

ИНСТИТУТ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

СБОРНИК ТРУДОВ

В 2-х частях
Часть 2



Минск 2021

<i>Неваторова А.Б.</i> Моделирование управления дождевыми сточными водами и предложения по землеустройству зеленой инфраструктуры селитебных территорий.....	160
<i>Поскробко О.Г.</i> Проблемы нормирования труда в жилищно-коммунальном хозяйстве Республики Беларусь.....	167
<i>Савич В.В., Тарйкович А.М., Голодок Р.П.</i> Эффективность использования пористых титановых аэраторов в системах водоочистки и водоподготовки.....	173
<i>Семашко М.Ю., Ковальчук Н.А.</i> Место трудовых ресурсов в условиях цифровой трансформации отрасли жилищно-коммунального хозяйства в Республике Беларусь.....	181
<i>Соловьев В.Н., Плещанков И.Г., Корбут В.И.</i> О работе отопительных котельных и ТЭЦ на загрязненном радиоуклидами биотопливе, торфе и смесях в Гомельской и Могилевской областях.....	187
<i>Тернов Е.В.</i> О методологии функционально-организационного моделирования управления отраслью жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь.....	198
<i>Чезлова О.Е., Лицкевич А.Н., Гулькович М.В.</i> Санитарное состояние осадка сточных вод Брестского мусороперерабатывающего завода и оптимизация процессов обеззараживания при производстве удобрения.....	207
<i>Штепа В.Н., Алексеевский Д.Г., Заец Н.А.</i> Методическое обеспечение управления экологической безопасностью локальных систем очистки сточных вод.....	215
<i>Ющенко В.Д., Велюго Е.С., Качина В.А., Репкевич Е.И.</i> Окисление аммонийного азота в подземной воде аэрацией и предварительном дозированием гипохлорита-натрия.....	222
Алфавитный указатель.....	227

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В.Н. Штена¹, декан инженерного факультета, д.т.н., доцент.

Д.Г. Алексеевский², профессор, д.т.н., доцент.

Н.А. Заец³, профессор, д.т.н., доцент

¹Учреждение образования «Полесский государственный университет», Пинск, Беларусь,

²Запорожский национальный университет, Запорожье, Украина.

³Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

Обоснована необходимость использования методов непрямой оценки технологической информации функционирования локальных очистных сооружений. Представлен метод перекрестного влияния разных способов водоочистки, который целесообразно использовать для поддержки экологической безопасности очистных сооружений даже в условиях действия чрезвычайных ситуаций. Указаны аспекты практического внедрения концепции доминирующего динамического загрязнителя, как алгоритмического инструментария удаления загрязнителей из стоков. Сформулированы подходы комплексного применения методов перекрестного влияния разных способов водоочистки и доминирующего динамического загрязнителя на локальных очистных сооружениях.

Введение

В результате постоянных изменений условий измерения (их выхода за проектно-установлены рабочие пределы) происходит системное непредвиденное колебание качества определения показателей сточных вод [1]. Такая ситуация прежде всего вызвана значительным взаимовлиянием параметров стоков и постоянными нелинейными изменениями значений водосброса и функционирования локальных очистных сооружений (далее – ЛОС); при этом процедуры требуют от нескольких десятков минут до нескольких часов, иногда даже суток (биологическое потребление кислорода, Coli-index). Неэффективность и длительность измерений, с точки зрения экологической безопасности окружающей среды, недопустимы – особенно в условиях потенциального действия чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) и, соответственно, возможности залповых увеличений значений концентрации загрязнителей и/или расходов сточных вод. Ситуация осложняется тем, что

отсутствуют или имеют низкие точность и быстродействие современные средства автоматических измерений состава воды [1]. Именно поэтому целесообразно практически реализовывать методическое обеспечение управления экологической безопасностью ЛОС, которое способно эффективно воспринимать решения на основе косвенного анализа информации даже в условиях ЧС, в том числе вызванных изменениями климатических условий.

1. Метод перекрестного влияния разных способов водоочистки

Сточные воды характеризуются разнокомпонентными загрязнителями, поэтому для оценки влияния ЧС в виде потенциальных залповых сбросов прием в качестве загрязнителей:

- взвешенные в воде частицы (содержатся в стоках многих предприятий);
- азот аммонийный (легкая, перерабатывающая, химическая промышленности);
- фосфор (стоки пищевой промышленности);
- шестивалентный хром и цинк (легкая промышленность, гальванопроизводство).

