

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Г.В. Лепеш¹, А.С.Панасюк², А.С. Чурилин³

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

Предлагается, на фоне стандартных решений, новый подход согласований фаз разнородных материалов с новыми свойствами простым механическим совмещением при нормальных условиях. Рассмотрена увязка проблем очистки сточных вод предприятий с решением задач экономики и экологии. Следует выделить такие аспекты проблемы как: мониторинг вредных компонентов, экономичность методов обработки вод и разработку новых методов производства эффективных сорбентов и реагентов.

Ключевые слова. Проблема очистки сточных вод, сервисные предприятия, экология, мониторинг вредных компонентов, эффективные сорбенты и реагенты, безотходность, рациональная утилизация.

MODERN METHODS OF SEWAGE TREATMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

G.V. Lepesh, A.S.Panasyuk, A.S. Churilin

*St. -Petersburg state university of economics (SPbGEU),
191023, St. Petersburg, street Sadovaya, 21*

It is proposed, on the background of standard solutions, a new approach approvals phase of heterogeneous materials with new properties of simple mechanical combination under normal conditions. Relationship of the problems of waste water companies purification with the decision of problems of economy and ecology was considered. It should be mentioned such aspects as: monitoring of harmful components, economical methods of water treatment and the development of new methods for the production of effective sorbents and reagents.

Keywords: The problem of wastewater treatment, service of the enterprise, ecology, monitoring of harmful components, effective sorbents and reagents, wastereduction, rational utilization.

Введение

С позиций экологии, безопасности жизнедеятельности научный и технический прогресс при активизации влияния человека на природу приводит к обострению и ухудшению экологической обстановки в России [1]. При этом, истощаются природные ресурсы, загрязняется природная сфера. Обостряется экономическая и политическая борьба за территории. Как следствие – нарушаются сырьевые рынки, ухудшается качество жизни. Отсюда – актуальна ориентация экологической политики государства, законодательства, научных аспектов экологического права на обеспечение экологической безопасности населения, на охрану природных сред и более рачительное использования сырьевых ресурсов страны. Актуальна и другая сторона проблемы – материального возмещение в той или иной форме вреда, причиненного природе и здоровью людей. Безусловно, всё это должно осуществляться в комплексе

с экономическими, политическими, нравственно-воспитательными и образовательными мерами со стороны российского государства на уровне законодательных основ [1,2].

Россия, обладающая огромными территориями, по сравнению со многими другими странами, относится, к сожалению, к странам с плохой экологической обстановкой. Загрязнение природной среды достигло невиданных за последние годы масштабов и продолжает ухудшаться. Так, убытки экономического характера, принимая во внимание вред экологического характера и здоровью людей, по подсчетам специалистов, ежегодно составляют в России сумму, равную почти половине её национального годового дохода. Так, более 30 тыс. предприятий на сегодня являются активными и агрессивными загрязнителями окружающей среды. Конечно, речь идёт о воздухе, недрах, сточных водах, в итоге о подорванном здоровье граждан страны.

¹Лепеш Григорий Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения, СПбГЭУ, тел.: +7 921 751 2829, e-mail: gregoryl@yandex.ru;

²Панасюк Андрей Сергеевич – аспирант кафедры Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения, СПбГЭУ, тел.: +7 981 860 9114, e-mail: dollar9210@gmail.com;

³Чурилин Александр Сергеевич – доцент кафедры «Менеджмент таможенного и страхового сервиса» СПбГЭУ, тел. +7 911 328-63-24, e-mail: drozdov_gd@mail.ru.

Критерии и методический подход к оценке методов очистки сточных вод

При оценке качества воды существует несколько критериев. На первом месте стоит фактор нормирования, включающие лимиты на изъятие воды из источников, лимиты на сброс сточных вод и предельных масс загрязнений по каждому ингредиенту [3]. Далее водопользование подразумевает три основных вида [4]:

- 1) гигиенические требования к питьевой воде;
- 2) к качеству воды культурно бытового назначения;
- 3) к водам рыбохозяйственных целей.

С переходом России к рынку принципиально изменились отношения к экологии и сырьевым ресурсам, к технической политике, совершенствованию методов и средств очистки сточных вод с целью извлечения из них полезных элементов и рациональной утилизации отходов. Однако по-прежнему актуальной осталось проблема приоритетной защиты отечественных «ноу-хау», особенно в вопросах экологии, усугубляющая тяжелую социальную среду. Таким образом, появляется необходимость разработки критериев и методов минимизации затрат при сохранении природных источников и очистке сточных вод. Есть необходимость рассчитать социально-экономическую эффективность, если речь идёт о внедрении безотходных технологий, связанных с экологией, что улучшает социальную обстановку и престиж страны на мировом уровне.

Рассмотрим некоторые моменты увязки этих проблем с решением задач экономики и экологии. Следует выделить такие аспекты проблемы как: мониторинг вредных компонентов, экономичность методов обработки вод и разработку новых методов производства эффективных сорбентов и реагентов. Отдельной статьёй стоит безотходность процессов.

