

УДК 628.4.02

УПРАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ КАК ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

© 2019 г. В. И. Осипов

*Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН,
Уланский пер., 13, стр. 2, Москва, 101000 Россия
E-mail: osipov@geoenv.ru*

Поступила в редакцию 25.02.2019 г.

Рассматривается динамика накопления в России твердых коммунальных отходов (ТКО) при их низкой степени переработки и утилизации, что ухудшает условия проживания людей, обостряет социальную напряженность в стране. Отмечается важность создания практически новой отрасли производства на основе индустриального сбора, сортировки, временного хранения, переработки и захоронения не утилизируемой части отходов. Возникающие при этом задачи можно разбить в два направления – технологическое и инженерно-геологическое. В рамках первого направления наиболее важными следует считать сортировку отходов, выделение элементов отходов, пригодных к использованию в качестве вторичных ресурсов; переработку основной массы отходов с последующим захоронением не утилизируемых остатков. Среди инженерно-геологических задач акцентируется внимание на районировании территорий для оптимального размещения площадок временного складирования, переработки и захоронения ТКО, чтобы создаваемые объекты не становились новым источником техногенного загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: *твердые коммунальные отходы, накопление, временное хранение, сортировка, разложение, захоронение, инженерно-геологическое районирование, инженерная подготовка, мониторинг.*

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-7809201933-11>

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

24 июня 1998 г. был издан Федеральный закон №89 “Об отходах производства и потребления”¹, который вплоть до 25 декабря 2018 г. неоднократно дополнялся. 30 апреля 2012 г. Президентом Российской Федерации утверждены “Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года”². В этих документах экологически безопасное обращение с отходами отнесено к одной из важнейших проблем в нашей стране. Такое внимание к этой проблеме объясняется тем, что в России быстрыми темпами идет наращивание объемов отходов производства и потребления, негативно воздействующих на окружающую среду, влияющих на экологическую безопасность и здоровье населения. Ежегодно в России накапливается около 7 млрд т промышленных и коммунальных отходов. Общий объем отходов с учетом их накопления в предыдущие годы составляет, по разным оценкам, от 40 до 93 млрд т.

Особенно тяжелая ситуация сложилась с твердыми коммунальными отходами (ТКО), к которым относятся бытовой мусор, остатки продуктов питания, сырья и других материалов (продукции) быта, утратившие свои потребительские свойства. ТКО составляют около 8–10% от общего количества отходов производства и потребления, но именно они создают наибольшее количество экологических и социальных проблем в современном обществе.

На полигонах, свалках и отвалах ежегодно накапливается до 67 млн т ТКО. Только в Москве ежегодно образуется около 5.5 млн т ТКО, из них более 90% вывозятся на полигоны захоронения в Москве и Московской области. По данным Министрства по природным ресурсам и экологии Российской Федерации, на каждого россиянина в стране приходится в год около 400 кг ТКО. Отходы размещаются на открытых площадках и свалках, не защищенных от выпадающих осадков и других внешних воздействий. Общая площадь полигонов и свалок ТКО составляет более 150 тыс. га, площадь нарушенных земель превышает 1 млн га.

¹ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/

² <https://base.garant.ru/70169264/>

Объем образующихся отходов существенно превышает объем перерабатываемых отходов. Это приводит к дальнейшему росту площади полигонов и свалок ТКО, которая увеличивается до 5000 га в год. Большинство свалок расположено вблизи населенных пунктов (58%) и водоохраных зон (16%), на землях сельскохозяйственного назначения (15%) и лесного фонда (8%).

Проблема накопления и размещения ТКО затрагивает практически все регионы страны – от Арктики до Черноморского побережья. Особенно страдает Центральный федеральный округ, где проживает 40 млн человек и сосредоточены 113 крупных свалок отходов, из которых только 30% включены в государственный реестр объектов размещения отходов, остальные (> 70%) носят стихийный (незаконный) характер.

Накопление ТКО на открытых полигонах и свалках приводит к загрязнению почв и горных пород, атмосферного воздуха, подземных вод – важнейших жизнеобеспечивающих ресурсов биосферы. При анаэробном микробиологическом разложении органических компонентов свалок (растительные и животные остатки, а также бумага, древесина и др.) образуется биогаз, на 95-98% состоящий из тепляющих газов, – метана и углекислого газа. Одна тонна коммунальных отходов может служить источником образования до нескольких сотен кубических метров биогаза. Кроме того, внутри свалок часто происходят внутреннее самовозгорание отходов и подъем температуры до 800-900°C, что способствует образованию вредных органических соединений, таких как альдегиды, фенолы, хлорорганика (диоксиды, фураны) и др.

