

«Интенсификация электрохимической очистки сточных вод в струйных аппаратах»

Доктор технических наук , профессор

Геннадий Столяренко

Черкасский государственный технологический университет,
бул. Шевченко 460,

г. Черкассы, Украина, 18006

Телефон: + 380472730221

Электронный адрес:radikal@ukr.net

ВОДНАЯ ГАРМОНИЯ ЕВРАЗИЯ II

Гармонизация обучения и педагогических подходов высшего образования в водной сфере

■ **КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРООБРАБОТКИ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ С ЖИДКОЙ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДОЙ**

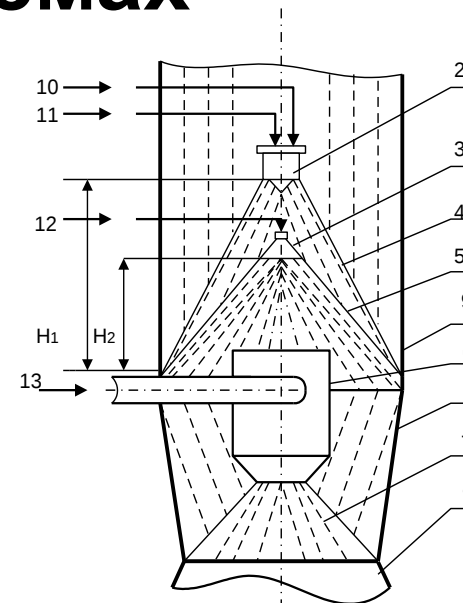
- 1. **Электродиализ** – метод электрообработки, при котором происходит сепарация ионов (диализ) с их концентрированием у соответствующих электродов, изменяющих pH приэлектродного пространства. Применяется для удаления ионов из дисперсионных сред, коллоидных растворов и опреснения воды.
- 2. **Электролиз** – метод, при котором в межэлектродном пространстве происходят химические реакции, как правило, без образования нерастворимых соединений – дисперсной фазы, в том числе за счет окислительно-восстановительных реакций на электроде (электроокисление - с отдачей электронов на аноде и восстановление - с присоединением электрона на катоде). Пригоден для изменения химического состава дисперсионной среды. Применяется для обеззараживания воды.
- 3. **Электрохимическая коагуляция** – метод электрообработки, при котором в межэлектродном пространстве под действием внешнего поля генерируются катионы, образующие сорбирующие гидроксиды, в результате чего под воздействием как катионов, так и гидроокиси происходит коагуляция, сорбция и разрушается устойчивость дисперсий. Пригоден для получения коагулянта. Используется в технологии очистки и обеззараживания воды.
- 4. **Электрофлотация** – метод электрообработки, при котором генерируется газ, образующий высокодисперсные и монодисперсные электрически заряженные пузырьки, адсорбирующие частицы дисперсной фазы и транспортирующие их на поверхность жидкости. Используется в обогащении, для очистки и обеззараживания воды.

- **6. Электрокоагуляция** – метод электрообработки, при котором поляризованные внешним полем частицы сближаются и образуют новые, соответственно более крупного размера агрегаты и частицы. Электрокоагуляция может быть обратимой (агрегаты после снятия поля распадаются) и необратимой. Применяется при формировании структур покрытий материалов, коагуляции в технологии обработки воды, очистке нефти от воды и солей.
- **5. Электрофлотокоагуляция** – метод, сочетающий последовательно электрофлотацию и электрохимическую коагуляцию. Используется, как правило, для очистки природных и сточных вод, в обогащении.
- При электрофлотокоагуляции в обрабатываемой воде протекает одновременно несколько процессов: электролиз, коагуляция, сорбция и флотация
- Сочетание в себе нескольких процессов обеспечивает высокую степень очистки и извлечения СПАМ из различного рода сточных вод
- Эффект очистки сточных вод составил 95% по СПАВ, 72% - по взвешенным веществам, 60% - по ХПК, 43% по БПК
- **7. Диэлектрофорез** – метод электрообработки или такое явление, при котором поляризуется материал частиц и они и их агрегаты концентрируются в области большей напряженности поля при диэлектрической проницаемости частиц большей диэлектрической проницаемости среды. В случае, если частицы имеют меньшую, чем дисперсионная среда диэлектрическую проницаемость, они выталкиваются в зону меньшей напряженности поля. Используются для глубокого обезвоживания и обессоливания нефти, при очистке диэлектрических жидкостей и других неполярных сред.