В индустриально развитых странах существуют те же проблемы, которые часто ре-

шаются методами рациональной утилизации. Чаще всего опыт этих стран для нас неприемлем из-за технической неподготовленности наших предприятий. Специфика России состоит в нестабильности переходного периода, отсутствии возможностей эффективно вкладывать инвестиции в нетрадиционные отрасли производства.

Актуальность проблемы обостряется и тем, что в России, как нигде в мире, накоплено большое количество невостребованных сыпучих, волокнистых, пленочных, масляных отходов текстильной, легкой промышленности, транспорта, смежных отраслей и стройиндустрии, которые используются нерационально (сжигаются, свозятся на свалку), загрязняют водную среду в зоне действия предприятий и вокруг индустриальных центров.

На практике используются сорбенты и различные методы очистки вод по четырём группам дисперсности:

I – взвеси с размером частиц более 10^{-1} мкм, эмульсии и суспензии создающие мутность воды, включая микроорганизмы и планктон;

II – коллоидные растворы с размерами частиц $10^{-1} - 10^{-2}$ мкм, высокомолекулярные соединения, обуславливающие окисляемость и цветность воды, вирусы;

III – молекулярно-растворённые вещества с размерами частиц $10^{-2} - 10^{-3}$ мкм, газы, органика, придающая воде запахи и привкус;

IV – вещества, диссоциирующие на ионы с размерами частиц менее 10^{-3} мкм, соли, кислоты, основания.

Таким образом, необходимо исследовать весь комплекс: потенциальные возможности разработки методов и производства сорбентов и методов очистки сточных вод (табл. 1), методы мониторинга и оценки социально-экономической эффективности с учетом минимизации затрат на все виды переработки.

Таблица 1 – Методы очистки сточных вод

Очистка от суспензий и эмульсий	Очистка от растворённых примесей	Очистка от органики и газов	Уничтожение или утилизация
Механическая очистка, отстаивание, флотация, фильтрование, осветление, центробежные методы, коагуляция, флокуляция, электрометоды и др.	Дистилляция, ионный обмен, обратный осмос, ультрафильтрация, Замораживание, реагентные методы, электрометоды и др.	Регенерация, отдувка, деструктивные методы экстракция, биометоды, озонирование, хлорирование, нагрев, реагентные методы, электроокисление и др.	Устранение, закачка в скважины, термоуничтожение и переработка в брикеты, закачка в глубины моря, захоронение в почву и пр.

Один из аспектов гипотезы переработки отходов в сорбенты, использование основ термодинамической теории при модификации реологических субстанций (путем механической и термодинамической деструкции и регенерации) и при трансформации фаз сырьевых материалов. Это может быть реализовано при переработке отходов в базовые компоненты, из которых могут быть получены новые композиты с заданными свойствами.

Речь идет о создании новой теории согласований фаз разнородных материалов с новыми свойствами простым механическим совмещением при нормальных условиях. Таким образом, можно получать принципиально новые сорбенты, используя промежуточные фазы или балластные материалы. В литературе нет сведений о прямом использовании отходов отвержденных коллоидных субстанций или раз-

жиженных твердых примесей для производства связующих или сорбентов. Важно отметить, что необходимым условием реализации концепции является исключение, с целью создания предельно безопасных для здоровья технологий, использования вредных химических процессов и реактивов. Использование методов переработки на принципе механического смешивания разнодисперсных и разнофазных компонентов позволяет существенно изменить подход к методике проектирования оборудования переработки отходов в потребительские товары. Физико-механический подход к переработке сточных вод позволит успешно использовать области молекулярной физики, термодинамики, технологии конструкционных материалов и позволяет создать научные основы проектирования технологии (рис.1).



Рисунок 1 – Алгоритм реализации

Методы очистки делятся на механические, химические, физико-химические, термические и биологические. Возможно комбинированное их использование. Применение методов в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью их вредности.

Эффективно применение способа электрохимической очистки стоков [5], содержащие стоки металлов, кислот и щелочей, которые позволяют одновременно с очисткой извлекать и использовать основную массу ценных продуктов и металлов. Электрохимическая обработка является разновидностью физико-химического метода, когда процесс электрохимической очистки сточных вод происходит под действием электрического тока. Эти методы отличаются многостадийностью и относительной сложностью происходящих в аппаратах водоочистки физико-химических явлений. Ме-

ханизм и скорость протекания отдельных стадий зависят от многих факторов, выявление влияния и правильный учет которых необходимы для оптимального конструирования электролизеров и рационального ведения процессов очистки воды.

Основываясь на законах физической химии, электрохимии и химической технологии, электрохимические методы очистки промышленных сточных вод можно разделить на три основные группы: методы превращения, методы разделения и комбинированные методы.

