



с. 30

Охраняем природу:
к 50-летию
Красной книги

Зи



с. 8

Бытовой мусор:
теория и практика
решения проблемы



с. 36

Тема «Грибы»:
изучаем в игровой
форме

Мы – за сокращение БЫТОВЫХ ОТХОДОВ!

О.С. Чертоусова,
М.Д. Матвеев

Рассмотрено влияние деятельности людей на круговорот вещества и энергии в природе, а также проблемы накопления бытовых отходов в городах, утилизации отходов и минимизации загрязнения окружающей среды.

► Согласно Федеральному закону № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г. «Об отходах производства и потребления», под отходами понимаются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, образовавшихся в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства. С развитием цивилизации абсолютное количество твердых бытовых отходов неуклонно возрастало, что связано и с ростом населения, и с изменением образа жизни людей.

Обычно в домашних условиях образуются твердые бытовые отходы (пластмасса, бумага, стекло, пищевые отходы и др.) и жидкие сточные воды. В этом проекте мы будем рассматривать только твердые бытовые отходы (ТБО).

Сегодня утилизация ТБО путем создания свалок становится не только экономически невыгодной, но и экологически опасной. Используя вторичные материальные ресурсы, можно сохранить земельные площади и невозобновляемые полезные ископаемые, получить тепловую и электрическую энергию. Вот почему поиск новых эффективных и экологически чистых способов утилизации ТБО всегда будет актуальным.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Наша планета испытывает огромную антропогенную нагрузку: ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается более 1 млрд т



вредных веществ, в моря и океаны попадает 15 млрд т загрязнителей, но самое большое количество отходов – около 85 млрд т попадает на сушу. По некоторым данным, общий объем наземного мусора к началу 2000-х гг. превысил 1500 км³. При такой скорости накопления мусора через 50 лет наша планета покроется толстым слоем бытовых отходов.

Сейчас в среднем каждый человек за 1 день образует около 1 кг бытовых отходов, т.е. за год для всего мира это составляет сотни миллионов тонн. Скорость образования отходов неуклонно растет: например, в США каждые 10 лет она возрастает на 10%.

В России в 1991 г. отходов на душу населения было значительно меньше, чем в США, т.к. большой объем тары не утилизировался, а обрабатывался и использовался повторно. Однако в связи с экспансией западного образа жизни, включающего в себя бесплатные



одноразовые упаковочные пакеты, одноразовую посуду, одноразовые алюминиевые банки из-под пива и других прохладительных напитков, мы быстро догоняем Америку.

В России ежегодно образуется около 7 млрд т промышленных отходов и 3,8 млрд т ТБО. На территории страны (на полигонах, свалках и хранилищах) скопилось около 83 млрд т ТБО, в том числе более 1,3 млрд т токсичных веществ. Это количество ежегодно возрастает на 120 млн т. Главными загрязнителями почвы являются нефтепродукты, тяжелые металлы, пестициды и др.

КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ В ПРИРОДЕ

Все вещества на нашей планете включены в биогеохимический круговорот. Выделяют два основных круговорота: большой, или геологический, и малый, или химический.

Большой круговорот длится миллионы лет. Разрушаются горные породы, продукты разрушения сносятся потоками воды в Мировой океан или частично возвращаются на сушу вместе с осадками. Процессы опускания материков и поднятия морского дна в течение длительного времени приводят к возвращению этих веществ на сушу. Затем все повторяется вновь.

Малый круговорот является частью большого и происходит на уровне экосистемы. Питательные вещества почвы, вода, углерод аккуму-

лируются в автотрофных организмах, которые служат пищей для гетеротрофных организмов. Отмирающие организмы разлагаются почвенной микрофлорой до минеральных компонентов, доступных растениям, и вновь вовлекаются в поток вещества.

Круговорот веществ из неорганической среды через органическую среду растений и животных обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии химических реакций называется *биогеохимическим циклом*.

В качестве примера рассмотрим круговорот углерода. Углерод – составная часть скальных пород и в виде CO_2 – часть атмосферного воздуха. Источники CO_2 – вулканы, дыхание, лесные пожары, сжигание топлива, промышленность и др. Атмосфера интенсивно обменивается CO_2 с Мировым океаном, где его в 60 раз больше, чем в атмосфере, т.к. CO_2 хорошо растворяется в воде (чем ниже температура – тем выше растворимость). Океан действует как гигантский насос: поглощает CO_2 из атмосферы в холодных областях и частично отдает его обратно в тропиках. Избыточное количество CO_2 в океане соединяется с водой, образуя угольную кислоту, которая, в свою очередь, образует стабильные соединения в виде карбонатов. Карбонат кальция – строительный материал для скелетов многих организмов. Умирая, морские организмы попадают на дно и становятся частью осадочных



пород, демонстрируя взаимодействие большого и малого круговоротов веществ.

