



НЮАНСЫ КОМПОСТИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ КПО В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Группа «ЭкоЛайн» спроектировала и реализовала в Московской области два современных комплекса по переработке отходов (КПО). Рассмотрим особенности их устройства и функционирования.

*И. Н. Крицкий, генеральный директор
КПО «Восток»*

НОВАЯ ОТРАСЛЬ – НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

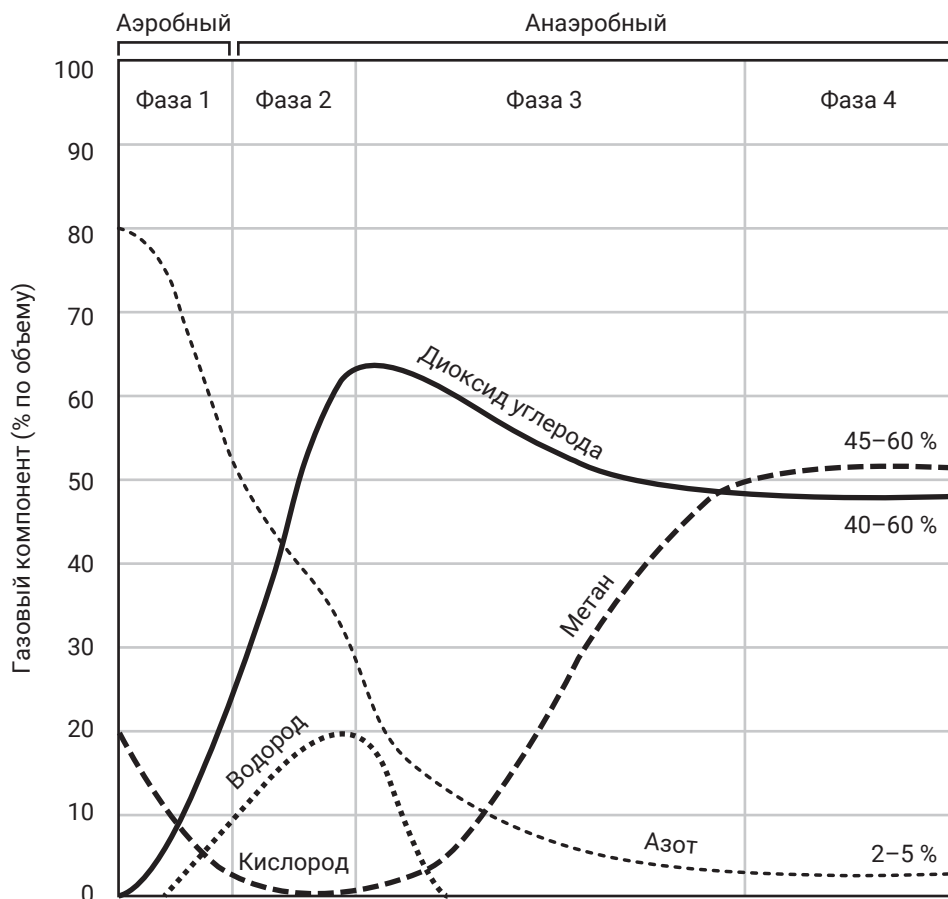
Органические отходы составляют наибольшую долю в составе твердых коммунальных отходов (ТКО). По данным ежеквартального исследования морфологического состава потока ТКО группы «ЭкоЛайн» (далее – Группа), в Москве и Московской области органика составляет в среднем 40 % потока. Коллеги – региональные операторы из Центральной России – под-

тверждают эти данные. В пиковые периоды, например в августе – сентябре, содержание органики увеличивается до 50 %, а в некоторых районах зафиксирован рост до 70 %. Отдельно отметим, что пиковый рост зафиксирован в районах индивидуального жилого строительства, где доступна возможность компостирования на садовых участках.

Между тем именно размещение органических отходов на полигонах приводит к повышенному образованию

фильтрата, неприятного запаха и выбросов свалочного газа.

