

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ СЫРОГО ОСАДКА

Очистные сооружения канализации являются важнейшим элементом инженерной инфраструктуры населенного пункта, от эффективности функционирования которого зависит не только устойчивая работа всех систем жизнеобеспечения, но и состояние водных объектов, в которые сбрасываются сточные воды после очистки.

В настоящее время разработано и реализовано на практике большое число технических и технологических решений, которые обеспечивают соблюдение жестких требований по содержанию в очищенных сточных водах, прежде всего азота и фосфора, использование осадков по различным направлениям. Однако все они требуют значительных капитальных вложений и не всегда применимы в условиях действующих очистных сооружений.

В последнее время в технологии очистки сточных вод находит применение ультразвуковая обработка (УЗО). Как следует из анализа практики применения ультразвука в технологии очистки сточных вод, УЗО может оказывать комплексное воздействие на суспензию активной биомассы: изменяет дисперсный состав и состав фаз суспензии; воздействует на процессы жизнедеятельности микроорганизмов; разрушает клетки микроорганизмов.

Выполнены комплексные исследования влияния УЗО на состав фаз и седиментационные свойства иловых суспензий и сырого осадка, активность биомассы.

В результате экспериментальных исследований установлено, что ультразвуковая обработка активного ила и сырого осадка способствует: повышению флокулирующих свойств активного ила и влагоотдающих свойств сырого осадка; регулированию в определенных пределах содержания тяжелых металлов в избыточном активном иле и сыром осадке; повышению ферментативной активности биомассы ила; ускорению процесса накопления легкоокисляемых жирных кислот в процессе выдержки сырого осадка в первичном отстойнике.

Улучшение флокулирующих свойств обеспечивается УЗО с применением гидродинамического и магнитострикционного излучателей

при расходе энергии не превышающем 1500 Дж/г твердой фазы активного ила. Расход обработанного ультразвуком для интенсификации активного ила подбирается методом пробного коагулирования в зависимости от содержания взвешенных веществ в сточных водах. Положительные результаты, получены как при использовании, обработанного активного ила в процессе обычного отстаивания, так и при осветлении во взвешенном слое.

В процессе отстаивания расход обработанного ультразвуком активного ила, обеспечивающий интенсификацию осаждения взвешенных веществ, составляет 1–5% об. Степень очистки при этом повышается на 5–10 %. При осветлении во взвешенном слое осадка степень очистки повышается на 30–40%. Расход активного ила при этом составляет до 7% от объема циркулирующего ила, возвращаемого на биологическую очистку после вторичных отстойников.

Для условий очистных сооружений УП «Витебскводоканал» при расходе поступающих в первичные отстойники сточных вод 70 тыс.м³/сутки требуется обработать ультразвуком и подать в сточные воды до 3500м³/сутки активного ила. Это составляет 5,1–9,6% от объема циркулирующего активного ила. При этом следует ожидать увеличения расхода сточных вод, поступающих в первичные отстойники на 5%. При концентрации активного ила, подаваемого на ультразвуковую обработку 7 г/дм³, содержание ХПК сточных вод увеличится на 40–42 мгО₂/дм³.

Ультразвуковая обработка активного ила положительно сказывается на его способности к микробному разложению органических соединений, скорости и полноте протекания биологической очистки, так как в очищаемые сточные воды переходят ферменты, низкомолекулярные легко разлагаемые бактериями активного ила органические вещества. По результатам определения влияния УЗО на дегидрогеназную активность биомассы установлено ее увеличение на 20–27% при расходе энергии до 15 кДж/г, что для магнитоотрикссионного излучателя обеспечивается при плотности ультразвука 3,15 Вт/см³ и продолжительности 5–15 с.

