



КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Дёмушкина М.А.
ведущий специалист

Коваленко А.А.
инженер

ООО «Компания Катализ»
г. Ангарск

Речс А.

заместитель директора департамента
стратегического развития

ООО «НПО Катализ»
г. Москва

Коваленко Н.А.

заместитель генерального директора

Мы начинаем знакомить наших читателей с материалами представленными на Международном водном форуме ЭКВАТЭК-2012.

Новая площадка – зона открытых семинаров – открыла возможность ведущим российским компаниям водного рынка освятить свой опыт работы, посетителям и участникам – узнать из первых уст о новинках оборудования и тенденциях развития ВКХ.

Вашему вниманию мы представляем в этом номере обзор наиболее интересных докладов, прозвучавших на семинаре компании «Катализ».

Ключевые слова: водоочистка, каталитические методы, инновационные технологии.

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ, ОБРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКА

Компанией «Катализ» разработан комплексный подход при выборе технологической схемы современных очистных сооружений. Инновационные решения касаются всех основных блоков ОС.

На стадии механической очистки применяются высокоэффективные, надежные в работе комбинированные установки механической очистки, которые включают барабанные решетки и аэрируемые песколовки. Функция промывки отбросов и песка от органики позволяет вернуть органическую составляющую в стоки.

Первичные отстойники, которые раньше предназначались только для осветления стоков, используются для проведения процесса ацидофикации

(рис. 1) – сбразивания сырого осадка. Использование продуктов ацидофикации сырого осадка на очистных сооружениях, может оздоровить активный ил, улучшить его седиментационные и ферментативные свойства, а также значительно повысить эффективность денитрификации и дефосфотации.

Процессы биологической очистки удается значительно интенсифицировать, используя катализаторы. Для этого, гетерогенные металлокомплексные катализаторы в виде сетчатых объемных блоков, в зоне нитрификации устанавливаются над мелкопузырчатой аэрационной системой, в зоне денитрификации – совместно с мешалками (рис. 2). Работа по подбору и позиционированию меша-

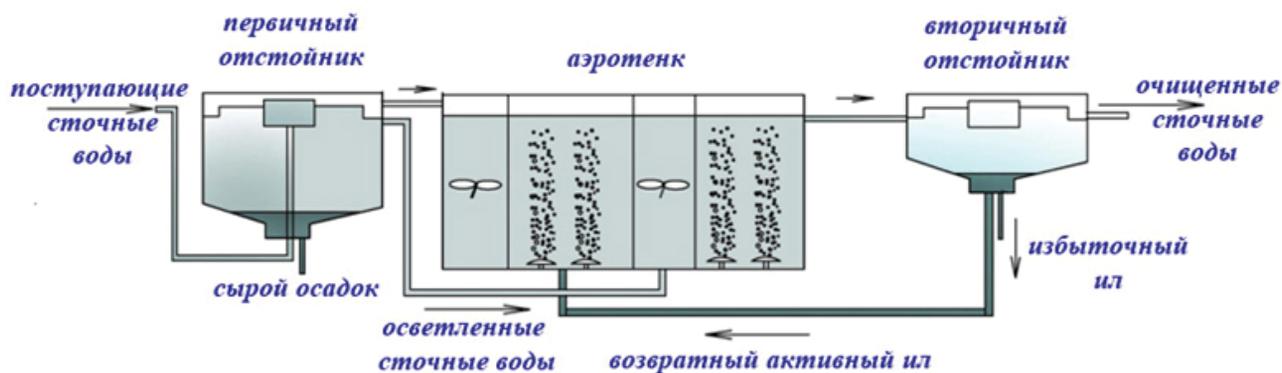


Рисунок 1
 Схема использования первичного отстойника для ацидофикации сырого осадка.

