

Научная статья
УДК 628.4.038
doi: 10.46684/2687-1033.2024.2.203-210

Создание малоотходных технологий на ОАО «РЖД» путем внедрения пиролизной установки «Барс»

А.Н. Белевцева

Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Ростовского государственного университета путей сообщения (ТТЖТ – филиал РГУПС); г. Тихорецк, Россия; anna.belyovceva@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Ежегодно растут объемы промышленных и бытовых отходов, для складирования которых изымаются сельскохозяйственные угодья. Отходы производства ОАО «РЖД» могут стать причиной разрушения природных экосистем и привести к исчезновению видов.

Для снижения степени воздействия на природные экосистемы ОАО «РЖД» финансировало строительство крупнейшего мусороперерабатывающего завода в России. Уникальность завода заключается в его замкнутой системе переработки без доступа кислорода. В процессе сжигания в атмосферу не выбрасываются вредные вещества. Такой способ переработки отходов можно использовать для утилизации шин, резиносодержащих, полимерсодержащих отходов, нефтешламов и отработанных масел.

Внедрение современных технологий по переработке отходов (пиролизная установка «Барс») всеми подразделениями ОАО «РЖД» поможет снизить негативное воздействие на окружающую природную среду, быстро и качественно выполнить утилизацию опасных отходов, а также быть экономически эффективным за счет получения вторичного сырья, которое даст предприятию прибыль и окупит затраты на установку оборудования.

Ключевые слова: пиролиз; установка «Барс»; охрана природы; термическая утилизация отходов; рециклинг; рекуперация; регенерация; внедрение; экономическая эффективность

Для цитирования: Белевцева А.Н. Создание малоотходных технологий на ОАО «РЖД» путем внедрения пиролизной установки «Барс» // Техник транспорта: образование и практика. 2024. Т. 5. Вып. 2. С. 203-210. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.2.203-210>.

Original article

Creation of low-waste technologies at Russian Railways through the introduction of the Bars pyrolysis plant

Anna N. Belevtseva

Tikhoretsk Technical College of Railway Transport – branch of Rostov State Transport University (TTZhT – branch of RSTU); Tikhoretsk, Russian Federation; anna.belyovceva@mail.ru

ABSTRACT

The volume of industrial and household waste is growing annually, for the storage of which agricultural land is being withdrawn. Waste produced by Russian Railways can cause the destruction of natural ecosystems and lead to the extinction of species.

To reduce the impact on natural ecosystems, Russian Railways financed the construction of the largest waste recycling plant in Russia. The uniqueness of the plant lies in its closed-loop processing system without oxygen access. No harmful substances are released into the atmosphere during the combustion process. This method of waste disposal is intended for the processing and disposal of tires, rubber-containing, polymer-containing waste, oil sludge and waste oils.

Introduction of modern waste recycling technologies (Bars pyrolysis plant) by all divisions of JSC Russian Railways, it will help reduce the negative impact on the environment, will allow you to quickly and efficiently dispose of hazardous waste, as well as be cost-effective by obtaining secondary raw materials that will give the company profit and pay off the cost of installing equipment.

© А.Н. Белевцева, 2024

Keywords: pyrolysis; Bars installation; nature protection; thermal waste disposal; recycling; recovery; regeneration; implementation; economic efficiency

For citation: Belevtseva A.N. Creation of low-waste technologies at Russian Railways through the introduction of the Bars pyrolysis plant. *Transport technician: education and practice*. 2024;5(2).203-210. (In Russ.) <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.2.203-210>.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегия ОАО «РЖД» до 2030 г. предусматривает охрану труда и защиту окружающей среды, при этом особое внимание уделяется вопросам переработки и сортировки опасных отходов (ОО), промышленной и экологической безопасности [1].

Работа на железнодорожном предприятии должна быть организована таким образом, чтобы было минимум отходов и возможность использования вторичного сырья за счет его переработки. Для этого рекомендуется предприятию приобрести пиролизную установку системы «Барс».

ОАО «РЖД» загрязняет природную экосистему в результате функционирования: тепловозов, электровозов, маневровых тепловозов, пунктов мойки, топливно-заправочных пунктов, мастерских и боксов по ремонту и обслуживанию техники, аккумуляторных цехов, лакокрасочных цехов, складов, котельных.

Чтобы свести до минимума количество несчастных случаев на производстве и избежать возможного воздействия на экосистемы, ОАО «РЖД» разрабатывает на федеральном уровне комплекс мероприятий по соблюдению требований охраны природы и защиты здоровья персонала (рис. 1) [1].