Загрязнение воздушного пространства взвешенными твердыми частицами, а также диоксидами азота и серы, бенз(а)пиреном, оксидом углерода, бензолом, сероводородом, этилбензолом, формальдегидами, фенолом, аммиаком может приводить к неблагоприятным последствиям для здоровья людей.

Как правило, коммунальные отходы вывозятся на места свалок без какой-либо сортировки и обезвреживания. В состав отходов попадают наряду с металлическими, пластиковыми и стеклянными материалами токсичные компоненты – ртутьсодержащие изделия (ртутные лампы, градусники); изделия, содержащие тяжелые металлы (батарейки, аккумуляторы), и др. Из-за слабого развития индустриальной переработки отходов рынок вторичного сырья практически отсутствует. Частный бизнес неохотно вкладывает средства в развитие этого производства из-за отсутствия уверенности в его прибыльности.

Существующая сейчас в России система управления отходами, ориентированная в основном на

захоронение, не совершенна и не отвечает требованиям и уровню современных технологий, экономически затратная и не способствует повышению качества жизни людей.

Общий объем ТКО, перерабатываемых в стране в год, не превышает 8%, в то время как в зарубежной практике перерабатываются и утилизируются не менее 50-60% ТКО. Ограниченный объем перерабатываемых отходов обусловлен отсутствием необходимой инфраструктуры и экономических стимулов развития этого вида хозяйственной деятельности.

Совершенно очевидно, что существование социально развитого общества невозможно без решения проблемы обращения с отходами. Необходимо создать практически новую отрасль производства в стране, которая включала бы территориально рассредоточенную инфраструктуру для индустриального сбора, сортировки, временного хранения, переработки и захоронения не утилизируемой части отходов. Это важнейшая междисциплинарная проблема, для решения которой следует привлечь научный потенциал, мобилизовать промышленное производство и финансовые возможности страны. Необходимо разработать и реализовать государственную стратегию обращения с отходами. Большое значение в решении этой проблемы имеют уже упомянутые постановления Правительства от 2012 и 2014 г., в которых сформулированы первоочередные задачи:

- сокращение объемов образующихся отходов, снижение уровня их опасности;
- сбор, сортировка, обезвреживание, извлечение и использование отдельных компонентов отходов в качестве вторичного сырья, ликвидация и захоронение не утилизируемых остатков отходов; объем перерабатываемых отходов должен составлять не менее 80%;
- поэтапное введение запрета на захоронение отходов, не прошедших сортировку, механическую и химическую обработку, а также отходов, содержащих источники вторичного сырья (металлом, бумага, стеклянная и пластиковая тара, автомобильные шины и др.);
- переход к экономически обоснованным методам управления отходами;
- создание регионального кадастра отходов и государственной информационной системы по управлению отходами, в том числе по их перемещению;
- обеспечение экологической безопасности по размещению, обезвреживанию и захоронению не утилизируемой части отходов.

Решение перечисленных задач можно рассматривать как крупный федеральный проект, для

успешной реализации которого требуется беспрецедентная мобилизация научного, технологического и экономического ресурса страны.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТКО

Обращение с ТКО включает ряд последовательных процедур, позволяющих осуществлять сортировку отходов с выделением вторичного сырья, их переработку с получением новых материалов и захоронение не утилизируемой массы отходов. По данным Eurostat, в Германии 60% ТКО переводятся во вторичные ресурсы, 25% подвергаются сжиганию, 15% – захоронению. В Нидерландах эти цифры равняются соответственно 65, 33 и 2%.

Для переработки отходов нужна сеть промышленных предприятий, поэтому во многих странах создается система мусороперерабатывающих комплексов, включающих сортировку, переработку и сжигание отходов. Так, например, в Германии работают более 70 мусороперерабатывающих заводов, в Китае – 66; в Японии действуют около 1900 установок термической переработки ТКО, с помощью которых утилизируются 75% отходов; в США весь объем ежегодно образующихся отходов (250 млн т) практически полностью перерабатывается промышленными методами.

Промышленные технологии обращения с отходами в России, к сожалению, отстают от мировой практики. В настоящее время в стране имеются 5 мусоросжигательных заводов общей производительностью 765 тыс. т/год и 10 маломощных установок по термическому обезвреживанию отходов, работают 53 предприятия по сортировке отходов и 243 – по их переработке. Общий объем отходов, подвергаемых промышленной переработке, как уже говорилось, составляет не более 8% от ежегодно образующихся ТКО.

