

УДК 504.05:658.544

DOI: 10.22213/2618-9763-2021-1-53-60

Н. М. Якушев, кандидат экономических наук*А. А. Наборщиков*, магистрант

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

К ВОПРОСУ О РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ЧАЙКОВСКОМ ГОРОДСКОМ ОКРУГЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Рассмотрены основные принципы осуществления проектирования строительства комбината по переработке твердых коммунальных отходов на примере Чайковского городского округа Пермского края. Выявлены основные подходы в области обращения с отходами потребления. Рассмотрены изменения в российском законодательстве, ужесточающие ответственность за нарушение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с отходами производства и потребления. Приведены современные способы и инновационные технологии, предложены пути решения проблем переработки отходов. Предлагаемый способ решения проблемы – термический способ утилизации твердых бытовых отходов, а именно метод пиролиза. При осуществлении строительства проектных мощностей завода по переработке твердых бытовых отходов в горючий газ предполагается привлечение частных инвестиций на основе механизма государственно-частного партнерства, который успешно используется сегодня в различных сферах хозяйственной деятельности. На основе изученных данных сделаны выводы о возможностях модификации существующих подходов в области управления твердых коммунальных отходов. Проблема утилизации твердых бытовых отходов в Пермском крае и в целом – в масштабах Российской Федерации, ставит на повестку дня целый блок вопросов, решить которые возможно лишь только в совокупности, привлекая специалистов различного профиля.

Ключевые слова: Чайковский городской округ; Пермский край; твердые коммунальные отходы (ТКО); полигон твердых бытовых отходов (ТБО); мусоросортировочный завод; пиролиз.

Введение. Актуальность исследования

В настоящей сложившейся экологической ситуации, в связи с высоким уровнем антропогенного влияния на окружающую среду, вопросы повышения благоприятных условий жизни человека приобрели особую актуальность. Результат губительного влияния на природную среду превышает по некоторым позициям урон от общей преступности, а ущерб от загрязнения окружающей среды составляет половину национального дохода страны. В связи с этим, вне всякого сомнения, экологическая проблема должна стать одной из наиглавнейших составляющих государственной политики.

Целью статьи является анализ проблем переработки твердых коммунальных отходов (ТКО) и пути их решения.

Изменения в российском законодательстве, ужесточающие ответственность за нарушение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с ТКО, являются свидетельством того, что, с одной стороны, существует серьезнейшая проблема в сфере обращения с отходами, а с другой – понимания остроты проблемы, актуальности вопроса на самом высочайшем государственном уровне [1].

30 апреля 2012 года Президентом Российской Федерации утверждены «Основы государственной политики в области экологического

развития Российской Федерации на период до 2030 года». 29 декабря 2014 года был издан Федеральный закон № 89 «Об отходах производства и потребления». Экологически безопасное обращение с отходами отнесено к одной из важнейших проблем в нашей стране. Объяснением является то, что идет ускоренный темп роста количества отходов производства и потребления, отрицательно воздействующих на находящуюся вокруг среду, экологическую безопасность и здоровье населения.

По сведениям Росприроднадзора каждый год в Российской Федерации (РФ) появляется более 7 млрд тонн отходов, включая промышленные, бытовые и сельскохозяйственные отходы. Серьезную опасность для находящейся вокруг среды России представляют накопленные годами эксплуатации хранилища коммунальных бытовых отходов: полигоны и стихийные свалки. Образовавшаяся практика применения, размещения и захоронения отходов ведет к реальной угрозе загрязнения поверхностных и подземных вод, почвенного покрова, атмосферного воздуха, загрязнения их ядовитыми компонентами, в результате создает угрозу здоровью населения [2].

Научная новизна исследования заключается в использовании для переработки ТКО термической деструкции методом низкотемпературного пиролиза в горизонтальном вращающемся реак-

торе барабанного типа и измельчении оставшейся массы отходов в шредере.

Методология исследования

Для анализа современной ситуации авторами статьи были применены следующие методы исследования: анализ научной литературы и документов, метод описательной статистики, метод сравнительного анализа. В процессе анализа использованы общие методологические подходы к оценке тенденций в области защиты экологии и инструментов нейтрализации угроз окружающей среды, а также методы логического анализа проблем в сфере переработки и утилизации ТКО.

