятилетия в Нидерландах развиваются биотехнологии очистки сточных вод с использованием гранулированного активного ила, полученного методом направленной селекции [24], [25]. Ил отличается от флокулированного активного ила размерами частиц (1 – 3 мм), концентрически-зональным расположением различных групп микроорганизмов, плотностью и скоростью осаждения частиц (до 25 м/ч), пониженным в сравнении с классической технологией иловым индексом (до 40 мл/г). Это позволяет повышать концентрацию биомассы в сооружении до 8 – 10 г/л. Процесс проходит при непрерывной подаче кислорода в систему, а совмещение процессов нитри-денитрификации и дефосфатации осуществляется за счет пространственного расположения различных групп микроорганизмов в грануле [26], [27]. Реализация технологий с гранулированным активным илом позволяет решать вопросы реконструкции очистных сооружений под перспективные технологии удаления биогенных элементов без увеличения существующих объемов сооружений. Эксперты в

области очистки коммунальных сточных вод считают, что технологии с гранулированным аэробным илом в ближайшем будущем станут доминирующими в области очистки коммунальных стоков, и даже стандартом качества [28]. Технология позволяет осуществить в одном биореакторе удаление БПК, азота и фосфора.

Реакторы последовательно-периодического действия получают все более широкое распространение в России и мире, преимущественно для малых и средних очистных сооружений. Однако опыт использования биореакторов с гранулированной биомассой для биологической очистки низкоконцентрированных сточных вод, к которым относятся городские сточные воды, в настоящее время достаточно мал. В России отсутствуют аналогичные отечественные технологии, не решены вопросы их реализации, что потребовало дополнительных исследований. Кроме того, для полного восстановления нитратов требуется дополнительное количество органического вещества, которого в сточных водах Российской Федерации часто недостаточно. В г. Москва исследованы условия формирования гранулированного активного ила, определены технологические параметры и особенности процесса очистки коммунальных сточных вод с применением частично гранулированного активного ила, разработана технология очистки сточных вод в реакторах SBR - типа с гранулированным аэробным илом для очистки коммунальных сточных вод.

Повышение удельной биохимической мощности сооружений с применением так называемого гранулированного активного ила является одним из перспективных направлений развития технологий биологической очистки сточных вод. Гранулированный ил – это микробные биоценозы, специализирующиеся на разложении и минерализации веществ, содержащихся в сточных водах, но отличающиеся от обычного ила двумя важными особенностями – строением основной структурной единицы этого ила – гранулы и высокими скоростями осаждения (до 20 м/ч). Это позволяет создавать в биореакторах очистки сточных вод дозы ила до 10 г/л. Технология аэробной биологической очистки в реакторе последовательно-периодического действия с последовательной нитри-денитрификацией и восходящим потоком сточной воды позволяет достигать качества очистки, соответствующего нормам предельно-допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного назначения. Технико-экономическое сравнение разработанной технологии с технологией удаления биогенных элементов в аэротенке проточного действия показало, что затраты жизненного цикла сооружений с частично гранулированным активным илом в 1,4 раза меньше затрат традиционной технологии биологической очистки (для производительности 1000 $м^3$/сут).

7.1.2. Устойчивые гранулы – флокулы

Современные принципы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод с использованием активного ила основаны на том, что микроорганизмы в дисперсных

системах образуют между собой структуры – флокулы. Принцип агрегирования микроорганизмов за последние годы был хорошо изучен и послужил основой для совершенствования технологий биологической очистки.

Один из важнейших моментов в этой области знаний – изучение метановых процессов в анаэробных условиях. Прежде всего, были выявлены и практически использованы процессы, которые сопровождают формирование очень прочных и крупных метаногенных флокул. Эти гранулы в активном иле позволили значительно интенсифицировать анаэробную очистку. Если раньше процессы в метантенках шли в течение нескольких суток, то теперь анаэробная стадия очистки занимает несколько часов, а производительность по ХПК составляет 50 – 70 кг/($м^3$/сут).

Бактерии способны вырабатывать экзополимеры, которые формируют пленку вокруг гранул (агломератов) для защиты от неблагоприятных воздействий. Интересно, что такие гранулы создают условия для улучшения межклеточного переноса веществ и в целом улучшают биологические процессы в колонии бактерий. Причем результат при этом может быть сопоставим с процессами закрепления бактерий на твердой поверхности и выигрыша в питании за счет потока воды и лучшего доступа к субстрату . В процессе жизнедеятельности бактерии выделяют биогаз и за счет этого флокулы (агломераты) из микроорганизмов получают способность к передвижению на значительные расстояния внутри объема реактора.

Для создания устойчивых гранул из обычного сброженного ила применяют принцип гидравлической селекции. Он основывается на регуляции скорости восходящего потока воды таким образом, чтобы те бактерии, которые не имеют нужной скорости осаждения, вымывались из объема реактора. Более тяжелые и плотные флокулы, которые и требуются для процесса, задерживаются в объеме биореактора.

Биотехнологии с прикрепленными микроорганизмами описанного типа даже более эффективны, чем биореакторы с псевдосжиженным, слоем песка. Песок постепенно вымывается, а его место также постепенно заполняют природные гранулы. В анаэробных условиях эти гранулы обладают большей скоростью осаждения и удерживаются в объеме реактора даже при скорости восходящего потока воды до 1 м/с.

Процессы образования гранул из анаэробных бактерий начали изучаться относительно недавно, но оказались настолько перспективны, что сразу спровоцировали существенные технологические усовершенствования в процессах и аппаратах для биологической очистки. Бактерии метаногенного типа способны стать основой для разработки и внедрения новых технологий очистки коммунальных стоков от органики и биогенных загрязнителей.

В 1990-х годах появились технологии производства анаэробных гранул из всех четырех типов бактерий, используемых в процессах биологической очистки.

Гранула имеет сложное строение: снаружи вглубь гранулы расположены сначала аэробные бактерии-гетеротрофы и нитрификаторы, затем денитрификаторы, фосфат-аккумулирующие денитрифицирующие бактерии. Это обусловлено постепенным снижением доступных концентраций кислорода и нитратов в процессе биологической очистки.

