

**Н.С. Денисов**

N.S. Denisov

*nukolai.denisov99@mail.ru*

**Г.В. Харина**

G.V. Kharina

*gvkharina32@yandex.ru*

ФГАОУ ВО «Российский государственный  
профессионально-педагогический университет», Екатеринбург, Россия  
Russian State Vocational Pedagogical University, Russia, Ekaterinburg, Russia

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ MODERN METHODS OF INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT**

**Аннотация:** Работа посвящена проблеме очистки промышленных сточных вод. Рассмотрены основные методы очистки, отмечены их достоинства и недостатки. Особое внимание уделено очистке стоков от тяжелых металлов. Проанализирована система очистки сточных вод на ОАО «Северский трубный завод», установлена её высокая эффективность.

**Abstract:** The paper is devoted to the problem of industrial wastewater treatment. The main methods of cleaning are considered, their advantages and disadvantages are noted. Special attention is paid to wastewater treatment from heavy metals. The system of wastewater treatment at JSC "Seversky pipe plant" was analyzed», its high efficiency is established.

**Ключевые слова:** методы очистки, стоки, тяжелые металлы, эффективность.

**Keywords:** plant, treatment methods, effluents, emissions, structure, heavy metals.

Техногенное загрязнение различных источников водоснабжения приводит к необходимости разработки всё более эффективных способов очистки воды. Особенно актуальна эта проблема по отношению к сточным водам промышленных предприятий. Известно, что приблизительно половина потребляемой человечеством воды превращается в сточные воды, сбрасываемые (после далеко не всегда эффективной очистки) на водосборные площади и в водные объекты [3, с. 10].

Стандартные методы очистки сточных вод в зависимости от степени загрязнения подразделяют на механические (решетки, песколовки, отстойники, фильтры,

смоложиромаслоуловители и т.д.); химические, физико-химические. Физико-химические и, в частности, электрохимические методы используются чаще на производственных объектах [9, с. 5]. Широкое применение находят методы биологической очистки с использованием для этой цели разных штаммов микроорганизмов.

В промышленных регионах, где сосредоточено большое количество металлургических, машиностроительных, горно-добывающих предприятий, наибольшую значимость приобретают методы очистки воды от тяжелых металлов, которые попадают в водоемы как со сточными водами, так и из загрязненной почвы. Тяжелые металлы, обладая свойством биоаккумуляции, т.е. накопления в живом, становятся во много раз токсичнее. Например, свинец и кобальт вызывают сердечную недостаточность, цинк снижает иммунитет и приводит к астме, кадмий атакует органы дыхания и ЖКТ, и ртуть действует на нервную систему. Тяжелые металлы вызывают задержку физического и умственного развития у детей [9, с. 264]. Многие тяжелые металлы являются веществами 1-го и 2-го класса опасности и обладают мутагенным, канцерогенным и тератогенным воздействиями на организм человека.

В этой связи цель данной работы заключалась в анализе методов очистки сточных вод на примере действующих технологий на предприятии ОАО «Северский трубный завод».

Очистка сточных вод – это комплекс мероприятий по удалению загрязнений, содержащихся в бытовых и промышленных сточных водах перед выпуском их в водоемы. Очистка сточных вод осуществляется на специальных очистных сооружениях [8].

Наиболее эффективными методами очистки считаются химические и физико-химические. Химические методы, как правило, основаны на реакциях нейтрализации и окисления-восстановления. В первом случае для очистки используют такие вещества, как аммиак, известь и др. В случае окислительно-восстановительных методов применяют сильные окислители (хлор, озон, перманганат калия и др.) с высокими значениями окислительно-восстановительных потенциалов. При этом содержащиеся в воде примеси переходят в нетоксичные или малотоксичные соединения. Методом окисления-восстановления из воды можно удалять примеси тяжелых металлов – ртути, мышьяка, хрома [4, с. 309]. Серьезным недостатком этого метода является большой расход реагентов.