Выводы данной научной статьи могут быть применены для оценки экологической ситуации в Пермском крае, в муниципальных округах региона, а также в последующей научно-исследовательской работе по направлениям подготовки «Экономика», «Экология», «Строительство», «Государственное и муниципальное управление», при изучении таких учебных дисциплин, как «Государственно-частное партнерство», «Управление проектами», «Инвестирование в общественно значимые проекты».

Анализ проблем переработки твердых коммунальных отходов и пути их решения

Чайковский городской округ находится на юго-западе Пермского края, на левом берегу реки Камы. Согласно последним сведениям, площадь города – 5647 га. Население Чайковского в 2019 г. составило 83 202 чел. [3]. Уникальное природное расположение города – на равнине без перепада высот, с трех сторон окруженной водой.

Чайковский городской округ удален от краевого центра на весьма значительное расстояние (около 300 км), но имеет выгодное экономико-географическое положение, граничит с Удмуртской Республикой, Башкортостаном.

Отсутствие в черте города значительных выбросов загрязняющих веществ со стороны промышленных предприятий обеспечивают ГО Чайковский сравнительно чистый воздух. Что касается воды, то она в черте города в последние годы испытывает высокий уровень загрязнения. Согласно ежегодному докладу о состоянии окружающей среды городской администрации и Министерства природных ресурсов и экологии края, экологическая нагрузка в Чайковском городском округе характеризуется как высокая,

склонная к улучшению [4]. Об этом также говорят данные, представленные на рис. 1.

Как видно, одной из острых проблем в Чайковском является высокая степень техногенной нагрузки по отходам и отсутствие соответствующего требованиям места хранения ТБО. Действующий полигон ТКО в Чайковском городском округе эксплуатируется с 1966 г. и не отвечает современным санитарно-экологическим требованиям [6]. В 2018 г. хранилище признано исчерпавшим свои ресурсы.

В настоящее время вывоз мусора в Чайковском городской округе производится каждый день, а с некоторых площадок ТКО – 2 раза в день специализированным транспортом. Сбор крупногабаритных отходов осуществляется 1–3 раза в неделю.

С целью обоснования потребности в ускоренной утилизации ТКО, хранящихся на полигоне г. Чайковского, необходимо выполнить сопоставление вместимости полигона с объемом накопленных ТКО. Целесообразным является расчет вместимости полигона с использованием следующей формулы:

$$E_T = \frac{W_1 + W_2}{2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{2} \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot T, \quad (1)$$

где E_T – общая вместимость полигона, м³; N_1 – численность населения, обеспечивающего загрузку ТКО и эксплуатацию полигона по данным на начало эксплуатации полигона, чел.; N_2 – численность населения, обеспечивающего загрузку ТКО и эксплуатацию полигона спустя время T , чел.; K_1 – коэффициент уплотнения ТБО за весь период T ; K_2 – объем изолирующих слоев грунта; T – период эксплуатации полигона, лет (с 1966 г. по сей день).

Определение удельной нормы образования W_2 отходов через T лет, м³/чел·год осуществляется по формуле

$$W_2 = W_1 \cdot \left[1 + \frac{U}{100} \right]^T, \quad (2)$$

где W_1 и W_2 – удельная норма образования отходов на одного человека в год, м³/чел·год (зависит от многих факторов (климата, социального статуса населения, благосостояния), в среднем $W_1 = 2,1$ м³/чел·год); U – скорость ежегодного прироста удельной нормы U , %; принимаем $U = 1,8$ %.

$$W_2 = 1,2 \cdot \left[1 + \frac{1,8}{100} \right]^{54} = 1,2 \cdot 2,62 = 3,14 \text{ м}^3/\text{чел}\cdot\text{год}.$$

