

*Озонирование в процессах
очистки сточных вод*



**Очистка промышленных сточных вод -
одна из главных современных
экологических проблем.**



Загрязнение водной среды

- Химическое загрязнение — наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся. Оно может быть органическим (фенолы, нафтеновые кислоты, пестициды и др.) и неорганическим (соли, кислоты, щелочи), токсичным (мышьяк, соединения ртути, свинца, кадмия и др.) и нетоксичным.
- Бактериальное загрязнение выражается в появлении в воде патогенных бактерий, вирусов (до 700 видов), простейших, грибов и др.
- Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.). Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели вод.



Промышленность -
главный потребитель большинства
природных ресурсов
и главный загрязнитель окружающей среды.



Отрасли, наиболее загрязняющую окружающую среду



Приоритетные загрязнители водных экосистем по отраслям промышленности

Отрасль промышленности	Преобладающий вид загрязнений
Нефтегазодобыча, нефтепереработка	Нефтепродукты, СПАВ, фенолы
Целлюлозно-бумажный комплекс, лесная промышленность	Сульфаты, органические вещества, лигнины, смолистые и жирные вещества, азот
Машиностроение, металлообработка, металлургия	Тяжелые металлы, взвешенные вещества, фториды, цианиды, аммонийный азот
Химическая промышленность	Фенолы, нефтепродукты, СПАВ, ароматические углеводороды, неорганика
Горнодобывающая , угольная	Неорганика, фенолы
Легкая, текстильная, пищевая	СПАВ, нефтепродукты, органические красители

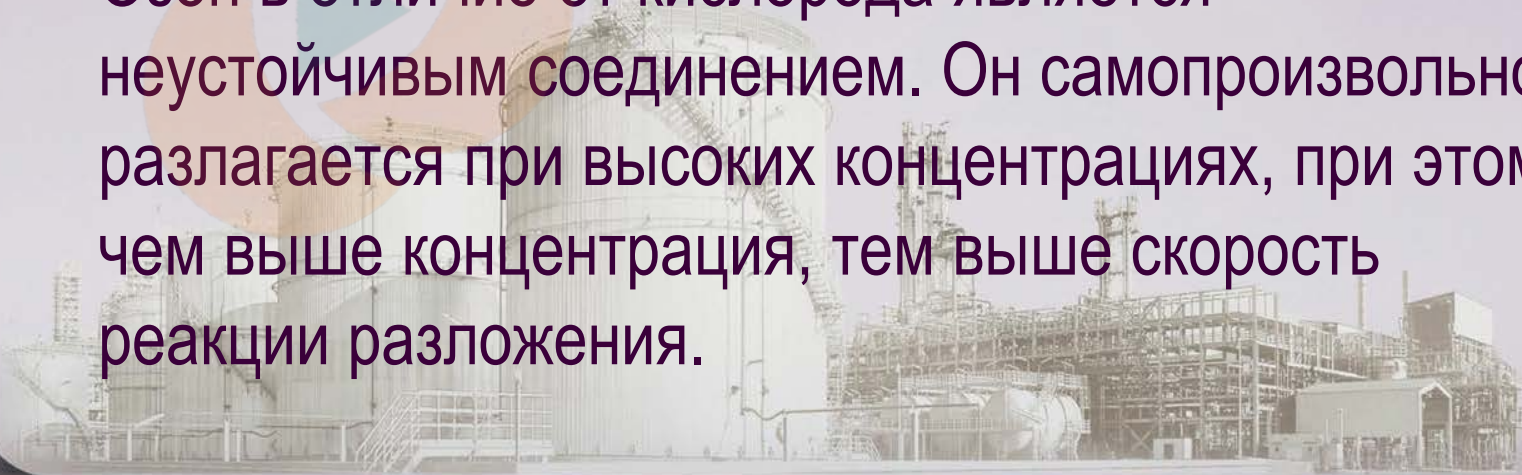
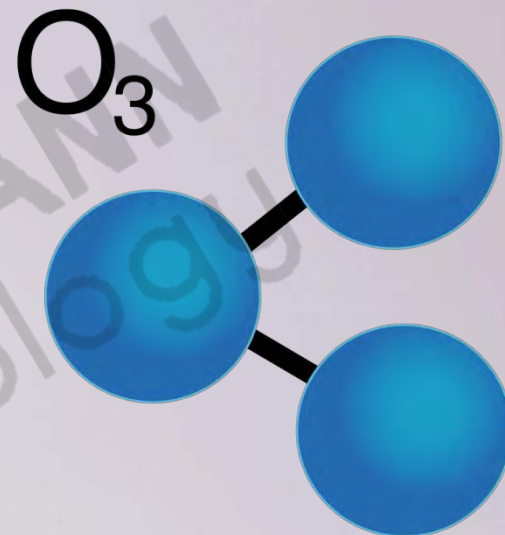
Для решения проблем очистки промышленных стоков была разработана технология на основе озонирования воды.

- Очистка сточных вод промышленных предприятий при помощи озонирования является одним из наиболее перспективных и современных методов.
- Обезвреживание вредных примесей производится путем их окисления озоном.
- Применение водоочистных комплексов на базе озонаторов позволяет свести к минимуму эксплуатационные затраты установки.



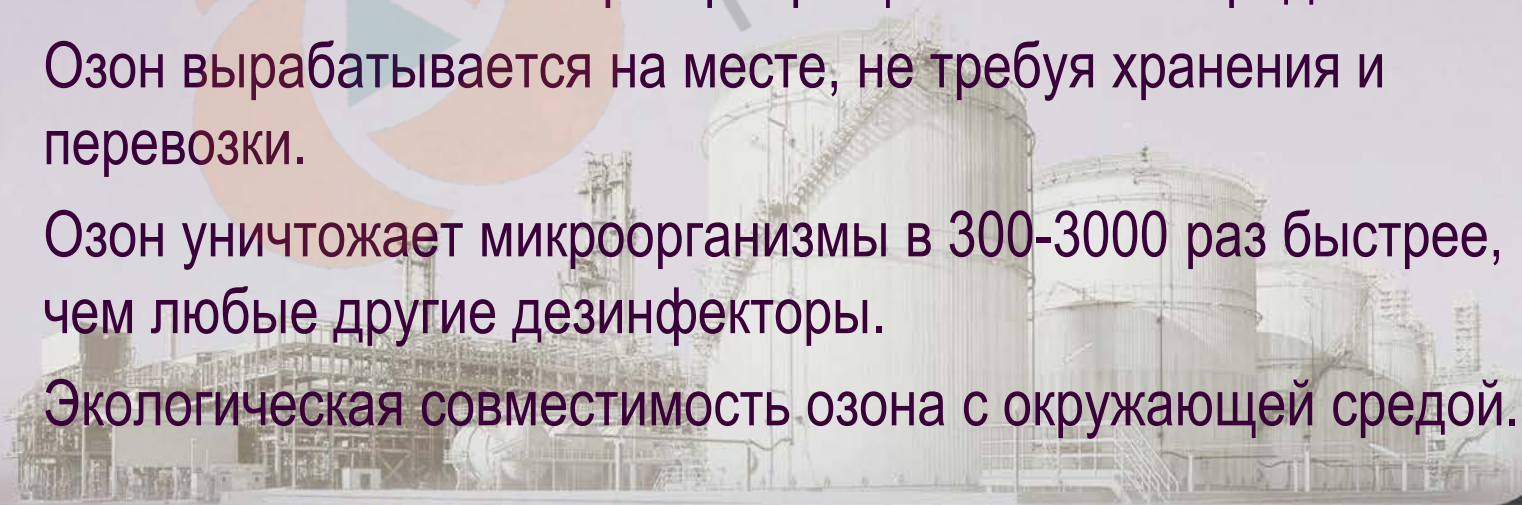
Свойства озона

- Озон – сильный окислитель, он разрушает вещества на безвредные (вода, углекислый газ, кислород) и не пахнущие компоненты.
- Озон в отличие от кислорода является неустойчивым соединением. Он самопроизвольно разлагается при высоких концентрациях, при этом чем выше концентрация, тем выше скорость реакции разложения.



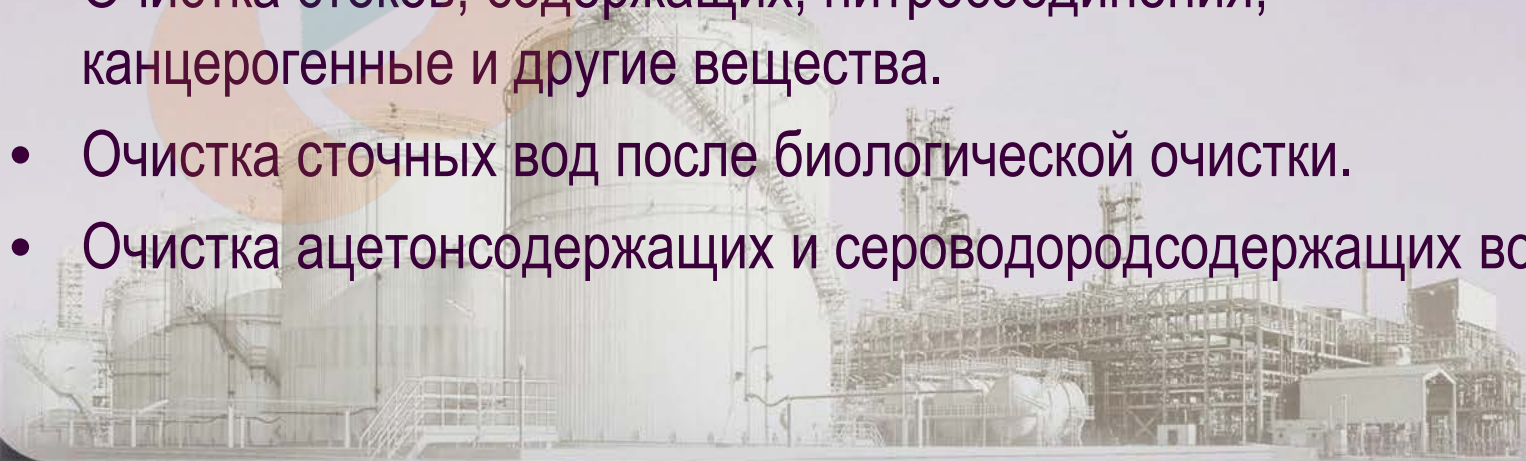
Преимущества озона

- Озон уничтожает все известные микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибки, водоросли, их споры, цисты и т.д.
- Озон действует очень быстро – в течение нескольких минут.
- Озон удаляет неприятные запахи.
- Озон не образует токсичных побочных продуктов.
- Остаточный озон быстро превращается в кислород.
- Озон вырабатывается на месте, не требуя хранения и перевозки.
- Озон уничтожает микроорганизмы в 300-3000 раз быстрее, чем любые другие дезинфекторы.
- Экологическая совместимость озона с окружающей средой.