Согласно классическим подходом [2], если принять, что сточные воды содержат такой перечень загрязнителей, общая структура ЛОС может включать перечень водоочистительного оборудования, через которое растворы будут протекать последовательно (рисунок 1).

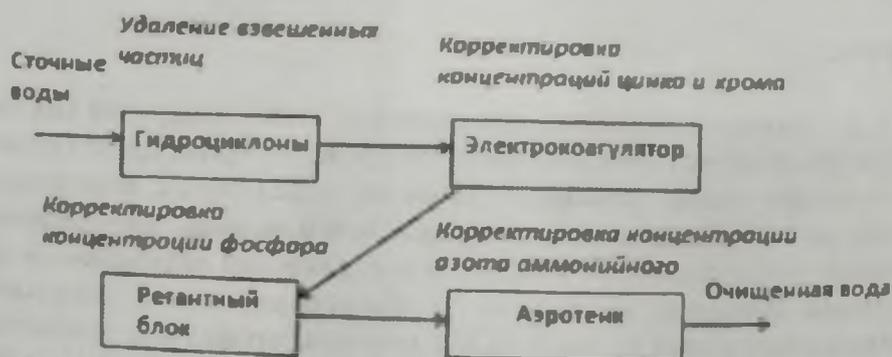


Рисунок 1 – Вариант структурной схемы использования комбинированных способов очистки сточных вод

Для удаления каждого из загрязнителей в предварительно известных пределах их значений (взвешенные частицы, азот аммонийный, фосфор, цинк и хром) рассчитываются свои количественные показатели работы оборудования согласно соответствующих данных нормативных

документов [2]. В зависимости от таких расчётов настраиваются модули управления водоочистных систем и закладываются пределы их технологической адаптации, если такая функция предусмотрена проектным решением.

Соответственно, в случае возникновения ЧС (например, превышение концентраций загрязнителей в сточной воде над теми, которые принимались в расчётах согласно требований нормативных документов), например, по параметру «концентрация цинка» (рисунок 1), электрокоагулятор устанавливают на максимальное значение силы тока, но значения предельно-допустимых концентраций (далее – ПДК) в стоках достигнута не будет. То есть границы функционирования оборудования, на основе проектных решений, по определенным видам загрязнителей ограничивается работой только определенного аппарата или установки. Фактически в нормативных документах не учитывается реальный технологический запас (потенциал) созданного оборудования по удалению загрязнителей, на обработку которых оно не проектировалось, не оценивается потенциальная возможность расширения границ использования именно систем водоочистки, тем более в условиях действия ЧС, в том числе вызванных новыми климатическими условиями.

Однако, комбинация различных способов обязательна при очистке стоков промышленных объектов, то есть фактически, хоть это и не учитывается в нормативной базе, происходит неуправляемое наложение действия различного оборудования на одни и те же загрязнители [3]. Соответственно, обосновано утверждать, что «комплексный учёт влияния различных способов водоочистки на одни и те же загрязнители позволит уменьшить ресурсозатраты на такие процессы при повышении эффективности противодействия ЧС».

Для оптимизации работы систем, с целью расширения границ их использования в условиях действия ЧС, было синтезировано соответствующее программное обеспечение.

Ключевыми задачами в ходе практической реализации такого метода являются:

- наличие (разработка) средств, которые бы обеспечили исследования режимов функционирования систем водоочистки в режиме реального времени;

- установление ограничительного критерия, который бы учитывал затратные механизмы процессов водоочистки.

Используя метод перекрестных влияний и созданное программное обеспечение, выполнено попарное агрегирование предлагаемых в ДБН В.2.5-75: 2013 «Канализация, наружные сети и сооружения. Основные положения проектирования» способов водоочистки для доведения до

ЦДК показателей качества стоков, указанных в Приказе № 316 Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины. Установлены их предварительные действия на одни и те же загрязнители для дальнейшего применения при техническом регулировании ЛОС (таблица 1).

