

УДК 67.03; 67.08

БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

© А.В. Козачек, Ю.В. Зеленева, Т.В. Скопинцева,
А.Г. Синельников, К.А. Конькова, М.И. Михайлин

Ключевые слова: человек; здоровье; фосфаты; биологическая очистка; проблемы.

В настоящее время очистка сточной воды от фосфатов является важной, т. к. фосфаты присутствуют практически во всех бытовых химических веществах, и по сетям канализации попадают в водоемы. Рассмотрено влияние фосфатов на здоровье человека и окружающую среду. При биологическом удалении фосфора из воды может возникнуть и такая проблема, как выделение фосфора из ила раньше, чем ил будет удален из реактора. Следовательно, наиболее важным условием является малый возраст ила. При этом из отечественных разработок мы предлагаем дополнить датскую схему стадией коагуляции, когда перед биологической очисткой добавляется в сточную воду коагулянт, например, оксихлорид алюминия или сульфат алюминия, и полиакриламид.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время очистка сточной воды от фосфатов является важной, т. к. фосфаты присутствуют практически во всех бытовых химических веществах и по сетям канализации попадают в водоемы. Фосфатные соединения делают воду мягче и улучшают ее моющие свойства, поэтому и большинство моющих средств содержат фосфаты. Фосфаты экономически выгодны и позволяют получить приличные доходы производителям бытовых средств. Но в свою очередь фосфаты оказывают вредное влияние как на человека, так и на окружающую среду.

Есть определенные нормы содержания фосфатов в питьевой воде и в воде для рыбного хозяйства. На сегодняшний день количество фосфатов и в том, и другом случае превышает допустимые значения. Для питьевой воды нормальные показатели наличия фосфатов – это 3,5 мг/л. Различные соединения по-разному могут влиять на организм человека. Так, например, переизбыток фосфата натрия может восприниматься как слабительное, переизбыток фосфата калия приводит к нарушению микрофлоры кишечника. Для водоемов рыбного промысла норма содержания фосфатов значительно ниже 0,2 мг/л. Это обусловлено тем, что фосфаты являются очень хорошими удобрениями для водорослей, которые поглощают кислород, необходимый для рыбы, раков и других обитателей водоемов. Однако при этом фактически разрушается нормальная биологическая цепочка, что уже должно быть тревожным сигналом для нас. Вы сами, наверное, уже увидели это в реальной жизни, большинство водоемов просто превращаются в цветущее болото. Представьте себе количество фосфатов, которое мы ежедневно сливаем в нашу канализацию, ведь это действительно проблема.

Еще в 60-е гг. XX в. в СССР проводились исследования по влиянию синтетических моющих средств (СМС) на окружающую среду и человеческий организм. Результаты исследований советских специалистов совпали с результатами их европейских коллег.

Однако в европейских странах либо ограничили допустимое содержание вредных веществ в порошках, либо запретили их вообще, а в СССР тревожные факты не всегда были открыты для общества и специалистов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Ученые установили, что основная причина негативного влияния чистящих средств на здоровье людей – содержание в их составе соединений фосфора (фосфатов), нарушающих кислотно-щелочной баланс клеток кожи, который отвечает за защиту. От этого прежде всего появляются дерматологические заболевания. Кроме воздействия на кожу, фосфаты влияют и на работу организма в целом, т. к. через кожу они проникают в кровь и изменяют в ней процентное содержание гемоглобина, меняют плотность сыворотки крови, содержание белка. Из-за этого нарушаются функции почек, печени, скелетных мышц, что приводит в свою очередь к тяжелым отравлениям, нарушению обменных процессов и обострению хронических заболеваний.

Научно установлено, что основной механизм воздействия соединений фосфора – взаимодействие их с липидно-белковыми мембранами и проникновение через них в различные структурные элементы клетки, вызывая тем самым тонкие, глубокие изменения в биохимических и биофизических процессах.

Наличие фосфатных добавок в порошках усиливает токсические свойства поверхностно-активных веществ (ПАВ) для вспенивания и смывания жира. Фосфаты создают условия для более интенсивного проникновения ПАВ через кожу, где они также всасываются в кровь и распространяются по организму. Это приводит к изменению физико-химических свойств крови и нарушению иммунитета. ПАВ также могут накапливаться в органах. К примеру, в мозге оседает 1,9 % общего количества ПАВ, попавших на незащищенную кожу, в печени – 0,6 % и т. д. Они действуют как яды: в легких вызывают гиперемии, эмфизему, в печени повреждают функцию клеток, что приводит к увеличению холесте-

рина и усиливает явления атеросклероза в сосудах сердца и мозга, нарушают передачу нервных импульсов в центральной и периферической нервной системах.

