

точно, и в пригородных поездах пассажир не получает жизненно необходимого уровня обслуживания его экологических потребностей.

В таблице 1 приведены факторы и признаки сегментации рынка транспортных услуг в пригородном сообщении с учетом его экологических особенностей.

Таблица 1 – Факторы и сегменты рынка транспортных услуг в пригородном сообщении с учетом экологических особенностей

Факторы	Сегмент рынка	Признаки сегментации		Экологические особенности
Экономические	Цель поездки	<i>Работа, отдых, туризм, свадебное путешествие, спорт, и т. п.</i>		Квазиприродное и антропогенное состояние среды (антропогенное влияние на естественные условия существования человека)
	Искомые выгоды	<i>Доступная цена, безопасность поездки, удобство расписания, качество, сервис, отсутствие другого вида транспорта и др.</i>		
	Частота совершения поездки	<i>Высокая – ежедневно, нормальная – 2–3 раза в неделю, средняя – 1 раз в месяц, слабая – 1–2 раза в год</i>		
Географические	Район посещения	<i>Урбанизированный, субурбанизированный, агроценозы, рекреационная зона и т. п.</i>		Температурный режим, давление атмосферного воздуха
	Плотность населения	<i>Высокая, средняя, низкая</i>		
	Климат	<i>Умеренно-континентальный (зоны: Северо-Западная, Центральная, Юго-Западная, Юго-Восточная)</i>		
Транспортное обслуживание	Вид сообщения	<i>Пригородное</i>	Экологическое обоснование выбора вида транспорта	Экологическое обоснование выбора вида транспорта
		<i>Пригородно-городское</i>	<i>беспересадочный с пересадкой</i>	

Таким образом, на основании представленной в таблице 1 сегментации рынка пригородных перевозок на железнодорожном транспорте с учетом экологических особенностей можно выполнить унификацию и стандартизацию основных признаков, что позволит различным видам транспорта взаимно использовать результаты обследования рынка транспортных услуг и снизить затраты на проведение исследований. Помимо вышеприведенных признаков таблица 1 может быть также дополнена информацией об экологическом состоянии транспортных средств конкурентов-перевозчиков и др. Как видно из таблицы 1 учет экологических особенностей в пригородном сообщении предполагает индивидуальный подход в организации основной услуги – перевозке массовых, социально значимых, платежеспособных пользователей, предоставление для них сопутствующих и дополнительных услуг, которые придают основной услуге большую привлекательность и способствуют лучшему обеспечению комфорта поездки и ее восприятию.

УДК 628.11.3

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

*Р. Н. ВОСТРОВА, В. В. КОНОВАЛОВ, Д. В. МАРКОВ*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одной из важнейших проблем жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь 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. Из них в народном хозяйстве используется 4–5 % от всего объема. В основном же осадки складировываются и хранятся на территории очистных сооружений, оказывая значительное негативное техногенное воздействие на окружающую среду. В г. Гомеле это воздействие распространяется в том числе и на водные ресурсы реки Сож.

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. Одновременно ОСВ, содержащие значительную долю органических веществ, обладают огромным невостребованным энергетическим потенциалом, который может быть направлен на решение одной из важнейших задач страны в области энергосбережения и перехода на местные источники энергии.

Известны различные способы переработки и утилизации ОСВ: использование в качестве удобрений в составе почвогрунта для озеленения городов и при рекультивации нарушенных земель, а также в составе техногенного грунта в строительстве; обезвоживание; сжигание; депонирование (захоронение); использование в качестве топлива. Следует отметить, что некоторые из этих способов имеют существенные ограничения по практическому применению. Так, непосредственное применение ОСВ в сельском хозяйстве в качестве удобрения или вывоз для захоронения на полигоны твердых бытовых отходов во многих странах запрещены. Многочисленные попытки в некоторых странах подвергать ОСВ глубокой сушке или сжигать в сыром виде также пока не привели к положительным и экономически оправданным результатам. Сооружение же специально обустроенных для этих целей свалок – полигонов, отвечающих всем современным требованиям, включая дорогостоящие мониторинг и эксплуатацию, требуют отчуждения на многие годы громадных площадей под такие полигоны и прилегающие к ним территории, больших первоначальных капиталовложений и значительных последующих эксплуатационных расходов.

Для Республики Беларусь с ее небогатыми природными запасами углеводородного сырья и обедненной гумусом почвой наиболее перспективным представляется утилизация ОСВ путем использования в качестве топлива и компонента при производстве компостов.