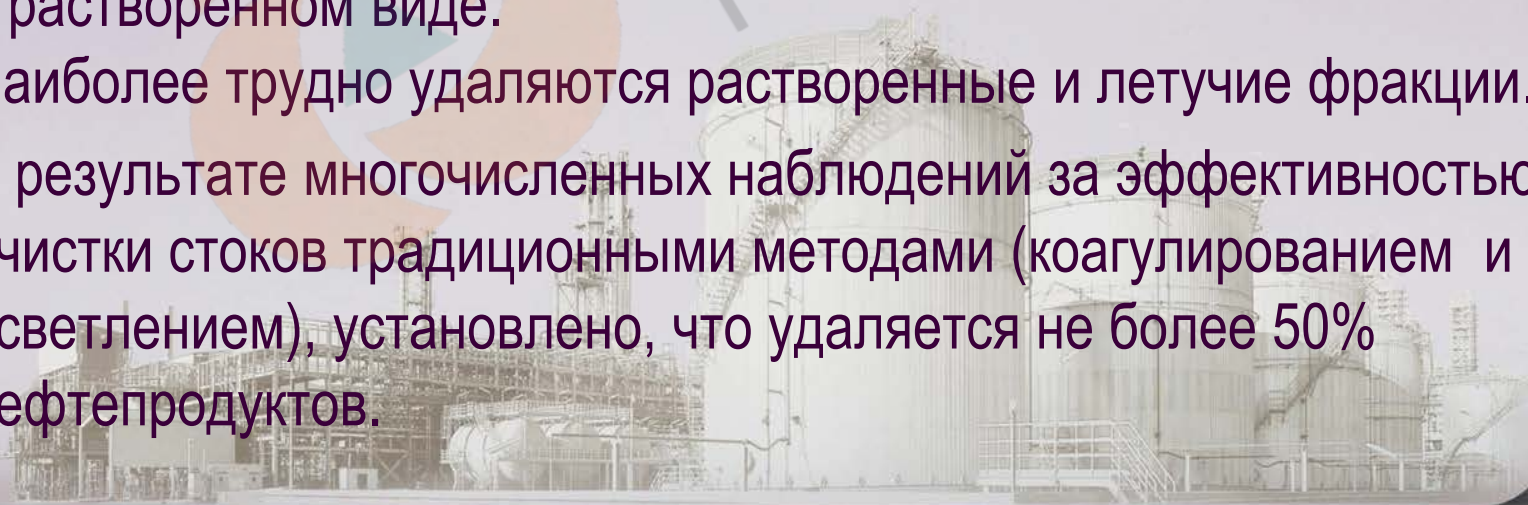
Озонирование сточных вод позволяет добиться следующих целей:

- Окисление органических и неорганических соединений.
- Обесцвечивания воды.
- Дезодорация воды, содержащей вещества биологического происхождения и загрязнённую органическими веществами.
- Очистка стоков, содержащих нефть, нефтепродукты и фенолы.
- Очистка стоков, содержащих, нитросоединения, канцерогенные и другие вещества.
- Очистка сточных вод после биологической очистки.
- Очистка ацетонсодержащих и сероводородсодержащих вод.



Удаление нефтепродуктов

- Основными компонентами нефтепродуктов чаще всего являются олефиновые, циклоолефиновые, ароматические и парафиновые углеводороды, которые могут находиться в стоках в виде пленки, эмульсии или в растворенном виде. Наиболее трудно удаляются растворенные и летучие фракции.
- В результате многочисленных наблюдений за эффективностью очистки стоков традиционными методами (коагулированием и осветлением), установлено, что удаляется не более 50% нефтепродуктов.



На сегодняшний день озонирование является самым эффективным методом удаления нефтепродуктов.

При озонировании разрушаются ароматические кольца. Подвергая деструкции органические вещества, озон способствует образованию предельных и непредельных углеводородов, что влияет на концентрацию нефтепродуктов и приводит к увеличению эффективности очистки стоков.

Эффективность удаления зависит не только от дозы озона, но и от присутствия других загрязнителей, которые более активно реагируют с озоном.



Влияние дозы озона на эффективность очистки от нефтепродуктов

Доза Озона, мг/л	Исходная концентрация нефтепродуктов, мг/л	Озонирование (1 степень)		Песчаный фильтр (2 степень)		Угольный фильтр (3 степень)		Эффективность очистки в целом, %
		Концентрация Нефтепродуктов, мг/л	% удаления загрязнений (по сравнению с исходной водой)	Концентрация Нефтепродуктов, мг/л	% удаления загрязнений (по сравнению с 1 степенью)	Концентрация Нефтепродуктов, мг/л	% удаления загрязнений (по сравнению со 2 степенью)	
1,5	10,3	7,64	26	0,18	97,65	0,09	50	99,2
4,4	17,6	4,3	75,6	0,18	95,8	0,12	34	99,3
7,0	17,9	3,1	82,7	0,17	94,1	0,11	36	99,3

На стадии озонирования удаляется от 26% до 82,7% нефтепродуктов.

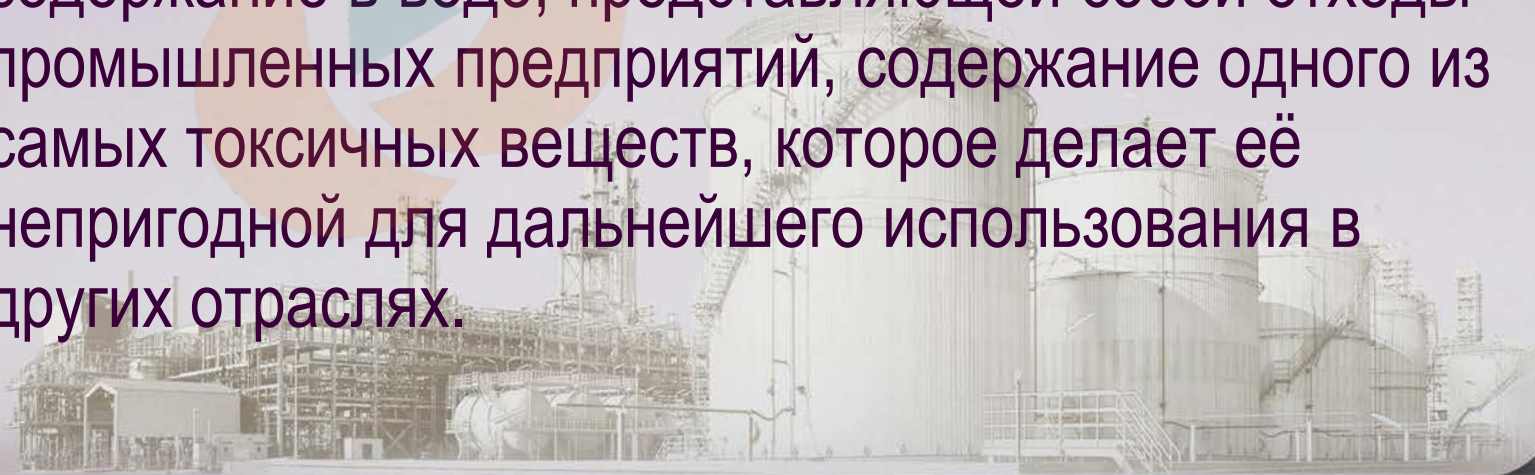
При фильтровании на песчаном фильтре происходит дальнейшая очистка стоков от загрязнений, оставшихся после озонирования, процент изъятия загрязнений составляет 94,1-97,65%. Оставшиеся загрязнения удаляются при адсорбции – от 34% до 50%.

В целом Эффективность очистки стоков от нефтепродуктов по всем стадиям обработки составила 99,3%.



Удаление фенола

- Проблема полноценной очистки производственных стоков от растворенных в воде органических веществ, в частности удаление фенолов, является одной из наиболее важных и одновременно трудно решаемых.
- Очистка воды от фенола – технология водоподготовки, позволяющая уменьшить содержание в воде, представляющей собой отходы промышленных предприятий, содержание одного из самых токсичных веществ, которое делает её непригодной для дальнейшего использования в других отраслях.



Физические свойства фенолов.

Фенол (бензенол) – кристаллическое вещество, с температурой плавления 43°C .

- Он обладает характерным запахом.
- Фенол вызывает ожоги на коже.
- В медицине одним из первых был применен в качестве антисептика.
- Фенол содержится в моче человека и животных, так как белковые аминокислоты, содержащие бензольное кольцо, при расщеплении в организме дают фенол.

