

# ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

---

DOI: 10.36535/0869-1010-2021-05-1

## ПОЛИГОННЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

*М.П. Громова, к.т.н. А.А. Вареничев (avar@viniti.ru)*

Всероссийский институт научной и технической информации РАН

В мире образуется ежегодно около 4 млрд. т различного рода отходов, из которых 1,6–2 млрд. т приходится на ТКО. По данным Росприроднадзора в России около 70 млн. т ТКО и ежегодно их количество увеличивается на 3–4 %. Объем отходов коммунального сектора в г. Москве составляет около 4 млн. т. Основными конечными стадиями обращения с ТКО являются захоронение на полигонах, извлечение вторичного сырья, компостирование и сжигание. В разных регионах мира соотношение этих методов существенно различается в зависимости от состояния экономики региона, степени урбанизации и индустриализации, культурных и климатических особенностей. В России практически весь объем ТКО размещается на полигонах и свалках, в переработку вовлекается только 4–5%.

**Ключевые слова:** полигон, захоронение, продукты разложения, свалка, газы, бесполигонная система, метан, диоксид углерода, сортировка, компостирование.

## LANDING METHOD FOR DISPOSAL OF MSW

*Gromova M.P., Varenichev A.A.*

In the world, about 4 billion tons of various types of waste are generated annually, of which 1.6 - 2 billion tons are MSW. According to Rosprirodnadzor, there are about 70 million tons of MSW in Russia, and each year their amount increases by 3-4%. The volume of municipal waste in Moscow is about 4 million tons. The main final stages of MSW management are landfill disposal, recovery of secondary raw materials, composting and incineration. In different regions of the world, the ratio of these methods varies significantly depending on the state of the region's economy, the degree of urbanization and industrialization, cultural and climatic characteristics. In Russia, almost the entire volume of MSW is disposed of in landfills and dumps, only 4-5% is involved in processing.

**Key words:** landfill, burial, decomposition products, landfill, gases, landfill-free system, methane, carbon dioxide, sorting, composting.

## Захоронение на полигонах

**Захоронение на полигонах** является самым распространенным способом обращения с ТКО в мире, однако оно порождает целый комплекс серьезных экологических проблем, к важнейшим из которых относятся негативное воздействие на атмосферу и почву вокруг полигонов ТКО.

Технологии захоронения отходов постоянно совершенствуются, однако новые технические решения используются далеко не повсеместно. Технологии захоронения ТКО отличаются способами сбора и утилизации жидких и газообразных продуктов разложения ТКО. Место захоронения ТКО, на котором не принимаются меры по предотвращению продуктов разложения ТКО в окружающую среду, отходы не уплотняются и территория которого используется без какого-либо плана, является свалкой.

Полигон ТКО представляет собой спроектированное земляное сооружение, на котором осуществляется размещение отходов, в ходе которого принимаются меры по предотвращению попадания продуктов их разложения в окружающую среду. Более совершенные технологии полигонного захоронения предполагают более совершенные системы сбора и очистки фильтрата, а также сбора и утилизации газообразных продуктов разложения ТКО. Газообразные продукты разложения, наполовину состоящие из метана, могут направляться в камеру сгорания для получения тепловой энергии или когенерационной выработки электроэнергии и тепла.

Попав на полигон, органическая часть ТКО вначале разлагается под действием аэробных бактерий, но после пересыпки вышележащими слоями и уплотнения последних в результате затруднения доступа кислорода разлагается анаэробными бактериями до простых веществ, таких как целлюлоза, аминокислоты, сахара и др. В результате ферментации данные вещества разлагаются на газы и короткоцепочечные углеводороды, которые формируют субстраты для роста метаногенных бактерий. Эти бактерии превращают продукты ферментации в стабилизированные органические соединения и биогаз, состоящий в основном из метана и диоксида углерода. Биогаз поднимается в верхние слои полигона. После закрытия полигона выбросы метана из тела полигона значительны на протяжении еще нескольких десятилетий. С увеличением периода полураспада ТКО до 30-40 лет, что характерно для более холодного и сухого климата, значительные выделения метана из тела полигона могут продолжаться более 100 лет. При этом территории, отведенные под полигона ТКО, не могут использоваться в качестве застраиваемой территории из-за опасности накопления метана в зданиях [ 1 ].

Проекты рекультивации полигонов ТКО, а также проекты утилизации биогаза требуют количественной оценки выбросов в атмосферу компонентов биогаза и оценки объемов генерации биогаза в теле полигонов.

