

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

К.Б. Фридман¹, Ф.И. Лобанов², Т.В. Крюкова¹, Х.К. Магомедов¹, В.Л. Романцова¹

¹Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург
²ООО «Компания Нью Текнолоджис Плюс», Москва

¹Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Россия, 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41, тел. 8(812)-303-50-00. E-mail: rectorat@szgmu.ru

²ООО «Компания Нью Текнолоджис Плюс». Россия, 117403, г. Москва, Востряковский пр-д, д. 10Б, тел. 8(499)-702-31-85. E-mail: info@kntp.ru

Реферат

Введение. Образовавшиеся на городских очистных сооружениях осадки сточных вод содержат большинство элементов таблицы Д.И. Менделеева. Кроме того, 60–70% объема осадков составляют органические вещества. Объемы накопившегося осадка занимают 150 га городской территории. Миллионы кубометров хранящихся на городских землях осадков угрожают городу экологической катастрофой.

Целью исследования явилась сравнительная оценка современных методов утилизации осадков очистных сооружений, а также обоснование гигиенической характеристики нового метода, геотубирования.

Материалы и методы. Санитарно-химические, токсикологические, бактериологические, паразитологические, радиологические методы исследования осадков сточных вод, а так же продукта геотубирования.

Результаты и обсуждения. В ходе геотубирования эффект нейтрализации подвижных форм в среднем достигает 90%. Так по содержанию кадмия ионные формы сокращаются в 40 раз, кобальта в 3 раза, меди в 4 раза, свинца в 7 раз, никеля в 25 раз, цинка в 50 раз. Следует отметить, что этот эффект стойкий, принимая во внимание годовую экспозицию после нейтрализации. Содержание некоторых подвижных форм экотоксикантов (кадмий, кобальт, медь, никель) в продукте геотубирования ниже порога обнаружения.

Выводы. На сегодняшний день метод геотубирования осадков сточных вод рассматривается наиболее перспективным и рациональным в вопросе обращения с накопленным осадком. В дальнейшем продукт метода геотубирования без риска для здоровья населения может быть использован в дорожном строительстве, и в улучшении городских и сельских территорий.

Ключевые слова: осадки очистных сооружений, экотоксиканты, геотубирование, обезвоживание, тяжелые металлы.

Введение

Современные мегаполисы это сосредоточение многочисленных проблем. Одна из таких проблем очистка сточных вод и утилизация образующихся при этом осадков. Вопрос утилизации осадка, в течение десятилетий, решался путем его вывоза на полигоны, которые представляют собой десятки гектаров безжизненной территории, не пригодной ни для строительства, ни для сельского хозяйства.

Каждые сутки, в Санкт-Петербурге, на станциях аэрации, при очистке сточных вод, образуется около 10 тысяч м³ осадков, средней влажностью 98%. Несмотря на резкое сокращение объемов осадка, на Центральной станции аэрации (ЦСА), после пуска в эксплуатацию в 1997 г. завода по сжиганию осадка (ЗСО), потребность в площадях, для складирования золы и осадка, ежегодно составляет 8–10 га. На сегодняшний день в Санкт-Петербурге площадки для складирования осадка уже составляют более 150 га.

Осадки городских очистных сооружений представляют собой субстанцию из органических (до

80%) и минеральных (около 20%) веществ, выделенных из сточной воды в результате механической, биологической и физико-химической очистки. В состав осадков входят вещества 1-го и 2-го класса опасности, обладающие общетоксическим, токсико-генетическим, эмбриотоксическим, канцерогенным и другими негативными свойствами. В осадках содержатся превышающие гигиенические нормативы тяжелые металлы Cr, Cd, Hg, Cu, Pb, Co, Zn, Mo, патогенные организмы (бактерии, простейшие, гельминты, вирусы), избыточное количество нитратов, токсические вещества, пестициды, полихлорированные бифенилы, алифатические соединения, эфиры, моно- и полициклические ароматические вещества, фенолы, нитрозамины и др. Хранящиеся на иловых картах и отвалах осадки очистных сооружений, как правило, относятся ко второму классу (высоко опасные) или третьему классу (опасные) отходов. Выделяемые осадками меркаптаны, сероводород, аммиак и другие одоранты обуславливают многочисленные обоснованные жалобы населения, проживающего

в непосредственной близости с санитарно-защитной зоной иловых площадок.

Сегодня известно множество подходов, позволяющих утилизировать осадки очистных сооружений с учетом уровня их загрязнения. Например: термофильное сбраживание в метантенках, высушивание, пастеризация, обработка гашеной известью, сжигание, пиролиз, компостирование, вермикомпостирование. Однако не все они могут быть использованы при работе с большим количеством осадков, характеризующихся высоким содержанием экотоксикантов. А именно эта задача стоит перед городами-мегаполисами.

