

СОБЫТИЯ

ЗА РАЗЛОЖЕНИЕ МУСОРА ОТВЕТАТ МИКРООРГАНИЗМЫ



СКОЛЬКО В РОССИИ МУСОРА

Общая величина накопленных и учтенных отходов производства и потребления в целом по стране составляла... на конец 2016 года порядка 40,7 млрд тонн. Из 268,8 млн кубометров (52,4 млн тонн) ТКО (твердых коммунальных/ бытовых отходов.— Ред.), вывезенных в 2016 году, на обработку — то есть для целей переработки, вторичного и/или повторного использования — было направлено 23,9 млн кубометров (3,9 млн тонн), или почти 9% общего вывоза ТКО. Около 6,4 млн кубометров (1,0 млн тонн) ТКО, или 2,4%, было передано на обезвреживание и уничтожение, в том числе на мусоросжигательные предприятия. ... Подавляющая часть вывезенных отходов — 238,5 млн кубометров (47,6 млн тонн), или 88,7% от общего вывоза ТКО — в отчетном 2016 году поступила на полигоны, свалки и в аналогичные места размещения (захоронения) данных отходов.

*Из государственного доклада
«О состоянии и об охране окружающей среды
Российской Федерации в 2016 году»*

Издавна городским мусором, которого было гораздо меньше, чем теперь, постепенно засыпали овраги и заболоченные места, например, «Суково болото» на юго-востоке современной Москвы. С ростом городов появились организованные свалки, для которых обычно использовали естественные понижения местности и овраги. А дальше, чтобы упорядочить обращение с бытовым мусором, вблизи российских городов на отведенных территориях стали создавать специализированные объекты — полигоны ТБО (твердых бытовых отходов).



Мусорная отсталость

В развитых зарубежных странах проводится раздельный сбор и/или сортировка ТБО с отделением биоразлагаемых отходов, которые, как правило, подвергаются переработке в удобрения. На зарубежных полигонах ТБО проводится тщательный контроль поступающих отходов и их рациональное размещение, осуществляется очистка фильтрационных вод (личатов). В применении методов утилизации и переработки ТБО Россия сильно отстает от современного мирового уровня, поскольку основным методом утилизации ТБО в нашей стране является захоронение на полигонах несортированного мусора.

Исследование процессов, происходящих на полигонах ТБО, и их влияние на окружающую среду в нашей стране было начато в 1980-х годах. Под руководством академика Г. А. Заварзина группой ученых при участии инженеров, геологов, почвоведов и микробиологов, в том числе и автора настоящей статьи, было проведено научное обследование подмосковного полигона ТБО «Жузино».

Тогда впервые было установлено, что температура в свалочном теле на глубине 25 м достигает 53–55°C. В пробах свалочного грунта были изучены процессы микробной деградации органических отходов. Был исследован состав свалочного биогаза, представленного в основном метаном и углекислым газом с многочисленными, в том числе токсичными, примесями. Позже было установлено, что свалочный биогаз выделяется с поверхности полигона неравномерно, а потоками из вертикальных разломов и каналов в свалочном теле. Результаты выполненных исследований показали, что полигоны ТБО являются экологически вредными объектами.

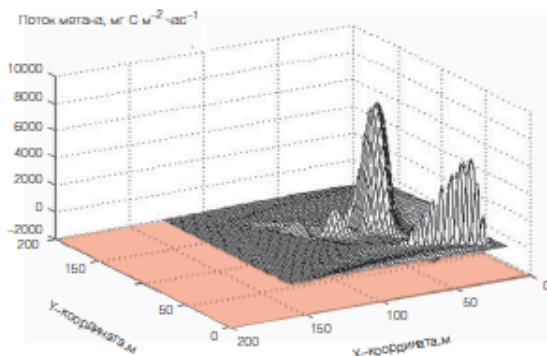
Ситуация с полигонами ТБО ухудшилась в двухтысячные годы после решения увеличивать объемы полигонов ТБО путем насыпи мусорных холмов высотой 40 м и более. Этот опыт был позаимствован из Европы, где такой подход к захоронению ТБО широко используется. Однако в России эта идея оказалась не вполне пригодной в связи с особенностями климата. Зимой наружный слой холма охлаждается и промерзает, оставаясь теплым внутри, где продолжается микробное разложение мусора, а весной наблюдаются осыпи стенок холма и выход потоков токсичных фильтрационных вод (личатов) и дурно пахнущих газов из полуразложившихся отходов.

