

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 4 (2020)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76132

<https://doi.org/10.48081/QPSS2686>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/NBDR9297>***Ю. А. Убаськина¹, П. А. Парагузов², Н. В. Шарова³**^{1,2}ООО «СТАЛКЕР»,

Российская Федерация, г. Ульяновск

³ООО «Прайм»,

Российская Федерация, г. Ульяновск

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭТАПА ВОССТАНОВЛЕНИЯ
НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ IN SITU С ПОМОЩЬЮ
РЕКУЛЬТИВАНТОВ НА ОСНОВЕ
ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ ПОРОДЫ**

Статья посвящена проблеме утилизации неорганизованных свалок и полигонов твердых бытовых отходов с помощью рекультивантов на основе цеолитсодержащей породы, механически модифицированной путем специальной обработки ультразвуком и путем пропаривания. Предложено для формирования органического компонента рекультивантов использовать насыщение их переработанными веществами – продуктами разложения твердых бытовых отходов – фильтратом и свалочным газом. Предложено использовать рекультивант марки А для насыщения его фильтратом и рекультивант марки Б для насыщения его свалочным газом из твердых бытовых отходов в целях создания на полигоне грунта для образования растительного слоя. Для получения рекультивантов было предложено использовать найденное оптимальное соотношение модифицированной цеолитсодержащей породы и связующего (каолина) (7:3). Для повышения эффективности рекультиванта марки А предложено добавлять суперабсорбент – полиакрилат натрия. Повышение эффективности рекультиванта марки Б может быть достигнуто путем обработки биопрепаратами – деструкторами органических соединений. Обработка рекультиванта Б бактериями проводится для улучшения его рекультивационных свойств, применение рекультиванта должно привести к деградации биогаза

и нейтрализации его токсичного воздействия на окружающую среду. Определено, что расход рекультивантов не превышает 300 кг/т твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, цеолитсодержащая порода, фильтрат, биогаз, рекультивант, бактерии, полиакрилат, каолин, диатомит.

Введение

В настоящее время чрезвычайно актуальна утилизация твердых бытовых отходов (ТБО), особенно неорганизованных открытых свалок, ликвидация и рекультивация которых ресурсозатратна и дорогостояща. Между тем, свалка ТБО является очагом выделения токсинов, продуктов горения, источником ядовитых органических веществ, патогенной микрофлоры, тяжелых металлов.

Рекультивация полигонов ТБО на биологическом этапе может быть проведена с использованием специальных материалов (рекультивантов), которые применяются для создания на полигоне плодородного грунта. Рекультивант – это материал, способствующий восстановлению нарушенных земель и формированию растительного слоя.

Целью данной работы стало исследование возможности проведения биологического этапа восстановления нарушенных земель полигонов твердых бытовых отходов *insitu* с помощью рекультивантов на основе цеолитсодержащей породы.

Материалы и методы

Для получения рекультивантов цеолитсодержащую породу с содержанием клиноптилолита 20–30 масс. %, механически модифицировали, как описано в работах [1, 2], путем специальной обработки ультразвуком и путем пропаривания.

В качестве связующего для получения рекультивантов использовали каолин белый косметический высокой степени очистки (влажность не более 1,5 %, содержание глинозема – не менее 36 мас. %, насыпная плотность – 380–550 кг/м³), диатомит в виде порошка диатомитового тонкодисперсного (СТО 23998461-020-2018).

Полиакрилат натрия (суперабсорбент) применяли с содержанием основного компонента 98 % и водопоглощением 350–1200 масс. %.

Гранулы рекультиванта марки А получали методом экструзии из формовочной смеси, состоящей из модифицированной цеолитсодержащей породы, каолина и полиакрилата натрия, к которой была добавлена вода

в массовом соотношении «смесь – вода», равном 1:3. Затем полученные гранулы сушили при 100 °С в течение 4 часов.