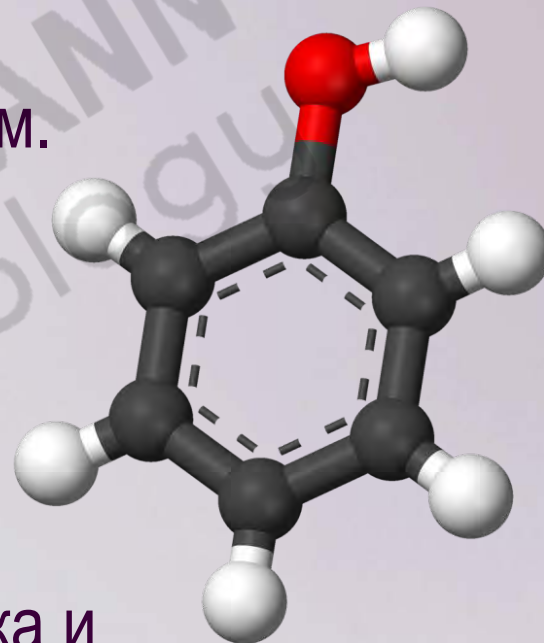
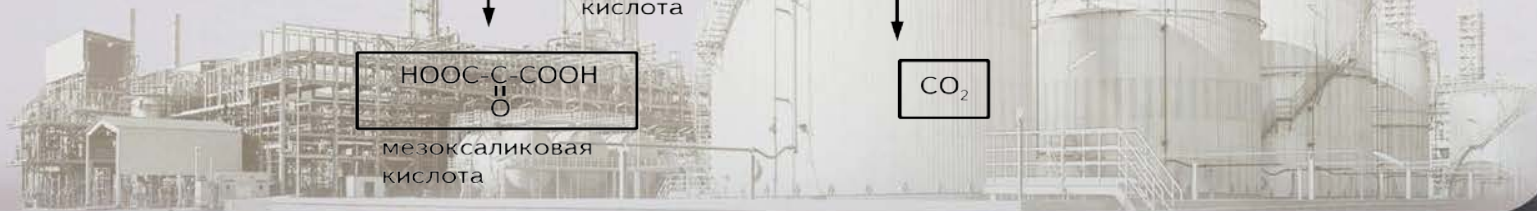
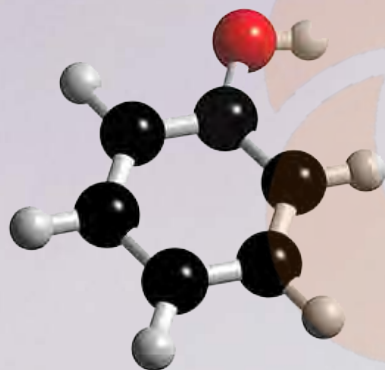
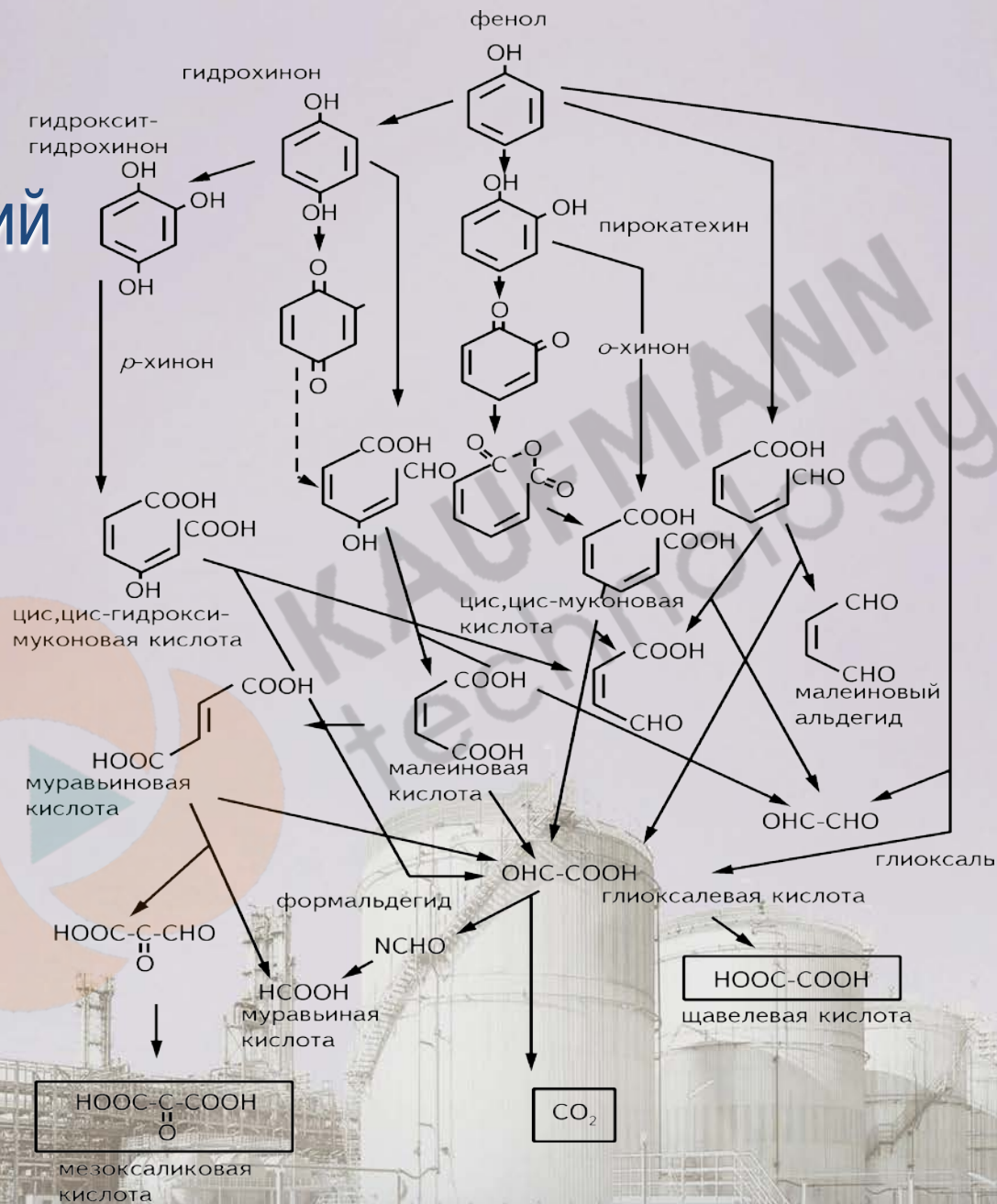
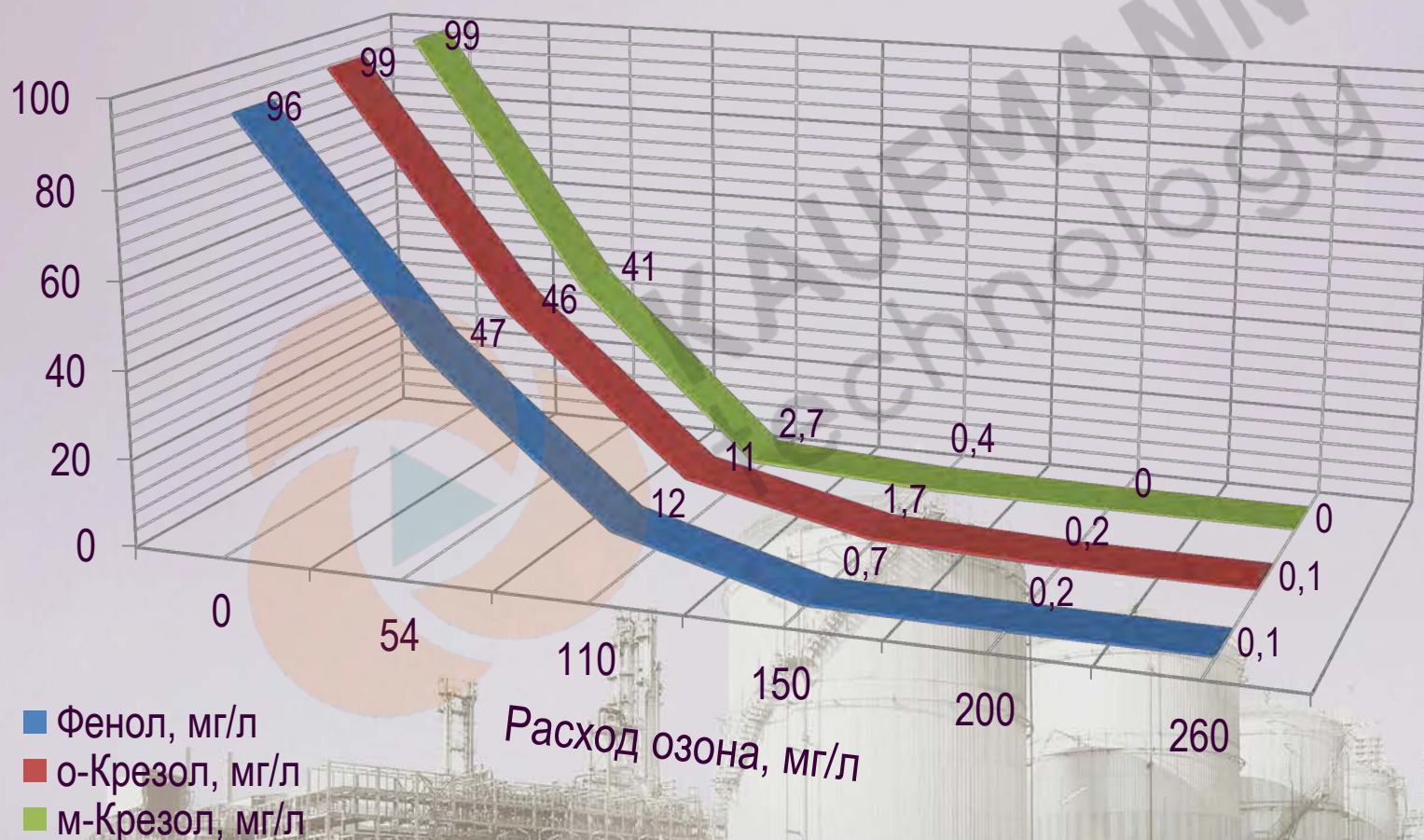


Схема превращений фенола в водном растворе



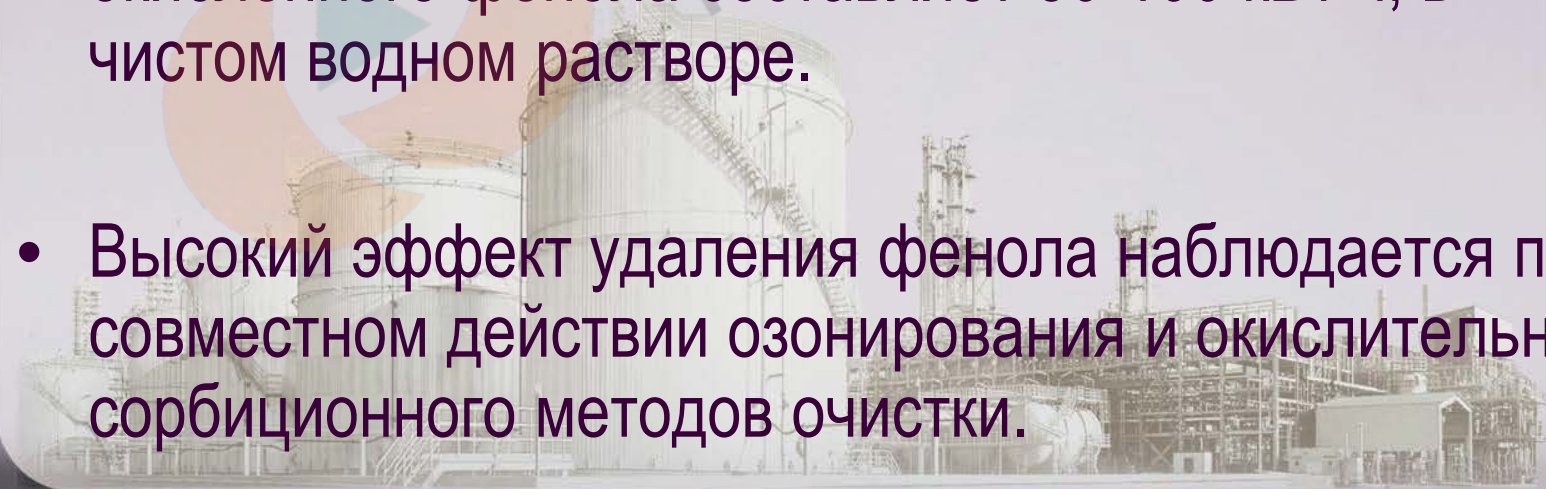
- При окислении фенолов происходит разрыв ароматического кольца и образования диоксида углерода и воды.
- Практически все фенолы имеют высокие скорости реакции с озоном. Скорость окисления фенолов зависит от концентрации фенолов и pH воды, и не всегда зависит от дозы озона. Установлено, что на одну молекулу фенола затрачивается 2-4 молекулы озона. Оптимальное значение pH для окисления фенолов концентрацией менее 50 мг/л – равно 11,4.
- Реакция разложения фенола озоном протекает в несколько стадий и деструкции подвергаются промежуточные продукты окисления фенолов (муравьиная, глиоксалевая и др. кислоты)

