

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ИЛОВОГО ОСАДКА МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕНТРИФУГИ

Загорская Елизавета Павловна,

канд. биол. наук,

«Тольяттинский государственный университет»,

Тольятти

Бутаев Дмитрий Александрович

магистрант,

«Тольяттинский государственный университет»,

Тольятти

В процессах биологической очистки промышленных сточных вод отработанный ил накапливается в виде иловых осадков. В зависимости от производительной мощности очистных сооружений, технологии производства и технологии очистки колеблется качественный состав и количество осадков. С увеличением производственных мощностей всех отраслей промышленности объем осадков сточных вод достигает значительных объемов, 2,5 млн. т сухого вещества в год [5,6]. Накопление огромных объемов иловых осадков наносят экологический ущерб окружающей среде и представляют угрозу существования почвенных и водных биоценозов.

На промышленных предприятиях образуется большое количество сточных вод, для очистки которых применяются механические, физико-химические, химические, биологические и биохимические методы. Во всех случаях в процессе очистки сточных вод образуется иловый осадок, который подлежит захоронению на полигонах в качестве уплотнительного слоя при формировании тела полигона и засыпки отходов [3].

В России самым распространенным способом утилизации осадков, является длительное депонирование на иловых полях, где перерабатывается до 90% всех осадков, которые образуются в технологических процессах.

Иловые поля представляют собой сооружения с естественным основанием, но окруженные бетонированными плитами или земляными валами. В других случаях применяются сооружения с бетонированным основанием и откосами для предотвращения поступления дренажных вод в поверхностные горизонты. На таких сооружениях обезвоживание осадков происходит естественным путем в течение длительного временного периода. Влажность осадков на иловых картах снижается с 90-99% при поступлении на карты и высушивается до 75-80% [1,6]. В практике применяются иловые поля с подогревом для сокращения сроков пребывания осадков, так как происходит постоянное пополнение полей осадками с высокой влажностью.

Данные сооружения являются очень удобными и простыми в плане инженерного обеспечения. Недостатком иловых площадок является то, что они более чем другие системы очистки осадка зависят от природных условий и климатических факторов [4].

Обезвоженный осадок в одних случаях вывозится на полигоны захоронения, в других случаях в зависимости от экономических и коммерческих интересов предприятия осадок переводят в продукт для применения его в качестве удобрения или как добавка в строительные материалы [5]. В качестве удобрений в сельскохозяйственном производстве используется около 7% осадков [6].

Проведение процесса обезвоживания осадков сточных вод на иловых площадках очистных сооружений средней и большой мощности чаще всего невозможно ввиду отсутствия свободной площади земли для размещения иловых площадок. В городах с развитой инфраструктурой процессы естественной сушки осадков становятся нецелесообразными, как с экономической, так и экологической точки зрения.

Практика использования иловых карт показала, что при дефиците площадей на урбанизированных территориях и расположением предприятий техносферы, оптимальным вариантом переработки осадков является механическое обезвоживание, которое проводят на фильтр-прессах, вакуум-фильтрах или центрифугах [4, 6].

Высокой эффективности при обезвоживании осадка взвешенных веществ достигается при использовании центрифуг, которые являются приемлемым оборудованием для обезвоживания в процессах очистки сточных вод, имеющих производительность, не превышающую 100 тыс. м³/сут. Центрифуги представляют собой сложное техническое оборудование, тем не менее, достоинствами их являются простота аппаратного оформления и экономичность. В результате центрифугирования возможно получить осадок (кек), имеющий невысокую влажность (80-85%). Кроме этого, при применении центрифуги, снижается концентрация взвешенных веществ в фугате, который повторно направляется в аэротенки.

В данной работе был исследован процесс обезвоживания илового осадка, получаемого в процессе биологической очистки промышленных сточных вод методом нитриденитрификации (НДФ).

Цель исследования: применение в технологической схеме центрифуги для снижения влажности и объемов илового осадка, вывозимого на полигоны захоронения. Проводилось экспериментальное определение концентрации взвешенных веществ в воде, прошедшей обезвоживание на иловых полях.

Исследование проводилось на установке биологической очистки сточных вод производительностью 6000 м³/сут. Процессы нитрификации и денитрификации проходят в отдельных аэротенках, предусмотрена третья ступень очистки стоков – аэротенк доочистки. В технологическом процессе на установке НДФ не применяются коагулянты и флокулянты, отсутствует поступление хоз-бытовых и ливневых стоков. Сброс в открытые водные объекты не осуществляется. Осадок образуется в процессе водоочистки от аммоний- и нитрат-содержащих загрязнений. Иловый осадок в данной

технологии очистки представляет собой смесь, содержащую органические и минеральные вещества с высоким содержанием биогенных веществ и значительным показателем ХПК. В аммоний-содержащем потоке ХПК нормируется до 340 мг/дм³, в нитрат-содержащем – до 10000 мг/дм³. Вследствие высоких концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) и отсутствии канализационных стоков патогенные микроорганизмы не обнаружены в сточной воде и иловом осадке. Осадок относится в IV классу опасности.

Образующийся в процессе нитриденитрификации иловый осадок представляет собой многокомпонентную гидрофильную высококонцентрированную гетерогенную смесь, в состав которой входят биогенные вещества, минеральные частицы сложного состава.

В данном технологическом цикле иловый осадок накапливается во вторичных отстойниках и выводится во флотатор, где происходит разделение агрегированного осадка и сточных вод. Образовавшаяся часть сточной воды без флотошлама используется в технологическом процессе на разных стадиях очистки.