Для интенсификации процессов биологической очистки необходимо обработать до 10% объема активного ила циркулирующего в системе очистки активного ила. Для условий УП «Витебскводоканал» объем циркулирующего активного ила подлежащий УЗ-обработке, должен составлять до 6350м³ в сутки. Прирост ХПК, за счет подачи в аэротенк обработанного ультразвуком активного ила, составит до 10%. Гидравлическая нагрузка на аэротенки при этом не возрастает, так как обрабатывается часть возвратного циркулирующего ила. Для

УЗО с целью интенсификации процессов биологической очистки могут использоваться установки с различными типами излучателей. Учитывая, то обстоятельство, что время пребывания иловой смеси в аэротенке может составлять от 4-х до 8-ми и более часов, необходимо обработку циркулирующего активного ила проводить периодически, согласовав ее продолжительность с временем пребывания иловой смеси в аэротенках. Для условий УП «Витебскводоканал» время пребывания иловой смеси в аэротенках составляет 8 часов, а рекомендуемая продолжительность обработки один час в течение каждых трех часов. В этом случае суммарный объем обрабатываемого циркулирующего активного ила составит до 2120 м³/сутки.

УЗО существенно изменяет состав твердой и жидкой фазы активного ила за счет перехода в жидкую фазу тяжелых металлов, фосфатов, как в составе дисперсных частиц, так и виде растворимых соединений.

Ультразвуковая обработка оказывает влияние на распределение тяжелых металлов между жидкой и твердой фазой активного ила. Установлено, что содержание цинка, никеля, свинца, меди и кадмия уменьшается в отделенной центрифугированием твердой фазе обработанного ультразвуком активного ила. Наибольшее снижение концентраций металлов в твердой фазе активного ила наблюдается для цинка (42–71%) и свинца (39–67%), а наименьшее для меди (5–19%) и кадмия (4–16%). До 70% указанных тяжёлых металлов переходят в жидкую фазу в составе частиц с размером меньше 20 мкм. При этом удельный расход энергии на обработку активного ила магнитострикционным излучателем составил от 240 до 4300 Дж/г, а гидродинамическом излучателем – не более 1200 Дж/г. Для достижения сравнимых показателей по содержанию тяжелых металлов в твердой фазе активного ила расход энергии на ультразвуковую обработку при использовании гидродинамического излучателя в условиях эксперимента был более чем в 1,5 раза ниже.

Учитывая важность проблемы использования осадков сточных вод на очистных сооружениях канализации в условиях УП «Витебскводоканал», проведены работы по определению содержания тяжелых металлов в осадках, размещённых на иловых площадках, и отводимых для подсушки (свежие осадки). Цель исследований состояла в определении возможности регулирования содержания металлов в твердой фазе осадков в целях доведения их до нормативных значений.

Так как в Республике Беларусь использование осадков сточных вод не регламентируется ГНПА, которые учитывают их специфику, то при выборе нормативов, которые регламентируют требования к соста-

ву и свойствам осадков сточных вод, руководствовались нормативными документами Российской Федерации, Польши, Европейского Союза, США. На основании указанных документов, а также действующих в РБ требований по обращению с отходами, разработаны ТУ ВУ 300003249.001-2009, которые действуют до июля 2020 г.[1].

При согласовании ТУ при проведении исследований в РНПЦ гигиены были использованы образцы осадков, обработанные и необработанные ультразвуком после центрифугирования. Установлено, что ультразвуковая обработка и центрифугирование избыточного активного ила позволяет снизить в нём содержание цинка и меди до значений, соответствующим требованиям данных ТУ для удобрений марки УОСВ-1.

Металлы, перешедшие в жидкую фазу, находятся в составе взвешенных частиц и в растворе. При возврате иловой воды в сточные воды, поступающие на очистку, они частично удаляются в составе сырого осадка и частично поступают на биологическую очистку. Это происходит тогда, когда они не извлекаются из жидкой фазы. При этом содержание тяжёлых металлов в сыром осадке увеличивается на 0,1–0,7%.

Для подготовки осадков к использованию в качестве удобрений разработан технологический регламент, который устанавливает основные требования и условия, соблюдение которых обеспечит безопасное для окружающей среды использование осадков сточных вод, длительное время находящихся на картах иловых площадок. Подготовка для использования осадков сточных вод включает ультразвуковую обработку избыточного активного ила (если в осадках превышаются нормы содержания тяжелых металлов) и компостирование.