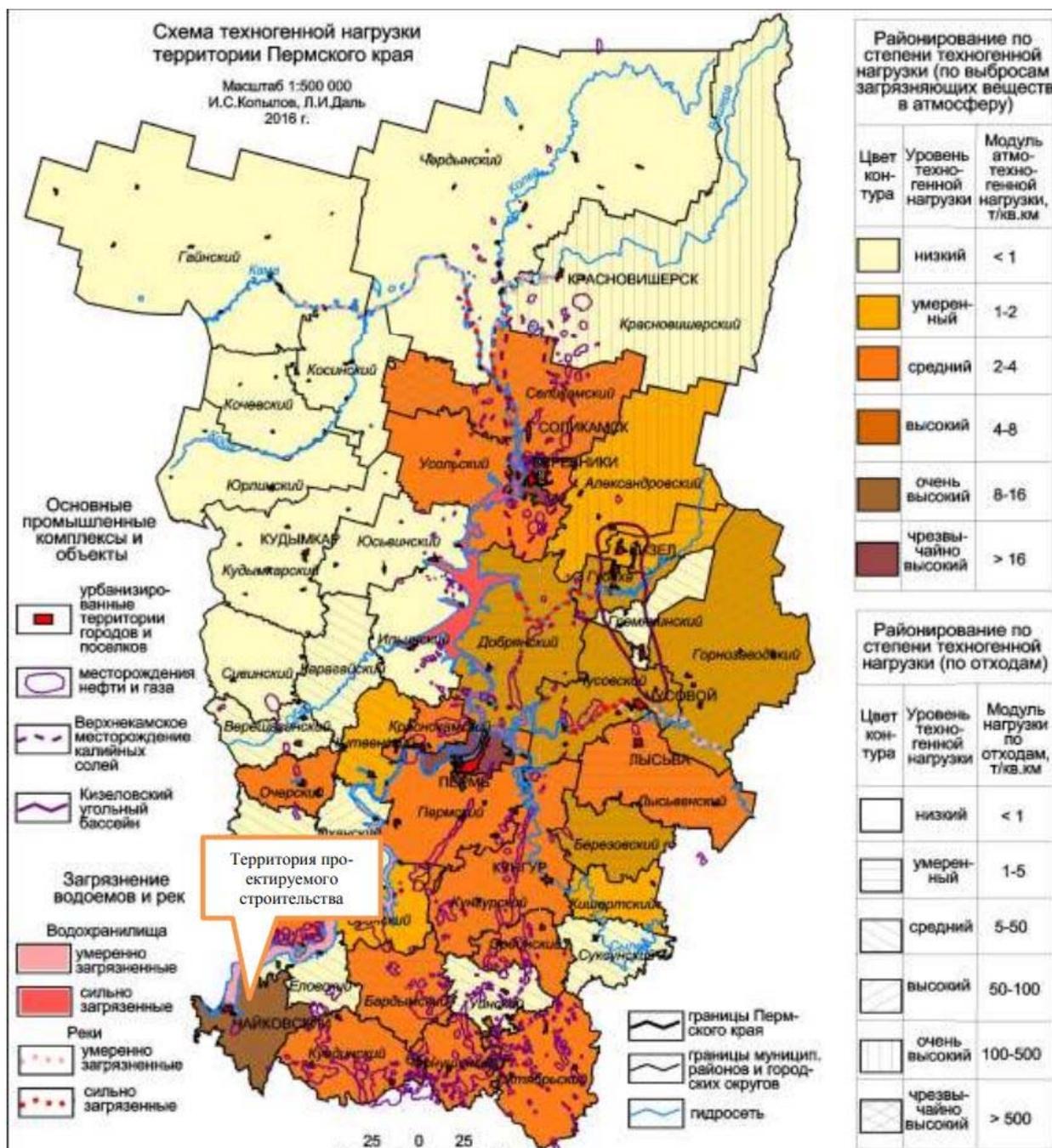


Рис. 1. Экологическая нагрузка на территории Пермского края в 2016 г. [5]

Коэффициенты K_1 и K_2 принимаем исходя из соотношения массы бульдозера, работающего на уплотнении слоев ТКО полигона, и установленной высоты «пирамиды» полигона ТКО в г. Чайковском (H_{Π}), м:

- коэффициент $K_1 = 3,7$;
- коэффициент $K_2 = 1,37$.

Емкость полигона г. Чайковского составит:

$$E_T = \frac{1,2 + 3,14}{2} \cdot \frac{33000 + 83202}{2} \cdot \frac{1,37}{3,7} \cdot 54 = 2520902 \text{ м}^3.$$

Для сопоставления величины вместимости полигона, вычисленной исходя из потенциала утилизации ТКО и срока эксплуатации полигона (по формуле (1)), целесообразно использовать показатель вместимости полигона, рассчитанный с помощью параметрических показателей и формулы:

$$E_{\Pi} = \frac{1}{3} [S_{\text{УС}} + S_{\text{В}} + \sqrt{S_{\text{УС}} \cdot S_{\text{В}}}] \cdot H_{\Pi}, \quad (3)$$

где $S_{\text{УС}}$ – площадь основания холма полигона ТКО; $S_{\text{В}}$ – площадь верхнего среза насыпи ТКО; H_{Π} – высота насыпи ТКО.

