

Одним из крупных недостатков отечественной промышленности является ее высокая ресурсоемкость, обусловленная, в том числе, низким уро использования вторичного сырья. Даже самые загрязненные - коммунальные отходы - могут быть вовлечены в повторное использование на 30-40%. В странах Евросоюза использование этого потенциала достигает примерно 70%. Средний уровень использования отходов в РФ составляет менее 25%, в том числе промышленные отходы перерабатываются на 35%, а твердые коммунальные отходы - всего на 3-4%. Одна из причин - межотраслевые проблемы: нет общей системы вторичного использования и утилизации отходов, которая обеспечивала бы оборот отходов между отраслями [1]. Современный подход к решению проблемы отходов в развитых странах базируется на принципе трех R: · R - сократить объем образования отходов; · R - повторно использовать без изменения физического состояния; · R - вовлечь во вторичное использование через переработку. В зависимости от качества отходы подвергаются переработке по следующим направлениям: · «квалифицированные» отходы с высокой концентрацией полезных компонентов - источник получения ценных материалов и изделий («деловая» часть твердых коммунальных отходов (ТКО), бумага, пластики, отходы химической промышленности); · крупнотоннажные промышленные отходы, которые могут быть использованы преимущественно для получения строительных материалов (строительные отходы, металлургической, горно-добывающей, горно-обогачительной промышленности). В настоящее время в России для производства строительных наполнителей добывается более 300 млн т природного сырья, в то время как треть этого сырья может быть заменена на промышленные отходы; · не утилизируемые отходы (остатки сортировки ТКО, медицинские, загрязненные препятствующими переработке компонентами) также могут быть использованы сжиганием с утилизацией энергетического потенциала. Основные цели, достигаемые при вовлечении отходов в процесс рециклинга: · снижение энергетических и экономических затрат на производство продукции по сравнению с продукцией из первичного сырья; · снижение экологического ущерба за счет снижения добычи минерального сырья, заменяемого отходами; · снижение экологического ущерба от захоронения отходов и уменьшение отчуждаемых земельных ресурсов [2].

Таблица 1 - Годовой уровень накопления и использования основных видов отходов в РФ

Отход	Объем образования, млн т	Уровень утилизации, %	Основной целевой продукт
Для вторичного сырья в целевом продукте по факту, %			
Отходы добычи и обогащения полезных ископаемых	2730	35	Строительные материалы
Шлаки и золы	33,6	15,7	Цемент и другие вяжущие
Лом черных металлов	20,6		
Сталь	27,0		
Древесные отходы	12,6	52,5	Топливо, строительные материалы
Макулатура	3,14	33,4	Картон, бумага
Покрышки автомобильные	1	4,7	
Резиновые изделия, металл	3,6		
Полимеры	0,71	12	Термопласты
Стекло	0,6	34	
ТКО	54	3,5	Продукты

Рассмотрим наиболее перспективные

направления и технологии переработки вторичного сырья с получением востребованной продукции. Переработка твердых бытовых отходов (ТБО)

Проблема полного уничтожения или частичной утилизации твердых бытовых отходов актуальна, прежде всего, с точки зрения отрицательного воздействия на окружающую среду. Твердые бытовые отходы - это богатый источник вторичных ресурсов (в том числе черных, цветных, редких и рассеянных металлов), а также "бесплатный" энергоноситель, так как бытовой мусор - возобновляемое углеродсодержащее энергетическое сырье для топливной энергетики. Однако для любого города и населенного пункта проблема удаления или обезвреживания твердых бытовых отходов всегда является в первую очередь проблемой экологической. Весьма важно, чтобы процессы утилизации бытовых отходов не нарушали экологическую безопасность города, нормальное функционирование городского хозяйства с точки зрения общественной санитарии и гигиены, а также условия жизни населения в целом.

Как известно, подавляющая масса ТБО в мире пока складывается на мусорных свалках, стихийных или специально организованных в виде "мусорных полигонов". Однако это самый неэффективный способ борьбы с ТБО, так как мусорные свалки, занимающие огромные территории часто плодородных земель и характеризующиеся высокой концентрацией углеродсодержащих материалов (бумага, полиэтилен, пластик, дерево, резина), часто горят, загрязняя окружающую среду отходящими газами. Кроме того, мусорные свалки являются источником загрязнения как поверхностных, так и подземных вод за счет дренажа свалок атмосферными осадками. Зарубежный опыт показывает, что рациональная организация переработки ТБО дает возможность использовать до 90% продуктов утилизации в строительной индустрии, например в качестве заполнителя бетона.