Сортировка отходов

В основе технологической цепочки управления отходами лежит их сортировка. Твердые коммунальные отходы представляют неупорядоченные смеси остатков продуктов питания, бытовых и промышленных предметов потребления, различной бытовой утвари. Подсчитано, что в ТКО могут содержаться до 1700 различных компонентов [1], многие из которых сохраняют полезные качества и могут быть вторичным сырьем для воспроизводства новой продукции и производства электроэнергии. Подсчитано, что в 67 млн т ТКО, ежегодно накапливающихся в России, содержится в среднем следующее количество потенциального вторичного сырья (в млн т): 16.7-21 – бумаги и картона; 4.7-10 – полимеров; 3.3-5.3 – стекла;

2.7-4.7 – текстиля и швейных изделий, кожи; 1.3-3.3 – резины; 2-4 – черных металлов; 1 – цветных металлов. Поэтому сортировка ТКО и переработка вторичного сырья считаются важными факторами воспроизводства ресурсов.

Вместе с тем сортировка отходов – трудоемкий и дорогостоящий процесс. По данным западной прессы, цена сортировки составляет около 35% общей стоимости обращения с отходами и равняется примерно 300-400 евро за 1 т отходов. По этой причине многие субъекты Российской Федерации отдают предпочтение полигонному захоронению отходов без их сортировки и переработки, что противоречит мировой тенденции.

Сортировка отходов может основываться на сочетании осуществляемой населением селективной (ручной) и промышленной сортировки.

Селективная сортировка. Селективная сортировка заключается в раздельном сборе отдельных видов вторичных ресурсов непосредственно на местах их образования – в жилых помещениях и районах. Она включает сбор стеклянной и пластиковой тары, металлических банок, бумажной макулатуры. Для организации селективной сортировки в жилых районах создается необходимая инфраструктура – емкости, маркированные для сбора отдельных видов отходов, позволяющие жителям окрестных домов складировать отобранные вторичные ресурсы.

Помимо создания инфраструктуры, для организации селективной сортировки необходимо проводить воспитательную работу с населением, чтобы каждый член общества осознавал это мероприятие как социальную обязанность. Успешность воспитательной работы подтверждается высоким уровнем вовлеченности населения многих стран (например, Японии, Нидерландов, Германии, Австрии, скандинавских стран и др.) в выборочную сортировку отходов, что позволяет наиболее эффективно осуществлять реализацию последующих стадий их переработки.

Селективная сортировка отходов в нашей стране практиковалась ранее: продукция селективного сбора сдавалась на специальных сборных пунктах с одновременным получением материального вознаграждения. Возвращение к этой практике в настоящее время позволило бы жителям страны вместо увеличения платы за сбор и вывоз мусора, наоборот, получать хотя и скромную, но стимулирующую поддержку. Кроме того, появилась бы возможность упорядочить использование мусоропроводов в современных многоквартирных домах, разрешить их использование только для сбора пищевых остатков растительного и животного происхождения и мелкой бытовой утвари, остающихся после выборочной сортировки.

Ручная сортировка отходов нередко применяется на площадках сбора и размещения отходов, что экономически невыгодно и экологически небезопасно.

Индустриальная сортировка. Выборочная сортировка позволяет отделить от основной массы коммунальных отходов наиболее крупные и хорошо идентифицируемые компоненты, использующиеся как вторичное сырье. В то же время в основной массе отходов остаются более мелкие составляющие, не подверженные разложению, но способные генерировать вредные газы при сжигании, — различные пластмассовые и картонные упаковки, контейнеры и пакеты, остатки электроники, нуждающиеся в отдельном сборе и дальнейшей переработке или захоронении как не утилизируемая часть отходов. В отходах часто содержатся органические остатки, которые могут служить сырьем для получения почвогрунта или компоста. Поэтому оставшиеся после выборочной сортировки отходы следует отправлять на специализированные мусоросортировочные промышленные комплексы для дробления и сепарирования получаемой массы на отдельные фракции в соответствии с их ресурсным предназначением. В результате такой сортировки производится окончательное разделение отходов на утилизируемую и не утилизируемую массу. Утилизируемая часть отходов отправляется на переработку, а не утилизируемая — на ликвидацию и захоронение.

Переработка вторичных ресурсов

Система обращения с ТКО в развитых странах ориентирована на их переработку, позволяющую переводить до 60% отходов от их первоначальной массы в полезные фракции (вторичное сырье).

Наиболее востребованная в настоящее время фракция ТКО на рынке вторичного сырья — макулатура: она применяется в производстве бумаги, картона, мягких кровельных материалов (например, рубероида), теплоизоляционных материалов (например, эковаты), облицовочных плит и др.

Другая востребованная фракция ТБО — стеклобой. В настоящее время в России утилизируется около 1 млн т стеклобоя, из которого производят 10% выпускаемого листового стекла и 30% стеклянной тары. Отходы стекла также используются в производстве стеклоплитки, теплоизоляционных материалов, стеклокерамзита, стеклоблоков и пенопласта.

Выделяемые из отходов пластиковые и другие полимерные изделия широко используются в промышленном производстве полимерных пленок, оконных и дверных блоков, облицовочных плит, полимерных сантехнических изделий, линолеума, теплоизоляционных и других изделий.