В толще бытовых и промышленных отходов, захороненных на полигонах ТКО, под воздействием микрофлоры происходит аэробный процесс разложения органической составляющей отходов. Конечным продуктом этого процесса является биогаз. Основную объемную массу которого составляет метан и диоксид углерода. Кроме того, биогаз содержит пары воды, толуол, оксид углерода, оксиды азота, аммиак, углеводороды, сероводород, фенол и в незначительных количествах другие примеси.

Количественный и качественный состав биогаза зависит от многих факторов, в том числе от климатических и геологических условий места расположения полигона, состава завозимых отходов, условий складирования, влажности отходов, их плотности и т.д. Все перечисленные факторы, необ-

ходимые для расчета, обычно неизвестны. Оценки носят среднестатистический и приближительный характер и имеют отношение к полигонам вообще, а не к конкретному исследуемому полигону ТКО. На основании многолетних газеохимических исследований полигонов ТКО на территории России специалистами ООО «РРЭЦ» предложена методика оценки выбросов и генерации биогаза в теле полигона на основании измерения потоков биогаза с поверхности полигонов. Определив величины поступления метана и диоксида углерода в атмосферу по предлагаемой методике и измерив средние значения их концентраций в анаэробной зоне, можно вычислить генерацию метана и диоксида углерода в анаэробной зоне. Этот метод выгодно отличается тем, что не требует информации о количестве и качестве отходов и сроках их попадания на полигон [ 2 ].

Самой эффективной стратегией в сфере экологически грамотной утилизации ТКО является **беспологонная** система обращения с отходами, давно применяемая за рубежом. Этот путь вполне реализуем в нашей стране, причем без привлечения западных технологий. Данный подход предполагает строительство мусороперерабатывающих заводов термической утилизации отходов с применением технологии пиролиза и получением альтернативных видов топлива. Линия сортировки ТКО и комплекс пиролиза объединены в одну технологическую цепочку. Использование технологии «сортировка + термическая переработка в бескислородной среде» позволяет практически полностью исключить производственные отходы, требующие дальнейшего захоронения на полигоне. Получаемые при этом топливные продукты в виде жидкого котельного топлива, горючего газа и полукокса используются не только на собственные нужды, но и являются ценными товарными продуктами. Группа компаний «Мегалион» совместно с предприятиями- партнерами разработала и провела испытания новой установки низкотемпературного пиролиза с реактором барабанного типа производительностью 10 т/сут. отходов. Применяемая технология защищена авторскими правами и позволяет полностью перерабатывать органическую часть «хвостов» сортировки ТКО без вредных выбросов в атмосферу. Проект мусороперерабатывающего завода содержит линию сортировки ТКО и комплекс термической переработки «хвостов» сортировки ТКО. В последний входят участок измельчения и сушки отходов, пиролизные установки, конвейерная система подачи подготовленных отходов в реакторы и выгрузки углеродистого остатка после окончания цикла пиролиза, емкости для сбора продуктов переработки отходов [ 3 ].

### Компостирование

Компостирование – это способ утилизации твердых отходов, в результате которого органическая часть отходов в аэробных условиях превращается в стабилизированный, твердый, подобный гумусу продукт, называемый компостом. Компостирование отходов применяется, как правило, для отходов с высоким содержанием органической части и может использоваться для утилизации как ТКО, так и других содержащих органические материалы отходов, включая сельскохозяйственные. Процесс компостирования может продолжаться от нескольких лет (в естественных условиях) до нескольких дней на промышленных установках открытого или закрытого типа. Промышленное компостирование протекает, как правило, при повышенных температурах (до 50-60<sup>0</sup>С), а вовлеченное в процесс сырье подвергается интенсивному перемешиванию, при котором улучшается однородность компоста и ускоряется сам процесс компостирования [ 4 ].

