**"Проблема создания промышленных агрегатов для утилизации твердых углеродистых отходов".**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Проблема создания промышленных агрегатов для утилизации твердых углеродистых отходов.**   |  | | --- | | Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Кутняшенко И.В.,Топоров А.А., Мельниченко А.Г. | | Проблема утилизации твердых отходов промышленного и бытового происхождения приобретает в настоящее время все более острый характер в связи с тем, что объемы генерирования отходов постоянно растут, в то время как темпы их переработки несопоставимо малы. В результате к настоящему времени накоплены сотни миллионов тонн различных твердых отходов, которые необходимо переработать и обезвредить.  Масштабы ежегодного продуцирования и накопления твердых отходов требуют быстрейшего создания мощных перерабатывающих установок производительностью, измеряемой миллионами тонн в год с их промышленным освоением. Это представляется осуществимым на базе уже имеющихся проектов, методов переработки углеродистых материалов и наработок для коксохимической отрасли с их реализацией на существующих предприятиях коксохимической промышленности, на углеобогатительных фабриках, а также на металлургических комбинатах с коксохимическим производством. Ситуация, возникшая в промышленности в связи со снижением потребления кокса и выводом части производственных мощностей коксохимических предприятий из эксплуатации, может быть использована для вовлечения инфраструктуры, мощностей и кадров коксохимических производств в систему переработки твердых органических отходов.  Твердые углеродистые отходы (ТУО), основную массу которых составляют отходы углеобогащения, различные шламы и бытовые отходы являются специфическим видом отходов, имеют высокий энергохимический потенциал и не столь токсичны, как многие виды промышленных твердых отходов. В целом можно сделать их переработку экономически выгодной [1]. Специфика ТУО заключается в том, что в малых количествах они не оказывают заметного влияния на окружающую среду, а в больших скоплениях становятся экологическим бедствием. Поэтому в настоящее время во всем мире активно ведутся исследования и разработки техники и технологий для переработки и обезвреживания ТУО. Их предложение очень быстро нарастает на уровне публикаций и предварительных исследований [2].  Проблема состоит в том, что доведение этих предложений до практической реализации в промышленности наталкивается на многочисленные трудности финансового, социального и технического характера. Основной технической проблемой, по нашему мнению, представляется переход от обилия различных технологических предложений к реальным конструкциям крупномасштабных агрегатов и машин для переработки ТУО. Создание надежного и эффективного промышленного оборудования - объективно более сложная задача, чем разработка, лабораторные испытания и предложение технологии переработки ТУО.  Применяемые в настоящее время на практике способы решения проблемы твердых отходов в подавляющем большинстве сводятся к пассивным методам, включающим компактирование, капсулирование, захоронение или складирование на полигонах. Активные методы переработки связаны в основном с термическим и другими воздействиями на ТУО, приводящими к их структурно-химическим превращениям. К ним относятся сжигание, пиролиз, термолиз (термическое разложение без доступа воздуха), газификация, катализ, различные биотехнологические процессы и т.д. Из активных методов доминирующим является сжигание, применение которого, однако, не позволяет полностью решить экологические вопросы и тем более обеспечить глубокое использование химического потенциала ТУО.  Аппаратная реализация активных методов переработки ТУО наталкивается на ряд трудностей, главная из которых это нестабильность физико-механических, химических и теплофизических свойств, что не позволяет непосредственно и эффективно применить для переработки ТУО имеющееся типовое оборудование других производств. В ходе поиска и анализа путей реализации активных способов и средств переработки сформулированы требования к такой технике и технологии, отмечены основные особенности свойств ТУО. Установлено, что только сжигания с утилизацией тепла или только термического воздействия на ТУО явно недостаточно для высокой экологической эффективности и экономичности промышленного процесса утилизации. Необходимо комплексное воздействие, которое состоит из механического, термического и химического и обеспечивает глубокую переработку и утилизацию ТУО. При этом термическое воздействие представляется, как правило, завершающей стадией комплекса воздействий, в результате чего должны быть получены энергия, газообразные и жидкие продукты, строительные материалы.  