

Использование ИММ-технологии для снижения негативного техногенного воздействия на литосферу оказываемого деятельность ЖКХ

Кнатко Михаил Васильевич,
к.ф.-м.н.

Генеральный директор
ООО « Научно-технический центр «
Технологии XXI века»

E-mail: knatko@nw-tech.ru

Жабриков Станислав Юрьевич,
Главный инженер проекта

ООО « Научно-технический центр «
Технологии XXI века»

E-mail: zhabrikov@nw-tech.ru

Подлипский Иван Иванович,
к.г.-м.н., старший преподаватель
Санкт-Петербургского государственного
университета
E-mail: primass@inbox.ru

В статье рассмотрены геоэкологические аспекты применения интеграционной минерально-матричной технологии (ИММ-технологии) при производстве работ по утилизации технологических отходов водоподготовки и водоотведения, включая утилизацию осадка сточных вод, и рекультивации полигонов их хранения. Дано описание физико-химических основ технологии и процесса формирования создаваемой минеральной матрицы. Приведено сравнение ИММ-технологии и технологии «геотубирования», на примере работы ГУП «Водоканал Санкт-Петербург», по эффективности минимизации негативного техногенного воздействия, оказываемого данными методами на литосферу. Показаны основные физико-механические характеристики грунта укрепленного техногенного изготовленного (ГУТ) с применением осадка сточных вод, представлено описание принципа подбора вносимых в смесь дополнительных компонентов. Описан метод заготовки ГУТ в прок и способ его хранения и дальнейшего применения, в случаях, когда имеет место несогласованность графика его получения и графика производства строительных работ.

Ключевые слова: интеграционная минерально-матричная технология, грунт укрепленный техногенный, геоэкология, рекультивация нарушенных территорий, технологические отходы водоподготовки, технологические отходы водоотведения, осадки сточных вод.

Возрастающие требования к качеству очистки сточных вод и водоподготовки в условиях крупных городов России, приводят к устойчивому росту количества технологических отходов, размещаемых на специализированных полигонах хранения. Например, количество образующихся на канализационных очистных сооружениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербург» иловых осадков составляет более 1500 м³ в сутки. Ежегодно для обеспечения размещения таких объемов требуется выделение 8-10 га новых площадей под места их размещения [1]. При этом, общая площадь существующих полигонов составляет около 172 Га, а крупнейшие из них - «Волхонка-2» и «Северный» располагаются вблизи лесных массивов и водоемов. Кроме того, в силу продолжающихся биохимических реакций, с выделением метана, полигоны размещения осадков сточных вод представляют собой одну из причин недовольства населения прилегающих территорий деятельностью ЖКХ. Особую опасность для литосферы представляет высокая степень загрязненности осадка от очистки сточных вод тяжелыми металлами [8], вынос которых за пределы комплекса может привести к загрязнению ими поверхностных и подземных вод, почв и грунтов, а также к угнетению растительности на прилегающих к полигонам территориях [7]. Для радикального сокращения темпов наращивания площадей полигонов размещения иловых осадков ГУП «Водоканал Санкт-Петербург» внедрил технологию сжигания иловых осадков в печах с псевдокипящим слоем, что позволило сократить ежесуточный объем выработки отходов в виде илов в 10 и более раз. Однако, внедрение этой технологии не позволило полностью решить задачу утилизации отходов. Так образующаяся зола от сжигания иловых осадков, отбросы с решеток, пески песколовок и осадки от водоподготовки требуют размещения на полигонах или комплексной переработки.

Широко применяемый сегодня, на территории Санкт-Петербурга, метод «геотубирования» [2], заключающийся в размещении осадка в «Geotube» (фильтрующих геотекстильных контейнерах), позволяющих отводить наружу механически-чистую воду и удерживать внутри твердые частицы, не смотря на ряд преимуществ, среди которых можно отметить: ценовые показатели себестоимости обезвоживания (20-30% ниже, чем при аппаратных способах обработки процессах), простота реализации (оперативность монтаж и демонтаж производственной инфраструктуры, возможность реализации метода непосредственно на участке размещения осадка) и его низкое энергопотребление, имеет два критических недостатка, а именно, неспособность эффективно препятствовать миграции поллютантов в окружающую среду и наличие существенных долгосрочных геоэкологических рисков. Последнее связано с дальнейшим периодом существования заполненных осадком «Geotube», на протяжении которого происходит процесс разрушения геотекстильного материала (особенно быстро протекающий под действием солнечного излучения) или нарушение герметичности контейнера при физическом воздействии различной природы. Результатом таких разрушений станет попадание загрязнителей в почвы и грунтовые воды, гидратация накопленного осадка под воздействием атмосферных осадков с возвратом частично обезвоженной в «Geotube» иловой массы практически в исходное состояние. Совокупность признаков технологии «Geotube» позволяет отнести эту технологию к технологии компактного временного складирования отходов на полигоне, а не к конечной переработке отходов.