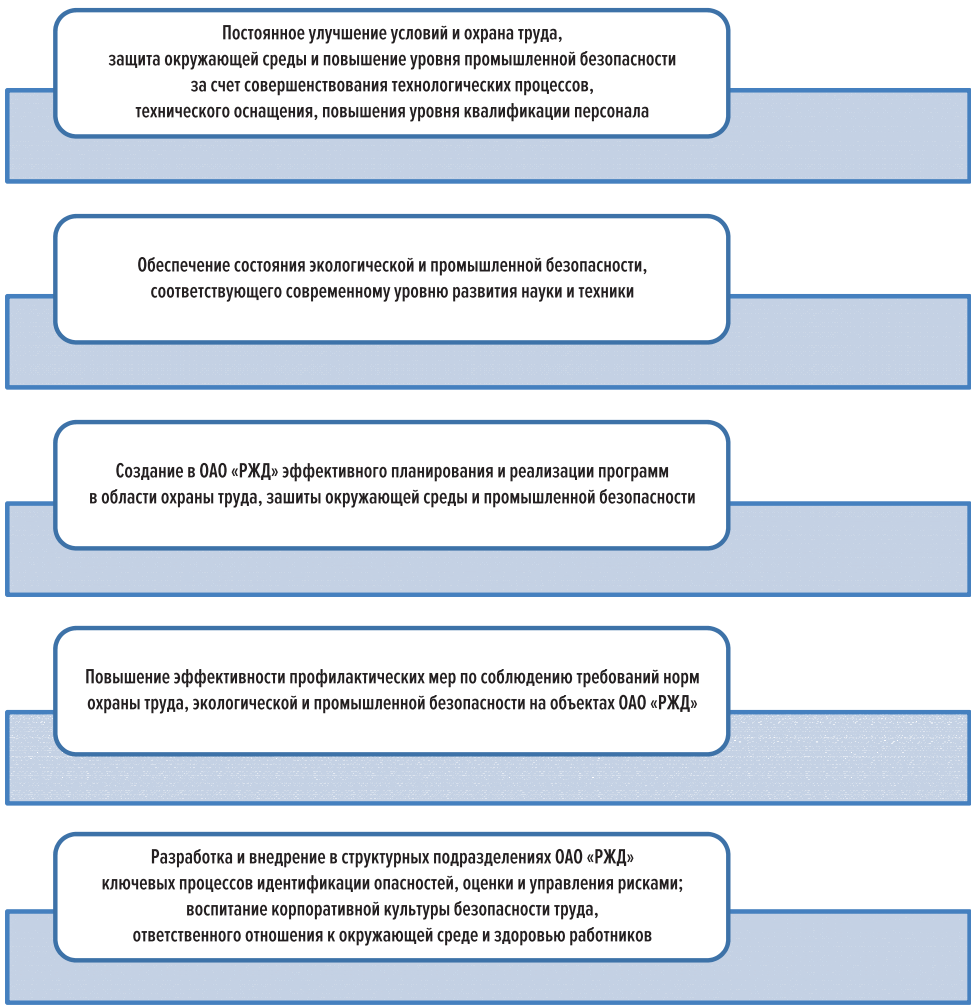


Рис. 1. Стратегия ОАО «РЖД»

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью складирования бытовых отходов используют сельскохозяйственные угодья, полигоны, карьеры. На санкционированных свалках применяют метод компостирования, сжигания или захоронения, что приводит к ухудшению экологической обстановки и гибели животных и растений. Производственные отходы создают большую проблему из-за сложности их переработки и объемов. Для решения вопросов переработки промышленных отходов необходимо использовать в производстве новые технологии и современное оборудование.

Внедрение инновационных технологий по переработке отходов предприятиями приводит к снижению негативного воздействия на окружающую природную среду, позволяет быстро и качественно выполнить утилизацию ОО, а также получить вторичные продукты и благодаря им быть экономически эффективным [2]. На предприятиях ОАО «РЖД» основными видами отходов являются:

- нетоксичные (черный и цветной металлолом, древесная стружка, макулатура, твердый бытовой мусор);
- токсичные (шлам, нефтешлам, электролиты);
- газообразные;
- жидкие;
- энергетические (тепло, шум, вибрация) [2].

