

УДК 628.169.2:628.336.8  
DOI 10.35776/VST.2023.09.08

### Геотубирование – перспективное направление обезвоживания и экологически безопасного хранения биошламов

Ж. Л. Григорьева<sup>1</sup>, Ф. И. Лобанов<sup>2</sup>



Ж. Л. Григорьева



Ф. И. Лобанов

<sup>1</sup> Григорьева Жанна Леонидовна, исполнительный директор ООО «Инн Веко»  
198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Степана Разина, 13, тел.: +7 (812) 251-10-81, e-mail: innveco@yandex.ru

<sup>2</sup> Лобанов Федор Иванович, доктор химических наук, профессор, президент компании ООО «КНТП»  
117403, Россия, Москва, Востряковский проезд, 10Б, стр. 2, тел.: +7 (499) 372-14-12, e-mail: f.lobanov@kntp-pro.ru

**Для цитирования:** Григорьева Ж. Л., Лобанов Ф. И. Геотубирование – перспективное направление обезвоживания и экологически безопасного хранения биошламов // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 9. С. 51–55. DOI: 10.35776/VST.2023.09.08.

Рассмотрена возможность применения геотубирования для статического обезвоживания и экологически безопасного хранения биошлама. Найдены эффективные реагенты для удаления запаха дурнопахнущих веществ, связывания ионов тяжелых металлов и дезинфекции биошлама. Подчеркнуты особенности применения технологии статического геотубирования. Предложенная технология позволяет значительно сократить площади для депонирования биошлама и исключить воздействие на окружающую среду при его хранении при максимальном сохранении потребительских свойств. Преимущества разработанной технологии: отсутствие капитального

строительства, мобильность, непрерывный технологический процесс, решение задач при отсутствии технологической воды, получение фильтрата, соответствующего требованиям сброса на очистные сооружения, низкая энергоемкость, низкие эксплуатационные затраты, равномерное распределение финансовых средств на весь период реализации проекта, получение экологически безопасного продукта, возможность выполнения работ в удобные для заказчика сроки.

**Ключевые слова:** осадок сточных вод, биошлам, геотубирование, статическое обезвоживание биошлама, илоуплотнитель.

## SLUDGE HANDLING

---

### Geotubing – a promising trend in dewatering and environmentally safe storage of biosludge

Zh. L. Grigor'eva<sup>1</sup>, F. I. Lobanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grigor'eva Zhanna, Executive Director, Inn Veko LLC  
13 Stepana Razina St., Saint-Petersburg, tel.: +7 (812) 251-10-81, e-mail: innveco@yandex.ru

**For citation:** Grigor'eva Zh. L., Lobanov F. I. Geotubing – a promising trend in dewatering and environmentally safe storage of biosludge. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2023, no. 9, pp. 51–55. DOI: 10.35776/VST.2023.09.08. (In Russian).

Possible use of geotubing for static dewatering and environmentally safe storage of biosludge is considered. Efficient chemicals have been provided for eliminating malodors, binding heavy metal ions, and disinfecting biosludge. The features of the application of static geotubing technology are emphasized. The proposed technology provides for the significant reduction of the area for biosludge deposit and elimination of the environmental impact during its storage with the maximum usability preservation. Advantages of the developed technology are as follows: savings on capital construction, mobility, continuous technological process, eliminating problems of process water absence, obtaining a leachate that meets the requirements for discharge to treatment facilities, low energy intensity, low operating costs, equidistribution of financial resources for the entire period of the project implementation, production of environmentally friendly product, possible work performance when convenient for the customer.

**Key words:** wastewater sludge, biosludge, geotubing, static dewatering, sludge thickener.

При очистке сточных вод практически все возможные химические и микробиологические загрязнения концентрируются в сыром осадке (первичный отстойник) и активном иле (вторичный отстойник). При этом в первичном отстойнике оседают нерастворимые, присутствующие в воде вещества, а во вторичном, как правило, растворенные вещества, хемосорбированные на массе активного ила.

Прошедшая полную биологическую очистку вода может содержать в качестве основных загрязнителей биогенные элементы и микробиологическую флору. Для регулирования концентрации биогенных элементов до нормативных значений используются биологические (нитрификация и денитрификация) или химические (осаждение фосфат-ионов солями железа или алюминия) методы. Микробиологическая безопасность обеспечивается химическими (дезинфекция) или физическими (облучение, кавитация) методами. В качестве физических методов дезинфекции наиболее широко применяется ультрафиолетовое обеззараживание.

Таким образом, основные проблемы экологической безопасности при очистке сточных вод связаны с первичным осадком и избыточным илом, которые соединяются на илоуплотнителях, где происходит сгущение до 5% по сухому веществу. После сгущения могут реализовываться различные методы дальнейшей обработки смешанного осадка (биошлама).