Необходимые условия для реализации этой технологии: цикличность процесса, наличие восходящего с нужной скоростью потока воды, сверхбыстрое осаждение частиц, возможность регулировать содержание кислорода в воде.

Изучение этих процессов в настоящее время находится на стадии опытно-промышленных испытаний.

Изучение механизмов получения активного ила с нужными параметрами и регулирование селективных параметров для формирования субстрата для бактерий позволили выявить основное направление процессов биологической очистки. Оно заключается в сверхбыстрой седиментации частиц для накопления в биореакторе хорошо отстоянной биомассы. Даже при условиях, когда из-за специфики очищаемой воды формирование стабильных флокул невозможно, можно создать условия, когда быстрооседающие гранулы поддерживаются в восходящем потоке, создавая вполне приемлемые условия для протекания процессов.

В аэробных условиях формирование устойчивых гранул вообще не обязательно – достаточный эффект интенсификации реакций достигается за счет быстрооседающего активного ила с некоторым содержанием флокул.

7.1.3. Технологии очистки сточных вод с использованием макроскопических материалов на основе графена

Из-за исключительно большой теоретической площади поверхности (≈ 2600 $м^2$/г), разностороннего химического состава и других физико-химических свойств графен и его производные оксида графена (GO) и восстановленного оксида графена использовались для широкого спектра применения, например, для восстановления окружающей среды, смягчения последствий изменения климата и применения устойчивой энергетики. С момента своего открытия графен в сотрудничестве с различными нанотехнологиями продемонстрировал большой успех в области очистки воды и сточных вод. Однако использование этих 2D-нанолистов создает различные проблемы из-за их высокогидрофильной природы. Например, графен обладает очень высокой коллоидной стабильностью в воде и, следовательно, сложная рекуперация может стать серьезным препятствием при практическом применении. За последние несколько лет были предприняты значительные усилия по борьбе с этой проблемой. Показано, что трехмерные макроструктуры графена могут быть конкурирующими альтернативами наноразмерному графену и его соединениям. Макроструктуры графена представляют собой трехмерную форму графена и соединений на его основе. Эти

макроструктуры очень практичны и привлекательны, поскольку они не только обладают эффективностью наноматериалов, но и простотой манипулирования сыпучими материалами.

В разгар этого нового исследования, основанного на макроструктурах графена, мы представляем перспективу применения 3D-систем в обширной области очистки сточных вод за последнее десятилетие. Вместо того, чтобы быть исчерпывающими, мы сосредоточимся на последних тенденциях исследований с несколькими примерами. Эта тема исследований все еще развивается и за последние несколько лет было представлено очень мало исследований, особенно в области разложения возникающих органических загрязнителей.

Оксид графена имеет тенденцию легко образовывать жидкокристаллические домены в воде даже при очень низкой концентрации из- за его высокой коллоидной стабильности, высокого соотношения сторон и геометрической анизотропии. Основной движущей силой нанолистов GO для самосборки 3D-структуры является упорядоченное расположение жидких кристаллов в воде. Стабильная суспензия диспергированного оксида графена обладает способностью самособираться в легкие и высокопористые губки путем скручивания с образованием волокон, сшивания в гофрированные шарики, прессования на мембраны, распыления с образованием трехмерных частиц или даже химического осаждения на шаблоны с образованием пены с помощью гидротермальных или химических процедур, таких, как химическое осаждение из паровой фазы (CVD). Эти процедуры синтеза относительно просты и открывают потенциал для масштабирования для коммерческого применения. Кроме того, обеспечивается легкий и точный контроль пористости и площади поверхности макроструктуры, что играет жизненно важную роль в их применении. Трехмерная макроструктура, полученная в результате самостоятельной сборки 2D GO, применялась в различных областях, таких, как очистка воздуха и воды, аккумуляторы и датчики, среди которых особый интерес представляет очистка воды. 3MDs может использоваться в различных технологиях очистки сточных вод, например, в адсорбции, абсорбции, катализе и опреснении. На рисунке ниже показаны различные структуры мембран, волокон, губок, матов и шариков с их соответствующим синтезом для этой цели.

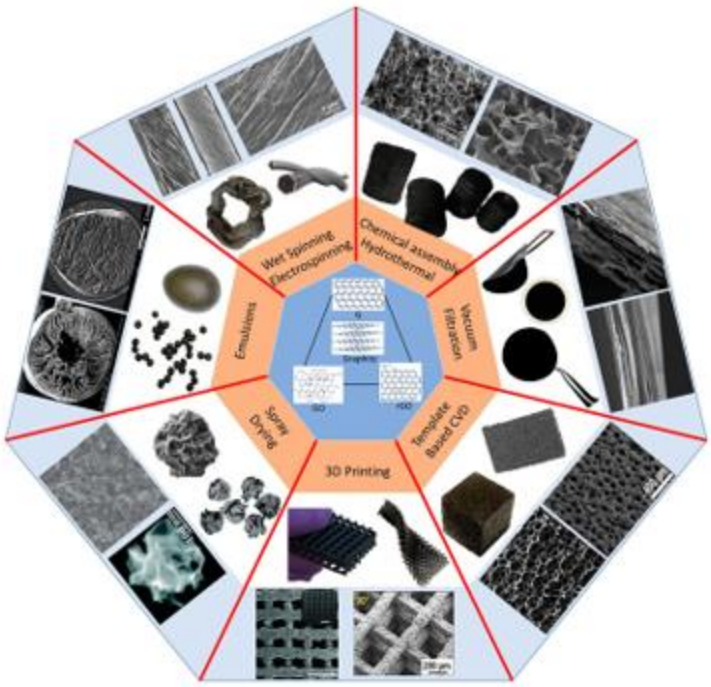


Рисунок 7.1. Самостоятельная сборка 2D-нанолистов на основе графена в 3D-макроструктуре