В настоящее время проводятся испытания новой технологии – геотубирования осадков с последующим использованием полученного продукта.

Настоящая работа посвящена гигиенической оценке принципиально нового метода обезвреживания и утилизации большого количества сырого осадка канализационных сооружений, содержащего такие экотоксиканты как кадмий, медь, цинк, свинец и другие, в концентрациях значительно превышающие нормативные значения.

Целью исследований явилось обоснование гигиенической безопасности использования продуктов, получаемых по технологии геотубирования из осадков Северной станции аэрации ГУП «Водоканал-СПб» в дорожном строительстве.

Материалы и методы

Сущность технологии заключается в следующем: сырой осадок смешивается с реагентами, обеспечи-

вающими перевод растворимых форм солей тяжелых металлов в нерастворимые соединения, стабилизацию осадков по кислотности, дезинфекцию и дезодорацию. Обработанный таким образом осадок закачивается в геотубы – большие синтетические мешки с микропорами и по заполнению их оставляется там на «созревание» на период не менее 1 года. Обезвреживание осадка происходит путем механического выдавливания воды через микропоры с последующим ее удалением через дренажную систему.

По прошествии периода «созревания» нейтрализованный, прошедший биокомпостирование в геотубе, осадок рассматривается как продукт использования в строительстве дорожного полотна для укрытия откосов. Значительное содержание органики в нем и является основным маркетинговым критерием полезности использования данного продукта.

Задачами гигиенических исследований явились обоснования гигиенической безопасности продукции геотубирования на основе санитарно-химических, токсикологических, санитарно-бактериологических, гельминтологических и радиологических исследований.

Результаты и обсуждения

В таблице 1 приведены данные содержания некоторых экотоксикантов в сыром осадке канализационных сооружений.

Как следует из приведенных данных, содержание таких элементов как кадмий (в 20 раз), кобальт, медь (в 9 раз), хром, цинк (в 2 раза) превышают нормативные значения как по валовому содержанию, так и по ионным формам.

Таблица 1

Результаты санитарно-химических исследований исходных материалов

| Наименование показателя | Нормативное значение при рН менее 5,5 | Иловые осадки из илонакопителя | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| | | Валовое содержание мг/кг | Подвижные формы мг/кг |
| Кадмий | 2,0 | 39,0 | 40,0 |
| Кобальт | 0 | 2,7 | 3,3 |
| Марганец | 1500 | 181,0 | 0 |
| Медь | 132,0 | 1206,0 | 4,1 |
| Мышьяк | 5,6 | 5,6 | 0 |
| Никель | 80,0 | 37,0 | 24,7 |
| Ртуть | 2,1 | 1,6 | 0,0075 |
| Свинец | 130,0 | 98,0 | 7,3 |
| Хром общий | 0 | 23,0 | 4,3 |
| Цинк | 220,0 | 516,0 | 245,0 |
| Суммарный показатель загрязненности | 0 | 366,4 | 0 |
| Нефтепродукты | <1000 | 197,0 | 0 |
| Бензапирен | 0,02 | 0,59 | 0 |

Такие явления объясняются тем, что в Санкт-Петербурге общесплавная система канализации, по которой все виды сточных вод (хозяйственно-бытовые, производственные, ливневые) отводятся одним потоком на станции аэрации. Кроме того производственные сточные воды, после локальной очистки на предприятии, по общесплавной системе канализации попадают на станции аэрации, где насыщают иловые осадки сточных вод токсичными элементами. Наличие экотоксикантов и является причиной невозможности использования этих осадков в земельном строительстве и благоустройстве населенных мест.

В таблице 2 представлены сравнительные поэтапные данные содержания экотоксикантов в осадке в ходе технологии геотубирования.

Как следует из представленных данных в ходе геотубирования эффект нейтрализации подвижных форм в среднем достигает 90%. Так по содержанию кадмия ионные формы сокращаются в 40 раз, кобальта в 3 раза, меди в 4 раза, свинца в 7 раз, никеля в 25 раз, цинка в 50 раз.

Следует отметить, что этот эффект стойкий, принимая во внимание годовую экспозицию после нейтрализации.

В меньшей степени эффект нейтрализации выражен в отношении валовых форм, и в среднем составляет 50%. Практически не меняется содержание кадмия, в меньшей степени у кобальта (в 2,25 раза).