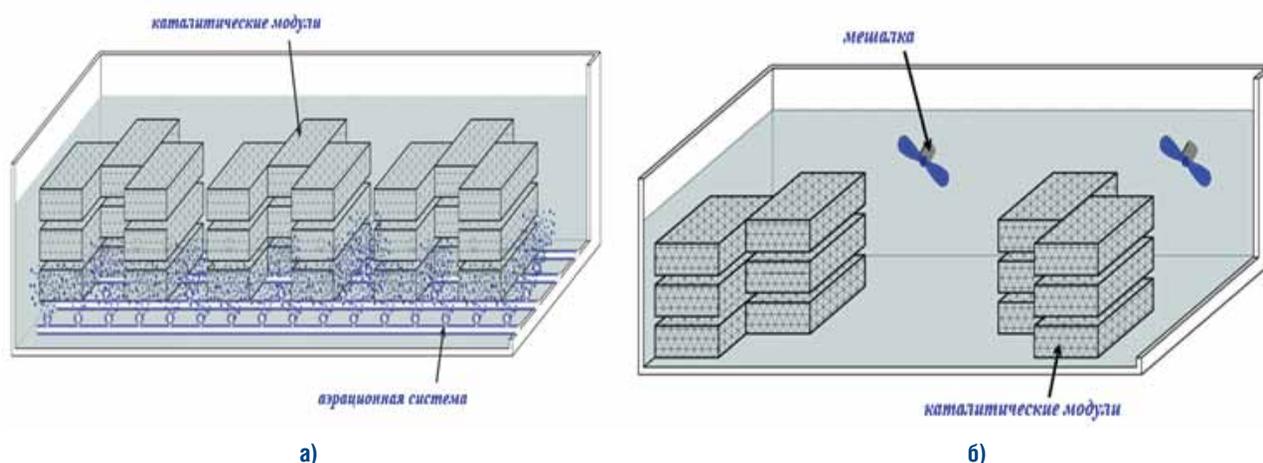


Рисунок 2
 Схема расположения каталитических модулей и мешалок в зонах нитрификации (а) и денитрификации (б).

лок осуществляется производителями оборудования. Отсутствие биообрастания катализаторов и наличие окислительных способностей – основное преимущество перед инертными загрузками.

Для финишной очистки на фильтрах (рис. 3) в качестве фильтрующей загрузки хорошо зарекомендовали себя адсорбенты-катализаторы серии АК. В отличие от природных загрузок, активных углей, используемых в качестве фильтрующих материалов, мембранных технологий, реагентных методов и др., финишная доочистка с помощью адсорбентов-катализаторов обладает рядом преимуществ: высокая эффективность очистки сточных вод по всем компонентам (взвешенные, органические вещества, азотсодержащие соединения, металлы и др.), увеличение продолжительности фильтроцикла до 36-48 час, при сроке службы до 15 лет без ежегодной дозагрузки и химической регенерации.

В технологических схемах могут быть применены разные способы обеззараживания: УФ-обеззараживание, реагентное обеззараживание гипохлоритом натрия, обеззараживание гипохлоритом натрия, полученным при электролизе поваренной соли.

Основными технологическими аспектами при выборе обезвоживающего оборудования являются целесообразный уровень влажности осадков, подаваемых на обезвоживание, производительность, значения влажности обезвоженных осадков, эффективность задержания сухого вещества, содержание взвешенных веществ в фильтрате (фугате).

Исходя из перечисленных критериев, в технологическую схему может быть включен фильтр-пресс или центрифуга.

При утилизации осадков наиболее современным способом переработки осадков является тер-

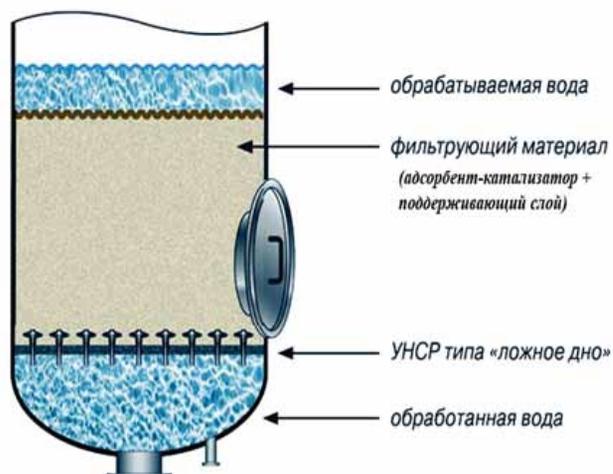


Рисунок 3
Адсорбционно-каталитическая доочистка.

мическая утилизация, при этом, выделяемое тепло может использоваться для собственных нужд предприятия.

Экономическая эффективность методов утилизации осадка требует расчетного обоснования для реальных условий. Выбор технологии обезвоживания и утилизации осадка согласуются с Заказчиком.

Приоритетной задачей нашей компании является разработка современных проектов ОС с

использованием передового отечественного и зарубежного опыта, применением наилучших доступных технологий и высокоэффективного энергосберегающего оборудования на каждой стадии очистки очистных сооружений.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОС ЗАКРЫТОГО ТИПА

Проектной организацией, входящей в состав группы компаний «Катализ», составлена совместно с отечественными и зарубежными производителе-



Рисунок 4
Адсорбционно-каталитическая доочистка.

