

УДК 502/504: 628.4.032

“...ни один вид не может выжить  
в созданных им отходах.  
Отходы необходимо включать  
в природный цикл,  
удалять и использовать”

В. И. Вернадский

## ОБРАЩЕНИЕ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В РАЗВИТЫХ И РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ

© 2020 г. Р. В. Высокинская<sup>1,\*</sup>, О. К. Криночкина<sup>2,\*\*</sup>

<sup>1</sup> Russian Stone Company (RS & Co), 7069 Yong Street, Thornhill, Ontario, L3T 2A6, Канада

<sup>2</sup> Национальный исследовательский Московский строительный государственный университет (НИУ МГСУ),  
Ярославское шоссе, 26, Москва, 129337 Россия

\*E-mail: raissav@mail.ru

\*\*E-mail: vdovinaok@mail.ru

Поступила в редакцию 14.10.2019 г.

После доработки 18.10.2019 г.

Принята к публикации 18.10.2019 г.

Статья посвящена опыту обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в развитых и развивающихся странах. Приведен обзор основных существующих решений и инноваций в области обращения с отходами. Показаны примеры стран, которые не хотят видеть проблемы коммунальных отходов, или пока не могут приступить к ее решению в силу экономических и социальных причин. Среди конструктивных решений в области защиты окружающей среды в зоне воздействия полигонов ТКО рассмотрены разработки отечественных ученых, которые были апробированы в Московской, Нижегородской и Свердловской областях. Предложена технология совмещения эксплуатации и реконструкции полигонов ТКО в пределах земельного отвода полигонов. Технология апробирована на полигонах Нижегородской и Свердловской областей.

**Ключевые слова:** полигоны, твердые коммунальные отходы, инновации, Свердловская область, Нижегородская область, защита окружающей среды

DOI: 10.31857/S0869780920010214

Актуальность темы исследований бесспорна, поскольку проблема утилизации отходов появилась одновременно с развитием цивилизации. Сегодня проблема с утилизацией ТКО стоит чрезвычайно остро. Огромное количество животных и птиц погибают из-за пластикового мусора. Открытое сжигание ТКО приводит к выбросам токсичных веществ, увеличению онкологических и других заболеваний, глобальному изменению климата и т.д.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Различным аспектам этой проблемы посвящены работы В.М. Гольдберга, Л.П. Грибановой, О.М. Гуман, О.Н. Грязнова, Р.Э. Дашко, Ю.А. Израэля, В.И. Осипова, Ю.Е. Саета, В.Т. Тро-

фимова, В.А. Королева, Е.В. Щербины, а также C.D. Cooper, V.J. Latkovich, R.M. Schuller, D.R. Blue, E.A. Zaltsberg и многих других отечественных и зарубежных ученых.

Согласно докладу World development report (WDR), 2018 (ООН), опубликованному Всемирным банком<sup>1</sup>, ежегодно человечество производит более 2 млрд т ТКО. Свою лепту (60–70 млн т) вносят каждый год и россияне. В 2016 г. города мира произвели 2.01 млрд т только ТКО, что составляет 0.74 кг/1 чел. в день.

<sup>1</sup> Доклад о Целях в области устойчивого развития. World development report (WDR) (ООН), Нью-Йорк, 2018. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-RU.pdf>

В странах с низким уровнем дохода более 90% отходов размещаются на нерегулируемых свалках. Одна из самых крупных и печально известных свалок мира – *Большое тихоокеанское мусорное пятно*. По разным данным, площадь его от 700 тыс. до 15 млн км<sup>2</sup>. Это около 8% от общей площади Тихого океана.

Бордо Поньенте в Мехико – крупнейший полигон ТКО (ПТКО) Латинской Америки, его объем свыше 60 млн т. В 2010 г. полигон был закрыт. Проседание грунта под ним привело к проникновению продуктов разложения отходов в грунтовые воды, которые стали непригодными для использования.

