

Регулирование сферы обращения с промышленными сточными водами в Германии: практические примеры и возможности адаптации немецкого опыта для России

круглый стол
в рамках российско-германского проекта
«Климатически нейтральная хозяйственная деятельность:
внедрение НДТ в Российской Федерации»

По поручению



Федерального министерства
окружающей среды, охраны природы и
ядерной безопасности

Федеративной Республики Германия



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Очистка промышленных сточных вод

Требования, концепции, примеры

российско-германский проект «Климатически нейтральная хозяйственная деятельность: внедрение НДТ в Российской Федерации» | 02.03.2021

Содержание

1. Введение

2. Требования к сбросу сточных вод и мониторингу

- Прямой сброс сточных вод
- Непрямой сброс сточных вод

3. Концепции и технологии для очистки промышленных сточных вод

4. Примеры



Введение

Независимые консультанты и инженеры-проектировщики в области водоснабжения, водоотведения, обращения с отходами и технологий защиты окружающей среды, работающие по всему миру

За последние 40 лет реализовано более 1500 проектов по всему миру

Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод

КОС Хальберштадт, население
60.000 чел.



Очистка промышленных сточных вод

Пивоварня, уравнильный резервуар и смеситель



Обращение с отходами

Механо-биологическая обработка



Более 700 проектов в области обращения с промышленными сточными водами ...

- Кожевенное производство
 - Молочное производство и сыроварни
 - Продукция из оливок и маслин
 - Убойный цех
 - Переработка картофеля
 - Кондитерское производство
 - Производство фруктовых соков
 - Обработка овощей / производство консервов
 - Химическое промышленность
 - Бумажная промышленность
 - Деревообработка
 - Производство резино-технических изделий
 - Нефть и уголь
 - Текстильная промышленность
- И многие другие...

Флотация на стадии предварительной обработки, Реда-Виденбрюк, Германия



Очистные сооружения, производство фруктовых соков Wesker, Айслебен, Германия



Уравнительный резервуар и смеситель, производства мармелада Göbber, Германия

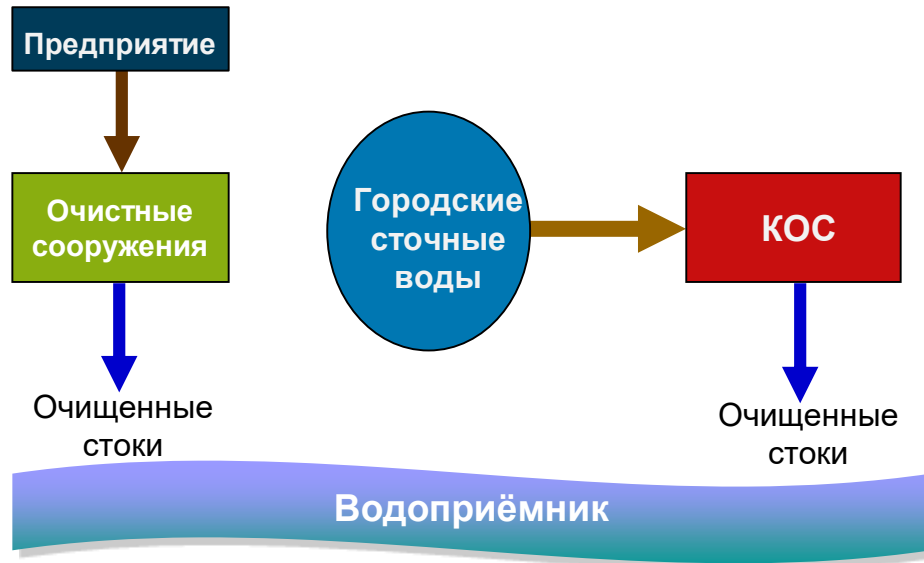


Требования к сбросу сточных вод и контролю

Прямой сброс (промышленные предприятия)

Прямой сброс (промышленные предприятия)

- Требования к сбросу сточных вод в водоприёмник для каждого конкретного предприятия, осуществляющего прямой сброс устанавливаются в **Разрешении на сброс сточных вод**, выдаваемом ответственным органом.



