

для удаления фармацевтических веществ, таких как хлорамфеникол, из водных сред.

*Работа выполнялась в рамках государственного задания
на выполнение НИР: тема № FZZW-2023-0010*

ЛИТЕРАТУРА

1. Comber S. et al. Active pharmaceutical ingredients entering the aquatic environment from wastewater treatment works: a cause for concern? // Science of the total environment. – 2018. – Т. 613. – С. 538-547.
2. Richardson M. L., Bowron J. M. The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environment // Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 1985. – Т. 37. – №. 1. – С. 1-12.
3. Datel J. V., Hrabankova A. Pharmaceuticals load in the svihov water reservoir (Czech Republic) and impacts on quality of treated drinking water // Water. – 2020. – Vol. 12. – No. 5. – P. 1387.
4. Wilkinson J. L. et al. Pharmaceutical pollution of the world's rivers // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2022. – Vol. 119. – No. 8. – P. e2113947119.
5. Yang H. et al. Residues, bioaccumulation, and trophic transfer of pharmaceuticals and personal care products in highly urbanized rivers affected by water diversion // Journal of hazardous materials. – 2020. – Т. 391. – С. 122245.
6. Gushchin A. et al. Reducing the Toxicity of Tetracycline Solutions and the Kinetics of Decomposition under the Action of DBD in Oxygen // Plasma Medicine. – 2019. – Vol. 9. – No. 2.
7. Ignatiev, A. A., Gushchin, A. A., Grinevich, V. I., Kvitkova, E. Y., Izvekova, A. A., & Rybkin, V. V. // High Energy Chemistry. 2023. 57(6), P. 522-526.

УДК 504.06

А.Р. Шагиахметова, асп.; Т.Ю. Гумеров, проф.
(ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Россия)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВАЛОРИЗАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Вода, почва и воздух представляют собой три основные экологические экосистемы и природные ресурсы планеты Земля. За последнее столетие в эпоху индустриализации и развития тяжелой промышленности, возникла экологическая проблема, связанная с серьезными загрязнениями, которых раньше не было.

Сточные воды, твердые отходы и выбросы в атмосферу – рассматриваются как наиболее важные источники загрязнения на Земле. Излишние шумы, свет и тепловое загрязнение определены как факторы, представляющие экологическую опасность и влияющие на здоровье и благополучие человека.

Чуть более двух третей планеты покрыто водой, в то время как только 3 % воды на Земле пресная и около 0,5 % легко доступны для использования (озера, реки, ручьи и); остальная фракция недоступна для непосредственного использования (ледники, загрязненная вода). В настоящее время наибольшее использование пресной воды приходится на ирригацию и сельское хозяйство, хотя многие страны страдают от нехватки воды. Ежегодно образуется 380 млрд м. куб. городских сточных вод, и ожидается, что через 25 лет этот показатель увеличится примерно в два раза. Большая часть этих сточных вод до сих пор сбрасывается в открытые водоемы в неочищенном виде.

Помимо сточных вод, твердые отходы являются еще одним источником загрязняющих веществ, образующиеся в виде бытовых, промышленных, пищевых производств и сельского хозяйства. В основном это органические соединения и некоторая часть неорганических: пластик, стекло, металлы, бумага. Обработка отходов, например, на свалках, может дополнительно привести к загрязнению грунтовых вод фильтратами свалок.

Источником загрязняющих веществ является промышленный сектор с наибольшим количеством отходов, в основном в результате строительства и запуска новых технологий. На муниципальные отходы приходится около 10 % от общего объема производимых отходов, а это означает, что на одного человека в год образуется около 530 кг. Отходы в основном вывозятся на свалки, сжигаются, перерабатываются или компостируются, но основная цель экологической концепции сводится к минимизации их накопления и, насколько это возможно, максимально увеличить переработку, повторное использование и повышение ценности.

Наряду с загрязнителями воды и твердыми отходами, загрязнение воздуха является одной из самых значительных проблем для здоровья населения и окружающей среды. Загрязнение воздуха связано с образованием летучих загрязняющих веществ: парниковые газы (CH_4 или CO_2 , NO_x), а также другие токсичные неорганические и органические летучие соединения.

В процессе очистки сточных вод при биологической очистке выделяется некоторое количество парниковых газов, т.е. CO_2 , CH_4 , N_2O , в то время как косвенные выбросы в основном связаны с выработкой электроэнергии за пределами предприятия, способствующие значительному образованию CO_2 . Аммиак выделяющийся из сточных вод может быть сокращен путем замены традиционных процессов нитрификации-денитрификации процессами Анаммокса (анаэробное окисление аммония). Выбросы N_2O являются результатом нитрификации-денитрификации азотных соединений. При анаэробном разложении органического вещества выделяется метан в процессе вторичной анаэробной очистки, в канализационной системе или на иловых линиях. Это приводит к выбросам соединений с резким запахом (H_2S , SO_x). Некоторые летучие органические соединения образуются на очистных сооружениях сточных вод и часто образуются в результате испарения, например в аэробных аэротенках с активным илом. Это могут быть алифатические или ароматические соединения, природа и концентрация которых во многом зависят от происхождения и состава сточных вод.