Методы превращения обеспечивают изменение физико-химических и фазово-дисперсных характеристик загрязнений сточных вод с целью их обезвреживания и быстрого извлечения из стоков. Превращение примесей может проходить ряд последовательных ста-

дий, начиная с электронного уровня взаимодействия растворимых соединений и заканчивая изменением каких-либо электроповерхностных и объемных характеристик грубодисперсных веществ, содержащихся в сточных водах.

Методы разделения предназначены для концентрирования примесей в локальном объеме раствора без существенного изменения фазово-дисперсных или физико-химических свойств извлекаемых из сточных вод веществ. Разделение примесей и воды происходит в основном за счет флотации электрогенерируемыми пузырьками газов или силового воздействия электрического поля, обеспечивающего транспорт заряженных частиц в воде.

К комбинированным методам электрохимической очистки сточных вод относятся методы, которые предполагают совмещение одного или нескольких методов превращения и разделения загрязнений стоков в одном аппарате.

Электрофлотация заключается в насыщении очищаемой воды микропузырьками водорода и кислорода, образующимися при ее электролизе под действием постоянного электрического тока. Кислород окисляет находящиеся в воде нефтепродукты, образуя более простые соединения, а пузырьки водорода, обладая большой подъемной силой, увлекают за собой на поверхность воды частицы нефтепродуктов и скоагулированных взвешенных веществ.

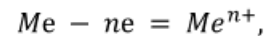
Электрокоагуляция (гальванокоагуляция) – устаревшие технологически методы, которые до настоящего времени используются на машиностроительных и металлообрабатывающих предприятиях для очистки сточных вод гальванического производства (в основном для очистки хромсодержащих сточных вод от ионов хрома Cr^{6+}). В данных методах по электрохимическому механизму растворяют железо, и образовавшиеся ионы Fe^{2+} восстанавливают шестивалентный хром Cr^{6+} до трехвалентного Cr^{3+} с последующим образованием гидроксида хрома. Различие электрокоагуляции и гальванокоагуляции заключается в способе растворения железа. В *электрокоагуляционном методе* железо растворяется электрохимически при наложении на стальные аноды потенциала от внешнего источника питания. В *гальванокоагуляционном методе* железо растворяется гальванохимически за счет разности потенциалов, возникающей при контакте железа с медью или коксом. Следовательно, оба метода различаются движущей силой процесса растворения металлического железа, что и определяет их технологические различия.

Электролиз растворов солей с растворимым анодом сводится к окислению материала анода (его растворению) и сопровождается переносом металла с анода на катод. Это свойство широко используется при рафинировании (очистке) металлов от загрязнений.

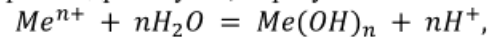
Если материал анода имеет потенциал более отрицательный, чем потенциал окисления гидроксид-ионов до свободного кислорода, то происходит растворение анода и эта разновидность электролиза называется *электролизом* с растворимым анодом.

При электрохимической обработке используются растворимые и нерастворимые электроды. В качестве растворимых, например, используют алюминиевые, железные и другие электроды, ионы которых, выходя в раствор при электролизе, обладают хорошими свойствами коагуляции.

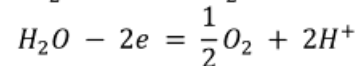
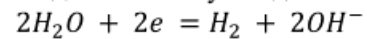
На растворимых электродах происходит ионизация металла с переходом в раствор его ионов



которые гидролизуются, образуют:



то есть, гидроксиды металлов являющиеся хорошими коагулянтами загрязнений и адсорбентами для уже коагулированных частиц. При электролизе происходит разложение воды с подщелачиванием обрабатываемой жидкости у катода и с подкислением у анода:



При прохождении жидкости между электродами под воздействием электрического поля происходит нейтрализация заряда загрязняющих частиц с последующей их коагуляцией. Одновременно пузырьки газа, который образовался при электролизе, осуществляют флотацию загрязнений. Процессы, происходящие при электрохимической очистке на установке с алюминиевыми электродами, представлены на рис.2.

В качестве нерастворимых анодов используют материалы с большими положительными восстановительными потенциалами (**Pt, Au, C**) или металлы с высокими значениями анодной поляризации (**Ta, Ti, Fe** в щелочной среде и др.). В практике очистки воды и водных стоков применяются нерастворимые электроды из графита, магнетита – МТА, металл-оксидный анод – МОА, платинатитановый анод – ПТА, оксидно-рутенийтитановый анод – ОРТА, аноды из пиррографита или стеклоуглерода и пр.

Нерастворимые электроды, кроме процесса электрохимической флотации загрязнений, при $pH = 8,9$ дают процесс электрохимической деструкции загрязнений на катоде и на аноде. Тогда обеззараживание сточных вод происходит ионами гипохлорита, которые об-

разуются на аноде. Это имеет место при наличии в сточных водах хлоридов или при появлении при электрохимических процессах перекиси водорода и озона.