Гранулы рекультиванта марки Б получали методом экструзии из формовочной смеси, состоящей из модифицированной цеолитсодержащей породы и каолина, к которой была добавлена вода в массовом соотношении «смесь – вода», равном 1:3. Затем полученные гранулы сушили изготовленные гранулы сушили при 50 °С в течение 3 часов.

Для исследования биологической совместимости рекультиванта марки Б с биопрепаратами готовили субстрат – водно-органическую суспензию сорбирующего материала, состоящую из одной части рекультиванта марки Б с адсорбированным биогазом и двух частей воды с фильтратом из ТБО. Затем отслеживали изменение КОЕ. В качестве биопрепаратов использовали *Bacillus subtilis subsp.* ATCC 6633, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 128.

Предел прочности на сжатие и насыпную плотность полученных гранул рекультивантов определяли по ГОСТ 9758-2012.

Общую, закрытую и открытую пористость гранул определяли по методике, приведенной в ГОСТ 2409-2014.

Емкость рекультиванта марки А по фильтрату определяли по методике, приведённой в Приложении А стандарта UNI CEN/TS15366.

Емкость рекультиванта марки Б по биогазу определяли следующим образом. Вертикальную адсорбционную колонку набивали рекультивантом марки Б, присоединяли источник биогаза, реометр для измерения и регулирования расхода газа, ртутный манометр, термометр, пропускали биогаз до полного насыщения сорбирующего матричного материала биогазом при контроле газовой фазы на входе и выходе их колонки. Емкость сорбирующего матричного материала по биогазу E , %, определяли по формуле:

$$E = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100$$

где V_1 – объем газа на входе в колонку, м³;

V_2 – объем газа на выходе из колонки, м³.

Результаты и обсуждение

Формирование органического компонента рекультивантов происходит за счет насыщения рекультиванта переработанными веществами – продуктами разложения ТБО – фильтратом и свалочным газом.

В качестве сырья для получения рекультивантов была рассмотрена цеолитсодержащая порода.

Проведение биологического этапа восстановления нарушенных земель полигонов твердых бытовых отходов *insitu* с помощью рекультивантов на основе цеолитсодержащей породы описано в работах [3–6]. В обзоре [6], посвященном применению природного цеолита для компостирования отходов, отмечено, что модификация компоста твердых бытовых отходов цеолитом не только улучшает физико-химические свойства компоста, но также усиливает микробную активность, способствуя разложению органической части отходов и сокращая продолжительность процесса компостирования. Кроме того, цеолитсодержащая порода способствует снижению выбросов парниковых газов и аммиака в процессе компостирования. Природный цеолит способствует оптимизации анаэробного сбраживания для производства биогаза. Также авторы работы [6] отмечают, что компостирование отходов с цеолитсодержащей породой способствует удерживанию питательных веществ и влаги в образующемся слое почвы, а также плодородию. Отмечено также, что добавление цеолитного алюмосиликата в почву может изменить структуру почвы в долгосрочной перспективе [6].

Следует отметить, что традиционно используемые при рекультивации материалы (песок, зола и почва) относятся к тонкодисперсным материалам и образуют в воздухе пыль, концентрация которой значительно превышает установленные в гигиенических нормативах [7] значения ПДК в атмосферном воздухе (0,15–0,50 мг/м³). В связи с этим было предложено изготавливать рекультиванты в виде гранул размером 2–5 мм.

Наиболее дешевым и эффективным способом получения гранул является экструзия, так как при этом после смешивания увлажненных компонентов формовочная масса может быть сразу подвергнута гранулированию. Сушка гранул после экструзии не требует высоких температур (температура сушки – 50–100 °С).