Согласно имеющимся данным, площадь, занятая ТКО, составляет 115 003 м². Площадь верхнего среза насыпи ТКО на полигоне равна 101 317 м².

Используя формулу (3), получим оптимальную вместимость полигона:

$$E_{\text{п}} = \frac{1}{3} \left[115003 + 101317 + \sqrt{115003 \cdot 101317} \right] \cdot 10,3 = 1113304 \text{ м}^3$$

Динамика накопления объемов ТКО в г. Чайковском отражена на рис. 2.

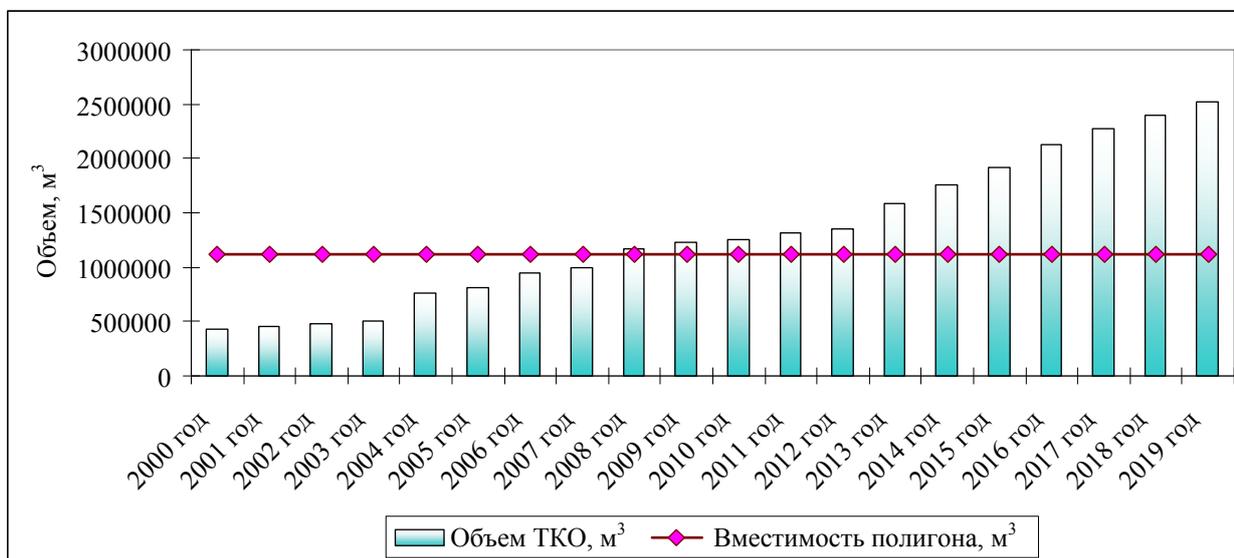


Рис. 2. Динамика изменений объема ТКО на полигоне г. Чайковском [7]

Твердые бытовые отходы производят не только сами жители города, но и находящиеся на территории Муниципального округа промышленные предприятия, такие как: АО «Уралоргсинтез», ООО «Газпром трансгаз Чайковский», «Воткинская ГЭС», Чайковская ТЭЦ, Чайковский завод газовой аппаратуры и др. Наибольшее накопление отходов происходит на золоотвале ТЭЦ – более 12 370 тыс. т. При этом отходы склонны накапливаться на контейнерных площадках предприятий и организаций.

Анализ результатов и предложения

Таким образом, в результате расчетов был выявлен ряд существенных недостатков в использовании полигона для хранения ТКО в г. Чайковском:

1. Установлено, что оптимальная вместимость полигона составляет 1 113 304 м³, в то время как объем накопленных ТКО за 54 эксплуатации полигона составил 2 520 902 м³. Из этого следует, что вместимость полигона превышена на величину: $2\,520\,902 : 1\,113\,304 = 2,26$ раза.