В соответствии с ГОСТ 12.1.007 в ОАО «РЖД» применяется классификация отходов по степени их опасности (рис. 2), в которой учитываются категория опасности, влияние на живые организмы, пожароопасность, взрывоопасность и токсичность [2].

Токсичные отходы I класса в ОАО «РЖД» хранят в специальных, герметичных емкостях, отходы II и

III классов — в закрытой таре, IV и V — в контейнерах. Транспортировка ОО должна осуществляться на специализированном транспорте с определенными, опознавательными знаками и при наличии лицензии на их транспортировку [3]. Если ОАО «РЖД» не может самостоятельно переработать ОО, то можно воспользоваться услугами иных компаний или приобрести пиролизную установку «Барс» по переработке отходов.

В России сегодня работает много компаний, оказывающих услуги по переработке отходов:

- ЭкоВектор — технологии в области сортировки и переработки отходов (г. Москва);
- РТ-Инвест — переработка твердых коммунальных отходов (г. Москва);
- РусВторЛом — переработка и вывоз черных и цветных металлов (г. Москва);
- Республиканский мусороперерабатывающий завод — переработка автомобильных шин, покрышек (Республика Бурятия);
- ООО «Эко-Спектр» — цикл работ по проектированию и строительству утилизационных площадок, термическое обезвреживание и утилизация отходов (от Калининградской области до Сахалина);
- Национальный экологический оператор — обработка и утилизация отходов (г. Москва);
- ЭкоЛэнд — обработка и утилизация отходов (Кемеровская область);
- Топливная экологическая компания — обработка и утилизация отходов (г. Санкт-Петербург);
- Эко-Процессинг — промышленная переработка вторичных полимеров (Свердловская область);
- Вторресурс-переработка — производство доменного шлака и фракционного щебня (Кемеровская область);