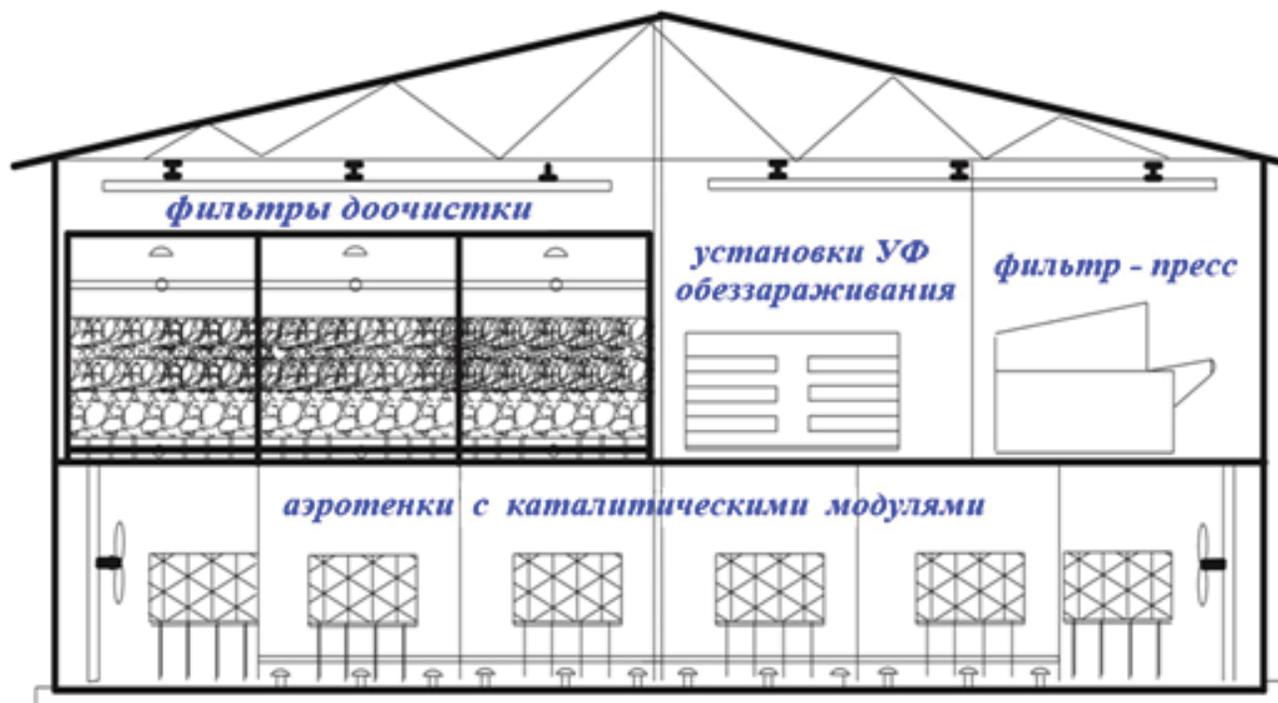


Рисунок 5
Расположение оборудования в здании производственного корпуса.

лями значительная база компактного, высокопроизводительного оборудования, разработанные технологические решения, которые позволяют проектировать городские очистные сооружения закрытого типа (рис. 4).

Расположение компактного оборудования имеет важное значение.

Все основное и вспомогательное оборудование располагается на перекрытиях емкостей (усреднитель, аэротенки, блок резервуаров) (рис. 5). При этом, выбранное оборудование способно автоматически регулировать режимы работы КОС в зависимости от колебаний потоков и концентраций, что позволяет довести количество обслуживающего персонала КОС до оптимально-минимального и свести ошибки при эксплуатации комплексов к нулю. С целью сокращения расчетной санитарно-защитной зоны до 30-50 м используется закрытое емкостное оборудование с устройством на нем дыхательных труб, что позволяет снизить объем испарений с поверхности зеркала сточных вод и система фильтров в вытяжной вентиляции зданий для очистки выбросов в атмосферу до минимально-возможных величин.

Звуковое воздействие позволяет уменьшить использование оборудования с пониженными характеристиками шума и расположение его в изолированных помещениях. Для сокращения передачи шума от вентиляционных установок в обслуживаемые помещения и на перекрытия, все установки оборудуются виброопорами и гибкими вставками на подключении вентиляторов к воздуховодам.

Проектом предусматривается строительство следующих зданий и сооружений:

- здание административно-бытового корпуса;
- производственный корпус;
- здание вторичных отстойников;
- трансформаторная подстанция (при необходимости);
- канализационная насосная станция.

Основными технологическими узлами очистных сооружений являются: механическая очистка, биологическая очистка, доочистка, обеззараживание, обезвоживание осадка. Применение на каждой стадии очистки высокоэффективных технологий, в том числе и каталитических в биосооружениях и фильтрах доочистки, обеспечивают не только



качественную очистку воды, но и выполнение всех современных требований к очистным сооружениям.

Для обретения уверенности в принятых решениях имеется возможность проверить проекты с помощью моделирования схемы интересующего узла очистки стоков в лабораторных условиях до финального этапа – реализации.

Доступны два основных метода:

1. Построение уменьшенной модели сооружения с проведением эксперимента, моделирующего условия эксплуатации,

2. Моделирование потоков с помощью компьютерных программ (CFD-анализ: Computational Fluid Dynamics или компьютерное гидравлическое моделирование).