Результаты окисления озоном фенолов в водном растворе



(начальная концентрация фенолов в воде 100 мг/л, pH=12)

- С помощью озонирования можно достичь очистки сточных вод до уровня 0.05 мг/л и ниже. При озонировании фенольных сточных вод содержащих другие примеси углеводородов образующихся при обессоливании - обезвоживании нефтепродуктов расход озона значительно возрастает по сравнению с расходом на озонирование чистых водных растворов.
- Для производства 1 кг озона требуется 15кВт электроэнергии. Расход электроэнергии на 1 кг окисленного фенола составляет 50-100 кВт ч, в чистом водном растворе.
- Высокий эффект удаления фенола наблюдается при совместном действии озонирования и окислительно – сорбционного методов очистки.



Эффективность очистки сточных вод от фенолов.

Доза Озона, мг/л	Исходная концентрация фенола, мг/л	Озонирование		Угольный фильтр (стадия сорбции)		Эффективность очистки в целом, %
		Концентрация фенола, мг/л	% удаления загрязнений (по сравнению с исходной водой)	Концентрация фенола, мг/л (по сравнению со стадией озонирования)	% удаления загрязнений (по сравнению со стадией озонирования)	
1,24	0,036	н/о	100	-	-	100
5-7	0,058	н/о	100	-	-	100
5-7	1,04	0,029	97,2	0,0055	81	99,5
5-7	7,7	0,041	99,5	0,024	42	99,7

Эффективность очистки сточных вод от фенолов зависит от дозы озона и исходной концентрации фенолов.

При концентрации фенола в воде 7,7 мг/л и дозе озона 5-7 мг/л на стадии озонирования удаляется 99,5% загрязнений.



Преимуществом озонирования можно считать то, что в воду не вносятся химические реагенты.

В качестве вспомогательных методов перед стадией озонирования могут применяться методы биологической очистки.

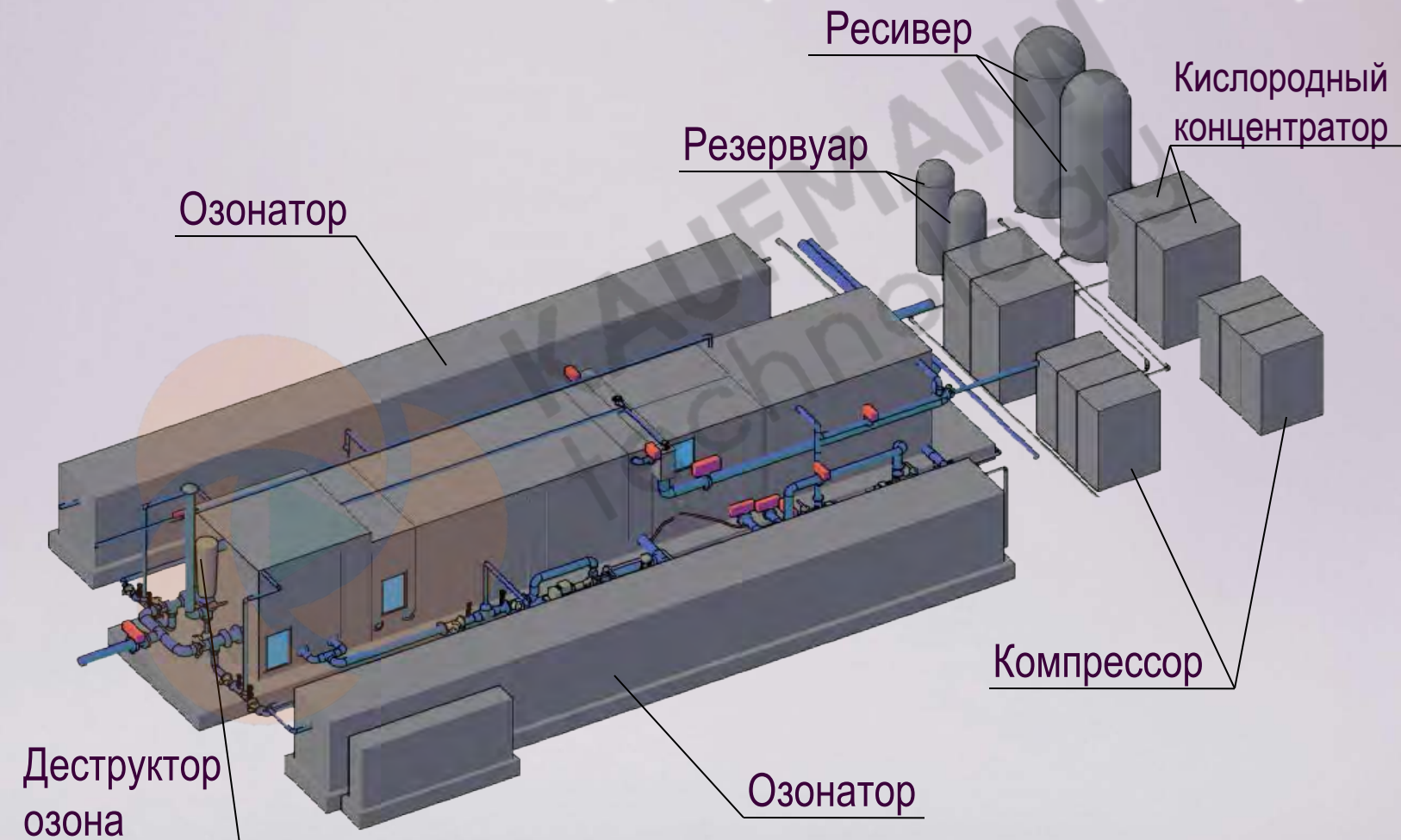


Биологическая очистка.

Суть биологической очистки заключается в биохимическом окислении органики и аммонийного азота в присутствии бактерий-минерализаторов. Для нормального процесса синтеза клеточного вещества, а, следовательно, и эффективной очистки сточной воды в водной среде должна быть достаточная концентрация всех основных элементов питания - углерода, содержание которого обычно характеризуется величиной биологически потребляемого кислорода (БПК), азота и фосфора.



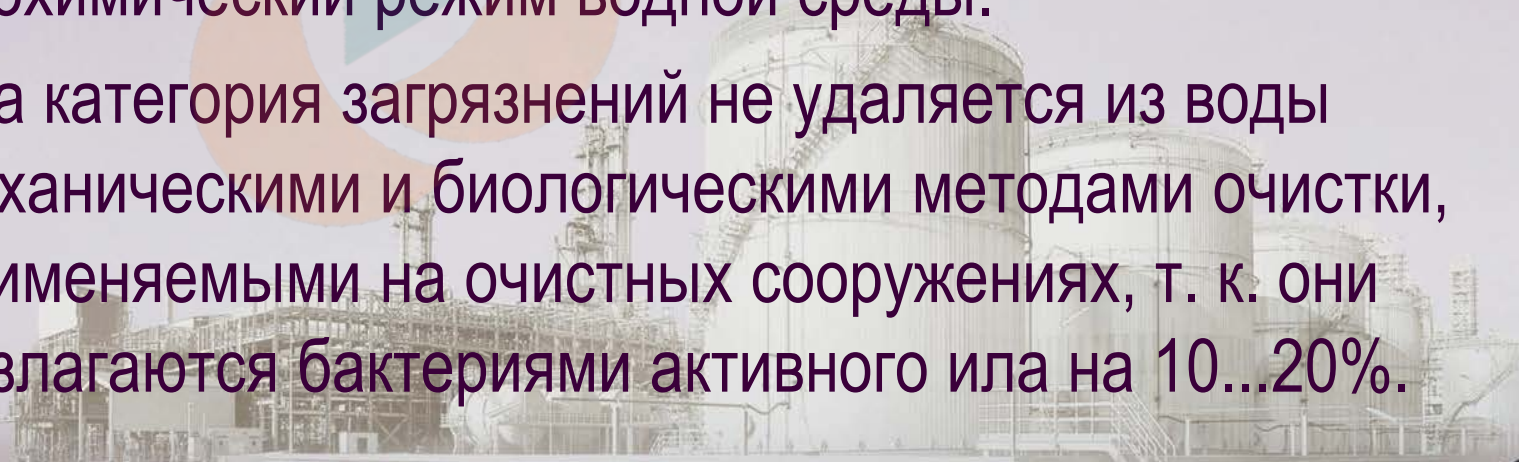
Блок обесфеноливания с окислительно-сорбционным фильтром



Удаление биологически стойких загрязнений

В настоящее время также остро стоит вопрос предотвращения загрязнения природных вод биологически стойкими органическими веществами, которые попадают в природные водоемы в основном с производственными сточными водами и оказывающими существенное негативное влияние на биохимический режим водной среды.