Трехмерные (3D) макроструктуры на основе графена разрабатываются для решения проблем, связанных с двумерными (2D) графеновыми материалами в практических приложениях. Трехмерные макроструктуры (3DMs), например, мембраны, волокна, губки, шарики и маты, могут быть сформированы путем самосборки 2D-прекурсоров на основе графена с исключительной площадью поверхности и уникальным химическим составом. Благодаря рациональному дизайну трехмерные макроструктуры могут обладать выдающимися свойствами и эксклюзивными структурами. Благодаря различным преимуществам эти макроструктуры конкурируют в различных областях применения с многообещающими характеристиками в отличие от традиционных активированных углей, биоуглей и гидроуглей, которые обладают меньшей гибкостью для модификации в направлении универсального применения. Однако, несмотря на столь широкий спектр применения, 3D-технологии остаются применимыми в лабораторных масштабах из-за связанных с этим факторов, таких, как стоимость и обширные исследования. В этом обзоре представлен обзор доступных макроструктур на основе графена и различных протоколов их синтеза. В синтезе выделяются гидротермальный путь, химическое осаждение из паровой фазы (CVD), мокрое формование, 3D-печать, вакуумная фильтрация, распылительная сушка и эмульсионные методы. Кроме того, обсуждаются физико-химические свойства этих макроструктур с учетом взаимосвязи между пористостью, площадью поверхности и насыпной плотностью. Перспектива также подчеркивает разносторонний потенциал различных 3D-систем для очистки сточных вод путем адсорбции, опреснения,

каталитического окисления и т.д. Вслед за заключительными замечаниями также представлены будущие перспективы коммерческого применения 3D-систем.

Удаление тяжелых металлов из сточных вод.

Тяжелые металлы часто попадают в водную среду, в частности, в горнодобывающей, обрабатывающей промышленности, сельском хозяйстве, автомобилестроении. Они представляют серьезную опасность как для людей, так и для экосистем, поскольку высокая токсичность этих металлов серьезно угрожает общественному здоровью и в крайнем случае может привести к смерти. Оксиды графена имеют ионно-хелатирующие отрицательно заряженные функциональные группы, которые делают их трехмерные макроструктуры идеальными для адсорбции тяжелых металлов из воды. Большая площадь поверхности и высокопористая структура обеспечивают достаточное количество активных центров для адсорбции. Изучено удаление Cr (IV) с использованием трехмерного гидрогеля диоксид титана–графен посредством адсорбции и показано, что кислородсодержащие функциональные группы на поверхности гидрогеля могут усиливать адсорбцию анионных ионов металлов за счет образования водородных связей. Однако трудно удалить тяжелые металлы из сточных вод, используя только графеновые материалы. Следовательно, для ускорения этого процесса требуется внешняя энергия и поэтому для решения этой проблемы можно использовать частичную электропроводность макроструктур оксида графена. Могут быть применены более сложные методы, такие, как сочетание высокой удельной поверхности, пористости, введение фотокаталитических оксидов металлов, таких, как TiO2, и частичная электрическая проводимость, которые, как правило, более выгодны, чем просто адсорбция. Кроме того, ионы металлов, насыщенные 3DMs, могут быть легко отделены от водного раствора и утилизированы кислотной промывкой для десорбции металлической фазы. Кроме того, нанокомпозитные материалы на основе оксида графена, состоящие из фотокаталитических наноматериалов, использовались для одновременной адсорбции и восстановления ионов тяжелых металлов, тем самым ускоряя процесс рекультивации. Следовательно, можно сделать вывод, что 3D-технологии довольно эффективны для удаления тяжелых металлов и могут стать революцией в будущем, если этот метод будет применен на коммерческих установках по очистке сточных вод.

Удаление красителей из сточных вод.

В результате промышленного роста в водоемы сбрасывается широкий спектр красителей. Среди всех трехмерных макроструктур губки и шарики GO показали многообещающую эффективность при удалении различных красителей из сточных вод. Адсорбции красителей на этих трехмерных макроструктурах способствуют электростатические силы и p–p взаимодействие.

Наличие активных центров в структуре GO играет жизненно важную роль в адсорбции красителей. Когда поверхность воды соприкасается с водой, активные

центры заняты растворенными органическими веществами, такими, как гуминовая кислота, которые могут влиять на эффективность адсорбции. Однако большинство исследований игнорируют это воздействие растворенных органических веществ и также ограничиваются несколькими загрязнителями. Для коммерческого применения требуется лучшее понимание роли органических веществ, pH раствора и сложности множества загрязняющих веществ. Кроме того, большая часть адсорбции красителя проводится не в непрерывных испытаниях, а в периодическом режиме. Кроме того, после адсорбции необходима регенерация, но не хватает эффективных методов, а также большинство загрязняющих веществ, изучаемых в процессе адсорбции в лаборатории, состоит из небольших молекул и, следовательно, имеет простой химический состав. В действительности более сложные и токсичные органические загрязнители, такие, как фармацевтические препараты и токсины, присутствующие в сточных водах, нуждаются в минерализации. Таким образом, можно сделать вывод, что с помощью передовых технологий 3D-матрицу можно было бы использовать на коммерческих установках по очистке сточных вод для адсорбции красителей и регенерации адсорбента для многократного использования, что было бы экономически выгодно.

Удаление органических растворителей и масел.

Разливы нефти и органических растворителей стали серьезной проблемой с точки зрения загрязнения морской среды и пресной воды. Разливы можно устранить путем разбавления, нейтрализации, промывки, обеззараживания и абсорбции, большинство из которых, однако, ненадежны, поскольку вызывает вторичные загрязнения. Абсорбция позволяет избежать этих рисков и удалить вторичные загрязняющие вещества. Использовались различные легкие и инертные традиционные адсорбенты, но мелкие поры ограничивают диффузию более вязких жидкостей, таких, как сырая нефть. Макроструктуры GO с большой удельной поверхностью и пористостью могут использоваться в качестве альтернативы традиционным решениям. В отличие от других загрязняющих веществ, таких, как красители и ионы металлов, которые удаляются адсорбцией, большинство углеводородов удаляются из сточных вод путем физического поглощения. Это объясняет, почему губки с высокой пористостью эффективны в этом применении. Тем не менее, морская вода может изменять смачиваемость и стабильность губок GO при длительном контакте. Для решения этой проблемы необходима модификация GO и предыдущие исследования показали, что частичное уменьшение содержания GO может быть использовано для восстановления гидрофобности и олеофильности губок. Химическое восстановление трехмерных макроструктур может способствовать взаимодействию с мишенью посредством p–p связи.