Растения и фитопланктон в процессе фотосинтеза поглощают CO_2 . Скорость усвоения ими углерода составляет примерно $1,5 \times 10^{11}$ т в год, и весь запас углерода в атмосфере они израсходовали бы примерно за 35 лет, если бы не было его обратного поступления. Углерод из молекулы CO_2 в ходе фотосинтеза включается в состав глюкозы, а затем в состав более сложных соединений, из которых построены растения. В дальнейшем они переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех остальных живых организмов в экосистеме и возвращаются в окружающую среду в составе CO_2 .

Сжигая топливо (нефть, уголь), где тоже присутствует углерод, человек также завершает цикл углерода – это *биотехнический круговорот* углерода.

Содержание углерода в земной коре составляет около 8×10^{16} т, в карбонатных отложениях на дне океана – до 3×10^{12} т, в угле, газе и нефти – до 5×10^{12} т. Жизнь на Земле и газовый баланс атмосферы поддерживаются относительно небольшим количеством углерода (около 5×10^9 т).

Сжигание каменного угля, нефти и газа увеличивает концентрацию атмосферной углекислоты. Углекислый газ обладает свойством свободно пропускать коротковолновую радиацию и препятствовать прохождению отраженного от Земли длинноволнового теплового излучения, что обуславливает парниковый эффект (основной вклад в этот эффект вносят пары воды, также образующиеся при сгорании топлива, но вода включена в другой круговорот). В результате возрастает температура приземного слоя атмосферы и могут произойти климатические изменения.

Люди обычно не задумываются над тем, нарушит ли их деятельность сложную систему круговорота веществ в природе и не запустит ли процесс разрушения планеты. Человечество подошло к такому уровню воздействия на природу, когда уже требуется целенаправленно просчитывать все возможные последствия его деятельности, чтобы избежать экологического кризиса в ближайшем будущем.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ

Отходы потребления – изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического (материального) или морального износа.

Промышленные отходы – машины, станки и другое устаревшее оборудование предприятий.



www.sreboda.org

Бытовые отходы – отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности людей и удаляемые ими как нежелательные или бесполезные. Сюда относятся картон, газетная, упаковочная или потребительская бумага; всевозможная тара (деревянная, стеклянная, металлическая); вышедшие из употребления или утратившие потребительские свойства изделия из дерева, металла, кожи, стекла, пластмассы, текстиля и других материалов; сломанные или устаревшие бытовые приборы (мусор), а также сельскохозяйственные и коммунальные пищевые отходы (отбросы).

Особую категорию отходов (главным образом промышленных) составляют **радиоактивные отходы** (РАО), образующиеся при добыче, производстве и использовании радиоактивных веществ в качестве горючего для атомных электростанций, транспортных средств (например, атомные подводные лодки) и др.

Большую опасность для окружающей среды представляют **токсичные отходы**, в том числе не опасные на стадии их появления, но приобретающих токсичные свойства во время хранения.

Доля **пластмасс** (полиэтилена, полипропилена, полиэтилентерефталата, полистирола, поливинилхлорида и т.п.) в общей массе отходов с каждым годом увеличивается, что в основном связано с расширением полимерной упаковки и предметов одноразового использования. По данным журнала «Вокруг света» (№ 7 за 2012 г.), пластмасса в России составляет около 3% от общего количества ТБО. Сроки разложения изделий из пластмасс и полиэтилена могут составлять от 10–20 лет (пакеты) до 400–800 лет (пластиковые бутылки). В настоящее время средне-

статистический человек из развитой страны потребляет около 150 бутылок воды в год, и пластиковые бутылки составляют 40% общего объема пластмассовых отходов. В мире производится свыше 13 млн бутылок и свыше 40 млн других изделий из пластика, и всего лишь 2,5% от этого огромного числа перерабатывается. Даже при простом сжигании бутылки из пластика можно получить количество энергии, составляющее до 2/3 энергозатрат на ее производство и достаточное, чтобы питать небольшую электрическую лампочку в течение 6 ч.

Бумага (макулатура). По данным того же журнала «Вокруг света», бумага и картон (школьные тетради, книги, упаковки от пищевых продуктов и бытовой техники) составляют около 35% от общего количества ТБО. Изделия из целлюлозы считаются экологически чистыми, т.к. производятся из натуральной древесины и разлагаются в течение 6 недель, образуя удобрения для почвы. Тем не менее важно, чтобы переработка этого типа отходов была налажена, потому что позволит сократить вырубку леса для производства бумаги.