Объем переработки резиновых изделий (обуви, шин, покрышек) составляет около 100 тыс. т в год. Резиносодержащие отходы используются при производстве кровельных рулонных материалов, шифера, черепицы, мастики и других гидроизоляционных материалов, а также изделий технического назначения: плиток и покрытий для полов, резиновых коврик и др.

Текстильные отходы представляют ресурсную ценность для производства пряжи низких сортов, технической и обивочной ваты, ватина, а также валяной обуви и войлочных изделий, вискозного волокна, изоляционных материалов, электротехнических изделий.

Годовая переработка и утилизация электротехнического и электронного оборудования составляет около 25 тыс. т. Утилизируются отработавшие свой жизненный цикл компьютеры, бытовая и оргтехника.

Наконец, органические компоненты, содержание которых в ТКО может достигать 40%, обладают ресурсной ценностью для получения комбикормов и кормовой муки, а также изготовления компоста и биоудобрений.

Ликвидация не утилизируемой части отходов

В настоящее время наиболее активно обсуждаются две технологии ликвидации не утилизируемой части твердых коммунальных отходов — сжигание и анаэробное разложение.

Сжигание отходов — распространенная технология уничтожения отходов, применяющаяся во многих индустриально развитых странах. С помощью этой технологии уничтожается от 30 до 50% не утилизируемой части отходов.

В настоящее время в мире работают более 2500 мусоросжигающих заводов (МСЗ), сжигающих около 250 млн. т ТКО в год и вырабатывающих 130 ТВт/ч электроэнергии.

Общее количество МСЗ только в Европе превышает 400. Ежегодно в Европе сжигают 58.5 млн т не утилизируемых отходов с выработкой 23.4 млрд кВт/ч электроэнергии.

В большинстве случаев применяется многоступенчатая технология, ориентированная на сжигание отсортированных отходов после извлечения из них вторичного сырья. Сжигание ведется при температуре не ниже 850°C. Снижение температуры приводит к ухудшению качества сжигания и необходимости дожигания образующихся остатков.

В настоящее время мнения экологов о применимости этой технологии расходятся. В нашей

стране она встречает категорические возражения по ряду причин.

1. Технология сжигания не уничтожает отходы, а только переводит их во вредные газообразные выбросы и загрязненную золу.

2. Образующаяся при сжигании зола содержит вредные компоненты и не может использоваться в хозяйственных целях. Для обеспечения экологической безопасности необходимо удаление золы путем ее захоронения.

3. Газовые выбросы, образующиеся при сжигании, содержат вредные вещества, среди которых наибольшую опасность представляют диоксины и фураны.

Диоксины и фураны образуются при неполном окислении ароматических углеводородов. Токсичные свойства их чрезвычайно высоки, поэтому допустимый уровень их содержания в выбросных газах, принятый в нормативных документах различных стран, имеет исключительно низкое значение (10^{-9} - 10^{-12} г/м³).

Наличие диоксинов в воздухе может приводить к массовому поражению людей. Впервые это выяснилось во время войны во Вьетнаме (1965-1971 гг.). В результате выброса в атмосферу 170 кг диоксина на площади 300 тыс. км² при американской бомбардировке Вьетнама пострадали более 3 млн человек [4].

Активность диоксинов и фуранов резко возрастает при наличии в газовых выбросах хлора, брома, фтора, йода. Поэтому наличие хлор- и фторсодержащих пластиков в отходах, а также мышьяка, цинка, ртути, свинца и других легкоплавких металлических соединений приводит к повышению опасности выбрасываемых газов.

Образование диоксинов и фуранов идет особенно интенсивно при одноступенчатом сжигании неотсортированных отходов, включающих различные синтетические смолы, древесину, пластик. Опасные газообразные соединения вместе с продуктами неполного сгорания загрязняют окружающую среду до уровня, значительно превышающего предельно допустимые концентрации. Об этом свидетельствует опыт сжигания отходов еще в советское время: открывшиеся в то время заводы в нашей стране по этой причине были закрыты [1].

4. Кроме образования диоксинов применение высоких температур при одноступенчатой технологии сжигания отходов делает практически невозможным выделение вторичного сырья из сжигаемой массы отходов, т.е. сжигание эффективно только при раздельной сортировке отходов.