Ранее было распространено размещение жидкого биошлама на поля орошения, расположенные, как правило, недалеко от городов на свободных площадках. Со временем размещенный там биошлам высушивался в естественных условиях. В результате его нахождения на полях орошения происходила трансмиссия загрязняющих веществ в почву, подземные воды, а также в воздух за счет переноса аэрозолей и микроорга-

низмов и выделения в атмосферу продуктов жизнедеятельности бактерий. Такой способ утилизации биошлама наиболее опасен с экологической и гигиенической точек зрения. Для снижения химического и микробиологического загрязнения предложено использовать метантенки с процессами мезо- и термофильного сбраживания, которые позволяют трансформировать низкомолекулярные вещества в  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ , а в случае термофильного процесса – снизить загрязнение яйцами гельминтов.

Для повышения экологической безопасности в середине 1960-х годов стали размещать биошлам на бетонных картах, оборудованных дренажной системой, или на иловых накопителях, имеющих глиняный замок. Таким образом, негативная нагрузка на почву и подземные воды была резко снижена, естественно, при правильной эксплуатации гидротехнических сооружений. При этом основными проблемами остались загрязнение воздуха и необходимость выделения больших площадей земли под иловые накопители и бетонные карты.

Разработка эффективных методов обработки сточных вод на коммунальных очистных сооружениях включает целый набор различных модулей, каждый из которых имеет большое значение для конечного результата получения очищенной воды, полностью соответствующей всем нормам и требованиям экологической безопасности водных объектов.

Следует признать, что сегодня коммунальные очистные сооружения представляют собой сложное производство по сравнению со станциями аэрации, в которых самотеком загрязненная вода проходит через механическую и биологическую очистку и далее попадает в водные объекты. Образовавшиеся в результате очистки биологические отходы (биошламы) направлялись на так называемые поля орошения, где про-

исходило их естественное высушивание. Затем поля орошения были заменены иловыми накопителями и иловыми картами.

Крайне скромное финансирование важнейшей экологической отрасли привело к значительному износу емкостных сооружений и оборудования. И сегодня большинство канализационных очистных сооружений, за исключением нескольких городов, имеют жалкий вид.

Поставленная правительством задача реформирования ЖКХ требует значительных инвестиций, рациональных подходов и использования накопленного в мировой практике опыта.

Если в настоящее время разработкам в области механической, биологической и физико-химической очистки уделяется большое внимание и прогресс очевиден, то работы, связанные с обработкой отходов, образующихся в результате очистки сточных вод, значительно отстают. Особенно это касается их размещения и возможного дальнейшего использования.

В СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» для каждого канализационного очистного сооружения предусмотрено устройство специальных сооружений – площадок, обеспечивающих складирование и хранение технологических отходов, в том числе осадков сточных вод. В связи с этим возникает проблема рационального использования выделенных площадей для размещения биопласта.

В течение ряда лет специалистами ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» был изучен опыт различных организаций по переработке осадка (биопласта), размещенного на полигонах [1; 2]. К сожалению, ни одна не отвечала поставленной задаче – созданию высокопроизводительного мобильного комплекса по переработке осадка, размещенного на иловых накопителях, с автономным электроснабжением. В результате предварительного анализа литературных данных было обращено внимание на возможность применения геотубирования.

Геотубы (сетчатые мешки из синтетических материалов) нашли применение в мировой практике при обработке суспензий отходов различных производств. Особенно широко геотубирование стало использоваться при очистке водных объектов от донных отложений. На начало наших исследований применение геотуб в коммунальном хозяйстве насчитывалось единичными случаями. Основным сдерживающим моментом была низкая скорость фильтрации, связанная с медленной водоотдачей биопласта из-за трудно-

стей создания оптимальных условий флокуляции, поскольку сам биопласт имеет низкую способность к обезвоживанию, для чего требовались большие площади под размещение геотуб, с одной стороны, и высокая влажность биопласта в геотубе, с другой.