Использование обоих методов обеспечивает выбор наилучшего решения, который позволит обезопасить Заказчика от возможных проблем.

ОБЪЕДИНЕНИЕ УСИЛИЙ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ – ЗАЛОГ УСПЕХА НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

На сегодняшнем рынке представлено широкое разнообразие оборудования. Обилие представленных брендов, сильная конкуренция, разнообразные программы подбора во многом запутывают проектировщика и заказчика. Поэтому на стадии проектирования, обычно, в проект закладывается то, с чем привыкли работать проектировщики и то, с чем работать быстрее.

Субъективных причин выбора оборудования может быть очень много. А в итоге на практике заказчик может получить большие счета за электроэнергию, будет вынужден решать проблемы с несвоевременно вышедшим из строя оборудованием.

Основные моменты, на которые необходимо обратить внимание при выборе оборудования следующие:

- компактность, высокопроизводительность – позволяет проектировать ОС с сокращенной санитарно-защитной зоной и минимальным отведением земляных участков под очистные сооружения;



Рисунок 6
Катализаторы серии «Катан».

- легкость монтажа и запуска играет особую важную роль при реконструкции действующих очистных сооружений.

- применение высокоэффективного энергосберегающего оборудования с долгим сроком службы обеспечивает надежность, стабильность работы очистных сооружений при низких эксплуатационных затратах, что, в конечном итоге, приводит к снижению себестоимости очистки.

Рассмотрим некоторые аспекты, которые помогают подобрать эффективное оборудование для разных стадий очистки сточных вод.

Наша компания работает с насосами, Grundfos, Fligt, «Взлет» серии Иртыш, и определяющими факторами являются конструктивная надежность, устойчивостью к жестким условиям эксплуатации, засороустойчивость, высоким.

При выборе оборудования для блока механической очистки оценивается компактность габаритов, малые гидравлические потери при высокой эффективности удаления отходов, небольшая высота решетки над верхом канала, защита от перегрузок.

Задачи сокращения габаритов оборудования решает комплексная механическая очистка сточ-

ных вод в одной установке. Надежность в эксплуатации, минимальное техническое обслуживание, низкие эксплуатационные расходы, высокая коррозионная устойчивость, благодаря исполнению полностью из пассивированной нержавеющей стали – важные критерии при выборе оборудования. Полностью закрытая компактная система, возможность наземной или подземной установки оборудования значительно экономит установочные площади.

При выборе оборудования для отстойников нужно обращать внимание на материал исполнения мостовой части, погружных частей (нержавеющая сталь), полупогружные доски и водосливы (полимерные материалы).

Наши Заказчики высоко оценили установки фирм Huber (Германия), Preseco (Финляндия), Риотек, Биотехпрогресс, ЭкоДар.

Для интенсификации процессов биологической очистки в аэротенках размещаются катализаторы серии «КАТАН» (рис. 6) в виде сетчатых объемных блоков габаритами 0,9х0,9х0,6 м. Блоки по 12 штук закрепляются на стеллажах, обеспечивая пропуск потока сточных вод через поверхность катализатора.

Аэробная зона заполняется на 70 % каталитическими блоками, анаэробная – на 50 %.

Для перемешивания иловой смеси в анаэробной зоне применяются мешалки с низкоскоростным режимом перемешивания и минимальной частотой вращения. Работа по подбору и позиционированию мешалок с учетом расположения каталитических модулей для обеспечения эффективного перемешивания иловой смеси и предотвращения образования застойных зон осуществлялась компанией ИТТ (Швеция).

Система аэрации на КОС потребляет от 50 % до 90 % общей мощности сооружений.

Мы рекомендуем компрессоры Atlas Copco (Швеция), Lutos (Чехия) и другие, отличающиеся высокой надежностью с большими ресурсом до замены подшипников.

Для насыщения сточных вод кислородом, равномерного распределения воздуха и эффек-

тивного перемешивания жидкости по днищу располагаются трубчатые аэрационные элементы, обеспечивающие мелкопузырчатую аэрацию. Расчет системы аэрации осуществляется производителями оборудования.

Из всех типов мелкопузырчатых аэраторов дисковые аэраторы считаются наиболее эффективными. При этом важным критерием являются массообменные, энергетические и эксплуатационные характеристики аэраторов – обрастание, засорение пор, поступление иловой смеси в аэрационную систему, механическая прочность.

Применение мембранных аэраторов позволяет не только эффективно и равномерно насыщать иловую смесь кислородом, но и избегать засорения пор, благодаря способности к захлопыванию отверстий при отключении электроэнергии. Гладкая перфорация гидрофильной поверхности мембранных аэраторов способствует увеличению скорости выхода мелких пузырьков размером 1-3 мм.

