



7. В. А. Гладких, Е. В. Королев. Снижение эмиссии сероводорода и диоксида серы из серобитумных материалов // Интернет-вестник ВолгГасу. 2014. №2. Ст.3. – Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru>
8. Нурбатуров К.А., Бачилова Н.В., Дё И.М., Лысенко В.С., Захарова Т.А. Решение экологических проблем западного Казахстана с использованием нанотехнологий // Вестник Национальной инженерной академии РК, 2008.-№1(27)-С.115-117.
9. Ж.С. Белякова, Е. Г. Величко, А.Г. Комар Экологические, материаловедческие и технологические аспекты применения зол в бетоне Строительные материалы -2001-№3 – С. 46-48
10. Кухаренко Л.В. Личман Н.В., Никитин И.В. Строительные материалы 2005, №8 с. 38-40
11. Панфилова М.И., Зубрев Н.И., Устинова М.В., Леонова Д.А., Медведев В.В., Гульшин И.А. Перспективные направления развития композитов с добавками серы // Научное обозрение. 2015., №14, стр. 172-175.
12. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии.- М.: Мир, 1979. – С.327-339.
13. ГОСТ 10060.0-95 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования
14. Староверов В.Д. Структура и свойства наномодифицированного модифицированного камня. Автореф. дис. канд. техн. наук. СПб., 2009. С.19.
15. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Бурьянов А.Ф., Кодолов В.И., Крутиков В.А., Фишер Ф.-Б., Керене Я. Модификация поризованных цементных матриц углеродными нанотрубками // Строительные материалы. 2009. №3. С.99-102.
16. J.N. Coleman, U. Khan, W.J. Blau, Y.K. Gun'ko. Small but strong: A review of the mechanical properties of carbon nanotube–polymer composites. Carbon. 2006. V. 44. № 9. P. 1624–1652.
17. Панфилова М.И., Зубрев Н.И., Устинова М.В., Леонова Д.А., Медведев В.В., Гульшин И.А. Перспективные направления развития композитов с добавками серы // Научное обозрение. 2015., №14, стр. 172-175.
18. Л.Ю. Котел, А.В. Бричка, А.Л. Петрановская, С.Я. Бричка. Рентгенографический анализ галлозитных нанотрубок, модифицированных оксидом церия (IV) / II Всеукраинская конференция молодых ученых «Современное материаловедение: материалы и технологии», Киев, Украина, 2001г., стр.125.

УДК 504.06

## **БИООРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ В СОСТАВЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ: ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА И ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ**

**Приходько В.Ю., Гюльяхмедова Е.Р.**

*Одесский государственный экологический университет, Одесса, Украина  
vks26@ua.fm*

По нашим оценкам, около 60% от общей массы твердых бытовых отходов (ТБО) составляют биоорганические компоненты, то есть те, которые содержат биодоступный углерод и способны к разложению в природных условиях. Согласно Руководящим принципам (2006), к таким компонентам относят: пищевые и садово-парковые, бумагу и картон, древесину, текстиль, средства личной гигиены. В Национальном Кадастре



(Украина) к ним добавлена такая группа отходов, как кожа и резина. Охарактеризуем такие отходы (табл. 1).

Таблица 1

## Характеристика биоразлагаемых отходов

Группа отходов	Виды	Содержание углерода, %		Содержание в общем потоке ТБО, %		Скорость разложения, год <sup>-1</sup>	
		общий	биодоступный	Украина*	для городов с населением 10-100 тыс. жителей	IPCC модель	Ukraine LFG Model
Потенциальные вторичные материальные ресурсы	Бумага и картон	46	44	14,6	4,5-15,1 8,80	0,06	0,027
	Текстиль	50	30	4,0	0,9-8,0 3,12		
	Древесина	50	50	1,7	0,3-6,0	0,03	0,0135
	Кожа, резина	67	47	1,7	0,48-5,0 1,95	–	0,0135
Легко разлагающиеся органические отходы	Садово-парковые отходы	49	49	3,8	нет данных	0,1	0,068
	Пищевые отходы	38	38	33,1	18,0-45,8 33,9	0,185	0,135
Опасные отходы	Средства личной гигиены	70	60	1,1	нет данных	0,1	–

\* Шмарин С. Л., Алексеев И. Л., Филозоф Р. С., Ремез Н. С., Денафас Г. Содержание биоразлагаемых компонентов в составе твердых бытовых отходов в Украине // Экология и промышленность. 2014. № 1. С. 79-83.

