

Д.Ю. Игнатова

Аспирант кафедры менеджмента и инноваций,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

УПРАВЛЕНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, ИННОВАЦИОННЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

Аннотация. В данной статье представлен анализ исследований методов очистки сточных вод, представлена авторская классификация. Рассмотрены основные виды загрязнений предприятий промышленности и основные методы очистки, применяемые в российской и международной практике. Более подробно раскрыт один из методов очистки промышленных сточных вод - биологический. И представлена краткая характеристика специфики очистки, выделены основные понятия и классификация, а также представлены способы утилизации осадка сточных вод, образующегося от биологической очистки стоков.

Ключевые слова: очистка сточных вод, патогены, экологическая безопасность, биологические методы, сточные воды, управление водопользованием, регион.

D.Y. Ignatova

WATER MANAGEMENT - TECHNOLOGICAL, INNOVATIVE AND REGIONAL ASPECTS

Abstract. This article presents an analysis of studies of wastewater treatment methods, presents a classification. The main types of industrial pollution and the main cleaning methods used in Russian and international practice are considered. One of the methods of industrial wastewater treatment - biological - is disclosed in more detail. And a brief description of the specifics of cleaning is presented, the basic concepts and classification are highlighted.

Keywords: wastewater treatment, pathogens, environmental safety, biological methods, wastewater, water management, region.

Введение

В современном мире глобальными экологическими проблемами считаются: загрязнение воды, почвы и воздуха. Вода является незаменимым компонентом на любом производственном предприятии, в ЖКХ, заведениях общественного питания, сельском хозяйстве и др. При этом впоследствии использования вода становится непригодной для повторного применения, загрязняется. Сточные воды включают бытовые, муниципальные или промышленные жидкие отходы, утилизируемые, как правило, через трубы, канализацию, выгребные ямы или аналогичную структуру. Любые жидкие отходы строго регулируются установленными стандартами качества. При этом промышленные сточные воды считаются наиболее опасными для окружающей среды и человека в целом. Предприятия используют очистные сооружения, в том числе применяют биологический метод очистки, в процессе которого образуется осадок. Утилизация постоянно растущего объема осадка является актуальной проблемой Санкт-Петербурга и других городов России, использующих технологии биологической очистки сточных вод.

Гипотеза

Гипотеза исследования заключается в том, что выбор метода очистки сточных вод: механический; физико-химический; химический; биологический; комбинированный зависит от характера примесей в сточных водах, и в зависимости от метода очистки необходимо организовывать систему управления водопользованием в регионе.

Методы

В рамках проведенного исследования был изучен исследовательский опыт касательно терминологии водопользования, их характеристики, специфики очистки и утилизации образованного осадка. Были рассмотрены отечественные и зарубежные источники, опубликовавшие результаты метода биологической очистки и возможностей его применения в рамках города. Так же рассмотрены три способа утилизации осадка на примере компании ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

Результаты и обсуждение

Вопросы защиты окружающей среды и безопасности промышленных процессов, а также социального и экологического давления на предприятия со стороны государства в последние годы, привели к увеличению качества очистки сточных вод в промышленности перед их сбросом.

Качество воды имеет важнейшее значение для здоровья человека, социально-экономического развития и экосистемы. Однако сохранение природной среды и обеспечение безопасного водоснабжения становятся более сложной задачей по части улучшения способов управления сточными водами [11].

Сточные воды United Nations рассматривает как потенциальный ресурс, который используется или рециркулируется после соответствующей очистки, для обеспечения экономических и финансовых выгод.

Сточные воды согласно ст. 1. Водного кодекса РФ от 3 июня 2006 года — это воды, выброс которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с загрязненной территории [1].

Сточные воды – это любые воды, подверженные негативному антропогенному воздействию, сугубо производственного, хозяйственного или атмосферного характера, они подразделяются на виды:

— Промышленные стоки – воды, проходящие технологический процесс, чаще всего подлежащие утилизации без возможности повторного использования в производстве за счет несоответствия качества установленным требованиям.

— Хозяйственные загрязнения – сток воды от химчисток, туалетов, душевых, заведений общественного питания, расположенных на территории организации.

— Инфильтрационные и поверхностные стоки – талая, дождевая вода, потоки воды от полива насаждений, автомоек, складов, цехов, крыш предприятий и других поверхностей через систему самотека или канализации.