Основные требования к технике для переработки ТУО, сформировавшиеся в результате анализа [3],—это, прежде всего высокая производительность и надежность при глубоком использовании энергохимического потенциала отходов; экологичность, гибкость в управлении, устойчивость режима при изменении свойств перерабатываемых отходов, высокий уровень автоматизации.  **Взаимосвязь физико-механических свойств твердых отходов с параметрами перерабатывающей техники**  Многообразие свойств ТУО как перерабатываемого сырья, его неоднородность и нестабильность особенно негативно сказываются на эффективной работе оборудования и вообще на его работоспособности.  В решении проблемы создания техники для переработки твердых промышленных и бытовых отходов важны достоверные знания о различных физико-механических характеристиках отходов, поскольку они являются исходными расчетными величинами при проектировании оборудования. Эти характеристики изменяются в очень широком диапазоне; в частности, насыпная плотность не менее 350-900 кг/м3, содержание влаги не менее 50%, угол естественного откоса 30-80°, крупность - от пылевидных классов до крупнокусковых и т.д. Следует отметить, что различные составы ТУО существенно отличаются по своим физико-механическим характеристикам в зависимости не только от состава компонентов, но и от влажности.  При разработке или выборе техники для предварительной подготовки ТУО, в том числе измельчителей, смесителей, брикетных прессов и др., которые могут применяться для обработки ТУО, исходными данными служат объемная плотность материала, его крупность, начальное сопротивление сдвигу, коэффициенты внутреннего и внешнего трения, паспорт прочности, параметры компрессионной кривой, энергоемкость и др. Кроме того, используют ряд характеристик, специфичных для конкретных агрегатов.  Учет сдвиговых и структурных характеристик ТУО необходим для расчетов и выбора, транспортирующих, дозирующих и смесительных устройств. Компрессионные характеристики позволяют спроектировать брикетные и прессующие устройства, определить силовые параметры механизмов и энергозатраты на брикетирование и прессование материала перед термической переработкой. Прочностные характеристики спрессованных ТУО позволяют рассчитать основные геометрические и конструктивные параметры перерабатывающих агрегатов и определять рациональные технологические режимы.  Стабилизацию физико-механических характеристик при имеющемся разнообразии ТУО можно достичь только путем предварительной подготовки усреднением и механической обработкой значительных масс перерабатываемого сырья. Однако такая подготовка не только улучшит качество сырья, но и может привести к удорожанию технологии переработки. Поэтому задача стабилизации характеристик сырья должна быть решена с минимальными затратами при создании техники, со снижением энергетических затрат на его подготовку, путем организации процесса с возможно малым числом операций.  Таким образом, подготовка твердых отходов к переработке представляется сложной самостоятельной проблемой. Однако даже при успешном ее решении переработка сырья в агрегатах, аналогичных горизонтальным коксовым печам периодического действия, не представляется возможной из-за сложностей учета изменений его физико-механических характеристик и их влияния на ход процесса, трудностей выдачи печей и других технических причин. Эффективное влияние всех ранее обозначенных видов комплексного воздействия на ТУО в одном агрегате типа коксовой печи затруднено, поскольку практически невозможно одновременно обеспечить в печи оптимальные режимные параметры для различных стадий процесса переработки и управлять собственно процессом. Обеспечение оптимального ведения процесса переработки ТУО путем разделения его на стадии, каждая из которых протекает в отдельном агрегате, резко усложнит и сделает дорогой всю технологию. Поэтому предпочтительнее осуществлять эти управляющие воздействия в процессе переработки ТУО в определенных зонах одного агрегата, где создаются наилучшие режимные условия.  **Определяющие свойства твердых отходов и закономерности их изменения при переработке.