Таким образом, можно сказать, что проблема влияния фосфатов на водоемы и здоровье человека существует. Поэтому вопрос очистки сточных вод от фосфатсодержащих соединений актуален, т. к. от эффективности очистки воды зависит количество попадающих в водоем соединений фосфора.

Проблема очистки сточных вод от фосфатсодержащих соединений включает следующие вопросы:

- моральное и физическое устаревание прежних способов;
- возрастающую степень направленности промышленного развития предприятия на экономические показатели, а не на утилизацию отходов.

В связи с этим активно применяется способ биологической очистки сточных вод, достоинствами которого являются:

- дешевизна;
- высокая продуктивность;
- перспективность.

Биологический метод предполагает выращивание специальных фосфоаккумулирующих организмов (ФАО) с их последующим отделением. Процесс требует строительства больших специальных аэротенков и флотаторов для отделения ФАО.

Общая схема процесса биологической очистки, реализующаяся в России, представлена на рис. 1.

Уравнение массового баланса по фосфору для данной схемы представляется подобным образом:

$$\begin{aligned} \text{Вещество на входе} &= \text{Вещество на выходе} + \\ &+ \text{Структурный фосфор в избыточном иле} + \\ &+ \text{Полифосфаты в избыточном иле} \end{aligned}$$

Но существует множество условий, которые нужно учитывать при биологической очистке.

По схеме, представленной на рис. 1, может осуществляться процесс биологического удаления фосфора, но здесь главным образом считается не допустить процесса нитрификации летом. Важным условием является молодой ил. Поэтому в связи с сезонностью климатических условий России, т. к. большинство систем биологической очистки сточных вод в нашей стране работают открытым способом, предлагаем изменить конструкцию аппаратов очистки, например, накрыв их специальным куполом или полностью конструкцию сделать закрытой изначально.

Проблемой для наилучшего протекания процесса является наличие в сточных водах нитрата в анаэробном реакторе. Нитрат конкурирует с фосфором за потребление летучих жирных кислот. Для решения этой проблемы нужно сократить количество нитрата в возвратном иле, этого можно достигнуть путем улучшения денитрификации. Также можно поместить денитрификатор на пути возвратного ила, как это показано на рис. 2.

Также для уменьшения конкуренции нужно добавлять легко разлагаемые органические вещества. М. Хенце предлагает, что на 1 кг растворенного фосфора нужно 20 кг ХПК легкоразлагаемого вещества ($S_A + S_B$). Под легко разлагаемым веществом он подразумевает уксусную кислоту или аналогичные небольшие органические молекулы (например, промышленные стоки) [1].

При биологическом удалении фосфора может возникнуть и такая проблема, как выделение фосфора из ила раньше, чем ил будет удален из реактора. Следовательно, наиболее важным условием является малый возраст ила.

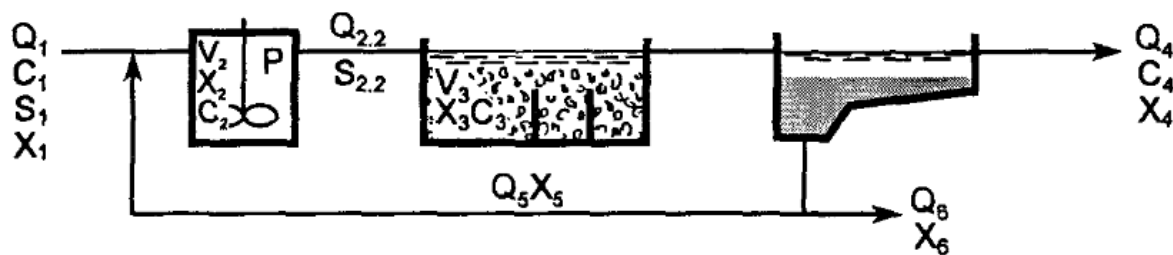


Рис. 1. Схема процесса биологического удаления фосфора (P) [1]. V_2 – анаэробный реактор удаления фосфора; V_3 – анаэробный/аноксический реактор; C – общая концентрация (взвешенное + растворенное вещество); S – концентрация растворенного вещества (концентрация субстрата); Q – объемная скорость потока; X – концентрация взвешенных веществ