- Постановление о сточных водах** устанавливает
 - Предельные значения на сбросы для различных областей образования промышленных сточных вод (52 отрасли промышленности)
 - Производственный контроль

▪ **Производственный контроль на промышленном предприятии**

- Предприятие ведет
 - Реестр сточных вод, содержащий базовую информацию о сточных водах, например – описание процессов образования и обработки сточных вод
 - Производственный журнал для целей документирования эксплуатационных параметров, например: расход воды и объем образования сточных вод, мероприятия и результаты производственного контроля, эксплуатационные мероприятия, имеющие значение для обращения со сточными водами (ремонт, аварии и т.п.)
- По отдельным областям образования сточных вод необходимо дополнительно предоставлять годовой отчет.
- Частота отбора проб (от непрерывного до ежегодного) устанавливается в Разрешении на сброс сточных вод либо в Положении о производственном контроле (в зависимости от федеральной земли)

▪ **Государственный надзор**

- Органы надзора составляют планы проверок (плановые или внеплановые)
- Как правило – внеплановые проверки
- Частота инспекций с выходом на предприятие зависит от уровня риска предприятия для окружающей среды (каждые 1-3 года)
- Правило 4 из 5: 4 из последних 5 результатов измерений не должны превышать предельного значения и все результаты измерений не должны превышать предельного значения более чем на 100% (в течение последних 3 лет)

- **Типы отбора проб**

- Квалифицированная разовая проба: „смешанная проба, состоящая из как минимум пяти разовых, отобранных в течение не более чем двух часов и с разницей не менее чем в две минуты“
- 2-х часовая смешанная проба
- Длительный отбор проб (например, 24-часовая смешанная проба со случайной выборкой отобранных проб)
- Непрерывный контроль на крупных предприятиях (рН, температура, ХПК, азот и пр.)
-

- **Аналитический контроль (производственный контроль на промышленном предприятии)**

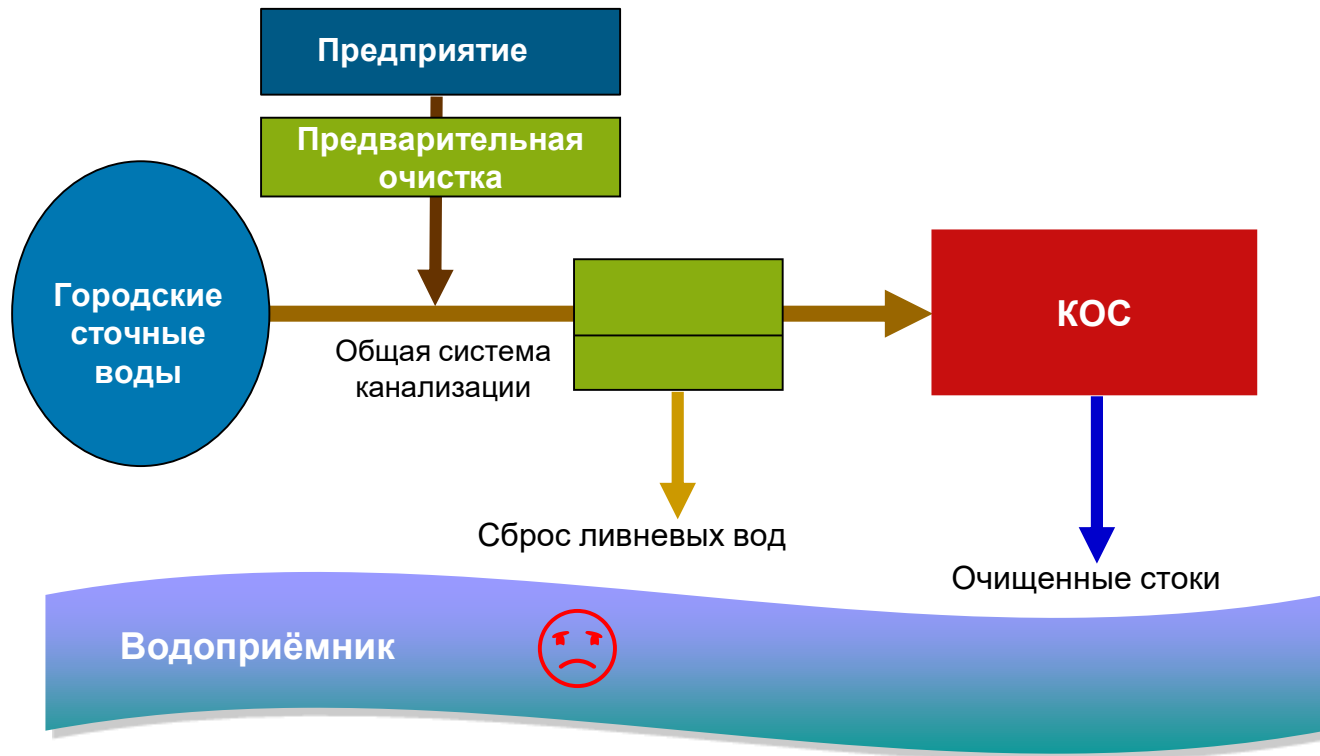
- зачастую в собственной неаккредитованной лаборатории
- поддержка мероприятий производственного контроля путем привлечения сторонних лабораторий (в т.ч. отбор проб)