Для получения гранул на основе модифицированной цеолитсодержащей породы в качестве связующего было предложено использовать каолин и/или диатомит. Составы с различным содержанием связующего приведены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Составы для получения гранул

Компонент	Содержание компонента, масс. % / № состава						
	1	2	3	4	5	6	7
Каолин	17	20	20	27	67	0	0
Цеолитсодержащая порода	33	40	47	40	0	67	0
Диатомит	17	7	0	0	0	0	43
Вода	33	33	33	33	33	33	57

Было обнаружено, что наиболее прочные гранулы получаются из состава с каолином (№ 3 таблицы 1), в котором массовое соотношение цеолитсодержащей породы и каолина составляет 7:3. Предел прочности на сжатие полученных гранул составляет $4,50 \pm 0,40$ МПа.

Было предложено использовать рекультивант марки А для насыщения его фильтратом из ТБО в целях создания на полигоне грунта для формирования растительного слоя. Фильтрат из ТБО содержит аммонийный азот, нитраты, катионы железа, меди, свинец, хлориды, сульфаты, фосфаты, растворенные органические соединения [8]. Благодаря содержанию аммонийного азота, нитратов, катионов и анионов, а также некоторых органических соединений фильтрат из ТБО может рассматриваться как концентрированное жидкое комплексное органоминеральное удобрение, способствующее формированию грунта и условий для роста растений [9–11].

Для получения рекультиванта марки А использовали найденное оптимальное соотношение модифицированной цеолитсодержащей породы и связующего (каолина) (7:3) с добавлением 10 масс. % полиакрилата натрия, который вносят в почву в качестве мелиоранта [12, 13]. Полиакрилат натрия способен впитывать до 400-1000 г жидкости на 1 г полимера [14] и постепенно отдавать воду и питательные вещества растениям [12].

Полученный рекультивант марки А приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Рекультивант марки А

Насыпная плотность полученных гранул составила $357,60 \pm 0,10$ кг/м³, общая пористость – $98,03 \pm 0,08$ об. %, при этом открытая пористость составила $93,87 \pm 0,01$ об. %, закрытая – $4,15 \pm 0,07$ об. %. Было обнаружено, что рекультивант марки А впитывает $1358,50 \pm 32,50$ масс. % фильтрата из ТБО. Так как, согласно данным работ [15, 16], из 1 т ТБО в среднем образуется не более 55 кг фильтрата, расход рекультиванта марки А на 1 т ТБО должен составлять не более 5 кг.

Было предложено использовать рекультивант марки Б для насыщения его свалочным газом в целях создания на полигоне растительного слоя. Свалочный газ содержит метан (45–75 об. %), углекислый газ (25–55 об. %), азот (до 20 об. % [17]), сероводород, кислород, водород, угарный газ [18]. В работе [19] сообщается о возможности применения углекислого газа из биогаза в качестве подкормки для растений.

Повышение эффективности рекультиванта марки Б может быть достигнуто путем обработки биопрепаратами – деструкторами органических соединений.

В связи с этим была изучена биологическая совместимость рекультиванта марки Б с биопрепаратами (бактериями видов *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*).

Было обнаружено, что на выбранном субстрате происходит ожидаемый рост колоний (с $1,00 \times 10^2$ КОЕ до $1,40 \times 10^4$ КОЕ колонии *Bacillus subtilis* и

с $8,70 \times 10^4$ КОЕ до $1,00 \times 10^9$ КОЕ колонии *Pseudomonas aeruginosa*). Был сделан вывод, что рекультивант марки Б совместим с биопрепаратами – деструкторами органических соединений.

Обработка рекультиванта Б бактериями проводится для улучшения его рекультивационных свойств, применение рекультиванта должно привести к деградации биогаза и нейтрализации его токсичного воздействия на окружающую среду.

Полученный рекультивант марки Б приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Рекультивант марки Б

Насыпная плотность полученных гранул рекультиванта марки Б составила $681,0 \pm 6,9$ кг/м³, общая пористость – $59,34 \pm 2,20$ об. %, при этом открытая пористость составила $52,99 \pm 0,07$ об. %, закрытая – $6,35 \pm 2,20$ об. %.