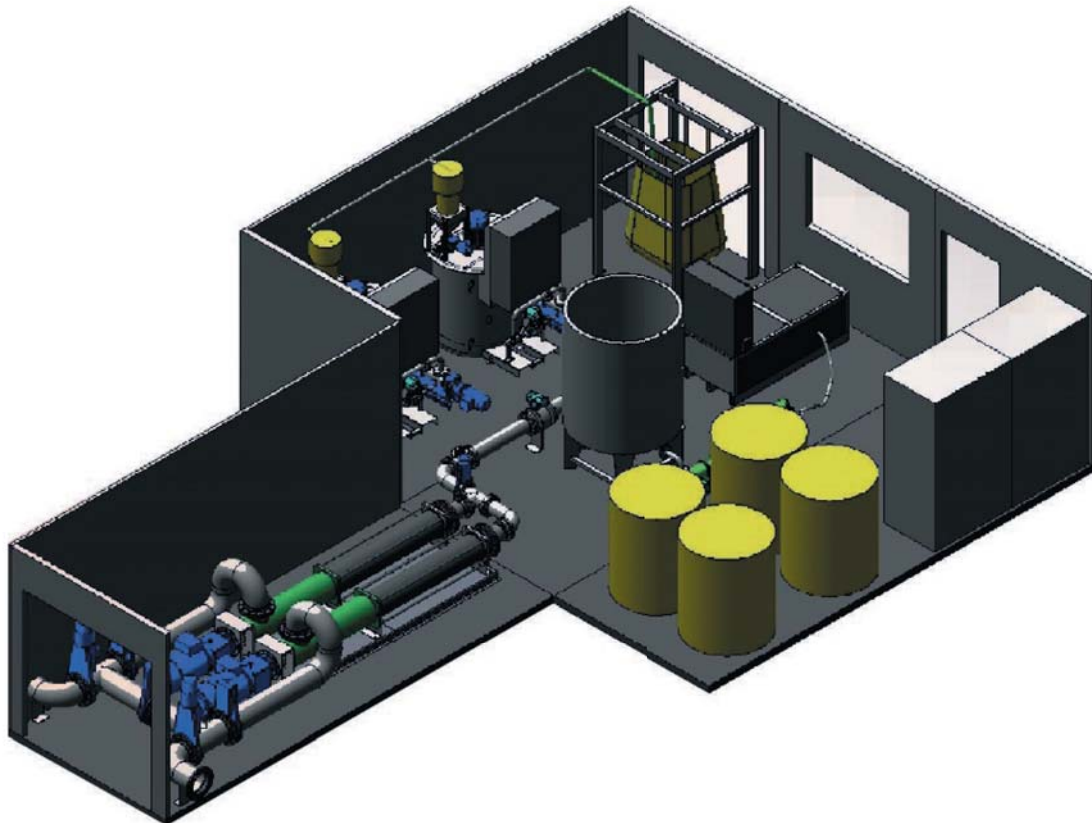
В связи с этим первоочередной задачей стояло достижение эффективной флокуляции осадка с высокомолекулярным полиэлектролитом, чтобы обеспечить максимально высокую скорость фильтрации.

Для решения этой задачи в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» была создана технологическая линия, состоящая из четырех модулей: 1) модуль подачи осадка, 2) модуль приготовления и подачи растворов флокулянта, 3) модуль смешивания осадка с раствором флокулянта, 4) модуль дозирования вспомогательных реагентов (дезинфектант, дезодорант, реагент для связывания свободных форм тяжелых металлов, стабилизатор) [3–6] (рис. 1).

Для приготовления растворов флокулянта использована оригинальная установка с весовой подачей полимера, позволяющая приготовить его в количестве до 30 кг/ч. Смешивание осадка с полимером производится на online-системе, обеспечивающей однородное смешение за счет введения полимера в объем осадка в виде пленки. При этом достигается экономия реагента до 20% за счет эффективной технологии линейного перемешивания и возможности использования концентрированных растворов флокулянта от 1% и более. Это в 10 раз сокращает потребление воды для приготовления рабочих растворов и значительно снижает энергозатраты. В модуле смешивания осадка с раствором флокулянта предусмотрена кавитационная гомогенизация осадка, что в комбинации с последующим высокоэффективным контактным взаимодействием с раствором флокулянта позволяет добиться высокой степени обезвоживания осадка при использовании геотекстильных материалов.

Предварительная реагентная обработка осадка с использованием дезинфектанта, дезодоранта и реагентов для связывания тяжелых металлов позволяет гарантированно получить осадок 4-го класса опасности. Затем суспензия со сфлокулированным осадком подается на статическое обезвоживание в геотубы. Мобильный комплекс может быть снабжен автономным питанием и использоваться на удаленных территориях. В настоящее время выпускаются технологические линии производительностью до 200 м<sup>3</sup>/ч осадка.





**Рис. 1. Мобильный технологический комплекс по обезвоживанию сырого осадка сточных вод «Экотрейн»**

Содержание сухого вещества на входе составляет от 1,5 до 7,5%, что позволяет обеспечить оптимальные условия флокулообразования, содержание сухого вещества на выходе – 20–25% (после заполнения геотубы и отвода дренажных вод). Окончательная степень обезвоживания в процессе хранения зависит от различных факторов (рис. 2).

Преимущества разработанной технологии: отсутствие капитального строительства, мобильность, непрерывный технологический процесс, решение задач при отсутствии технологической воды, получение фильтрата, соответствующего требованиям сброса на очистные сооружения, низкая энергоёмкость, низкие эксплуатационные затраты, равномерное распределение финансовых средств на весь период реализации проекта, получение экологически безопасного продукта, возможность выполнения работ в удобные для заказчика сроки.

