

Анализ методов очистки воды в современных условиях

В. Е. Матвеева¹, С. А. Степанова^{1}*

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск,
Российская Федерация

*e-mail: svetlana.himiya@mail.ru

Аннотация. В наше время все более и более актуальной проблемой становится очистка водоемов пресной воды, загрязненных в результате антропогенной деятельности. Пресная вода широко используется во всех областях – промышленности, сельском хозяйстве, быту. Расход пресной воды огромен, и непрерывно растет в связи с увеличением численности населения планеты, расширением промышленности и сельского хозяйства. Если учесть, что процент пресной воды ничтожно мал (0,6 %) от всех водных запасов планеты. То очевидно, почему вопрос о сохранении пресной воды стоит так остро. В XX веке появились очистные сооружения, которыми должны были оборудованы предприятия, использующие и загрязняющие воду. В настоящее время во всем мире появилась тенденция перехода к очистке водоемов растениями – естественными водоочистителями. Целью данной работы было сравнение и анализ эффективности очистки воды с использованием очистных сооружений и природных водоочистителей. На основании данной работы был сделан вывод, что природный водоочиститель – эйхорния наиболее эффективна.

Ключевые слова: вода, нитрат свинца, органические загрязнители, антибиотики, очистные сооружения, естественный водоочиститель

Analysis of water purification methods in modern conditions

V. E. Matveeva¹, S. A. Stepanova^{1}*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

*e-mail: svetlana.himiya@mail.ru

Abstract. The problem of fresh-water reservoirs clean-up that suffer from contamination as a result of human activity has recently become more urgent. Fresh-water is widely used in many spheres—industrial, agriculture, everyday life, etc. Some factors as growth of the world population, industrial and agriculture development lead to the fresh-water consumption, which is notably increasing. The issue of fresh-water preserving is of particular importance because the percentage of fresh water is negligible (0.6%) in comparison with all the water reserves of the planet. The first decontamination supplies appeared in the 20th century. The enterprises and plants that used to pollute the freshwater were obliged to be equipped with these supplies. Nowadays a new tendency for water reservoirs clean-up can be observed all over the world—the purification of water with natural water purifiers—plants. The purpose of this paper is to perform the analysis, to compare and to evaluate the effectiveness of freshwater decontamination by means of decontamination supplies and natural water purifiers. This research shows that the most effective water purifier is water hyacinth (its botanical name *Eichhorniacrassipes*).

Keywords: water, lead nitrate, organic pollutants, antibiotics, decontamination supplies, natural water purifier

Введение

В наше время в связи с увеличением народонаселения планеты усиливается нагрузка на пресную воду. Увеличивается ее расход, увеличиваются и становятся все более многочисленными и разнообразными ее загрязнения. Предприятия, использующие воду, должны снабжаться очистными сооружениями, с целью сброса

в природные источники нормативно очищенной воды. Появляются новые предприятия, уже существующие могут увеличивать объем производства, осваивать выпуск новых видов продукции. Существующие очистные сооружения могут не справляться с объемами воды, подлежащей очистке, или не очищать от вновь появившихся загрязнителей. Вода, как любая экосистема, способна в какой-то мере к самоочищению, что происходит благодаря водным микроорганизмам и растениям [1]. В настоящее время многие исследователи заинтересовались возможностью очистки водоемов и сточных вод естественными водоочистителями, в первую очередь, водными растениями. Среди растений несомненным лидером по очистке воды признан водяной гиацинт (эйхорния) – пресноводное южноамериканское растение.

Цель данной работы: на основании сведений об очистке воды с использованием очистных сооружений и публикаций научно-исследовательских работ, посвященных очистке водоемов с помощью эйхорнии, оценить эффективность технического и естественного способов очистки водоемов.