Это вызвано медленным процессом гниения органики внутри тела свалок с последующим истечением свалочного газа, состоящим в основном из метана CH_4 , а также летучих органических соединений, которые и являются источниками неприятных запахов. Процесс разложения органической фракции в теле полигона протекает в четыре фазы (**рисунок ▶ стр. 24**) и может занимать десятилетия.



Фазы разложения органической фракции в теле полигона

1. Фаза аэробного разложения (1–2 недели). В начальной стадии отходы подвергаются аэробному разложению под воздействием кислорода, что сопровождается активностью аэробных микроорганизмов. Продолжительность этой фазы составляет примерно 1–2 недели, в течение которых происходит деградация легкоразлагаемых органических соединений.

2. Фаза перехода к анаэробии (несколько недель). По мере уменьшения содержания кислорода отходы переходят в фазу анаэробии. Этот процесс может занять несколько недель, в результате отходы становятся более насыщенными органическими материалами, создавая благоприятные условия и питательную среду для последующей ферментации.

3. Ферментативная и ацетогенная стадии (несколько месяцев). В этой фазе ферментативные микроорганизмы разлагают сложные органические соединения на более простые молекулы, а ацетогенные микроорганизмы преобразуют их в ацетат, водород

и углекислый газ. Этот процесс может занимать несколько месяцев.

4. Фаза метаногенеза (до нескольких лет). На заключительной стадии метаногенные микроорганизмы используют продукты предыдущих стадий, такие как ацетат, водород и углекислый газ, для образования метана и углекислого газа. Длительность этой фазы может варьировать от нескольких месяцев до нескольких лет в зависимости от условий и состава отходов.

Использование современных технологий компостирования позволяет проводить контролируемое разложение органических отходов, поддерживая процесс в фазе аэробного разложения.

ТЕХНОЛОГИИ КОМПСТИРОВАНИЯ

В мировой практике используется несколько технологий компостирования для эффективного контролируемого разложения органической фракции в составе ТКО.

Наиболее передовыми технологиями, которые обеспечивают высокий уровень эффективности и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, являются:

- ангарное компостирование;
- тоннельное компостирование;
- индустриальное компостирование.

Рассмотрим каждую технологию подробнее и выделим достоинства и недостатки использования каждой с учетом метеорологических условий на территории Московского региона.

Ангарное компостирование является одним из наиболее распространенных методов, применяемых на открытых площадках. Этот метод предусматривает размещение отходов в виде буртов, которые систематически перемешиваются для обеспечения аэробных условий при тщательном контроле температурного режима и влажности. Эта технология широко используется во многих странах (Германия, США, Япония).

Технология ангарного компостирования реализована на КПО «Восток». Ангары для компостирования оснащены системами аэрации буртов и сбора образующегося в процессе фильтрата (реализованными в виде лотков), сбора стоков и подачи воздуха под буртами.

В условиях умеренно континентального климата Московского региона, в котором чуть менее полугодом стоят отрицательные температуры, а также выпадают обильные атмосферные осадки на протяжении всего года, технология компостирования открытого типа нерентабельна, так как процессы естественного разложения органики останавливаются при температуре около 0 °C и ниже.

Поэтому данная технология реализуется в закрытых теплых ангарах, что позволяет использовать компостирование на протяжении всего года. В ангарах устанавливается система вентиляции и фильтрации выходящих газов для исключения распространения неприятных запахов.

Особенности:

- применение на больших площадках, где отходы укладываются в виде буртов;

- необходимость активного перемешивания для обеспечения аэробных условий разложения органики;
- контроль оптимального температурного режима и влажности.

Преимущества технологии:

- высокая эффективность разложения органики;
- возможность обработки большого объема отходов.

Недостатки:

- требуется значительная площадь для компостирования;
- высокие энергозатраты на перемешивание.

Тоннельное компостирование представляет собой метод, при котором отходы размещаются в бетонных тоннелях, оборудованных системами вентиляции и орошения для поддержания аэробных условий. Эта технология обеспечивает более точный контроль температуры и влажности, что приводит к более равномерному разложению материалов. Использование закрытых герметичных тоннелей изолирует отходы на весь срок компостирования и исключает воздействие погодных и температурных условий внешней среды.



