СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ МУСОРА

Д.М.Жилин
МГУ им. М.В.Ломоносова

Каждый из нас выбрасывает огромное количество мусора. Так, среднестатистический москвич выбрасывает за год более 360 кг твердых бытовых отходов. И это только отходы, так сказать, индивидуального потребителя. Сюда не входят ни строительные, ни промышленные отходы. Причем мы выбрасываем мусор как организованно (в помойные ведра, урны и т.д.), так и неорганизованно (куда попало). Если весь мусор, выброшенный за год жителями Москвы, распределить ровным слоем по городу, толщина этого слоя была бы около 10 см. Чтобы не утонуть в грудах мусора и не отравиться продуктами его разложения, его надо как-то утилизировать, или, проще говоря, куда-то девать.

Мы имеем один экземпляр Вселенной и не можем над ним экспериментировать.
В.Л.Гинзбург

Утилизация мусора — одна из важнейших проблем современной цивилизации. Особенно тяжело утилизировать неорганизованно выброшенный мусор, так как помимо проблем, характерных для утилизации мусора вообще, возникает проблема сбора неорганизованно выброшенного мусора.

Пока что человечество придумало три принципиально разных пути утилизации мусора: организация свалок, вторичное использование отходов и сжигание их. Однако ни один из них нельзя признать абсолютно приемлемым.

Вторичное использование отходов — наиболее ресурсосберегающий путь, но он не всегда рентабелен как в экономическом, так и в экологическом плане. Здесь существует ряд проблем.

Первая проблема заключается в том, что прежде чем мусор использовать, его необходимо рассортировать. Бумага, железяки, битое стекло — все должно находиться отдельно. Очевидно, что рассортировать мусор, уже поступивший на свалку, практически невозможно — автоматов таких нет, а люди работают очень медленно, да и вредно это для их здоровья. Поэтому сортировать мусор надо в тот момент, когда его выбрасывают. Значит, каждый человек должен завести отдельные ведра для пищевых отходов, бумаги, пластмассы и т.д. Такой подход приживается в деревнях, но в городах подобные идеи внедрить трудно. Хотя в некоторых зарубежных странах на улицах уже появились отдельные контейнеры для разных типов мусора, но этой акции предшествовала мощная рекламная кампания. В нашей стране эксперимент по раздельному сбору мусора начат в г. Пущино, однако говорить о каких-либо результатах этого эксперимента пока рано.

Вторая проблема — доставка мусора к месту переработки. Если мусора и потребителей продуктов его переработки много, то и заводов, способных перерабатывать отходы такого типа, можно понастроить много. Тогда, например, битое стекло, собранное с окрестных свалок, будут перерабатывать на многочисленных стеклозаводах. А как быть с электрическими лампочками? В каждой лампочке содержатся несколько десятков миллиграммов молибдена и вольфрама — редких и ценных металлов. Вторичная переработка этих металлов требует высоких температур (температура плавления молибдена — 2620 °С, вольфрама — 3387 °С). Для поддержания высоких температур необхо-

дим реактор большого объема (иначе все тепло, вырабатываемое в реакторе небольшого объема, будет уходить через его стенки, имеющие относительно большую площадь). Поэтому в каждом городе завод, производящий электролампочки, а соответственно, и перерабатывающий молибден и вольфрам, не построишь — произойдет затоваривание. В России всего несколько таких заводов. Таким образом, чтобы утилизировать молибден и вольфрам, надо объехать все помойки, собрать на каждой несколько выброшенных лампочек и везти их за тридевять земель. На все это нужен бензин — тоже недешевое и невозобновляемое сырье, выделяющее при сгорании токсичные вещества. Вот и получается, что вторичная переработка лампочек при всей ее кажущейся привлекательности, занятие накладное. По той же причине не стоит организовывать централизованный сбор мусора для вторичного использования в деревнях и селах.

Третья проблема заключается в том, что мусор — сырье принципиально нестандартизируемое, т.е. каждая новая партия мусора, поступившая на переработку, будет заметно отличаться от предыдущей по целому ряду параметров. Поэтому мусор невозможно использовать как сырье для производства высококачественной продукции. В те времена, когда у нас за каждые сданные 20 кг макулатуры можно было получить томик А.Дюма, казалось, что этот томик напечатали на бумаге, полученной после переработки макулатуры. На самом деле макулатура шла на производство бумаги самого низкого качества. Из нее делали, в основном, оберточную и писчую бумагу.