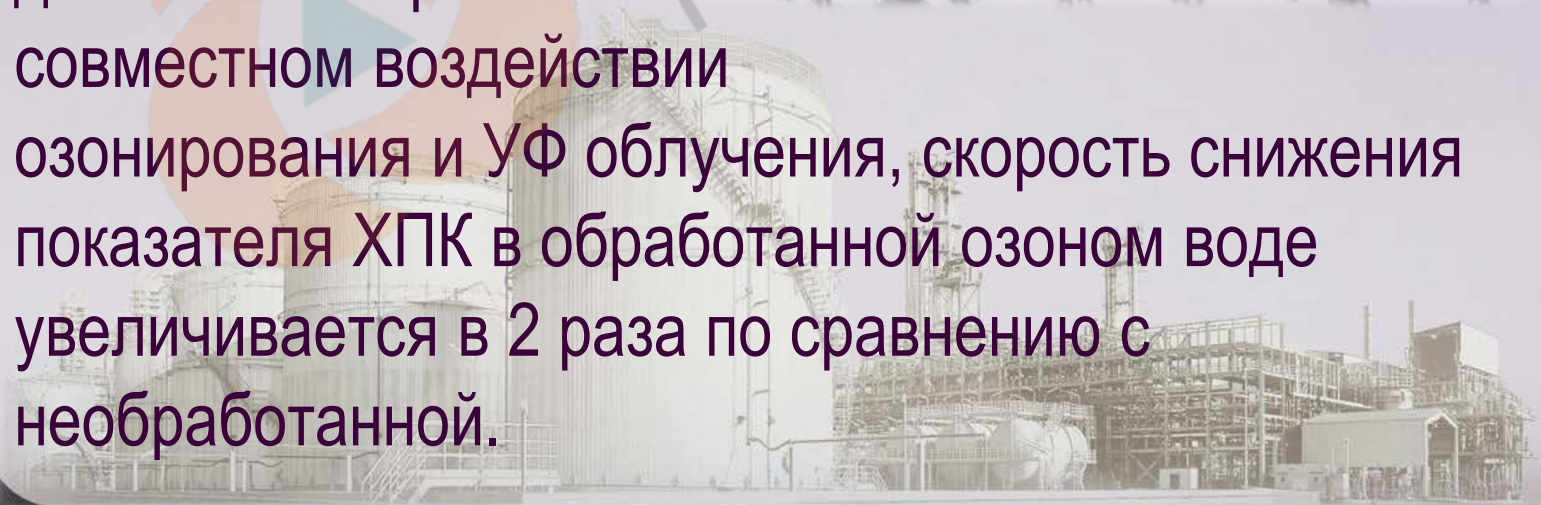
Эта категория загрязнений не удаляется из воды механическими и биологическими методами очистки, применяемыми на очистных сооружениях, т. к. они разлагаются бактериями активного ила на 10...20%.



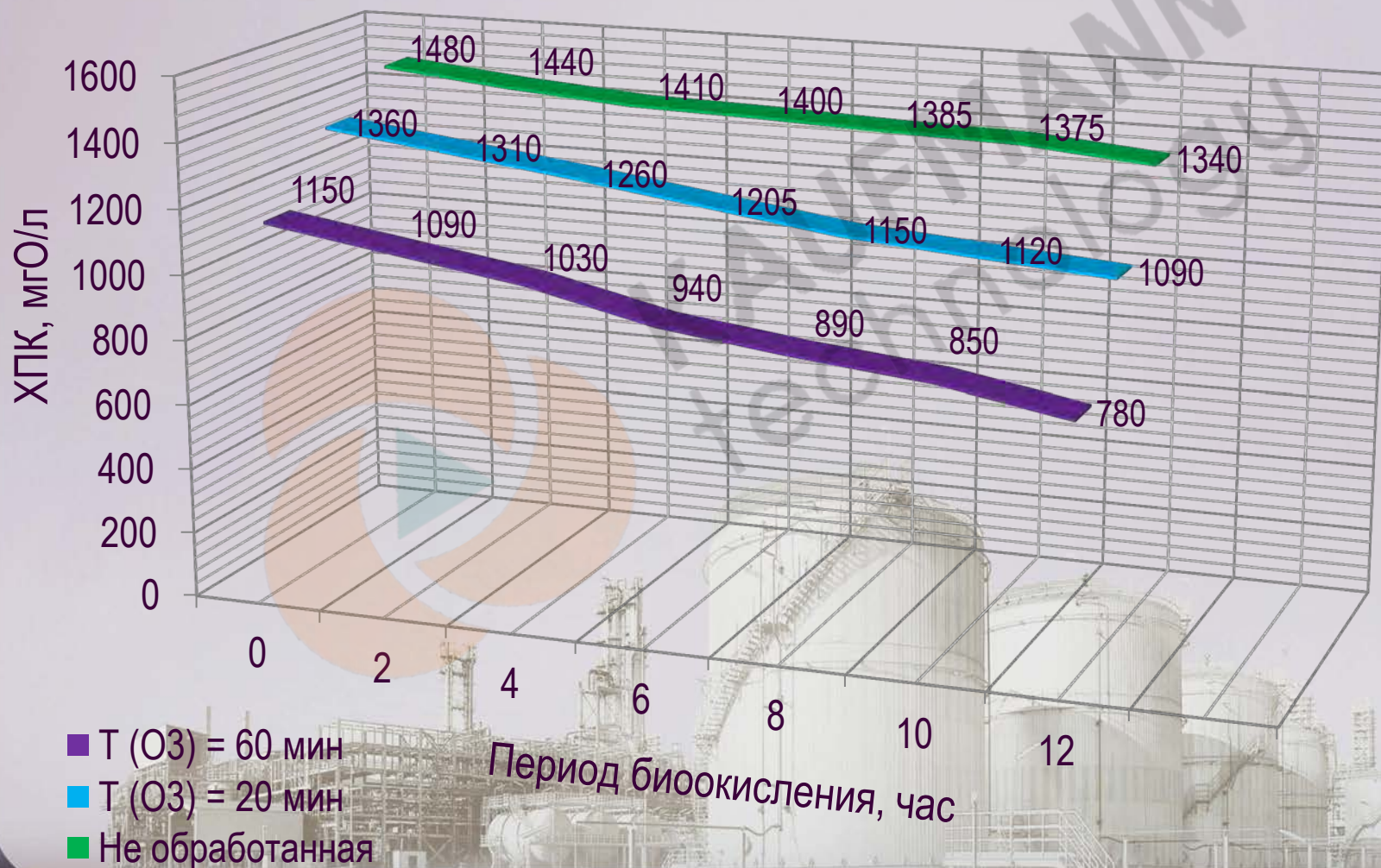
Озонирование позволяет проводить очистку производственных сточных вод от биологически трудноокисляемых органических соединений и токсичных примесей.



Наибольший эффект достигается при совместном воздействии озонирования и УФ облучения, скорость снижения показателя ХПК в обработанной озоном воде увеличивается в 2 раза по сравнению с необработанной.

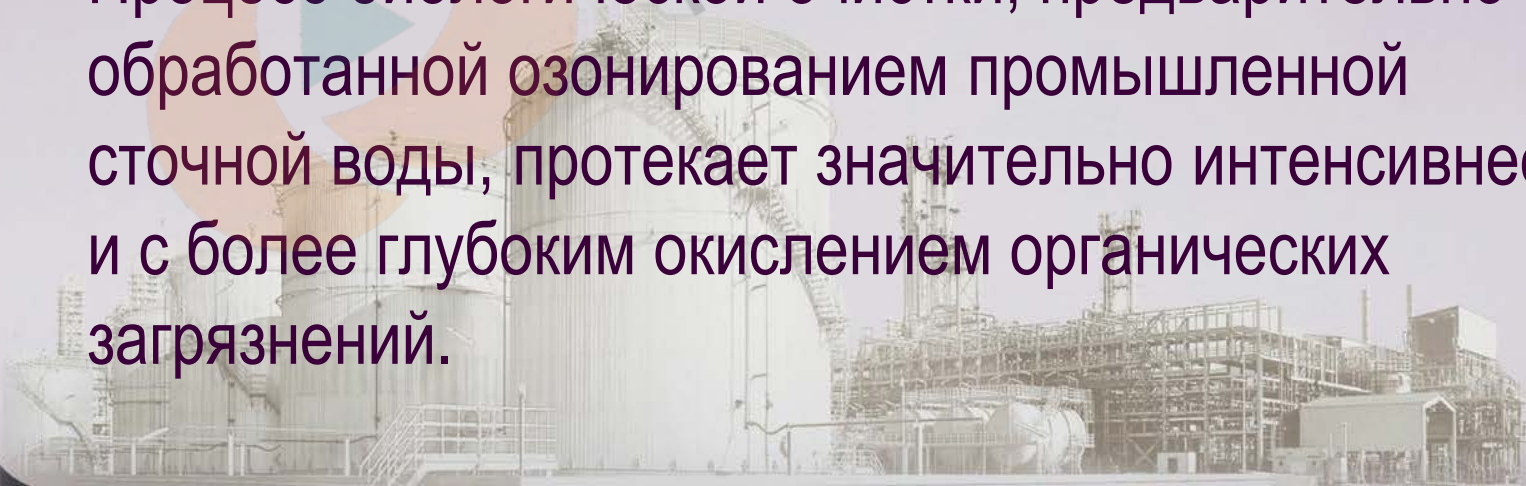


Зависимость изменения показателя ХПК





Процесс биологической очистки, предварительно обработанной озонированием промышленной сточной воды, протекает значительно интенсивнее и с более глубоким окислением органических загрязнений.



Эффективность технологии «KAUFMANN» в очистке сточных вод

Первичное озонирование существенно уменьшает значения показателей цветности, перманганатной окисляемости, концентрации железа, нефтепродуктов, ионов металлов и других загрязнений.

При последующей очистке стоков происходит дальнейшее удаление органических и неорганических загрязнений (практически полностью или до требований стандарта).

Вторичная обработка озоном позволяет существенно улучшить качество воды по всем органическим соединениям.

По бактериологическим показателям качество воды уже после первичного озонирования соответствует требованиям стандарта.