Одним из основных преимуществ использования 3D-макроструктур для этой цели является простая и эффективная регенерация макроструктуры. Одна из идей регенерации структуры заключается в сжигании масла без повреждения структуры. В

качестве альтернативы поглощенный растворитель можно выдавить из конструкции, однако эффективность в этом случае изменится. Другой довольно многообещающий метод заключается в нагревании макроструктуры, насыщенной маслом, для испарения нефтяной фазы и одновременного сбора ее путем конденсации для эффективного извлечения масла и регенерации трехмерной макроструктуры.

Разнообразные морфологические формы трехмерных макроструктур на основе графена могут быть получены путем рационального синтеза и модификаций в соответствии с конкретным применением. Эти макроструктуры доказали свое преимущество, поскольку ими легче манипулировать, чем наночастицами. Кроме того, относительно большая удельная площадь поверхности и пористость 3DM будут играть жизненно важную роль в таких областях применения, как адсорбция тяжелых металлов и красителей, органических растворителей и масел, а также каталитическое окисление, что поможет в очистке и рекультивации сточных вод. Несмотря на такой значительный прогресс, достигнутый за последние несколько лет, существует несколько препятствий, которые, по нашему мнению, необходимо преодолеть, чтобы извлечь выгоду из предлагаемых применений макроструктур на основе графена для восстановления окружающей среды. Исходя из приведенного выше обсуждения, перспективы на будущее могут быть основаны на следующих моментах.

1. Необходимо провести дальнейшие исследования, чтобы выяснить, как эти технологии очистки сточных вод на основе 3D-графена могут быть интегрированы в существующие очистные сооружения для получения многообещающих результатов. Например, следует провести исследование того, как интегрировать эту очистку в процесс ультрафильтрации в случае 3D-графеновой мембраны.

2. Промышленное применение требует массового производства 3D-матриц и поэтому необходимо разработать различные экологически безопасные и экономически целесообразные процессы для увеличения производства на коммерческом уровне. Это также включает получение прекурсора (оксида графена), поскольку для этого требуется много дорогостоящих ресурсов, следовательно, также требуется прорыв в синтезе GO. Это в свою очередь поможет разработать менее дорогостоящие методы качественной очистки сточных вод.

3. Области применения этих 3D-систем по-прежнему ограничены простым разделением, таким, как отделение масла от воды, удаление красителей и тяжелых металлов, а также простой катализ. Применения для разложения и полного устранения возникающих загрязняющих веществ, таких, как фармацевтические препараты и средства личной гигиены и дезинфекции, по-прежнему довольно мало.

4. Наконец, большинство современных исследований основаны только на моделях лабораторного масштаба для оценки характеристик этих макроструктур. С развитием технологий и улучшениями в исследовательском секторе приложения 3DMs должны быть доведены до передовых уровней, таких, как пилотный и полномасштабный, что

будет полезно для промышленного применения. Таким образом, это поможет в разработке новых методов очистки сточных вод на коммерческом уровне.

7.1.4. Очистка сточных вод с помощью микрокапсул

Исследователи из России разработали и запатентовали микрокапсулы на базе полиэлектролитов, способные максимально эффективно и с минимальным ущербом для окружающей среды поглощать молекулы ферроцианидов, токсичных соединений железа и синильной кислоты. Об этом сообщила пресс-служба пущинского Института теоретической и экспериментальной биофизики.

Исследователи уже много лет работают над разработкой полых капсул, состоящих из полиэлектролитов, особой категории полимеров, способных постепенно растворяться в воде. Год назад им удалось приспособить эти микроструктуры для постепенного высвобождения амиодарона, популярного лекарства от аритмии. Недавно ученые приспособили эти структуры для решения своеобразной обратной задачи – поглощения молекул токсинов из окружающей среды.

Как обнаружили исследователи, созданные ими полые капсулы из двух полиэлектролитов, полистиролсульфоната и полиаллиламина, способны взаимодействовать с молекулами ферроцианидов, присутствующими в воде, и быстро поглощать их. Весь процесс очистки занимает около 15 минут, в ходе которых капсулы сначала погружаются в воду, а затем извлекаются из нее, причем капсулы продолжают поглощать токсины и при многократном использовании.

Схожим образом, как предполагают ученые, можно подобрать полиэлектролиты, поглощающие и другие токсичные вещества, попадающие в источники питьевой воды и в природу из разных антропогенных источников. Их разработка позволит значительно упростить и удешевить процесс очистки воды от подобных загрязнений, – подытожили ученые.

7.1.5. Фотохимическая обработка сточных вод

Сейчас существует множество разнообразных методов очистки выбросов и сбросов промышленных предприятий от загрязняющих веществ, но все они обладают своими недостатками. Присутствие в сточных водах ионов тяжелых металлов и органических веществ (продукты нефтепереработки, красители, лекарства) – острая, нерешенная до конца проблема промышленного загрязнения.

Одним из путей решения этой проблемы может стать фотохимическая обработка сточных вод. Предполагается, что под действием солнечного света или иного источника излучения вредные вещества, присутствующие в воде, превратятся в менее вредные или практически безвредные. Такие процессы протекают без использования дополнительных веществ, но с недостаточной скоростью. Перед учеными стоит задача ускорения фотохимических процессов обезвреживания загрязнителей, для чего нужны специальные вещества – катализаторы.

Подход, используемый научными сотрудниками, основан на применении в качестве фотокатализаторов высокоэнтропийных оксидов. Это оксиды, в кристаллической решетке которых атомы пяти разных металлов, присутствующих в составе вещества в одинаковых или близких к этому количествах, случайным образом чередуются на позициях решетки. Такая особенность строения приводит к существенному искажению кристаллической структуры и появлению на поверхности нанокристаллов оксида разнообразных активных центров, на которых реализуется каталитическая реакция.