Для извлечения тяжелых металлов из жидкой фазы в обработанный ультразвуком избыточный активный ил может добавляться сорбент с последующим его отделением в гидроциклоне.

На основании ТУ и технологического регламента РУП «Белкоммунпроект» разработан и прошел государственную экспертизу проект площадок для компостирования осадков УП «Витебскводоканал».

Идея использования ультразвука для обработки сырого осадка с целью извлечения из нерастворимой части легко окисляемых органических веществ возникла в ходе исследований по ацидофикации сырого осадка, проводимых ООО «АКВАРОС» при непосредственном участии академика РАН, докт. биол. наук Жмур Н.С. и лабораторных испытаний, включающих использование обработанных ультразвуком активного ила и сырого осадка. Обработка ультразвуком приводит к увеличению выхода летучих жирных кислот и не изменяет доброкачественности жидкой фазы. Для определения влияния ультразвуковой

обработки сырого осадка на состав осадков и на процесс очистки в целом, были проведены комплексные исследования в условиях УП «Витебскводоканал».

Растворимая часть органических веществ является предпочтительным питанием активного ила и наиболее дефицитным компонентом сточных вод. От 40% до 75% органических веществ, поступающих на очистку, находятся во взвешенном и коллоидном состоянии, они могут быть удалены в первичных отстойниках, что создает дефицит полноценного питания активного ила. Органические вещества, находящиеся в сыром осадке, можно частично перевести в растворимые формы в процессе ацидофикации и УЗО сырого осадка.

Исследования по УЗО сырого осадка из первичных отстойников проводили на установке с гидродинамическим излучателем в производственных условиях. В ходе исследований объектами контроля были: сточные воды, поступающие в первичный отстойник, осветленные сточные воды, очищенные сточные воды после вторичных отстойников, активный ил в аэротенках, сырой осадок. Расход сточных вод, поступающих в отстойник, составлял 840-1380м³/час.

Предложенный способ обработки сырого осадка используется на УП «Витебскводоканал» с 2015 года. Установлено увеличение окислительной способности активного ила, что привело к интенсификации процессов нитрификации и денитрификации, повышению эффективности удаления биогенных элементов: азота аммонийного с 87 до 92%, БПК₅ с 95 до 97%, ХПК с 90 до 96%, фосфора общего с 55 до 58%, повышению эффективности извлечения взвешенных веществ с 92 до 95%.

Результаты экспериментальных исследований и опытно-промышленных испытаний свидетельствуют о целесообразности использования ультразвуковой обработки для интенсификации процессов, лежащих в основе очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации. Для получения требуемого результата необходимо правильно выбрать режим ультразвуковой обработки, для чего провести экспериментальное его апробирование в условиях конкретных очистных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТУ ВУ 300003249.001-2009 «Удобрение и почвоулучшающая добавка из осадков сточных вод» (УП «Витебскводоканал»).

2. И. Э. Головнев, В. Н. Марцуль. Изменение состава фаз суспензии активного ила очистных сооружений канализации при ультразвуковой обработке. Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2010. – № 19. – С. 122

3. В. Н. Марцуль, И. Э. Головнев. Использование ультразвуковой обработки для повышения флокулирующих свойств суспензии активного ила очистных сооружений канализации. Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2010. – № 18. – С. 124

4. И.Э. Головнев., В. Н. Марцуль. Влияние ультразвуковой обработки на седиментационные и водоотдающие свойства суспензий активного ила. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, промышленность. Прикладные науки. – 2017. № 11. С. 122–128.

5. Патент Республики Беларусь №9053 «Способ удаления тяжелых металлов из избыточного активного ила». Авт. Саховский А.А. Грошев И. М., Головнев И. Э., Марцуль В. Н., Минин Н. А., Головнева Л. В.