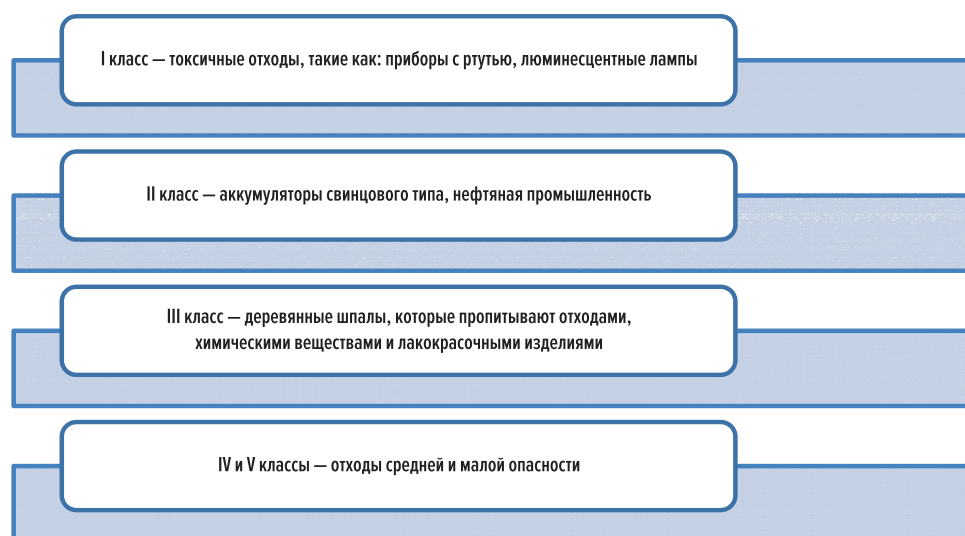


Рис. 2. Классификация отходов

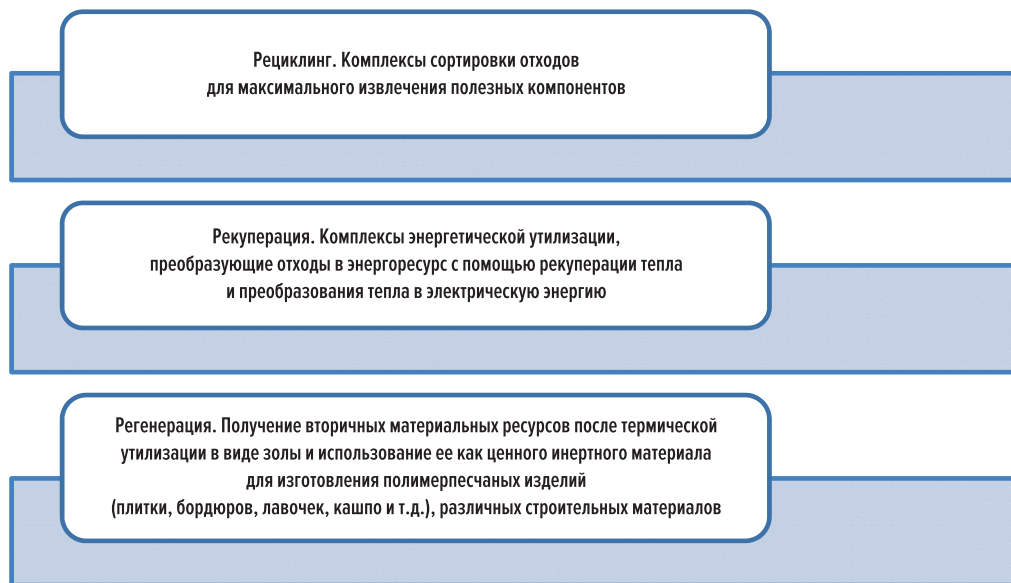


Рис. 3. Методы обращения с отходами

- ГУП Спецзавод № 4 Экотехпром — санитарная очистка города (г. Москва);
- ЕФН-Экотехпром МСЗ 3 — обработка и утилизация отходов (г. Москва);
- РусВторЛом — прием и вывоз черных и цветных металлов (г. Москва);
- Мусороперерабатывающий завод «Удмуртвторресурс» — сбор, переработка, сортировка и размещение отходов производства и потребления (Удмуртская Республика);
- ООО «Ресурс» — обработка и утилизация отходов (г. Ставрополь);
- Красноярский мусоросортировочный завод «Чистый город» — сортировка и переработка отходов (г. Красноярск).

Работа производится в соответствии с предельно допустимыми выбросами, предельно допустимой концентрацией, соблюдении экологической эффективности и экономической целесообразности (рис. 3) [4].

В случае заключения договора с предприятием по переработке отходов ОАО «РЖД» будут оказаны следующие виды работ: сортировка отходов [4], термическая утилизация отходов, проектные и строительно-монтажные работы, газоочистка производственного процесса, создание вторичного сырья для производства [5]. Стоимость таких услуг в зависимости от региона и перерабатываемых отходов различна, но целесообразней и экономически эффективнее самостоятельная переработка отходов в связи с объемами производства всего железнодорожного комплекса.

ОАО «РЖД» финансировало строительство одного из крупнейших мусороперерабатывающих заводов в России. Уникальность завода в его за-

мкнутой системе переработки при помощи пиролиза без доступа кислорода. В процессе сжигания в атмосферу не выбрасываются вредные вещества. Данный способ утилизации отходов предназначен для переработки и утилизации шин, резиносодержащих, полимерсодержащих отходов, нефтешламов и отработанных масел. Необходимо увеличивать количество подобных заводов или приобретать современное оборудование, например «Барс».

Работа пиролизной установки [6] организована таким образом, чтобы на выходе при переработке отходов предприятие получало большое количество синтетической нефти, а после процесса ректификации в установке получают жидкие фракции (вода, бензин, печное топливо). Попутный продукт (газ, углерод) можно использовать для горения этого оборудования или применять в качестве топлива [6].

В пиролизную установку загружают предварительно измельченные, очищенные от примесей отходы. Установка работает в низкотемпературном режиме в диапазоне от 0 до 600 °C в отсутствии кислорода и контакта отходов с открытым огнем, при этом происходит термическое разложение с получением на выходе парогазовой смеси [6]. Такой способ переработки отходов позволяет разделять отходы на жидкие и газообразные продукты, зольные остатки, и оказывает минимальное воздействие на природную окружающую среду [6]. Первичный этап очищения и охлаждения дает на выходе газ и жидкое топливо. Ретортная печь работает от этого газа, прогревает сырье и способствует сокращению времени нагрева при более качественном пиролизе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пиролизная установка — многофункциональная современная система. Ее установка в каждом регионе предприятием ОАО «РЖД» позволит решить ряд проблем с переработкой отходов и обеспечит вторичным сырьем некоторые подразделения, например, вырабатываемый газ можно использовать для работы котельной (табл. 1) [7–10].

Данная установка обеспечивает бесперебойную подачу сырья, способна перерабатывать любые углеродосодержащие отходы, разделяет полученный продукт по фракциям (бензин, вода), производит очистку попутного газа.