Таким образом, столь привлекательная, на первый взгляд, идея вторичного использования бытового мусора до сих пор почти не находит воплощения. Исключение составляют пищевые и растительные отходы на садовых участках и в деревенских домах, которые компостируют (сваливают на 2 — 3 года в кучу и дают перегнить), получая полезное удобрение. Поэтому мусор приходится либо вывозить на свалки, либо сжигать.

Вывоз мусора на свалку — самый дешевый, но при этом самый недальновидный способ его утилизации. Недальновидный он в первую очередь потому, что мусор остается мусором. Свалки (особенно вокруг крупных городов) занимают огромные площади. Ядовитые вещества, оказывающиеся на свалках (в отработанных батарейках, аккумуляторах, термометрах и т.д., а также в гниющих пищевых продуктах и разлагающихся пластмассах), проникают в подземные воды, которые часто используют в качестве источников питьевой воды, развеиваются ветрами по окрестностям и тем самым наносят ущерб окружающей среде. Кроме того, в результате процессов гниения без доступа воздуха образуются различные газы (метан, этилен, сероводород, фосфин), которые также не освежают атмосферу вокруг свалки. Некоторые продукты гниения (в первую очередь дифосфин P_2H_4) способны самовоспламеняться, поэтому на свалках регулярно возникают пожары, при которых в атмосферу выбрасывается сажа, фенол, бенз-а-пирен и прочие ядовитые вещества.

Итак, мусор сваливают на поверхность земли или подвергают захоронению, т.е. закапывают в землю. Что хуже — неизвестно, поскольку, с одной стороны, захороненный мусор не дает пыли, разлетающейся вокруг свалки, и не так портит ландшафт, а с другой — он находится ближе к грунтовым водам. К тому же захоронение мусора — процесс достаточно дорогостоящий. Оно эффективно в том случае, если надо обезвредить небольшое количество мусора, т.е. на садовых участках, в небольших деревнях или в походах. Как правило, захороненный мусор (если его объемы невелики) разлагается гораздо быстрее, чем валяющийся на поверхности, и не портит пейзаж.

Тем не менее свалки мусора могут оказаться полезными. Так, строительным мусором (особенно остающимся после разрушения старых домов) засыпают овраги, ямы и т.д. Поскольку основная часть строительного мусора (кирпич, бетон, куски штукатурки) по составу аналогична природным камням, большого ущерба природе такое использование не наносит (при условии, что к строительному мусору не примешан бытовой). На Западе существуют и уже осуществляются проекты рекультивируемых свалок. Во-первых, такие свалки дренируют, чтобы не допустить проникнове-

ния вод со свалки в подземные водоносные горизонты. Во-вторых, их вентилируют, чтобы не допустить образования горючих и ядовитых газов. Мусор на свалку насыпают так, чтобы ее поверхность была ровной. На такую свалку свозят мусор в течение нескольких лет, после чего ее на десяток лет оставляют "созревать", т.е. ждут, пока все быстроразложимые продукты разложатся и свалка осядет. После этого на поверхность насыпают почву, на ней сажают траву и деревья, устраивают парк. Все бы хорошо, только это весьма дорогостоящий и долговременный процесс.

Чтобы высвободить огромные площади, занимаемые свалками, возникла идея сжигания мусора: он должен превратиться в газообразные продукты (углекислый газ, водяной пар, азот), которые развеялись бы в воздухе и включились в естественный круговорот. Однако действительность отличается от идеи.

Во-первых, далеко не весь мусор горит. В частности, железо, содержащееся, например, в сломанных бытовых приборах. Многие горючие отходы (дерево, бумага) при сгорании дают золу, масса которой может составлять несколько процентов от массы исходного мусора. Поэтому все шлаки, которые остаются после сгорания, все равно приходится вывозить на свалки.

Во-вторых, мусор содержит много влаги и трудносгораемых материалов, поэтому горит плохо. Неполное сгорание мусора приводит к выбросу огромного количества сажи и вредных органических соединений, таких как фенол и его производные, бенз-а-пирен и диоксины. Чтобы подобные вещества не выделялись, температура сгорания мусора должна быть выше 1200 °С, но при простом сгорании температура редко превышает 800 °С. Приходится либо не давать энергии сгорания мусора рассеиваться, либо специально подогревать горящий мусор. Первое требует разных технических ухищрений, второе — расхода большого количества энергии, которую получают при сжигании различных видов топлива, а это в свою очередь приводит к дополнительному загрязнению окружающей среды. Есть проекты по сжиганию мусора в расплавах солей, расплавленном железе и т.д. Были даже идеи добавлять мусор в доменные печи, что вряд ли улучшило бы качество получаемого чугуна. В любом случае сжигание мусора — процесс, требующий специальных мер безопасности.