Методика оценки сравнения

Последователь Жака-Ива Кусто Питер Блейк сказал: «Хорошая вода – хорошая жизнь, плохая вода – плохая жизнь, нет воды – нет жизни». Еще с давних времен данные медицинских исследований говорят о том, что качество воды сильно влияет на здоровье человека. Поэтому такое большое беспокойство в настоящее время вызывает качество пресной воды. Загрязнения, полученные водой в разных областях человеческой жизни настолько многочисленны и разнообразны, что их даже трудно классифицировать, что необходимо для выбора и разработки методов очистки. В настоящее время традиционные методы очистки загрязненной воды – это очистные сооружения, после прохождения которых вода может быть сброшена в природные источники.

Вода, забранная из источника данной местности, прежде чем поступить в водопроводную систему населенного пункта, проходит многостадийную подготовку [2]. Это также может указывать на недостаточную очистку воды традиционными методами после ее использования и, следовательно, загрязнения ею природных источников.

В этой работе предметом сравнения взяты результаты водоочистки в городе Новосибирске с использованием очистных сооружений и степенью очистки эйхорнией по данным опубликованных научно-исследовательских статей по этому вопросу.

Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что очистные сооружения далеко не полно справляются с задачей очистки сбрасываемых вод. Предприятия не стоят на месте, у них меняется объем производства, может меняться выпускаемая продукция. В соответствии с этим изменяются требования к очистным сооружениям. Водоочистные сооружения, конечно, не перестают модернизировать, однако и усовершенствованные механические оборудования, и использование ультрафиолета для обработки оставляют после себя следы, вредящие экологии.

Сброс сточной воды в г. Новосибирске [3]

Год	Всего сброшено сточных вод, 10^3 м^3	Из них сброшено загрязненных, $10^3 \text{ м}^3/\%$	Нормативно очищенных на очистных сооружениях, $10^3 \text{ м}^3/\%$
2013	440,0	290/66	44/10
2014	410,0	310/75,5	41/10
2015	522,8	106/20,5	168/32

В последнее время обратили внимание на еще один очень серьезный загрязнитель природной воды – антибиотики. Антибиотики широко используются в медицине, для лечения людей, но еще больше они применяются в птицеводстве и животноводстве [4, 5]. Неиспользованные антибиотики, попав в природный источник, могут спровоцировать в нем те болезненные микроорганизмы, которые они призваны излечивать. Есть данные, что двух- и даже трехкратная очистка с использованием очистных сооружений не дает полной очистки от них (максимальная очистка достигла 83 %, минимальная – 28 %) [6].

Рассмотрим возможности эйхорнии согласно данным, полученным в исследовательских работах, посвященных данной проблеме.

Вода, в которую был помещен нитрат свинца с концентрацией 50 мг/л и водный очиститель – эйхорния, проходила очистку в течение 15 суток. Контроль изменения концентрации соли свинца был произведен на спектрофотометре СФ0-10. Измерялась оптическая плотность растворов в зависимости от времени очистки на основании закона Бугера–Ламберта–Бера. Произведенный по калибровочному графику расчет показал уменьшение концентрации нитрата свинца за 15 суток очистки с 50 мг/л до 5 мг/л, что является очень хорошим результатом [7].

Описано [8] удаление из воды с помощью эйхорнии органических веществ – летучих и нелетучих. В качестве летучих веществ исследовалось поведение ацетона, фенола и формальдегида. Измерения изменения концентрации летучих веществ производились на газовом хроматографе Shimadzu GCMS 2010, интервал измерения – 10 суток. Исходное загрязнение было высоким – 50 мг/л. По уменьшению площадей пиков, показанных хроматографом, фенола в воде осталось 11 %, ацетона – 42 %, формальдегида – 48 %. Через 20 суток очистки измерить содержание этих веществ не представилось возможным [8]. Поскольку данные вещества летучие, способные самопроизвольно переходить из жидкой фазы в воздух, авторы рассмотрели нелетучие органические вещества – нефть и стиральный порошок. Такой выбор исследуемых веществ авторы объяснили тем, что это популярные загрязнители [8, 9].