- **8. Электрообезвреживание** – метод сгущения и регулирования реологических свойств высококонцентрированных гидродисперсий во внешнем электрическом поле. Применяется при утилизации осадков бытовых, промышленных и сточных вод.
- **9. Электрический разряд малой мощности** – метод электрообработки, при котором в межэлектродном пространстве, создаваемом системой электродов, генерирующих неоднородное электрическое поле, возникают электрические разряды на фронте импульсов напряжением до 3 кВ и длиной до 0,02 с. Это могут быть и разряды импульсов высокой частоты.
- **10. Высоковольтный импульсный разряд** – метод электрообработки, при котором в межэлектродном промежутке генерируют разряды на импульсах с напряжением более 3 кВ и длиной менее 10^{-3} с за счет энергии, запасаемой предварительно в накопительном конденсаторе. Применяется в технологии электрогидравлического удара и обеззараживания питьевых и сточных вод.
- **11. Комплекс электрических воздействий** – метод электрообработки, при котором используется в том или ином сочетании совокупность вышеизложенных методов

1.Разложение озона в гетерофазных окислительных системах

- При хемодеструкции озона в гетерофазных окислительных процессах разложение озона протекает с образованием кислородсодержащих ион-радикалов. Для создания повышенных концентраций ион-радикалов применяются различные процессы:
- **1.Дросселирование предварительно озонированных растворов (ПОР).**
- **2.Регулировка pH ПОР**
- **3.Гомогенный катализ на основе ПОР**
- **4.. Электрохимическое разложение озона в ПОР**
- **5. Гетерогенный каталитический метод наложения электрического разряда в зоне распыления ПОР**
- **6. Фотолиз ПОР**
- **7. Прямой синтез кислородсодержащих радикалов из воды при жестком ультрафиолетовом облучении**



1 – конфузор ; 2 – пневматическая форсунка; 3 – гидроакустическая форсунка; 4 – струя озонированного потока; 5 – факел коррекции pH озонированного потока; 6 – блок подачи загрязненной воды;

7 – зона озонирования и ион-радикального окисления; 8 – диффузор ;

9 – корпус реактора; 10 – подвод ОВС; 11 – подвод водного раствора;

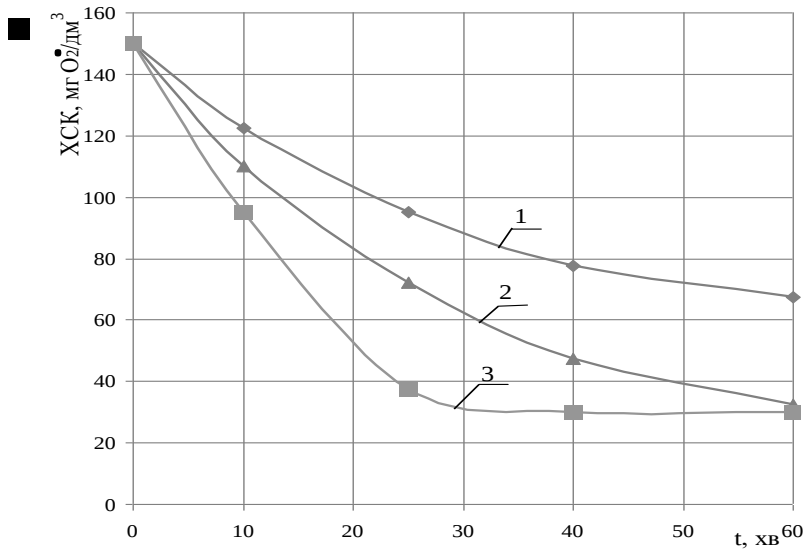
12 – подача корректирующего pH раствора под высоким давлением;

13 – подвод воды на очистку

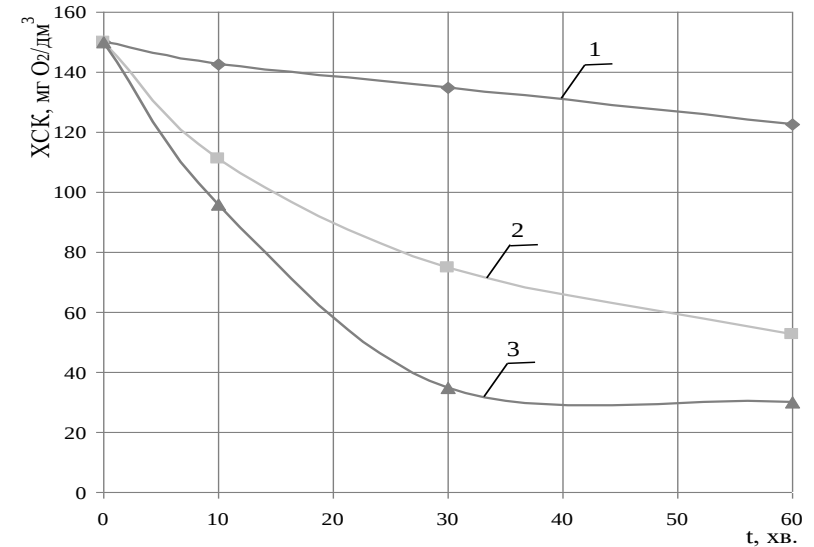
.Электро-химическое разложение озона используется при хеомодеструкции трудно разлагаемых соединений, которые обладают высокой токсичностью для жизнедеятельности микроорганизмов, а также следов токсичных фармацевтических препаратов