Переработка отходов при помощи пиролиза — самый экологически чистый способ борьбы с ними. Работа пиролизной установки направлена на производство различных видов энергоресурсов.

Преимущество пиролизных установок состоит в том, что весь процесс является технологичным, автоматизированным, безопасным, экологичным, и направлен на получение вторичного сырья для производства.

Сравним преимущества пиролизной установки «Барс» (Россия) и Xinxiang (Китай).

Пиролизная установка производства России «Барс» производит очистку пиролизного газа от примесей парафина и смол. Очистка происходит на контактных тарелках в колонне, за счет чего осуществляется сортировка топлива по фракциям. Все жидкие фракции и твердые остатки стекают обратно в реторту. Создающийся попутно очищенный газ используется в электрогенераторах. Шнек заполняется сырьем и препятствует попаданию воздуха в реторту. Пиролизная установка «Барс» работает на жидком пиролизном топливе и функционирует за счет полученного попутного газа.

Режим мощности работы от 100 до 700 кВт. Установка имеет температурные датчики и посредством автоматики самостоятельно регулирует весь

Таблица 1
Количество возможного топлива после переработки отходов

Вид перерабатываемого отхода	Выход топлива, %
Утилизация б/у шин, покрышек, резиносодержащих отходов	60
Утилизация пластика, пластмасс, ПЭТ-бутылок, полиэтилена	85
Переработка нефтешламов, отработанного масла	95
Переработка илового остатка, шелухи, древесины и другого углеводородного сырья	40
Переработка ТБО	30

Таблица 2

Функции пиролизной установки «Барс» и Xinxiang

Функции	БАРС (Россия)	Xinxiang (Китай)
Работает 24 ч в сутки	+	+
Любые углеродосодержащие отходы	+	+
Бесперебойная подача сырья	+	–
Полная переработка сырья	+	+
Удаление тяжелых фракций (смолы, парафин)	+	–
Ректификационная колонна	+	–
Разделение продукции по фракциям (дизель, бензин)	+	–
Надежная, легкая футеровка установки (утепление)	+	–
Быстрое охлаждение остатков углеводорода	+	–
Автоматизация процесса (подача, пиролиз, выгрузка)	+	–
Высокая очистка попутного газа	+	–
Мобильная (перевозится и монтируется на месте)	+	–
Подключение электрогенератора (газ, дизель)	+	–
Подключение к отоплению (отопление зданий)	+	–

процесс переработки. Конечный продукт пиролизной установки «Барс» зависит от задаваемой температуры, низкие температуры уменьшают количество вырабатываемого газа и дают больше масла и угля. Повышение температуры пиролиза увеличивает количество газа. Максимальное количество перерабатываемого сырья 20 т в сутки.

В табл. 2 представлены преимущества отечественной пиролизной установки, поэтому для предприятия ОАО «РЖД» приобретение установки «Барс» целесообразнее по экономическим и экологическим показателям.

При использовании пиролизной установки предприятие будет получать товарные продукты в виде жидкого печного топлива, обожженного металла, углерода (используется для производства красителей, фильтров, топливных брикетов), парафина, а вырабатываемый пиролизный газ направляется на работу оборудования и продается в качестве топлива для отопления вокзалов, боксов по ремонту, гаражей и жилых комплексов.

Xinxiang производства Китай не способна удалять и разделять тяжелые фракции (смолы, парафин), при переработке отходов не происходит очистки попутного газа и его использование в качестве топлива невозможно, соответственно получение вторичных продуктов также невозможно, прибыли от продажи печного топлива нет.



Рис. 4. Преимущества приобретения пиролизной установки ОАО «РЖД»

Приобретение установки «Барс» ОАО «РЖД» очень выгодно, так как будет решен вопрос с переработкой отходов; из отходов предприятие получит вторичное сырье и доход от их продажи; снизятся затраты на оплату налогов и коммунальных услуг. За счет низкого потребления электроэнергии 1,1 кВт и работы собственного пиролизного газа окупаемость и прибыль будет высокая. Пиролиз — это уникальная технология будущего, при которой происходит сохранение природ-

ных ресурсов планеты, уменьшается антропогенная нагрузка на окружающую среду, в ближайшее время эта технология вытеснит устаревшие методы простого захоронения, складирования отходов, и приведет к сокращению полигонов ТБО, сохраняя сельскохозяйственные угодья и природные ландшафты. Использование пиролизной установки «Барс» ОАО «РЖД» решит ряд проблем (рис. 4) [11]. Срок окупаемости составит примерно 8 месяцев (табл. 3).