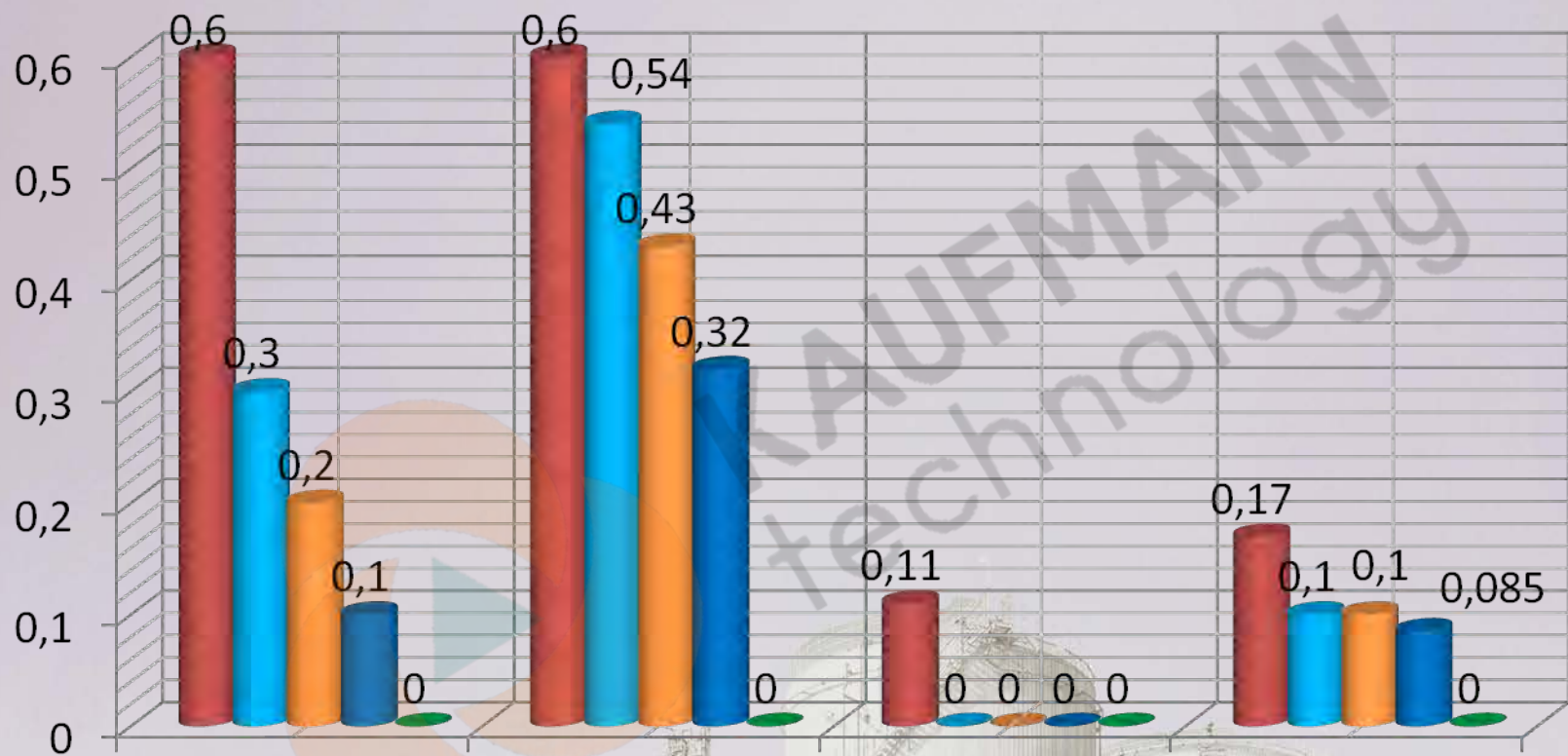


Схема эффективной очистки нефтесодержащих сточных вод



Показатели качества воды по стадиям ОЧИСТКИ

1/2



Железо, мг/л

Аммонийный азот, мг/л

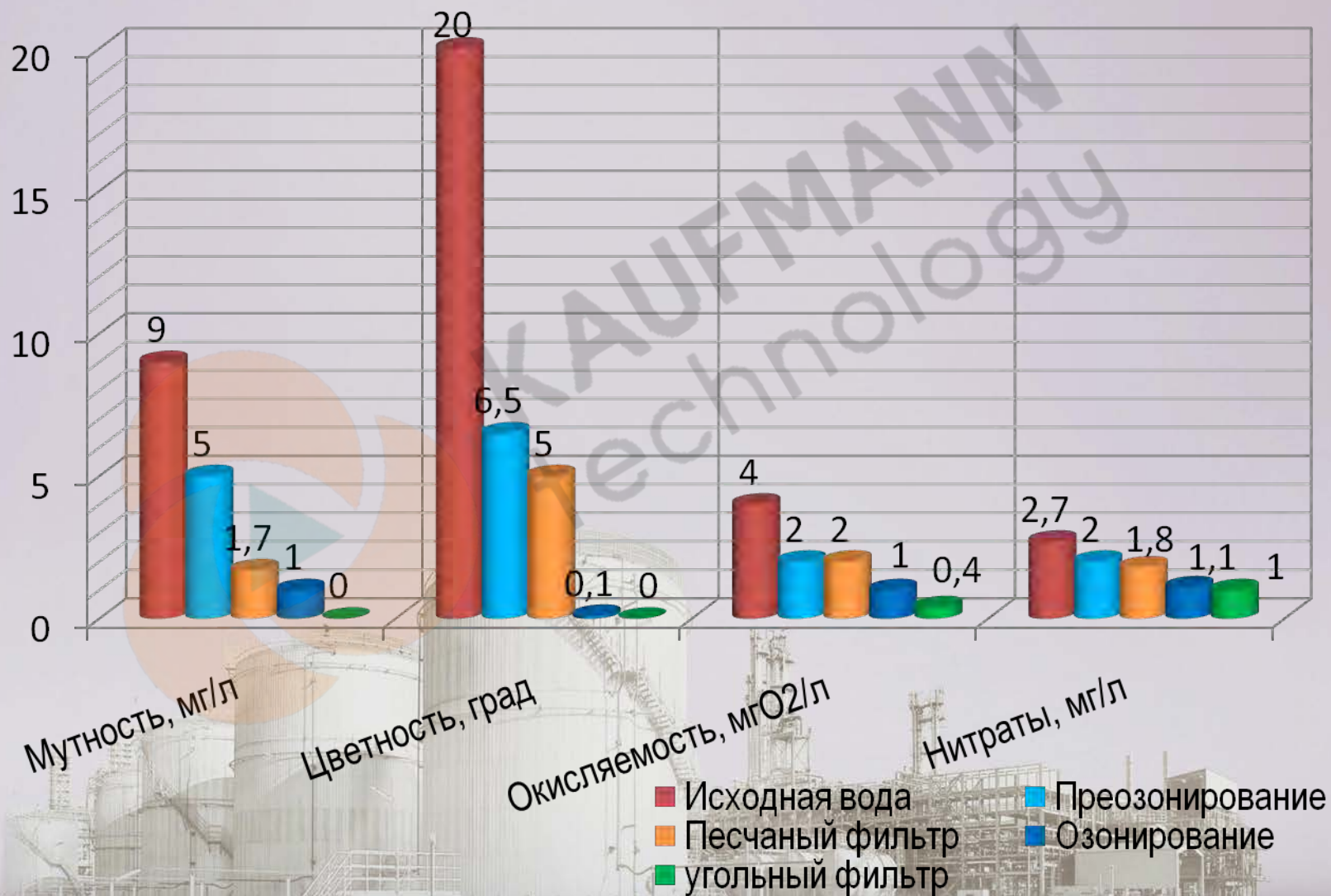
Нефтепродукты, мг/л

СПАВ, мг/л

- Исходная вода
- Преозонирование
- Песчаный фильтр
- Озонирование
- Угольный фильтр

Показатели качества воды по стадиям ОЧИСТКИ

2/2



Преозонирование приводит к трансформации органических веществ природного происхождения в более биоразлагаемые формы и к уменьшению нагрузки на активный уголь адсорбированными соединениями.

При этом увеличивается продолжительность фильтроцикла на активном угле до момента выноса адсорбируемых загрязнений.



Установлено, что при использовании озона перед угольным фильтратом по суммарному изъятию органических соединений повышается примерно на 30-35%.

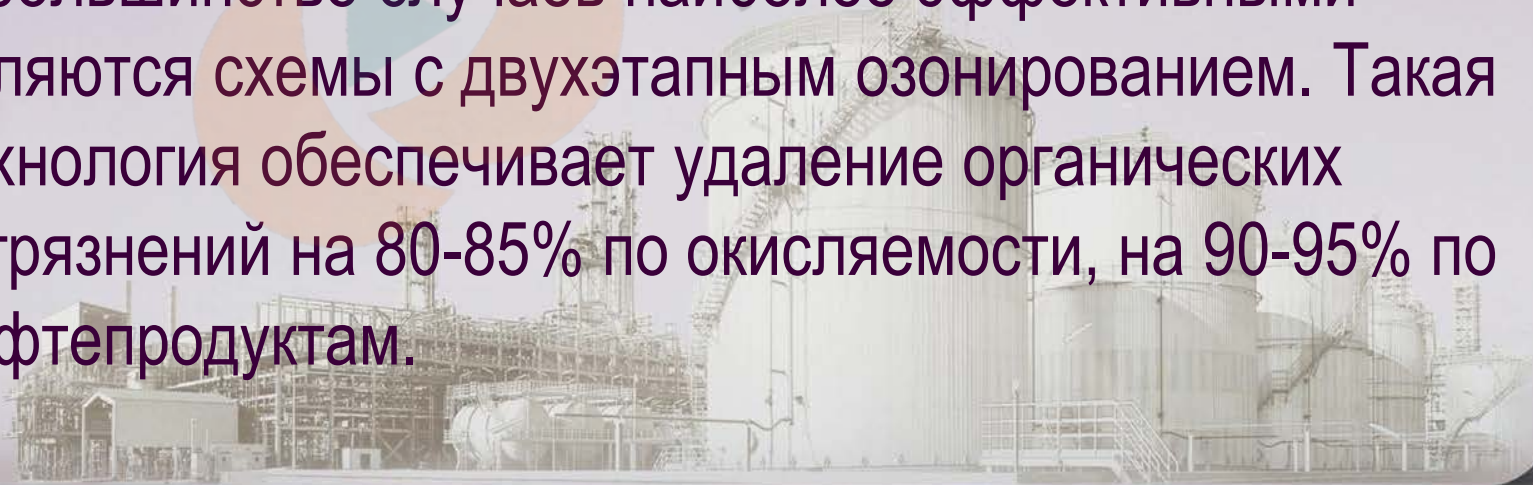


Эффективность удаления различных загрязнений по этапам очистки стоков



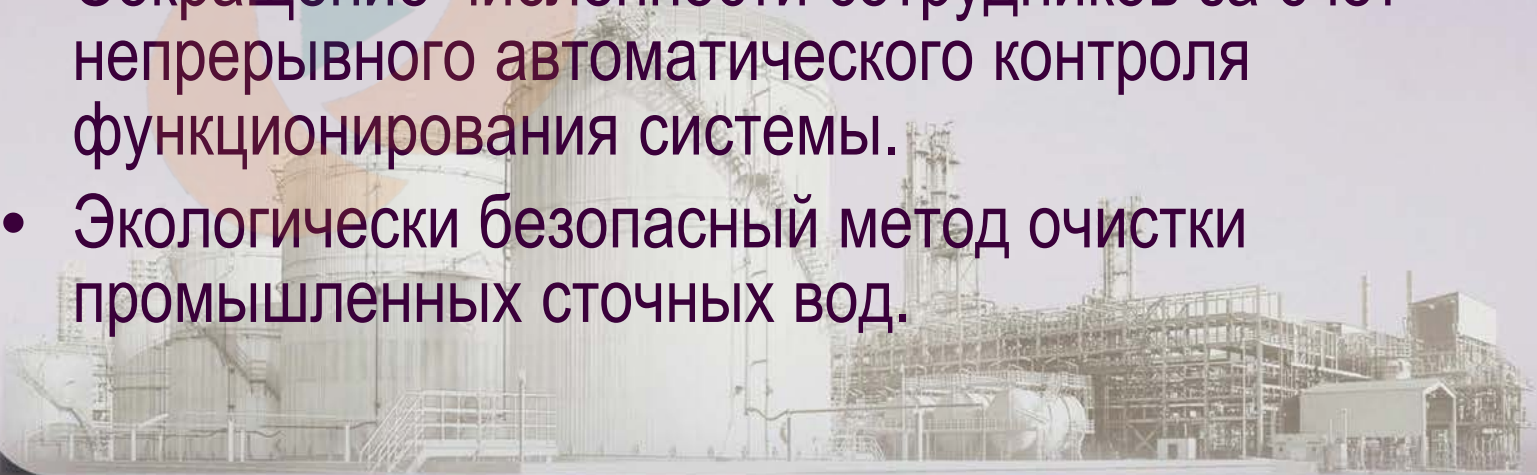


В большинстве случаев наиболее эффективными являются схемы с двухэтапным озонированием. Такая технология обеспечивает удаление органических загрязнений на 80-85% по окисляемости, на 90-95% по нефтепродуктам.