Таблица 1 – Степени потенциального агрегирования базовых методов водоочистки на метода их перекрестного влияния

Критерии качества сточных вод		Очистные сооружения, указанные в разделе 10 ДБН В.2.5-75: 20133	
		Сооружения для осветления сточных вод	Физико-химическая очистка сточных вод
		Степень потенциального агрегирования	
Показатели качества стоков согласно Приказа № 316 Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины 15 января 2018 г. за N 56/31508	рН (6,5 – 9,0)	50–60 %	
	Биологическое потребление кислорода (БПК) – не более 350 мгО ₂ /л	40–45 %	
	Химическое потребление кислорода (ХПК) – до 500 мг О ₂ /л	30–35 %	
	Взвешенные частицы – до 300 мг/л	40–50 %	
	Азот общий – до 50 мг/л	35–45 %	
	Фосфор общий – до 5 мг/л	45–55 %	

2. Метод доминирующего динамического загрязнителя

На этапе очистки стоков реальных предприятий и модельных растворов возникла гипотеза: «для удаления одних загрязнителей необходимо сначала устранить другие загрязнители, которые сдерживают устранения первых» [1–3].

Например, при очистке стоков мясоперерабатывающего комбината, включающих как органические (жиры), так и неорганические (фосфор, хлориды) отходы, было качественно установлено, что сточные воды сначала необходимо очистить от органических составляющих, а только потом устранять неорганические загрязнители. В противном случае будет уменьшаться эффективность или вообще останавливаться процессы очистки от фосфора и хлоридов.

Ситуация осложняется тем, что состав стоков может нелинейно и нестационарно изменяться) – возникает необходимость изменения приоритета по очередности удаления загрязнителей в режиме реального времени.

Учитывая всё вышесказанное приходим к выводу, что для теоретического обоснования построения эффективного оборудования рационально предложить использование понятия и метода доминирующего динамического загрязнителя (далее – ДДЗ) – загрязнитель многокомпонентных сточных вод, который в данный момент времени при фактическом составе стоков необходимо в первую очередь удалить (нормировать).

Оценка эффективности водоочистки за вторичным доминирующим загрязнителем (например, для мясокомбинатов такой загрязнитель – взвешенные частицы) продемонстрировала, что при использовании комбинированных комплексов, достигается его удаление, при устранении базового ДДЗ, минимум на 50–95 % (в случае взвешенных частиц на 95 %) [3].

Проведение же очистки не с её ориентацией на первоочередное устранение ДДЗ (рисунок 2), а на действие на другие загрязнители, продемонстрировали значительное ухудшение технико-экономических показателей работы оборудования на 30–90 %.

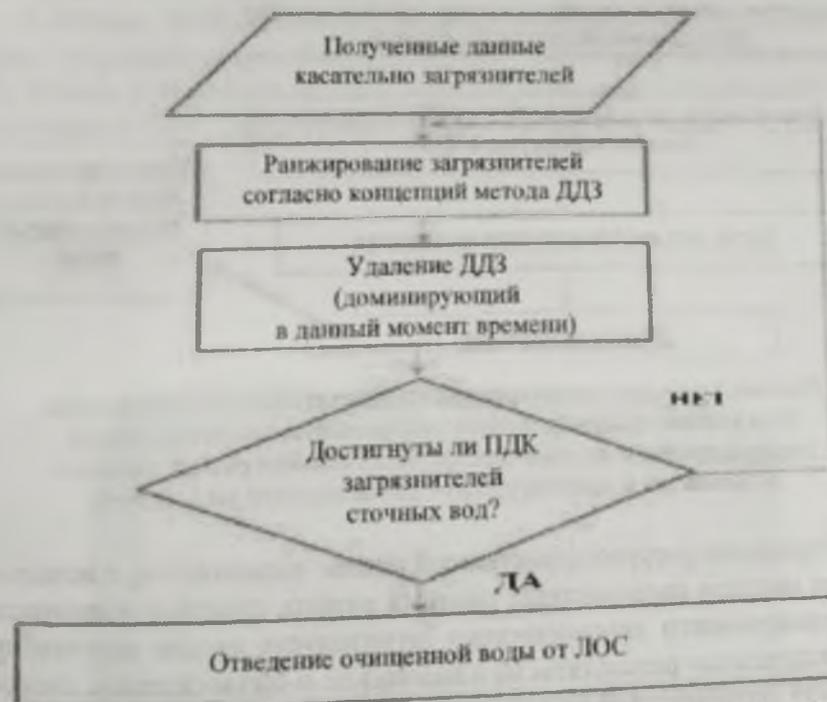


Рисунок 2 – Блок-схема реализации метода доминирующего динамического загрязнителя очистки многокомпонентных сточных вод