Как видно из табл. 1, биоразлагаемые отходы можно поделить на три группы: потенциальные вторичные материальные ресурсы, легко разлагающиеся органические отходы и опасные отходы. 50% общей массы группы приходится на пищевые отходы, 22% – это бумага и картон, 15% – садово-парковые отходы. Содержание остальных компонентов не превышает 4% по каждому отдельно. Индивидуально также и содержание этих компонентов в общей массе ТБО в различных городах. Нами отмечено, что чем меньше содержится компонента, тем более вариабельно его содержание в ТБО различных городов. Также компоненты различаются по своим характеристикам: содержанию органического углерода и скорости разложения. В табл. 1 представлены данные о скорости разложения из двух моделей процесса деструкции органических веществ: модель IPCC, предложенная Межправительственной группой экспертов по изменению климата и адаптированная к украинским условиям версии модель LandGEM – Ukraine LFG Model. Безусловно, наибольшей скоростью разложения характеризуется группа легко разлагающихся органических отходов. Однако по содержанию общего и биодоступного углерода лидируют средства личной гигиены. Это компонент в ТБО появился сравнительно недавно, но его содержание имеет тенденцию к повышению.

Рассмотрим более подробно группу легко разлагающихся органических отходов. Пищевые отходы – основной компонент ТБО. К ним относятся пищевые отходы жилого сектора и общественных учреждений. Сюда также можно добавить отходы пищевой промышленности. Пищевые отходы жилого сектора представлены: остатками продуктов после приготовления пищи (несъедобная часть пищевых продуктов) и испорченными продуктами. Неопределёнными являются количественные характеристики пищевых отходов в общественных учреждениях. Примерное количество отходов возможно оценить только по содержанию несъедобной части, тогда как количество объедков невозможно предугадать. Нами примерно оценено количество отходов от приготовления пищи для школы-интерната – примерно 280 г на одного ученика.

Садово-парковые отходы являются отдельной группой, но существующая практика обращения заключается в смешивании их с общей массой ТБО. Заметим, что содержание садово-парковых отходов в общем потоке ТБО городов Украины характеризуется наибольшей неопределенностью. Во многих базах данных такая категория отходов вообще отсутствует или объединена с пищевыми отходами. Также к садово-парковым отходам относят смет или даже кожа и резина.

Существующая модель обращения с ТБО в Украине не предусматривает утилизацию компонентов ТБО, содержащих биодоступный углерод (кроме части бумаги и картона), а только захоронение на свалках и полигонах. Среди элементов, позволяющих использовать эти отходы в качестве ВМР, можно назвать: отбор и утилизацию макулатуры от населения через пункты приема вторсырья, общественные инициативы и отбора на мусоросортировочных линиях (около 26); компостирование незначительного количества ТБО (0,03%). Основная масса биоразлагаемых отходов удаляется на полигоны и свалки. В этом случае единственным вариантом использования «ресурсного потенциала» таких отходов является получение биогаза, но целесообразно оно только на больших современных полигонах ТБО (сегодня работают 19 установок). Неиспользование биоорганической составляющей ТБО, приводит к загрязнению окружающей среды продуктами деструкции, в частности, парниковыми газами и фильтратом, а также к нарушению перераспределения биогенных элементов в окружающей среде. Например, через 50 лет после захоронения только 27% углерода захороненных отходов будет вовлечено в природный круговорот за счет эмиссии парниковых газов. Поэтому необходимо изменение подхода к сбору и утилизации ТБО и биоорганических компонентов в частности.

Наилучшим вариантом является такой подход, когда в момент образования отходов из их состава выводится поток легко разлагающихся органических отходов. Поскольку, как упоминалось ранее, садово-парковые отходы являются локализованными изначально, то важно не допустить их смешивания с другими отходами, за исключением пищевых. В начале жизненного цикла ТБО должен быть выделен поток органических отходов, которые легко разлагаются. Это дает возможность получить «чистый» ресурс для производства компоста. Кроме того, отделение этого потока от общей массы ТБО в момент образования обеспечивает получение других компонентов в незагрязненной форме. То есть ресурсная ценность остальных отходов и эффективность их сортировки резко повышаются. Например, эффективность извлечения вторсырья из общего потока не превышает 20%, тогда как из потока потенциальных вторичных материальных ресурсов (без органики) – до 80%.