Во всем мире запрещено принимать электронные отходы к хранению на полигонах ТКО, так как они очень токсичны. Тем не менее, на полигон Агбоглоши (Аккра, Африка) каждый год свозят около 200000 т электронного мусора. Сейчас это – одна из самых крупных свалок мира.

Италия уже не один год стоит на грани мусорного коллапса. Правительство пытается найти пути его разрешения. Так полигон Malagrotta (одна из крупнейших свалок на территории Европейского союза (ЕС)) планируют покрыть солнечными панелями для выработки электроэнергии [8].

Германия и Финляндия – члены ЕС, напротив, занимают ведущее место в рейтинге государств по индексу экологической эффективности. Они успешно внедряют у себя экономику замкнутого цикла, когда значительная часть вторсырья и отходов перерабатывается [7].

В США Парк Freshkills является хорошим примером рекультивации ПТКО. Раньше сюда привозили все отходы Нью-Йорка. С 2001 г. он перестал их принимать. Но переработка мусора продолжается и сейчас, так как это – очень трудоемкий процесс. В 2012 г. уже был открыт первый участок парка.

В России практически все ТКО вывозятся на полигоны. По данным Госдоклада<sup>2</sup>, в переработку отправляется лишь 4–5% мусора. Правительство РФ ставит задачу отказаться от полигонов как площадок по захоронению ТКО и к 2030 г. запретить там размещение непереработанных отходов. С вступлением в силу с 01.01.19 ФЗ от 31.12.17 “О внесении изменений в ФЗ “Об отходах производства и потребления” появилась надежда на переход страны на новую систему обращения с ТКО и отходами в целом.

<sup>2</sup> Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году”. <https://nangs.org/analytics/minprirody-rossii-gosudarstvennyj-doklad-o-sostoyanii-i-ob-okhrane-okruzhayushchej-sredy-rossijskoj-federatsii-pdf>

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При написании работы использовались литературные и фондовые источники информации, а также данные авторов по тематическим работам, проведенным ими по заданию МПР Московской и Свердловской областей.

Среди методов исследований: мониторинг геологической среды в зоне воздействия ПТКО, использовались и методы аналогий, синтеза и анализа полученных и имеющихся материалов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Несмотря на незначительные успехи нашей страны в области обращения с ТКО, существует множество инноваций в этой сфере. Рассмотрим это на примере Свердловской и Нижегородской областей.

Как справедливо отмечает О.М. Гуман [2], полигоны ТКО с течением времени становятся частью геологической среды и функционируют по законам ее развития, правда, стоит отметить, в ограниченном масштабе времени. Поэтому захоронение ТКО следует рассматривать как систему “отходы–геологическая среда”, а сам процесс, как один из способов их утилизации, продуманно используя при этом, так называемый, “техноприродный завод”. Для этого в Свердловской обл. имеются предпосылки: наличие большого количества нарушенных горными работами земель; наличие в отвалах вскрыши грунтов, свойства которых позволяют их использование для санитарной подсыпки; благоприятные по влагообеспеченности условия [3].

Среди приведенных факторов некоторого пояснения требует последний. Известно, что в процессе эксплуатации полигонов ТКО образуется фильтрат. Поэтому уральскими исследователями предложено в качестве одного из лимитирующих факторов деградации отходов фиксировать их влажность и проводить на полигонах балансовые наблюдения [4]. При этом учитывается соотношение объема образуемого фильтрата, количества атмосферных осадков, площади полигона, размеров водосборных площадей и примерных объемов подземных вод. Это позволяет прогнозировать качественную характеристику последних. Кроме того, в более влажных депонируемых отходах быстрее создаются анаэробные условия, что увеличивает скорость их деградации.

Для грунтов из отвалов для санитарной подсыпки были проведены специальные исследования физико-химических свойств. В результате чего, было предложено использовать эти грунты для создания противодиффузионных экранов и промежуточной изоляции. При проведении испытаний, после уплотнения глинистых пород до максимальной плотности, было установлено [5],

что их коэффициенты фильтрации уменьшаются на 2–3 порядка.