- **Пример(озонирование нитро соединений):**
- **Доза озона при прямом озонировании нитро соединений в сточных водах составила 20...25 мг/м³; время контакта воды с озоно -воздушной смесью - 30...45 минут.**
- **Электрохимическая интенсификация стадии озонирования ускоряет процессы :**
- **увеличения прозрачности и снижения цветности - в 5...6 раз;**
- **химической деструкции органических соединений - в 1,5...2,4 раза;**
- **снижает: необходимое время контакта фаз с 30...45 до 10...15 минут и требуемую дозу озона - с 20...25 до 12...16 мг/м³.**
- **При длительной эксплуатации электроконтактного реактора озонирования (до 500 часов) наблюдается постепенное понижение эффекта электрохимического воздействия на процесс разложения органических соединений – необходима механическая очистка электродов.**

Интенсификация окислительных процессов при озонировании

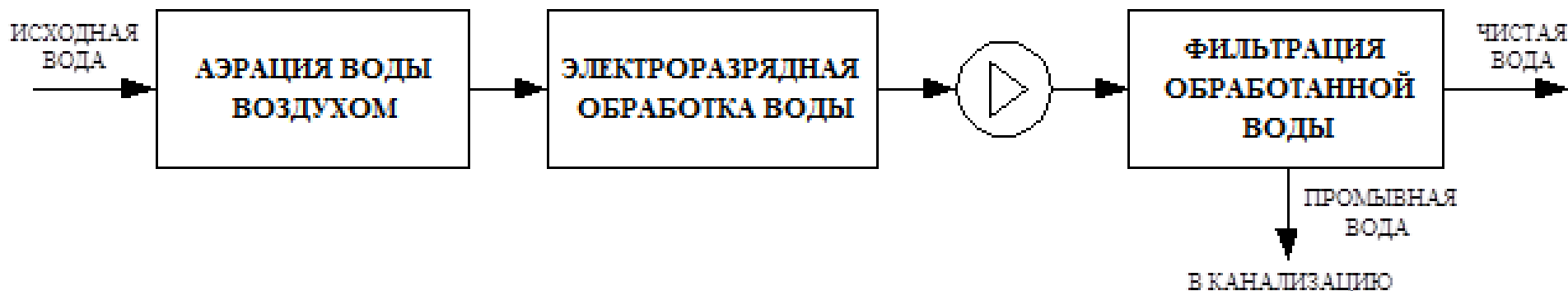


В электроконтактном реакторе



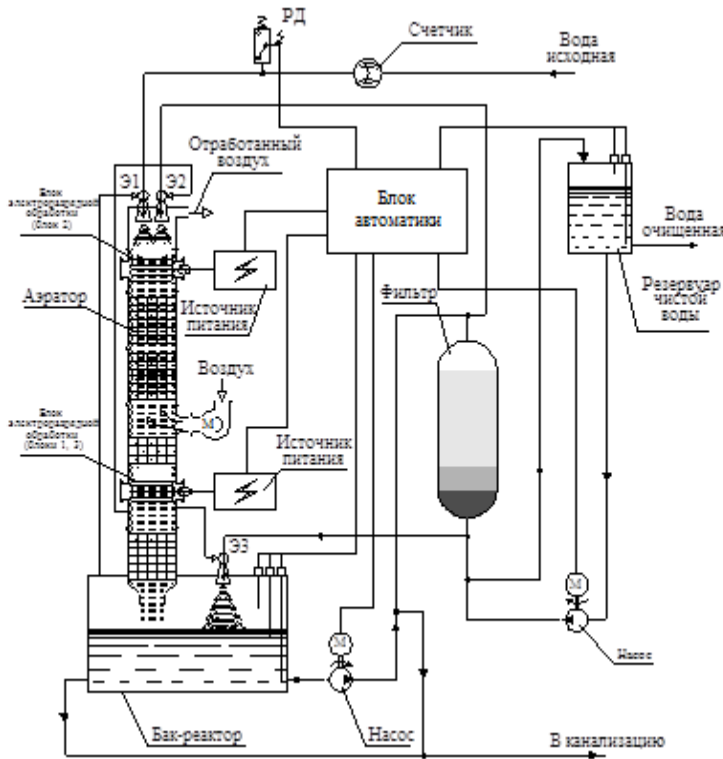
В фотокаталитическом реакторе

2. Процесс электро-импульсной коагуляции и кавитации.