В своих схемах мы используем аэрационные системы «Экополимер», «Экотон», мембранные аэраторы «Technics&Technology» ltd и др.

Адсорбенты-катализаторы серии АК (рис. 7), используемые как фильтрующая загрузка обеспечивают низкие энергозатраты, отсутствие ежегодной дозагрузки и химической регенерации загрузки, большой фильтроцикл и минимизируют капитальные затраты. Для процесса фильтрования используются адсорбенты-катализаторы фракцией 2-5 мм. Высота загрузки составляет от 0,7 м до 1,5 м.

Для осуществления процесса доочистки фильтрованием в своих схемах мы используем как безнапорные железобетонные, так и более технологичные, легко автоматизируемые напорные одно- двух- или трехкамерные фильтры производства «Красный Котельщик», «Теко-Фильтр», Бийский котельный завод и др.

Дренажно-распределительная система, которой оборудованы фильтры доочистки позволяет предотвратить образование застойных зон на поверхности загрузки и равномерно подавать очи-



Рисунок 7
Катализаторы серии АК.

щаемую воду и воду на промывку в фильтры доочистки. Также применение дренажных систем предотвращает струйное движение воды в зернистой загрузке, что увеличивает эффективность очистки.

Высокая эффективность очистки и осветления биологически очищенных вод на стадии адсорбционно-каталитической доочистки позволяет применять на стадии обеззараживания ультрафиолетовые установки фирм Wedeco (Германия), Лит (РФ), и др. Требуемое время на обеззараживание составляет от 1-10 секунд.

Основными технологическими аспектами при выборе обезвоживающего оборудования являются целесообразный уровень влажности осадков, подаваемых на обезвоживание, производительность, значения влажности обезвоженных осадков, эффективность задержания сухого вещества,

содержание взвешенных веществ в фильтрате (фугате).

На стадии обезвоживания осадка может быть использовано различное оборудование: фильтр-пресс, декантер (центрифуга) и т. д. В своих технологических схемах для обезвоживания осадка мы используем оборудование фирм Flottweg, Huber, Экотон и др.

Для утилизации осадка могут применяться пиролизные установки, при этом с 1т сухого КЭКа получается до 300 м³ пиролизного газа, что может дать 1,4 мВт электроэнергии в сутки.

Эффективная эксплуатация комплекса очистных сооружений невозможна без обеспечения автоматизированного управления технологическими процессами для снижения энергозатрат и повышения ресурса оборудования.

В части автоматизации мы работаем в основном с компанией Siemens.

Возможно несколько вариантов комплектации оборудования: «премиум», «оптимум» и «эконом» класса.

Так, при выборе оборудования «премиум» класса в технологическую схему включено оборудование с максимальным сроком эксплуатации, высоким межремонтным периодом, отвечающее условиям энергоэффективности, что обеспечивает максимальное снижение эксплуатационных затрат, низкую себестоимость и высокое качество очистки при минимальной численности обслуживающего персонала.

Выбор оборудования «оптимум» класса соответствует оптимальному соотношению цена: качество.

Оборудование «эконом» класса подобрано с условием максимальной минимизации капитальных затрат.

Независимо от варианта комплектации оборудования, его производителей, Заказчику гарантируется качество очистки сточных вод до требуемых норм.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Каталитические технологии нашли широкое применение при очистке сточных вод в различных отраслях промышленности: химической, целлюлозно-бумажной, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, атомной, пищевой, горно-металлургической, в агропромышленном секторе, а также для очистки питьевой, хозяйственно-бытовых сточных вод в ЖКХ.

Высокая активность, полифункциональность, селективность, химическая, гидролитическая стойкость, долгий срок службы без химической регенерации, а также простота аппаратного оформления процессов, легкая встраиваемость в существующие блоки очистных сооружений, оптимальная стоимость обеспечивают катализаторам высокие конкурентные преимущества.

В ЖКХ каталитические технологии очистки сточных вод используются при реконструкции и строительстве новых очистных сооружений для достижения высокой степени очистки по всем загрязнениям, позволяя при этом сократить площади, снизить величину санитарно-защитной