Развитие последнее время термолизных технологий и технологий биоразложения органических отходов в метантенках также не решает задачу прекращения накопления отходов, так как концентрация тяжелых металлов в образующем при той или иной технологии остатке после деструкции органической части отходов превышает начальную. Вследствие этого отходы от этих технологий требуют специальных методов утилизации.

Применение метода компостирования илов в условиях мегаполисов не рекомендуется опять же в силу значительной концентрации тяжелых металлов в илах, а также ограниченности возможностей применения такого компоста.

Нерешенность задачи прекращения наращивания объема хранения отходов очистки хозяйственно-бытовых стоков и водоподготовки заставляет искать новые подходы и новые технологии. Единственным возможным путем решения этой задачи может стать переработка отходов во вторичные ресурсы, что позволит отказаться от увеличения площадей полигонов, прекратить складирование отходов даже в компактном виде, как в случае «Geotube», поэтапно рекультивировать существующие полигоны, тем самым значительно снизив экологическое воздействие от производственной деятельности водоканала.

Основой для такого решения может послужить применение интеграционной минерально-матричной технологии (ИММ-технологии), позволяющей осуществлять получение грунта укрепленного техногенного (ГУТ) с использованием отходов водоподготовки и водоотведения, включая осадки водоподготовки, осадки песколовок, золы сжигания обезвоженного осадка сточных вод и отбросов с решеток и накопленных на полигонах илов [4]. В результате реализации ИММ-технологии достигается обезвреживание за счет химического связывания экотоксикантов в нерастворимые комплексы, и, что особенно важно, обеззараживание отходов за счет создания сильно-щелочной среды (рН 9-11). Технология получила свое название потому, что при правильном образом подобранных компонентах системы происходит суммирование потенциальных положительных химических свойств всех ее составляющих, а также их механических характеристик. Научной основой способа является теория синтеза неорганических вяжущих веществ в дисперсных минеральных средах, основанная на минерально-генетической концепции и теории оптимальных механических смесей (конгломератов), отличающихся повышенной плотностью, пониженной пористостью и, в результате этого, улучшенными прочностными и другими свойствами [4]. Реализуется технология за счет уникальных свойств алюмосиликатных пород разрушать свою структуру при кислотном или щелочном гидролизе, генерировать вяжущее и синтезировать новую устойчивую минерально-органическую структуру с учетом новых компонентов. При этом ионогенные соединения встраиваются в новую структуру как ее элементы, образуя прочные химические связи, так комплексы тяжелых металлов служат центрами роста новой структуры, прочно в ней

закрепляясь. Неионогенные соединения капсулируются в создаваемой органоминеральной структуре, что, учитывая низкие фильтрационные характеристики создающегося материала, практически не допускает их десорбцию в окружающую среду.

Принципы подбора компонентов из перерабатываемых технологических отходов водоканала в соответствие с ИММ-технологией на основе лабораторных испытаний можно определить следующим образом:

- скелетная составляющая создаваемой органоминеральной структуры: пески песколовки до 40% по СВ;
- алюмосиликатный материал для генерации минерального вяжущего: осадки водоподготовки до 20% по СВ;
- минеральный наполнитель создаваемой органоминеральной структуры: зола сжигания иловых осадков до 30% по СВ;
- сорбционно активная составляющая создаваемой органоминеральной структуры: иловые осадки и отбросы с решетки после дробления до 10% по СВ.

Составленная таким образом композиция технологических отходов гомогенизируется совместно с побудителем щелочного гидролиза и цементом. Побудителем процесса щелочного гидролиза минерально-органической системы и начала формирования новой структуры, выступает модифицирующая комплексобразующая добавка (МКД), являющаяся микродисперсным щелочным алюмосиликатным материалом, активированным ионами щелочноземельных элементов [3]. Для ускорения процессов консолидации и увеличения прочности конечного материала применяется цемент [5]. Получаемый композит грунт укрепленный техногенный (ГУТ) – медленно твердеющий материал, который можно накапливать впрок до момента возникновения потребности его использования.