**  Как уже было показано, для обоснования конструктивных параметров и режимов работы машин и агрегатов определяющими являются данные о физико-механических характеристиках отходов, которые во многом зависят от характера, величины, способа приложения действующих на сырье механических нагрузок. При этом перерабатываемый материал будет приобретать на стадии предварительной подготовки соответствующую нагрузке структуру и свойства, изменяющиеся в широком диапазоне: от плохо сыпучей волокнистой рыхлой дисперсной массы до сплошных крупноразмерных квазиоднородных прессованных блоков, обладающих некоторой механической прочностью.  В зависимости от конструкции агрегата, режима его работы, способа переработки перерабатываемый материал ведет себя по-разному: как сыпучая среда; вязкое тело, моделируемое квазиоднородной сплошной средой; уплотняемая дисперсная масса, обладающая компрессионными свойствами; как твердое тело, подчиняющееся законам сопротивления материалов, упругости и пластичности.  Механическое воздействие на ТУО непосредственно в агрегате, влияющее на последующий процесс термической переработки, является по сути компактированием, которое существенно повышает производительность агрегата, может способствовать удалению избыточной влаги из перерабатываемого сырья и снижать энергетические и экономические затраты на переработку.  Все физико-механические характеристики могут быть установлены только экспериментальным путем, причем условия испытаний должны быть максимально приближены к производственным, т.е. учитывать весь возможный диапазон изменения влияющих факторов. Для определения значений определяющих характеристик твердых отходов и анализа отличительных особенностей и степени их изменения при механическом воздействии были выполнены экспериментальные исследования по известным методикам [4-6], апробированным на различных дискретных материалах, в частности на угольных шихтах и брикетных массах. Важной задачей было также определение реального диапазона изменения характеристик для различных видов предварительной обработки отходов и составления композиций, состоящих из ТУО бытового и промышленного происхождения.  Было проведено несколько десятков серий сдвиговых, компрессионных и прочностных испытаний в диапазоне давлений от 0,1 до 15 МПа со статистической обработкой данных. Испытуемые смеси состояли из обезвоженного шлама углеобогащения ОФ Авдеевского коксохимического завода с различными видами добавок. Степень измельчения шлама по содержанию класса <3 мм составляла 100%. Добавки представляли собой усредненные бытовые отходы, а также полихлорвиниловую и древесную стружку крупностью не более 5 мм.  Сдвиговые испытания позволили установить характер изменения коэффициентов внутреннего *ƒ* и внешнего *ƒ0* трения в зависимости от влажности *W* и количества вносимых добавок. Для всех составов смесей влияние влажности на коэффициент внутреннего трения заметно больше, чем на коэффициент внешнего трения. Касательные напряжения адгезионного сдвига τо при этом имеют выраженную связь с коэффициентом трения: при наличии максимума у коэффициента внутреннего трения *ƒ*величина τо имеет минимум и наоборот.  Результаты определения компрессионных и прочностных характеристик ТУО от соотношения различных компонентов в смесях позволяют сравнить эти характеристики с аналогичными для углешихтовых материалов с различными связующими. Такое сравнение представляется целесообразным в связи с возможностью переработки ТУО в тепловых агрегатах камерного типа, аналогичных коксовым печам. В частности, опыты показали, что при добавлении твердых бытовых отходов к шламам углеобогащения происходит снижение насыпной плотности (на 5-10%) и значительное (примерно вдвое) снижение коэффициента внутреннего трения *ƒ*и начального сопротивления сдвигу τс. Это свидетельствует о хорошей возможности управления исходными характеристиками смесей в процессе подготовки путем варьирования их состава. Установлено, что компрессионные характеристики различных составов ТУО изменяются мало, но при этом прочностные свойства уплотненной под давлением до 15 МПа смеси с ТБО снижаются (τс в 1,5-2 раза, tgφ на 10-15%).  Определение физико-механических характеристик композиций шламов углеобогащения с отвальными отходами позволяет сделать вывод об ухудшении этих характеристик как сырья для переработки с увеличением содержания твердой неорганической составляющей в смеси. Исследования же ТУО в целом показали, что физико-механические характеристики твердых отходов изменяются в очень широком диапазоне, перекрывающем диапазон изменения таких характеристик для различных углешихтовых смесей. При этом добавление некоторых компонентов в пределах 2-10% в состав перерабатываемого сырья может принципиально изменять свойства и механическое поведение материала. Установлено также, что для нынешнего уровня знаний характеристик ТУО невозможно прогнозировать с высокой точностью, как повлияет на физико-механические характеристики смеси твердых отходов введение тех или иных добавок. Препятствие такому прогнозированию значительный разброс абсолютных величин наиболее важных для проектирования техники компрессионных и прочностных характеристик ТУО, что обусловлено природой этого сырья.  