2. Объем фактически накопленных ТКО превысил допустимую норму полигона в г. Чайковском в 2008 г., когда его величина составила 1 170 588 м³; за последующие годы объем складываемых ТКО увеличился на 115,35%.

3. Описанная проблема является общей для всего Пермского края. Согласно проведенному в Пермском крае в 2016 г. исследованию, общая масса ТКО, возникающих на территории Пермского края исходя из расчета, составляет 1065 тыс. тонн в год. Доля утилизированных (использованных) ТКО в общем размере образовавшихся ТКО (процент от общего объема образования) составила в 2020 г. лишь 8–9%.

4. Экспертная оценка обоснования мощности строительства мусоросортировочных станций в ходе анализа ситуации позволила сделать вывод, что потребность в мощностях по сортировке данного вида отходов составляет 860 тыс. тонн/год, что предполагает достижение стопроцентного охвата услугой сбора и удаления твердых коммунальных отходов возможно не ранее 2023 г. Впрочем, ГО Чайковский уже сейчас остро нуждается в решении проблемы твердых бытовых и коммунальных отходов [8], как самых быстро накапливаемых и трудно ликвидируемых.

5. Рассматривается вопрос о вывозе ТКО на иные полигоны Пермского края (например, полигон в деревне Чернушка), но в силу увеличения транспортных расходов данное решение признано экономически невыгодным. С 1 января 2019 г. в Пермском крае оператором, обеспечивающим сбор, перевозку, обработку, утили-

зацию, обезвреживание, захоронение твердых коммунальных отходов, стало ПКГУП «Тепло-энерго».

В связи с этим приоритетным направлением ликвидации излишков ТКО является создание завода по переработке ТКО с использованием метода термической деструкции или низкотемпературного пиролиза в горизонтальном вращающемся реакторе барабанного типа и измельчении оставшейся массы отходов в шредере.

Предлагаемый способ решения проблемы – термический способ утилизации ТКО, а именно метод пиролиза. Главные особенности термической утилизации ТКО:

– метод позволяет практически полностью осуществлять уничтожение отходов, получая полезную энергию в виде пара, при полном отсутствии выбросов вредных веществ в атмосферу или водные источники. Попутно образуется вторичная продукция, представляющая собой сплав, наподобие кокса, который можно использовать для изготовления раз-

личных строительных материалов, например, керамической плитки;

– неорганический остаток, получаемый в ходе газификации, составляет 10 % и подлежит захоронению на особом полигоне; при высокотемпературном пиролизе осуществляется практически полная утилизация твердых коммунальных отходов;

– плазменная переработка, лежащая в основе данного метода, не содержит особых требований к исходному сырью, поэтому утилизировать можно даже несортированные отходы; процесс превращения твердого остатка в голубое топливо происходит под воздействием кислорода или пара [9].

В основе изучения – проект строительства завода по переработке ТКО. Следует построить производственное здание, установить необходимое оборудование для сортировки отходов, реактор пиролиза, трубопровод для транспортировки газа.

Технологическая схема пиролиза ТКО представлена на рис. 3.



Рис. 3. Технологическая схема пиролиза ТКО [10]

Предлагаемая технология утилизации ТКО – это термическая деструкция методом низкотемпературного пиролиза в горизонтальном вращающемся реакторе барабанного типа. Из поступаю-

щих от населения отходов ТКО отсортировываются отходы, которые не поддаются термической деструкции, оставшаяся масса отходов по конвейеру перемещается в шредер для измельчения.

Из камеры подсушенные отходы попадают в приемный бункер.

Основные виды экономического эффекта от применения оборудования отражены на рис. 4.

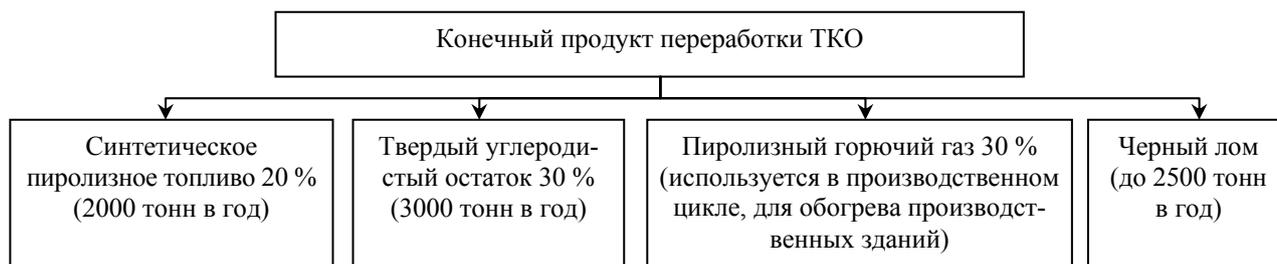


Рис. 4. Конечный продукт переработки ТКО [11]

В процессе утилизации ТКО оборудование останавливается только на технологические перерывы.