Таблица 3

Срок окупаемости пиролизной установки «Барс» ОАО «РЖД»

Виды вложений	Срок окупаемости проекта за 8 мес. работы (без учета налоговых отчислений)
Вложение, цена пиролизной установки	25 млн руб.
Переработка 1 т ТБО – 1500 руб.	Объем перерабатываемых ТБО в день – 20 т (62 %)
Продажа сырья (один день)	12 400 руб.
Фонд оплаты труда, средняя по России – 44 000 руб. (20 чел.)	880 000 руб.
Доход от продуктов пиролиза (один день)	168 000 руб.
Прибыль (один месяц)	4 160 000 руб.
Электроэнергия	Бесплатно (получается в процессе производства пиролиза)

После ввода в эксплуатацию установка будет выпускать масло и метанол, а также другие виды отсортированных для продажи продуктов (металл, бумага, пластик, стекло), от продажи которых будет чистая прибыль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большая часть природных ресурсов, используемых в промышленности, относится к категории исчерпаемых и невозобновляемых. Многие виды природных ресурсов уже крайне ограничены. При этом следует учитывать, что воздействие на природные экосистемы, бесконтрольная работа предприятий, всегда приводят к необратимым экологическим последствиям.

Чтобы сохранить природную окружающую среду, необходимо снижать количество отходов в процессе производства, создавать малоотходные технологии и стремиться к вторичному использованию отходов.

С целью снижения количества отходов на предприятии ОАО «РЖД» рекомендуется применять замкнутые технологические процессы, внедрять современные технологии, использовать пылеулавливатели, нефтеловушки, шумозащитные экраны, фильтры.

Одним из главных преимуществ приобретения пиролизной установки «Барс» предприятием ОАО «РЖД» является решение эколого-экономических проблем и получение дополнительного дохода от реализации конечного продукта. Также будет решена проблема с хранением, складированием, транспортировкой и захоронением отходов.

Данное оборудование уникально с точки зрения экологии, так как происходит полная очистка газов, при которой не отмечается загрязнение атмосферы. На приобретение пиролизной установки ОАО «РЖД» необходимо потратить приблизительно 20–25 млн руб. (цена на рынке пиролизной установки от 6 до 60 млн).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарин В.М. Утилизация твердых отходов: учебное пособие. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2004. 146 с.
2. Исламова С.И. Методы термической переработки и утилизации древесных отходов // Труды Академэнерго. 2015. № 2. С. 88–97. EDN UIXCGR.
3. Клинков А.С., Беляев П.С., Однолько В.Г., Соколов М.В., Макеев П.В. и др. Утилизация и переработка твердых бытовых отходов: учебное пособие. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. 188 с.
4. Коровин И.О., Медведев А.В., Багабиев Р.Р., Швецов В.Д., Шантарин В.Д. и др. Утилизация твердых бытовых отходов пиролизным методом: методические указания. Тюмень: РИСО ТюмГНГУ, 2002. 21 с.
5. Логвинова И.К. Экология на железнодорожном транспорте: учебное пособие. Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВО РГУПС, 2017. 131 с.
6. Мишустин О.А., Желтобрюхов В.Ф., Грачева Н.В., Хантирова С.Б. Обзор развития и применения технологии пиро-

лиза для переработки отходов // Молодой ученый. 2018. № 45 (231). С. 42–45. EDN YNQSD.

7. Маркитанова Л.И. Проблемы обезвреживания радиоактивных отходов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2015. № 1. С. 140–146. EDN TOBNHJ.

8. Павлова Е.И. Экология транспорта. М.: Высш. шк., 2016. 344 с.

9. Поташников Ю.М. Утилизация отходов производства и потребления: учебное пособие. Тверь: Издательство ТГТУ, 2004. 107 с.

10. Узиков Г.Н., Раббимов Р.Т., Алирова Л.А., Рахимов С.А. Эффективность применения пиролизной технологии для получения альтернативного топлива из местных органических отходов // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 280–283. EDN SAJZQV.

11. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: учебное пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. 191 с.