Выяснение степени влияния влажности, дисперсности, химического состава, способа подготовки, содержания и других характеристик компонентов на физико-механические характеристики смесей различных видов отходов требует дальнейших исследований.  **Современные решения по переработке твердых бытовых отходов**   |  | | --- | | Природные ресурсы, которые потребляет человечество, можно условно разделить на две части: возобновляемые и невозобновляемые. К возобновляемым ресурсам относятся все те ресурсы, которые можно восстановить с помощью фотосинтеза в обозримый отрезок времени. Речь идёт в первую очередь обо всех видах растительности и тех ресурсах, которые можно из неё получить. К невозобновляемым относятся полезные ископаемые, которые в обозримое геологическое время уже не восстановятся.  Используемые человечеством технологии ориентированы в первую очередь на использование невозобновляемых природных ресурсов. Это нефть, уголь, руды и т.п. При этом их использование технологически влечёт за собой нарушения в окружающем мире: уменьшается плодородие почв и количество пресной воды, загрязняется атмосфера и т.п.  Сегодня, используя сложившиеся технологии, человечество имеет разнообразнейшую структуру всевозможных отходов бытового и промышленного происхождения. Эти отходы, постепенно накапливаясь, превратились в настоящее бедствие. Правительства развитых стран начинают все большее внимание уделять вопросам охраны окружающей среды и поощряют создание соответствующих технологий. Развиваются системы очистки территорий от мусора и технологии его сжигания. Однако есть достаточно много причин считать, что технологии сжигания мусора являются тупиковыми. Уже в настоящее время затраты на сжигание 1 кг мусора составляют 65 центов. Если не перейти на другие технологии ликвидации отходов, то затраты будут расти. При этом следует иметь в виду, что необходимы такие новые технологии, которые со временем могли бы обеспечить, с одной стороны, потребительские запросы населения, а с другой стороны, сохранность окружающей среды.  В настоящее время такие технологии уже появились. Появилась принципиальная возможность не только существенно снизить затраты на ликвидацию отходов, но и получить при этом экономический эффект.  Недостатком технологий термического фракционирования является необходимость предварительно классифицировать отходы по видам мусора, что требует внедрения на государственном уровне технологий по сбору мусора. В этой области уже есть положительные примеры. Например, Австрия. Но для большинства стран такие технологии ещё необходимо создавать.  Поэтому очень большой интерес представляют технологии переработки мусора (городских свалок и т.п.) с получением при этом полезных продуктов и положительного экономического эффекта.  Помимо серьезного загрязнения воздуха, технологии утилизации отходов при помощи сжигания, по утверждению экологических организаций, "сжигают не только мусор, но и реальные деньги". Альтернативой этому методу является переработка мусора, с его последующей сортировкой на составляющие. Технология, применяемая на ЗАО "Белэкоком", белгородском предприятии по переработке отходов, отвечает всем нормативным показателям экологического контроля, применяемым к подобным заводам. Здесь отсутствуют процессы химической и термической переработки мусора, что существенно повышает экологическую безопасность. А спрессованные отходы реализуются на рынке переработанных материалов.  По оценкам специалистов, более 60% городских отходов - это потенциальное вторичное сырье, которое можно переработать и с выгодой реализовать. Еще около 30% - это органические отходы, которые можно превратить в компост.  Проблема полного уничтожения или частичной утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) — бытового мусора — 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 складируется 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.  