Мнение

Для решения проблемы гниющей на полигонах органики в масштабах страны группа «ЭкоЛайн» предлагает рассмотреть запрет на захоронение органических отходов с 2030 г.

Каждый новый объект обработки отходов должен обязательно включать этап отбора и переработки органических отходов. Уже существующие объекты необходимо модернизировать тем же образом. Результат компостирования – техногрунт – должен стать полноценным продуктом, и его необходимо стандартизировать.

Необходимо наделить региональные власти обязанностью обеспечивать сбыт техногрунта в виде гарантированного заказа отсыпки откосов дорог либо рекультивации нарушенных земель.

Законодательно закрепив запрет на захоронение органических отходов и сделав компостирование обязательным этапом переработки как можно скорее, мы не разрушаем сложившиеся природные экосистемы, не тратим плодородный слой почвы на строительные работы, снижаем влияние полигонов на окружающую среду и исключаем появление запаха и фильтрата.

Автоматизированная система контроля условий внутри тоннелей позволяет управлять влажностью и температурным режимом удаленно, с планшета, не требует постоянного присутствия сотрудника внутри

цеха компостирования. Отсутствие необходимости ворошения органических отходов благодаря равномерному продуванию отходов существенно экономит затраты на персонал, на горюче-смазочные материалы (ГСМ), исключает возможность нарушения температурного режима во время открывания дверей. По сути, технология позволяет уложить отходы в тоннель, закрыть двери и открыть их уже по окончании цикла компостирования.

Технология тоннельного компостирования впервые в России реализована на КПО «Нева» в 2021 г. С учетом погодных условий и температурных режимов региона этот метод компостирования наиболее эффективен для использования в Московском регионе на протяжении всего года.

Особенности:

- отходы размещаются в тоннелях с системами вентиляции и орошения. Автоматизированный и удаленный контроль температуры и влажности;
- меньший размер площадей по сравнению с компостированием ангарного типа.

Преимущества:

- не требуется постоянного ворошения, ниже затраты на ГСМ и персонал;
- эффективное использование пространства;





- возможность удаленно контролировать условия компостирования;
- подходит для компостирования в ограниченных пространствах.

Недостаток: требуются значительные инвестиции в капитальные строения и инфраструктуру.

Индустриальное компостирование – метод, основанный на использовании больших бетонных ванн, которые заполняют отобранной из потока ТКО органической фракцией. После загрузки ванны отходы накрывают мембранным покрытием по всей площади для защиты от атмосферных воздействий (осадков, ветра и т. п.) и поддержания оптимальных условий процесса компостирования. Система аэрации и сбора фильтрата по конструкции аналогична компостированию открытого типа.

Данный метод компостирования в единичных случаях применяется на территории Московского региона. Однако оптимально использовать эту технологию в субтропическом климате южных регионов страны. На территории Центральной России, а тем более в Сибири, этот метод будет неэффективным.

Особенности:

- использование специальных бетонных ванн и мембранного покрытия;

- обеспечивает стабильные и контролируемые условия разложения в субтропическом климате.

Преимущества:

- легче контролировать процесс компостирования;
- меньшие затраты на управление и обслуживание;
- оптимален для южных регионов.

Недостатки:

- нестабильные результаты компостирования при минусовых температурах;
- зависимость от качества и состояния мембранного покрытия;
- экономически неэффективен для больших объемов отходов.

НЮАНСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

В Группе в настоящий момент эксплуатируется два комплекса компостирования:

1. КПО «Восток» – это комплекс компостирования по технологии открытого компостирования, размещенный в четырех ангарах общей мощностью 285 тыс. т/год. Ангараы оснащены системой аэрации и сбора фильтрата, встроенной в напольные покрытия и расположенной под местами размещения буртов, и систе-

мой орошения для поддержания необходимого уровня влажности отходов в процессе компостирования. На протяжении всего срока компостирования необходимые показатели отслеживаются большим количеством датчиков, которые позволяют эффективно следить за процессом.