Физико-химические методы очистки основаны на процессах коагуляции, сорбции, флотации. При коагуляции в сточные воды вводят коагулянты, образующие хлопьевидные осадки с примесями; сорбция основана на поглощении некоторых веществ (сорбентов) поглощать примеси. Флотация предполагает пропускание через сточные воды воздуха, который захватывает при движении вверх такие загрязнители, как нефть, масла,

поверхностно-активные вещества и др. Тяжелые металлы (цинк, медь, хром, кадмий, свинец и др.) можно извлекать из сточных вод методом ионного обмена, согласно которому очищаемая вода пропускается через колонку с ионитом, способным обменивать собственные ионы на ионы, содержащиеся в растворе. Для очистки сточных вод обычно используют органические иониты из высокомолекулярных соединений.

Высокоэффективным является электрохимический метод очистки. В этом случае через очищаемую воду пропускают постоянный электрический ток, процессы окисления-восстановления протекают на электродах. Таким способом можно удалять из воды тяжелые металлы (свинец, кадмий, ртуть, хром и др.), ионы которых восстанавливаются на катоде. Некоторые металлы, например хром, можно удалять из воды с помощью электродиализа, основанного на разделении катионов и анионов под действием электродвижущей силы. Основным недостатком электрохимических методов очистки является большой расход электроэнергии.

Последние разработки в области утилизации токсичных отходов относятся к плазмохимическому методу, суть которого состоит в разложении вредных веществ в струе низкотемпературной плазмы (5000–20000 К). В плазмохимическом реакторе вещества разлагаются до атомарного или молекулярного состояния [1, с. 48]. Преимущество этого метода заключается в возможности утилизации трудно разлагаемых хлорорганических соединений – диоксинов. Высокотемпературные плазменные процессы приводят к полному и необратимому разложению подобных веществ.

На многих промышленных предприятиях для очистки сточных вод применяется биологический метод, основанный на способности некоторых микроорганизмов питаться токсичными соединениями, которые содержатся в стоках [12, с. 461]. Биологическое окисление проводят с помощью активного ила (совокупности микроорганизмов, простейших и более высокоорганизованных организмов – водорослей, растений, грибов), через который медленно пропускаются сточные воды. В результате такой переработки токсичные соединения превращаются в нетоксичные. Процессы, протекающие при биологической очистке, сродни природным. Достоинство этого метода – абсолютная безопасность, возможность использования воды в оборотном водоснабжении, отсутствие значимых финансовых затрат.

ОАО «Северский трубный завод» – крупнейшее предприятие города Полевского Свердловской области, в результате деятельности которого в водоем сбрасывается около 1200 м<sup>3</sup> в час промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Характеристики сточных вод ОАО «Северский трубный завод» известны только за 2013 год. Концентрации различных тяжелых металлов в промышленных стоках довольно велика: цинк – 19,5 мг/дм<sup>3</sup>; марганец – 4,73 мг/дм<sup>3</sup>. После очистки содержание цинка в стоках составляет 0,0215 мг/дм<sup>3</sup>; а марганца 0,07 мг/дм<sup>3</sup>. За период 2013–2017 гг. сброс загрязненных сточных вод Полевского городского округа сократился на 0,29 млн. куб. м (2,9 %), за период 2009–2017 г.г. – на 5,81 млн. куб. м (37,7 %) [2].

На заводе используют разные способы очистки сточных вод. Во-первых, это локальные очистные сооружения (ЛОС) – сложный технологический комплекс зданий, сооружений и оборудования, основной функцией которого является сбор и неполное очищение ливневых, хозяйственных, производственных стоков до нормативных показателей сброса в сети общегородской канализации [11]. Во-вторых, это блок очистных сооружений (биологические очистные сооружения). Блок биологической очистки предназначен для очистки сточных вод от органических загрязнений. Он представляет собой цилиндрический резервуар, выполненный из стеклопластика или металла. Состоит из центрального реактора, сборника осадка, аэробной зоны с технологической загрузкой, отстойников и эрлифтов. В-третьих, это станция аэрации и биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод (САБО). Иными словами САБО – это комплекс сооружений, предназначенный для ускоренной очистки сточных вод с помощью продува биофильтров атмосферным воздухом. Последним очистным сооружением завода служит биоинженерная система, основная цель которой – восстановление и поддержание устойчивости природных экосистем и природно-техногенных систем посредством запуска механизма самоочищения, свойственного природным объектам [6].