Параллельно с синтезом и исследованием самих каталитических фаз в лаборатории решается задача фиксации катализатора в той или иной удобной форме, позволяющей быстро извлекать катализатор из воды, очищать его, восстанавливать и вновь возвращать в процесс обработки воды. Решение такой задачи обеспечит внедрение и широкое использование разработанных катализаторов на предприятиях, занимающихся водоочисткой и водоподготовкой.

7.1.6. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока

В материале описывается мировой практический опыт в применении высших водных растений в сфере очистки сточных вод.

Водные растения в водоемах выполняют следующие основные функции:

фильтрационную (способствуют оседанию взвешенных веществ);

поглотительную (поглощение биогенных элементов и некоторых органических веществ);

накопительную (способность накапливать некоторые металлы и органические вещества, которые трудно разлагаются);

окислительную (в процессе фотосинтеза вода обогащается кислородом);

детоксикационную (растения способны накапливать токсичные вещества и преобразовывать их в нетоксичные).

Способность высших водных растений удалять из воды загрязняющие вещества – биогенные элементы (азот, фосфор, калий, кальций, магний, марганец, серу), тяжелые металлы (кадмий, медь, свинец, цинк), фенолы, сульфаты – и уменьшать ее загрязненность нефтепродуктами, синтетическими поверхностно-активными веществами, что контролируется такими показателями органического загрязнения среды, как БПК и ХПК, позволила использовать их в практике очистки производственных, хозяйственно-бытовых сточных вод и поверхностного стока как в Украине, так и во всем мире.

Во многих странах Америки довольно широко используются системы очистки шахтных вод на плантациях камыша и тростника. Описаны сооружения с камышовой растительностью для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в Нидерландах, Японии, Китае; для очистки загрязненного поверхностного стока в Норвегии, Австралии и в других странах. Стойкость камыша к действию больших концентраций

загрязняющих веществ позволила довольно успешно использовать его для очистки сточных вод свиноводческих комплексов в Великобритании.

В г. Бентон (США) с населением 4700 человек с 1985 года осуществляется очистка бытовых сточных вод в прудах с зарослями камыша и других водных растений. Подсчитано, что стоимость такой системы очистки в 10 раз меньше, чем стоимость традиционных систем при удовлетворительном качестве очистки воды от соединений азота, фосфора, взвешенных и органических веществ. В Ирландии (г. Вильямстоун) успешно эксплуатируется система совместной очистки хозяйственно-бытовых вод (72 %) и поверхностного стока (28 %), сконструированная в виде трех мелководных лагун, две из которых засажены камышом и рогозом, а третья представляет собой биопруд с плавающими водными растениями — лилией и ряской. В процессе очистки вода очищается до следующих показателей (мг/л): БПК — 9, взвешенные вещества – 9, полный азот – 14,2, аммиак – 0,8, нитраты – 9,2, полный фосфор – 4,45, ортофосфаты – 3,15. Среднее процентное уменьшение концентраций загрязняющих веществ в системе за двухлетний период изучения составляет: 48% для БПК, 83 % для взвешенных веществ, 51% для общего азота, 13 % для общего фосфора, удаление патогенных организмов достигает 99,77 %.

Очистные системы вторичной и третичной очистки бытовых сточных вод, основанные на использовании элодеи, пригодны для использования в умеренном климате, где могут круглый год удалять биогенные элементы из сточных вод достигает 97 – 98%.

В Китае водный гиацинт используется для очистки сточных вод кинофабрики от серебра. Установлено, что эффективность очистки воды от серебра, взвешенных веществ, соединений фосфора и азота, соответственно, составляла 100 %, 91 %, 53,9 %, и 92,9 %, при этом БПК и ХПК уменьшались на 98,6 %, и 91 %. Предложенный метод позволяет отказаться от использования сорбционной очистки.

В России в Институте цитологии и генетики разработана технология очистки сточных вод с использованием водного гиацинта. Экспериментальная работа была проведена для сточных вод комплекса по разведению свиней. Очистка проводилась в биопрудах. Концентрация азота аммонийного снижалась (мг/л) с 30 – 50 до 4 – 5, $БПК_5$ — со 150 до 20 – 30, ХПК — с 300 до 25 – 30, концентрация растворенного кислорода возрастала от 0,5 до 2 – 5 (мг O_2)/л.

7.1.7. Установка по очистке сточных вод с использованием электронно-пучковой технологии

В июне 2020 года в Китае была открыта крупнейшая в мире установка по очистке сточных вод с использованием электронно-пучковой технологии, способная обрабатывать 30 млн. литров промышленных сточных вод в сутки.

Электронно-пучковые ускорители представляют собой машины, генерирующие электронно-пучковое излучение, которое можно использовать в том числе для очистки сточных вод.

Работающая при трикотажной фабрике "Гуаньхуа" в Южном Китае, являющейся крупнейшим в мире импортером гребенной пряжи, установка использует электронно-пучковые технологии для очистки воды, загрязненной остатками промышленных красителей, молекулы которых нельзя разложить при помощи бактерий или химических веществ. Но с помощью электронно-пучковых технологий можно разрушать эти длинные и сложные молекулы, находящиеся в сточных водах, и тогда очищенная вода может использоваться повторно.

В ходе процесса очистки ускоритель электронов создает электронный пучок, способный ионизировать молекулы воды, тем самым генерируя активные радикалы, которые вступают в реакцию с вредными органическими загрязнителями, содержащимися в сточных водах. Затем эти загрязняющие вещества разлагаются и превращаются в более простые химические соединения, которые легче поддаются обработке традиционными методами.

Обычно такие сточные воды очищаются с помощью химических процессов, в результате которых появляются вторичные отходы. Обработка с использованием электронно-пучковых технологий является экологически чистым и экономически эффективным методом очистки сточных вод, поскольку в результате ее применения сокращаются время обработки и расходы на химические вещества, а также не образуются вторичные отходы.



Рисунок 7.2. Обработка семью ускорителями электронов образовавшихся после печатания и окрашивания тканей сточных вод на трикотажной фабрике "Гуаньхуа"

7.1.8. Фотокаталитическая доочистка

Цель данной технологии – удаление из сточных вод микрозагрязнений.