В настоящее время существует ряд способов хранения и переработки твердых бытовых отходов, а именно: предварительная сортировка, санитарная земляная засыпка, сжигание, биотермическое компостирование, низкотемпературный пиролиз, высокотемпературный пиролиз. На этапе предварительной сортировки предусматривается разделение твердых бытовых отходов на фракции на мусороперерабатывающих заводах вручную или с помощью автоматизированных конвейеров. Сюда входит процесс уменьшения размеров мусорных компонентов путем их измельчения и просеивания, а также извлечение более или менее крупных металлических предметов. Санитарная земляная засыпка - технологический подход к обезвреживанию твердых бытовых отходов связан с получением биогаза и последующим использованием его в качестве топлива. С этой целью бытовой мусор засыпают по определенной технологии слоем грунта толщиной 0,6-0,8 м в уплотненном виде. Биогазовые полигоны снабжены вентиляционными трубами, газодувками и емкостями для сбора биогаза. Наличие в толщах мусора на свалках пористости и органических компонентов создаст предпосылки для активного развития микробиологических

процессов. Сжигание распространённый способ уничтожения твердых бытовых отходов, который широко применяется с конца XIX в. Сложность непосредственной утилизации ТБО обусловлена, с одной стороны, их исключительной многокомпонентностью, с другой - повышенными санитарными требованиями к процессу их переработки. В связи с этим сжигание до сих пор остается наиболее распространенным способом первичной обработки бытовых отходов. Сжигание бытового мусора, помимо снижения объема и массы, позволяет получать дополнительные энергетические ресурсы, которые могут быть использованы для централизованного отопления и производства электроэнергии. К числу недостатков этого способа относится выделение в атмосферу вредных веществ, а также уничтожение ценных органических и других компонентов, содержащихся в составе бытового мусора. В последние годы ведутся исследования по совершенствованию процессов сжигания, что связано с изменением состава бытовых отходов, ужесточением экологических норм. К модернизированным способам сжигания отходов можно отнести замену воздуха, подаваемого к месту сжигания отходов для ускорения процесса, на кислород. Это позволяет снизить объем горючих отходов, изменить их состав, получить стеклообразный шлак и полностью исключить фильтрационную пыль, подлежащую подземному складированию. Биотермическое компостирование. Этот способ утилизации твердых бытовых отходов основан на естественных, но ускоренных реакциях трансформации мусора при доступе кислорода в виде горячего воздуха при температуре порядка 60°C. Биомасса ТБО в результате данных реакций в биотермической установке (барабане) превращается в компост. Однако для реализации этой технологической схемы исходный мусор должен быть очищен от крупногабаритных предметов, а также металлов, стекла, керамики, пластмассы, резины. Полученная фракция мусора загружается в биотермические барабаны, где выдерживается в течение 2 суток с целью получения товарного продукта. Способ утилизации бытовых отходов пиролизом известен достаточно мало, особенно в нашей стране, из-за своей дороговизны. Он может стать дешевым и не отравляющим окружающую среду приемом обеззараживания отходов. Технология пиролиза заключается в необратимом химическом изменении мусора под действием температуры без доступа кислорода. По степени температурного воздействия на вещество мусора пиролиз как процесс условно разделяется на низкотемпературный (до 900°C) и высокотемпературный (свыше 900° C). Низкотемпературный пиролиз - это процесс, при котором измельченный материал мусора подвергается термическому разложению. Высокотемпературный пиролиз. Этот способ утилизации ТБО, по существу, есть не что иное, как газификация мусора. Высокотемпературный пиролиз является одним из самых перспективных направлений переработки твердых бытовых отходов с точки зрения как экологической безопасности, так и получения вторичных полезных продуктов