Исходная концентрация загрязнителей была выбрана высокой – 50 мг/л. Измерения производились также через 10 и 20 суток очистки на указанном газовом хроматографе. В таблице 2 приведены результаты изменения концентрации обоих загрязнителей. Нефть и стиральный порошок – сложные составы, в таб-

лице 2 приведены измерения наиболее опасных для природной воды составляющих [8].

Таблица 2

Результаты изменения концентрации загрязнителей

Вид загрязнителя	Основные компоненты загрязнителя	Остаток через 10 суток, %	Остаток через 10 суток, %
Нефть	Изопентан	27,0	15,0
	Метилциклогексан	18,6	12,4
Стиральный порошок	ПАВ	30,0	-

Очистка воды, содержащей антибиотики, посредством эйхорнии, в публикациях не найдена. Есть только упоминание, что очистные сооружения устраняют антибиотики с трудом [6]. Поскольку на антибиотики, как серьезные загрязнители воды, обратили внимание недавно, исследования по возможности и эффективности устранения антибиотиков из воды еще не проводились.

Заключение

В итоге изучения публикаций по традиционным методам очистки сточных вод с использованием технических устройств – очистных сооружений и развивающейся тенденции очистки воды естественным водоочистителем – водяным гиацинтом (эйхорнией) напрашивается вывод, что естественный водоочиститель гораздо эффективнее. Не встретилась в опубликованных трудах очень важная информация, рассматривающая экономические аспекты применения этих двух методов – технического и естественного способов очистки воды. Но даже без точных экономических расчетов можно априори предположить, что очистка растением намного дешевле, чем с применением сложных технических устройств, которые нужно развивать и модернизировать. На основании выполненной работы напрашивается вывод о необходимости проведения работ по выяснению возможности очистки сточной воды и уже загрязненных водоемов с использованием естественного водоочистителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коровин Н. В. Общая химия / Н. В. Коровин, Москва, «Высшая школа», 2008 г.
2. Государственный контроль качества воды. Справочник технического комитета по стандартизации. Москва, ИПК, Издательство стандартов. 2003 г.
3. Охрана окружающей среды в Новосибирской области 2010 - 2015г. Статистический сборник, Новосибирск, июнь, 2016 г. Территориальный орган Федеральной службы Государственной статистики по Новосибирской области.
4. Non-native Invasive Freshwater Plants – Technical Information [Electronic resource]: Washington State Department of Ecology, Archiveds from the original on 2017-11-15. Retrieved 21 November 2017. – Vode of access: <http://plants.ifas.utl.edu/manage/why-manage-plants>.
5. Kummerer K. Significance of antibiotics in the environment. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2003, 52 (1), 5-plants.

6. Castiglioni S., Bagnati R., Fanelli R. Removal of pharmaceuticals in sewage treatment plants in Italy/ *Environmental Science and Technology*. 2006, 40, 357-363.
7. Степанова С. А. Способ очистки воды от солей тяжелых металлов / С. А. Степанова, Г. В. Симонова. - Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь : XV Междунар. науч. конгр., Новосибирск, 24-26 апр. 2019 г.: сб. материалов в 9 т. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. - Т. 8: "СИБОПТИКА-2019": Нац. конф. с междунар. участием. - С. 104-108 . – 1.
8. Степанова С. А. Водяной гиацинт – естественный водоочиститель / С. А. Степанова, Г. В. Симонова. - Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2019. - Т. 24, № 1. 1. - С. 264-276 . – 1.
9. Дмитриев А. Г. Способ очистки стоков и воды водоемов от токсикантов / А.Г. Дмитриев, Н. А. Кручинин, К. А. Сокол, Г. М. Николаева, В. А. Кондратьев – Патент RU 2259961.

© В. Е. Матвеева, С. А. Степанова, 2022