Иногда имеет смысл прибегать к сжиганию мусора на садовом участке или деревенском огороде. При этом весь сжигаемый мусор должен быть горючим, более или менее сухим и не должен содержать пищевых отходов и хлорсодержащих пластмасс. При этом устраивать из мусора костер нежелательно — большая часть бытовых отходов (тряпье, пластик и т.д.) горит медленно и сгорает неполностью. Поэтому сначала надо разжечь костер из хорошо горящих дров, а уж затем постепенно кидать в него мусор. Таким же образом можно сжигать мусор и в печи.

Приведем характеристики основных типов бытового и наиболее распространенного строительного мусора.

ПИЩЕВЫЕ ОТХОДЫ

Ущерб природе: практически не наносят. Используются для питания различными организмами.

Вред человеку: гниющие пищевые отходы — рассадник микробов. При гниении выделяют дурно пахнущие и ядовитые в больших концентрациях вещества.

Пути разложения: используются в пищу разными микроорганизмами.

Конечный продукт разложения: тела организмов, углекислый газ и вода.

Время разложения: 1-2 недели.

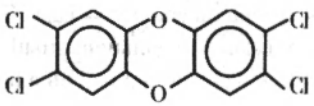
Способ вторичного использования (в любых масштабах): компостирование.

Наименее опасный способ обезвреживания (в малых масштабах): компостирование.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: перегной.

Категорически запрещено бросать в огонь, так как могут образоваться диоксины.

Примечание. Диоксины — семейство хлорорганических соединений. Один из представителей — 2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксин



самый сильный из всех рукотворных ядов. Смертельная доза для человека, по разным оценкам, от нескольких десятых до 100 мкг.

Многие диоксины обладают канцерогенным (вызывающим рак), мутагенным (изменяющим наследственность) и тератогенным (уродующим зародыши) действием. В естественных условиях не встречаются. В больших количествах могут образовываться при сжигании любых хлорорганических соединений, в небольших — при сжигании смесей, содержащих органические соединения и соединения хлора. Образуются при сжигании любой достаточно крупной свалки. В природе разрушаются очень медленно. Если диоксин попал в окружающую среду, то половина его разрушится только через 10—15 лет.

МАКУЛАТУРА

Материал: бумага, иногда пропитанная воском и покрытая различными красками.

Ущерб природе: собственно бумага ущерба не наносит. Целлюлоза, входящая в состав бумаги, — естественный природный материал. Однако краска, которой покрыта бумага, может выделять ядовитые вещества.

Вред человеку: краска может выделять при разложении ядовитые вещества.

Пути разложения: используется в пищу некоторыми микроорганизмами.

Конечный продукт разложения: перегной, тела различных организмов, углекислый газ и вода.

Время разложения: 2—3 года.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переработка на оберточную бумагу.

Способ вторичного использования (в малых масштабах): компостирование.

Наименее опасный способ обезвреживания (в малых масштабах): сжигание.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: углекислый газ, вода, зола.

Категорически запрещено сжигать бумагу в присутствии пищевых продуктов, так как могут образоваться диоксины.

ИЗДЕЛИЯ ИЗ ТКАНЕЙ

Ткани бывают синтетические (при нагревании плавятся) и натуральные (при нагревании обугливаются). Все, написанное ниже, относится к натуральным тканям. Про синтетические ткани см. в разделе "Пластмассы, не содержащие хлора".

Ущерб природе: не наносят. Целлюлоза, входящая в состав бумаги, — естественный природный материал.

Пути разложения: используются в пищу некоторыми микроорганизмами.

Конечный продукт разложения: перегной, тела организмов, углекислый газ и вода.

Время разложения: 2—3 года.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переработка на оберточную бумагу.

Способ вторичного использования (в малых масштабах): компостирование.

Наименее опасный способ обезвреживания (в малых масштабах): сжигание в условиях, обеспечивающих полноту сгорания.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: углекислый газ, вода, зола.

ДЕРЕВЯННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Материал: дерево.

Ущерб природе: не наносит. Естественный природный материал.

Вред человеку: могут вызвать травмы.

Пути разложения: используются в пищу некоторыми микроорганизмами.

Конечный продукт разложения: перегной, углекислый газ и вода, тела микроорганизмов.

Время разложения: несколько десятков лет.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переработка на бумагу или древесно-стружечные плиты.