синтез-газа, шлака, металлов и других материалов, которые могут найти широкое применение в народном хозяйстве. Высокотемпературная газификация дает возможность экономически выгодно, экологически чисто и технически относительно просто перерабатывать твердые бытовые отходы без их предварительной подготовки, т. е. сортировки, сушки и т. д[3]. Переработка отходов бумаги и картона. Традиционно макулатура перерабатывается на целлюлозно-бумажных комбинатах (ЦБК). Но при небольших объемах образующихся отходов и удаленности от действующих ЦБК затраты на ее накопление и транспортирование не всегда окупаются. Альтернативные технологии ориентированы на локальную переработку макулатуры производительностью от 1 т/ч. Переработка макулатуры может осуществляться с производством теплоизоляционного материала для малоэтажного строительства - «эковаты» или тары на основе бумажного литья. Технология получения «эковаты» крайне непростая: две стадии дезинтеграции макулатуры в высокоскоростном ударно-импульсном дезинтеграторе, в результате чего бумажная масса измельчается и распушивается; далее - смешение с добавками, придающими ей биологическую стойкость и огнестойкость. Получаемый в результате теплоизоляционный материал не уступает по свойствам традиционным утеплителям на основе минеральной ваты и имеет коэффициент теплопроводности 0,04 Вт/(м•К). Дальнейшая мокрая дезинтеграция макулатуры в конусной виброинерционной дробилке в комплекте с установкой для бумажного литьевого формования позволяет изготавливать одноразовую упаковку, заменяющую дорогой пенополистирол - коробки, формы для транспортировки и т.п. [4]. Переработка отходов резинотехнических изделий (РТИ). Наиболее массовые отходы РТИ - бывшие в употреблении автомобильные покрышки представляют собой ценное вторичное сырье, содержащее 45-52% натурального каучука, 25-35% технического углерода, 10-15% высококачественного металла. Главенствующее направление переработки отходов РТИ на сегодняшний день - измельчение и сепарация с получением резиновой крошки. Пример технологии переработки использованных покрышек, разработанной НПК «Механобр - техника» включает следующие операции: · первичное разрушение покрышек до крупности менее 100 мм с помощью роторной ножевой дробилки («шредера»); · вторичное дробление до крупности менее 20 мм с помощью двухроторной ножевой дробилки меньшего типоразмера; · раскрытие системы резины - металлокорд - текстильный - корд в высокоскоростной дробилке - ударно - импульсном дезинтеграторе; · грохочение с отделением текстильного корда; · железоотделение; · доизмельчение крупных резиновых фрагментов на вальцах; · грохочение с рассевом на классы крупности; при этом выделяют несколько фракций крошки не менее 5 мм, которые реализуется в качестве товарной продукции; фракцию 10-5 мм, которая служит питанием для регенерационного агрегата; · регенерация резиновой массы на шнековом регенерационном

агрегате. Эта дополнительная стадия позволяет получить универсальное сырье для производства РТИ, аналогичное первичному каучуку - регенерат. Резиновая крошка, в зависимости от крупности, может использоваться: · крупность 0,2 - 0,45 мм - как добавка при производстве высококачественных изделий для повышения их стойкости к удару и изгибу; · более широкие диапазоны крупности - как сырьевая добавка в различные РТИ в количестве 50 - 80% с сохранением их качества; как сырье для производства матов, подкладок под рельсы, кровельных и гидроизоляционных материалов; как добавка в асфальтовые покрытия, увеличивающая срок службы покрытия в два раза; сорбент и т.д [4,5].

Альтернативный метод переработки отходов резины - пиролиз с получением технического углерода, жидкого продукта (топливо, пластификаторы, мягчители для регенерации резины, пленкообразующие растворители), метанола. Из 1 т перерабатываемых резиновых отходов можно получить 450 л синтетической нефти, 300 кг пирокарбона (содержание синтетического углерода - 85 %), 10 м³ сингаза. Переработка отходов древесины. Одним из основных методов переработки и утилизации чистых древесных отходов является получение искусственной древесины - прочного материала, который может обрабатываться резанием или отливаться в формы и штамповаться. Таким образом получают древесно-цементные массы, ДСП, ДВП, древесно - слоистые пластики. Чистую технологическую щепу используют также в качестве сырья при производстве сульфитной и сульфатной целлюлозы, полуфабриката тарного картона, гидролизного спирта и кормовых дрожжей. Чистые еловые опилки и стружки деревообрабатывающих цехов считают лучшим сырьем для изготовления древесной муки, употребляемой в качестве наполнителя в производстве фенольных пластмасс, линолеума, взрывчатых веществ и пьезотермопластиков [4]. Проблему представляет некондиционные (в том числе загрязненные) древесные отходы. Один из путей использования таких отходов - в качестве топлива в котельных, работающих на неподготовленных древесных отходах, древесных брикетах или гранулах. Брикетирование и гранулирование древесных отходов облегчает транспортировку, делает сырье кондиционным и удобным в переработке, а так же улучшает их теплоту сгорания за счет сушки. Брикеты и гранулы («пеллеты») применяют в качестве заводского топлива, а также для снабжения местного населения твердым топливом. Теплота сгорания брикетов хвойной древесины составляет 15500 к Дж/кг. Загрязненные древесные опилки также применяют как вспучивающий материал в процессе производства пористых материалов ячеистого строения, например, керамзита. Утилизация стеклобоя в районах, близлежащих к стекольным заводам, не представляет проблемы. Стекло сортируется и направляется на стекольный завод. Для отдаленных регионов можно рекомендовать вариант локальной переработки сравнительно небольших объемов стеклобоя, в том числе несортированного: дробление стеклобоя в высокоскоростных ударно - импульсных дезинтеграторах