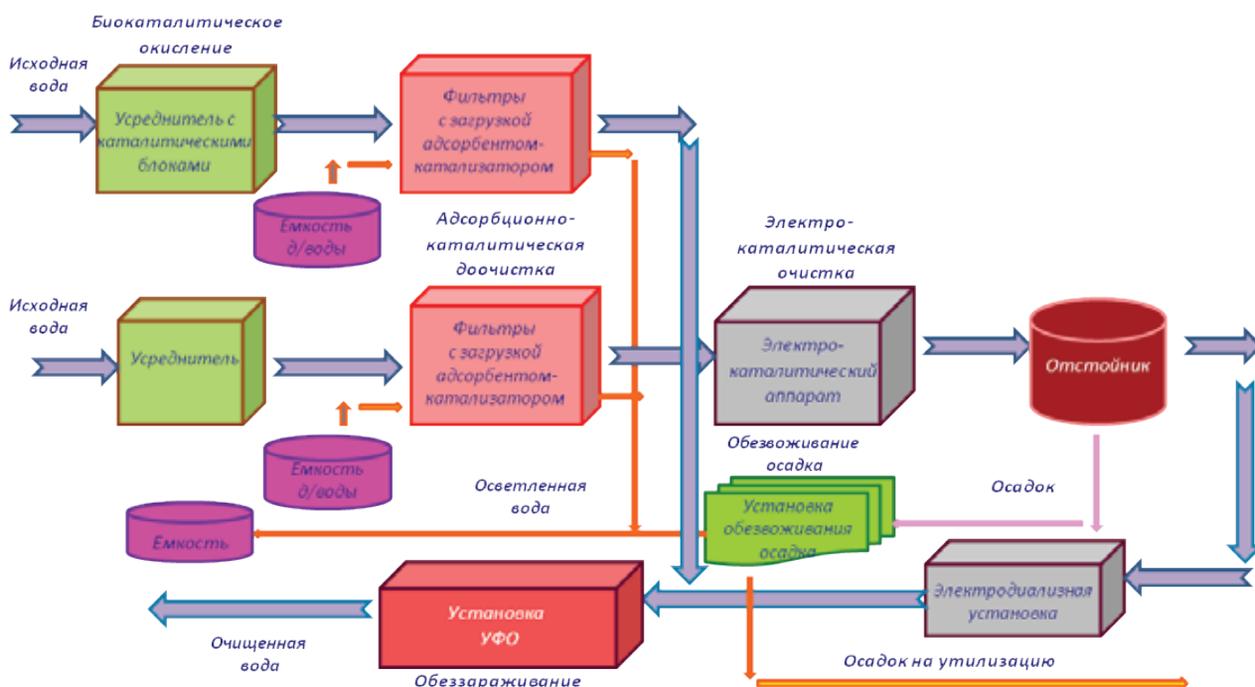


Рисунок 8
Технологическая схема очистки питьевой воды.



зоны, уменьшить себестоимость очистки м³ за счет уменьшения эксплуатационных затрат, в том числе на электроэнергию.

Каталитические технологии применяются для интенсификации биологических процессов нитрификации и денитрификации, повышения эффективности удаления соединений фосфора, органических веществ при значительном уменьшении количества подаваемого воздуха и концентрации активного ила, сокращении времени обработки воды, что позволяет уменьшить площадь очистных сооружений.

Адсорбционно-каталитическая доочистка методом фильтрования обеспечивает достижение норм на сброс в водоемы рыбохозяйственного значения по органическим соединениям, взвешенным веществам, металлам, биогенным соединениям с одновременным частичным обеззараживанием очищаемой воды. Гарантированная высокоэффективная очистка осуществляется при поступлении залповых сбросов, увеличении расхода сточных вод, нестабильности работы предыдущих стадий очистки, в период пуско-наладки, ремонтных работ.

Как альтернатива биологическим методам очистки разработана электрокаталитическая технология для очистки сточных вод с высоким содержа-

нием нефтепродуктов, органических, взвешенных веществ, фосфатов, металлов и др. соединений.

В электрокаталитическом аппарате благодаря совмещению процессов электрокоагуляции, электрофлотации, каталитического, электрохимического окисления происходят процессы глубокого окисления органических веществ (в том числе и нефтепродуктов, фенолов и др.), снижения концентраций неионогенных металлов, мелкодисперсных взвешенных частиц, а также осуществляется обеззараживание воды.

Возможность удаления загрязнений чрезвычайно широкой природы, независимо от их химической устойчивости, небольшое время обработки воды (2-3 мин.) позволяет заменить в технологической схеме стадию биологической очистки на электрокаталитическую, сократив при этом площадь очистных сооружений. Для водоподготовки в Московской области для очистки артезианской воды с высоким содержанием бора, фтора, стронция, лития, цинка запроектирована установка мембранно-каталитической очистки до норм СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» (рис. 8).

Другая область применения мембранно-каталитических технологий – очистка нефтесодержащих сточных вод.