По данным специализированных фирм, осуществляющих в настоящее время даже малоперспективные технологии прямого сжигания твердых бытовых отходов, реализация термических методов при сжигании 1000 кг ТБО позволит получить тепловую энергию, эквивалентную сжиганию 250 кг мазута. Однако реальная экономия будет еще больше, поскольку не учитывают сам факт сохранения первичного сырья и затраты на добычу его, т. е. нефти и получения из нее мазута. Кроме того, в развитых странах существует законодательное ограничение на содержание в 1 м3 выбрасываемого в атмосферу дымового газа не более 0,1х10-9 г двуокиси азота и фуранов при сжигании отходов. Эти ограничения диктуют необходимость поисков технологических путей обеззараживания ТБО с наименьшим отрицательным влиянием на окружающую среду, особенно мусорных свалок. Следовательно, присутствие бытового мусора в открытых свалках крайне отрицательно влияет на окружающую среду и как следствие — на человека.  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.  *Предварительная сортировка.*  Этот технологический процесс предусматривает 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, например консервных банок. Отбор их как наиболее ценного вторичного сырья предшествует дальнейшей утилизации ТБО (например, сжиганию). Поскольку сортировка ТБО — одна из составных частей утилизации мусора, то имеются специальные заводы для решения этой задачи, т. е. выделения из мусора фракций различных веществ: металлов, пластмасс, стекла, костей, бумаги и других материалов с целью дальнейшей их раздельной переработки.  *Санитарная земляная засыпка.*  Такой 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. Толщу свалки условно можно разделить на несколько зон (аэробную, переходную и анаэробную), различающихся характером микробиологических процессов. В самом верхнем слое, аэробном (до 1—1,5 м), бытовой мусор благодаря микробному окислению постепенно минерализуется до двуокиси углерода, воды, нитратов, сульфатов и ряда других простых соединений. В переходной зоне происходит восстановление нитратов и нитритов до газообразного азота и его оксидов, т. е. процесс денитрификации. Наибольший объем занимает нижняя анаэробная зона, в которой интенсивные микробиологические процессы протекают при малом (ниже 2%) содержании кислорода. В этих условиях образуются самые различные газы и летучие органические вещества. Однако центральным процессом этой зоны является образование метана. Постоянно поддерживающаяся здесь температура (30-40° С) становится оптимальной для развития метанообразующих бактерий. Таким образом, свалки представляют собой наиболее крупные системы по производству биогаза из всех современных. Можно предположить, что и в перспективе роль мусорных свалок заметно не уменьшится, поэтому извлечение биогаза из них с целью его полезного использования будет оставаться актуальным. Однако возможно и существенное сокращение мусорных свалок за счет максимально возможного вторичного использования бытовых отходов путем селективного сбора составляющих его компонентов - макулатуры, стекла, металлов и т. д.  *Сжигание.*  Это широко распространенный 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. Сжигание можно разделить на два вида: непосредственное сжигание, при котором получается только тепло и энергия, и пиролиз, при котором образуется жидкое и газообразное топливо. В настоящее время уровень сжигания бытовых отходов в отдельных странах различен. Так, из общих объемов бытового мусора доля сжигания колеблется в таких странах, как Австрия, Италия, Франция, Германия, от 20 до 40%; Бельгия, Швеция — 48-50%; Япония — 70%; Дания, Швейцария 80%; Англия и США — 10%. В России сжиганию подвергаются пока лишь около 2% бытового мусора, а в Москве — около 10%. Для повышения экологической безопасности необходимым условием при сжигании мусора является соблюдение ряда принципов. К основным из них относятся температура сжигания, которая зависит от вида сжигаемых веществ; продолжительность высокотемпературного сжигания, зависящая также от вида сжигаемых отходов; создание турбулентных воздушных потоков для полноты сжигания отходов. Различие отходов по источникам образования и физико-химическим свойствам предопределяет многообразие технических средств и оборудования для сжигания. 