Следует отметить, что после геотубирования валовое содержание таких элементов как кадмий,

цинк, бензапирен существенно превышали гигиенический норматив для почв, тогда как марганец, мышьяк, никель, ртуть, свинец, нефтепродукты соответствовали санитарному регламенту. Суммарный показатель токсичности уменьшился в 1,6 раза.

Выводы

1. Технология геотубирования обеспечивает значительный эффект детоксикации осадков, стойкий по времени в отношении подвижных форм экотоксикантов.

2. Получаемый в ходе геотубирования продукт из-за несоответствия гигиеническим нормативам валового содержания солей тяжелых металлов значительно ограничен в областях использования в земельном строительстве и благоустройстве жилых мест.

3. Для расширения областей использования получаемого методом геотубирования продукта рекомендуется разработать специально применительный к этому гигиенический регламент, определяющий условия использования, методы контроля, как это практикуется с осадками канализационных сооружений в отношении их использования в качестве удобрений.

4. При гигиенической регламентации условий использования продукта геотубирования, область его применения могут стать объекты дорожного строительства, зоны благоустройства квартальной застройки, вертикальная планировка территории и др., что дает определенный экономический эффект.

Таблица 2

Сравнительные данные содержания экотоксикантов в осадках в ходе геотубирования (нормы приведены на основе ГН 2.1.7.2041-06)

| Наименование экотоксиканта | Валовое содержание вещества мг/кг | | | Подвижные формы вещества, мг/кг | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------|---------------------------------|--------------|----------------------|
| | Норма для сульфидов рН более 5,5 | Сырой осадок | После геотубирования | Норма | Сырой осадок | После геотубирования |
| Кадмий | 2,0 | 39,0 | 38,0 | 0 | 40,0 | <0,1 |
| Кобальт | 0 | 2,7 | 1,2 | 5,0 | 3,3 | <1,0 |
| Марганец | 1500 | 181,0 | 123,0 | 400,0 | 0 | 87,0 |
| Медь | 132,0 | 1206,0 | 90,0 | 3,0 | 4,1 | <1,0 |
| Мышьяк | 5,6 | 5,6 | 1,8 | 0 | 0 | 0 |
| Никель | 80,0 | 37,0 | 18,0 | 4,0 | 24,7 | <1,0 |
| Ртуть | 2,1 | 1,6 | 0,56 | 0 | 0,0075 | 0 |
| Свинец | 130,0 | 98,0 | 23,0 | 6,0 | 7,3 | <1,0 |
| Хром общий | 0 | 23,0 | 8,7 | 0 | 4,3 | 1,0 |
| Цинк | 220,0 | 516,0 | 464,0 | 23,0 | 245,0 | 5,0 |
| Суммарный показатель | 0 | 366,4 | 254,1 | 0 | 0 | 0 |
| Нефтепродукты | не более 1000 | 197,0 | 29,0 | 0 | 0 | 0 |
| Бензапирен | 0,02 | 0,59 | 0,084 | 0 | 0 | 0 |

Литература

1. *Аветисян, П.К.* Оценка доступных технологий обработки осадков сточных вод / П.К. Аветисян, Ф.Г. Адам // Водоснабжение и санитарная техника. – 1992. – № 3. – С. 34–37.
2. *Афанасьев, Р.А.* Экологическая опасность полигонов складирования осадков сточных вод / Р.А. Афанасьев, Г.Е. Мерзлая // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 7. С. 52–54.
3. *Васильев, Б.В.* Использование осадков сточных вод в сельском хозяйстве / Б.В. Васильев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – № 9. – С. 11–12.
4. *Волков, В.С.* Гигиеническая оценка опасности осадков сточных вод / В.С. Волков, В.Н. Боев // Гигиена и санитария. – 1998. – № 4. – С. 52–57.
5. *Губанов, Л.Н.* Термические методы обработки осадков сточных вод / Л.Н. Губанов, А.В. Котов, Д.В. Бояркин // Экологические технологии и инновации. – 2005. – № 1. – С. 66–69.
6. *Достанко, М.Д.* Пути решения вопроса утилизации осадков сточных вод / М.Д. Достанко // Жизнь и безопасность. – 1999. – № 5. – С. 58–65.
7. *Дрозд, Г.Я.* Вопросы нормирования использования обработанного осадка сточных вод в авто-

дорожном строительстве / Г.Я. Дрозд, Н.И. Зотов, В.Н. Масляк // Экология и промышленность. – 2001. – № 1. – С. 34.

8. *Зыкова, И.В.* Использование обработанных осадков сточных вод в рекультивации земельных участков / И.В. Зыкова // Экология и промышленность России. – 2001. – № 8. – С. 29–30.