Технологический процесс является экологически чистым и включает аэрацию, электроимпульсную обработку воды и фильтрацию, при этом электроимпульсная обработка воды основана на совместном действии природных окислителей (озон, радикалы ОН, атомарный кислород и т.д.) и УФ-излучения, генерируемых в водовоздушном потоке, а также на процессах электроимпульсной коагуляции и кавитации. Предлагаемая электроимпульсная технология обработки воды реализована в водоочистном комплексе.

Типовая технологическая схема электроимпульсной установки

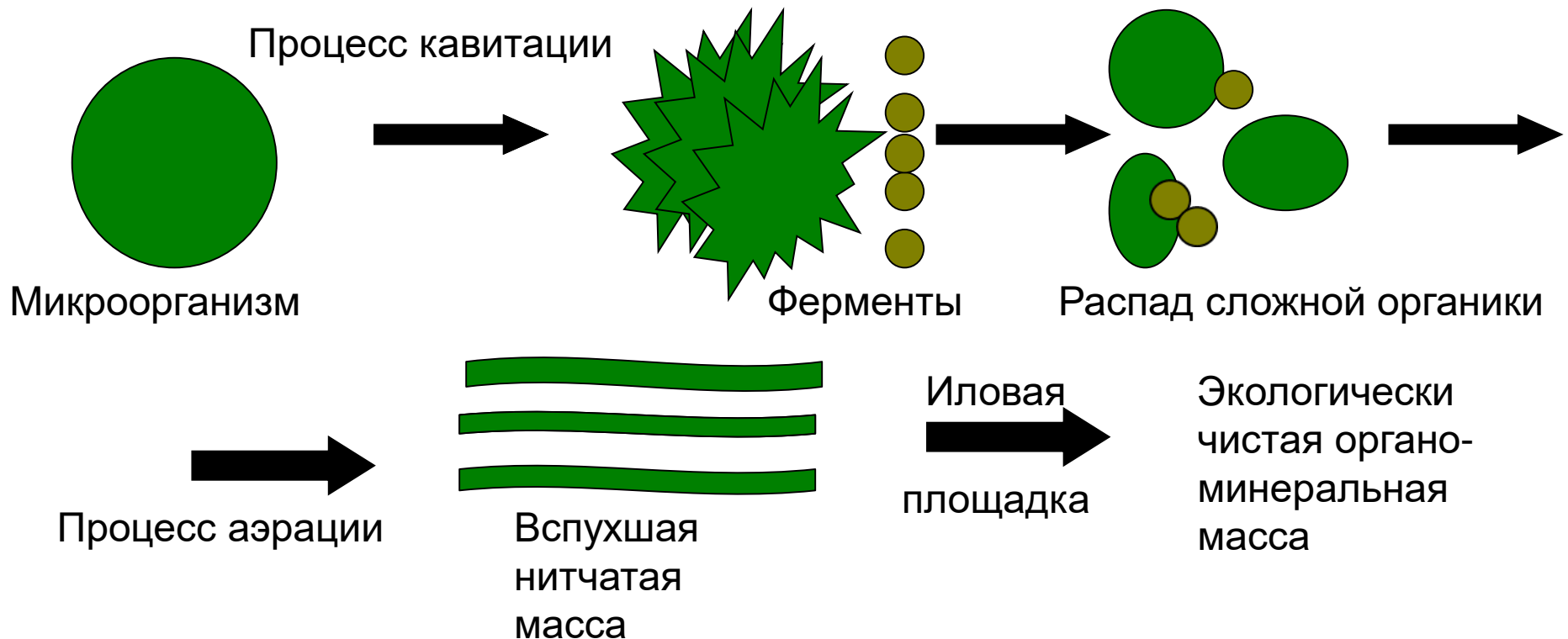


