

УДК 628.3:621.3

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРОТИВОДЕЙСТВИЕМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В.Н. Штепа, А.Б. Шикунец

Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь

Рассмотрено состояние функционирующих в Республике Беларусь очистных сооружений с оценкой способности их противодействовать чрезвычайным ситуациям. Предложено штатно функционирующую систему безопасного водопользования, технологически интегрирующую разные способы обработки многокомпонентных водных растворов (АОРы, коагуляция, флокуляция), использовать в схемах превентивного противодействия чрезвычайным ситуациям с минимизацией антропогенного воздействия на геозокосистемы.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, передовые окислительные технологии, синергетический эффект

Введение

Согласно Указу Президента Республики Беларусь «О мерах по повышению эффективности работы жилищно-коммунального хозяйства», основными показателями эффективности работы водно-канализационного хозяйства (ВКХ) являются: обеспечение соблюдения нормативов государственных социальных стандартов по обслуживанию населения в области ВКХ и повышение качества оказываемых жилищно-коммунальных услуг; снижение затрат при оказании жилищно-коммунальных услуг населению в сопоставимых условиях; снижение потребления топливно-энергетических ресурсов.

Согласно «Водной стратегии Республики Беларусь», требуют решения проблемы очистки промышленных сточных вод, обработки и утилизации их осадков. Ситуация усугубляется тем, что более 80 % проектов очистных сооружений (ОС) разработано по технологиям 1970 – 1980-х гг. ОС значительной части предприятий имеют большой физический износ, требуют реконструкции и перехода на новые более эффективные технологии. При этом согласно основным положениям «Концепции Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года», а именно пункта «7.1 Обеспечение экологически безопасной среды проживания», важным критерием является обеспечение нулевого сброса недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты.

Вместе с тем, на данный момент рассматриваются вопросы экологической безопасности функционирования предприятий, главным образом, в разрезе штатных (обычных) ситуаций [1]. Такой вариант действий не оправдывает себя, поскольку на сырьё и технологические процессы могут воздействовать неизвестные (неучтенные) факторы негативного характера с дальнейшим переносом загрязнителей в геозокосистемы и созданием чрезвычайных ситуаций (ЧС) уже техногенного происхождения.

Цель работы – обоснование схемы и подходов интеграции различных технологий при очистке многокомпонентных водных растворов с противодействием чрезвычайным ситуациям техногенного происхождения.

Результаты исследований

Существующая концепция противодействия чрезвычайным ситуациям, например, на агропредприятиях, не предусматривает превентивного предотвращения антропогенного загрязнения окружающей среды (рисунок 1).

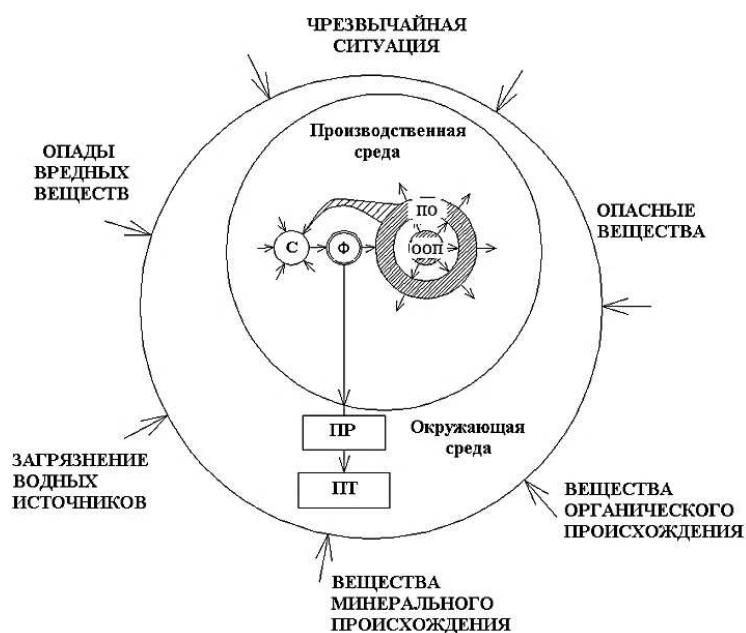


Рисунок 1 – Традиционная схема использования органических веществ в производственном цикле агропредприятий: С – сырьё, Ф – ферма, ПР – продукция, ПТ – потребитель, ООП – органические отходы производства, ПО – переработка отходов

При традиционном подходе к ликвидации последствий природных и техногенных катастроф специализированные технические средства подключают только на время существования последних с целью устранения их прямого действия [2] (рисунок 2).