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. Сюда же относится и способ сжигания мусора в псевдосжиженном слое. При этом достигается высокая полнота сгорания при минимуме вредных веществ. По зарубежным данным, сжигание мусора целесообразно применять в городах с населением не менее 15 тыс. жителей при производительности печи около 100 т/сут. Из каждой тонны отходов можно выработать около 300-400 кВт-Ч электроэнергии. В настоящее время топливо из бытовых отходов получают в измельченном состоянии, в виде гранул и брикетов. Предпочтение отдается гранулированному топливу, так как сжигание измельченного топлива сопровождается большим пылевыносом, а использование брикетов создает трудности при загрузке в печь и поддержании устойчивого горения. Кроме того, при сжигании гранулированного топлива намного выше КПД котла. Мусоросжигание обеспечивает минимальное содержание в шлаке и золе разлагающихся веществ, однако оно является источником выбросов в атмосферу. Мусоросжигательными заводами (МСЗ) выбрасываются в газообразном виде хлористый и фтористый водород, сернистый газ, а также твердые частицы различных металлов: свинца, цинка, железа, марганца, сурьмы, кобальта, меди, никеля, серебра, кадмия, хрома, олова, ртути и др. Установлено, что содержание кадмия, свинца, цинка и олова в копоти и пыли, выделяющихся при сжигании твердых горючих отходов, изменяется пропорционально содержанию в мусоре пластмассовых отходов. Выбросы ртути обусловлены присутствием в отходах термометров, сухих гальванических элементов и люминесцентных ламп. Наибольшее количество кадмия содержится в синтетических материалах, а также в стекле, коже, резине. Исследованиями США выявлено, что при прямом сжигании твердых бытовых отходов большая часть сурьмы, кобальта, ртути, никеля и некоторых других металлов поступает в отходящие газы из негорючих компонентов, т. е. удаление негорючей фракции из бытовых отходов понижает концентрацию в атмосфере этих металлов. Источниками загрязнения атмосферы кадмием, хромом, свинцом, марганцем, оловом, цинком являются в равной степени как горючая, так и негорючая фракции твердых бытовых отходов. Существенное уменьшение загрязнения атмосферного воздуха кадмием и медью возможно за счет отделения из горючей фракции полимерных материалов.  Таким образом, можно констатировать, что главным направлением в сокращении выделения вредных веществ в окружающую среду является сортировка или раздельный сбор бытовых отходов. В последнее время все более распространяется метод совместного сжигания твердых бытовых отходов и шламов сточных вод. Этим достигается отсутствие неприятного запаха, использование тепла от сжигания отходов для сушки осадков сточных вод. Надо отметить, что технология ТБО развивалась в период, когда не были еще ужесточены нормы выброса газовой составляющей. Однако сейчас стоимость газоочистки на мусоросжигательных заводах резко возросла. Все мусоросжигательные предприятия являются убыточными. В этой связи разрабатываются такие способы переработки бытовых отходов, которые позволили бы утилизировать и вторично использовать ценные компоненты, содержащиеся в них.  *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°С. 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 сут. с целью получения товарного продукта. После этого компостируемый мусор вновь очищается от черных и цветных металлов, доизмельчается и затем складируется для дальнейшего использования в качестве компоста в сельском хозяйстве или биотоплива в топливной энергетике. Биотермическое компостирование обычно проводится на заводах по механической переработке бытовых отходов и является составной частью технологической цепи этих заводов. Однако современные технологии компостирования не дают возможности освободиться от солей тяжелых металлов, поэтому компост из ТБО фактически малопригоден для использования в сельском хозяйстве. Кроме того, большинство таких заводов убыточны. Поэтому предпринимаются разработки концепций получения синтетического газообразного и жидкого топлива для автотранспорта из продуктов компостирования, выделенных на мусороперерабатывающих заводах. Например, предполагается реализовать получаемый компост в качестве полуфабриката для дальнейшей его переработки в газ.  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°С) и высокотемпературный (свыше 900° С).  *Низкотемпературный пиролиз* - это процесс, при котором размельченный материал мусора подвергается термическому разложению. При этом процесс пиролиза бытовых отходов имеет несколько вариантов: пиролиз органической части отходов под действием температуры в отсутствии воздуха; пиролиз в присутствии воздуха, обеспечивающего неполное сгорание отходов при температуре 760°С; пиролиз с использованием кислорода вместо воздуха для получения более высокой теплоты сгорания газа; пиролиз без разделения отходов на органическую и неорганическую фракции при температуре 850°С и др. Повышение температуры приводит к увеличению выхода газа и уменьшению выхода жидких и твердых продуктов. Преимущество пиролиза по сравнению с