Рекомендованные направления утилизации биоразлагаемых компонентов ТБО представлены в табл. 2.



Таблица 2

## Утилизация биоразлагаемых компонентов ТБО

Группа отходов	Виды	Особенности обращения	Продукт	Комментарий
Потенциальные вторичные материальные ресурсы	Бумага и картон	сбор, сортировка и рециклинг	сырье для целлюлозно-бумажных комбинатов	определённая часть фракции не подлежит переработке, но может быть добавлена к легко разлагающимся органическим отходам, поступающим на МБО
	Текстиль	сбор, сортировка и повторное использование	секонд-хэнд ветошь	эффективно повторное использование, переработка затруднительна
	Древесина	измельчение, МБО или использование как топлива	пеллеты	наибольшее распространение получило использование в качестве топлива
	Кожа, резина	захоронение или сжигание		по причине значительного разнообразия состава и незначительного содержания сортировать и перерабатывать экономически невыгодно
Легко разлагающиеся органические отходы	Садово-парковые отходы	механико-биологическая обработка (МБО): компостирование или анаэробная ферментация	биогаз и/или компост	наиболее эффективной является анаэробная ферментация, поскольку позволяет получить два продукта – биогаз и компост, а также нулевую эмиссию парниковых газов
	Пищевые отходы			
Опасные отходы	Средства личной гигиены	сжигание или захоронение		относятся к биологически опасным отходам, требуют специальных процедур обращения

Как видим, ресурсный потенциал и возможности биоразлагаемых отходов достаточно широкие. Важным условием использования их ресурсного потенциала является правильная организация сбора, с выделением легко разлагающихся органических отходов в момент образования. Вторым, взаимосвязанным условием является наличие инфраструктуры по переработке таких видов отходов. На сегодня затребованными являются бумага и картон, далее можно упомянуть текстиль и древесину. Современные реформы в законодательстве Украины касательно отходов и необходимость соблюдения требований европейских Директив, в частности, запрета на захоронение биоразлагаемых отходов, вызывает поиск новых путей решения проблемы ТБО. Например, проект Программы обращения с ТБО в Одесской области на 2018-2022 гг. (не принятый)

предусматривает строительство комплексов по переработке и утилизации ТБО, которые включают мусоросортировочную линию и биогазовый завод. Поэтому предложенный нами подход к сортировке, к разделению отходов «на два ведра» (сухая и мокрая фракция) позволит обеспечить сырьем комплексы по переработке и утилизации ТБО.

УДК 528.873, 504.064.2.001.18

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПЕСЧАНЫХ КАРЬЕРОВ ПО ДАННЫМ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ СЪЕМКИ LANDSAT

Соромотин А.В., Игнатенко С.И., Таркова Ю.С.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия  
asoromotin@mail.ru

При обустройстве месторождений нефти и газа добывается значительные объемы песка, добываемого в большинстве случаев в песчаных сухоройных карьерах. После выработки карьеры должны быть рекультивированы. Темпы рекультивации в настоящее время значительно отстают (рисунок).



Рисунок – Сравнение площадей нарушенных и рекультивированных песчаных карьеров (по данным Докладов «Об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе» за 2013 -2017 гг.)

В настоящее время на территории Ямало-Ненецком АО применяется три основных метода:

- демулационный (посев травосмеси в голый грунт, высаживание саженцев или прутьев ивы, внесение комплексных удобрений)
- посев травосмесей в торфяно-песчаную смесь, внесение комплексных удобрений;
- лесовосстановление – высадка дичков местных древесных пород.

Значительная рассредоточенность объектов рекультивации ставит вопрос разработки методов дистанционной оценки качества биоремедиации карьерных выемок. Одним из таких методов является расчет вегетационного индекса NDVI по многоканальным космоснимкам (Normalized Difference Vegetation Index). Выбор именно этого индекса объясняется тем, что он может быть рассчитан для многоканальных