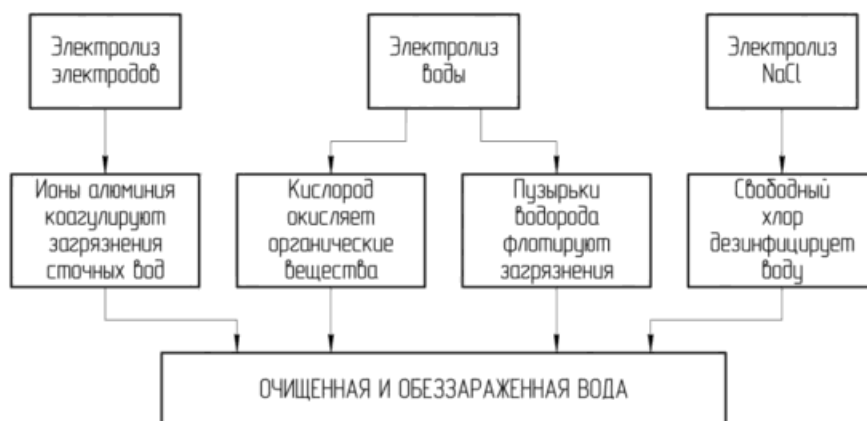


Рисунок 2 – Примерная схема технологического процесса электрохимической обработки сточных вод на установках ЭОС

Электрореагентная очистка водных растворов и коллоидных смесей

Электрореагентная очистка питьевой воды сочетает традиционную реагентную очистку питьевой воды путем последовательной дозации кислой РС1 и щелочной РС2 смесей в очищаемую воду с электрообработкой ее

в электрохимических реакторах. Современная технология электрореагентной очистки воды [6] и реализована в установках, включающих две последовательные стадии электрообработки с промежуточным удалением осадков между ними [7]. Принципиальная схема установки [7] представлена на рис. 3.

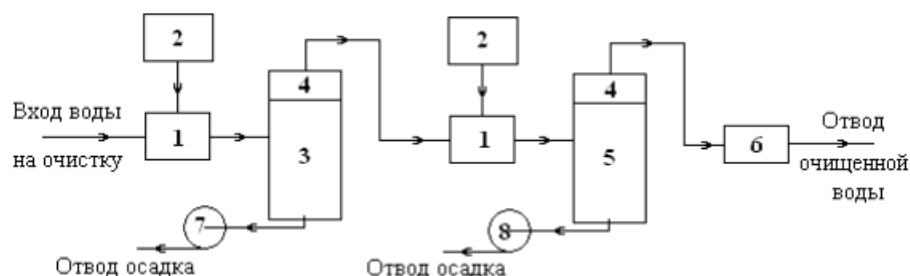


Рисунок 3 – Принципиальная схема установки электрореагентной очистки воды: 1 – смеситель; 2 – дозатор реагентов; 3 – электрореагентный реактор, 4 – насос; 5 – отстойник-дозреватель; 6 – стерилизатор; 7, 8 – насосы отвода осадка.

Первой операцией обработки воды является смешение воды с реагентной смесью. Введение дозированного количества реагентов в обрабатываемую воду производится с помощью струйного насоса-дозатора. В результате операции в воду поступают структурообразующие вещества, устанавливается необходимое значение водородного показателя (pH) воды и производится ингибирование микроорганизмов.

Электрообработка проводится в двухсекционном электрохимическом реакторе [8], где вода рециркулирует под действием осевого насоса. На стадии электрообработки вода подвергается действию постоянного и импульсного электрического тока. Обработка обеспечивает структурирование и выделение в осадок взвешенных веществ и примесей тяжелых металлов, окислительную деструкцию токсичных веществ, органических загрязнений, хлорпроизводных, СПАВ, и микроорганизмов. Процесс

электрообработки основан на реакциях электрокаталитического окисления, гидроксильирования и поликонденсации с сопутствующим синтезом нерастворимых комплексных солей, структурированных в крупнодисперсные коллоидные ассоциаты, пригодные для отделения отстаиванием и фильтрованием.

Осадки, выделяемые из воды при очистке и кондиции соответствуют классу токсичности лучше Класс 5 (пригодны для отсыпки в грунт), а также пригодны для сброса в хозяйственную канализацию или для вывоза на свалки бытовых отходов.

После электрообработки вода поступает в реактор щелочного титрования и далее в отстойник-дозреватель, где завершаются процессы коагуляции и структурирования и происходит отделение основной массы крупнодисперсного осадка.

В качестве реагентных смесей используются водные растворы: PC1 – $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и PC2 – $\text{NaOH} (80\%) + \text{Ca}(\text{OH})_2 (20\%)$, формирующие соответственно кислую и щелочную среды в реакторе и титраторе соответственно.

Не выпавшие в отстойнике частицы структурированных водных ассоциатов улавливаются фильтрами. Осадок, уловленный фильтрами, в процессе регенерации фильтров сбрасывается вместе с осадками из отстойников. Отделенный от воды осадок периодически откачивается из донной части отстойника или с фильтрующих элементов на обезвоживание и утилизацию. Фильтрат (очищенная вода) подвергается обеззараживанию пергидратом хлора и путем облучения бактерицидными лампами в закрытой полости над зеркалом воды и отводится в систему канализации или водоприемник.