5. Несмотря на постоянное совершенствование технологии сжигания, ее уровень нельзя считать отвечающим современным требованиям экологи-

ческой безопасности [1, 3]. Необходимо учитывать, что диоксин — тяжелый (более 200 а.е.м), медленно разлагающийся (порядка 100 лет) газ, который при выбрасывании в атмосферу быстро оседает в окрестностях завода и постепенно накапливается в почвенном покрове. В результате уже через 15-20 лет, даже в случае когда завод не превышает нормы выбросов, его окрестность становится загрязненной территорией с содержанием диоксина в почвах, превышающим допустимые нормы. Это вызывает необходимость досрочного закрытия завода или очистки окружающей его территории. Поэтому даже самые современные МСЗ, работающие на отсортированных отходах (типа завода Reststoffen Energie Centrale в Голландии или японских заводов Hitachi Zosen Inova) с дозами выброса диоксинов, не превышающими 0.36 г/год, не обеспечивают экологическую безопасность их функционирования [3].

Это заключение подтверждается опубликованными в зарубежной литературе данными по увеличению заболеваний раком населения, проживающего вблизи таких заводов, а также медицинскими данными токсического и генетического воздействия на человека даже относительно невысокого содержания диоксинов (порядка 10^{-10} - 10^{-12} г/кг) [6, 7].

В последние годы было установлено, что во время профилактических или аварийных остановок печей происходит залповый выброс диоксинов, значительно превышающий выбросы при их работе в нормальном режиме. Так, например, одна из лучших европейских печей сжигания мусора Reststoffen Energie Centrale при остановке выбрасывает диоксинов в сотни раз больше, чем при непрерывном (стационарном) режиме работы. Это обусловлено тем, что разрушение диоксинов происходит при высокой температуре (более 1000°С). При снижении температуры в процессе аварийной или профилактической остановки завода содержание диоксина в выбросах его газовой фазы существенно повышается, поэтому суммарный годовой выброс диоксина МСЗ многократно увеличивается. Подобный факт тщательно скрывается: публикуются только результаты мониторинга выброса печей, работающих в стационарном режиме.

6. Помимо изложенных выше технологических проблем, следует отметить исключительно высокую стоимость всего цикла управления отходами с применением сжигания. По оценке зарубежных специалистов, затраты на переработку 1 т ТКО на современном МСЗ составляет около 1000 евро [3].

7. Важнейшей особенностью технологии сжигания следует считать то, что *ее нельзя отнести к природоподобной*, поскольку такого способа утилизации отмирающей биоты в биосфере не существует. Поэтому применение технологии сжигания

противоречит важнейшему принципу природопользования. В этой связи уместно привести высказывание Президента России В.В. Путина на пленарном заседании 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН 28 сентября 2015 г. в Нью-Йорке, где он заявил: *“Нам нужны качественно новые подходы. Речь должна идти о внедрении принципиально новых природоподобных технологий, которые не наносят урон окружающему миру, а существуют с ним в гармонии...”*.

Анализ всего изложенного свидетельствует о существовании, с экологической точки зрения, пока еще непреодолимых ограничений применения технологии сжигания для ликвидации ТКО, поэтому в 2017 г. Европейский союз принял решение о принципиальном отказе от этой технологии. Вместе с тем в нашей стране остается группа энтузиастов, сохраняющих уверенность в перспективности технологии сжигания [5]. Предлагаемая ими технология включает пятиступенчатую технологию сжигания, позволяющую предотвратить выбросы опасных газов, существенно удешевить весь процесс переработки. Отечественная технология В.Р. Пурина требует тщательного анализа и принятия ответственного решения о ее перспективности.

Разложение отходов. Среди известных сейчас природоподобных технологий уничтожения отходов наибольшего внимания заслуживает технология разложения. Биологическое и химическое разложение – наиболее распространенный в природе процесс удаления отмирающей биоты. В биосфере разлагается не только умершая биота, но и горные породы (процесс выветривания). В основе разложения лежат процессы распада компонентов отходов на химические элементы и их возвращения в геохимические циклы Земли, где они используются в биосферном синтезе и получении новых компонентов биосферы. К сожалению, антропогенная технология разложения отходов, пригодная для широкого практического использования, в настоящее время привлекает меньше внимания, чем сжигание.

В России технология разложения, основанная на аэробном брожении, была реализована еще в прошлом столетии [3]. В 1970-е годы в Ленинграде на этом принципе был построен и успешно работал завод производительностью 700 тыс. т/год. Однако после перестройки с развитием рыночной экономики в России стратегия обращения с отходами в стране изменилась: была взята ориентация на использование зарубежного опыта и разрабатываемого там мусороперерабатывающего оборудования. В результате разработка отечественных технологий, включая технологию аэробного разложения, практически была прекращена; страна ушла с рынка производства оборудования по уничтожению отходов. В настоящее время этот рынок составляет не менее 25-30 млрд евро [3].

Очевидно, что необходимо возобновить научные разработки технологии аэробного разложения, а часть финансовых средств, которые планируется выделить в ближайшие годы на приобретение за рубежом мусороперерабатывающих комплексов, направить на разработку отечественных установок, работающих на этом принципе.