Требования к сбросу сточных вод и контролю

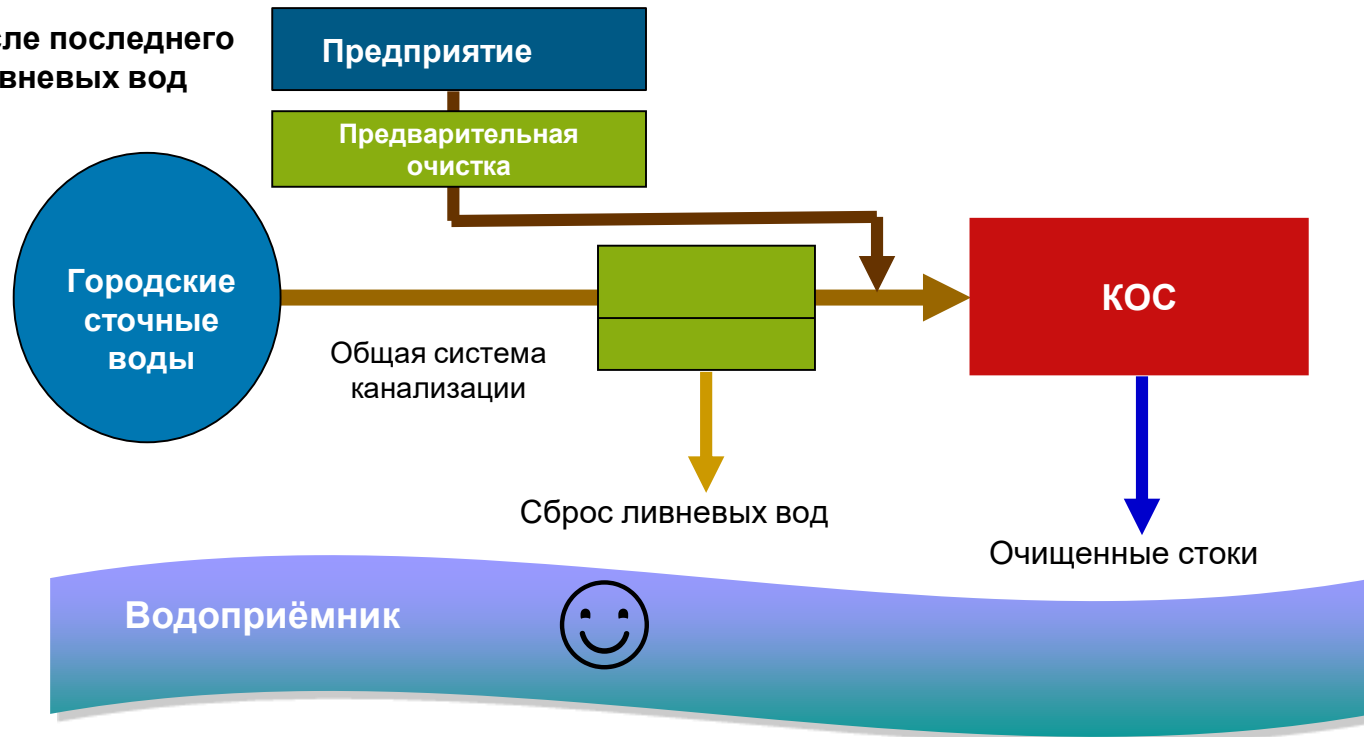
Непрямой сброс

