

УДК 621.1(07) + 06

*И. А. Эстрин, С. А. Сагайдак, Д. Е. Колодяжный, А. Н. Узденов***АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ИЗ ОТХОДОВ**

Аннотация. Рассмотрены условия развития биогазовой промышленности в России. Показано, что переработка отходов, которые являются сырьем для получения биогаза, может рассматриваться как наиболее перспективный, экологически безопасный способ. Показано, что биогаз замещает использование углеводородного топлива и решает проблему энергодоступности в удаленных от энергосетей регионах.

Ключевые слова: утилизация отходов, энергодоступность, биогаз, перспективы развития.

Для цитирования: Альтернативное топливо из отходов / И. А. Эстрин, С. А. Сагайдак, Д. Е. Колодяжный, А. Н. Узденов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 2. – С. 38–42.

Увеличение объема отходов, как промышленного, так и сельскохозяйственного производства, является перспективной основой для их переработки. Одним из вариантов их переработки является получение альтернативного топлива в виде биогаза. Продвижение в последнее время «зеленой повестки», особенно в Европе, способствовало увеличению рынка биогаза. Наиболее быстро этот процесс наблюдался в Германии. В нашей стране производство биогаза только начинает развиваться и находится в зачаточном состоянии. Тем не менее, перспективы этого направления воодушевляющие. Развитие любой отрасли, в том числе и биогазовой, должно начинаться, опираясь на законодательную базу, а на начальных стадиях, еще и на дополнительное стимулирование со стороны государства и частных инвесторов. В противном случае неудача неизбежна.

В результате жизнедеятельности человека образуются Твердые Коммунальные Отходы (ТКО) и органические, основным источником которых является агропромышленный комплекс (АПК). Только на долю АПК приходится около 800 млн. тонн. Специфической особенностью таких отходов является то, что они образуются в удаленных от крупных городских агломераций местах. Для таких мест характерно или отсутствие, или затрудненный доступ к централизованным линиям энергоснабжения, таким как магистральные газопроводы, линии электропередач, тепловые сети. В связи с этим, чрезвычайно актуальным является вопрос доступности энергоресурсов для жизнедеятельности человека и обеспеченности энергией производственных мощностей в удаленных местах. В этих условиях производство биогаза становится актуальным. Такое производство позволяет достичь двух целей: обеспечение населения энергоресурсами с одновременной утилизацией отходов сельскохозяйственного производства, особенно животноводческого комплекса.

Переработка отходов, которые являются сырьем для получения биогаза, может рассматриваться как наиболее перспективный, экологически безопасный способ. К тому же, это еще и энергоэффективный способ получения дешевой энергии, которая замещает собой энергию, полученную в результате сжигания природного углеводородного топлива. Такое решение вопроса обеспечит полную утилизацию сельхозотходов, получение органического удобрения и экологически чистое газообразное топливо – биогаз.

В своем классическом понимании биогаз представляет собой горючую смесь, состоящую из метана (CH_4), оксида (CO) и диоксида углерода (CO_2). Теплота сгорания

такого биогаза лежит в пределах 25–34 МДж/м³. Образование происходит в процессе анаэробного брожения с помощью бактерий, которые естественно находятся в сырье. Эти бактерии позволяют разложить органические соединения, с образованием горючих компонентов. Образовавшиеся в результате этого процесса отходы, представляют собой отличные органические удобрения, обеспечивающие, при их внесении в почву, получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Примерный состав и сравнительные свойства биогаза приведены в таблице.

Таблица

Примерный состав и сравнительные свойства биогаза

Показатель	Метан (CH ₄)	Угле кислый газ (CO ₂)	Водород (H ₂)	Серо водород (H ₂ S)	Биогаз (60%CH ₄ и 40% CO ₂)
Объем, %	55–70	27–44	1	3	100
Теплотворная способность, МДж/м ³	35,8	–	10,8	22,8	21,5
Удельный вес, кг/ м ³	0,72	1,98	0,09	1,54	1,2

Как видим, биогаз имеет неоспоримые преимущества как альтернативное топливо. Применительно к России он обладает значительным потенциалом. Его производство перспективно. Однако в стране слабо развита его индустрия и рынок.