Была измерена емкость полученного рекультиванта марки Б по биогазу, она оказалась равной $89,30 \pm 0,70$ масс. %. Учитывая, что в среднем при разложении 1 т ТБО может образовываться 100–200 м³ биогаза [20], расход рекультиванта марки Б на 1 т ТБО должен составлять 150–300 кг.

Такой расход рекультивантов (до 300 кг/т ТБО) согласуется с данными, приведенными в работах [3–6] по использованию модифицированного и природного цеолита для восстановления нарушенных земель на полигонах ТБО *insitu*.

На основании полученных данных, можно сделать вывод, что при проведении биологического этапа восстановления нарушенных земель полигонов твердых бытовых отходов *insitu* могут быть использованы рекультиванты на основе цеолитсодержащей породы.

Научное исследование (публикация статьи) выполнено при финансовой поддержке ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (проект 26892).

Выводы

Получены гранулированные рекультиванты на основе цеолитсодержащих пород для биологического этапа восстановления нарушенных земель полигонов твердых бытовых отходов *insitu*.

Предложено использовать рекультивант марки А для насыщения его фильтратом из ТБО в целях создания на полигоне грунта для формирования растительного слоя. Для получения рекультиванта марки А необходимо использовать найденное оптимальное соотношение модифицированной цеолитсодержащей породы и связующего (каолина) (7:3) с добавлением 10 масс. % полиакрилата натрия, к которым добавляется вода в массовом соотношении «смесь – вода», равном 1:3 с получением формовочной смеси для гранулирования. Емкость рекультиванта марки А составляет $1358,50 \pm 32,50$ масс. % фильтрата из ТБО.

Предложено использовать рекультивант марки Б для насыщения его свалочным газом в целях создания на полигоне растительного слоя.

Повышение эффективности рекультиванта марки Б может быть достигнуто путем обработки биопрепаратами – деструкторами органических соединений. Емкость полученного рекультиванта марки Б по биогазу равна $89,30 \pm 0,70$ масс. %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Убаськина, Ю. А., Парагузов, П. А., Шарова, Н. В., Панкратова, Е. В. Исследование отдельных эксплуатационных свойств лабораторных образцов сорбирующего матричного материала на основе природного цеолита для иммобилизации радионуклидов [Текст] // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. – № 4. – С. 48–60.

2 Патент РФ № 2664893. Способ получения сорбирующего матричного материала на основе природного цеолита для иммобилизации радионуклидов [Текст]. Парагузов, П. А., Шарова, Н. В., Панкратова, Е. В., Бюлл. № 24, 2018.

3 Awasthi, M. K., Pandey, A. K., Bundela, P. S., Wong, J. W., Li, R., Zhang, Z. Co-composting of gelatin industry sludge combined with organic

fraction of municipal solid waste and poultry waste employing zeolite mixed with enriched nitrifying bacterial consortium // *Bioresource technology* [Текст]. – 2016. – Т. 213. – С. 181–189.

4 **Alavi, N., Daneshpajou, M., Shirmardi, M., Goudarzi, G., Neisi, A., Babaei, A. A.** Investigating the efficiency of co-composting and vermicomposting of vinasse with the mixture of cow manure wastes, bagasse, and natural zeolite [Текст] // *Waste Management*. – 2017. – Т. 69. – С. 117–126.

5 **Wang, M., Awasthi, M. K., Wang, Q., Chen, H., Ren, X., Zhao, J., Zhang, Z.** Comparison of additives amendment for mitigation of greenhouse gases and ammonia emission during sewage sludge co-composting based on correlation analysis [Текст] // *Bioresource technology*. – 2017. – Т. 243. – С. 520–527.

6 **Soudejani, H. T., Kazemian, H., Inglezakis, V. J., Zorpas, A. A.** Application of zeolites in organic waste composting: A review // *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* [Текст]. – 2019. – Т. 22. – С. 101396.

7 ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [Текст] / Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 09.01.2018, N 0001201801090023. Дата редакции: 31 мая 2018. – 35 с.