Непрямой сброс (промышленные предприятия)



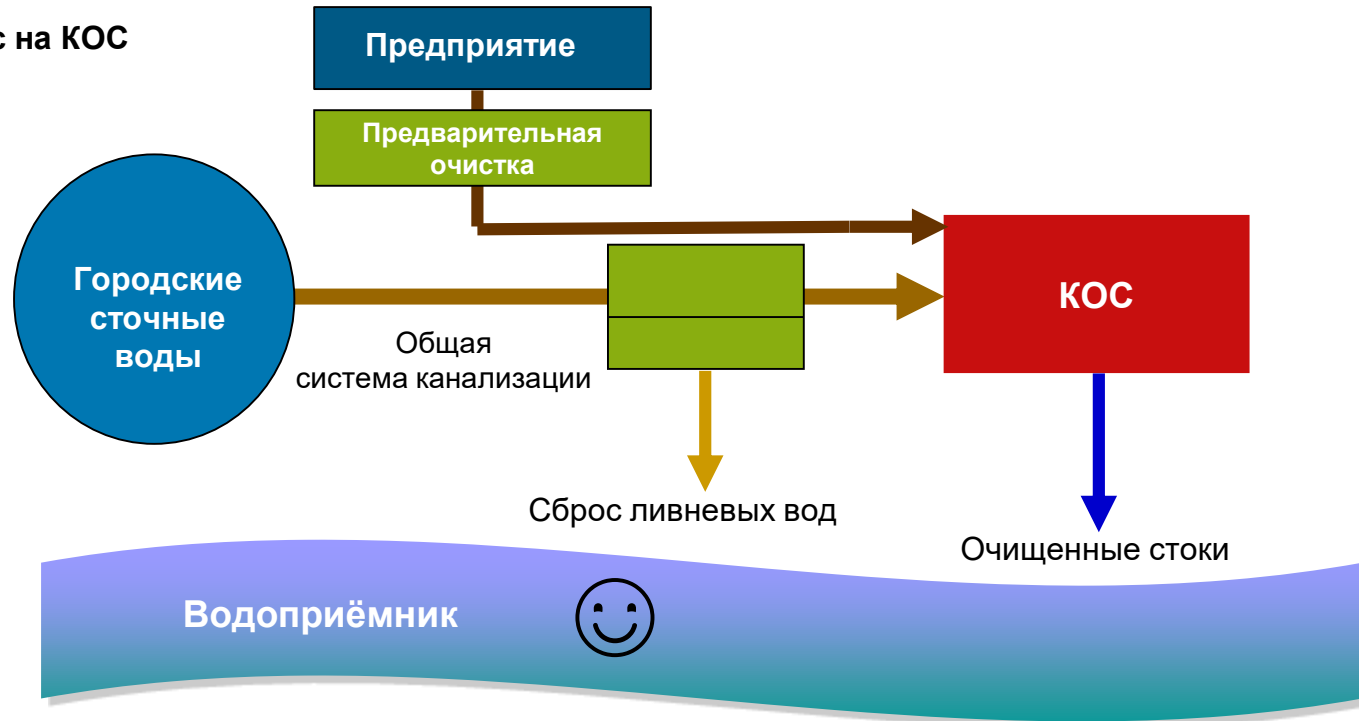
Непрямой сброс (промышленные предприятия)