9. *Ивчатов, А.Л.* Осадки сточных вод от промышленных предприятий / А.Л. Ивчатов, С.Н. Глиденов // Экология и промышленность России. – 2003. – № 2. – С. 37–40.

10. *Кармазинов, Ф.В.* Обоснование экологической безопасности метода сжигания осадков сточных вод / Ф.В. Кармазинов, М.Д. Пробриский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 8. – С. 22–23.

11. *Кармазинов, Ф.В.* Современные технологии очистки сточных вод на станции аэрации / Ф.В. Кармазинов, Б.В. Пробриский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 12. – С. 19–20.

12. *Санягина, Н.А.* Оценка токсикологической опасности осадков сточных вод / Н.А. Санягина, Б.В. Сульдин, А.Н. Туманова, Е.В. Четвергов // Гигиена и санитария. – 2004. – № 2. – С. 14–15.

Сведения об авторах:

Фридман Кирилл Борисович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой коммунальной гигиены государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Тел.: +7-921-941-56-36. E-mail: Kirill.fridman@yandex.ru

Лобанов Федор Иванович – доктор химических наук, профессор, президент ООО «Компания Нью Текнолоджи Плюс» (КНТ Плюс). Тел.: +7 (499)702-31-85. E-mail: lobanov@kntp.ru

Крюкова Татьяна Васильевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры коммунальной гигиены государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Тел.: +7-921-408-44-15. E-mail: Tatyana.kryukova@szgmu.ru

Магомедов Хамзат Курбанович – аспирант, ассистент кафедры коммунальной гигиены государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Тел.: +7-921-414-76-51. E-mail: hamzat1985@mail.ru

Романцова Вера Леонидовна – аспирант, ассистент кафедры коммунальной гигиены государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Тел.: +7-905-229-31-46. E-mail: vera.romantcova@szgmu.ru

Материал поступил в редакцию 30.10.2014 г.

Фридман К.Б., Лобанов Ф.И., Крюкова Т.В., Магомедов Х.К., Романцова В.Л. Современные технологии утилизации осадков очистных сооружений канализации в Санкт-Петербурге // Профилактическая и клиническая медицина. – 2015. – № 2 (55). – С. 28–33.

MODERN TECHNOLOGIES OF RECYCLING DEPOSITS OF SEWAGE TREATMENT FACILITIES IN ST. PETERSBURG

K.B. Fridman¹, F.I. Lobanov², T.V. Kryukova¹, Kh.K. Magomedov¹, V.L. Romantsova¹

¹North-western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg

²«New Technologies Plus Company», Moscow

¹State Educational Institution of Higher Professional Education «North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov» under the Ministry of Public Health of the Russian Federation. Russia, 191015, St. Petersburg, Kirochnaya str., 41, Tel.: 8 (812) -303-50-00. E-mail: rectorat@szgmu.ru

²«Company of New Technologies Plus». Russia, 117403, Moscow, Vostryakovsky passage, 10B, Tel.: 8 (499) -702-31-85. E-mail: info@kntp.ru

Abstract

Introduction: The sewage sludge that is originated from urban wastewater treatment plants contains most of the elements indicated in Mendeleev's periodic system table. Moreover, 60-70% are represented by organic substances. The accommodation of accumulated deposits requires about 150 hectares of the urban territory. Millions of cubic meters of disposed sewage sludge on urban land threaten the city as an environmental catastrophe.

Purpose: The aim of the study was to compare the modern methods of treatment and recycling rain water treatment plants, as well as the rationale for the hygienic characteristics of the new method such as geo turbocharged processing.

Materials and methods: Sanitary-chemical, toxicological, bacteriological, parasitological, radiological investigation methods of sewage sludge, as well as the product of its geoturbobarged processing.

Results and discussion: As a result of sanitary-chemical, bacteriological, parasitologic, radiological and toxicological studies product of the geo turbocharged processing of sewage sludge, it was found that the product was practically safe from the viewpoint of hygiene and epidemiology. The concentrations of main toxic substances in the product are found to be below the detection limits.

Conclusion: To date, the method of sewage sludge "geoturbobarged treatment" is considered to be the most effective treatment of sediment accumulation providing a decreased risk to public health. It is recommended that detoxified product of the method can be used in road construction and improvement of urban and rural areas.

Key words: wastewater treatment plants sludge, ecotoxicants, geoturbobarged treatment, dehydration, heavy metals.