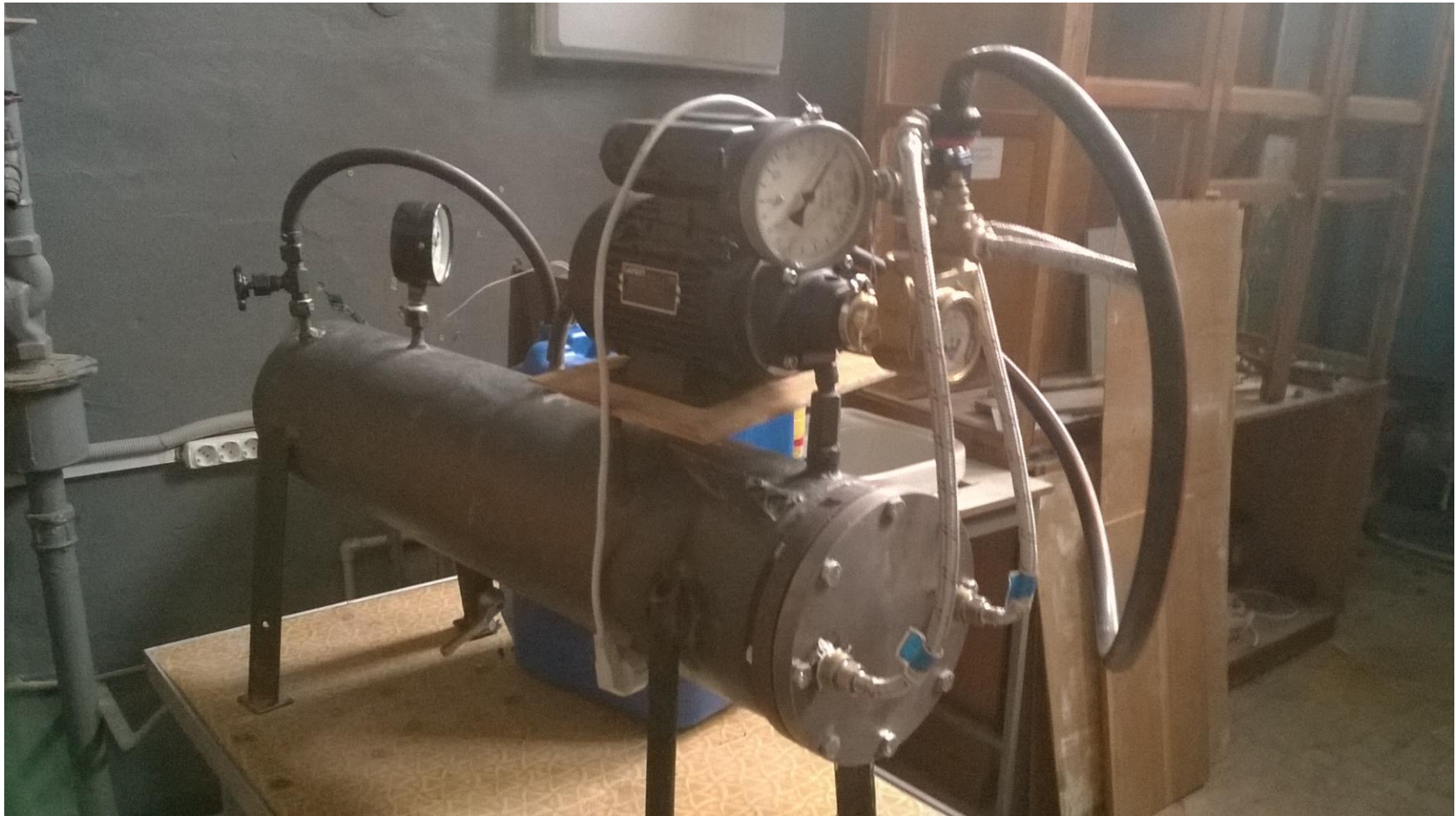
Основными узлами этой установки являются:

- колонна(ы) в комплекте с устройством электроразрядной обработки воды и источниками питания;
- бак-реактор;
- перекачивающие насосы и насос для промывки фильтра;
- фильтры; блок автоматики с необходимыми датчиками и приборами;
- трубопроводы, арматура, соединительные и коммутационные элементы.

3. Кавитационно - ферментационная очистка СТОЧНЫХ ВОД

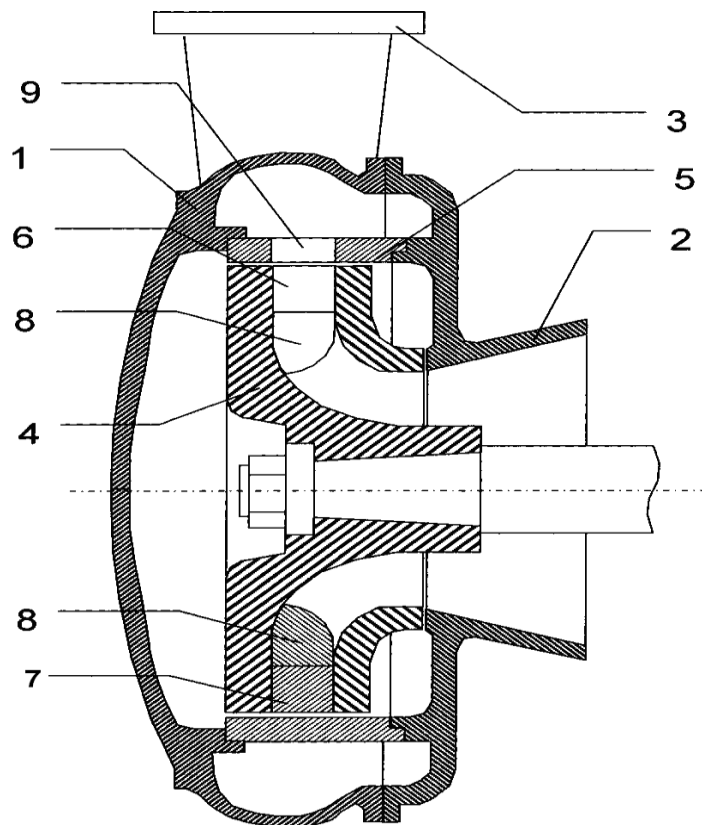
Распад сложной органики под воздействием ферментов