Сброс после последнего сброса ливневых вод



Непрямой сброс (промышленные предприятия)

Прямой сброс на КОС



- **Положение о сточных водах** определяет предельные значения на сбросы для различных областей образования промышленных сточных вод („Требования к сточным водам перед смешиванием с другими стоками“)
- **DWA M 115-2 (Технические правила DWA – Немецкого Союза водного хозяйства, сточных вод и отходов)** содержит дополнительные ориентировочные показатели в отношении качества, свойств и состава небытовых сточных вод при их сбросе в городские канализационные системы, когда отдельные параметры таких стоков составляют $\leq 10\%$ от общего объема на входе в очистные сооружения:
 - Общие параметры (t, pH, осаждаемые вещества)
 - Органические вещества и их параметры (напр., жиры (олеофильные вещества), АОХ (адсорбируемые галогенорганические вещества, летучие галогенсодержащие соединения)
 - Металлы и оксиды металлов (например, свинец, медь, кадмий)
 - Иные неорганические вещества (например, азот, оксид серы)
 - Химические и биохимические параметры (например, способность к разложению, ингибиторы нитрификации)

Непрямой сброс (промышленные предприятия)

Общины и/или целевые союзы устанавливают специализированные правила (Положения) на местном уровне в отношении пользования публичными канализационными системами, например:

- Особые условия сброса сточных вод (состав, температура, объем, концентрации и т.п.)
- Исключения из правил
- Контроль непрямого сброса
 - Допуск на территорию
 - Точки отбора проб
 - Контроль очистных сооружений со стороны оператора муниципальных очистных сооружений
 - Анализ сточных вод
 - Установление платежей
 - Контактное лицо
- Санкции в случае нарушений
- Обязательства предприятия, осуществляющего непрямо́й сброс
 - Производственный контроль
 - Обязанность по информированию и уведомлению

Непрямой сброс (промышленные предприятия)

Практика оценки и контроля предприятий, осуществляющих непрямой сброс, в соответствии с Техническими правилами DWA-M 115-3:

1/ Оценка предприятия, осуществляющего непрямой сброс:

- Первичная оценка с помощью отраслевого опросника
- Посещение предприятия
- Первый отбор проб
- Основная оценка
 - Определение потенциала опасности
 - Эксплуатация канализационной сети (например, трудозатраты на очистку)
 - Эксплуатация очистных сооружений (например, расщепление органических загрязнений)
 - Промышленная безопасность (например, высокая температура сточных вод)
 - Состояние зданий и сооружений (например, коррозия вследствие органических отложений и растительности)
 - Очистные сооружения и защита ОС (например, выделение запахов)
 - Местные особенности (например, складирование кислот и щелочей)
 - Определение доли нагрузки сточных вод и илов относительно муниципальных очистных сооружений