Существенным фактором в пользу развития биогаза является то, что получение энергии из него обеспечивает декарбонизацию и достижение углеродной нейтральности за счет снижения эмиссии углекислого газа. На рисунке 1 представлен вариант поэтапного развития промышленности биогаза. [1]

Юридически деятельность по переработки отходов в России регулирует Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 года № 89-ФЗ. В этом законе определяется понятие «утилизация отходов», что означает осуществление рециклинга, регенерации и рекуперации. Это дает основание считать биогаз возобновляемым источником энергии (ВИЭ). В стране существует несколько законов ГОСТов регулирующих обращение с отходами. К ним относятся Федеральный закон «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 14.07.2022 года № 248-ФЗ, ГОСТ Р 53117-200830, ГОСТ 31461-201231, ГОСТ 34102-2017.32, «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 года № 200-ФЗ, Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 01.01.2012 года, ГОСТ Р 70083-2022 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы обращения с пищевыми отходами» от 01.07.2022 года. Утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 29.10.2021 года № 3052-р «Стратегия социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» рассматривает биогаз не только как ВИЭ, но и как способ утилизации органических отходов.

Сельскохозяйственная специализация того или иного региона определяет перспективные возможности развития индустрии биогаза[2]. Применительно к России таким регионом может быть Белгородская область, так как в ней выращивается 25% от общей мясной промышленности страны. Наиболее мощными являются уже построенные биогазовые станции «Байцуры» мощностью 526 кВт в Борисовском районе и «Лучки» мощностью 2,4 МВт в Прохоровском районе.



Рис. 1. План развития биогазовой промышленности

Среди российских компаний, занимающихся практической реализацией биогазовых проектов (проектировкой и установкой биогазовых станций, редко – производством биогазового оборудования) можно выделить АО «Северная Столица», ООО «ЭВОБИОС», ООО «Трансутилизация», ООО «Гринтек» и другие. Однако большинство российских биогазовых компаний не производит биогазового оборудования, а закупает у зарубежных производителей [3]. На рисунке 2 приведены сравнительные факторы, способствующие созданию производства биогаза в ФРГ и РФ.

Элемент механизма формирования биогазовой индустрии и рынка биогаза	Германия	Россия
Основополагающий нормативно-правовой акт в области переработки органических отходов	Закон «О замкнутых циклах производства и об отходах» (KrWG)	№ 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»
Основополагающий нормативно-правовой акт, регулирующий производство энергии из биогаза	Закон «О подаче электроэнергии из возобновляемых источников» (EEG)	№ 35-ФЗ «Об электроэнергетике»
Профильные НКО	— Европейская ассоциация биогаза (EBA) — Немецкая ассоциация биогаза	— Национальная Биотопливная Ассоциация — Российская Ассоциация ВИЭ и электротранспорта — Ассоциация развития возобновляемой энергетики
Профильные коммерческие организации	— ZORG — Weltec Biopower — EnviTec	— АО «Северная Столица» — ООО «ЭВОБИОС» — ООО «Трансутилизация»
Национальные стратегические планы и программы, стимулирующие производство энергии из биогаза	— The European Green Deal — The National Energy and Climate Plan (NECP)	Стратегия социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года
Конечное потребление топливно-энергетических ресурсов	10,5 % (биогаз)	0,9 % (биомасса и отходы)
Количество биогазовых станций и их суммарная установленная мощность	9 900 8 600 ГВт	Нет данных
Проблемы биогазовой индустрии	— Дефицит органических отходов для производства биогаза — Отведение посевных площадей на энергетические культуры — Завершение 20-летнего финансирования в рамках EEG	— Слабое экономическое стимулирование со стороны государства — Отсутствие эффективной нормативно-правовой базы и политических инструментов — Неразвитая система раздельного сбора отходов — Использование устаревших биогазовых технологий — Низкая привлекательность из-за высоких капитальных затрат

Рис. 2. Сравнительные факторы, способствующие созданию производства биогаза в ФРГ и РФ

Отнесение биогазовой индустрии к энергетической промышленности способствует возникновению противоречивых тенденций: с одной стороны развитие топливной базы стимулирует ее развитие, а с другой, как промышленность, утилизирующая отходы, требует привлечения дополнительных инвестиций со стороны, что создает определенные проблемы [4]. Так, например, в Евросоюзе недостаточно органических отходов, концентрирующихся в одном месте, для широкого развития биогазовых станций с высокой мощностью, обеспечивающих их рентабельность. В отсутствии государственной поддержки, это существенно снижает их конкурентоспособность [5].