В настоящее время данная технология является самой перспективной, т.к. применение озона имеет ряд существенных преимуществ :

- Минимальные эксплуатационные расходы.
- Высокая степень безопасности.
- Отсутствие необходимости хранения и транспортировки опасных химических веществ.
- Сокращение численности сотрудников за счет непрерывного автоматического контроля функционирования системы.
- Экологически безопасный метод очистки промышленных сточных вод.



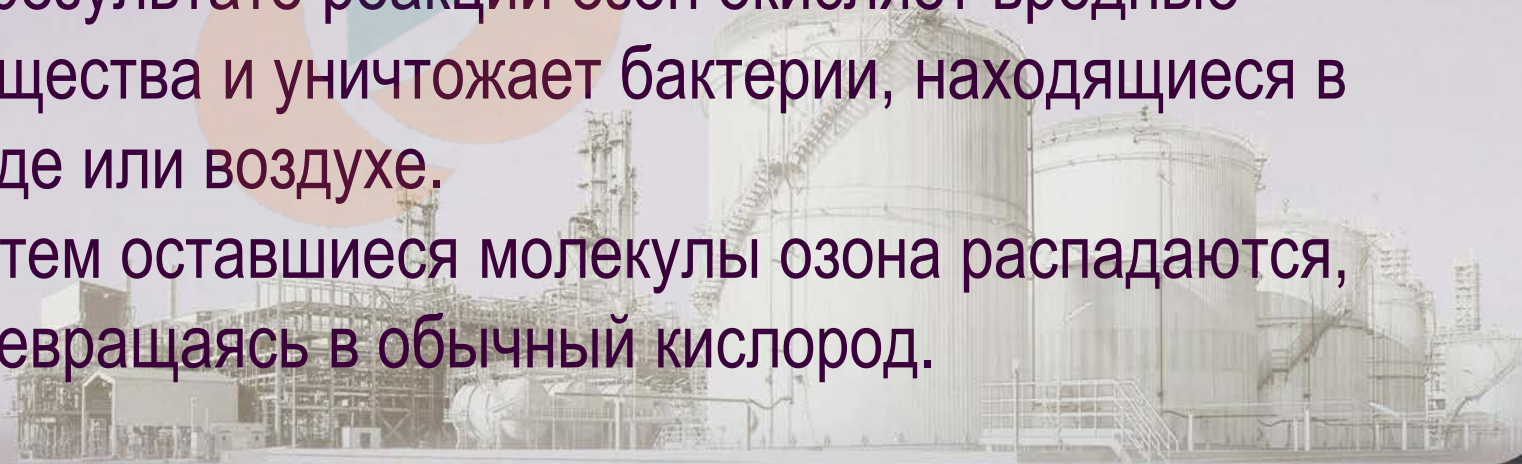
Принцип работы озонатора

Озон вступает в химическую реакцию с бактериями и химически активными веществами

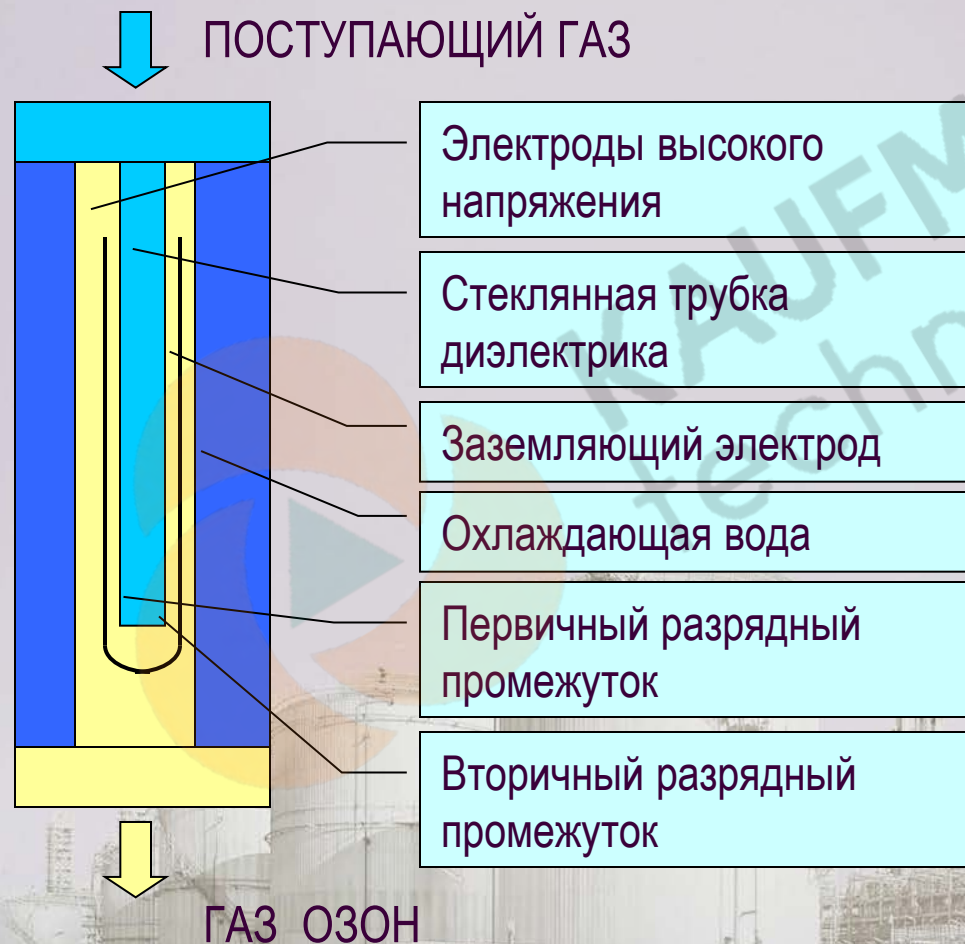
(вредными смолами, газами, парами ртути).

В результате реакции озон окисляет вредные вещества и уничтожает бактерии, находящиеся в воде или воздухе.

Затем оставшиеся молекулы озона распадаются, превращаясь в обычный кислород.



Производство озона технологии KAUFMANN



Генераторы озона KAUFMANN

1/2

Озон вырабатывается на специальных электродах из кислорода за счет высоковольтного электрического разряда. Электроды, источники питания, система управления и система воздухоподготовки расположены в корпусе озоногенератора.



Генераторы озона KAUFMANN

2/2

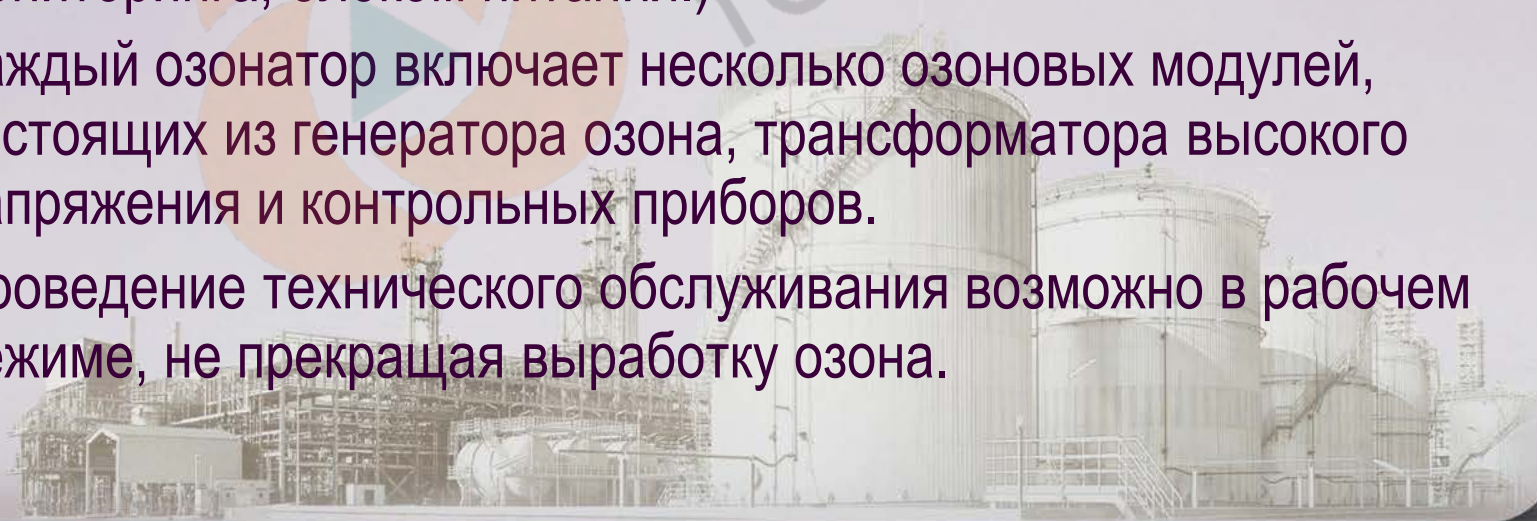
Компания «Kaufmann» выпускает установки генерации озона производительностью от **1 г/ч до 1000000г/ч**. Компактные установки в специальном корпусе, смонтированные на стальных рамах со встроенными шкафами управления, позволяют легко адаптировать системы к любым условиям. Перед поставкой все оборудование проходит обязательные испытания с полной нагрузкой на заводе-изготовителе.