В промышленных предприятиях бывают все три вида сточных вод, но их соотношение зависит от специфики предприятия и вида выполняемых работ.

Воздействие осуществляется ежедневно в основном из коммерческих отходов, производимых магазинами, учреждениями сферы услуг; промышленных отходов, содержащих идентифицируемые и специфические химические соединения; сельскохозяйственных; бытовых, содержащих 0,1% растворенных примесей (микробов, распространяющих болезни, и гниение органических соединений), усложняющих процесс очистки вод при техническом процессе.

Бени Басуматари в статье «Сточные воды: типы, содержание органических веществ, загрязняющие вещества и очистка» обобщил и выделил три уровня очистки сточной воды [13]:

— Первичная обработка: удаление твёрдых веществ из воды, которые могут быть унесены гравитацией. Очистка включает в себя технический процесс скрининга, осаждения и удаления песка. Мониторинг используется для защиты трубы или машины для обработки от попадания в них мусора, вызывающего засоры и закупорку. Мониторы, используемые при первичной обработке, легко очищаются вручную, а мусор можно удалить для дальнейшего захоронения.

РЕСУРСНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

— Вторичная обработка: оставшиеся материалы проходят вторичную обработку, путем удаления большей части взвешенных твердых веществ.

— Третий этап обработки: применение полировки сточных вод в качестве основного источника удаления взвешенных твердых веществ.

Первичная обработка удаляет около 60% от общего количества взвешенных твердых веществ и около 35% БПК, примеси, растворенные в воде, не удаляются, а обычно используются в качестве первого шага перед вторичным этапом. На втором этапе обработка удаляет более 85% взвешенных веществ и БПК. В странах Европы и США, установлен стандарт на минимальный уровень очистки. К третьему этапу переходят при необходимости удалять более 99% всех примесей из сточных вод. Третий этап наиболее энергозатратный и дорогостоящий. После применения технологий очистки применяется обеззараживание, ликвидирующее оставшиеся патогены, перед сбросом сточных вод в водоем. Обычно применяют газообразный хлор или гипохлорид, данный способ оказывает отрицательное воздействие на водную среду. На замену все чаще стали использовать ультрафиолетовое излучение, которое дезинфицирует без вреда флоре и фауне воды, и не оставляет патогенных осадков [10]. На рисунке 1 обозначены основные признаки классификации сточных вод.

По источнику происхождения	По составу загрязнителей	По концентрации веществ	По кислотности	По токсичности
<ul style="list-style-type: none">• Производственные• Бытовые• Поверхностные (ливневые стоки)	<ul style="list-style-type: none">• По преимуществу минеральных веществ• По преимуществу органических веществ• Смешанного типа	<ul style="list-style-type: none">• 1 – 500 мг/л;• 500 – 5000 мг/л;• 5000 – 30000 мг/л;• Более 30000 мг/л.	<ul style="list-style-type: none">• неагрессивные (рН 6,5—8)• слабоагрессивные (слабощелочные — рН 8—9 и слабокислые — рН 6—6,5)• сильноагрессивные (сильнощелочные — рН>9 и сильнокислые — рН<6)	<ul style="list-style-type: none">• содержащие вещества, влияющие на общесанитарное состояние водоёма• содержащие вещества, изменяющие органолептические свойства• Токсичные

Рисунок 1. Признаки классификации сточных вод [5].

Рассмотрим подробнее состав сточных вод, который варьируется в широких пределах [12]:

- Вода (> 95%);
- Патогены, биологические микроорганизмы, имеющие патологическое (нарушающее нормальное физическое функционирование) воздействие на другие живые существа. Например: бактерии, вирусы, микробы, прионы (инфекционные патогены), паразиты.
- Непатогенные бактерии (> 100 000 /мл для сточных вод);
- Органические части;
- Растворимые органические соединения;
- Неорганические частицы, такие как песок, металл, керамика и т.п.;
- Растворимые неорганические соединения, такие как аммиак, соль, цианид, сероводород, тиоцианат, тиосульфат и т.д.;
- Членистоногие животные и мелкие рыбы, простейшие насекомые и т.д.;
- Макро-твердые вещества;
- Газы, например: сероводород, углекислый газ, метан и т.д.
- Жидкости, насыщенные не растворяющимися частицами другой жидкости – эмульсии;
- Токсины: пестициды, яды, гербициды и т.д.