Следует отметить, что геологами Свердловской обл. проведена типизация полигонов ТКО Среднего Урала с учетом их геологических условий, масштабов и состава складированных отходов [1]. В результате была разработана программа экологического мониторинга окружающей среды (ОС) для разных групп полигонов ТКО. Аналогичная работа была проведена авторами и в Московской области.

В Нижегородской области исследования касались другого аспекта обращения с ТКО. Там на полигоне была апробирована технология совмещения реконструкции и эксплуатации полигонов [6]. Она заключается в выделении и изоляции небольшого участка в теле полигона и проведении на нем сепарации депонированных отходов. Методом грохочения они разделялись на надрешетные и подрешетные. Первые шли на переработку, вторые – санировались на месте определенным сорбентом и, в дальнейшем, использовались как изоляционный материал. Затем освободившийся данный участок вновь использовался под размещение ТКО, тем самым, не требуя дополнительного отвода земель.

Подобный пилотный проект проводился на полигоне “старогодных” отходов и в г. Первоуральске Свердловской области.

## ВЫВОДЫ

- Проведен обзор и анализ проблемы утилизации ТКО в Мире и рассмотрены некоторые пути решения “мусорного кризиса”.
- На примере разработок отечественных ученых, апробированных в Свердловской и Московской областях, показаны некоторые конструктивные решения в области защиты ОС в зоне воздействия полигонов ТКО.
- Рассмотрена технология совмещения реконструкции и эксплуатации полигонов ТКО. Пред-

ложенная технология позволяет: извлекать и вовлекать в оборот ранее неиспользуемые материалы, а также получать из депонированных отходов изоляционный материал, а затем повторно использовать участок захоронения ТКО, не расширяя границы самого полигона, тем самым минимизируя общее его воздействие на ОС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грязнов О.Н., Гуман О.М., Панин Н.Н. Классификация полигонов твердых бытовых и промышленных отходов Свердловской области // Экологические проблемы промышленных регионов. “Уралэкология-99”. Екатеринбург, 1999. С. 169–170.
2. Гуман О.М. Экологический мониторинг на полигонах твердых бытовых и промышленных отходов // Записки Горного института. 2003. № 153. Проблемы современной инженерной геологии. С.-Петербург, С. 58–60.
3. Гуман О.М. Эколого-геохимические условия полигонов твердых бытовых отходов в условиях Среднего Урала: автореф. дис. уч. ст. док. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 2009. 26 с.
4. Гуман О.М., Долинина И.А. Гидрогеохимическая модель полигона ТБО // Изв. Урал. гос. горно-геол. акад. Сер.: геология и геофизика. 2003. № 18. С. 262–273.
5. Гуман О.М., Нечаева Н.Н. Изучение сорбционной способности грунтов Среднего Урала с целью использования их в качестве защитных экранов на полигонах ТБО и промтоходов // Техногенез и экология: информ.-темат. сб., Екатеринбург: УГГА, 2002. С. 65–72.
6. Титов А.В. Технология совмещения реконструкции и эксплуатации полигонов ТКО на примере МУП “БЛАГОУСТРОЙСТВО” // Природообустройство. 2018. № 1. С. 106–111.
7. Greenhouse gas emission from management of selected materials in municipal solid waste // US EPA, 1998. 168 p.
8. Methods for estimating greenhouse gas emission from municipal waste disposal // EIIP: ISF Consulting. 1999. V. VIII. Chap. 5. 98 p.