Захоронение отходов

В последнее время общественность и государственные органы, ответственные за экологическую и социальную безопасность, все чаще обращаются с требованием ликвидации или рекультивации полигонов и многочисленных стихийных свалок ТКО на территориях городов и населенных пунктов. Под “ликвидацией” подразумевается вывоз отходов не столько на переработку (для этого нужна их сортировка), сколько на захоронение. Поэтому отходы перемещаются подальше от жилых районов и размещаются на новых площадках, где они “прячутся” путем захоронения. Кроме того, в последнее время усиливается тенденция к вывозу отходов на сотни километров за пределы урбанизированных территорий и складированию их на малозаселенных и экологически чистых территориях. В связи с этим в Москве создаются так называемые мусорные кластеры, где неотсортированный мусор будет накапливаться, а затем отправляться в Архангельскую область железнодорожными составами. Подобные решения возможны при полном игнорировании научного обоснования и отсутствии государственной стратегии управления этим видом деятельности человека.

Учитывая острейшую необходимость очищения городов и населенных пунктов от свалок ТКО, а также неготовность страны к массовой сортировке и переработке отходов, захоронение отходов, очевидно, будет *временной вынужденной процедурой*. По мере развития в стране системы обращения с отходами объемы захоронения будут снижаться. В конечном итоге необходимость проведения этой процедуры сохранится только по отношению к не утилизируемой части отходов – не более 30% от их исходного объема.

Таким образом, захоронение будет оставаться важным этапом управления отходами даже при переходе на современный уровень их переработки. Поэтому сохраняется потребность внедрения в ближайшие годы научно обоснованной технологии размещения объектов переработки отходов и площадок для захоронения их не утилизируемой части, обеспечивающей экологическую и социальную безопасность страны. Важно, чтобы объекты обращения с ТКО размещались на территориях с оптимальными природными защитными

свойствами и не становились новыми очагами экологического загрязнения окружающей среды. Для этого необходимо решить ряд задач инженерно-геологического характера.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ

Отходы в настоящее время стали важным фактором нарушения устойчивого развития, о чем свидетельствуют многочисленные обращения граждан к руководству страны с жалобами на ухудшение условий проживания в связи с бессистемным размещением отходов. В ближайшее время в нашей стране могут прекратиться деятельность около 70% полигонов сбора отходов из-за отсутствия возможности дальнейшего наращивания их емкости. Возникает вопрос, что потом будем делать с постоянно растущим объемом отходов?

К сожалению, эта проблема до последнего времени остается нерешенной. Размещение отходов на территории городов и населенных пунктов, а также рекреационных зон вокруг них запрещено существующим законодательством. Несмотря на это, объекты складирования ТКО размещаются без какого-либо научного обоснования практически повсеместно в силу хозяйственной необходимости. Отходы накапливаются на открытых площадках и свалках, не защищенных от атмосферных осадков и других внешних воздействий. Часто для этого используют заброшенные песчаные карьеры и овраги, находящиеся недалеко от мест образования отходов. При этом никого не беспокоит тот факт, что песчаная толща – самая неблагоприятная среда для помещения отходов из-за ее высокой проницаемости.

Подобную практику необходимо срочно прекратить и перейти к научно-обоснованному размещению отходов, основанному на поиске “геологических ловушек” – участков, как правило, сложенных глинистыми породами, препятствующими распространению загрязнений как по горизонтали, так и по вертикали толщи пород.

Выбор территорий для безопасного размещения ТКО – ответственная научная задача, при решении которой должен учитываться комплекс факторов, от которых зависит выполнение экологических, социальных и экономических требований [2].

Районирование территорий по степени пригодности и безопасности размещения объектов ТКО

Для научного обоснования выбора площадок для размещения объектов обращения с отходами исключительно большое значение имеет районирование

территории по степени ее пригодности для этой цели. Районирование территорий должно проводиться с учетом различных факторов, влияющих на экраняющие свойства геологической среды, экологическую и социальную безопасность, экономическую эффективность. К числу таких факторов относятся:

- природные (литологические, гидрогеологические, геоморфологические, геодинамические, ландшафтно-климатические, почвенные) условия территорий и опасные природные явления;
- наличие и расположение:
 - населенных пунктов и санитарных зон вокруг них;
 - особо охраняемых исторических зон и кладбищ;
 - особо охраняемых и рекреационных природных зон;
 - подъездных путей и других элементов инфраструктуры;
 - заброшенных горных выработок и неугодий.

Районирование выполняется на основе тематического картографирования с использованием имеющихся фондовых материалов и их цифровой обработки, включая инженерно-геологические, гидрогеологические, почвенные, ландшафтные и других исследования природных условий изучаемой территории [2].