ГУТ является экологически безопасным материалом, благодаря включению экотоксикантов в его слабо проницаемую структуру, эффективно препятствующую миграции загрязнителей в почву и грунтовые воды, и может быть применен для целей жилищно-гражданского строительства: планировочных работ под строительство, устройства оснований и конструктивных слоев дорожных покрытий, грунтов обратной засыпки ямочного ремонта дорог, грунтовой смеси при ремонте линейных объектов взамен инертных материалов, а также в качестве укрывного материала при рекультивации

нарушенных территорий и специализированных полигонов хранения отходов производства и потребления.

Грунт укрепленный техногенный обладает свойством омоноличивания в искусственную породу. Предел прочности на сжатие в проектном возрасте (на 28 суток) составляет в зависимости от количества вносимого в смесь цемента от 2-5 кг/см² при внесении до 7-8% цемента до 10-20 кг/см² при внесении до 15% цемента. Коэффициент водоустойчивости (в техногенном массиве) 0,6-0,8. Коэффициент фильтрации – 1×10^{-4} – 1×10^{-6} м./сут. Санитарно-гигиенические свойства ГУТ соответствуют требованиям МУ 2.1.674-97 [6].

Учитывая несоответствие объемов производства ГУТ, производимого в целях утилизации технологических отходов водоканала, и потребности в этом материале разработана технология накопления впрок субпродукта ГУТ. В этом случае уменьшают процент содержания в смеси цемента до 1-3%. Перемешанная с реагентами (МКД и цементом) смесь поступает на площадку хранения, где укладывается на песчаное основание слоем 300-500 мм. Поверх первого слоя материала укладывается слой песка толщиной 150-300 мм. Затем снова слой материала и слой песка и так далее. Образующий штабель после заполнения может сохраняться сколь угодно долго без потери своих свойств. Для предотвращения эрозии или промерзания штабеля он может быть укрыт. Размеры штабеля и их количество определяются производительностью перерабатывающей установки и ожидаемым сбегом материала. При возникновении потребности в материале штабель освобождают от укрыва и специальной фрезой (например, ковшом фирмы ALLU для экскаватора со двояной фрезой) окусовывают материал до фракции 30-. Полученный дисперсный грунт перевозят к месту применения и используют его либо как инертный грунт, либо, смешав его с цементом с помощью смесительного ковша или горизонтальной грунтовой фрезы, используют как конструкционный материал для строительства укрепленных грунтовых конструкций, таких как стена в грунте, горизонтальная плита основания дорог или промышленных площадок и т.п.

Данная технология была реализована в рамках работ по рекультивации территории бывшего золоотвала ТЭЦ-2 Ленэнерго, а также для строительства опытной площадки под хранение контейнеров на золоотвале ТЭЦ-14 Ленэнерго.

Грунт укрепленный техногенный изготовлялся из выбранных при отрывке котлована зольных отложений с добавлением песка, местных глинистых грунтов, загрязненных органическими и строительными отходами, и минеральных вяжущих (цемента и модифицирующей комплексобразующей добавки). Получаемый ГУТ применен для строительства подпорной грунтовой конструкции, ограждения котлована и создания горизонтальной несущей плиты.

По мере производства ГУТ используются иловые осадки, накопленные на полигонах хранения, тем самым постепенно безвозвратно сокращая объемы накопленных отходов. После выработки каждой карты хранения иловых осадков проводится ее рекультивация инженерная подготовка участка территории полигона размещения осадка сточных вод и, возможно, дальнейшее включение территории полигона в хозяйственный оборот с использованием освобожденных территорий для возведения общественно-деловых, промышленных и инфраструктурных объектов.

Таким образом, применение интеграционной минерально-матричной технологии (ИММ-технологии) при производстве работ по утилизации технологических отходов водоканала, включая иловые осадки, позволит прекратить накопление технологических отходов водоканала, позволит рекультивировать территории полигонов ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Это может дать высокий положительный геоэкологический эффект, во-первых, обеспечив максимальное снижение миграционной способности поллютантов из состава отходов за счет переработки отходов в ГУТ, во-вторых, за счет минимизации негативного техногенного воздействия на литосферу, связанное с работой ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», за счет сокращения вновь отводимых территорий под специализированные полигоны хранения технологических отходов и рекультивации ранее

образованных, в третьих за счет сокращения добычи инертных материалов вследствие их замены на ГУТ.

Литература

1. Кармазинов Ф.В., Васильев Б.В., Григорьева Ж.Л. Обработка и утилизация осадков сточных вод. // Санитарный врач. 2009. № 4. С. 63-67.

2. Кармазинов Ф.В., Пробриский М.Д., Васильев Б.В. Опыт водоканала Санкт-Петербурга по обработке и утилизации осадков. // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 12. С. 1.