Технологии, связанные с очисткой загрязнителей в окружающей природной среде с использованием биологических или небιологических процессов постоянно разрабатываются, оптимизируются и применяются в течение многих десятилетий. Тем не менее, последние тенденции и подходы в большей степени сосредоточены на валоризации загрязняющих веществ, их повторном использовании и восстановлении ресурсов из первоисточников. Последние рассматриваются как ценные ресурсы, а не как загрязнители, подлежащие уничтожению (валоризация – это процесс превращения отходов в более полезные продукты).

С точки зрения восстановления ресурсов, в среднем сточные воды содержат 16,6 млн тонн азота, 6,3 млн тонн калия и 3,0 млн тонн фосфора. Их можно восстановить, одновременно уменьшая проблемы эвтрофикации. Это позволит решить проблему возможного и прогрессирующего дефицита фосфора, азота, калия, в основном получаемых из невозобновляемых минеральных ресурсов. Органические соединения, присутствующие в сточных водах, могут быть преобразованы в биогаз, богатый метаном, который при восстановлении, можно использовать в качестве ценного источника энергии.

Загрязнители сточных вод, возможно, преобразовать в биотопливо, такое как биодизель или водород, в биопродукты – простые соединения – короткоцепочечные и среднецепочечные карбоновые кислоты (напри-

мер, ацетат, пропионат, бутират, валерат, капроат), более ценные коммерческие соединения, такие как биополимеры (биопластики) или одноклеточные белки. Сточные воды также являются важным ресурсом сами по себе, поскольку они могут быть очищены и повторно использованы, например для орошения и промышленного использования.

Отходы являются потенциально ценным ресурсом. Часть неорганической фракции отходов может быть переработана, в то время как органическая фракция может разлагаться и выделять газы, такие как метан и углекислый газ, которые могут выделяться в виде парниковых газов, участвующих в изменении климата. Однако, как и в случае со сточными водами, эта органическая фракция может быть обогащена и восстановлена в виде биогаза (метана), используемого в качестве биотоплива. Компостирование и вермикомпостирование являются другими жизнеспособными вариантами повышения ценности органических отходов. При вермикомпостировании микроорганизмы и черви превращают органические отходы в богатые питательными веществами гумус и удобрения для применения в сельском хозяйстве. Совсем недавно было показано, что «черные солдатики» растут на органических отходах и используют их питательные вещества. Они являются потенциальным источником белков, органических удобрений, а также могут производить другие биопродукты. Органические отходы могут быть биопреобразованы в короткоцепочечные летучие жирные кислоты (например, ацетат) или среднецепочечные карбоновые кислоты (например, капроат).

Метаболиты, полученные из сточных вод или из твердых отходов, такие как эти жирные кислоты, могут быть (био) преобразованы на второй стадии в другие, более или очень ценные конечные продукты, например, микробные масла или другие метаболиты, накопленные дрожжами, прямая биоконверсия отходов в биоэтанол или процессы термохимической переработки отходов для рекуперации энергии.

Валоризация выбросов газов из сточных вод и отходов, а также их очистных сооружений практически не исследована. Выбросы газов (CO , CO_2) в сталелитейной промышленности дают возможность производить жирные кислоты, биоспирты (этанол, бутанол, гексанол) и множество других биопродуктов, что демонстрирует потенциал валоризации газа в промышленном секторе, а также во многих других, таких как сектор сточных вод и отходов.

Таким образом, валоризация загрязняющих веществ в области водоснабжения, сточных вод и утилизации отходов место для многих ин-

тересных дополнительных исследований. Ожидается, что в краткосрочной перспективе появятся много интересных исследовательских данных и научной информации в этой области, основанной на экологически чистых и устойчивых подходах к циркулярной биоэкономике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Christian Kennes. The grand challenge of water, waste, wastewater and emissions engineering and valorization [Электронный ресурс] // Frontiers in Environmental Engineering. 07.02.2023. URL: <http://www.frontiersin.org/journals/environmental-engineering/articles/10.3389/fenve.2023.1149950/full> (дата обращения: 19.01.25).
2. Массеров, Д.А. Мировые достижения валоризации органических отходов для экологически устойчивого развития территорий [Электронный ресурс] // Отходы и ресурсы. 2021. Т 8. №2. URL: <https://resources.today/PDF/06ECOR221.pdf>. (дата обращения: 20.01.2025).
3. Valorization of residual yoghurt whey by lactic acid production: An optimized process [Электронный ресурс] // Journal of International Academy of Refrigeration. 2016. No. 3. P. 13-17.

УДК 338.436.33:504.064.2

И.В. Яковлев, асп.;

А.К. Горелкина, проф., д-р техн. наук (КГУ, г. Кемерово, Россия)

БУФЕРНОСТЬ ПОЧВЫ И ЕЁ ПОДДЕРЖАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕРНЯ ПОСЛЕ СЖИГАНИЯ

Буферность почвы – это её способность поддерживать относительное постоянство pH, а также уровень питательных веществ при внесении удобрений или других веществ. Эта характеристика почвы важна для здоровья растений и экосистемы в целом. Буферные свойства почвы зависят от её состава, в частности от содержания глин, органических веществ и карбонатов.

Одним из методов улучшения буферности почвы является использование золы растительных остатков (полевых отходов), а также другие методы управления, такие как внесение органических веществ и применение удобрений. Использование растительной золы в сельском хозяйстве является крайне полезной практикой, способной значительно улучшить качество почвы и повысить урожайность сельскохозяйственных