Кавитационно – ферментная или физико – биологическая технология очистки сточных вод на практике ускоряет процессы переработки загрязнений в сточных



Устройство аппарата КаГУД-1:

где: 1-корпус; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 – ротор; 5 – статор;
6 – резонаторные камеры; 7 - сужающийся канал резонатора прямоугольного сечения;
8 – лопатки; 9 - отверстия прямоугольного сечения в статоре

Достоинства кавитационно - ферментационной деструкции при очистке сточных вод и переработке отработанного ила

- 1.Отсутствие неприятных запахов.
- 2.Размещение очистных сооружений в непосредственной близости от жилой зоны.
- 3.Отпадает необходимость строить дорогостоящие коллекторы.
- 4.Размещение всей очистки в едином компактном здании.
- 5.Уменьшение площади,
- 6. Решение важной экологической проблемы: утилизации сырого осадка и избытка активного ила.
- 7. Полная автоматизация технологических процессов, что сводит к минимуму влияние человеческого фактора.
- 8. Отсутствие реагентов.
- 9. Получение на выходе техногенного гумуса - продукта, востребованного рынком.
- 10. Уменьшение срока окупаемости инвестиций с 15-20 лет до 5 лет.

4. Ультразвуковая очистка сточных вод

- Мощный ультразвук уникальное экологически чистое средство стимуляции физико-химических процессов. Ультразвуковые колебания частотой 20 000 - 60 000 Герц и интенсивностью свыше 0,1 Вт./кв.см. могут вызывать необратимые изменения в среде распространения. Это предопределяет возможности практического использования мощного ультразвука во многих областях промышленности, в том числе, на стадии предварительной очистки сточных вод.

Ультразвуковое оборудование

- Ультразвуковые генераторы мощностью 0,1 – 10 кВт, частотой 20 - 40 кГц,
- Магнитострикционные преобразователи мощностью 1,0 и 4,0 кВт.
- Пьезокерамические преобразователи мощностью 0,1- 2,0 кВт.
- Волноводные системы (в том числе, с развитой излучающей поверхностью), обеспечивающие введение колебаний в газы, жидкости (в том числе, агрессивные и высокотемпературные - до 10000 С) и твердые тела и гетерогенные системы.
- Ультразвуковая контрольно-измерительная аппаратура - гидрофоны, приборы для измерения амплитуды колебаний, оценки уровня развития кавитации в жидкостях.
- Блоки, обеспечивающие стыковку ультразвукового оборудования с технологическими процессами.
-

4.1. Очистка воды в накопительных бассейнах и отстойниках

- Обеззараживание воды в бассейне без химии - уничтожение и предотвращение образования патогенных микроорганизмов, в т.ч. кишечной палочки;
- Борьба с сине-зелеными и нитчатыми водорослями;
- Борьба с зеленой водой в бассейне;
- Обеззараживание воды без химии;
- Предотвращение цветения воды в бассейне;
- Удаление бактериального налета на стенках и на дне бассейна;
- Удаление неприятного запаха в бассейне;
- Щадящая кожу биологическая очистка воды в плавательном бассейне;

4.2.Обеззараживание воды в технологических резервуарах и накопителях

- Чистка и предохранение внутреннего контура труб от кальциевых отложений и ржавчины;
- Подготовка оборотной воды для вторичного использования
- Обеззараживание воды в резервуарах, колодцах;
- Очистка сточных вод для вторичного использования;
- Повышение эффективности работы септика;
- Уничтожение широкого спектра бактерий, вирусов;
- Уничтожение яиц гельминтов и цист простейших;
- Борьба с крысами, кротами, мышами;
- Удаление накипи в бойлерах и котлах и трубопроводах;
- .