3. Кнатко В.М., Кнатко М.В., Копылов А.М., Барков В.М. Опыт обезвреживания отходов. // ЖКХ, №1, 2003

4. Кнатко В.М., Щербакова Е.В., Кнатко М.В. Патент № 2321553 (Российская Федерация). Способ удаления и обезвреживания иловых осадков сточных вод и технологическая линия для его осуществления//2006.

5. Кнатко В.М., Щербакова Е.В., Кнатко М.В., Владимирская Н.В. Патент № 2293070 (Российская Федерация). Способ комплексной переработки и утилизации осадков сточных вод//2007.

6. Кнатко М.В., Жабриков С.Ю., Подлипский И.И. Утилизации отходов топливно-энергетического комплекса. // Экология и промышленность России. М.: Изд-во ЗАО «Калвис», №4, 2015, с. 20-23

7. Подлипский И.И., Воскресенский А.В. Эколого-геохимическая оценка состояния грунтов в районе площадки складирования осадков сточных вод (Северная площадка Водоканала, г. Санкт-Петербург). // Материалы «Пятой межвузовской конференции по итогам практик. Геология, география, биология и экология, морские и междисциплинарные практики». М., Изд-во «Перо», 2014, с. 230-231

8. Путилина В.С., Галицкая И.В., Юганова Т.И. Влияние органического вещества на миграцию тяжелых металлов на участках складирования ТБО. Новосибирск, 2005. 100 с.

Application of IMM-technology for minimization of negative man-made impact on lithosphere resulting from activities of housing and municipal services.

Knatko M.V., Podlipskiy I.I., Zhabrikov S.Yu.

JSC «Scientific and Technological Center Tekhnologii XXI veka», St. Petersburg State University, The article describes the geoenvironment aspects of application integration mineral-matrix technology (IMM-technology) in the production of works for the disposal of technological waste water purification and disposal, including the disposal of sewage sludge and recultivation of landfills store them. Describes the physical and chemical bases of technology and the formation process of a creating mineral matrix. The comparison of the IMM-based technologies and «geotube», on the example of sue «Vodokanal of St. Petersburg», the effectiveness of minimizing negative anthropogenic impact of these methods on the lithosphere. Shows the main physico-mechanical characteristics of the anthropogenic consolidate soil (ACS) with the use of sewage sludge, describes the principle of selection made in the mixture of additional components. The described method of preparation of ACS and method of storage and further use, in cases where there is an inconsistency in the schedule of receipt and schedule of construction works.

Keywords: integration of mineral-matrix technology, anthropogenic consolidate soil, geoenvironment, reclamation of disturbed areas, process waste water, process waste disposal, sewage sludge.

1. Karmazinov F.V., Vasilyev B. V., Grigorieva Zh.L. Processing and utilization of rainfall of sewage. /Health officer. 2009. No. 4. Page 63-67.
2. Karmazinov F.V., Probrisky M. D., Vasilyev B. V. Experiment of a water utility of St. Petersburg on processing and utilization of rainfall. /Water supply and sanitary equipment. 2002. No. 12. Page 1.
3. Knatko V. M., Knatko M. V., Kopylov A.M., V. M Barks. Experience of neutralization отходов. /housing and communal services, No. 1, 2003
4. Knatko V. M., Scherbakov E.V., Knatko M. V. Patent No. 2321553 (Russian Federation). A way of removal and neutralization of silt rainfall of sewage and the technological line for its implementation//2006.
5. Knatko V. M., Scherbakov E.V., Knatko M. V., Vladimir N. V. Patent No. 2293070 (Russian Federation). Way of complex processing and utilization of rainfall of sewage//2007.
6. Knatko M. V., Zhabrikov S.YU., Podlipskiy I.I. Recycling of fuel and energy complex. //Ecology and industry of Russia. M.: Publishing house of JSC Kalvis, No. 4, 2015, page 20-23
7. Podlipskiy I.I., Voskresenskiy A.V. Ekologo-geokhimicheskaya an assessment of a condition of soil around a platform of warehousing of rainfall of sewage (A northern platform of Vodokanal, St. Petersburg). //Materials «A heel of interuniversity conference following the results of the practician. Geology, geography, biology and ecology, sea and interdisciplinary practicians». M, Publishing house «Feather», 2014, page 230-231
8. Putilina V. S., Galitskaya I.V., Yuganov T.I. Influence of organic substance on migration of heavy metals on sites of warehousing of MSW. Novosibirsk, 2005. 100 pages.