Распространённые прикладные методы очистки сточных вод

Самые используемые в настоящее время методы очистки сточных вод от крупнодисперсных агентов является процесс фильтрации стоков через пористые материалы или сетки с нужным пространственным рейтингом фильтрации – очистка сточных вод с использованием указанных процессов важна, если необходимо использование оборотной воды внутри предприятия

Принципиальная схема узла механической очистки сточных вод представлена на рис. 4.

Получили распространение аэротенки-отстойники различными системами аэрации. Их можно отнести ко второму поколению био-

химических реакторов для очистки концентрированных сточных вод, поскольку в них имеются элементы для задержки сопутствующей биомассы. Среди реакторов-отстойников нет принципиальных различий, важно, чтобы система аэрации соответствовала требуемому уровню обеспечения процесса кислородом и отсутствовали застойные явления.

Критериями для аэраторов различных типов, размеров и различных реакторов являются значения пределов (a – коэфф. аэрации)

$$0,4 < a < 0,95 \text{ и } 0,11 < 0 < 0,7.$$

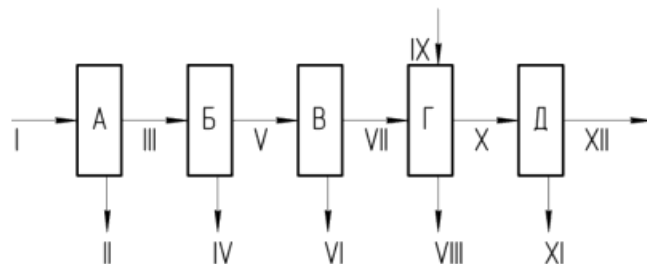


Рисунок 4 – Многоступенчатая схема: А – решетка, Б – песколовка, В – горизонтальный отстойник, Г – осветлитель, Д – пресс-фильтр; I – сточная вода от производства; II – шлам, осевший на решётке; III – вода на дальнейшую очистку; IV – осадок песколовки; V – вода на доочистку в отстойник; VI – шлам отстойника; VII – вода в фильтр; VIII – шлам осветлителя; IX – сточные воды от производства катализатора гидрокрекинга в качестве коагулянта; X – вода на фильтр; XI – осадок фильтра; XII – вода на дальнейшую доочистку.

Применения анаэробных процессов очистки к концентрированным стокам промышленных предприятий обусловлено способностью сообществ микроорганизмов продуцировать энергетическое сырье – биогаз, снижая концентрацию субстратов до уровня, приемлемого для последующего этапа.

К другим достоинствам анаэробной обработки можно отнести образование осадков, представляющих собой ценное органическое удобрение, или потенциальное сырье для получения протеина, биологически активных веществ и сопутствующих материалов народного потребления.

В соответствии с законом Аррениуса скорость процессов ферментации возрастает с увеличением температуры вплоть до $60\text{ }^\circ\text{C}$ – максимальной для практической реализации метанового брожения, а при температуре $35\text{ }^\circ\text{C}$ скорость газовыделения вдвое выше, чем при $26\text{ }^\circ\text{C}$ поэтому в реакторах непрерывного действия глубина сбраживания зависит от времени пребывания жидкости и степени задержки рециркуляции.

Применяют также реакторы с восходящим потоком – Upflowreactors, в которых перемешивание осуществляется подаваемым снизу вверх потоком циркулирующей культуральной жидкости, при этом скорость осаждения частиц должна быть больше скорости восходящего потока смеси.

На рис. 5 даётся полная принципиальная схема системы анаэробной очистки с применением биогаза для подогрева сбрасываемой жидкости, состоящей из смеси отходов разных предприятий. Более эффективны анаэробные реакторы с наклонными перегородками, рис. 6

Таблица 2 – Показатели работы анаэробных реакторов при переработке стоков различных производств

Сточная вода	Температура, °С	Нагрузка по органическому веществу, кг/(м ³ сут)	Глубина очистки, %
Переработки окислов	22	1,92	43 (по БПК)
Производства щелочей	32	3,79	56 (по БПК)
Консервного фосфатов	35	5-7,3	88-91 (по ХПК)
Гидратов	35	-	98 (по БПК)
Хлоридов	32-34	2,4	91 (по БПК)
Общесеховые стоки	35	1,60	90 (по БПК)

Таблица 3 – Влияние концентрации примесей на анаэробный процесс, мг/л

Компонент	Стимуляция	Угнетение	Токсичность
Аммонийный азот	50-200	1,500-,000	3,000
Натрий	100-200	3,500-,500	8.000
Калий	200-400	2,500-,500	12.000
Магний	75-150	1,000-,500	3.000
Кальций	100-200	2,500- ,500	8,000
Медь	100	150-250	300
Цинк	50	150	250
Никель	50	100-300	500
Хром (VI)	-	100	200
Хром (III)	50	100-300	300
Железо (III)	100	150-300	500
Железо (II)	100	300-500	1,000
Цианиды	1	2-4	5
Сульфиды в щелочной среде	-	30	50
Сульфиды в кислой среде	50	100	200
Детергенты	100	150-300	500
Фенол	50	100	150