Компостирование представляет собой биохимический процесс переработки способной к биотрансформации органической компоненты ТБО в компост – продукт подобный гумусу. Существует два вида компостирования – аэробное и анаэробное. Аэробное компостирование проводят с использованием кислорода. Анаэробное компостирование предусматривает переработку органической части отходов за счет ферментации ее в биореакторах, в результате чего образуются биогаз и компост. Аэробное компостирование в отличие от анаэробного протекает быстрее, при более высоких температурах и без запаха. Аэробное компостирование бывает двух типов – открытое и закрытое (мембранное). Открытое компостирование – процесс достаточно долгий, протекающий от 1 года до 1,5 лет. Сопровождается неприятным запахом. Открытое компостирование сильно зависит от погодных условий. К минусам открытого компостирования относят и достаточно большие территории – как площадок компостирования, так и санитарной зоны. Закрытое компостирование в буртах экологически менее вредное. Благодаря многослойному укрывному материалу с антибактериальной мембраной рядом с буртами нет неприятных запахов: от испарения излишней влаги на внутренней поверхности покрывала образуется конденсат, который не пропускает запах наружу. Покрывало имеет также паропроницаемую способность и защищает от осадков, ветра и низких температур. Сроки мембранного компостирования значительно короче, чем открытого – от 4 до 8 недель. В процессе мембранного компостирования максимально сохраняются биогенные элементы, погибают патогенные микроорганизмы.

В странах Европы 90% органических отходов компостируют. Технология мембранного компостирования идеально подходит и для мусороперерабатывающих заводов. Некоторые крупные отечественные организации мусороперерабатывающей отрасли приступили к строительству предприятий именно такого вида компостирования. Мембранное компостирование подходит для различных климатических зон России. Технология хорошо зарекомендовала себя и во многих странах Европы, где ее используют уже многие годы, даже в экстремальных климатических условиях (в Финляндии, Швеции, Германии). В течение трех зимних сезонов, начиная с 2017 г. она была применена в Московской области и доказала на практике свою работоспособность в российском климате [ 5 ].

В результате многих исследований установлено, что компост безопасен для сельского хозяйства. Болезнетворные организмы, которые могут поступать с отходами, при образовании высоких температур и антибиотиков погибают. Однако смешанные городские отходы содержат большое количество микропримесей металлов, среди которых находятся сильно токсичные вещества. Недостатком компоста является его сезонное использование и необходимость длительного хранения, что требует больших земельных участков. Из-за небольшого содержания питательных веществ, транспортирование компоста на большие расстояния экономически нецелесообразно.

Еще в 2015 г. в своем финальном отчете Еврокомиссия сделала вывод, что раздельный сбор – наиболее эффективный способ вернуть максимальное количество отходов в производственный цикл.

Целевые показатели развития отрасли обращения с отходами в России, утвержденные распоряжением Правительства РФ от 25.01.2018 г. № 84-р, не подразумевают внедрение РСО. Т.е. законодательство запрещает захоранивать несортированные отходы, однако без предварительного раздельного сбора, сортировка смешанных отходов неэффективна.

Что же касается целевого показателя «доля утилизированных и обезвреженных ТКО к общему количеству образованных ТКО», то как трактовать «утилизацию и обезвреживание» в одной цифре? К чему должны стремиться региональные операторы: как можно больше переработать или как можно больше сжечь? Региональные операторы захотят внедрять РСО только в случае, когда им придется выполнять постоянно растущие целевые показатели именно по утилизации отходов. Целевые показатели нуждаются в корректировке, поскольку они и есть инструмент, фактически делающий обязательным раздельный сбор отходов.

В дополнение к целевым показателям прилагается перечень отходов, запрещенных к захоронению. В нем запрещается захоранивать те составные части ТКО, которые и так никто на помойку не повезет, в частности, не загрязненные отходы пластмасс и макулатуры, то есть чистое вторсырье запрещено захоранивать, но если его перемешать – то его можно везти на полигон. Кроме того, чтобы еще больше простимулировать операторов именно со смешанными отходами, Минприроды в несколько раз снизило ставку платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Есть и еще одно условие, закрепляющее интерес региональных операторов к смешанным ТКО. На проектирование и строительство мощностей по обработке и утилизации средства экологического сбора выделяются в приоритетном порядке. Если регоператор хочет получить субсидии на свою деятельность, он должен запланировать появление в регионе сортировок и перерабатывающих предприятий, если хочет внедрить РСО – должен финансировать самостоятельно. Получается, что в зоне внимания региональных операторов находятся только объекты по сортировке смешанных отходов (обработка) и утилизация, причем под утилизацией понимается и твердое топливо РФ, т.е. это продукт, который планируется продать. При ставке на сортировку смешанных отходов региональным операторам РСО не интересен, вторичное сырье нужно, поэтому никакие конкуренты на контейнерных площадках не приветствуются. Регуляторы отрасли даже снабдили регоператоров специальным правом не разрешать раздельный сбор на контейнерной площадке (п. 21 Правил по обращению с отходами, постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156).

