

О СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМАХ УТИЛИЗАЦИИ МУСОРА

Утилизация мусора — одна из важнейших проблем современной цивилизации. Особенно тяжело утилизировать неорганизованно выброшенный мусор, так как дополнительно возникает проблема его сбора.

Пока что человечество придумало три принципиально разных пути утилизации мусора: организация свалок, вторичное использование отходов и сжигание мусора. 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, железки, битое стекло — все должно находиться отдельно. Очевидно, что рассортировать мусор, уже поступивший на свалку, практически невозможно, поэтому делать это надо в тот момент, когда его выбрасывают. Значит, каждый человек должен завести отдельные ведра для пищевых отходов, бумаги, пластмассы и т.д. Такой подход традиционно используется в сельской местности, но в городах подобные идеи внедрить трудно. Хотя многие зарубежные страны эту проблему решают. В нашей стране эксперимент по раздельному сбору мусора начат в некоторых городах, в частности в подмосковном Пущине.

Вторая проблема — *доставка мусора к месту переработки*. Если

мусора и потребителей продуктов его переработки много, то и заводы, способные перерабатывать отходы такого типа, можно построить. Тогда, например, битое

стекло, собранное с окрестных свалок, будут перерабатывать на многочисленных стекольных заводах. А как быть, например, с электрическими лампочками? В каждой лампочке содержится несколько десятков миллиграммов молибдена и вольфрама — редких и ценных металлов. Проблема сбора вышедших из строя лампочек проблематична (не так много их выбрасывают одновременно). Вторичная переработка лампочек требует высоких температур (t плавления молибдена — 2620°C , вольфрама — 3387°C), для поддержания которых необходим реактор большого объема. Поэтому в каждом городе завод, производящий электролампочки, а соответственно, и перерабатывающий молибден и вольфрам, не построить. Вот и получается, что вторичная переработка лампочек при всей ее кажущейся привлекательности, занятие накладное. По той же причине сложно 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.

Таким образом, столь привлекательная идея вторичного использования бытового мусора до сих пор трудно реализуется. Исключение составляют пищевые и растительные отходы на садовых участках и в деревенских домах, которые компостируют, получая полезное удобрение. Поэтому мусор чаще всего приходится либо вывозить на свалки, либо сжигать.

Вывоз мусора на свалку — самый дешевый, но при этом самый недальновидный способ его утилизации, так как мусор остается мусором. Свалки (особенно вокруг крупных городов) занимают огромные площади. Ядовитые вещества, оказывающиеся на них (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 выбрасываются сажа, фенол, бенз[α]пирен и прочие ядовитые вещества.

Однако, несмотря на недостатки этого способа утилизации, 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.

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 материалам, большого ущерба природе такое использование не наносит (при условии, что к строительному мусору не примешан бытовой). На Западе уже осуществляются проекты рекультивируемых свалок. Такие свалки дренируют, чтобы не допустить проникновения вод со свалки в подземные водоносные горизонты; их вентилируют, чтобы не допустить образования горючих и ядовитых газов; мусор насыпают так, чтобы поверхность была ровной. На такую свалку мусор свозят в течение нескольких лет, после чего ее на десяток лет оставляют «созревать», т.е. ждут, пока все быстроразлагаемые 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 длительный процесс.

Идея сжигания мусора возникла с целью высвобождения огромных площадей, занимаемых свалками. Мусор после сжигания 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, оставшиеся 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°C, но при простом сгорании температура редко превышает 800°C. 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 сжигаемый мусор не должен содержать пищевых отходов и хлорсодержащих пластмасс.

Приведем характеристики основных типов бытового и наиболее распространенного строительного мусора.

Пищевые отходы

Ущерб природе: практически не наносят; используются различными организмами для питания.

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

Пути разложения: используются в пищу разными микроорганизмами.

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

Время разложения: 1–2 недели.

Способ вторичного использования: компостирование.

Наименее опасный способ обезвреживания (в малых масштабах): компостирование; при обезвреживании образуется перегной.

Категорически запрещено бросать в огонь, так как могут образоваться диоксины (семейство хлорорганических соединений, многие из которых обладают канцерогенным (вызывающим рак), мутагенным (изменяющим наследственность) и тератогенным (уродующим зародыши) действием)!

Макулатура (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: при разложении краска выделяет ядовитые вещества.

Пути разложения: используется в пищу некоторыми микроорганизмами.

Конечный продукт разложения: перегной, углекислый газ и вода.

Время разложения: 2–3 года.

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

Наименее опасный способ обезвреживания (в малых масштабах): сжигание, при обезвреживании образуются: углекислый газ, вода, зола.

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

Изделия из натуральных тканей

Ущерб природе: не наносят, так как изготовлены из естественных природных материалов.

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: компостирование (в малых масштабах).

Наименее опасный способ обезвреживания (в малых масштабах): сжигание в условиях, обеспечивающих полноту сгорания; *при обезвреживании образуются:* углекислый газ, вода, зола.

Деревянные изделия

Ущерб природе: не наносят, 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; *при обезвреживании образуются:* углекислый газ и вода.

Консервные банки (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, входящие 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); *при обезвреживании образуются:* оксиды или растворимые соли железа, цинка и олова.

Металлолом (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; при этом образуются оксиды или растворимые соли железа.

Фольга (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: вывоз на свалку (в больших масштабах), захоронение (в небольших масштабах); при обезвреживании образуется оксид алюминия.

Банки из-под пива и других напитков (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; при обезвреживании образуется оксид алюминия.

Стеклотара (бутылки, банки из стекла)

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; очень медленно растворяется в воде. В первую очередь такие процессы протекают на острых краях 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; при обезвреживании образуется стеклянная крошка (процесс идет очень долго).

Кирпич (обоженный 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

но 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 в присутствии пищевых продуктов — могут образоваться диоксины!

Изделия из хлорсодержащих пластмасс (поливинилхлорид: непрозрачные тетрадные обложки, изоляция проводов, игрушки и т.д.)

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 и 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; *при обезвреживании образуются:* углекислый газ, вода, хлороводород, ядовитые хлорорганические соединения.

Категорически запрещено сжигать, так как образуются диоксины!

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: при разложении могут выделять 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).

Наименее опасный способ обезвреживания (в любых масштабах): захоронение; *при обезвреживании образуются:* обычно углекислый газ, вода, азот, аммиак, хлороводород, серная кислота, ядовитые хлорорганические соединения.

Категорически запрещено сжигать, так как могут образоваться диоксины!

Упаковка для пищевых продуктов (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; *при обезвреживании образуются:* обычно углекислый газ, вода, хлороводород, ядовитые хлорорганические соединения.

Категорически запрещено сжигать, так как могут образоваться диоксины!

Батарейки

Очень ядовитый мусор!

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