Поток сточной жидкости проходит через решетку с катализатором, органические молекулы из потока адсорбируются на поверхности фотокатализатора и окисляются до углекислого газа и воды под действием света от ультрафиолетовой лампы или солнечного света, тем самым очищая воду от трудноокисляемых веществ.

В процессе очистки воды применяют фотокатализаторы из диоксида титана TiO_2. Данный материал обладает высокой фотокалитической активностью. Фотокаталитическая активность — это способность материала создавать электронно-дырочную пару в результате воздействия ультрафиолетового излучения. Образующиеся в результате свободные радикалы являются очень эффективными окислителями органических веществ.

Метод находится на стадии разработки. На возможность реализации будут влиять эффективность удаления микрозагрязнений, энергозатраты, срок службы катализатора и единичная пропускная способность аппарата.

7.1.9. Доочистка методом окисления с использованием озона

Озон может быть использован на этапе доочистки для прямого окисления. Одним из наиболее перспективных методов доочистки сточной воды от ПАВ является окисление их озоном. При применении этого метода происходит деструктивное разрушение и окисление ПАВ, причем нет необходимости вводить посторонние примеси, а непрореагировавшая часть озона химически инвертируется в кислород.

Достоинствами метода озонирования являются возможность получения его на месте из кислорода и сильное бактерицидное действие, что исключает в последующем необходимость обеззараживания.

7.1.10. Доочистка методом биологической очистки с сорбцией

Обеспечивает глубокое удаление органических загрязняющих веществ и отдельных специфических загрязнений.

Возможно применение в аэротенках, во вторичных отстойниках или доочистке после этапа биологической очистки.

Например: комбинированный процесс во вторичных отстойниках с активным илом и дополнительное использование порошкообразного активированного угля. Порошкообразный активированный уголь добавляется в аэротенк в количестве, соответствующем его выведению из системы с избыточным активным илом. Также такая комбинированная технология может быть использована с мембранным разделением ила.

Процессы с мембранным разделением ила являются современными развивающимися технологиями.

В процессе мембранного разделения увеличивается концентрация ила, уменьшается использование порошкообразного активированного угля в биологическом реакторе и за счет снижения прироста ила.

Как разновидность такой комбинированной схемы для сорбций может быть использован гранулированный активированный уголь.

7.1.11. Очистка наночастицами

Люди давно используют такие вещества, как древесный уголь, для очистки воды путем адсорбции. При очистке наночастицами используется та же механика, но с частицами в наномасштабе. Различные типы наноматериалов – металлические наночастицы, наносорбенты, биоактивные наночастицы, нанофильтрационные мембраны, углеродные нанотрубки, цеолиты и глина –оказались эффективными материалами для очистки сточных вод. Их использование устраняет пестициды и тяжелые металлы в воде. Углеродные нанотрубки также рассматривают как прорывную технологию для опреснения морской воды до стадии питьевой. Основной недостаток технологии – стоимость.

7.1.12. Мембранная биоаугментация

Гибридная технология, которая включает мембранное разделение и биоаугментацию. Сточные воды после биологической очистки при помощи активного ила подают в емкость, называемую биореактором. В этой емкости располагаются мембраны, которые разделяют сточные воды на два потока – активный ил, используемый повторно для биологической очистки, и чистую воду.

Мембранная биоаугментация – это процесс очистки воды с использованием биологических систем и мембранных технологий. Этот метод объединяет биологические процессы, такие, как биоразложение, с использованием мембранных фильтров для удаления загрязнений из воды.

Процесс мембранной биоаугментации обычно включает следующие этапы.

Биологическая обработка: на этом этапе вода проходит через биологический реактор, где активные микроорганизмы (бактерии, грибы и т.д.) разлагают органические загрязнения в биореакторе. Это позволяет очищать воду от биологически разлагаемых загрязнений.

Мембранные фильтры: после биологической обработки вода проходит через мембранные фильтры. Эти мембраны имеют очень маленькие поры, которые задерживают оставшиеся в воде частицы, бактерии, вирусы и другие загрязнители. Это обеспечивает более полное удаление загрязнений и более чистую воду.

Обработка рециркуляции: некоторые системы мембранной биоаугментации также могут включать процессы рециркуляции, где часть очищенной воды возвращается обратно в начало биологического реактора для повторной обработки. Это позволяет увеличить эффективность очистки и экономить воду.

Мембранные биоаугментационные системы часто используются для очистки сточных вод, обезвреживания отходов и очистки воды для повторного использования в различных промышленных и коммунальных процессах. Они являются эффективным и экологически безопасным способом очистки воды.

Преимущество мембранной биоаугментации – небольшая площадь для биологической очистки. MBR-реакторы увеличивают мощность очистных сооружений без увеличения площади конструкций.

7.1.13. Переработка илового осадка очистных сооружений канализации методом остеклования

Разработан и запатентован уникальный комплекс по утилизации илового осадка канализации, промышленных высокотоксичных отходов, золы мусоросжигательных заводов методом остеклования в шлаковом расплаве. На первом этапе процесса после сушки илового осадка получаются пеллеты, которые в свою очередь подвергаются обработке методом остеклования.

После прохождения полного цикла на выходе появляется остеклованный гранулят, пригодный для использования в строительстве и дорожных работах, а также для производства продукта с высокой добавленной стоимостью – пеностеклогранулята (ПСКГ), который применяется при производстве сверхлегкого бетона, композитов и других строительных материалов.

Основные преимущества данного метода:

сокращение объемов отходов;

сокращение расходов на содержание иловых карт за счет вывода их из эксплуатации;

снижение эксплуатационных расходов за счет непрерывного автотермического режима работы;

сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, исключение выброса органических соединений (диоксины, фураны) по причине повышенной температуры сжигания.

7.1.14. Гидротермальное окисление, "мокрое" сжигание

Данный метод позволяет значительно сократить объем осадков сточных вод, не используя сжигание, с целью минимизации воздействия на атмосферный воздух.

Глубокосгущенный осадок нагревается в реакторе сверх так называемой критической точки (374 °C) и при соответствующем давлении подвергается химическому окислению кислородом, подаваемым компрессором. Оставшееся трудноокисляемое вещество может быть использовано как удобрение высшего класса.