5. Электрофлотокоагуляция

- При электрофлотокоагуляции в обрабатываемой воде протекает одновременно несколько процессов: электролиз, коагуляция , сорбция и флотация. .
- Сочетание в себе нескольких процессов обеспечивает высокую степень очистки и извлечения СПАМ из различного рода сточных вод
- Эффект очистки сточных вод составил 95% по СПАВ, 72% - по взвешенным веществам, 60% -поХПК,43% по БПК .
- (Работы продолжаются)

6. Электро-химическая активация

Униполярная электрохимическая активация используется :

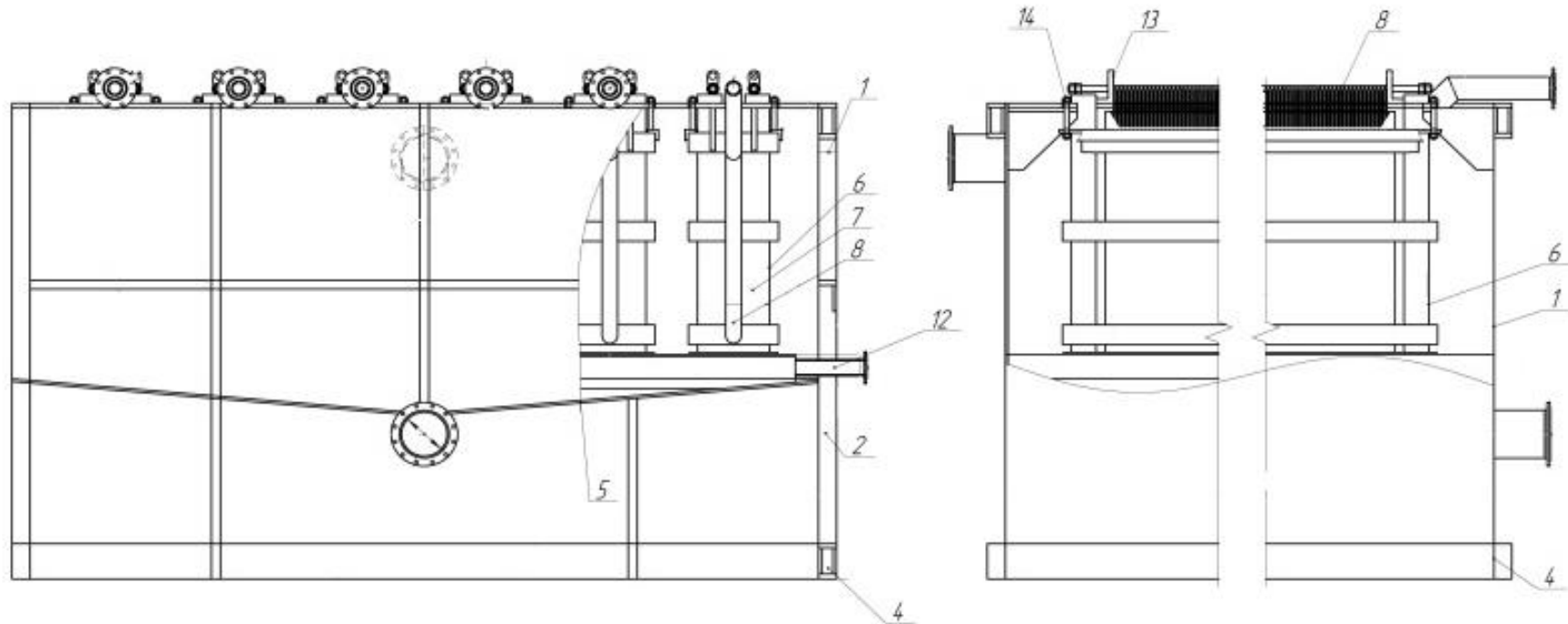
- для снижения солесодержания в сточных водах и водах оборотных циклов промышленных предприятий,
- для обеззараживания сточных вод,
- для предотвращения отложений на ионообменных смолах,
- в мембранной технологии для защиты ультра фильтрационных мембранах перед стадией обратного осмоса.



- Содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в процессе электроактивации воды уменьшается в 10 раз
- содержание сухого остатка – на 28-30%;
- концентрация сульфат - ионов уменьшается на 73-75%; бикарбонат-ионов - на 67-69%,, концентрация железа и тяжелых металлов - на 67 -72%;
- органических соединений - на 58 - 65%,
- микроорганизмов - на 89-94%
- . -Расход электроэнергии на деминерализацию и очистку воды составляют 6-12 кВт · ч / м³.

Величины pH и Eh влияют на различные физико - химические и биохимические процессы, которые происходят при удалении из воды составляющих, загрязняющих ее. Так в процессе окисления, восстановления, диссоциации или комплексообразования регулированием pH и Eh можно изменить потенциал, направление и скорость химических реакций, окислительно - восстановительную активность веществ в растворе, прочность комплексных соединений, при биохимической очистке воды - тормозить жизнедеятельность бактерий, изменять каталитическую активность ферментов микробной клетки.