2. КПО «Нева» – это высокотехнологичный комплекс компостирования по технологии тоннельного компостирования, состоящий из 24 герметичных тоннелей закрытого типа общей мощностью 150 тыс. т/год. Каждый тоннель оборудован системой вентиляции, орошения и датчиками влажности, давления, температуры и анализа воздуха, позволяющими контролировать содержание кислорода, азота и углекислого газа, а также системой очистки выходящих газов. Процесс управления заданными параметрами осуществляется в автоматизированном режиме на основе постоянного мониторинга на протяжении всего срока компостирования.

Срок компостирования в обоих методах составляет 21 день. В результате органическая фракция полностью разлагается и итоговый продукт в соответствии с разработанными техническими условиями является инертным и безопасным для человека и окружающей среды, что подтверждается лабораторными исследованиями.

Полученный техногрунт реализуется внешним потребителям с целью рекультивации нарушенных земель, а также может использоваться для рекультивации горных выработок, закрепления откосов, обочин автомобильных и железных дорог.

Технологии компостирования относительно новые для сферы отходов в Российской Федерации и ранее массово не использовались в наших климатических условиях. Международный опыт использования различных методов компостирования предполагает адаптивные методологии ведения и настройки процесса на основе региональных климатических условий и местной морфологии отходов. В связи с этим отлаженные параметры процесса компостирования, которые применяются в других странах



и климатических поясах, не покажут такую же высокую эффективность в нашем регионе и отличной от южных регионов климатической резко континентальной зоне.

Длительность эксплуатации комплексов компостирования на собственных объектах Группы составляет уже четыре года. При реализации технологий компостирования под контролем иностранных производителей и технических консультантов на начальном этапе было выявлено множество незначительных отклонений в технологических процессах, вызванных сильно отличающимися от европейских морфологией отходов, температурными режимами

и погодными условиями внешней среды.

Контролируемое биотермическое разложение органики является сложнейшим многофакторным процессом, где незначительные изменения одного из параметров оказывают существенное влияние на конечный результат.

Адаптация технологий к российским реалиям и корректировка тонких настроек процесса компостирования для повышения эффективности комплексов выше заявленных производителями значений проводилась специалистами КПО с участием российской инжиниринговой компании «Эковектор».

С момента запуска комплексов по компостированию было проведено более сотни различных экспериментов с использованием дополнительных датчиков, газоанализаторов и компьютерного моделирования процессов. По результатам многомесячного изучения специалисты пришли к однозначному выводу, что уже достигнутые результаты не являются пиковой точкой эффективности комплекса.

В рамках экспериментов исследовали зависимости трендов температур и интенсивности процессов внутри буртов на разных стадиях компостирования в зависимости от различных условий: атмосферного давления, сезонных морфологических изменений сырья и применения различных семейств и штаммов бактерий, также исходя из меняющейся морфологии.

Получаемая информация подробно изучается в аналитическом центре Группы с целью выявления более точных закономерностей и зависимостей на всей цепочке процесса компостирования для дальнейшего повышения эффективности комплекса. Ключевой целью является максимально возможное снижение нагрузки на объекты размещения отходов и получение техногрунта высшего качества для последующего использования в различных сферах промышленности.

Экспериментальный огород

Для выяснения возможности использования техногрунта в благоустройстве три года подряд на КПО «Восток» высаживают экспериментальный огород. Площадь огорода (160 м²) поделена на две большие грядки. В одной из них садовый грунт, в другой – техногрунт, полученный в результате компостирования органических отходов в ангарах КПО «Восток». В каждую из них высаживают одинаковые сорта овощей – сладкий перец, тыкву, кабачки, огурцы, помидоры и салат. После сбора урожая экологи комплекса сдают овощи на анализы в филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» в г. Коломне. Специалисты Испытательного лабораторного центра проверяют пробные партии овощей на наличие в них тяжелых металлов, пестицидов и нитратов. Цель данной работы – определить качество техногрунта. Результаты анализов двух лет показывают: содержание тяжелых металлов в овощах, выросших на техногрунте, в два раза ниже нормы.

В 2022 г. на КПО «Восток» впервые на техногрунте высадили декоративные растения. Под посадку лилий, хризантем, аквилегии, флоксов, лилейника, ирисов, папоротника, белого шиповника, калины, барбариса и миндаля выделено около 400 м². ♻️