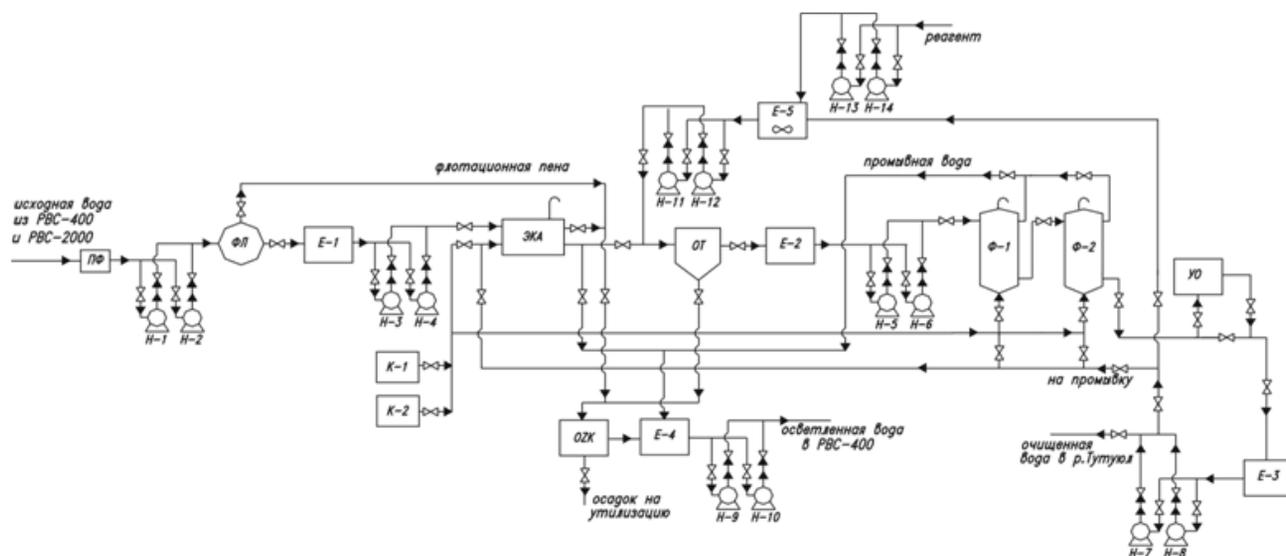


Рисунок 9
Технологическая схема очистки сточных вод НПЗ.

Качественная характеристика исходных фенолсодержащих сернисто-щелочных сточных вод и уровень очистки.

Таблица 1

Показатель	Вход в реактор ЖКО, мг/дм ³	Выход, мг/дм ³
Сульфиды (в пересчете на H ₂ S)	2000	15
Азот аммонийный	100	25
Нефтепродукты	1500	75
Фенолы	500	0,5

Адсорбционно-каталитический блок в сочетании с мембранным биореактором используется для очистки нефтесодержащих сточных вод для достижения высокой степени очистки от органических соединений, в том числе нефтепродуктов, взвешенных веществ, металлов. В состав очистных сооружений нефтеперерабатывающих предприятий для комплексной очистки сточных вод включаются следующие узлы: механическая очистка, флотатор, электрокаталитический аппарат, отстойник, адсорбционно-каталитическая доочистка, обеззараживание, обезвоживание осадка (рис. 9).

Данные ОС отличаются:

- высокой степенью очистки по всем загрязнениям;
- отсутствием вторичного загрязнения воды;
- исключением химической обработки воды;
- управляемостью процессом; мобильностью установки;
- простотой аппаратного оформления;
- легкостью в обслуживании и эксплуатации установки;
- высокой технологичностью установки за счет максимального использования стандартного типового оборудования.

Компания «Катализ» успешно занимается разработкой локальных установок очистки сточных вод на НПЗ.

Так, для очистки фенолсодержащих сернисто-щелочных стоков используется установка, включающая шламоотстойник, флотатор, теплообменники, сепараторы, колонну десорбции аммиака, колонну карбонизации, колонну окисления фенолов, печь дожига. При этом достигается следующий уровень очистки (табл. 1):

Опыт промышленной эксплуатации установок каталитической очистки сточных вод показал, что внедрение их позволяет:

- достичь очистки по всем компонентам;
- практически исключить выбросы токсичных компонентов в атмосферу;
- смонтировать установку с использованием резервного колонно-емкостного оборудования с минимальными капитальными затратами на реконструкцию;
- не регенерировать катализатор в процессе эксплуатации с использованием химических реагентов;
- вторично использовать окисленную сточную воду (или щелочной абсорбент) в производственном процессе.

Блоки жидкофазного каталитического окисления применяются нами для обезвреживания сточных вод с высоким содержанием трудноокисляемых соединений (например, сероорганические соединения). В состав технологической схемы кроме колонны каталитического окисления включены сепаратор, теплообменник, аэротенк, отстойник, фильтр доочистки, установка обеззараживания.

Серьезной технологической задачей являлась разработка очистных сооружений для очистки гептилсодержащих промышленных сточных вод, имеющих в своем составе НДМГ, органические, азотсодержащие вещества, нефтепродукты, ДМА, формальдегид, металлы, сульфаты, хлориды.