Проводимые в настоящее время за рубежом научные исследования направлены на разработку и совершенствование различных способов обработки и использования осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений (ОС). Как показывает зарубежный и отечественный опыт, при утилизации ОСВ оптимальным является комплексное применение различных методов утилизации. В странах ЕС перерабатываются тем или иным методом около 30–40 % общего объема накопленных ОСВ, которые подвергаются обработке с целью улучшения их физических свойств и уничтожения патогенной микрофлоры посредством эффективных способов механического обезвоживания и термической сушки, что позволяет получить из ОСВ твердое органическое топливо. Механически обезвоженный осадок содержит 65–80 % воды. После термической сушки его теплотворная способность может достигать 9–13 МДж/кг, что соответствует примерно половине теплоты сгорания каменного угля. Этот топливно-энергетический ресурс может быть использован на ТЭЦ, в индивидуальных заводских отопительных печах, которые уже установлены на некоторых предприятиях. Рассматриваемый способ утилизации ОСВ является одним из направлений по созданию альтернативного восполняемого топлива. Переработка 1 тонны ОСВ (в расчете на сухую массу) позволит получить 500 кг условного топлива. 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.

Существенным препятствием для промышленного использования осадков сточных вод в Республике Беларусь является отсутствие соответствующей нормативно-правовой базы, позволяющей произвести сертификацию (паспортизацию) ОСВ для определения способа утилизации.

Интерес представляют исследования в области технологии утилизации осадков сточных вод и получения топливных брикетов на их основе с использованием нефтесодержащих шламов, лигнина и прочих отходов производства предприятий г. Гомеля и Гомельской области. Это позволит частично решить задачу размещения ОСВ гомельских очистных сооружений в окружающей среде с учетом экологической безопасности, создать альтернативные возобновляемые виды топлива и обеспечить тепловой энергией собственные потребности гомельских очистных сооружений.

Оригинальный вклад исследований заключается в том, что в случае успешной реализации будет найдено комплексное решение эффективного использования вторичных возобновляемых материальных ресурсов и улучшения экологической обстановки территорий, прилегающих к городской черте. 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 гомельских очистных сооружений, в получении дополнительной прибыли от реализации топливных брикетов сторонним промышленным предприятиям и населению.

УДК 628.11.3

## ПРИМЕНЕНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОМПОСТОВ

*Р. Н. ВОСТРОВА, Е. В. ПАШКОВСКАЯ, В. М. КОСЕНКО, И. Н. РОВДАН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Деградация почв – важнейшая экологическая проблема больших городов, требующая безотлагательных мер по восстановлению или улучшению их свойств. В настоящее время не существует органического удобрения, которое выполняло бы несколько функций: восполнение дефицита органических и неорганических микроэлементов, биогенных веществ и оптимального количества влаги в почве, подавление роста сорняков и размножения вредителей.

Компостирование – это процесс биотермического разложения органического вещества осадка, осуществляемый под действием микроорганизмов. Компостирование может происходить в анаэробных и аэробных условиях. Искусственное компостирование, как правило, происходит в аэробных условиях, которые осуществляются путем насыщения среды кислородом воздуха, с введением интенсифицирующих процесс добавок и т. п. Искусственное компостирование механически обезвоженных или подсушенных на иловых площадках осадков получило широкое применение.

Анализ состава ОГСВ, их свойства свидетельствуют о целесообразности использования их в качестве органического удобрения (при условии соответствия их состава техническим требованиям), что имеет огромное народнохозяйственное значение. Компосты из осадков сточных вод обладают высокой агротехнической ценностью и способны превратить бесплодные техноземы в плодородные почвы. В результате их внесения в почвах увеличивается содержание органического вещества, азота, фосфора, других макро- и микроэлементов, снижается кислотность почв, увеличивается их влагоемкость. Улучшаются тепловой, водный и воздушный режимы почв, возрастает их биологическая активность.

Применение осадков сточных вод требует контроля как на стадии внесения, так и на стадии реализации в агроценозе. Внесение компостов и почвогрунтов на основе осадков сточных вод является одним из эффективных путей рекультивации техногенных и нарушенных почв и позволяет улучшить экологическую обстановку в городе.

Компосты на основе осадков сточных вод оказывают многостороннее положительное действие на почвенное плодородие. Их влияние на физико-химические свойства почв проявляется в снижении актуальной, обменной и гидролитической кислотности, повышении суммы обменных катионов (особенно кальция) и емкости катионного обмена. Внесение осадков сточных вод и компостов на их основе снижает биодоступность никеля, цинка, свинца и меди, что связано с улучшением кислотности основных свойств; по мере разложения органического вещества возможно увеличение доли подвижных форм кадмия.

Систематическое внесение осадков на слабобуферных почвах или применение кислых осадков без поддерживающего известкования приводит к подкислению почвы, что прежде всего снижает биологическую активность почвы, особенно плотность бактериальной микрофлоры и развитие клубеньковых бактерий.

Для получения из осадков высококачественного компоста биотермический процесс должен протекать интенсивно, без значительной потери органического вещества. При ускоренных методах