Производительность по входящим материалам в тоннах:

30 тонн в день;
840 тонн в месяц;

10 080 тонн в год (336 дней).

Согласно предварительным расчетам, применение технологии пиролиза обеспечит возможность переработки и утилизации 10–25 % ТКО ежегодно. Результат использования технологии, с учетом запуска завода в 2021 г., отражен в таблице.

План утилизации и переработки ТКО полигона г. Чайковский

Показатель	Отчет		План				Изменение за 2019–2024 гг.	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	отклонение (-, +)	прирост, %
Объем ТКО, м ³	2 520 902	2 591 487	2 073 190	1 658 552	1 326 841	1 061 473	-1 459 429	-57,89
Вместимость полигона, м ³	1 113 304	1 113 304	1 113 304	1 113 304	1 113 304	1 113 304	–	–
Излишек ТКО, м ³	1 407 598	1 478 183	959 886	545 248	213 537	-51 831	-1 459 429	-103,68

Таким образом, строительство завода по переработке ТКО посредством технологии пиролиза обеспечит снижение объемов ТКО на полигоне г. Чайковского до оптимального уровня в 2024 г., т. е., через 4 года после начала переработки.

В Региональной программе Пермского края в сфере обращения с отходами до 2028 г. предусмотрено строительство нового полигона ТКО с последующим строительством завода по переработке в объединенном Чайковско-Чернушинском районе при участии регионального оператора.

Стоимость строительства завода составит около 250 млн руб. Производственная мощность составит 49,4 млн м³ газа в год. По расчету специалистов из 1 т мусора можно получить в процессе пиролиза около 475 м³ газа. Финансирование позволит решить проблему переработки ТКО не только в Чайковском городском округе, но и на прилегающих территориях Пермского края.

При строительстве проектных мощностей пиролизного завода планируется привлечение частных инвестиций на основе механизма государственно-частного партнерства (ГЧП), кото-

рый сегодня успешно применяется в различных сферах бизнеса. Чтобы обеспечить темпы экономического роста в России на уровне не ниже среднемирового, необходимо обеспечить рост инвестиций в транспортную, энергетическую, социальную и коммунальную инфраструктуру примерно на 6–10 % в год в течение следующих пяти лет.

Выводы

Проблемой отходов занимаются не только в Российской Федерации, но и во всем мире. На сегодняшний день в России пока отсутствует, но вырабатывается единый комплексный подход к проблеме переработки и применения вторичного сырья и отходов промышленности, поскольку решение острых вопросов в области с обращением отходов имеет большое значение в деле сохранности окружающей среды.

В Федеральном законе РФ «Об отходах производства и потребления» отражены правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного влияния отходов производства и потребления на здоровье человека и находящуюся вокруг

природную среду. Однако стоит отметить, что принимаемых мер пока недостаточно, чтобы решить все накопленные проблемы, ликвидировать экологический ущерб, предотвратить экологические угрозы, связанные с отходами потребления.

Проблема утилизации твердых коммунальных отходов в Российской Федерации ставит на повестку дня целый блок вопросов, решение которых возможно лишь только в совокупности, с привлечением специалистов различного профиля. Для реализации подобных действий рекомендуется интеграция лучшего зарубежного опыта и применение наилучших доступных технологий. Существующая свалка ТКО исчерпала свои ресурсы, городу требуется новый полигон хранения отходов. Сейчас на землях городского округа нет соответствующего современным требованиям полигона для промышленных и бытовых отходов. Многие государственные документы регионального и местного уровня убеждают в остроте данной проблемы, фиксируя ежегодный рост ТКО и неспособность справляться с этой проблемой коммунальных служб. Чайковский городской округ испытывает повышенную техногенную и экологическую нагрузку, уступая по объему образующихся отходов потребления только Перми и Пермскому МО.

