

компостирования осадков потери органического вещества могут не превышать 20–30 %. Для этого необходимо осуществлять процесс с эффективным перемешиванием осадка с наполнителем, соответствующей подготовкой наполнителя, гомогенизацией смеси и насыщением ее кислородом воздуха. Количество наполнителей, добавляемых к осадкам при их компостировании, зависит от влажности и содержания органики в наполнителе и в осадке и колеблется от 1 до 4 объемов от объема осадка.

В таблице 1 приведена характеристика готового компоста. Компост отвечает требованиям санитарно-гигиенических показателей. Он является сыпучим материалом, удобным для внесения в почву в качестве удобрения лесопарковых насаждений и в зеленом городском хозяйстве.

Таблица 1 – Характеристика компоста

Показатель	Содержание
Влажность, %	49–55
pH	5,4–7,1
Содержание органического вещества, %	65–75
N <sub>2</sub> , %	1,5–2,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	1,5–2,4
K <sub>2</sub> O, %	0,2–1,0
Содержание тяжелых металлов, мг/кг сухого вещества:	
хром	96–220
никель	95–114
цинк	339–1240
свинец	17–37
кадмий	8–16
ртуть	Следы
мышьяк	"
Фракционный состав, %:	
более 30 мм	6
3–30 мм	48
менее 3 мм	46
Яйца гельминтов и мух	Отсутствуют

С учетом соответствия санитарным нормативам и возможностью производства в большом количестве, можно рекомендовать широко применять компосты на основе осадка сточных вод в городском зеленом хозяйстве г. Гомеля.

УДК 628.3+662.6/9

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ

Р. Н. ВОСТРОВА, В. Ф. РАЗОН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В комплексе проблем жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь одной из важнейших продолжает оставаться задача выбора направлений обработки и утилизации осадков сточных вод (ОСВ), образующихся на городских очистных сооружениях.

Количество осадков, выделяющихся при очистке сточных вод на современных очистных сооружениях, составляет 2–10 % от объема поступающих вод. Ежегодно в Беларуси при очистке сточных вод образуется около 180–197 тысяч тонн осадков в расчете на сухое вещество. Из них в народном хозяйстве используется всего 4–5 % от общего объема. В основном же осадки складываются и хранятся на территории очистных сооружений, оказывая значительное негативное техногенное воздействие на окружающую среду. В связи с этим вопрос грамотного использования ОСВ требует незамедлительного решения. Утилизация ОСВ с учетом их физико-химических свойств обеспечит улучшение экологической обстановки в непосредственной близости от городской черты и позволит избежать экономических затрат по строительству новых иловых карт.

Известны различные способы переработки и утилизации ОСВ:

- использование в качестве удобрений в составе почвогрунта для озеленения городов и при рекультивации нарушенных земель;
- использование в составе техногенного грунта в строительстве;
- обезвоживание;
- сжигание;
- депонирование (захоронение);
- использование в качестве топлива.

Как показывает зарубежный и отечественный опыт, при утилизации ОСВ оптимальным является комплексное применение различных методов. В странах ЕС перерабатываются тем или иным методом около 30–40 % общего объема накопленных ОСВ [1], которые подвергаются обработке с целью улучшения их физических свойств и уничтожения патогенной микрофлоры посредством эффективных способов механического обезвоживания и термической сушки, что позволяет получать из ОСВ твердое органическое топливо. При этом наблюдается тенденция уменьшения объемов осадков, складываемых на полигонах, а соответствующее законодательство накладывает на владельцев очистных сооружений обязательство интегрального решения проблемы ОСВ. Динамика изменения способов утилизации ОСВ в странах ЕС показана в таблице 1.

Таблица 1 – Способы утилизации осадков сточных вод в странах ЕС

Способы утилизации ОСВ	Доля использования различных способов утилизации ОСВ, %	
	данные за 1998 г.	данные за 2007 г.
Складирование	48	10
Использование в сельском хозяйстве	23	45
Сжигание	13	38
Компостирование	2	7

ОСВ, содержащие значительную долю органических веществ, обладают огромным невостребованным энергетическим потенциалом, который может быть направлен на решение одной из важнейших задач республики в области энергосбережения и перехода на местные источники энергии. Известны способы получения твердого топлива из осадков сточных вод (патент РФ № 2147604 от 24.11.1998 г. и патент РФ RU2160304 от 29.02.2000 г.). Топливо, полученное с использованием осадка сточных вод, обладает теплотехническими характеристиками, указанными в таблице 2.