Непрямой сброс (промышленные предприятия)



aqua consult
baltic OÜ



aqua & waste
International GmbH

Стадия оценки	нулевой	низкий	средний	высокий	Примечание (база для присвоения уровня)	
1. Эксплуатация канализационной сети			X		Высокие трудозатраты на инспектирование и очистку	
2. Эксплуатация очистных сооружений		X			Сильное, очень хорошо разлагаемое органическое загрязнение	
3. Промышленная безопасность			X		Высокая температура сточных вод, уровень pH	
4. Состояние зданий и сооружений				X	Органическое загрязнение и растительность → коррозия	
5. Очистные сооружения и защита ОС				X	Зачастую сильное выделение запахов	
6. Местные особенности		X			Складирование кислот и щелочей	
Объем сточных вод				X	Очень большой в сравнении с другими образователями	
Нагрузка (i = 1)		X			Высокий уровень органического загрязнения, хорошо поддающегося биологическому разложению, источник углерода для денитрификации	
Нагрузка (i = 2)						
Нагрузка (i = 3)						
Количество (n _m)	0	3	2	3	n _m = количество записей на каждой стадии оценки (m)	
Коэффициент (F _m)	0	1	2	3	F _m = коэффициент для каждой стадии оценки	
Продукт (P _m)	0	3	4	9	P _m = n _m · F _m где m = 0 ... 3	
Значение оценки (W)					16	W = P ₁ + P ₂ + P ₃ (т.к. P ₀ = 0)
Результат основной оценки (E)					1,88	E = W/(n ₀ + n ₁ + n ₂ + n ₃) = W/(7+i)
Класс обследования в результате основной оценки						1 (E= 2.0 и 3 x "высокий") → ок. 12 проб/год

Непрямой сброс

Практика оценки и контроля непрямого сброса в соответствии с Техническими правилами DWA-M 115-3:

2/ Контроль предприятия, осуществляющего непрямой сброс:

- Категорирование по классу обследования (от 1 до 5)
- Частота контроля (отбор проб от 0 до 12 в год)
- Контроль узловых точек в канализационной сети
- Выявление несанкционированного непрямого сброса сточных вод
- Меры при выявлении нарушений
- Взыскание расходов, понесенных в ходе обследований

3/ Назначение дальнейших мер по оценке и контролю

Важно установить доверительные партнерские отношения между промышленными предприятиями и муниципалитетами!



[DWA M-115 2007]

Площадка компостирования на очистных сооружениях в г. Хельсинки

(270.000 м³/день, 840.000 жителей, 20 % промышленность)



Иловый осадок перерабатывается в

- Почвогрунты
- Мелиоранты



... Возможно только в случае надлежащего контроля за непрямыми сбросами и эффективного сотрудничества!



Концепции и технологии для очистки промышленных сточных вод

Инфраструктура для очистки промышленных сточных вод

Сбор сточных вод через отдельную канализационную сеть или на отдельных участках

Возможно применение специализированных процессов обработки

Отдельная сеть для сточных вод после обработки оливок в г. Пилас, Испания



8 кожевенных производств перенесены из исторического центра Дамаска (Сирия) в индустриальный парк Адра



Инфраструктура для очистки промышленных сточных вод

- Объединение различных производственных предприятий в индустриальные парки
- Необходимо адаптировать требования в обращении со сточными водами (например, чтобы не было необходимости централизованно очищать сточные воды, трудно поддающиеся биологическому окислению)
- Требуется обращение с побочными продуктами и отходами



*Индустриальный парк HOECHST во Франкфурте,
Оператор - ionfraserv*

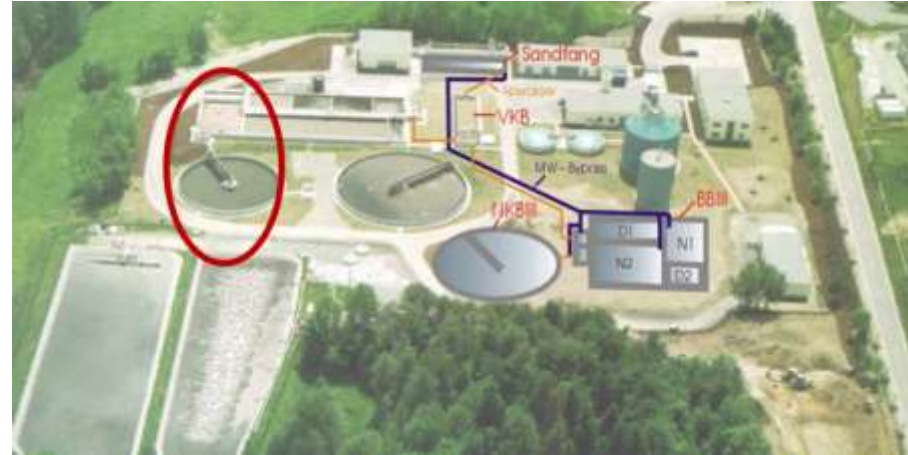
Где возводятся сооружения для предварительной очистки?