8 **Степаненко, Е. Е., Поспелова, О. А., Зеленская, Т. Г.** Исследование химического состава фильтрационных вод полигона твердых бытовых отходов [Текст] // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2009. – Т. 11. – № 1–3. – С. 525–527.

9 Патент UA № 26649U. Поточковый способ производства сбалансированных органоминеральных биоактивных удобрений [Текст]. Пупин, В. Б., Бюлл. № 15, 2007.

10 **Стрелков, А. К., Чистяков, Н. Е., Занина, Ж. В.** Использование фильтратов полигонов ТБО [Текст] // Материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2013 года «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре», Самара, 07–11 апреля 2014 г. Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – С. 747–748.

11 **Заболотских, В. В., Гомоницкая, А. О., Кутмина, С. В.** Разработка схемы модернизации существующего комплекса переработки органических отходов на ОАО «ЗПБО» в г. Тольятти [Текст] // *Новая наука: Современное состояние и пути развития*. – 2015. – № 5. – С. 144–150.

12 Патент РФ № 2079475. Способ получения гранулированного удобрения с пролонгированным действием [Текст]. Фирсова, Л.П., 1997.

13 **Щепочкина, Ю. А.** Георешетка с гранулами полиакрилата натрия [Текст] // Материалы XXI Международного научно-практического форума «SMARTEX-2018» «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы», Иваново, 26–28 сентября 2018 г. – Иваново : ИВГПУ, 2018. – С. 152–154.

14 **Петров, Н. А., Давыдова, И. Н.** Исследования зарубежных реагентов-суперабсорбентов [Текст] // Нефтегазовое дело. – 2015. – Т. 13. – № 4. – С. 61–65.

15 ТСН 30-310-2003 Мусороудаление и устройство полигонов по утилизации твердых бытовых отходов сельских населенных пунктов [Текст]. Самарская область. Самара: Главное управление архитектуры и градостроительства Самарской области, 2004. – 30 с.

16 **Сметанин, В. И., Соломин, И. А., Соломина, О. И.** Учебное пособие по курсовому проектированию: Проект полигона захоронения твердых бытовых отходов [Текст]. – М. : МГУП, 2006. – 68 с.

17 **Садчиков, А. В., Кокарев, Н. Ф., Соколов, В. Ю., Наумов, С. А.** Обеспечение энергетической независимости и экологической безопасности полигонов ТКО [Текст] // Альтернативная энергетика и экология. – 2016. – № 15–18 (203–206). – С.104–111.

18 **Садчиков, А. В.** Дегазация полигонов твердых коммунальных отходов [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 2. – С. 82-86.

19 Богданов, К.Б., Усков, Е.И. Способы использования диоксида углерода (CO₂) в агропромышленном комплексе [Текст] // Сборник научных докладов международной интернет-конференции «Роль земледельческой механики в социальном развитии общества», Глеваха – Мелитополь, 02-30 мая 2005 г. Т.1. – Киев : ННЦ УИМЭСХ, 2005. – С. 204–263.

20 **Кузьминов, А. С., Смага, Г. А., Савватеева, О. А., Каплина, С. П.** Современное состояние и перспективы энергетического использования свалочного газа [Текст] // Теоретические и прикладные проблемы сервиса. – 2010. – № 3. – С. 50–54.

REFERENCES

1 **Ubas'kina, YU. A., Paraguzov, P. A., SHarova, N. V., Pankratova, E. V.** Issledovanie otdel'nyh ekspluatacionnyh svojstv laboratornyh obrazcov sorbiruyushchego matrichnogo materiala na osnove prirodnoogo ceolita dlya immobilizacii radionuklidov [The Research of Selected Operational Properties of Sorbing Matrix Material Laboratory Samples on the Base of Natural Zeolite for

Radionuclide Immobilization] [Text]. Global nuclear safety. – 2017. – № 4. – P. 48–60.