Модульная конструкция озонаторов KAUFMANN

гарантирует максимальную доступность и
эксплуатационную гибкость

- Возможность перевода модульной единицы в резервный режим работы, не прерывая работы всей установки.
(Один дополнительный озоновый модуль, укомплектованный дублирующим комплектом приборов электрического контроля и мониторинга, блоком питания.)
- Каждый озонатор включает несколько озоновых модулей, состоящих из генератора озона, трансформатора высокого напряжения и контрольных приборов.
- Проведение технического обслуживания возможно в рабочем режиме, не прекращая выработку озона.



Преимущество озонаторов KAUFMANN

1/3

- Благодаря особенностям вертикальной конструкции достигнута максимальная эффективность теплопередачи охлаждающей воды.
- Индивидуальный предохранитель для каждого электрода высокого напряжения.
- Не напрямую охлаждаемые диэлектрики из высококачественного боросиликатного стекла.
- Детали узлов не имеют никаких покрытий.



Преимущество озонаторов KAUFMANN

2/3

- Используемые материалы: нержавеющая сталь 1.4571 (эквивалент 316Ti) , боросиликатное стекло и политетрафторэтилен.
- Отсутствует проблема коррозии, т.к. устройство высоко устойчиво к воздействию агрессивной жидкой и газообразной среды.
- Программируемый логический контроллер Siemens с текстовым дисплеем для доступного контроля каждого статуса операции.
- Электронный клапан контроля давления для сохранения неизменного рабочего давления с переменным газовым потоком.



Преимущество озонаторов KAUFMANN

3/3

- Произведен строго в соответствии с требованиями Немецких Индустриальных Стандартов DIN 19627.
- Отвечает требованиям Европейского Совета.
- Абсолютная безопасность и максимальная надежность.
- Генераторы озона «Kaufmann» являются наиболее эффективным, надежным и менее энергозатратным, чем другое современное оборудование.
- Абсолютная безопасность и максимальная надежность.

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

Hiermit erklären wir, dass die nachfolgend aufgeführte Maschine aufgrund ihrer Konzeption und in der von uns gelieferten Ausführung den einschlägigen Sicherheitsanforderungen der EG-Maschinenrichtlinie entspricht.
Bei etwaigen Änderungen, die nicht mit uns abgestimmt wurden verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

Bezeichnung der Maschinen: Ozonerzeugungsanlagen; Modellreihe OZ

Einschlägige Richtlinien: EG-Maschinenrichtlinie (89/392/EWG)
EG-Niederspannungsrichtlinie (73/23/EWG)
Elektromagnetische Verträglichkeit (89/336/EWG)

Angewandte harmonisierte Europäische Normen, insbesondere: EN 292, EN 50 081-2, EN 50 082-2, EN 60 335-1, EN 60 335-2-51

Weitere Normen: DIN 19627 / 3.93
Ozonerzeugungsanlagen zur Wasseraufbereitung

VDE 0100 / 65.73 mit Folgeangaben
Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V

VDE 0101 / 10.89
Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1000V

Die Produktion wird kontinuierlich in eigener Verantwortung überprüft, wosach eine hundertprozentige Ausgangskontrolle erfolgt.

Diese Erklärung wird ausgestellt durch:

Kaufmann Umwelttechnik e.K.
Martin Kaufmann Dipl.-Ing. VDI
Fliesenstrasse 5
D-79664 Wehr



Преимущества технологии KAUFMANN

Генераторы озона «KAUFMANN» оснащены современным управлением с программируемым контроллером и системой диагностики.

Компания «KAUFMANN technology» дает десятилетнюю гарантию на элементы установки. При этом отсутствует необходимость в регулярной замене электродов, а качество получаемой озono-кислородной смеси остается стабильно высоким на протяжении всего срока службы.



Компания «Kaufmann Technology» – техника для окружающей среды известна на мировом рынке более 40 лет. На сегодняшний день это крупная международная организация, одна из немногих в России, которая производит и реализует оборудование для очистки воды и воздуха под собственной торговой маркой KAUFMANN™.



- Сотрудники инженерно-технического и монтажно-сервисного подразделений компании прошли аттестацию в Европе.

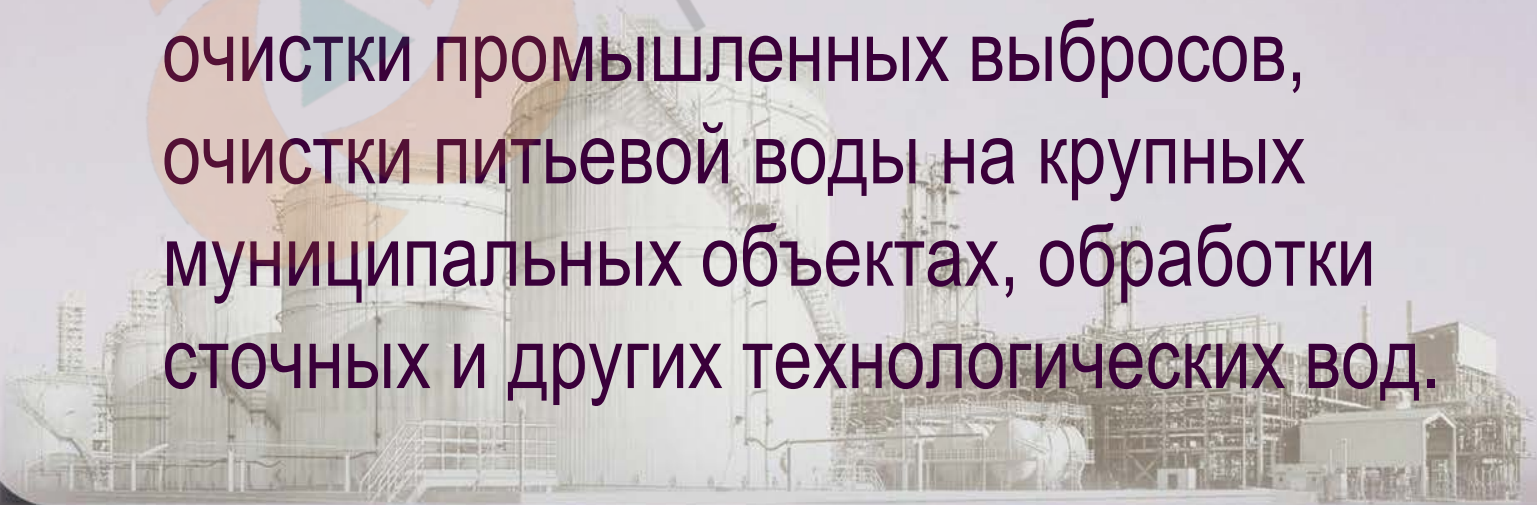


- Контроль качества осуществляется на всех этапах сотрудничества от первичного предложения до ввода в эксплуатацию всей системы и обучения персонала.



Стратегия компании

Стратегической целью компании «Kaufmann Technology» на российском рынке является интеграция прогрессивных и инновационных европейских технологий в области очистки промышленных выбросов, очистки питьевой воды на крупных муниципальных объектах, обработки сточных и других технологических вод.



Философия компании

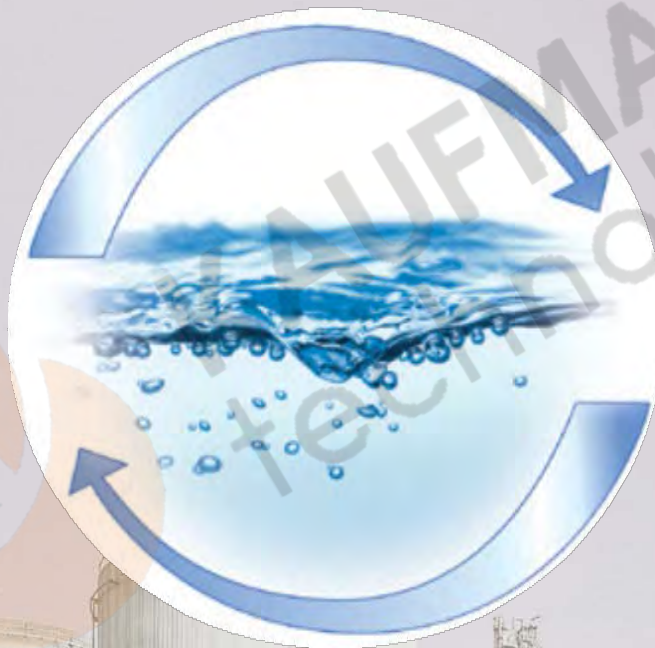
- Создавать, производить и устанавливать доступные по стоимости и максимально надежные генераторы озона, и комплексные системы озонирования для всех областей применения.
- Предоставлять квалифицированные консультации, осуществлять техническую поддержку и обслуживание на высочайшем уровне.

**Реализуя потребности наших клиентов,
во имя защиты окружающей среды и
оздоровления нации!**



ЭКОНОМИЯ

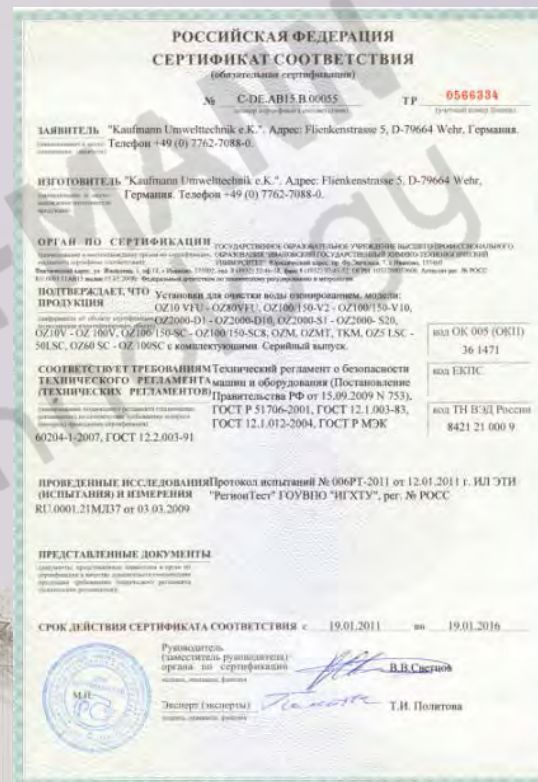
**современные
технологии**



**снижение
эксплуатационных
расходов**

инвестиции





Контакты

ООО «KAUFMANN technology»

Tel. +7 (495) 972-91-18

+7 (495) 972-91-28

+7 (495) 222-65-76

<http://www.kaufmanntec.ru>

e-mail: kaufmanntec@yandex.ru

info@kaufmanntec.ru