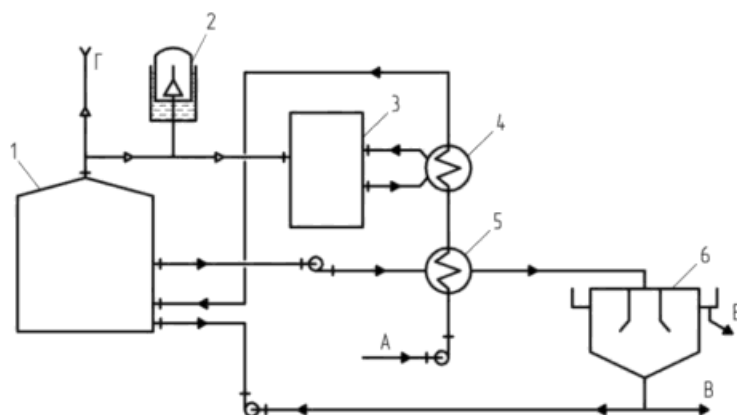


Рисунок 5 – Принципиальная схема системы анаэробной очистки с утилизацией биогаза на подогрев метантенка: 1 – метантенк; 2 – газгольдер; 3 – газовый водонагреватель; 4 – теплообменник вторичного подогрева субстрата; 5 – теплообменник-рекуператор; 6 – отстойник; А – субстрат; Б – сброшенная жидкость; В – избыточный ил; Г – биогаз.

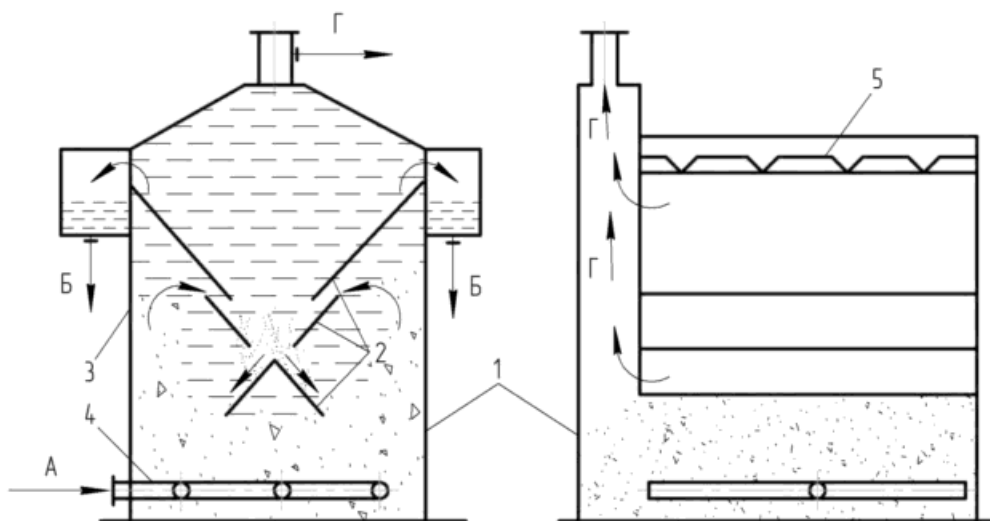


Рисунок 6 – Реактор BioThane: 1 – корпус; 2 – наклонные перегородки; 3 – газовые карманы; 4 – распределительное устройство; 5 – перелив; А – субстрат; Б – сброженная жидкость, Г – биогаз.

В настоящее время анаэробные реакторы с иммобилизованной микрофлорой получают большее распространение, чем аэробные, поскольку в них не нужно организовывать условия для интенсивного массообмена, а в лучших конструкциях аппаратов для анаэробной переработки минимальное время пребывания составляет 6-15 ч при 85 ÷ 90 % очистке, что превышает характеристики аэротенков, используемых для очистки концентрированных стоков предприятий промышленности.

Комбинированные способы очистки сточных вод

До последнего времени в практике очистки хозяйственно-бытовых и промышленных стоков комбинированные системы практически не применялись, но с появлением необ-

ходимости быстро и глубоко очищать высококонцентрированные субстраты возникли схемы, включающие две или три ступени аэротенков современных модификаций.

На рис. 7 показана схема улучшенной конструкции реакторов и отстойников, применения реагентов для обработки осадков предприятий.

Рабочий объем метантенков определяется в зависимости от фактической влажности осадка (или смеси осадка с активным илом) по суточной дозе загрузки по формуле:

$$V = M_{\text{общ}} \cdot m^3 / D,$$

где: $M_{\text{общ}}$ – количество осадка (или смеси осадка с активным илом), поступающего за сутки в метантенк, m^3 ; D – суточная доза загрузки в метантенк.