Область применения разработанной технологии: обработка осадков сточных вод, в первую очередь на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства, горнодобывающей промышленности и других отраслей, где требуется эффективное обезвоживание осадка и его хранение.



**Рис. 2. Общий вид площадки с геотубами**

## Выводы

Использование разработанной авторами технологии геотубирования биошлама, образующегося при очистке сточных вод, обеспечивает наиболее высокий уровень экологической безопасности, поскольку позволяет совместить в одной технологической операции обезвоживание и контейнерную упаковку биошлама.

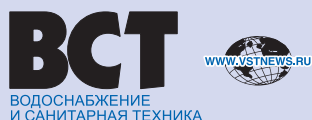
## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Похил Ю. Н., Багаев Ю. Г., Иванов Н. А., Иванов А. Н. Инновационные технологии обезвоживания осадков сточных вод на иловых площадках // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. № 4. С. 58–65.
2. Рублевская О. Н., Лобанов Ф. И., Васильев Б. В. Опыт внедрения технологий и методов обработки осадка сточных вод на полигонах ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2012. № 9. С. 84–89.
3. Пат. 2342204, РФ. МПК В09В 3/00. Способ переработки отходов / Кармазинов Ф. В., Лобанов Ф. И., Хартан Х.-Г. // Изобретения. Полезные модели. 2008. № 36.
4. Пат. 2331442, РФ. МПК А61L 9/012, А61L 9/14. Способ удаления запахов полигонов, отходов, свалок и полей орошения (варианты) / Кармазинов Ф. В., Лобанов Ф. И., Казжук Б. // Изобретения. Полезные модели. 2008. № 23.
5. Пат. 2354614, РФ. МПК С02F 11/14, С02F 1/54, В01D 21/01. Способ обезвоживания суспензии / Кнауэр И. Ф., Лобанов Ф. И., Кармазинов Ф. В., Хартан Х.-Г. // Изобретения. Полезные модели. 2009. № 13.
6. Пат. 2357932, РФ. МПК С02F 11/14, С02F 1/52, В01D 21/01. Способ обработки суспензии / Кармазинов Ф. В., Лобанов Ф. И. // Изобретения. Полезные модели. 2009. № 16.

## REFERENCES

1. Pokhil Yu. N., Bagaev Yu. G., Ivanov N. A., Ivanov A. N. [Innovative technologies for wastewater sludge dewatering on sludge beds]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2011, no. 4, pp. 58–65. (In Russian).
2. Rublevskaya O. N., Lobanov F. I., Vasil'ev B. V. [Experience in implementing technologies and methods for wastewater sludge treatment at the landfills of SUE «Vodokanal of St. Petersburg»]. *Nailuchshie Dostupnye Tekhnologii Vodosnabzheniia i Vodootvedeniia*, 2012, no. 9, pp. 84–89. (In Russian).
3. Karmazinov F. V., Lobanov F. I., Hartan H.-G. [Pat. 2342204, RF. IPC B09B 3/00. Method of waste processing]. *Izobreteniia. Poleznye Modeli*, 2008, no. 36. (In Russian).
4. Karmazinov F. V., Lobanov F. I., Kazsuk B. [Pat. 2331442, RF. IPC A61L 9/012, A61L 9/14. Method for removing odors from landfills, dumps and sewage farms (options)]. *Izobreteniia. Poleznye Modeli*, 2008, no. 23. (In Russian).
5. Knauer I. F., Lobanov F. I., Karmazinov F. V., Hartan H.-G. [Pat. 2354614, RF. IPC C02F 11/14, C02F 1/54, B01D 21/01. Method of dewatering suspension]. *Izobreteniia. Poleznye Modeli*, 2009, no. 13. (In Russian).
6. Karmazinov F. V., Lobanov F. I. [Pat. 2357932, RF. IPC C02F 11/14, C02F 1/52, B01D 21/01. Method of suspension treatment]. *Izobreteniia. Poleznye Modeli*, 2009, no. 16. (In Russian).

## ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ И АВТОРОВ!



Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» находится в списке журналов, входящих в международные базы данных, под номером 472, и в соответствии с информационным письмом Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России от 6 декабря 2022 г. № 02-1198 «О категорировании Перечня рецензируемых научных изданий» входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук, по категории К1.

Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» традиционно публикует материалы по научным специальностям и соответствующим им отраслям наук:

- 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки);
- 2.1.4. Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (технические науки);
- 05.23.07 – Гидротехническое строительство (технические науки);
- 05.23.16 – Гидравлика и инженерная гидрология (технические науки);
- 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология (технические науки);
- 1.6.6. Гидрогеология (технические науки);
- 1.6.21. Геоэкология (технические науки);
- 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий (технические науки);
- 2.1.10. Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (технические науки).