Стекло в домашнем хозяйстве используется гораздо реже, чем в промышленности, и сейчас из стекла в большом объеме производятся только бутылки и банки. Общая доля стекла в ТБО не превышает 8%, хотя при должном обращении стеклянная тара вполне могла бы стать хорошей заменой пластиковым или картонным упаковкам. Например, стеклянные бутылки не обязательно перерабатывать, их можно просто мыть и стерилизовать. Произ-

водство и повторное использование стеклянной тары в 3–5 раз дешевле, чем производство аналогичного количества пластиковой. К сожалению, в России не существует крупных пунктов приема стеклотары. Это приводит к тому, что многочисленные стеклянные бутылки валяются разбитыми на улицах городов России, и никому нет дела, что они пролежат там еще тысячи лет.

Пищевые отходы. Согласно ГОСТ № 30772-2001, это «продукты питания, утратившие полностью или частично свои первоначальные потребительские свойства в процессе их производства, переработки, употребления или хранения». Пищевые отходы негативно влияют на состояние окружающей среды. Они могут являться источником инфекционных заболеваний.

На долю пищевых отходов в России приходится более 40% ТБО. Из них 50–75% приходится на овощи, 20–25% на фрукты, 6–9% на мясо и колбасы, 2–3% на рыбу и около 2% на хлеб. Конечно, утилизировать пищевые отходы проще, чем все остальные виды ТБО: достаточно компостной ямы, где они будут постепенно разлагаться, или из них можно производить удобрения. Но для этого тоже необходимо выделять специальные места, которые, если их не контролировать, превратятся все в ту же свалку.

Есть несколько причин увеличения количества мусора:

- повышение уровня жизни, позволяющее еще пригодные к использованию вещи заменять новыми;

Виды твердых бытовых отходов

Тип отходов	Содержание, %
Бумага	24–31
Пищевые отходы	29–43
Дерево	1,5–3,5
Металлы	1–3
Текстиль	2–4
Стекло	5–7
Пластмассы	2–4
Резина, кожа	2–3
Кости	0,5–1,5

- увеличение количества товаров в упаковках;
- увеличение производства товаров массового потребления одноразового использования.

Основную массу ТБО составляют пищевые отходы и бумага. Но в разных городах и регионах России состав ТБО может меняться в зависимости от структуры экономики, количества жителей или даже от сезона года. Например, весной содержание пищевых отходов может составлять 20–30%, а осенью достигать до 40–45%, что связано с увеличением потребления овощей.

СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ТБО

Для любого мегаполиса важно иметь налаженную систему сбора и утилизации всех типов отходов. Утилизация ТБО – достаточно прибыльный бизнес. Ведь почти любой материал может быть повторно переработан в новое изделие или утилизирован с получением большого количества электроэнергии. Так, например, из переработанной пластмассы можно производить синтепон и полиэстер, которые в дальнейшем используются в текстильной промышленности. Бумагу и картон можно сжигать и получать дешевую электроэнергию или использовать их вторично. Из пищевых отходов можно получать биогаз. Основная проблема заключается лишь в том, что большинство людей видят в мусоре только мусор.

По данным ВОЗ, на июнь 2007 г. экологическая зависимость смертности в России достигла 20% от общей смертности и составила 493 тыс. человек в год (в 2004 г. – 350 тыс. человек). Одной из причин роста этого показателя являются расползающиеся вокруг городов и поселков свалки, хотя раньше главными загрязнителями окружающей среды считались промышленные отходы. Очевидно, что избавляться от ТБО необходимо с соблюдением норм экологической безопасности.

Захоронение – самый дешевый метод утилизации. Различают следующие методы захоронения.

Свалка – несанкционированное размещение отходов на площади более 200 м² или отдельно расположенные очаговые навалы отходов объемом более 10 м³ в необорудованных для этого местах. Это сиюминутное решение проблемы, противоречащее экологическим и ресурсным требованиям, приводит к отчуждению огромных площадей земли,

потере ценных компонентов ТБО, экологической опасности (загрязнение грунтовых вод и атмосферы, потенциальная опасность в отношении пожаров, распространения инфекций и пр.).

Полигон с засыпкой срунтом – специальное сооружение, предназначенное для изоляции и обезвреживания ТБО, которое должно гарантировать санитарно-эпидемиологическую безопасность населения. Это сложнейшая система, подробное исследование которой началось только недавно. Предполагается, что срок переработки на хорошем полигоне может составлять 50–70 лет и больше, в основном из-за пластика. Современные полигоны оборудованы всеми типами защитных систем, чтобы не допустить контакта отходов с окружающей средой. Но именно из-за этого разложение отходов затрудняется и они представляют собой своеобразную бомбу замедленного действия.