непосредственным сжиганием отходов заключается, прежде всего, в его эффективности с точки зрения предотвращения загрязнения окружающей среды. С помощью пиролиза можно перерабатывать составляющие отходов, неподдающиеся утилизации, такие как автопокрышки, пластмассы, отработанные масла, отстойные вещества. После пиролиза не остается биологически активных веществ, поэтому подземное складирование пиролизных отходов не наносит вреда природной среде. Образующийся пепел имеет высокую плотность, что резко уменьшает объем отходов, подвергающийся подземному складированию. При пиролизе не происходит восстановления (выплавки) тяжелых металлов. К преимуществам пиролиза относятся и легкость хранения и транспортировки получаемых продуктов, а, также то, что оборудование имеет небольшую мощность. В целом процесс требует меньших капитальных вложений. Установки или заводы по переработке твердых бытовых отходов способом пиролиза функционируют в Дании, США, ФРГ, Японии и других странах. Активизация научных исследований и практических разработок в этой области началась в 70-х годах ХХ столетия, в период "нефтяного бума". С этого времени получение из пластмассовых, резиновых и прочих горючих отходов энергии и тепла путем пиролиза стало рассматриваться как один из источников выработки энергетических ресурсов. Особенно большое значение придают этому процессу в Японии.  *Высокотемпературный пиролиз.* Этот способ утилизации ТБО, по существу, есть не что иное, как газификация мусора. Технологическая схема этого способа предполагает получение из биологической составляющей (биомассы) отходов вторичного синтез газа с целью использования его для получения пара, горячей воды, электроэнергии. Составной частью процесса высокотемпературного пиролиза являются твердые продукты в виде шлака, т. е. непиролизуемые остатки. Технологическая цепь этого способа утилизации состоит из четырех последовательных этапов: отбор из мусора крупногабаритных предметов, цветных и черных металлов с помощью электромагнита и путем индукционного сепарирования; переработка подготовленных отходов в газификаторе для получения синтез газа и побочных химических соединений — хлора, азота, фтора, а также шкала при расплавлении металлов, стекла, керамики; очистка синтез газа с целью повышения его экологических свойств и энергоемкости, охлаждение и поступление его в скруббер для очистки щелочным раствором от загрязняющих веществ соединений хлора, фтора, серы, цианидов; сжигание очищенного синтез газа в котлах-утилизаторах для получения пара, горячей воды или электроэнергии. Научно-производственной фирмой "Термоэкология" акционерного общества "ВНИИЭТО" (г. Москва) предложена комбинированная технология переработки шлаковых и зольных отвалов ТЭЦ с добавлением части ТБО. Этот метод высокотемпературного пиролиза переработки отходов основан на комбинации процессов в цепи: сушка—пиролиз—сжигание электрошлаковая обработка. В качестве основного агрегата предполагается использовать рудно-термическую электропечь в герметичном варианте, в которой будут расплавляться подаваемые шлак и зола, выжигаться из них углеродные остатки, а металлические включения осаживаться. Электропечь должна иметь раздельный выпуск металла, который в дальнейшем перерабатывается, и шлака, из которого предполагается изготовлять строительные блоки или гранулировать с последующим использованием в строительной индустрии. Параллельно в электропечь будут подаваться ТБО, где они газифицируются под действием высокой температуры расплавленного шлака. Количество воздуха, подаваемого в расплавленный шлак, должно быть достаточным для окисления углеродного сырья и ТБО. Научно-производственным предприятием "Сибэкотерм" (г. Новосибирск) разработана экологически чистая технология высокотемпературной (плазменной) переработки ТБО. Технологическая схема этого производства не предъявляет жестких требований к влажности исходного сырья — бытовых отходов в процессе предварительной подготовки, морфологическому и химическому составам и агрегатному состоянию. Конструкция аппаратуры и технологическое обеспечение позволяет получить вторичную энергию в виде горячей воды или перегретого водяного пара с подачей их потребителю, а также вторичной продукции в виде керамической плитки или гранулированного шлака и металла. По существу, это и есть вариант комплексной переработки ТБО, их полной экологически чистой утилизации с получением полезных продуктов и тепловой энергии из "бросового" сырья — бытового 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.  