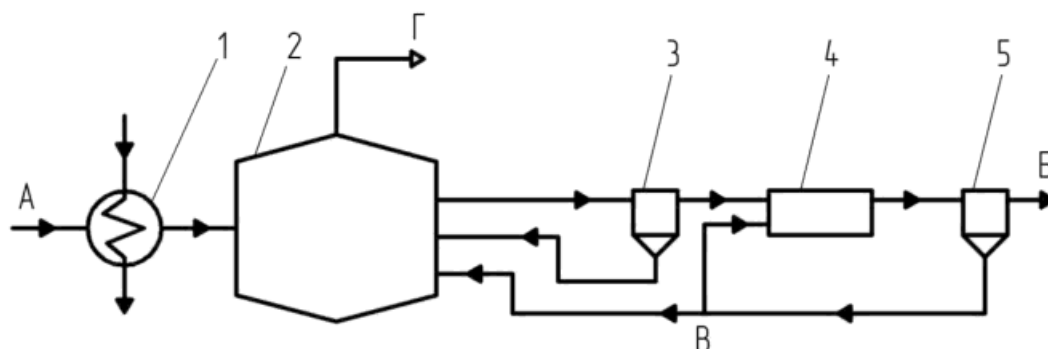


Рисунок 7 – Схема установки АНАМЕТ:

1 – подогреватель субстрата; 2 – метантенк; 3 – отстойник метантенка; 4 – аэротенк; 5 – отстойник аэротенка; А – субстрат; Б – очищенная жидкость; В – аэробный активный ил; Г – биогаз.

Традиционная схема водоподготовки (коагуляция – отстаивание – фильтрация – обеззараживание) уже сейчас не обеспечивает надлежащего уровня удаления загрязняющих

веществ. Справиться с техногенными загрязнениями промышленных стоков окажется возможным только в результате широкомасштабного применения инновационных технологиче-

ских схем. В зарубежных источниках [9 – 11] их называют новыми окислительными технологиями (НОТ) (англ. *Advanced oxidation process, AOP*), к которым относят помимо уже рассмотренных электрохимических (электрореагентных) процессов – гомогенные и гетерогенные фотокаталитические процессы, озонирование, варианты процесса Фентона, ультразвуковую обработку, мокрое окисление, окисление в сверхкритической воде, плазменные процессы, ферратную и персульфатную технологии, использование ионизирующего излучения и микроволновой обработки.

Таблица 4 – **Содержание анионных ПАВ**, на 1 г сухого вещества осадка (СНиП И-32-74)

Исходная концентрация ПАВ в сточной воде, мг/л	5	10	12
Осадок из первичных отстойников	5	С	15
Избыточный активный ил	с	О	13
Исходная концентрация ПАВ в сточной воде, мг/л	20	О	7
Осадок из первичных отстойников	17	25	30
Избыточный активный ил	7	20	24

Новые окислительные технологии очистки воды и сточных вод

Данные технологии обеспечивают деградацию и минерализацию органических соединений в различных условиях в водной среде при взаимодействии с гидроксильными радикалами, озоном, кислородом, пероксидом водорода, ферратами. Основную роль в этих процессах играют гидроксильные радикалы, характеризующиеся величиной стандартного восстановительного потенциала 2,7 В, превосходящей этот показатель для озона (2,07 В) и уступающей только токсичному фтору. Озон, кислород и пероксид водорода могут непосредственно взаимодействовать с органическими соединениями или участвовать в трансформациях, приводящих к образованию гидроксильных радикалов. Высокореакционными промежуточными продуктами подобных трансформаций, помимо гидроксильных радикалов, являются и ряд других кислородных соединений.

Гидроксильные радикалы в водной среде образуются также и в ходе физических процессов воздействия ультрафиолетового облучения, ионизирующего излучения, ультразвуковой, плазменной или микроволновой обработки. Помимо деградации органических соедине-

ний НОТ могут стать альтернативой или дополнением к традиционным процессам обезвреживания (с применением хлора и хлорсодержащих реагентов).

Наиболее перспективными технологиями являются реализующие комбинированные схемы, например состоящие из фотомембранных каталитических установок, а также установок диализа, первапорации или мембранной дистилляции [13].

Критерии качества воды

Известны разные шкалы оценки качества, в частности, питьевой воды, полученной из источников или после очистки сточных вод. Например, при оценке пахучести ил вкуса воды используется бальная система, цветность оценивается в градусах, водородный показатель по критерию рН. Остальные показатели, включая мутность воды, по количеству примесей на литр (мг/л).

Выделим приоритетные загрязнители в основном опасные для здоровья людей. Так, гигиенические требования (ПДС – мг/л) по химическим элементам приведены в таблице 5.