Одним из вариантов использования ОСВ в качестве топлива является энергосберегающая технология высушивания и прессования осадков с получением топливных брикетов. В этом случае ОСВ могут рассматриваться в качестве вторичного сырьевого и энергетического ресурса, который можно подвергать дальнейшему сжиганию в котельных и ТЭЦ.

Таблица 2 – Теплотехнические характеристики твердого топлива с использованием осадка сточных вод

Рецептура, %		Зольность $A$ , %	Теплота сгорания рабочей массы $Q_n$ , МДж/кг	Объем, м <sup>3</sup> /кг		Жаропроизводительность $T$ , °С	Калорийный эквивалент $\varepsilon$
ОСВ	остальное			воздуха $V_B$	продуктов сгорания		
100	0	20,0	17,80	4,66	5,22	2008	0,608
75	25	15,4	17,66	4,60	5,18	2001	0,603
50	50	10,7	17,37	4,50	5,11	1992	0,592
25	75	6,1	16,91	4,36	4,98	1981	0,575
15	85	4,2	16,62	4,27	4,90	1976	0,567
5	95	2,3	16,36	4,19	4,83	1971	0,558
Торфяной брикет		10–20	15,29–17,29	3,98–4,90	4,47–5,20	2000–2006	0,53–0,59
Бурые угли ( $W=17\%$ ) (Челябинский бассейн)		25–28	14,67–15,80			1940	0,50–0,54
Бурые угли ( $W=23\%$ ) (Волчанское месторождение)		27	11,73			1800	0,40
Бурые угли ( $W=23\%$ ) (Азейское месторождение)		10	18,85			1980	0,64

Переработка 1 тонны ОСВ (в расчете на сухую массу) позволит получить 500 кг условного топлива [2]. Добавление отходов производств, таких как нефтесодержащие шламы и лигнин, позволяет

увеличить полноту сгорания, что в свою очередь приводит к снижению содержания вредных веществ в отходящих газах. После сжигания остается зола, которая может использоваться при производстве строительных материалов (керамзит, цемент) или в качестве дополнительного наполнителя при производстве асфальтобетона.

Несмотря на значительные капитальные затраты, связанные с созданием установки по производству брикетов с использованием ОСВ, в целом выигрыш будет больше, особенно если учесть экономический и экологический ущерб от нецивилизованного складирования ОСВ [3].

Экологический эффект заключается в улучшении экологического состояния примыкающих к городской черте территорий.

Экономический эффект состоит в экономии денежных средств на строительство новых иловых карт и вывоз ОСВ на полигон твердых бытовых отходов, в сокращении расходов на обеспечение тепловой энергией собственные потребности очистных сооружений, в получении дополнительной прибыли от реализации топливных брикетов сторонним промышленным предприятиям и населению. Основные технико-экономические параметры, полученные в ходе расчета ожидаемого экономического эффекта от использования осадка сточных вод для изготовления топливных брикетов в Гомельском регионе, показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Эффективность изготовления топливных брикетов с использованием осадков сточных вод

Параметр	Значение
Годовой объем переработки осадка сточных вод, т	5140
Исходный состав потребляемого сырья, %:	
– массовая доля древесных опилок	40
– “ “ осадка сточных вод	60
Ежемесячный полезный выпуск топливных брикетов, т	249,9
Затраты на исследование свойств и качественных характеристик топливных брикетов, тыс. руб.	64 685
Единовременные первоначальные (капитальные) затраты, тыс. руб.	400 335
Себестоимость топливных брикетов, тыс. руб./т	136,4
Отпускная цена топливных брикетов, тыс. руб./т	200
Период возврата капитальных затрат, мес.	26

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Законодательство Европейского союза в области утилизации осадков (Директива 86/278/ЕЕС).
- 2 Федосеев, И. В. Технология утилизации осадков городских сточных вод / И. В. Федосеев, Г. Н. Фадеев // Сб. докл. 4-го Междунар. конгресса по управлению отходами. – М., 2005.
- 3 Определение размера экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель (Методика 0212.4.-97) : утв. приказом Министра природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь 20 мая 1997, № 112.

УДК 665.622.22

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

О. Н. ГОРЕЛАЯ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Транспортный комплекс Республики Беларусь ежегодно потребляет миллионы кубических метров воды питьевого и технического качества. Только на технологические процессы предприятий Белорусской железной дороги расходуется более полутора миллионов кубометров водных ресурсов.

На ряде предприятий, таких как локомотивные и вагонные депо, вода используется во многих технологических процессах (наружная и внутренняя обмывка подвижного состава, промывка и опрессовка его узлов и деталей, промывка и заправка аккумуляторов и другие технологические операции). Соответственно, разнообразие технологических процессов предполагает и различие коли-