Ядовитые мусорные нахлебники

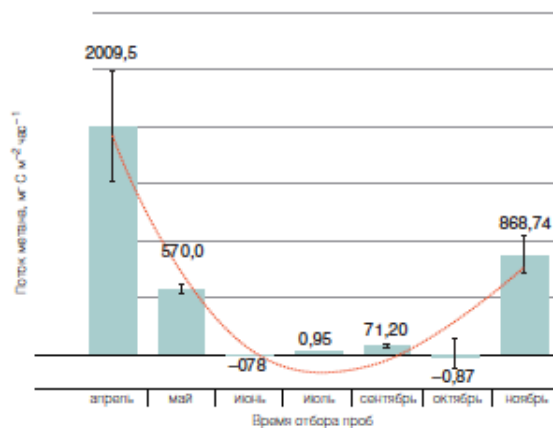
Городские ТБО на 60–70 % состоит из органических биоразлагаемых компонентов, которые в основном включают пищевые отходы, бумагу и картон. Захороненные в свалочном теле полигона ТБО органические биоразлагаемые отходы находятся в условиях отсутствия кислорода и подвергаются разложению не нуждающимися в кислороде анаэробными микроорганизмами. В этом многостадийном биологическом процессе участвуют несколько основных групп микроорганизмов: как минимум три группы бактерий – гидролитические, бродильные и ацетогенные, а также метаногенные археи, образующие метан в качестве конечного продукта метаболизма.

Гидролитические бактерии разлагают сложные полимерные соединения до простых веществ, в основном сахаров, аминокислот и жирных кислот, из которых затем бродильные бактерии образуют кислоты и спирты, а ацетогенные бактерии расщепляют летучие жирные кислоты до ацетата (уксусной кислоты). На всех стадиях процесса образуются водород и углекислота, которые наряду с ацетатом служат субстратом для метаногенных архей.

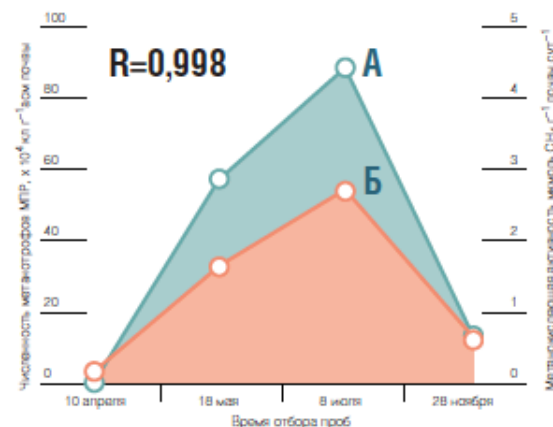
Анаэробное микробное разложение содержащихся в ТБО органических веществ на полигоне ТБО длится в течение 30–50 лет с образованием выделяющегося в атмосферу свалочного биогаза, содержащего основные компоненты: метан и углекислый газ, а также большое количество газообразных и летучих примесей, многие из которых являются токсичными – в частности, аммиак, сероводород, а также фенол и другие ароматические соединения. В



Потоки метана с поверхности закрытого для захоронения ТБО более пяти лет назад участка полигона «Хметьево»



Сезонные изменения потоков метана на одном из участков полигона «Хметьево»



Корреляция между численностью культивируемых окисляющих метан бактерий (А) и метаногенной активностью покрывающей почвы (Б) на том же участке полигона «Хметьево»

случае возгорания или пожара на полигоне токсичность выделяющегося газа резко возрастает. Помимо биогаза в результате жизнедеятельности микробного сообщества образуются растворимые и нерастворимые органические и минеральные вещества. Вследствие дождей, таяния снега, процессов биодegradации и химических реакций накапливаются фильтрационные воды (личаты), которые содержат многочисленные компоненты органических и минеральных веществ, включая тяжелые металлы, такие как медь, кадмий, цинк, свинец, кобальт, ртуть и др., загрязняющие почву. Следует отметить, что в верхнем слое полигона ТБО, куда проникает кислород воздуха, развиваются аэробные газоокисляющие бактерии. Наиболее важной группой являются бактерии, которые в качестве субстрата роста потребляют метан, окисляющийся в свалочном теле полигона ТБО, окисляя его кислородом воздуха. Метаноокисляющие бактерии активны только в теплое время года, и пик их активности приходится на июль. Таким образом, летом эмиссия свалочных газов резко уменьшается, и выход метана может полностью прекратиться, особенно на закрытых полигонах. Наблюдалась очень хорошая корреляция между данными, полученными разными методами. Метаноокисляющие бактерии, образуя микробную биомассу, также играют важную роль в образовании почвенного слоя на поверхности закрытых участков полигонов ТБО.

Найтись на мусоре

Прежде всего следует отметить, что мусоросжигающие заводы проблеме ТБО не решат. К сожалению, на наших заводах мусор сжигают практически без сортировки, и в процессе горения при высокой температуре образуются диоксины и сотни других крайне опасных летучих соединений. В развитых странах осуществляется раздельный сбор мусора, и на мусоросжигательные заводы поступают фракции ТБО, не образующие или образующие мало вредных соединений. Кроме того, эти заводы оснащены системой дорогостоящих очистительных фильтров, что требует больших эксплуатационных затрат, а также особых способов утилизации использованных фильтров. Ниже перечислены предлагаемые методы обращения с ТБО в долгосрочной перспективе.