Предложенный в данной работе метод пиролиза позволит решить проблему ликвидации твердых бытовых отходов (в том числе ТКО) в масштабах одного округа и поможет решить задачу по поиску путей выхода из «мусорного тупика» в масштабах всего Пермского края.

Механизмы инвестиционного участия в проекте строительства и запуска подобного завода сделают возможным инновационное внедрение экологически чистых и экономически выгодных технологий. Форма государственно-частного партнерства является обоснованной для решения столь важной для населения и экономики региона проблемы.

Библиографические ссылки

1. Промышленные и бытовые отходы: проблемы хранения, захоронения, утилизации, контроля // XIV Международная научно-практическая конференция, май 2010 г. : сборник статей / под ред. В. В. Арбузова. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32796478> (дата обращения: 04.03.2021).

2. Состояние и охрана окружающей среды на территории Чайковского муниципального района в 2018 году: Экология // Сайт администрации городского округа Чайковский. URL: [http://chaikovskiy-](http://chaikovskiy-region.ru/)

[region.ru/](http://chaikovskiy-region.ru/) [infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/ekologiya/](http://chaikovskiy-region.ru/infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/ekologiya/) (дата обращения: 10.06.2020).

3. Региональная программа в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, на территории Пермского края на период 2018–2028 годов (с изменениями от 06.03.2020). URL: <http://chaikovskiyregion.ru/infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/tverdye-kommunalnye-otkhody-tko/> (дата обращения: 10.06.2020).

4. Даль Л. И., Копылов И. С. Региональные техногенные факторы и их воздействие на природную среду Пермского края // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 7. С. 31–37.

5. Генеральная схема санитарной очистки Пермского муниципального района // Администрация Пермского муниципального района. Пермь, 2016. URL: http://kultaevo.permraion.ru/sites/default/files/file/genshema_permского_rayona.pdf (дата обращения: 10.06.2020).

6. Твердые коммунальные отходы. Отчет 2015 г. // Администрация Чайковского городского округа. URL: <http://chaikovskiyregion.ru/infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/tverdye-kommunalnye-otkhody-tko/> (дата обращения: 10.06.2020).

7. Территориальная схема обращения с отходами, в том числе твердыми коммунальными отходами Пермского края // Министерство жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства Пермского края. URL: http://mgkhh.permkrai.ru/upload/iblock/77a/2_%D0%A2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0%20%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B0%D1%8F%2021.12.16.pdf (дата обращения: 10.06.2020).

8. Березюк М. В., Румянцева А. В. Новая система управления ТКО: инновационный подход // Инновационное развитие экономики. 2016. № 5(35). С. 19–29.

9. Пешкова М. М. Экономическая сторона мусоропереработки в России // Научные записки молодых исследователей. 2015. № 3. 72 с.

10. Березюк М. В., Румянцева А. В., Румянцева Е. И. Эколого-экономическое обоснование проекта по переработке твердых коммунальных отходов на основе современных технологий // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2017. № 3. С. 31–38.

11. Березюк М. В., Румянцева А. В. Указ. соч.

References

1. Pod red. V. V. Arbuzova. *Promyshlennyye i bytovyye othody: problemy hranenija, zahoronenija, utilizacii, kontrolja*. XIV *Mezhdu-narodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija, maj 2010 g. sbornik statej* [Industrial and household waste: storage, disposal, utilization, control problems. XIV International scientific and practical conference, May 2010: collection of articles]. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32796478> (accessed 04.03.2021).

2. *Sostojanie i ohrana okruzhajushhej sredy na territorii Chajkovskogo municipal'nogo rajona v 2018 godu: Jekologija. Sajt administracii gorodskogo okruga Chajkovskij* [Condition and protection of the environ-

ment in the territory of the Chaikovsky municipal district in 2018: Ecology. Website of the Tchaikovsky City District Administration]. Available at: <http://chaikovskiy-region.ru/infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/ekologiya/> (accessed 10.06.2020).

3. *Regional'naja programma v oblasti obrashhenija s othodami, v tom chisle s tverdymi kommunal'nymi othodami, na territorii Permskogo kraja na period 2018–2028 godov (s izmenenijami ot 06.03.2020)* [Regional program in the field of waste management, including solid municipal waste, in the Perm Territory for the period 2018-2028 (as amended on 03/06/2020)]. Available at: <http://chaikovskiyregion.ru/infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/tverdye-kommunalnye-otkhody-tko/> (accessed 10.06.2020).