2 Patent Rossijskaya Federaciya № 2664893. Sposob polucheniya sorbiruyushchego matrichnogo materiala na osnove prirodnoogo ceolita dlya immobilizacii radionuklidov [A method of obtaining a sorbing matrix material based on natural zeolite for immobilization of radionuclides] [Text]. Paraguzov, P. A., SHarova, N. V., Pankratova, E. V., Byull. № 24, 2018.

3 **Awasthi, M. K., Pandey, A. K., Bundela, P. S., Wong, J. W., Li, R., Zhang, Z.** Co-composting of gelatin industry sludge combined with organic fraction of municipal solid waste and poultry waste employing zeolite mixed with enriched nitrifying bacterial consortium [Text] // Bioresource technology. – 2016. – V. 213. – P. 181–189.

4 **Alavi, N., Daneshpajou, M., Shirmardi, M., Goudarzi, G., Neisi, A., Babaei, A. A.** Investigating the efficiency of co-composting and vermicomposting of vinasse with the mixture of cow manure wastes, bagasse, and natural zeolite [Text] // Waste Management. – 2017. – T. 69. – C.117–126.

5 **Wang, M., Awasthi, M. K., Wang, Q., Chen, H., Ren, X., Zhao, J., Zhang, Z.** Comparison of additives amendment for mitigation of greenhouse gases and ammonia emission during sewage sludge co-composting based on correlation analysis [Text] // Bioresource technology. – 2017. – T. 243. – C.520–527.

6 **Soudejani, H. T., Kazemian, H., Inglezakis, V. J., Zorpas, A. A.** Application of zeolites in organic waste composting: A review [Text] // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2019. – T. 22. – C.101396.

7 Gigienicheskie normy 2.1.6.3492-17. Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) zagryaznyayushchih veshchestv v atmosfernom vozduhe gorodskih i sel'skih poselenij [Maximum permissible concentration (MPC) of pollutants in the air of urban and rural settlements] [Electronic resource] / Official Internet portal of legal information www.pravo.gov.ru, 09.01.2018, N 0001201801090023. Date of revision: May 31, 2018. – 35 p.

8 **Stepanenko, E. E., Pospelova, O. A., Zelenskaya, T. G.** Issledovanie himicheskogo sostava fil'tracionnyh vod poligona tverdyh bytovyh othodov [Research of the chemical composition of regenerated flows in hard human waste polygon] [Text] // Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2009. – Vol. 11. – No. 1–3. – P. 525–527.

9 Patent Ukraine № 26649U. Potokovyj sposob proizvodstva sbalansirovannyh organomineral'nyh bioaktivnyh udobrenij [Stream method for the production of balanced organomineral bioactive fertilizers] [Text]. Pupin, V. B., Byull. – No. 15. – 2007.

10 **Strelkov, A. K., Chistyakov, N. E., Zanina, ZH. V.** Ispol'zovanie fil'tratov poligonov TBO [Use of leachate from solid waste landfills] [Text] // Materials of the 71st All-Russian Scientific and Technical Conference on the results of research work in 2013 «Traditions and Innovations in Construction and Architecture», Samara, April 07-11, 2014. Samara: Samara State University of Architecture and Civil Engineering, 2014. – P. 747–748.

11 **Zabolotskih, V. V., Gomonickaya, A. O., Kutmina, S. V.** Razrabotka skhemy modernizatsii sushchestvuyushchego kompleksa pererabotki organicheskikh othodov na OAO «ZPBO» v g. Tol'yatti [Development of a scheme for modernizing the existing complex for processing organic waste at JSC «Municipal solid waste processing plant» in Togliatti] [Text] // New science: Current state and development paths. - 2015. - No. 5. - P. 144-150.

12 Patent Rossijskaya Federaciya № 2079475. Sposob polucheniya granulirovannogo udobreniya s prodlennym dejstviem [A method of producing granular fertilizers with extended action] [Text]. Firsova, L.P., 1997.