1. Раздельный сбор и сортировка ТБО с удалением металлических, стекла, пластмасс, пластиковых упаковочных материалов.
2. Отделение и последующая переработка пищевых отходов в анаэробных реакторах (метантенках) в биогаз для использования в качестве топлива для местных нужд и применение сброженной массы в качестве удобрения.
3. Совместное компостирование пищевых и бумажных отходов с получением удобрения для озеленения городов, дорог, лесопосадок.
4. Возобновление сбора и переработки макулатуры в бумагу и картон.
5. Прием или покупка у населения стеклотары и пластиковых емкостей для вторичного использования переработки и утилизации.
6. Строгий контроль за составом и размещением на полигоне поступающих на захоронение ТБО почва, грунтов и водоемов.
7. Очистка фильтрационных вод (личатов) для предотвращения загрязнения окружающих полигон ТБО почва, грунтов и водоемов.

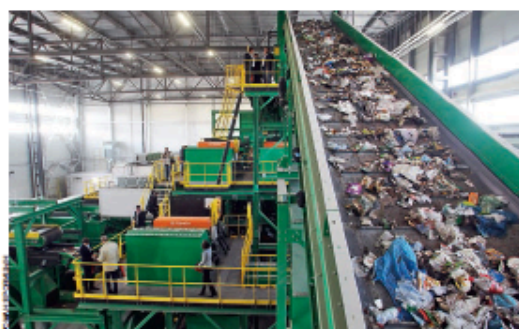
Эти простые и давно используемые в развитых странах меры помогут уменьшить объем мусора, вывозимого на полигоны ТБО, по меньшей мере в два раза, кардинально снизить эмиссию вредных газов с поверхности полигонов ТБО и токсичность фильтрационных вод (личатов), а также получить из

отходов полезные продукты по принципу «отходы – в доходы».

АЛЛА НОЖЕВНИКОВА, доктор биологических наук, зав. лабораторией «Микробиология антропогенных мест обитания», лауреат премии правительства России в области науки и техники. Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН

СВАЛКА ПАХНУТЬ НЕ ДОЛЖНА

В местах размещения полигонов для бытовых и промышленных отходов природные геологические барьеры встречаются редко. Приходится сооружать в основании и на поверхности полигонов искусственные защитные экраны из естественных грунтов (глины или суглинки) или из синтетических материалов, которые должны исключать или сводить к минимуму загрязнение окружающей среды. После закрытия полигона поверх него строят противофильтрационный экран в виде финального перекрытия. А внутри на его территории должны быть системы отвода, обеззараживания и утилизации вредных продуктов «жизнедеятельности» полигона.



...Мусоросортировочный комплекс ТБО на полигоне MAG-group

СОВРЕМЕННЫЙ ПОЛИГОН ТКО (ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ) —

это комплекс природоохранных сооружений, предназначенный для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения отходов, предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду, загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, распространения грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

Очистка фильтрата

В подземные и поверхностные воды попадает фильтрат — мутная темно-коричневая жидкость с неприятным запахом. В ней присутствуют большое количество токсичных органических и неорганических соединений (нефтепродукты, ароматические углеводороды, амины, хлоруглероды, спирты и кислоты и т. д.) и патогенные микроорганизмы.

Системы сбора фильтрата представляют собой дренажные трубы, размещенные в нижнем противофильтрационном экране или над ним. Обычно используются перфорированные трубы, проложенные приблизительно в 20 м друг от друга, либо, как альтернатива, специальная система из геосинтетических материалов, которая также собирает фильтрат и отводит его в специальную емкость для последующей очистки.

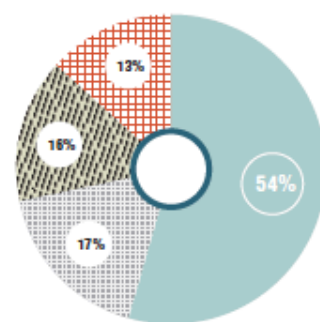
Существует также вариант подачи фильтрата (полной или частичной, в зависимости от коэффициента испарения в данной местности) на поверхность свалки по замкнутому циклу в целях недопущения возгораний.

Для очистки фильтрата может применяться как биологическая обработка (аэробная и анаэробная), так и физико-химическая (химическое осаждение, химическое окисление, адсорбция с применением активированного угля, а также обратный осмос — наиболее эффективная технология на сегодняшний день).

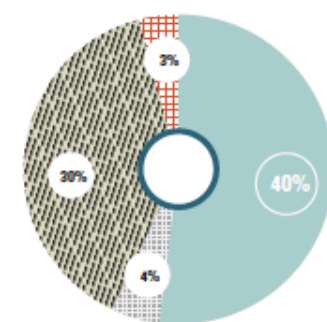
СКОЛЬКО В РОССИИ МУСОРА



СТРУКТУРА ОТХОДОВ В РОССИИ



СТРУКТУРА ТБО (ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ) В РОССИИ



- ТКО
- Цветная металлургия
- ТКО
- Черная металлургия
- Пищевые отходы
- Пластик
- Бумага и картон
- Стекло

СОВРЕМЕННЫЙ ПОЛИГОН ТКО — ЭТО КОМПЛЕКС ПРИРОДООХРАННЫХ СООРУЖЕНИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО СБОРА, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ, ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОПАДАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ, ПОЧВЫ, ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД, РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРЫЗУНОВ, НАСЕКОМЫХ И БОЛЕЗНЕТВОРНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПОЛИГОНА ТКО (ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ)