Многоступенчатая технология очистки с блоками каталитического, биологического, электрокаталитического окисления, реагентной обработки, адсорбционно-каталитической доочистки позволила достичь норм на сброс в р. Енисей (рис. 10).

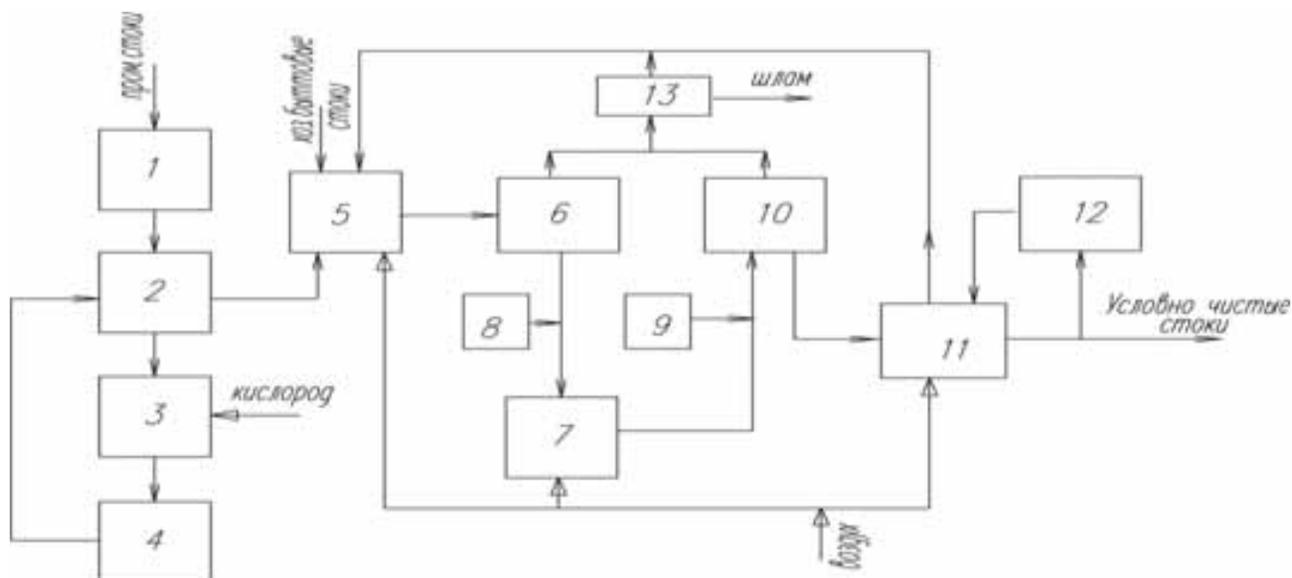


Рисунок 10

Принципиальная технологическая схема комплексной очистки гептилсодержащих сточных вод:

1. Приемный резервуар; 2. Блок подогрева промстоков (котельная); 3. Реактор каталитического окисления; 4. Сепаратор; 5. Биокаталитический реактор; 6. Первичный отстойник; 7. Электрокаталитический аппарат; 8. Установка для дозирования гипохлорита натрия; 9. Установка для дозирования коагулянта; 10. Вторичный отстойник; 11. Фильтры каталитической доочистки; 12. Резервуар чистой воды; 13. Установка обезвоживания осадка OZK-6.

Ниже приведены основные технологические параметры блоков каталитического окисления и электрокаталитической обработки.

Параметры процесса каталитического окисления:

- pH – 7,5-12,5;
- температура, °C – 85-90;
- удельный расход воздуха, м³/м³ газа – 5-10;
- время окисления сточной воды, мин. – 3-30.

Оптимальный режим работы электрокаталитического аппарата:

- плотность тока 20-30 а/м²;
- напряжение – не более 36 В;
- скорость фильтрации 6-8 м/ч.

Успешно решается вопрос с использованием каталитических технологий для очистки промышленно-ливневых сточных вод. Постоянно технологами компании оцениваются возможности нового оборудования для каталитических технологий. Для очистки промышленно-ливневых вод «АВТОВАЗа» была апробирована, а затем и включена в состав оборудования при проектировании,

фильтровальная колонна непрерывного действия ГК «Волга-экопром», где одновременно с процессом фильтрации идет процесс промывки (регенерации адсорбционно-каталитической загрузки), что позволяет обеспечить непрерывный режим работы колонны.

Приведенный обзор использования каталитических технологий для очистки вод различного состава показывает, что их применение позволяет:

- достигнуть высокой степени очистки воды;
- снизить себестоимость очистки м³ за счет уменьшения эксплуатационных затрат, в том числе на электроэнергию;
- уменьшить земельные площади под очистные сооружения;
- снизить величину санитарно-защитной зоны;
- быстро ввести очистные сооружения в эксплуатацию.

Благодарим специалистов компании «Катализ» за предоставленный материал.