- на промышленном предприятии
- на муниципальных канализационных очистных сооружениях
- на отдельной территории

*Очистка сточных вод бумажной фабрики производится на территории муниципальных очистных сооружений (эффект синергии!)
Шёнфельд, Германия*



Очистка сточных вод бумажной фабрики



Кто является оператором очистных сооружений?

- Персонал промышленного предприятия
- Квалифицированный персонал городских очистных сооружений
- Персонал привлеченной независимой компании



Сооружения предварительной очистки стоков пивоварни BECKs в Бремене, Германия, эксплуатируются городским оператором

Важные технологии

- **Удаление твердых веществ**

- решетка, осаждение, фильтрация, мембраны

- **Гомогенизация**

- резервуары (смешивание, выравнивание и предварительное расщепление)

- **Разложение органических компонентов**

- биологическая аэробная или анаэробная обработка
- с суспендированной биомассой / с использованием биопленки / с гранулированным активным илом
- с помощью биологической очистки или сбраживания

- **Отделение или разложение опасных веществ**

- биологическая очистка, окисление с помощью H_2O_2 / озона и т.д., мембранное разделение

Примеры

Барабанный грохот

Размер отверстия грохота от 0,5 до 5,0 мм



Барабанный грохот

Барабанный грохот для отсеивания перьев на птицефабрике



Отстойник

(United Sugar Starch factory, Индия)



Примеры

Ламельный (тонкослойный) сепаратор для осаждения иловых осадков от очистки сточных вод рыбоководческого хозяйства (вместо доочистки сточных вод)

*Производство икры Йессен, Германия
(4 т икры / год)*



Флотация (физическая либо физико-химическая) для предварительной очистки сточных вод



Смешивание и гомогенизация и биологическое предварительное разложение (КПД по БПК₅ регулируется в диапазоне 25 – 65 %)

*Мармеладная фабрика Göbber
в г. Айstrup, Германия*



Примеры

Аэробная биологическая очистка

- Гибкая с точки зрения конструкции, может быть перенесена на другое место

Очистные сооружения для стоков от производства яблочного сока



Технология с использованием биопленки

Очистка стоков от бумажного производства с помощью аэробного процесса с подвижным носителем



Технология с использованием биопленки

Очистка стоков от бумажного производства с помощью аэробного процесса с подвижным носителем



Примеры

Полностью закрытый водооборотный цикл (ZLD) на производстве МДФ-панелей с применением мембранной техники (обратный осмос)



Анаэробная очистка сточных вод на производстве целлюлозы

Estonian Cell, Эстония



Анаэробный реактор высокой производительности

Производство фруктовых соков



Примеры

Анаэробная очистка сточных вод молокозавода



Анаэробная установка – деаммонификация, непрямой сброс



Биогазовая установка

- Эл. мощностью 4 МВт для переработки сельскохозяйственных органических отходов



Дрожжевой завод, Шварценбах, Германия

Примеры

Анаэробная очистка сточных вод пивоварни с технологией анаэробного слоя осадка в восходящем потоке (UASB), внутригородское сооружение