К современным методам очистки относится биологическая очистка стоков, основанная на использовании корневых систем таких растений как тростник, рогоз, камыш и эйхорния. Корни перечисленных растений отмирают к концу вегетации, но продолжают жизнедеятельность, выполняя самые разнообразные функции. Растения извлекают из воды и грунта не только необходимые биогены, к числу которых относятся азот, фосфор, кальций и др., но и соли тяжелых металлов (железо, медь, цинк, свинец, никель, кобальт), ядохимикаты, пестициды. За счёт корневой системы происходит оседание взвешенных веществ, поэтому для обеспечения полной очистки проводится зарыбление ботанических площадок растительноядными рыбами. Это белый амур и белый толстолобик, которые помогают качественно обеспечить очистку воды до нормативных показателей.

Вышеперечисленные системы очистки, используемые заводом постоянно, позволяют достичь высокой степени экологичности производственного процесса.

Таким образом, принцип очистки сточных вод на ОАО «Северский трубный завод» заключается в том, что в процесс восстановления качества сбрасываемых вод вовлечено не только специальное оборудование, но и сама природа. Совокупность процессов, приводящих к восстановлению качества отработанной сточной воды до уровня, регламентированного контролирующими органами, обуславливается непосредственным участием в них высшей водной растительности, а также с использованием комплексных систем очистки.

### Список литературы

1. *Анахов, С. В.* О методах плазменной инсинерации в технологиях утилизации и обезвреживания отходов / С. В. Анахов, Ю. А. Пыкин // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 7. – С. 46–51.

2. *Об утверждении* комплексного плана мероприятий по управлению воздействием на окружающую среду Полевского городского округа на 2019–2024 годы : Постановление Главы Полевского городского округа от 25.12.2018 № 1968 // Официальный сайт полномочного представителя Президента России в Уральском федеральном округе. – URL: <http://uralfgo.gov.ru/media/files/file/rveVcfZ9TLlEdNyd4uB8OeMnTQvqQyLb.pdf>.

3. *Борисова, О. Н.* Повышение экоэффективности технологии очистки сточных вод / О. Н. Борисова, И. Г. Доронкина. – Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2014. – 10 с.

4. *Основы инженерной экологии* : учебное пособие / В. В. Денисов, И. А. Денисова, В. В. Гутенёв, Л. В. Фесенко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. – 623 с.

5. *Коробкин, В. И.* Экология : учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2012. – 601 с.

6. *Локальные очистные сооружения сточных вод* // НПО «Агростойсервис» : [официальный сайт]. – URL: <https://acs-nnov.ru/lokalnye-ochistnye-sooruzheniya.html>. – Дата публикации: 19 июня 2019.

7. *Кривицкий, С. В.* О биоинженерной защите окружающей среды с использованием принципов «открытых инноваций» / С. В. Кривицкий // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4. – С. 410–414. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-bioinzhenernoy-zaschite-okruzhayushey-sredy-s-ispolzovaniemprintsipov-otkrytyh-innovatsiy>.

8. *Очистка сточных вод* // Википедия – свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B0>

\_%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85\_%D0%B2%D0%BE%D0%B4.

9. *Экология* очистки сточных вод физико-химическими методами / Н. С. Серпокрылов, Е. В. Вальсон, С. В. Гетманцев, А. А. Маркочкин. – Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2009. – 264 с.

10. *Сутурин, А. Н.* Очистка сточных вод и поселков ЦЕЗ оз. Байкал: новый инновационный комплексный подход / А. Н. Сутурин, А. И. Гончаров // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 1 (79), ч. 2. – С. 35–39.

11. *Тяжелые металлы в воде* // Испытательный центр Нортест : [официальный сайт]. – URL: <https://nortest.pro/stati/tyazhelye-metally-v-vode.html>.

12. *Экологичная* металлургия: на Северском трубном заводе за шесть лет в 40 раз уменьшился объём производимых отходов / подгот. Михаил Лежнин // Облгазета.ру : [сайт]. – 2019. – 30 апреля (№ 77). – URL: <https://www.oblgazeta.ru/economics/industry/42342>.