Поэтому, для развития биогазовой индустрии, ее необходимо рассматривать не только, как источник энергетического топлива, что неконкурентоспособно добычей и использованием углеводородного топлива, но и как отличный способ утилизации сельскохозяйственных отходов с одновременным производством экологически чистых органических удобрений для сельскохозяйственных полей.

Библиографический список

1. **Авраменко, А. А.** Сравнительный анализ развития биогазовой индустрии и формирования рынка биогаза в России и Германии / А. А. Авраменко, А. К. Магарамова // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16. – № 2. – URL: <https://esj.today/PDF/87ECVN224.pdf>
2. **Финоченко, В. А.** Основы экоинформационных технологий // Мир транспорта. — 2009. – № 2. – С. 12-17.
3. **Ripol-Saragosi T.L., Ripol-Saragosi L.F.** System Approach Realization Under Compressed Air Quality Increase Strategy Choice Dased on Resource Saving Proceedings of the 4th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2018, Springer, Charm, pp. 2255-2262
4. **Муравьев, А. В.** Повышение энергетической эффективности транспортной инфраструктуры с помощью внедрения цифровых технологии / А. В. Муравьев, С. А. Сагайдак, А. М. Дорош // Сборник научных трудов "Транспорт: наука, образование, производство": Труды Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 26 – 28 апреля 2023 года. Том 3. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 21-24. – EDN PXEGSK.
5. **Эстрин, И. А.** Энерготехнологическое комбинирование в теплотехнологии оксидов металлов: монография / И. А.Эстрин; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2019. Стр.87.

I. A. Estrin, S. A. Sagaidak, D. E. Kolodyazhny, A. N. Uzdenov

ALTERNATIVE FUEL FROM WASTE

Abstract. The conditions for the development of the biogas industry in Russia are considered. It is shown that the recycling of waste, which is the raw material for biogas production, can be considered as the most promising, environmentally friendly method. Biogas replaces the use of hydrocarbon fuels and solves the problem of energy availability in regions remote from power grids.

Keywords: waste disposal, energy availability, biogas, development prospects.

For citation: Alternative Fuel from Waste / I. A. Estrin, S. A. Sagaidak, D. E. Kolodyazhny, A. N. Uzdenov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2025. – № 2. – P. 38–42.

Сведения об авторах**Эстрин Игорь Арнольдович**

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теплоэнергетика на
железнодорожном транспорте»,
кандидат технических наук, доцент, доцент,
e-mail: igor1955@bk.ru

Сагайдак Сергей Алексеевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Экономика, учет и анализ»,
аспирант,
e-mail: serzh.sagaidak@yandex.ru

Колодяжный Даниил Евгеньевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теплоэнергетика на
железнодорожном транспорте»,
магистрант,
e-mail: daniilkol2001@yandex.ru

Узденов Альберт Назбиевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теплоэнергетика на
железнодорожном транспорте»,
магистрант,
e-mail: uzdenov00@list.ru

Information about the authors**Estrin Igor Arnoldovich**

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Thermal Power Engineering in
Railway Transport»,
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor, Associate Professor,
e-mail: igor1955@bk.ru

Sagaidak Sergey Alekseevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Economics, Accounting and
Analysis»,
Postgraduate Student,
e-mail: serzh.sagaidak@yandex.ru

Kolodyazhny Daniil Evgenievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Thermal Power Engineering in
Railway Transport»,
Master's Student,
e-mail: daniilkol2001@yandex.ru

Uzdenov Albert Nazbievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Thermal Power Engineering in
Railway Transport»,
Master's Student,
e-mail: uzdenov00@list.ru