Агрегированный осадок поступает для депонирования на иловые площадки, где естественным путем происходит обезвоживание осадка с 80% до 30% влажности. Исследования показывают, что влажность осадков при обезвоживании снижается в 12,5 раз [1]. Период обезвоживания может протекать от 4 до 6 месяцев, в зависимости от климатических факторов и периода года. Методы уплотнения илового осадка подразделяются на гравитационные, флотационные, центробежные, вибрационные [6]. Иловые площадки установки НДСФ представляют собой земляные резервуары, днище и боковые склоны которых бетонированы. Общая площадь - 1 ,07 га, максимальная высота заполнения уплотненным илом - 0,5 м. Для полного обезвоживания уплотненного ила, в основании иловых карт предусмотрена дренажная система, состоящая из железобетонных лотков, которые засыпаны послойно щебнем разного размера, диаметром от 5÷10 мм до 40÷70 мм. Иловая вода дренируется через щебень в лотки и сливается в колодцы, расположенные

между иловыми площадками. При заполнении иловой площадки, подсушенный ил вывозится на рекультивацию. Для промывок дренажных систем иловых площадок при засорении крупным материалом используется очищенная вода, подаваемая из аэротенка доочистки. После вывоза подсушенного ила и очистки площадки дренажные системы промываются химзагрязненной водой.

Материал и методика. Подготовку пробы илового осадка для исследования проводили в соответствии с методическими указаниями. Пробы илового осадка отбирали методом конверта [2].

Влажность илового осадка выполняли в соответствии с [8,9].

Для определения влажности были отобраны пробы илового осадка, пролежавшие на иловых полях более 6 месяцев. Показатель влажности таких осадков составил 27,09%. В таком состоянии осадки могут применяться в качестве добавок в строительные материалы, а также использоваться в качестве рекультивации нарушенных земель и полигонов. Установлено, что осадки, обезвоженные до 45-50% перестают удерживать воду и их обезвоживание происходит быстрее [1]. В результате процесса обезвоживания илового осадка на иловых полях снижается нагрузка на объекты окружающей среды.

Сточную воду отбирали из дренажной системы иловых площадок для определения концентрации взвешенных частиц. Для определения концентрации взвешенных частиц в фильтрате использовали гравиметрический метод, позволяющий определять содержание взвешенных веществ в диапазоне от 0,5 до 5000 мг/дм³ [7]. Концентрация взвешенных частиц в сточной воде представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрация взвешенных частиц в сточной воде

№ пробы	1	2	3
Содержание взвешенных частиц, мг/дм ³	660,45	661,56	660,18

Средняя концентрация взвешенных частиц в сточной воде составила:

$$X_{cp} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{2} = \frac{660,45 + 661,56 + 660,18}{2} = 660,73 \text{ мг / дм}^3$$

При проведении эксперимента в лабораторных условиях подготовленную пробу осадка обезвоживали на центрифуге, а затем определяли количество взвешенных частиц в фильтрате после центрифуги [7]. Для исследования использовали multifunctional центрифугу Frontier FC5706

Результаты экспериментального исследования взвешенных частиц в фильтрате приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты экспериментального исследования взвешенных частиц в фильтрате

№ опыта	Единицы измерения	Опыт 1	Опыт 2
Масса бюкса с фильтром	мг	50,4459	51,9911
Масса бюкса с фильтром и осадком	мг	54,0350	55,6509
Объем пробы для анализа	мл	50	50
Концентрация взвешенных частиц	мг/дм ³	71,78	73,19

Средняя концентрация взвешенных частиц в фильтрате составила:

$$X_{cp} = \frac{X_1 + X_2}{2} = \frac{71,78 + 73,19}{2} = 72,49 \text{ мг / дм}^3$$

На сегодняшний день средняя концентрация взвешенных частиц в иловом осадке составляет примерно 660,73 мг/дм³, а средняя концентрация взвешенных частиц в фильтрате после центрифугирования получилась равна 72,49 мг/дм³ поэтому можно заключить, что использование центрифуги позволяет уменьшить количество взвешенных частиц примерно в 10 раз.

Таким образом, оптимальным вариантом обезвоживания илового осадка на современных предприятиях является механический способ. Высокой

эффективности при обезвоживании осадка взвешенных веществ можно добиться при использовании центрифуги, к достоинствам которой можно отнести простоту аппаратного оформления и экономичность. Применение центрифугирования снижает концентрацию взвешенных веществ в сточных водах, прошедших обезвоживание на иловых площадках, почти в 10 раз. Авторами рассмотрена одна из доступных перспективных технологий обезвоживания осадка с применением иловых полей в сочетании с механическим методом, где в качестве оборудования применяется центрифуга.

Список литературы

1. Благоразумова А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2014. – 208 с.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа
3. ГОСТ Р 54535-2011 Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при размещении и использовании на полигонах Дата введения 2013-01-01.
4. Кичигин В.И. Обработка и утилизация осадков природных и сточных вод: учебное пособие / В.И. Кичигин, Е.Д. Палагин. – Самара, 2008. – 204 с.
5. Ладыгин К. В., Стомпель С И. Проблема очистных сооружений – избыточные иловые осадки // «ЭКОИНЖ» выпуск № 19, 2019 г.
6. Пахненко Е. П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения [Электронные ресурс] / Е. П. Пахненко. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – с. 314
7. ПНД Ф 14.1:2:4.254-2009 Методика измерений массовых концентраций взвешенных веществ и прокаленных взвешенных веществ в пробах

- питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом. – М.: ФБУ «ФЦАО», 2009. – 14 с.
8. ФР 1.31.2008.04399 Методика выполнения измерений зольности сырого осадка, активного ила/ – М. «АКВАРОС», 2008 (Электронный ресурс. Режим доступа <https://files.stroyinf.ru/>)
9. Mahon G. Analytical instrumentation: a guide to laboratory, portable and miniaturized instruments / G. Mahon. L.: Profession, 2009. – 480 с.