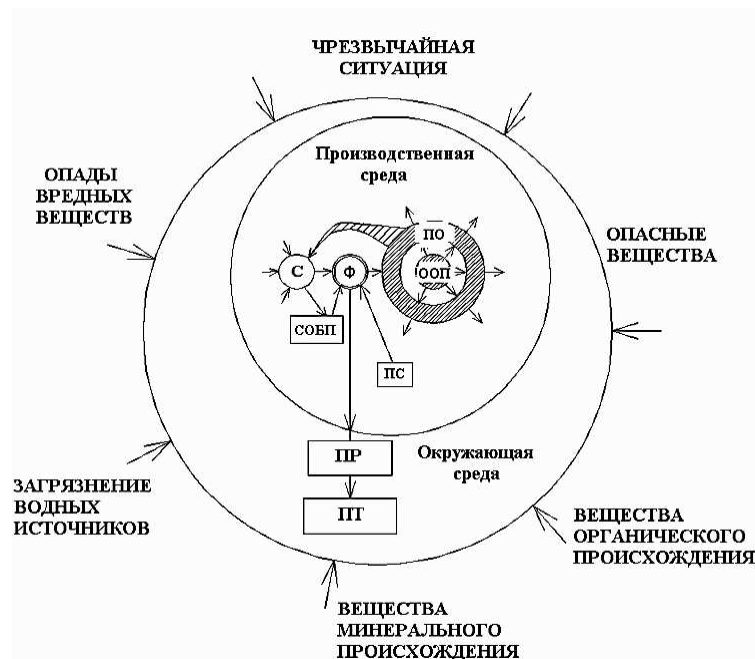


Рисунок 2 – Традиционная схема использования органических веществ в производственном цикле агропредприятий при чрезвычайных ситуациях: СОБП – система обеспечения безопасного производства, ПС – привозное сырьё

В тоже время, в таких ситуациях предприятия ориентируются на привозное сырьё, поскольку собственная сырьевая база может быть загрязнена. Ещё одним недостатком такой схемы (см. рисунок 2) является временной промежуток, который необходим на подключение СОБП, что может привести к безвозвратной остановке некоторых технологических линий и (или) попаданию в окружающую среду вредных веществ, в том числе токсичных, с опасностью возникновения техногенных катастроф.

При этом, например, фактически не существует технологических процессов в производстве пищевой продукции без применения воды (более 80 % объектов подключены к центральному водоснабжению) [3]. Соответственно, в результате таких ЧС возможны залповые сбросы, в том числе высокотоксичных загрязнителей, в водные объекты или в канализационные сети с дальнейшей их транспортировкой на коммунальные очистные сооружения. В подобной ситуации обычный процесс биологической очистки с применением активного ила (АИ) на ОС может демонстрировать низкую эффективность удаления ряда токсических веществ и биогенов, более того сами токсины вызывают гибель ИА. Вместе с тем, среди методов обработки загрязнённых водных растворов отдельным современным и динамично развивающимся направлением выделяются Advanced oxidation process (AOPs) (Stasinakis, 2019), к которым относятся ряд передовых технологических решений: гомогенные и гетерогенные фотокаталитические процессы, озонирование, варианты процесса Фентона, ультразвуковая обработка, плазменные процессы, ферратная и персульфатная технологии, использование ионизирующего излучения и микроволновой обработки.

Отдельно необходимо выделить использование таких сильных окислителей, как ферраты (VI), которые относятся к одному из наиболее мощных существующих окислителей. Благодаря своему действию, они разлагают целый ряд токсичных химических веществ с образованием малотоксичных продуктов, а также благодаря дезинфицирующему действию, вызывают гибель опасных микроорганизмов.

Однако, необходимо отметить, что даже используемые AOPs-технологии являются интеграцией двух и более окислительных процессов. Именно поэтому проблематику очистки сточных вод необходимо рассматривать в комплексе, сочетая различные технологические решения с комбинацией методов очистки для достижения экологической безопасности окружающей среды.

Вместе с тем создание качественных систем очистки возможно только при реализации ряда этапов – невозможно создать промышленную систему только по каталогу оборудования. Такая ситуация вызвана тем, что не бывает двух одинаковых объектов – каждый имеет свою специфику: качество входной воды; параметры технологических процессов, которые используют воду; характеристики оборудования.