На полигонах России захоронено около 82 млрд т различного мусора. В настоящее время вывоз ТБО на полигоны с последующим захоронением считается неэффективным в силу перечисленных выше причин и по возможности от него стараются отказаться.

Полигон со сбором биогаза – самый новый вид захоронения ТБО. При недостатке кислорода органические отходы подвергаются анаэробным биохимическим процессам, приводящим к образованию «свалочного газа» (в основном метан и диоксид углерода), который можно собирать и использовать как топливо. Полигоны со сбором биогаза обязательно должны быть закрытыми и требуют некоторых финансовых вложений. Такой вид захоронения отходов распространен в развивающихся странах мира.

Термические методы утилизации отходов известны давно, но в XXI в. они приобрели новое значение. Многие раньше критиковали сжигание мусора за чрезмерное выделение CO₂ и вредных веществ в атмосферу, а также за потребление тепловой энергии без дальнейшего выхода полезного продукта. Сейчас разработаны технологии, позволяющие практически убрать выбросы вредных веществ, и на современных мусоросжигательных заводах используются технологии, позволяющие не потреблять, а даже вырабатывать электроэнергию за счет тепла, выделяющегося при горении.

Открытое горение – простое сжигание ТБО на открытом воздухе. В настоящее время в развитых странах практически не применяется



Мусоросжигательный завод Шпиттеллау в Вене (архитектор Фриденсрайх Хундертвассер)

ся, за исключением больших неконтролируемых свалок.

Промышленное сжигание – сжигание мусора на специализированных предприятиях с возможностью выработки дешевой электроэнергии. Лидерами в этой области являются Япония (доля термических методов утилизации – 73%) и Швеция (множество мусоросжигательных предприятий обеспечивает электроэнергией 1/3 страны).

Пиролиз – термическое разложение органических и неорганических соединений на более простые вещества при недостатке воздуха. Трудности с организацией пиролиза шин, изделий из пластмасс и некоторых других органических отходов связаны с содержанием в них фосфора, хлора, серы. Улавливание этих соединений из дыма – процесс сложный и дорогостоящий.

Галификация – преобразование органической части твердого или жидкого топлива в горючие газы при высокотемпературном (1000–2000 °С) нагреве с окислителем (кислород, воздух, водяной пар, CO₂ или их смесь). При этом в газовую фазу переходит до 80% органической части топлива. Метод широко применяется для переработки низкосортных видов топлива и некоторых видов неорганических ТБО, поскольку мало зависит от качества сырья и присутствия в нем минеральных примесей и влаги. Кроме того, полученное газообразное топливо при сжигании выделяет значительно меньше вредных веществ, чем твердое.

Рециклинг. Часть ТБО может быть использована вторично (вторичные материаль-

ные ресурсы – ВМР). Для этого используют метод раздельного сбора и предварительную сортировку (покомпонентный сбор вторсырья, при котором незагрязненная макулатура, упаковочная тара, стекло, пластмассы, металлы собираются отдельно и отправляются на переработку). Правильная организация сбора отходов может сэкономить значительные средства. Кроме того, сортировка ТБО позволит выделять из них компоненты, которые в процессе дальнейшей утилизации (например, методом сжигания или компостирования) могут оказаться вредными для здоровья людей или не удовлетворяют требованиям процессов дальнейшей обработки.

Отбор вторсырья – на этом этапе отбираются материалы, которые можно переработать и использовать заново.

Переработка – собственно повторная переработка отходов. Из-за высокой стоимости строительства завода и начала переработки даже в развитых странах Европы перерабатывается лишь около 2% всех отходов. Переработкой обычно занимаются частные фирмы с крупным капиталом, так что заводы имеют современное оснащение и средства защиты, предотвращающие выброс вредных веществ. Интересно, что большую часть перерабатываемых отходов составляет цифровая и компьютерная техника (в основном из-за наличия драгоценных металлов – золота и платины), второе место занимают полиэтилен и другие пластмассы. Они перерабатываются в пластиковые гранулы или синтетическую ткань.

К биологическим методам относится **компостирование** – биохимический процесс разложения органической части ТБО микроорганизмами. Это направление в мировой практике развивалось как альтернатива сжиганию (первый завод в Европе по компостированию ТБО был построен в 1932 г. в Нидерландах), но большого распространения не получило. В Европе, Японии и США с получением компоста перерабатывают около 2% ТБО. В России компостирование применяется населением на индивидуальных и садовых участках. В то же время процесс компостирования может быть централизован и проводиться на специальных площадках, а компост затем использоваться в городском и сельском хозяйстве. Качество компоста может быть значительно улучшено, если сначала из отходов извлечь металл, пластик и т.д., и все же он представляет собой достаточно опасный продукт и не находит широкого применения (на Западе такой «компост» применяют только для покрытия свалок). ■