13 **Shchepochkina, Yu. A.** Georeshetka s granulami poliakrilata natriya [Geogrid with sodium polyacrylate granules] [Text] // Materials of the XXI International Scientific and Practical Forum «SMARTEX-2018» «Physics of fibrous materials: structure, properties, science-intensive technologies and materials», Ivanovo, September 26-28, 2018. – Ivanovo: Ivanovo State Polytechnic University (ISPU), 2018. – P. 152-154.

14 **Petrov, N. A., Davydova, I. N.** Issledovaniya zarubezhnyh reagentov-superabsorbentov [Research of foreign reagents-superabsorbents] [Text] // Oil and Gas Business. – 2015. – V. 13. – No. 4. – P. 61–65.

15 Territorial'nyye stroitel'nyye normy 30-310-2003 Musoroudalenie i ustrojstvo poligonov po utilizatsii tverdyh bytovykh othodov sel'skikh naselennykh punktov [Garbage disposal and construction of landfills for the disposal of solid household waste in rural settlements] [Text]. Samara Region. – Samara: Main Department of Architecture and Urban Planning of the Samara Region, 2004. – 30 p.

16 **Smetanin, V. I., Solomin, I. A., Solomina, O. I.** Uchebnoe posobie po kursovomu proektirovaniyu: Proekt poligona zahoroneniya tverdyh bytovykh othodov [Textbook on course design: The project of the landfill for solid waste] [Text]. – M.: MGUP, 2006. – 68 p.

17 **Sadchikov, A. V., Kokarev, N. F., Sokolov, V. Yu., Naumov, S. A.** Obespechenie energeticheskoy nezavisimosti i ekologicheskoy bezopasnosti poligonov TKO [Ensuring energy independence and environmental safety of solid municipal waste landfills] [Text] // Alternative energy and ecology. – 2016. – No. 15-18 (203–206). – P. 104–111.

18 **Sadchikov, A. V.** Degazaciya poligonov tverdyh kommunal'nyh othodov [Degassing of solid municipal waste landfills] [Text] // Fundamental research. – 2017. – No. 2. – P. 82–86.

19 **Bogdanov, K. B., Uskov, E. I.** Sposoby ispol'zovaniya dioksida ugleroda (CO₂) v agropromyshlennom komplekse [Ways of using carbon dioxide (CO₂) in the agro-industrial complex] [Text] // Collection of scientific reports of the international Internet conference «The role of agricultural mechanics in the social development of society», Glevakha – Melitopol, May 02-30, 2005 Vol. 1. Kiev: NSC «IAEE», 2005. – P. 204–263.

20 **Kuz'minov, A. S., Smaga, G. A., Savvateeva, O. A., Kaplina, S. P.** Sovremennoe sostoyanie i perspektivy energeticheskogo ispol'zovaniya svaloch-nogo gaza [Current state and prospects of energy use of landfill gas] [Text] // Theoretical and applied problems of service. – 2010. – No. 3. – P. 50–54.

Материал поступил в редакцию 14.12.20.

*Ю. А. Убаськина¹, П. А. Парагузов², Н. В. Шарова³

^{1,2}«Сталкер» ЖШҚ,

Ресей Федерациясы, Ульяновск қ.;

³«Прайм» ЖШҚ,

Ресей Федерациясы, Ульяновск қ.

Материал 14.12.20 баспаға түсті.

НЕГІЗГІ ҚҰРАМЫНДА ЦЕОЛИТТИ ТҰҚЫМЫ БАР РЕКУЛЬТИВАНТТАРДЫҢ КӨМЕГІМЕН IN SITU ҚАТТЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАР ПОЛИГОНДАРЫНЫҢ БҰЗЫЛҒАН ЖЕРЛЕРІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ КЕЗЕҢІН ЖҮРГІЗУ МҮМКІНДІГІН ЗЕРТТЕУ