Алгоритм создания комбинированных систем очистки имеет следующий вид:

- оценка качества не только воды, но и эффективности её использования в технологических процессах – технологический водный паспорт;
- разработка мероприятий повышения ресурсо- и энергоеффективности водопользования и водоотведения;
- расчёт и проектирование оборудования под конкретного заказчика, с созданием оборудования малой производительности для демонстрации заказчику;
- установка, запуск и наладка.

Из опыта выполняемых работ три первых пункта уменьшают стоимость установки систем очистки (водоподготовки) как минимум на 20–30 % [3].

Вместе с тем системы безопасного водопользования [4] – оборудование нового поколения способны работать в условиях изменения климата (продуктивность: 10 – 30 000 м³/сутки). Характеристики СБВ: способ очистки – объединение ионообменного, электродиализного, электрохимического методов при их гидромеханической интенсификации; потребляемая мощность – затраты электроэнергии на технологические процессы составляют 40–80 % от энергопотребления насосного оборудования на перекачку соответствующего объёма сточных вод; на выходе с установки – вода согласно требований заказчиков и переработанный фильтрат (класс – строительные отходы).

Основные преимущества использования СБВ над аналогами [4]:

1. Безреагентная очистка (расходный материал – низкоуглеродистая металлическая стружка Ст. 3), не используются сменные элементы.
2. В системе (фактически в одном реакторе) одновременно синергетически происходят следующие процессы:
 - “in situ” (по месту) синтезируется перечень мощных окислителей (включая один из самых сильных окислителей – феррат-соединения с потенциалом восстановления выше 2,0 В);
 - “in situ” генерируется коагулянт – гидроксид железа (III);
 - “in situ” выполняется интенсификация действия флокулянтов за счёт ряда факторов, например, подщелачивания воды.
3. СБВ способна в широком диапазоне сглаживать негативное воздействие залповых поступлений загрязнителей, не зависит от долговременных остановок – время на запуск после долговременной остановки не более 4–5 часов.

Кроме того, СБВ может интегрироваться в существующие схемы очистных сооружений (рисунок 3).

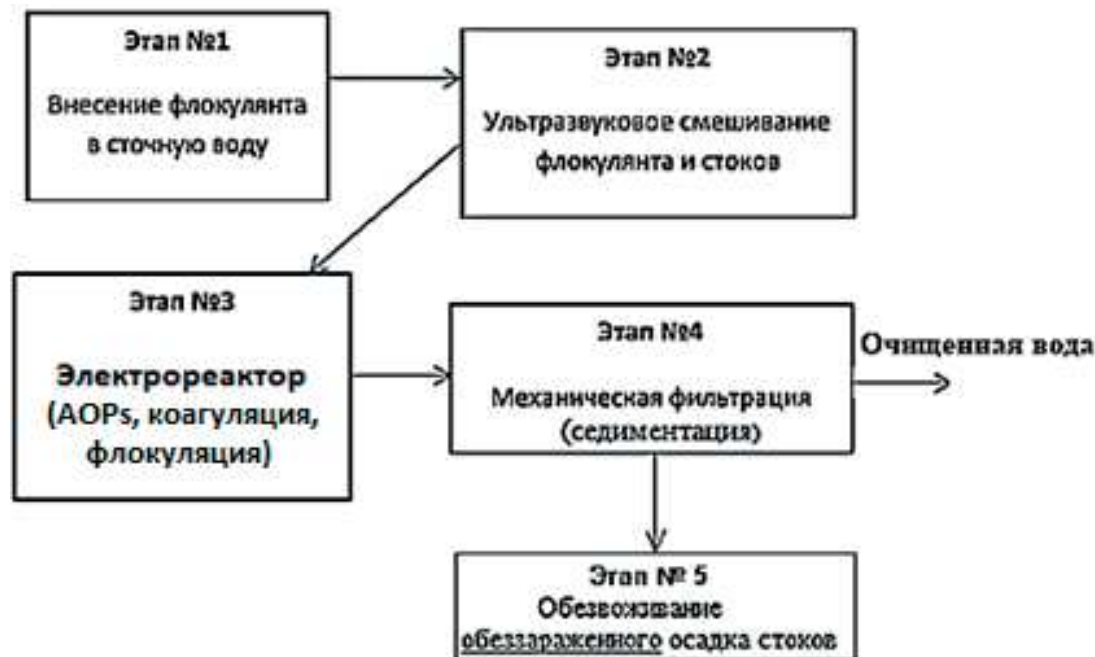


Рисунок 3 – Вариант включения СБВ в существующие схемы очистных сооружений

Вместе с тем, при использовании СБВ в качестве технологического решения для переработки отходов ПО (рисунок 2) можно предложить схему (рисунок 4), которая обеспечивает надёжное и эффективное функционирование технологических узлов в штатном режиме. В случае же непредвиденных (чрезвычайных) ситуаций переключение на штатный режим произойдёт в минимальные временные интервалы.