References

1. Avetisyan, P.K. Otsenka dostupnykh tekhnologij obrabotki osadkov stochnykh vod / P.K. Avetisyan, F.G. Adam // Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. – 1992. – № 3. – S. 34–37.
2. Afanas'ev, R.A. EHkologicheskaya opasnost' poligonov skladirovaniya osadkov stochnykh vod / R.A. Afanas'ev, G.E. Merzlaya // Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. – 2003. – № 7. – S. 52–54.
3. Vasil'ev, B.V. Ispol'zovanie osadkov stochnykh vod v sel'skom khozyajstve / B.V. Vasil'ev // Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. – 2006. – № 9. – S. 11–12.
4. Volkov, B.C. Gigienicheskaya otsenka opasnosti osadkov stochnykh vod / V.S. Volkov, V.N. Boev // Gigiena i sanitariya. – 1998. – № 4. – S. 52–57.
5. Gubanov, L.N. Termicheskie metody obrabotki osadkov stochnykh vod / L.N. Gubanov, A.V. Kotov, D.V. Boyarkin // EHkologicheskije tekhnologii i innovatsii. – 2005. – № 1. – S. 66–69.
6. Dostanko, M.D. Puti resheniya voprosa utilizatsii osadkov stochnykh vod / M.D. Dostanko // ZHizn' i bezopasnost'. – 1999. – № 5. – S. 58–65.
7. Drozd, G.Ya. Voprosy normirovaniya ispol'zovaniya obrabotannogo osadka stochnykh vod v avtodorozhnom stroitel'stve / G.Ya. Drozd, N.I. Zotov, V.N. Maslyak // EHkologiya i promyshlennost'. – 2001. – № 1. – S. 34.
8. Zykova, I.V. Ispol'zovanie obrabotannykh osadkov stochnykh vod v rekul'tivatsii zemel'nykh uchastkov / I.V. Zykova // EHkologiya i promyshlennost' Rossii. – 2001. – № 8. – S. 29–30.
9. Ivchatov, A.L. Osadki stochnykh vod ot promyshlennykh predpriyatij / A.L. Ivchatov, S.N. Glyadenov // EHkologiya i promyshlennost' Rossii. – 2003. – № 2. – S. 37–40.
10. Karmazinov, F.V. Obosnovanie ehkologicheskoy bezopasnosti metoda szhiganiya osadkov stochnykh vod / F.V. Karmazinov, M.D. Probriskij // Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. – 2001. – № 8. – S. 22–23.
11. Karmazinov, F.V. Sovremennye tekhnologii ochildki stochnykh vod na stantsii achratsii / F.V. Karmazinov, B.V. Probriskij // Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. – 2002. – № 12. – S. 19–20.
12. Sanyagina, N.A. Otsenka toksikologicheskoy opasnosti osadkov stochnykh vod / N.A. Sanyagina B.V. Sul'din, A.N. Tumanova, E.V. CHetvergova // Gigiena i sanitariya. – 2004. – № 2. – S. 14–15.

Authors

Fridman Kirill Borisovich – Doctor of Medical Science, Head of the Department of Hygiene of the State Budget Institution of Higher Education "North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov" under the Ministry of Health of the Russian Federation. Tel.: +7-921-941-56-36. E-mail: Kirill.fridman@yandex.ru

Lobanov Fyodor Ivanovich – Doctor of Chemical Science, Professor, President of "New Technologies Plus Company" (kntp). Tel.: +7 (499) 702-31-85. E-mail: lobanov@kntp.ru

Kryukova Tatyana Vasilievna – Candidate of Medical Science, Associate Professor, Department of Communal Hygiene of the State Budget Institution of Higher Education «North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov» under the Ministry of Health of the Russian Federation. Tel.: + 7-921-408-44-15. E-mail: Tatyana.kryukova@szgmu.ru

Magomedov Khamzat Kurbanovich – Postgraduate Student, Assistant of the Department of Communal Hygiene of the State Budget Institution of Higher Education “North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov” under the Ministry of Health of the Russian Federation. Tel.: + 7-921-414-76-51. E-mail: xamzat1985@mail.ru

Romantsova Vera Leontidovna – Postgraduate student, Assistant of the Department of Communal Hygiene of State Budget Institution of Higher Education “North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov” under the Ministry of Health of the Russian Federation. Tel.: + 7-905-229-31-46. E-mail: vera.romantsova@szgmu.ru

Accepted 30.10.2014

Friedman K.B., Lobanov F.I., Kryukova T.V., Magomedov Kh.K., Romantsova V.L. Modern technologies of recycling deposits of sewage treatment facilities in St. Petersburg // Preventive and Clinical Medicine. – 2015. – № 2 (55). – P. 28–33.