3. Комплексное использование методов перекрестного влияния разных способов водоочистки и доминирующего влияния загрязнителя при управлении экологической безопасностью ЛОС на основе использования электротехнологий

Относительно оборудования, которое использует электроэнергию для непосредственного воздействия на загрязнители сточных вод (или через влияние на них электрогенерируемых продуктов), то для его настройки комплексно используются зависимости указанные в нормативных документах и/или полученные имитационным путем при выполнении эколого-энергетических требований минимизации ресурсозатрат (рисунок 3).

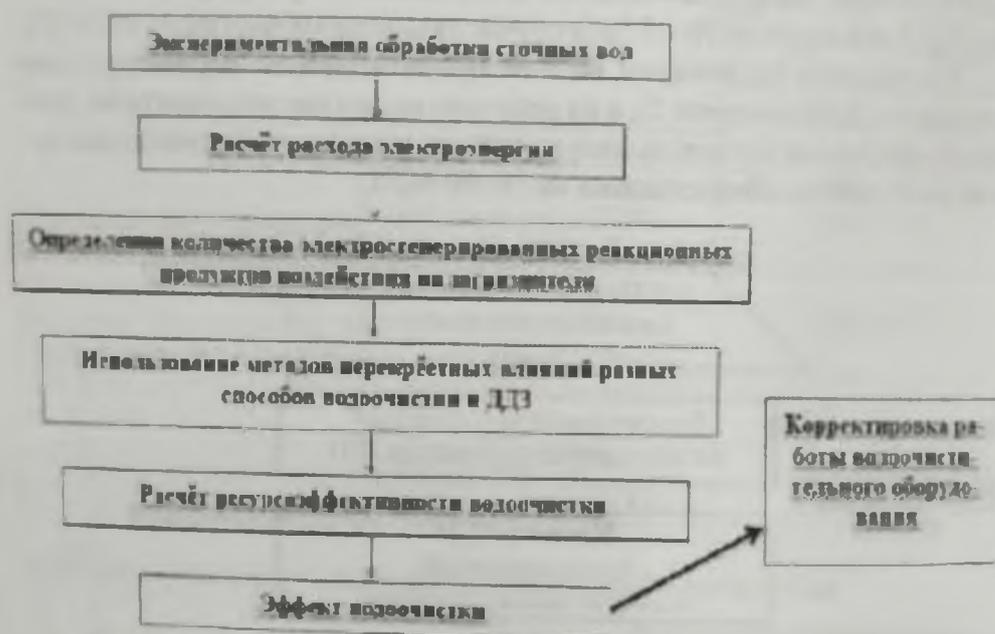


Рисунок 3 – Структура настройки водоочистительного оборудования (при условии прямом действии электроэнергии на загрязнители) с использованием методов перекрестных влияний разных способов водоочистки и доминирующего динамического загрязнителя

Определив ресурсоэффективный режим водоочистки, с использованием методов перекрестных влияний разных способов водоочистки и доминирующего динамического загрязнителя можно масштабировать полученные результаты на химические и биологические способы удаления загрязнителей из водных растворов применяя методы трансформации видов энергий.

Заключение

Метод перекрестных влияний и созданное программное обеспечение продемонстрировали потенциал попарного генерирования разных способов водоочистки в диапазоне 30–60 %.

Проведение очистки сточных вод не с её ориентацией на первоочередное устранение ДДЗ, а на действие на другие загрязнители, продемонстрировало значительное ухудшение технико-экономических показателей работы оборудования на 30–90 %.

Список литературы

1. Штепа, В.Н. Энергетические критерии производственного внедрения экологически безопасных технологий (канал управления – очистка сточных вод (водоподготовка) / В.Н. Штепа // Инновации в сельском хозяйстве. – 2014. – № 4 (9) – С. 167–171.

2. Штепа, В.Н. Экспериментально-аналитические исследования комбинированных систем водоочистки / В.Н. Штепа // Агропанорама. – 2015. – № 6 (112). – С. 31–37.

3. Штепа, В.Н. Концептуальные основы энергоэффективной системы управления комбинированными системами водоочистки / В.Н. Штепа // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2016. – № 5. – С. 479–487.