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): сжигание.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: углекислый газ и вода.

КОНСЕРВНЫЕ БАНКИ

Материал: оцинкованное или покрытое оловом железо.

Ущерб природе: соединения цинка, олова и железа ядовиты для многих организмов. Острые края банок травмируют животных.

Вред человеку: ранят при хождении босиком. В банках накапливается вода, в которой развиваются личинки кровососущих насекомых. Соединения цинка и олова, входящих в состав банок, ядовиты для человека.

Пути разложения: под действием кислорода железо медленно окисляется до оксида железа Fe_3O_4 (ржавчины), который в некоторых условиях растворяется. Остатки цинкового или оловянного покрытия препятствуют его окислению.

Конечный продукт разложения: мелкие куски ржавчины или растворимые соли железа.

Время разложения: на земле — несколько десятков лет, в пресной воде — около 10 лет, в соленой воде — 1–2 года.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переплавка вместе с металлоломом.

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): захоронение после предварительного обжига (для разрушения цинкового или оловянного покрытия).

Продукты, образующиеся при обезвреживании: оксиды или растворимые соли железа, цинка и олова.

МЕТАЛЛОЛОМ

Материал: железо или чугун.

Ущерб природе: соединения железа ядовиты для многих организмов. Куски металлов травмируют животных.

Вред человеку: вызывает различные травмы.

Пути разложения: под действием растворенного в воде или находящегося в воздухе кислорода медленно окисляется до оксида железа (ржавчины), который в некоторых условиях (кислые воды) растворяется.

Конечный продукт разложения: порошок ржавчины или растворимые соли железа.

Скорость разложения: на земле — 1 мм в глубину за 10–20 лет, в пресной воде — 1 мм в глубину за 3–5 лет, в соленой воде — 1 мм в глубину за 1–2 года.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переплавка.

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): вывоз на свалку или захоронение.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: оксиды или растворимые соли железа.

ФОЛЬГА

Материал: алюминий.

Ущерб природе: практически не наносит.

Пути разложения: под действием кислорода медленно окисляется до оксида алюминия, который в некоторых условиях (кислые воды) растворяется.

Конечный продукт разложения: оксид или соли алюминия.

Время разложения: на земле — несколько десятков лет, в пресной воде — несколько лет, в соленой воде — 1–2 года.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переплавка.

Наименее опасный способ обезвреживания (в больших масштабах): вывоз на свалку.

Наименее опасный способ обезвреживания (в небольших масштабах): захоронение.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: оксид алюминия.

БАНКИ ИЗ-ПОД ПИВА И ДРУГИХ НАПИТКОВ

Материал: алюминий и его сплавы.

Ущерб природе: острые края банок вызывают травмы у животных.

Вред человеку: в банках скапливается вода, в которой размножаются личинки кровососущих насекомых.

Пути разложения: под действием кислорода алюминий медленно окисляется до оксида алюминия, который в некоторых условиях растворяется.

Конечный продукт разложения: оксид и соли алюминия.

Время разложения: на земле — сотни лет, в пресной воде — несколько десятков лет, в соленой воде — несколько лет.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переплавка.

Наименее опасный способ обезвреживания (в небольших масштабах): захоронение.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: оксид алюминия.

СТЕКЛОТАРА
(бутылки, банки)

Материал: стекло.

Ущерб природе: битая стеклотара может вызывать ранения животных, а целая — превращаться в битую. Может фокусировать солнечные лучи и вызвать пожары.

Вред человеку: битая стеклотара может наносить ранения, а целая — превращаться в битую. В банках скапливается вода, в которой размножаются личинки кровососущих насекомых.

Пути разложения: медленно растрескивается и рассыпается от перепадов температур; стекло постепенно кристаллизуется и рассыпается; очень медленно растворяется в воде. В первую очередь такие процессы протекают на острых кромках осколков.

Конечный продукт разложения: мелкая стеклянная крошка, по виду неотличимая от песка.

Время разложения: на земле — несколько сотен лет, в спокойной воде — около 100 лет, в полосе прибоя — 1–2 года.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): использование по прямому назначению или переплавка.

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): вывоз на свалку или захоронение.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: стеклянная крошка (процесс идет очень долго).

КИРПИЧ

Материал: обожженный алюмосиликат.

Ущерб природе: практически не наносит. Аналог естественных камней.

Вред человеку: может наносить травмы.

Пути разложения: медленно растрескивается и рассыпается от перепадов температур.

Конечный продукт разложения: мелкая кирпичная крошка.