Обращение с иловыми осадками

Обращение с иловыми осадками

- **Очистка сточных вод = производство иловых осадков !**
- Возможен частичный рециклинг иловых осадков (пример: флотационный шлам от очистки сточных вод бумажного производства является сырьем для производства бумаги)
- Обязательная обработка иловых осадков!
- Экономическим решением может быть коферментация

Обращение с иловыми осадками

Коферментация органических отходов с иловыми осадками из хозяйственно-бытовых стоков

- Решение для обработки разлагаемых органических отходов
- Выравнивание характеристик смешанного субстрата с помощью медленно реагирующего ила от хозяйственно-бытовых стоков
- Высокая эффективность для биохимических реакторов хозяйственно-бытовых стоков
(до 2,5 м³ биогаза на м³ объема реактора вместо только 0,5 - 1,0 м³ / м³ для биохимических реакторов хозяйственно-бытовых стоков)
- Возможно автономное энергоснабжение муниципальных очистных сооружений
- Необходимо учитывать инерционность изменения ХПК и наличие угнетающих компонентов ... Для оценки полезно использовать анаэробные опытные партии

Пример

Очистные сооружения Реда-Виденбрюк, Германия **Предприятие, осуществляющее не прямой сброс: скотобойня** **(Мощность 30 000 свиней в день)**







Schlachthof

Vorbereitung von
Schlachthofabwasser

Fluss Ems

Kläranlage Rheda-Wiedenbrück

Флотация для очистки сточных вод скотобойни

$\eta_{CSB} = 85 - 90 \%$

$\eta_N = 65 - 70 \%$





Коферментация флотационного шлама совместно с избыточным илом

Производство электроэнергии 3,9МВт_{эл}



Другие примеры коферментации

*Индустриальный парк “nfraserv NOECHST“ во Франкфурте
Коферментация органических отходов*



*Коферментация биотоксичных отходов производства –
производство пенициллина – и осадка хозяйственно-
бытовых сточных вод, г.Шицзячжуан, Китай*



Резюме

Цель очистки промышленных сточных вод

- эффективные, экономически обоснованные и эксплуатационно-устойчивые процессы очистки сточных вод и обращения с отходами производства
- Рециклинг воды и отходов производства (при возможности)

Инфраструктура для очистки промышленных сточных вод

- Прямой сброс, непрямой сброс, закрытый водооборотный цикл
- Выбор места размещения, ответственность

Техника и технологии

- Полная очистка технически возможна
- Выбор на основании экономической эффективности и иных критериев (инвестиции, амортизация, углеродный след (CO₂-Footprint) и т.п.)

Контакты докладчиков



Dr. Peter Hartwig

Geschäftsführer, aqua & waste International gmbH

hartwig@aquawaste.de

T +49 511 132221-82



Dr. Klaus Nelting

Geschäftsführer, aqua & waste International gmbH

nelting@aquawaste.de

T +49 511 132221-81



Dr. Taavo Tenno

Geschäftsführer, Aqua Consult Baltic ÖU

Taavo@aquiconsult.ee

T +372 56451930



www.giz.de



https://twitter.com/giz_gmbh



<https://www.facebook.com/gizprofile/>

Контакты Проекта



Герлах

Юлия Владимировна

Руководитель компонента
«Развитие законодательных
основ внедрения НДТ»

julia.gerlach@giz.de

T + 7 495 795 08 39/40



Короленко

Ирина Александровна

Заместитель руководителя
проекта

irina.korolenko@giz.de

T + 7 495 795 08 39/40

www.good-climate.com



www.giz.de



https://twitter.com/giz_gmbh



<https://www.facebook.com/gizprofile/>

Немецкое общество по международному сотрудничеству (GIZ GmbH)

Проект «Климатически нейтральная хозяйственная деятельность:
внедрение наилучших доступных технологий (НДТ) в Российской Федерации»

109004, Москва,
ул. Николаямская, д. 50, строение 1
+7 (495) 795 08 39 / 40
www.giz.de
www.good-climate.com