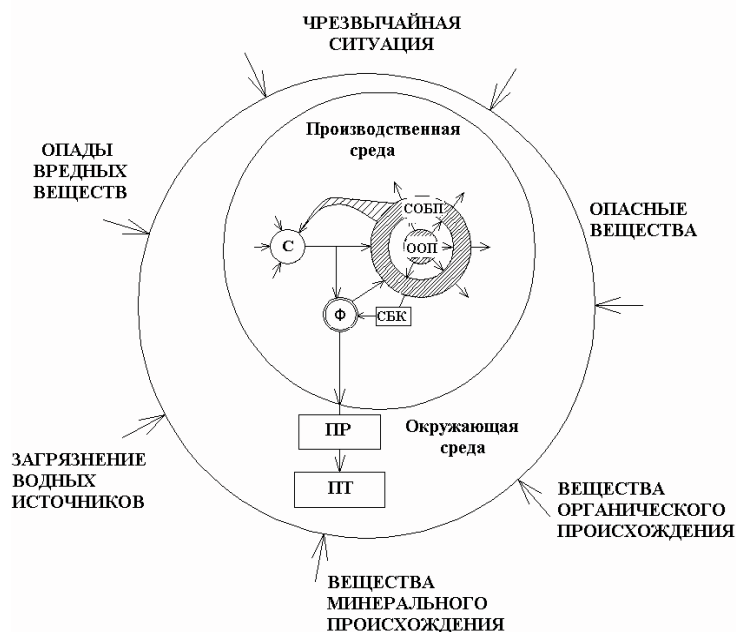


Рисунок 4 – Схема переработки органических веществ в производственном цикле агропредприятий при использовании в штатном режиме технологии СОВП: СБВ – сырьё безопасного качества

Заключение

Основное преимущество предложенной инновационной технологии очистки многокомпонентных водных растворов с противодействием чрезвычайным ситуациям техногенного происхождения над современными аналогами, в том числе зарубежными: обеспечение постоянной готовности предприятия к действию в чрезвычайной ситуации техногенного или природного происхождения. Причем особенность ежедневной работы оборудования СБВ заключается в его лучшей ресурс- и энергоэффективности по сравнению со штатным, не способным противодействовать чрезвычайным ситуациям, что обусловлено синергией процессов (АОР, коагуляция, флокуляция) обработки многокомпонентных водных растворов.

Список использованных источников

1. Мазоренко, Д.І. Інженерна екологія сільськогосподарського виробництва / Д.І. Мазоренко, В.Г. Цапко, Ф.І. Гончаров. – К.: Знання, 2006 – 376 с.
2. Штепа, В.Н. Концепция управления оборудованием водоочистки с учетом доминирующего загрязнителя / В.Н. Штепа, А.П. Левчук // Агропанорама: научно-технический журнал. – 2018. – № 5. – С. 33–38.
3. Штепа, В.М. Обґрунтування та розробка критерію енергоефективності функціонування електротехнологічних систем водопідготовки / В.М. Штепа, Ф.І. Гончаров, М.А. Сироватка // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК: збірник наукових праць. – Київ: НУБіПУ, 2011. – Вип. 161. – С. 187–193.
4. Штепа, В.М. Обґрунтування робочої міри ефективності електротехнологічної водоочистки / В.М. Штепа // Енергетика і автоматика : науковий журнал. – 2018. – № 4. – С. 99–111. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/view/11558>. – Дата обращения: 27.05.2022.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE PURIFICATION OF MULTICOMPONENT WATER SOLUTIONS WITH COUNTERACTION TO EMERGENCY SITUATIONS OF MAN-MADE ORIGIN V.N. SHTEPA, A.B. SHYKUNETS

The state of the treatment facilities operating in the Republic of Belarus is considered with an assessment of the ability of existing system solutions to counteract emergency situations. A regularly functioning system of safe water use, technologically integrating various methods of processing multicomponent aqueous solutions (AOPs, coagulation, flocculation), is proposed to be used in schemes for preventive response to emergency situations with minimization of anthropogenic impact on geoecosystems.