Мақала арнайы ультрадыбыспен және булату арқылы механикалық түрлендірілген, негізгі құрамында цеолитті тұқымы бар рекультиванттарды қолданып, ұйымдастырылмаған полигондар мен қатты тұрмыстық қалдықтарды көму мәселесіне арналған. Рекультиванттардың органикалық құрамын қалыптастыру үшін оларды өңделген заттармен – қатты тұрмыстық қалдықтардың ыдырау өнімдерімен – сүзбемен және қоқыс газымен қанықтыруды ұсынады. Өсімдіктің қабатын қалыптастыруға полигонды жерлерде топырақ орнатқанда оны ағынды сұйықтықпен қанықтыру

үшін таңбасы А рекультиваторды және тұрмыстық қатты қалдықтардан шыққан қоқыс газымен қанықтыру үшін таңбасы Б рекультиваторды қолдану ұсынылады. Рекультиванттарды алу үшін түрі өзгерген цеолитті тұқым және байланыстырғыштың (каолин) арасында табылған оңтайлы қатынасын пайдалану ұсынылды (7:3). А таңбалы рекультивантының тиімділігін арттыру үшін суперабсорбент – натрий полиакрилатын қосу ұсынылады. Б таңбалы рекультивантының тиімділігін арттыруға биопрепараттарды өңдеу арқылы қол жеткізуге болады. Биопрепараттар – органикалық қосылыстардың деструкторлары. Б рекультиваторын бактериялармен өңдеу оның рекультивациялық қасиеттерін жақсарту үшін жүзеге асырылады; рекультиваторды қолдану биогаздың құлдырауына әкелуі және оның қоршаған ортаға әсерін бейтараптандыруы керек. Рекультиваторлардың шығыны 300 кг/т қатты тұрмыстық қалдықтардан аспайтындығы анықталды.

Кілтті сөздер: тұрмыстық қатты қалдық, цеолитті тұқым, сүзінді, биогаз, рекультивант, бактерия, полиакрилат, каолин, диатомит.

*J. A. Ubaskina¹, P. A. Paraguzov², N. V. Sharova³

^{1,2}«Stalker» LLC,

Russian Federation, Ulyanovsk;

³«Prime» LLC,

Russian Federation, Ulyanovsk.

Material received on 14.12.20.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF CARRYING OUT THE BIOLOGICAL STAGE OF REBUILDING OF DISTURBED LAND OF LANDFILLS OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN SITU USING REMEDIATION AGENTS BASED ON ZEOLITE-CONTAINING ROCKS

The article describes the problem of disposal of unorganized landfills and polygons of municipal solid waste using recultivators based on zeolite-containing rock which is mechanically modified by special sonication and by steaming. We propose to use their enrichment with processed substances – decomposition products of municipal solid waste – with leachate and with landfill gas for the formation of the organic component of recultivators. We offer to use recultivator of a grade A to saturate it by

leachate and recultivator of a grade B to saturate it by landfill gas forming from municipal solid waste in order to create soil at the landfill for the formation of a vegetation layer. To obtain recultivators we propose to use the found optimal ratio of the modified zeolite-containing rock and the binder (kaolin) equal to 7: 3. To increase the efficiency of recultivator of the grade A we propose to add a superabsorbent - sodium polyacrylate in it. Increasing the efficiency of recultivator of the grade B can be achieved through the use of biological products - destructors of organic compounds. The processing of the recultivator of B grade with bacteria is carried out to improve its recultivation properties, the use of the recultivator should lead to the degradation of biogas and neutralize its toxic effect on the environment. We determined that the consumption of recultivators does not exceed 300 kg/t of municipal solid waste.

Keywords: municipal solid waste, zeolite-containing rocks, leachate, biogas, recultivator, bacteria, polyacrylate, kaolin, diatomite.

Теруге 14.12.2020 ж. жіберілді. Басуға 29.12.2020 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

989 КБ RAM

Шартты баспа табағы 6,4

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3774

Сдано в набор 14.12.2020 г. Подписано в печать 29.12.2020 г.

Электронное издание

989 КБ Мб RAM

Усл.п.л. 6,4. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3774

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz