

EDN: CUEJIM

УДК 628.3

В. С. РОЖКОВ, М. Н. ДОРЦЕВА, П. Е. ДЕМИНОВФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРЕТИЧНОГО ОТСТАИВАНИЯ В СИСТЕМАХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

Аннотация. В статье рассмотрены основные аспекты третичной очистки сточной воды от взвешенных веществ методами седиментации (отстаивания). Установлены основные факторы, оказывающие влияние на эффективность третичного отстаивания. Выполнен анализ возможностей указанного метода по удалению различного типа загрязнений в зависимости от применяемого реагента. На основании анализа литературы установлено, что при третичном отстаивании могут быть удалены не только взвешенные нерастворенные примеси, но и некоторые растворенные загрязнения и патогены. Для удаления патогенов при этом необходимо введение извести перед осваиванием. Анализ конструкций применимых для третичного отстаивания сооружений указывает на возможность использования для этой цели классических вертикальных и радиальных отстойников. Третичное отстаивание может являться достаточно эффективной альтернативой доочистки методами фильтрации.

Ключевые слова: третичное отстаивание, биологическая очистка, сточные воды, загрязнения, окружающая среда, эффективность очистки.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, с учетом растущей потребности в более эффективной очистке сточных вод, были проведены актуальные в данное время исследования по различным аспектам третичного отстаивания в системах биологической очистки. Эти исследования обсуждают применение новых технологий и материалов для улучшения процесса третичного отстаивания, а также рассматривают его взаимосвязь с другими методами очистки сточных вод. Кроме того, были проведены исследования, которые рассматривают экономические аспекты третичного отстаивания в системах биологической очистки.

Целью данной работы является критический анализ технических решений по третичному отстаиванию сточных вод с выявлением конструктивных и технологических особенностей процесса для оценки перспективы внедрения на станциях биологической очистки в РФ.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Третичное отстаивание – это процесс удаления мелких нерастворимых и устойчивых частиц из сточных вод, которые не удалось полностью убрать с помощью биологической и первичной/вторичной механической очистки. Оно необходимо для повышения качества очистки сточных вод и снижения негативного влияния на окружающую среду.

Важным аспектом третичного отстаивания является применение механических методов для удаления загрязнений [1].

Эффективность удаления загрязнений при применении механических методов третичного отстаивания может достигать до 99 % для определенных типов загрязнений.

В процессе третичного отстаивания в системах биологической очистки на эффективность очистки влияет несколько факторов, таких как параметры сточной воды и конструктивные особенности системы.

Влияние параметров сточных вод на эффективность третичного отстаивания.



1. Параметры сточных вод, такие как рН, содержание взвешенных частиц, их размер, концентрация органических и неорганических веществ, влияют на эффективность третичного отстаивания.

Также важно учитывать размер взвешенных частиц, так как чем меньше размер частиц, тем сложнее их отстаивать. При этом можно использовать методы предварительной обработки, такие как флокуляция или коагуляция, чтобы увеличить размер частиц и улучшить эффективность отстаивания [2].

2. Эффективность третичного отстаивания зависит не только от технологии процесса, но также от конструктивных особенностей системы. Например, форма отстойника, скорость потока сточной воды и расходы реагентов могут существенно влиять на устойчивость процесса и степень удаления загрязняющих веществ из сточных вод.

Поэтому для достижения максимальной эффективности третичного отстаивания необходимо учитывать все эти факторы при проектировании и эксплуатации системы очистки сточных вод [2].

Учет этих закономерностей позволяет повысить эффективность третичного отстаивания в системах биологической очистки и снизить количество загрязнений в очищенной сточной воде.

В целом после вторичного отстаивания стоки могут содержать: фосфор, взвешенные твердые частицы, металлы и патогены.

Одним из методов удаления многих металлов является химическое осаждение. Третичные отстойники могут быть важным компонентом процессов третичной очистки для удаления металлов [3].

В некоторых странах с низким содержанием фосфора в поверхностных водоемах ограничения на содержание фосфора в сточных водах становятся все более строгими. Ограничения могут достигать 0,1 мг/л, 0,01 мг/л и 0,01 мг/л. Однако такие ограничения трудно соблюсти при использовании химикатов перед (предварительное осаждение) или в процессе активного ила (одновременное осаждение), так как они близки или ниже пределов питательных веществ, необходимых для роста биомассы. Поэтому необходимо снизить концентрацию фосфора до очень низкого уровня после биологического процесса (пост-осаждение) [4].

Поскольку обычная первичная и биологическая очистка не удаляют всех патогенов из сточных вод, большинство установок по очистке сточных вод полагаются на процесс дезинфекции для уничтожения патогенов. Для обеспечения более высокой степени удаления патогенов может использоваться осветление известью с высоким рН. Использование третичной очистки позволяет достигнуть удаления вирусов на уровне около 1,3 логарифмических единиц [4].

Исследования, которые подробнее описаны в литературных данных [4] по очистке воды показали, что осветление известью обеспечивает значительное удаление всех патогенов. Отдельные данные этого исследования представлены в таблице.

Таблица – Средние концентрации патогенов до и после обработки известью (12 проб) [5]

Параметр *	Вторичные стоки	Третичное осветление известью
Клостридии (КОЕ/100 мл)		
Максимум	1 400	7,0
Средний	640	2,6
Энтерококки (КОЕ/100 мл)		
Максимум	2 700	48
Средний	830	15
Фекальные колиформы (КОЕ/100 мл)		
Максимум	12 000	10
Средний	9 900	5,2
Колифаг (БОЕ/100 мл)		
Максимум	54 000	25
Средний	12 000	1,6

*КОЕ = колониеобразующая единица и БОЕ = бляшкообразующая единица.

Для третичного отстаивания сточных вод могут использоваться различные конструкции отстойников, включая горизонтальные, радиальные, вертикальные отстойники. Третичные отстойники имеют почти ту же конструкцию, что и вторичные отстойники, и во время дождливой погоды они выполняют функцию дополнительных вторичных отстойников, обеспечивая максимальную производительность

в условиях высокой влажности. Исходя из этого можно сделать вывод, что для обеспечения более эффективной очистки сточных вод нет необходимости устанавливать дополнительное сооружение, а можно использовать реконструированное имеющееся. Данная манипуляция поможет не только сэкономить затраченные средства, но и не загромождать очистные сооружения.

Горизонтальные и вертикальные отстойники – это самые распространенные конструкции, которые используются для третичного отстаивания. Они обычно имеют большой объем и обеспечивают длительное пребывание сточных вод в отстойнике, что позволяет твердым частицам оседать на дно. Вертикальные отстойники предпочтительнее для вод с высоким содержанием твердых частиц, так как они обеспечивают лучшую очистку благодаря более быстрой осадке твердых частиц.

Радиальные отстойники имеют более сложную конструкцию и обычно используются в больших сооружениях для очистки сточных вод с более высоким содержанием твердых частиц. Они обеспечивают более эффективное отстаивание и могут справляться с большими объемами сточных вод.

Ниже приведены конструкции (рисунок) радиального (а) и вертикального (б) отстойников, применяемых для третичного отстаивания, которые более подробно описаны в литературе [5].

В итоге сточные воды могут быть очищены до такой степени, что они могут быть безопасно использованы для полива садов, парков, спортивных площадок, а также для хозяйственно бытовых нужд и нужд пищевой промышленности

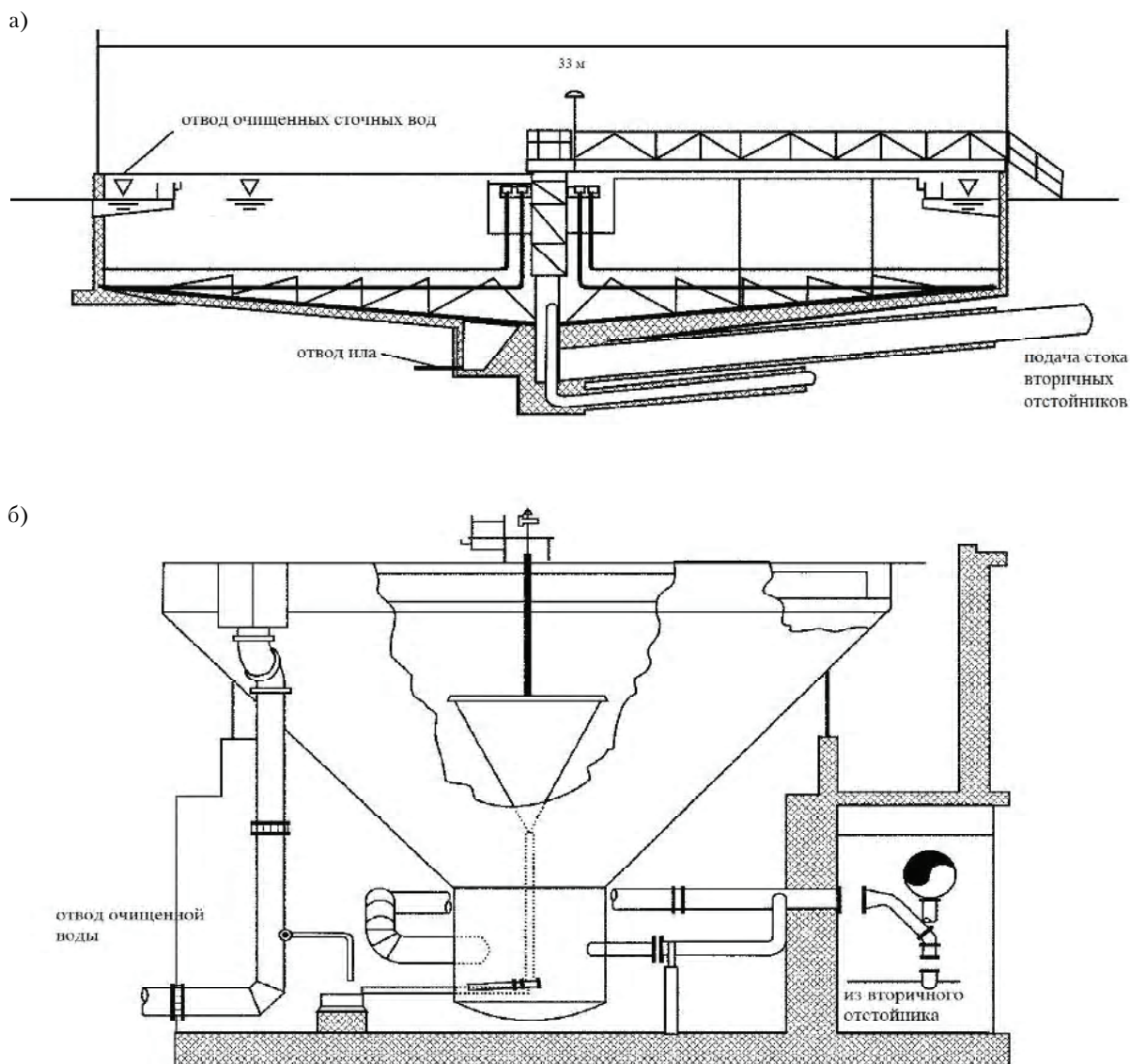


Рисунок – Конструкции отстойников [5]: а) радиальный, б) вертикальный.

ВЫВОДЫ

Третичное отстаивание механическими методами является важным этапом в процессе очистки сточных вод, который позволяет достигать высокой степени очистки. Развитие новых методов третичного отстаивания будет способствовать улучшению качества водных ресурсов и сохранению экологического баланса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Очистка сточных вод. Технологические процессы и оборудование : учебное пособие / М. Ю. Соколов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2018. – 368 с. – Текст : непосредственный.
2. Reardon, R. Tertiary Clarifier Design Concepts and Considerations / R. Reardon. – Текст : непосредственный // Proceedings of the Water Environment Federation. – 2005. – № 38. – P. 4453–4466.
3. Wilson, Th. Clarifier Design / T. Wilson ; Second Edition. – McGraw-Hill : Water Environment Federation, 2005. – 704 p. – Текст : непосредственный.
4. Халтурина, Т. И. Очистка сточных вод промышленных предприятий / Т. И. Халтурина. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 432 с. – Текст : непосредственный.
5. Асано, Т. Рекультивация и повторное использование сточных вод = Technomic Publishing Co., Inc. : Глава 5: Tertiary Clarifier Design Concepts and Considerations / Т. Асано. – Ланкастер, Пенсильвания : [б. и.], 2007. – 102 с. – Текст : непосредственный.

Получена 28.04.2023

Принята 23.05.2023

В. С. РОЖКОВ, М. М. ДОРЦЕВА, П. Е. ДЬОМИНОВ
ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ТРЕТИННОГО
ВІДСТОЮВАННЯ В СИСТЕМАХ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ
ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація

Анотація. У статті розглянуто основні аспекти третинного очищення стрічки від зважених речовин методами седиментації (відстоювання). Встановлено основні фактори, що впливають на ефективність третинного відстоювання. Виконано аналіз можливостей зазначеного методу з видалення різного типу забруднень залежно від застосовуваного реагенту. На підставі аналізу літератури встановлено, що при третинному відстоюванні можуть бути видалені не тільки зважені нерозчинені домішки, а й деякі розчинені забруднення і патогени. Для видалення патогенів при цьому необхідно введення вапна перед освоюванням. Аналіз конструкцій застосовуваних для третинного відстоювання споруд вказує на можливість використання для цієї мети класичних вертикальних і радіальних відстійників. Третинне відстоювання може бути досить ефективною альтернативою доочищення методами фільтрування.

Ключові слова: третинне відстоювання, біологічне очищення, стічні води, забруднення, доквілля, ефективність очищення.

VITALII ROZHKOV, MARIA DORTSEVA, PAVEL DEMINOV
THE MAIN PRINCIPLES AND REGULARITIES OF TERTIARY SETTLING IN
BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS
FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»,
Makeyevka, DPR, Russian Federation

Abstract. The article discusses the main aspects of the tertiary purification of the line from suspended solids by the methods of sedimentation. The main factors influencing the effectiveness of tertiary sedimentation have been established. The analysis of the possibilities of this method for the removal of various types of contaminants, depending on the used reagent, is carried out. Based on the analysis of the literature, it was found that during tertiary sedimentation, not only suspended undissolved impurities can be removed, but also some dissolved contaminants and pathogens. To remove pathogens, it is necessary to introduce lime before mastering. An analysis of the structures used for tertiary sedimentation of structures indicates the possibility of using classical vertical and radial settling tanks for this purpose. Tertiary sedimentation can be a fairly effective alternative to post-treatment by filtration methods.

Keywords: tertiary sedimentation, biological treatment, wastewater, pollutants, environment, treatment efficiency.

Рожков Виталий Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ФБГОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: оборотное водоснабжение промышленных предприятий, биологическая очистка сточных вод.

Дорцева Мария Николаевна – магистрант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ФБГОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: очистка сточных вод.

Демин Павел Евгеньевич – аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ФБГОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: очистка сточных вод.

Рожков Віталій Сергійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: оборотне водопостачання промислових підприємств, біологічна очистка стічних вод.

Дорцева Марія Миколаївна – магістрант кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: очищення стічних вод.

Дьомінов Павло Євгенович – аспірант кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: очищення стічних вод.

Rozhkov Vitaliy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: industrial water supply and wastewater treatment.

Dortseva Mariia – master's student, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: wastewater treatment.

Deminov Pavel – post-graduate student, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: wastewater treatment.