Состав примесей промышленных сточных вод различен и не имеет постоянного состава. Выделяют несколько показателей характеристики примесей промышленных сточных вод: показатель 1 – растворимость; показатель 2 – состав патогенов, показатель 3 – концентрированность, показатель 4 – кислотность, показатель 5 – свойства патогенов, показатель 6 – степень воздействия токсичности и действие патогенов на водные объекты.

Далее, в зависимости от характера примесей, используем метод очистки сточных вод: механический; физико-химический; химический; биологический; комбинированный. (рис.2.)



Рисунок 2. Методы очистки сточных вод, классифицированные по типам очистки.

Более подробно разберем биологический метод, его характеристику, особенности, примеры применения на предприятиях.

Для промышленных компаний биологический тип системы очистки сточных вод необходим для сохранения и защиты окружающей среды, а также для обеспечения мер предосторожности производственных процессов, правил сброса сточных вод. Данная система очистки представляет собой технологию, использующую в основном бактерии, или другие микроорганизмы для очистки вод.

Как правило выделяют три основные категории биологической очистки сточных вод [14]:

— Аэробная, использование кислорода микроорганизмами для расщепления органического вещества до углекислого газа и микробной биомассы.

— Анаэробная, расщепление органического вещества микроорганизмами без использования кислорода, в процессе образуя метан, углекислый газ и избыточную биомассу.

— Бескислородная. Это метод, когда микроорганизмы воздействуют на другие молекулы кроме кислорода для роста, например, для удаления сульфата, нитрата, селената и селенита.

В зависимости от состава патогенов в промышленных сточных водах регламентируются и требования к методам биологической системы очистки и типам применения микроорганизмов.

Биологическая очистка осуществляет процесс окислительно-восстановительный, конечным продуктом которого является осадок (рис.3.). Избыток осадка является одной из существенных проблем, по данным ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» образуется более

150 м³/сутки, и считается 4 классом опасности за счет содержания повышенного количества тяжелых металлов.

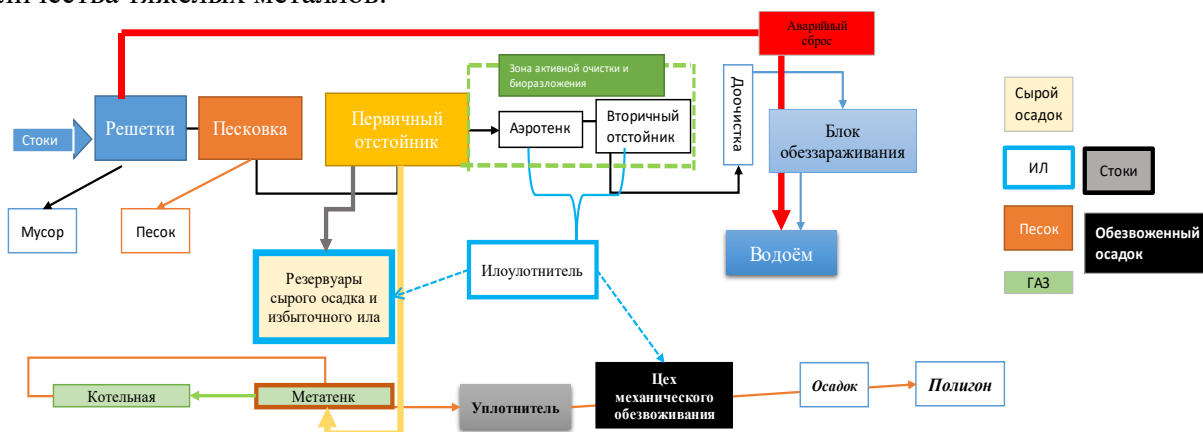


Рисунок 3. Схема классического процесса биологической очистки стоков на очистных сооружениях [2].

В результате очистки сточных вод образуются значительные объемы осадка сточных вод, который является опасным отходом и может относиться к 3-4 классу опасности.

Применяется три метода утилизации осадка, предварительно подвергнутого обезвоживанию:

— Складирование. Вывоз образовавшегося осадка на полигоны. Непрерывный рост отходов приводит к дефициту площадей полигонов для его складирования.