Составление интегральной карты районирования основывается на методе суперпозиции (наложения) различных информационных слоев, содержащих данные по перечисленным факторам. Оценка вклада различных факторов осуществляется на балльном принципе. По величине баллов выделенные участки подразделяются на три группы.

Участки с наименьшим количеством баллов относятся к первой группе и характеризуются неблагоприятными условиями для размещения объектов ТБО. Такие участки, как правило, сложены легкопроницаемыми породами, сильно обводнены, подвержены развитию различных опасных природных процессов. Строительство объектов ТБО на таких участках крайне нежелательно.

Участки, имеющие среднюю величину баллов, относятся ко второй группе и могут быть названы условно пригодными для размещения объектов ТБО. Строительство полигонов на участках второй группы допустимо, но требует дополнительных финансовых затрат на инженерную подготовку территории и защиту создаваемого объекта (строительство непроницаемых защитных стенок, организация водопонижения, газо- и водосбора внутри полигона, утилизация дренажных вод и биогаза).

К третьей (благоприятной) группе относятся участки, обладающие достаточно хорошими природными изолирующими свойствами (наличие в основании и кровле хранилища слабопроницаемых глинистых толщ, отсутствие контакта с подземными водами и опасных природных процессов). На таких участках возможно строительство объектов ТБО с минимальными финансовыми затратами, с соблюдением требований экологической безопасности и социальных условий проживания людей.

Выделяемые на карте три типа участков окрашиваются по светофорному принципу: участки первой группы (неблагоприятные) окрашиваются в красный цвет, второй группы (условно благоприятные) – в желтый, а третьей группы (благоприятные) – в зеленый цвет [2].

Карты инженерно-геологического районирования по условиям захоронения отходов должны входить в документы по разработке схем планирования размещения отходов на территориях административных регионов страны. Наличие таких карт позволит обоснованно принимать управленческие решения по размещению объектов ТКО на основе природных условий с учетом требований по экологической и социальной безопасности, а также экономической целесообразности.

Инженерная защита создаваемых полигонов

Использование под полигоны участков даже с благоприятными геологическими условиями часто требует проведения специальных работ по улучшению их изолирующих свойств. Поэтому разрабатываются проекты инженерной подготовки территории и инженерной защиты объекта, обеспечивающие изоляцию полигона от внешней среды и предотвращение загрязнения атмосферы выбросами биогаза, а подземных вод – загрязненными фильтрационными водами. Сложность проектов инженерной защиты и их стоимость возрастает по мере усложнения природных условий исследуемых площадок.

Требования к инженерной защите полигона размещения ТКО:

- полигон не должен затапливаться поверхностными водами;
- должен иметь подготовленное водонепроницаемое основание;
- должен иметь защитные экраны и геомембраны по контуру;
- должен иметь систему сбора, удаления загрязненных вод, образующихся внутри него, и их очистки;
- должен иметь дренажную систему по сбору, удалению из тела отвала и утилизации биогаза;
- засыпка отходов на полигоне должна чередоваться с засыпкой грунта слоем равного объема;

- не должен иметь более 3 слоев отходов над поверхностью земли;
- верхний (перекрывающий) слой грунта должен иметь глинистый состав и мощность не менее 3 м.

Экологический мониторинг территории полигонов

Создаваемые даже с соблюдением всех требований полигоны остаются объектами повышенного экологического риска, требующими постоянного наблюдения (мониторинга) за их состоянием. Мониторинг полигонов – комплексное мероприятие, включающее атмосферные, гидрологические, гидрогеологические и геотехнические наблюдения. Конкретные системы мониторинга определяются при разработке технического задания на создание полигона с учетом возможных специфических требований. Проект мониторинга должен включать наблюдения как внутри полигона, так и за его пределами. Получаемая информация должна быстро обрабатываться в режиме *online* и анализироваться.

В заключении следует сказать, что рассмотренные вопросы не охватывают всех проблем, связанных с размещением ТКО на территории нашей страны. В России много территорий со сложными природными условиями, размещение отходов на которых имеет специфические особенности. Примером таких территорий могут быть районы с высокой сейсмической активностью или обширная зона распространения многолетнемерзлых пород. При использовании этих территорий для размещения объектов ТБО требуется разработка специальных технических регламентов, учитывающих их особенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аргументы недели. №36(578), 14 сентября 2017 г.
2. Козлякова И.В., Кожевникова И.А., Анисимова Н.Г., Иванов П.В. Инженерно-геологическое районирование Центрального федерального округа России по условиям размещения предприятий и полигонов утилизации твердых бытовых отходов // Сергеевские чтения. Вып. 20: Обращение с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии: матер. годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22 марта 2018 г.). М.: РУДН, 2018. 276 с.
3. Мазурин И.М., Понуровская В.В., Колотухин С.П. Системный анализ задачи переработки твердых бытовых отходов // Вестник РАЕН. 2018. Т. 18. № 5. С. 76-84.
4. Поздняков С.П., Румак В.С., Софронов Г.А., Умнова Н.В. Диоксины и здоровье человека. СПб.: Наука, 2006. 274 с.