REFERENCES

1. Garin V.M. *Solid waste disposal: textbook*. Rostov-on-Don, RGUPS, 2004;146. (In Russ.).
2. Islamova S.I. Methods of thermal treatment and recycling of waste wood. *Transactions of Academenergo*. 2015;2:88-97. EDN UIXCGR. (In Russ.).
3. Klinkov A.S., Belyaev P.S., Odnol'ko V.G., Sokolov M.V., Makeev P.V. et al. *Utilization and processing of solid household*

waste: textbook. Tambov, Publishing house of FGBOU HPE "TSTU", 2015;188. (In Russ.).

4. Korovin I.O., Medvedev A.V., Bagabiev R.R., Shvetsov V.D., Shantarin V.D. et al. *Disposal of solid household waste by pyrolysis method: guidelines*. Tyumen, RISO TSOGU, 2002;21. (In Russ.).

5. Logvinova I.K. *Ecology in railway transport: textbook*. Rostov-on-Don, FSBEI HE RGUP, 2017;131. (In Russ.).

6. Mishustin O.A., Zheltobryukhov V.F., Gracheva N.V., Khamtimirova S.B. Review of the development and application of pyrolysis technology for waste processing. *Young Scientist*. 2018;45(231):42-45. EDN YNQQSD. (In Russ.).
7. Markitanova L.I. The problem of clearance and disposal of radioactive waste. *Scientific journal of NIU ITMO. The series "Economics and Environmental Management"*. 2015;1:140-146. EDN TOBHIZ. (In Russ.).
8. Pavlova E.I. *Ecology of transport*. Moscow, Higher School, 2016;344. (In Russ.).
9. Potashnikov Yu.M. *Recycling of production and consumption waste: textbook*. Tver, Publishing House of TSTU, 2004;107. (In Russ.).
10. Uzakov G.N., Rabbimov R.T., Aliyarova L.A., Rakhimov S.A. The effectiveness of pyrolysis technology for the production of alternative fuels from local organic waste. *Young Scientist*. 2014;4:280-283. EDN SAJZQV. (In Russ.).
11. Shtoripling L.O., Turenko F.P. *Fundamentals of wastewater treatment and solid waste recycling: textbook*. Omsk, Publishing House of OmSTU, 2005;191. (In Russ.).

Об авторе

Анна Николаевна Белевцева — преподаватель высшей категории общеобразовательных дисциплин; **Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта — филиал Ростовского государственного университета путей сообщения (ТТЖТ — филиал РГУПС)**; 352120, г. Тихорецк, ул. Красноармейская, д. 57; anna.belyovceva@mail.ru.

Bionotes

Anna N. Belevtseva — lecturer of the highest category of general education disciplines; **Tikhoretsk Technical College of Railway Transport — branch of Rostov State Transport University (TTZhT — branch of RSTU)**; 57 Krasnoarmeyskaya st., Tikhoretsk, 352120, Russian Federation; anna.belyovceva@mail.ru.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.12.2023; одобрена после рецензирования 27.03.2024; принята к публикации 28.05.2023.
The article was submitted 12.12.2023; approved after reviewing 27.03.2024; accepted for publication 28.05.2023.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА

30 мая 2024 г. состоялось расширенное заседание Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского и Дальневосточного региональных советов профессионального образования и профессионального обучения на железнодорожном транспорте на базе Байкало-Амурского института железнодорожного транспорта филиала ДВГУПС в г. Тынде.

В первый день обсуждались: основные направления работы Координационно-методического совета; актуальные вопросы формирования отраслевой модели среднего профессионального образования; рейтинговые показатели как ориентиры направления деятельности образовательных организаций Росжелдора; реализация федерального проекта «Профессионалитет»; обеспечение образовательного процесса электронными образовательными ресурсами; аспекты реализации преемственности в системе СПО и ВУЗ по железнодорожным специальностям; патриотическая, профориентационная и воспитательная работа, предусматривающая усиление интеграции образовательного и воспитательного процессов; современные формы и методы повышения профессионального уровня педагогов; цифровая трансформация профессионального образования.

31 мая 2024 г. участники заседания посетили Дальневосточный учебный центр профессиональных квалификаций, познакомились с его материально-технической базой.

Сделаны доклады, посвященные 50-летию БАМа.

Во время заседания круглого стола участники расширенного заседания РСПО обсудили и внесли свои предложения по показателям рейтинговой оценки образовательных организаций Росжелдора; обсудили создание центра компетенций передовых образовательных технологий вузов Росжелдора; внесли предложения актуальных тем для совещания Совета директоров образовательных организаций Росжелдора.