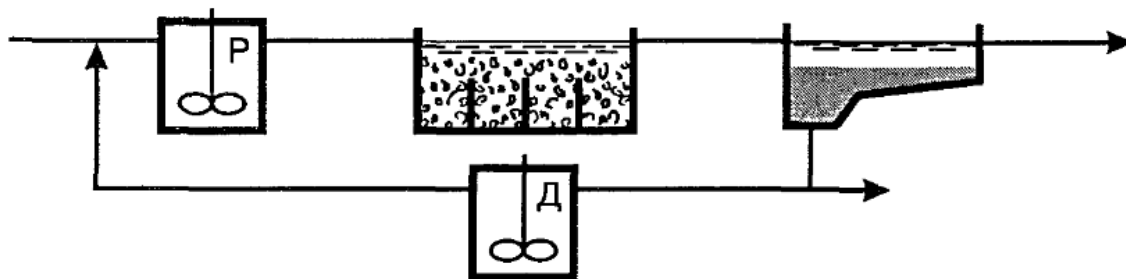


Рис. 2. Схема процесса биологического удаления фосфора с использованием анаоксической стабилизации ила [2]

Таблица 1

Результаты реагентной дефосфотизации с аэрацией (исходная концентрация фосфат-ионов в сточной воде после аэротенков – 10,6 мг/дм³) [2]

Коагулянт	Доза коагулянта, по Al ₂ O ₃ , мг/дм ³	Концентрация фосфатов в очищенной воде, мг/л (эффективность очистки, %)
Оксихлорид алюминия	15	1,8 (83 %)
	25	0,8 (92,5 %)
Сульфат алюминия	15	1,5 (86 %)
	25	0,5 (95,2 %)

При этом из отечественных разработок мы предлагаем дополнить датскую схему стадией коагуляции, когда перед биологической очисткой добавляется в сточную воду коагулянт, например, оксихлорид алюминия или сульфат алюминия, и полиакриламид.

Соединение отечественных и зарубежных разработок позволит решить поставленные ранее проблемы.

Как видно из табл. 1, реализация такого совместного способа позволяет снизить концентрацию фосфатов в сточной воде на выходе из системы очистки до значений ниже предельно-допустимых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге, нами предложен комплексный метод решения поставленной проблемы обеспечения здоровья водных организмов и человека с использованием технологических решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хенце М., Армозс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. М.: Мир, 2004. 480 с.

2. Колесников В.П., Вильсон Е.В. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях / под ред. В.К. Гордеева-Гаврикова. Ростов н/Д: Изд-во «Юг», 2005. 212 с.

Поступила в редакцию 26 января 2015 г.

Kozachek A.V., Zeleneva Y.V., Skopintseva T.V., Sinelnikov A.G., Konkova K.A., Mikhailin M.I. THE SAFETY OF AQUATIC ECOSYSTEMS AND PROBLEMS OF REALIZATION OF PROCESS WASTE WATER FROM NUTRIENTS

Currently, the treatment of waste water from phosphates is important because phosphates are present in almost all household chemicals and sewage into the water bodies. The influence of phosphate on human health and the environment is reviewed. In biological phosphorus removal from the water, it may be another problem such as the release of phosphorus from sludge before the sludge is removed from the reactor. Therefore, the most important condition is the young age of the sludge. Thus from domestic developments, we propose to complement the Danish scheme-stage coagulation, when biological treatment is added to the waste water coagulant, such as aluminum oxychloride or aluminum sulfate, and polyacrylamide.

Key words: people; health; phosphates; biological treatment; problems.

Козачек Артемий Владимирович, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», Объединенный университет им. В.И. Вернадского, г. Тамбов, Российская Федерация, исполнительный директор, e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Kozachek Artemiy Vladimirovich, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor of "Nature Use and Environment Protection" Department; United University named after V. I. Vernadsky, Tambov, Russian Federation, Executive Director, e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Зеленева Юлия Витальевна, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры медицинской биологии с курсом инфекционных болезней, e-mail: zelenewa@mail.ru

Zeleneva Yuliya Vitalyevna, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Candidate of Agriculture, Associate Professor of Medical Biology with a Course of Infectious Diseases Department, e-mail: zelenewa@mail.ru

Скопинцева Татьяна Вячеславовна, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, студент технологического института, кафедра «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Skopintseva Tatyana Vyacheslavovna, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Student of Technologic Institute, "Nature Use and Environment Protection" Department, e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Синельников Альберт Геннадьевич, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, студент технологического института, кафедра «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Sinelnikov Albert Gennadevich, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Student of Technologic Institute, "Nature Use and Environment Protection" Department, e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Конькова Ксения Алексеевна, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, студент технологического института, кафедра «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Konkova Kseniya Alekseevna, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Student of Technologic Institute, "Nature Use and Environment Protection" Department, e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Михайлин Максим Игоревич, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, студент технологического института, кафедра «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: artem_kozachek@mail.ru

Mikhailin Maksim Igorevich, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Student of Technologic Institute, "Nature Use and Environment Protection" Department, e-mail: artem_kozachek@mail.ru