Таблица 5 – **Предельно допустимое содержание веществ** мг/л

Железо	0,3
Сульфаты	500
Хлориды	350
Число микроорганизмов на 1 л	не > 100
Число бактерий кишечной палочки	не > 3
Алюминий	0,5
Мышьяк	0,05
Свинец	0,03
Стронций	7,0
Фтор (по климатическим зонам)	1, 5 – 0,7

В свою очередь для вод культурно-бытового назначения вводятся критерии типа: плавающие примеси, растворённый кислород, взвешенные вещества, количество кишечных палочек при купании, температура, количество возбудителей заболеваний и пр.

Заключение

Эффективная российская государственная экологическая политика и действия на сегодняшний день не могут обойтись без затратных статей направлений, что очевидно. Это даст надежду на обеспечение национального выживания в условиях мирового экологического кризиса. Актуально также выделение ресурсов на случай развития катастрофических со-

бытий по пессимистичному сценарию. Другое направление – выполнение мероприятий по достижению приемлемого уровня изменений ключевых экологических программ, что важно не только для России но и для других стран. Важность задачи формирования государственной экологической политики России предполагает участие в её разработке общественных организаций, в том числе экологических партий, движений общественности, молодёжи. Это может превратиться в одно из необходимых условий сохранения управляемости процессами реанимации природы.

Проведение государственной экологической политики, ее важнейших направлений, следует, вероятно, осуществлять таким образом, чтобы обеспечить формирование позитивного экологического мировоззрения населения, включающего духовное и нравственное воспитание и образование молодёжи. Необходимо также освоение мировых природоохранных стандартов во взаимодействии в системе «природа – человек – общество – природа». Следует также добиться конструктивного сотрудничества общества, государства, граждан в деле охраны здоровья населения и окружающей природной среды.

Необходимо обеспечить внедрение экологически приемлемых технологий, рациональное использование природных ресурсов страны и разработать систему экологического правопорядка. Необходимо превратить эколого-экономические и социальные факторы в неотъемлемый компонент управления экономическим и социальным развитием страны. Также необходимо реализовать неотъемлемое право каждого гражданина на благоприятную и безопасную окружающую среду обитания.

Если речь идёт об инновациях, то один из аспектов новой гипотезы переработки отходов в сорбенты, это использование основ термодинамической теории при модификации реологических субстанций (путем механической и термодинамической деструкции и регенерации) и при трансформации фаз сырьевых материалов. Это может быть реализовано при переработке отходов в базовые компоненты, из которых могут быть получены новые композиты с заданными свойствами.

В итоге, можно отметить, что научных знаний, технологий, людских и природных ресурсов вполне достаточно, чтобы Россия вышла из экологического, технологического и экономического кризиса и реализовала миссию вели-

кой экологической державы. Особенно это важно с позиций освоения, рассмотренных в данной статье, новых эффективных технологий и методов очистки сточных вод коммунальных и промышленных предприятий.

Литература

1. Лепеш Г.В., Саканская-Грицай Е.И. Анализ факторов, обуславливающих технологический процесс очистки воды из природных источников в Ленинградской области. // Техничко-технологические проблемы сервиса. № 1(27), 2014. – с. 56 – 68.
2. Химический состав подземных вод. Сайт: Государственный мониторинг состояния недр. Региональный центр ГМЧН по Северо-Западному Федеральному округу. [Электронный ресурс]. – URL: <http://sevzapnedra.nw.ru/GMCN/system13.htm>, (дата обращения 01.08.2013).
3. Технологии очистки. Сайт водоканал СПб. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/tehnologii_ochistki/ (дата обращения 01.05.2016).
4. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01».
5. Лепеш Г.В., Грицай Е.И., Хотулев В.А. Исследование сущности электрохимического процесса, как технологической составляющей очистки воды.// Техничко-технологические проблемы сервиса. №2(24), 2013 г. С.42– 49.
6. Матвеев А.П. Электрореагентная технология очистки и кондиции водных растворов и коллоидных ассоциатов.// Техничко-технологические проблемы сервиса. № 2(8), 2009. – с. 50 – 54.
7. Установка электрореагентной очистки природной питьевой воды.// Матвеев А.П., Гаврикова А.Е. Патент на полезную модель № 101701 по заявке № 2010131296 от 27 июля 2010 г.
8. Лепеш Г.В., Матвеев А.П., Носов Э.С. Обоснование и разработка агрегатов электрореагентной очистки питьевой воды.// Техничко-технологические проблемы сервиса. -2010. № 1 (11) – с. 64 – 79.
9. Stasinakis A. S. Use of selected advanced oxidation processes (AOPs) for wastewater treatment - A mini review// Global NEST Journal. 2008. 10 (3). 376-385
10. Comninellis C., Kapalka A., Malato S., Parsons S. A., Poulios I., Mantzvinos D. Perspective advanced oxidation processes for water treatment: advances and trends for R&D // Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 2008. 83. 769-776
11. Chong, M. N., Jin, B., Chow, C. W. K., Saint, C. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review // Water Research. 2010. 44. 2997-3027