†

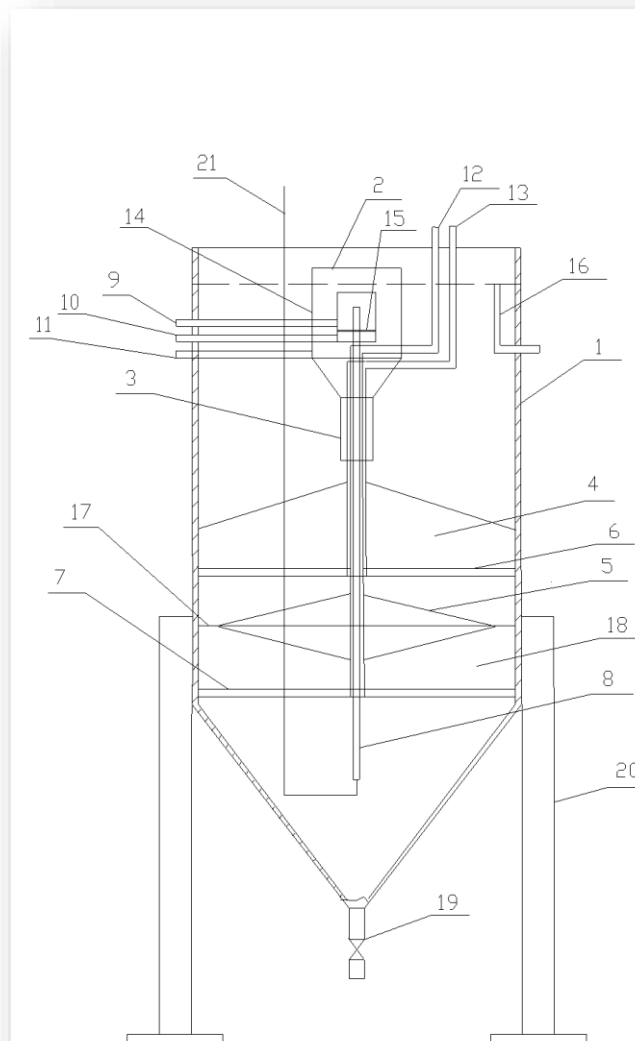


- 1 - корпус; 2- опора; 3 – ребра жесткости; 4 – рама опорная;
 5 – поддон электролизера; 6 – ячейка электролизера;
 7 - корпус ячейки(катод); 8 – электрод центральный(анод);
 9 – газорозраспределительная система; 10 – колектор катодних
 газов; 11- колектор анодных газов; 12 – колектор анолита;
 13 - 14 підведення електроенергії



7. Интенсификация процессов в фильтре непрерывного действия

- 1-корпус,
- 2- узел отмывки
- 3 - фотореактор,
- 3-лабиринтный канал,
- 4-верхний рабочий слой сорбента,
- 5-шлюз, 6-рабочий коллектор,
- 7-реагентный коллектор,
- 8-центральная коаксиальная трубка, 9,10,11- дренажные патрубки,
- 12,13-входные патрубки,
- 14- дренажный стакан,
- 15- сетка дренажного стакана,
- 16- сливной патрубков,
- 17-кольцевой зазор,
- 18-нижний слой сорбента,
- 19-сливной вентиль, 20-опоры,
- 21-трубопровод подачи озонированного воздуха





Статистические данные сравнения эффективности по результатам работы промышленных установок различных методов очистки

Методы очистки воды	Бактерии	Вирусы	Микробн. токсины	Фенолы	Хлор. орган. вещ-ва	Прочие орган. вещ-ва	Ионы тяж. мет.	Избыток мин. солей	Сумма баллов
Микрофильтрация	3	2	2	2	2	2	2	2	17
УФ-облучение	4	4	2	2	2	2	2	2	20
Электродиализ	3	2	2	2	2	2	2	5	20
Ультрафильтрация	5	4	2	2	2	2	2	2	21
Ионный обмен	2	2	2	2	2	2	5	5	22
Коагуляция	3	2	3	3	3	3	4	2	23
Серебрение	5	5	3	2	2	2	2	2	23
Иодирование	5	5	3	3	2	2	2	2	24
Кипячение	5	5	4	2	2	2	2	2	24
Хлорирование	5	5	3	3	2	3	2	2	25
Сорбция	3	3	3	4	4	4	3	2	26
Электролиз (без диафрагмы)	5	5	4	4	3	3	2	2	28
Озонирование	5	5	3	4	4	4	2	2	29
Электроактивация	5	5	5	5	5	5	3	3	36

Благодарю за внимание