5. *Пурим В.Р.* Бытовые отходы: Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. М.: Энергоиздат, 2002. 112 с.
6. *Elliott P., Eaton N., Gavin Shaddick, Carter R.* Cancer incidence near municipal solid wasn't incinerators in Great Britain. Part 2: Histopathological and case-note review of primary liver cancer cases // *British Journal of Cancer*. 2000. 85(5):1103-6. DOI: 10.1054/bjoc.1999.1046.
7. *Javier Garria-Pereza, Pablo Fernandez-Navarro, Adela Castello, Maria Felicitas Lopez-Cima, Rebeca Ramis, Elena Boldo, Gonzalo Lopez-Abente.* Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste // *Environment International*. 2013. V. 51. P. 31-44.
- RAS on the problems in geocology, engineering geology and hydrogeology. Issue 20, Moscow, RUDN Publ., 2018, 276 p. (in Russian)
3. *Mazurin, I.M., Ponurovskaya V.V., Kolotykhin, S.P.* *Sistemnyi analiz zadachi pererabotki tverdykh bytovykh otkhodov* [System analysis of the task of reprocessing solid domestic waste], *Vestnik RAEN*, 2018, vol. 18, no. 5, pp. 76-84 (in Russian)
4. *Pozdnyakov, S.P., Rumak, V.S., Sofronov, G.A., Umnova, N.V.* *Dioksiny i zdorov'e cheloveka* [Dioxins and the human's health]. St. Petersburg, Nauka Publ., 2006. 274 p. (in Russian)
5. *Purim, V.R.* *Bytovye otkhody: Teoriya gorennya. Obезvrezhivanie. Toplivo dlya energetiki* [Domestic waste: Combustion theory. Fuel for power engineering]. Moscow, Energoizdat, 2002, 112 p. (in Russian)
6. *Elliott, P., Eaton, N., Gavin Shaddick, Carter R.* Cancer incidence near municipal solid wasn't incinerators in Great Britain. Part 2: Histopathological and case-note review of primary liver cancer cases. *British Journal of Cancer*, 2000. 85(5):1103-6. DOI: 10.1054/bjoc.1999.1046.
7. *Javier Garria-Pereza, Pablo Fernandez-Navarro, Adela Castello, Maria Felicitas Lopez-Cima, Rebeca Ramis, Elena Boldo, Gonzalo Lopez-Abente.* Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste, *Environment International*, 2013, vol. 51, pp. 31-44.

REFERENCES

1. *Argumenty nedeli*, no. 36(578), September 14, 2017. (in Russian)
2. *Kozlyakova, I.V., Kozhevnikova, I.A., Anisimova, N.G., Ivanov, P.V.* *Inzhenerno-geologicheskoe raionirovanie Tsentral'nogo federal'nogo okruga Rossii po usloviyam razmeshcheniya predpriyatii i poligonov utilizatsii tverdykh butovykh otkhodov* [Engineering geological zoning of the Central Federal region by the conditions for allocation of reprocessing facilities and disposal sites for solid municipal waste] *Sergeev's readings. Proc. Annual Session of Scientific Council*

MANAGEMENT OF SOLID MUNICIPAL WASTE AS THE FEDERAL ECOLOGICAL PROJECT

© 2019 V. I. Osipov

*Sergeev Institute of Environmental Geoscience, Russian Academy of Sciences,
Ulanskii per., 13, str., 2, Moscow, 101000 Russia
E-mail: osipov@geoenv.ru*

The dynamics of solid municipal waste accumulation in Russia is considered taking into account the low rate of their reprocessing and utilization, which worsens the living conditions and aggravates the social tension in the country. The necessity to create an almost new industry is noted based on the collection, sorting, temporal storage, reprocessing and disposal of the non-utilizable part of waste. The tasks arising may be divided in two groups, i.e., technological and engineering geological groups. The most important tasks of the former group include sorting waste, separation of waste portion suitable for re-use as secondary raw material and recycling of the bulk of waste with the subsequent disposal of non-utilizable part. Among engineering geological tasks, the focus is concentrated on zoning territories for the optimal allocation of sites for temporary storage, reprocessing and disposal of solid municipal waste so that the newly formed bodies not to become a new source of technogenic contamination of the environment.

Keywords: *solid municipal waste, accumulation, temporal storage, sorting, decomposition, disposal, engineering geological zoning, engineering preparation, protection of waste storage sites, monitoring.*

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-7809201933-11>