## MSW MANAGEMENT IN DEVELOPED AND DEVELOPING COUNTRIES

R. V. Vysokinskaya<sup>a,#</sup> and O. K. Krinochkina<sup>b,##</sup>

<sup>a</sup> Russian stone Company (RS & Co), 7069 Yong street, Tornhill, Ontario, L3T 2A6, Canada

<sup>b</sup> Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoye shosse, 26, Moscow, 129337 Russia

<sup>#</sup>E-mail: raissav@mail.ru

<sup>##</sup>E-mail: vdovinaok@mail.ru

The article focuses on the experience of municipal solid waste management (MSW) in developed and developing countries. An extensive overview of existing solutions and innovations in the field of waste management is given. Also shown are examples of countries where the population does not want to see problems MSW, or until you can start working on it for economic and social reasons.

Among the design solutions in the field of environmental protection in the area of impact of MSW landfills were also considered in the development of Russian scientists who tested in the Sverdlovsk and Nizhny Novgorod regions. The technology is proposed of combining exploitation and reconstruction of municipal solid waste within the landfill. The technology was tested in the Sverdlovsk and Nizhny Novgorod regions.

**Keywords:** *landfill, municipal solid waste, innovations, Sverdlovsk oblast, Nizhny Novgorod oblast, protection of the environment*

#### REFERENCES

1. Gryaznov, O.N., Guman, O.M., Panin, N.N. *Klassifikatsiya poligonov tverdykh bytovykh i promyshlennykh otkhodov Sverdlovskoi oblasti* [Classification of municipal solid and industrial waste landfills of Sverdlovsk region]. *Ekologicheskie problemy promyshlennykh regionov* [Ecological problems of industrial regions]. 1999, pp. 169–170. (in Russian)
2. Guman, O.M. *Ekologicheskii monitoring na poligonakh tverdykh bytovykh i promyshlennykh otkhodov* [Environmental monitoring at landfills of municipal solid and industrial waste]. *Zapiski Gornogo instituta. № 153. Problemy sovremennoi inzhenernoi geologii* [Notes of the Mining Institute, № 153. Problems of modern engineering geology]. St. Petersburg, 2003, pp. 58–60. (in Russian)
3. Guman, O.M. *Ekologo-geokhimicheskie usloviya poligonov tverdykh bytovykh otkhodov v usloviyakh Srednego Urala* [Ecological and geochemical conditions of solid waste landfills in the Middle Urals]. Extended Abstract of Doctoral (Geol.-Min.) Dissertation, Ekaterinburg, 2009, 26 p. (in Russian)
4. Guman, O.M., Dolinina, I.A. *Gidrogeokhimicheskaya model' poligona TBO* [Hydrogeochemical model of solid waste landfill]. *Izv. UGGGA, Ser.: Geology and Geophysics*, 2003, no. 18, pp. 262–273. (in Russian)
5. Guman, O.M., Nechaeva, N.N. *Izuchenie sorbtsionnoi sposobnosti gruntov Srednego Urala s tsel'yu ispol'zovaniya ikh v kachestve zashchitnykh ekranov na poligonakh TBO i promotkhodov* [Study of sorption capacity of soils of the Middle Urals in order to use them as protective screens at the landfills of household and industrial waste]. *Tekhnogenez i ekologiya: iformatsionno-tematicheskii sbornik* [Technogenesis and ecology. Information and thematic collection], Yekaterinburg, UGGGA, 2002, pp. 65–72. (in Russian)
6. Titov, A.V. *Tekhnologiya sovmeshcheniya rekonstruktsii i ekspluatatsii poligonov TKO na primere MUP "BLAGOUSTROJSTVO* [Technology of combining reconstruction and operation of solid municipal waste landfills on the example of MUP "ACCOMPLISHMENT" (Nizhny Novgorod region)]. *Prirodoobustroistvo*, 2018, no. 1, pp. 106–111.
7. Greenhouse gas emission from management of selected materials in municipal solid waste. US EPA, 1998, 168 p.
8. Methods for estimating greenhouse gas emission from municipal waste disposal. ЕИIP: ISF Consulting. 1999, vol. VIII, Chap. 5, 98 p.