Эффект сокращения объема обработанного осадка близок к достигаемому путем сжигания, однако вредные выбросы в атмосферу практически отсутствуют.

Отсутствие вредных выбросов в атмосферу. Глубокое окисление органических веществ в осадке.

Один из факторов, влияющих на реализацию данного метода – это высокая степень потенциальной опасности при работе со сверхвысоким давлением, высокой температурой, техническим кислородом, высокой стоимостью как оборудования, так и эксплуатационных затрат.

7.1.15. Электроосмотическое обезвоживание осадка сточных вод

Технология предназначена для обезвоживания осадка сточных вод и повышения содержания сухого вещества в обезвоженном осадке.

Технология базируется на использовании эффекта электрофореза, при котором ранее обезвоженный осадок попадает в пространство между электродами, через которые пропускают постоянный ток. В направлении возникающего электрофоретического потока воды может размещаться фильтрационная мембрана. Поскольку процесс идет с выделением тепла за счет сопротивления току, происходит разогрев обрабатываемого осадка до 55 – 65 °С.

Содержание сухого вещества в обезвоженном осадке на 8 – 10 % (абсолютных) выше, чем при обычном обезвоживании, что соответствует 25 – 40 % (относительным). Побочный эффект разогрева осадка обеспечивает его обеззараживание.

7.1.16. Кристаллизация фосфатов из возвратных потоков сооружений обработки осадка

Технология предназначена для очистки возвратных потоков от фосфатов с получением сырья для производства удобрений.

Технология базируется на обработке возвратного потока (как правило, фильтрата или фугата от обезвоживания сброженного осадка) в реакторе с псевдоожиженным слоем песка с добавлением реагента (соль магния). В результате взаимодействия магния, фосфатов и аммонийного азота образуется нерастворимое вещество струвит (магний-аммонийфосфат), центрами кристаллизации которого в условиях псевдоожиженного слоя выступают частицы песка. Струвит по описываемой технологии представляет собой практически готовое фосфорно-азотное удобрение, нуждающееся лишь в сушке и фасовке.

7.2. Перспективные техники в области энерго-и ресурсосбережения

В современных технологиях биологической очистки сточных вод стремятся к повышению энергоэффективности за счет использования более эффективных насосов, электродвигателей, вентиляторов, улучшения процессов управления и мониторинга, а также внедрения возобновляемых источников энергии, таких, как солнечные панели или биогазовые установки для производства электроэнергии из биогаза.

7.2.1. Применение энергоэффективных управляемых воздуходувок оптимальной мощности

Воздуходувки являются основным элементом, обеспечивающим экономию потребляемой электроэнергии. Все остальные элементы позволяют сократить потребность в подаче воздуха или снизить сопротивление воздушному потоку. Но если при этом оставить старую неуправляемую воздуходувку с низким КПД – экономии не будет.

Однако значительно более эффективным является применение управляемой воздуходувки, точнее блока из нескольких управляемых компрессоров. Это позволяет

обеспечить подачу воздуха в точном соответствии с потребностью, которая существенно изменяется в течение суток, а также меняется в зависимости от сезона и других факторов. Обычная постоянная подача воздуха неуправляемыми воздуходувками всегда является избыточной и приводит к перерасходу электроэнергии , а в некоторых случаях и к нарушению технологического процесса нитрификации-денитрификации из-за избытка кислорода в аэротенках. При этом недостаток подачи воздуха приводит к превышению загрязняющими веществами в стоке на выходе КОС ПДК, что недопустимо.

Точное управление подачей воздуха при постоянном контроле уровня растворенного кислорода в аэротенках (а в некоторых случаях – и при постоянном автоматическом контроле концентрации аммония и других загрязняющих веществ в стоке на выходе из аэротенков) обеспечивает оптимальный уровень энергопотребления при гарантированном соответствии очищенных стоков существующим нормативам.

Необходимость наличия нескольких воздуходувок в блоке (например, двух больших и двух маленьких) связана с тем, что диапазон регулирования воздушного компрессора сильно ограничен. Он находится в пределах, в лучшем случае от 35 % до 100 % мощности, чаще – от 45 % до 100 %. Поэтому одна управляемая воздуходувка далеко не всегда может обеспечить оптимальную подачу воздуха с учетом суточных и сезонных изменений потребности.

7.2.2. Применение расходомеров воздуха

Основная задача расходомеров воздуха в системе аэрации с точки зрения энергосбережения – это стабилизация процесса подачи воздуха, что позволяет понизить уставку концентрации растворенного кислорода для системы управления.

Система подачи воздуха от блока воздуходувок в несколько аэротенков является достаточно сложной, с точки зрения управления. В ней, как во всякой пневматической системе, присутствуют взаимовлияние и запаздывание при отработке управляющих воздействий и сигналов от датчиков обратной связи. Поэтому фактическая концентрация растворенного кислорода постоянно колеблется возле заданного значения (уставки). Наличие расходомеров воздуха и общей системы управления всеми клапанами позволяет существенно снизить время реакции системы и уменьшить колебания. Что, в свою очередь, позволяет понизить уставку, без опасения превысить ПДК аммония и других вредных веществ в стоках на выходе КОС. Из опыта компании Binder GmbH введение в систему управления данных от расходомеров позволяет получить дополнительную экономию электроэнергии порядка 10 %.

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Справочник по НДТ подготовлен в соответствии со статьей 113 Экологического кодекса Республики Казахстан.

Первым этапом разработки справочника по НДТ было проведение КТА, в процессе которого была дана экспертная оценка текущего состояния предприятий по очистке

сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов Республики Казахстан. Данный аудит позволил определить эффективность управления производством, применяемые средства автоматизации, анализ технологических возможностей и степень воздействия предприятий на окружающую среду. Также был проведен анализ соответствия технологий принципам НДТ.

Основной целью экспертной оценки являлось определение технологического состояния отрасли Республики Казахстан на существующее положение, а также оценка предприятий в соответствии с параметрами НДТ.

Оценка соответствия критериям НДТ устанавливалась в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС "О промышленных выбросах и/или сбросах (о комплексном предупреждении и контроля загрязнений)", а также методологией отнесения к НДТ, отраженной в разделе 2 настоящего справочника по НДТ.