с последующей механоактивацией дробленого стеклобоя путем измельчения в конусной инерционной дробилке совместно со щелочами - известью или содосодержащими отходами. Полученные механоактивированные порошки имеют высокую реакционную способность и могут быть использованы для производства растворимого стекла или автоклавных изделий типа силикатного кирпича или силикокальцита.

Переработка отходов полимеров. Отходы полимеров преимущественно представлены отходами пластмассовой тары. При наличии больших объемов исходного сырья, рассортированного по видам полимеров, отходы пластмассовой тары являются ценным сырьем для получения вторичных пластиков. Переработка включает в себя операции дробления, мойки, обезвоживания и сушки. При добавлении операции агломерации получают агломерат, при добавлении процесса грануляции - гранулят, который является готовым вторичным сырьем для производства пластиков. Каждый вид вторичных пластиков используется для получения определенных пластмассовых изделий. Так, из отходов полиэтилена высокого давления (ПЭВД) изготавливают мешки для мусора, трубы для защиты кабеля, предметы хозяйственного обихода, прокладки и угольники, уплотнительные профили, пленки, применяемые в сельском хозяйстве и строительстве. Отходы литьевого полиэтилена низкого давления (ПЭНД) перерабатывают в элементы строительных опалубочных конструкций, прокладки, ведра, каркасы светильников и т.п. Одним из существенных моментов при рециклинге полимеров является их способность сохранять свойства в процессе многократной переработки. Изучение влияния кратности переработки большинства полимеров на их физико-механические свойства показало, что наблюдается некоторое снижение прочности и ухудшение внешнего вида. Обычно содержание отходов в смеси с товарным продуктом должно превышать 20%, так как в противном случае появляется шероховатость поверхности. Переработка смеси пластмассовых отходов без предварительного разделения происходит с помощью технологии переработки отходов пластиков с получением композиционных полимернаполненных изделий. Такой способ утилизации является наиболее дешевым и позволяет осуществить вторичную переработку пластиков там, где невозможно собрать промышленные объемы качественного сырья, рассортированного по видам. Процесс не требует мойки и состоит из основных операций: · стадии дробления; · смешивание с красителями и с инертными наполнителями (песок, отходы стекла, картон, древесина); · экструзионное формование полимернаполненных изделий. Получаемые изделия - водостойкие строительно-отделочные материалы с высокими эстетическими и потребительскими свойствами: черепица, облицовочная плитка, тротуарная плитка, а также изделия народно-хозяйственного использования. Переработка строительных отходов и металлургических шлаков. Строительные отходы, содержащие железобетон, и металлургические шлаки, содержащие металлургические коржи, могут быть

переработаны с выделением металлов и получением строительного щебня. Уникальная технология для утилизации строительных отходов, содержащих железобетон, разработанная в Ростове-на-Дону включает следующие этапы: дробление, железоотделение и рассев получаемого щебня на два класса крупности. Применение в первой стадии дробления виброщековых дробилок обеспечивает эффективное разрушение особо прочных материалов со 100% -ным отделением армирующего материала, а также конусных виброинерционных дробилок обеспечивает получение щебня выше 90% и минимальной загрязненностью цементной связкой [4,6,7]. Технология отличается от традиционной технологии получения щебня отсутствием переизмельчения материала и не требует использования центробежного кубизатора. Таким образом, можно утверждать, что переработка отходов является не только необходимым условием защиты окружающей среды, но и средством глобального ресурсо- и энергосбережения. Рациональная организация процесса переработки отходов в сочетании с эффективным современным оборудованием позволяет получать продукцию из вторичного сырья с себестоимостью в 2-2,5 раза ниже, чем для аналогичной продукции из первичного сырья, при сопоставимом качестве продукта. Для полноценного функционирования предприятий по сбору и переработке наиболее ценного вторичного сырья и включения их в единую систему обращения с отходами производства и потребления необходимо обеспечить законодательную базу, стимулирующую сбор вторичного сырья и переработку отходов, а также устанавливающую систему экономического регулирования движения отходов и реализации продукции из вторичного сырья.