— Сжигание. Уменьшение осадка в объеме путем термической обработки наиболее быстрый и эффективный способ утилизации. Данный процесс был запущен в 1990-х гг. В Санкт-Петербурге работают 3 завода по сжиганию отходов сточных вод, при этом образуется зола и нетоксичный газ. Зола является отходом 4 класса опасности, объем составляет – 90/110 м³/сут. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» реализует образовавшуюся золу как технический грунт, а также в сфере сельского хозяйства в качестве удобрений, в качестве строительного материала, а с 2008 года её стали применять при производстве керамического кирпича. За счет хороших вяжущих свойств такую золу возможно использовать при дорожном строительстве. Для применения золы в качестве производства удобрений необходим предварительный биохимический анализ на токсичность, радиоактивность и состав химических соединений, при этом каждая партия подлежит обязательной сертификации, что делает данный способ наиболее затратным [9]. В данный момент ведется разработка применения технологии повторного сжигания золы, для сокращения ее количества в 10 раз.

— Геотубирование. Немецкая технология переработки осадка с применением геотекстильных мешков. Применение реагентов выводит опасные примеси и значительно сокращает объемы, делая осадок пригодным для производства почвогрунтов. Данную технологию ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» применяет с 2010 года, что позволяет предприятию сокращать потребление теплоэнергии на 7%.

Для рационального использования переработанного осадка необходимо доскональное изучение его биохимического состава и свойств.

Таким образом, при организации в регионе управления отходами производственного типа, а также организации регионального водопользования существенно снизятся затраты населения в сфере жилищно-коммунального хозяйства, улучшится эколого-экономическая обстановка в регионе. Управление водопользованием позволит в региональном аспекте сформировать единую комплексную систему управления региональным развитием, снизить издержки в экологической деятельности, а также – нагрузку на окружающую природную среду.

Список литературы

1. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 30.12.2021) Принят Государственной Думой 12 апреля 2006 года. Одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 года.
2. Биологическая очистка сточных вод [Электронный ресурс] URL: <https://acs-nnov.ru/biologicheskaya-ochistka-stochnih-vod.html>, свободный.
3. Биологические методы очистки сточных вод промышленных предприятий [Электронный ресурс] URL: <https://stowater.com/stati/metodyi-ochistki-stochnyix-vod-promyishlennyix-predpriyatij-3.html>, свободный
4. Водоканал ведет поиск лучших решений по использованию золы, образующейся при сжигании осадка сточных вод [Электронный ресурс] URL: http://www.vodokanal.spb.ru/presscentr/news/vodokanal_vedet_poisk_luchshih_reshenij_po_ispolzovaniyu_u_zoly_obrazuyuwejsya_pri_szhiganii_osadka_stochnyh_vod/, свободный.
5. Очистка сточных вод предприятий: методы и оценка эффективности [Электронный ресурс] URL: <https://bezotxodov.ru/stochnye-vody/ochistka-promyshlennyh-stochnyh-vod>, свободный.
6. Реферат: Классификация и состав сточных вод [Электронный ресурс] URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-245339.html>, свободный.
7. Состав и свойства осадков сточных вод – водоотведение [Электронный ресурс] URL: https://studref.com/324216/stroitelstvo/sostav_svoystva_osadkov_stochnyh, свободный.
8. Сточные воды. Классификация сточных вод [Электронный ресурс] URL: <https://xn--j1amm7a.xn--p1ai/%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%8B-%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D0%B2/>, свободный.
9. Теоретическая часть, основы функциональной очистки сточных вод, анализ современных способов очистки сточных вод. Системы автоматического контроля очистки сточных вод [Электронный ресурс] URL: https://studbooks.net/1423511/tovarovedenie/teoreticheskaya_chast, свободный.
10. Flow rates [Электронный ресурс] URL: <https://www.britannica.com/technology/wastewater-treatment/Flow-rates>
11. Water Quality and Wastewater [Электронный ресурс] URL: <https://www.unwater.org/water-facts/quality-and-wastewater/>
12. Wastewater [Электронный ресурс] URL: <https://www.chemeurope.com/en/encyclopedia/Wastewater.html>
13. Wastewater: Types, Organic content, Pollutants and Treatment. Beny Basumatary. [Электронный ресурс] URL: <https://testbook.com/learn/environmental-engineering-waste-water/>
14. What Is a Biological Wastewater Treatment System and How Does It Work? [Электронный ресурс] URL: <https://www.samcotech.com/what-is-a-biological-wastewater-treatment-system-how-does-it-work/>