При КТА был проведен анализ и систематизация информации об отрасли: о применяемых технологиях, оборудовании, выбросах и сбросах загрязняющих веществ, об образовании отходов производства, а также других аспектах воздействия на окружающую среду, энерго- и ресурсопотреблении на основании литературных источников, нормативной документации и экологических отчетов.

Для сбора информации предприятиям на основании утвержденных шаблонов были направлены анкетные формы. Анализ предоставленных предприятиями данных позволяет сделать вывод о недостаточности информации по различным аспектам применения технологий, в том числе по технологическим показателям. В данной редакции справочника использовались фактические имеющиеся результаты, предоставленные предприятиями.

Структура справочника по НДТ "Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов" составлена согласно действующим НПА Республики Казахстан, а также по результатам проведенного КТА.

К перспективным технологиям отнесены не только отечественные разработки, но также передовые технологии, применяемые на практике, но не внедренные на предприятиях в Республике Казахстан.

По итогам подготовки справочника по НДТ были сформулированы следующие рекомендации, касающиеся дальнейшей работы над настоящим справочником и внедрения НДТ:

предприятиям рекомендуется осуществлять сбор, систематизацию и хранение сведений об уровнях эмиссий загрязняющих веществ, в особенности маркерных, в окружающую среду, потребления сырья и энергоресурсов, а также о проведении модернизации основного и природоохранного оборудования, экономических аспектах внедрения НДТ;

при проектировании, эксплуатации, реконструкции, модернизации технологических объектов необходимо обратить внимание на мониторинг, контроль и снижение физических факторов воздействия на окружающую среду;

при модернизации технологического и природоохранного оборудования в качестве приоритетных критериев выбора новых технологий, оборудования, материалов следует использовать повышение энергоэффективности, ресурсосбережение, снижение негативного воздействия объектов производства на окружающую среду.

9. Библиография

1. Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года.

2. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года.

3. Правила разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным техникам.

4. Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 20 июля 2015 года № 546 "Об утверждении Правил приема сточных вод в системы водоотведения населенных пунктов".

5. Директива Совета 91/271/ЕЭС от 21 мая 1991 года "Об очистке городских сточных вод".

6. Рекомендация 28E/5 "Очистка городских сточных вод" принята 15 ноября 2007 года.

7. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector/ Общие системы очистки/управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе.

8. Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2016/902 от 30 мая 2016 г., устанавливающее выводы о наилучших доступных методах (НДТ) в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета для общих систем очистки/ управления сточными водами и отработанными газами в химический сектор (уведомление согласно документу C(2016).

9. Reference Document On Best Available Techniques For Energy Efficiency, EC 09/ 2021.

10. ИТС 10-2019 "Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов".

11. ИТС 48-2017 "Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности".

12. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control/Директива 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС "О промышленных выбросах и /или сбросах (о комплексном предупреждении и контроля загрязнений)".

13. "О работе сооружений систем водоснабжения и водоотведения в Республике Казахстан" Агентство по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (дата релиза: 18.05.2023).

14. Hamawand, I. Energy Consumption in Water/Wastewater Treatment Industry—Optimisation Potentials. Energies 2023, 16, 2433.

15. Институт развития электроэнергетики и энергосбережения [Электронный ресурс]. URL: https://aisger.kz/.

16. Вильсон Е.В., Бутко Д.А. Актуализация технологии очистки сточных вод на базе наилучших доступных технологий // Вестник Евразийской науки, 2019 №4.

17. Singh, P., Carliell-Marquet, C. & Kansal, A. Energy pattern analysis of a wastewater treatment plant. Appl Water Sci 2, 221–226 (2012).

18. M. Vaccari, P. Foladori, S. Nembrini, F. Vitali; Benchmarking of energy consumption in municipal wastewater treatment plants – a survey of over 200 plants in Italy. Water Sci Technol 14 May 2018; 77 (9): 2242–2252.

19. Gallo, M.; Malluta, D.; Del Borghi, A.; Gagliano, E. A Critical Review on Methodologies for the Energy Benchmarking of Wastewater Treatment Plants. Sustainability 2024, 16, 1922. https://doi.org/10.3390/su16051922.

20. Lauri Pöyry, Petri Ukkonen, Michela Mulas, Anna Mikola; Modelling solution for estimating aeration energy of wastewater treatment plants. Water Sci Technol 15 December 2021; 84 (12): 3941–3951. doi: https://doi.org/10.2166/wst.2021.481.

21. СН РК 4.01-03-2011 Водоотведение Наружные сети и сооружения.

22. Репин Б.Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: Справочник / [Репин Б.Н. и др.]; Под ред. Б.Н. Репина. - М. : Высш. школа, 1995. - 432 с . : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 428.

23. Канализация населенных мест и промышленных предприятий/Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; Под общ. ред. В.Н. Самохина. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1981. — 639 с.

24. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. и доп., - Москва: Стройиздат, 1975. - 632 с.

25. к.т.н. Джумагулов А.А. Разработка руководящего документа (национального стандарта) по нормированию качества сбросов сточных вод очистных сооружений населенных пунктов с централизованной системой водоотведения. Часть 1. Аналитический обзор. Часть 2. Система нормирования и классификация очистных сооружений (выполнено согласно Меморандуму о взаимопонимании между Правительством РК и АБР по совместной Программе обмена знаниями и опытом).

26. СТ РК 3748-2021 "Вода сточная нормативно-очищенная, отведенная от населенных пунктов с централизованной системой водоотведения".

27. Фотокаталитическая очистка природных и сточных вод / В.Н. Марцуль [и др.] // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и

производстве строительных материалов: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 22-23 ноября 2012 г. : в 2 ч. - Минск : БГТУ, 2012. - Ч. 2.- С. 117-121.

28. Драгинский В.Л. Озонирование в процессах очистки воды / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева, В.Г. Самойлович. - Москва : ДеЛи принт, 2007. - 395 с., [3] л. цв. ил. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-94343-132-6.

© 2012. РГП на ПХВ «Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан» Министерства юстиции Республики Казахстан