Время разложения: на земле — несколько тысяч лет, в спокойной воде — несколько сотен лет, в полосе прибоя — несколько лет.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переработка в крошку и использование при изготовлении стройматериалов и дорожных покрытий.

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): захоронение.

ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПЛАСТМАСС, НЕ СОДЕРЖАЩИХ ХЛОРА
(прозрачные пакеты (полиэтилен), пористые обувные подошвы (полиуретан), пластмассовые бутылки (полиэтилентерефталат), пенопласт, корпуса шариковых ручек, одноразовая посуда (полистирол))

Признак, позволяющий отличить их от хлорсодержащих пластмасс: при аккуратном нагревании плавятся.

Ущерб природе: препятствуют газообмену в почвах и водоемах. Могут быть проглочены животными, что приводит к гибели последних. Кроме того, пластмассы могут выделять токсичные для многих организмов вещества.

Вред человеку: пластмассы могут выделять при разложении ядовитые вещества.

Пути разложения: медленно окисляются кислородом воздуха. Очень медленно разрушаются под действием солнечных лучей.

Конечный продукт разложения: углекислый газ и вода.

Время разложения: около 100 лет, может быть больше.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): переплавка.

Способ обезвреживания (в небольших масштабах): сжигание.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: углекислый газ и вода.

Категорически запрещено сжигать указанные материалы в присутствии пищевых продуктов (могут образоваться диоксины).

ИЗДЕЛИЯ ИЗ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ПЛАСТМАСС
(непрозрачные тетрадные обложки, изоляция проводов, игрушки и т.д. (поливинилхлорид))

Ущерб природе: препятствуют газообмену в почвах и водоемах. Выделяют токсичные для многих организмов вещества. Могут быть

проглочены животными, что приводит к гибели последних.

Вред человеку: выделяют при разложении ядовитые вещества.

Пути разложения: очень медленно окисляются кислородом. Очень медленно разрушаются под действием солнечных лучей.

Конечный продукт разложения: углекислый газ, вода и хлороводород.

Время разложения: на земле и в пресной воде – несколько сотен лет, в соленой воде — несколько десятков лет.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): не существует (из-за технологических трудностей).

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): вывоз на свалку.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: углекислый газ, вода, хлороводород, ядовитые хлорорганические соединения.

Категорически запрещено сжигать указанные материалы, так как при этом образуются огромные количества диоксинов.

ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПЛАСТМАСС НЕИЗВЕСТНОГО СОСТАВА

Ущерб природе: препятствуют газообмену в почвах и водоемах. Могут быть проглочены животными, что приводит к гибели последних. Могут выделять токсичные для многих организмов вещества.

Вред человеку: могут выделять при разложении ядовитые вещества.

Пути разложения: медленно окисляются кислородом воздуха. Очень медленно разрушаются под действием солнечных лучей.

Время разложения: зависит от пластмассы. Обычно — около 100 лет, может быть больше.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): зависит от пластмассы (как правило — переплавка). Для многих пластмасс способов вторичного использования не существует (из-за трудностей определения конкретной пластмассы).

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): захоронение.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: зависят от пластмассы. Обычно углекислый газ, вода, азот, аммиак, хлороводород, серная кислота, ядовитые хлорорганические соединения.

Категорически запрещено сжигать указанные материалы, так как при этом могут образоваться огромные количества диоксинов.

УПАКОВКА ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Материал: бумага и различные виды пластмасс, в том числе хлорсодержащих. Иногда – алюминиевая фольга.

Ущерб природе: могут быть проглочены крупными животными, что вызывает гибель последних.

Пути разложения: медленно окисляется кислородом воздуха. Очень медленно разрушается под действием солнечных лучей. Иногда используется в пищу некоторыми микроорганизмами.

Время разложения: зависит от изделия. Обычно — десятки лет, может быть больше.

Способ вторичного использования (в больших масштабах): как правило не существует (из-за трудностей разделения на компоненты).

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): захоронение.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: зависят от пластмассы. Обычно углекислый газ, вода, хлороводород, ядовитые хлорорганические соединения.

Категорически запрещено сжигать указанные материалы, так как при этом могут образоваться диоксины.

БАТАРЕЙКИ

Очень ядовитый мусор!

Материал: цинк, уголь, оксид марганца(IV).

Ущерб природе: соединения цинка и марганца, входящие в состав батареек, ядовиты для многих организмов.

Вред человеку: соединения цинка и марганца, входящие в состав батареек, ядовиты для человека.