4. Dal L. I., Kopylov I. S. [Regional technogenic factors and their impact on the natural environment of the Perm Territory] *Sovremennye nauchnye issledovanija i innovacii*, 2016, no. 7, p. 31-37.

5 *General'naja shema sanitarnoj ochistki Permskogo municipal'nogo rajona / Administracija Permskogo municipal'nogo rajona. Perm', 2016.* [General scheme of sanitary cleaning of the Perm municipal district // Administration of the Perm municipal district. Perm, 2016.] Available at: http://kultaevo.permraion.ru/sites/default/files/file/gen-shema_permskogo_rayona.pdf (accessed 10.06.2020).

6. *Tverdye kommunal'nye othody. Otchet 2015 g. Administracija Chajkovskogo gorodskogo okruga* [Solid municipal waste. Report 2015. Administration of the Chaikovsky Urban District]. Available at: <http://chaikovskiyregion.ru/infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/tverdye-kommunalnye-otkhody-tko/>

[kovskiyregion.ru/infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/tverdye-kommunalnye-otkhody-tko/](http://chaikovskiyregion.ru/infrastruktura/gorodskoe-khozyaystvo/tverdye-kommunalnye-otkhody-tko/) (accessed 10.06.2020).

7. *Territorial'naja shema obrashhenija s othodami, v tom chisle tverdymi kommunal'nymi othodami Permskogo kraja. Ministerstvo zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva i blagoustrojstva Permskogo kraja.* [Territorial scheme of waste management, including solid municipal waste in the Perm Territory. Ministry of Housing and Communal Services and Improvement of the Perm Territory]. Available at: http://mgknb.permkrai.ru/upload/iblock/77a/2_%D0%A2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0%20%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B0%D1%8F%2021.12.16.pdf – P. 33. (accessed 10.06).

8. Berezyuk M. V., Rumyantseva A. V. [New MSW management system: an innovative approach] *Innovative development of the economy*, 2016, no. 5 (35), p. 19-29.

9. Peshkova M. M. [The economic side of waste processing in Russia] *Scientific notes of young researchers*. 2015, no. 3, 72 p.

10. Berezyuk M. V., Rumjanceva A. V., Rumjanceva E. I. [Environmental and economic substantiation of a project for the processing of municipal solid waste based on modern technologies]. *Voronezh State University Bulletin. Series: Economics and Management*. 2017, no. 3, p. 31-38.

11. Berezyuk M. V., Rumyantseva A. V. [New MSW management system: an innovative approach] *Innovative development of the economy*, 2016, no. 5 (35), p. 19-29.

N. M. Yakushev, PhD in Economics

A. A. Naborshchikov, Master's Degree Student

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

TO THE QUESTION OF SOLVING THE PROBLEM OF PROCESSING SOLID MUNICIPAL WASTE IN THE TCHAIKOVSKY CITY DISTRICT OF THE PERM KRAI

The article discusses the basic principles of the design of the construction of a plant for the processing of solid municipal waste (MSW) on the example of the Chaikovsky urban district of the Perm region. The main approaches in the field of consumer waste management have been identified. Changes in Russian legislation are considered, which tighten the responsibility for violation of environmental and sanitary-epidemiological requirements when handling production and consumption waste. The modern methods and innovative technologies are presented, the ways of solving the problems of waste processing are suggested. The proposed method for solving the problem is a thermal method for utilizing MSW, namely, a pyrolysis method. When carrying out the construction of the design capacities of the plant for the processing of MSW into combustible gas, it is planned to attract private investment on the basis of the mechanism of public-private partnership (PPP), which is successfully used today in various spheres of economic activity. On the basis of the studied data, conclusions were drawn about the possibilities of modifying existing approaches in the field of municipal solid waste management. The problem of utilization of MSW in the Perm Territory and, in general, on the scale of the Russian Federation puts on the agenda a whole block of issues that can be solved only in aggregate, involving specialists of various profiles.

Keywords: Chaikovsky urban district; Perm region; municipal solid waste (MSW); landfill for municipal solid waste (MSW); waste sorting plant, pyrolysis.

Получено: 10.12.2020