Что же касается заготовителей и производителей, выполняющих расширенную ответственность (РОП). РОП предполагает, что производитель отвечает не только за свою продукцию, но и за то, чтобы она была безопасно утилизирована. Идеологически правильно, когда производитель сам обеспечивает сбор и утилизацию своей продукции и затем отчитывается государству. Так и работает система в Европе. В России производителю дан выбор: обеспечить утилизацию самому или дать денег государству и оно выполнит функцию утилизации. При этом ставки экосбора и нормы утилизации сравнительно невысокие, а по некоторым позициям просто мизерные, за эти деньги обеспечить собственную утилизацию проблематично. Гораздо проще заплатить экосбор. Таким образом, и производителям невыгодно инвестировать в РСО и государство на РСО средств из экосбора не выделяет. По всей стране проекты РСО либо перестали развиваться, либо просто сворачиваются.

Несмотря на признание РСО самым эффективным инструментом при работе с отходами (не считая предотвращения их образования), на данном этапе развития нормативно-правовой базы он не выгоден ни для регоператора, ни для заготовителя, ни для производителей товаров.

В правовом поле РФ не существует необходимого полноценного комплекса инструментов для административного и/или финансового стимулирования внедрения и развития РСО как на уровне федеральной власти, так и в субъектах РФ. Все это в целом означает, что при сохранении существующих норм законодательства заявленные правительством цели по сокращению полигонного захоронения или не будут достигаться, или будут достигаться в обход роста уровня вторичной переработки отходов за счет технологий сжигания ресурсов [ 6 ].

Утилизация ТКО сложна в силу их многокомпонентного состава, причем зачастую металлы, стекло, пластмассы, бумаги и прочее сочетаются не только в деталях изделий, но и в многослойных материалах. Поэтому для большей глубины переработки отходов, а также использования отходов в процессах, обеспечивающих получение дополнительных источников тепловой и электрической энергии, встает вопрос о сортировке ТКО. Организация сортировки отходов – задача сложная, требующая вовлечения населения, от экологической грамотности которого зависит достижение положительного эффекта.

Что касается процесса сжигания органических отходов с получением тепла для муниципальных нужд, то для улучшения экономических и экологических показателей процесса можно использовать плазменные технологии. Плазменное сопровождение в горелках, работающих на твердом топливе, каковым являются органические отходы, при мощности плазмоторна 3-5% от тепловой мощности самой горелки повышает общее тепловыделение на 12-15%, при этом снижается уровень недожога топлива при резком снижении вредных компонентов в отходящих газах и в зольно-шлаковом остатке. Но этот положительный эффект плазменной технологии при сжигании органических отходов можно получить только при отборе всех горючих отходов.

Разумно использовать зарубежный опыт переработки отходов. Но его использованию в полной мере мешает многое: дешевизна захоронения, отсутствие селективного сбора и наработанных технологий подготовки отходов разного вида к переработке. Поэтому, решая вопросы реконструкции или рекультивации полигонов ТКО, налаживая систему селективного сбора мусора, повышая эффективность сжигания органических отходов на мусоросжигательных заводах, необходимо одновременно искать более эффективные технологии переработки отходов и нового оборудования для их реализации [ 7 ].

## Литература

1. *Васкин М.С., Григоренко А.В.* Воздействие на окружающую среду при обращении с ТКО // ТБО.-2018.- № 9.- С. 42-46.
2. *Балакин В.А., Труфманова Е.П., Старых Ю.Ю.* Оценка масштабов генерации биогаза на полигонах ТКО // ТБО.-2017.- № 5.- С. 22-24.
3. *Сорокопуд С.А.* Беспolygonная система обращения с отходами // Вестник промышленности, бизнеса и финансов. – 2018.- № 5-6 (41-42).- С. 63.
4. *Васкин М.С., Григоренко А.В.* Воздействие на окружающую среду при обращении с ТКО // ТБО.-2018.- № 10.- С. 42-43.
5. *Моковеев Ю.В.* Технологии аэробного компостирования // ТБО.-2020.- № 8.- С. 54-55.
6. *Гаркуша А.П.* Кому не нужен отдельный сбор // ТБО.- 2018.- № 9.- С. 10-11.
7. *Стенин В.В., Стенина Н.А.* Проблемы утилизации ТКО // ТБО.-2018.- № 7.- С. 22-25.