Традиционные свалки непереработанных муниципальных отходов не только портят ландшафт, но и представляют потенциальную угрозу здоровью людей. Загрязнение происходит не только в непосредственной близости от свалок, в случае заражения грунтовых вод загрязненной может оказаться огромная территория.  Основная задача, стоящая перед системами переработки ТБО – это наиболее полно утилизировать отходы, образующиеся на некоторой территории. При подборе технологий для реализуемых проектов нужно руководствоваться двумя важными требованиями: обеспечить минимум или полное отсутствие выбросов и произвести максимум ценных конечных продуктов, для реализации их на рынке. Наиболее полно эти задачи могут быть достигнуты при использовании систем автоматической сортировки и разделенной переработки различных видов отходов при помощи современных технологий.  Комбинации указанных технологических решений устанавливаются на нескольких площадках в регионе так, чтобы обеспечить минимальную транспортировку отходов к месту переработки и непосредственную поставку ценных конечных продуктов на сопутствующие производства. Полный завод по переработке ТБО состоит из модулей всех видов и может включать сопутствующие производства. Количество технологических линий в каждом модуле определяется требованиями к производительности завода. Минимальное оптимальное соотношение достигается для завода производительностью 90 000 тонн ТБО в год.  *Переработка горючих отходов.*  Предлагаемая технология газификации позволяет перерабатывать горючие отходы в закрытом реакторе с получением горючего газа. Могут быть переработаны отходы следующих типов:   * горючая фракция твердых бытовых отходов (ТБО), выделенная при сортировке; * твердые промышленные отходы - нетоксичные твердые отходы, произведенные промышленными, торговыми и другими центрами, например: пластик, картон, бумага и т. д.; * твердые горючие продукты переработки автомобилей: большинство автомобильных пластиков, резина, пеноматериалы, ткань, дерево и т. д.; * сточные воды после осушения (наиболее эффективная переработка сточных вод достигается при использовании биотермической технологии); * сухая биомасса, такая как отходы деревообработки, опилки, кора и т. д.   Процесс газификации является модульной технологией. Ценным продуктом переработки является горючий газ, производимый в объеме от 85 до 100 м3 в минуту (для модуля переработки 3.000 кг/ч), с приблизительной энергетической ценностью от 950 до 2.895 ккал/м3 в зависимости от исходного сырья. Газ может быть использован для производства тепло- электроэнергии для сопутствующих производств или на продажу. Модуль газификации не производит выбросов в атмосферу и не имеет трубы: продуктом технологии является горючий газ, направляемый на производство энергии, и, таким образом, выбросы образуются только на выходе двигателей, бойлеров или газовых турбин, перерабатывающих горючий газ. Основное оборудование монтируется на рамах с общими внешними размерами 10 х 13 х 5 м. Технология проста в управлении и эксплуатации и может быть использована в рамках комплексных схем переработки отходов.  *Переработка гниющих отходов.*  Органическая фракция ТБО, полученная в результате сортировки, а также отходы ферм и очистных сооружений могут быть подвергнуты анаэробной переработке с получением метана и компоста, пригодного для сельскохозяйственных и садоводческих работ.  Переработка органики происходит в реакторах, где бактерии, производящие метан, перерабатывают органическую субстанцию в биогаз и гумус. Субстанция выдерживается в реакторе при определенной температуре 15-20 дней. Завод обычно состоит из двух или более параллельных линий. Биореакторы стационарны и расположены вертикально. Размер одного реактора может достигать 5000 куб. м. Это примерно соответствует отходам, производимым населением в 200 000 человек. Для переработки большего объема отходов требуется два или более параллельных реактора. При необходимости, по окончании анаэробной переработки субстанция пастеризуется и после этого полностью осушается в твердую массу, составляющую 35-45% от первоначального объема. На следующей стадии масса может быть подвергнута постаэрации и просеиванию для улучшения показателей хранения, эстетического вида и удобства использования.  Конечный продукт, гумус, полностью переработан, стабилизирован и пригоден для ландшафтных работ, садоводства и сельского хозяйства. Метан может быть использован для производства тепло/электроэнергии.  *Переработка использованных шин.*  Для переработки шин используется технология низкотемпературного пиролиза с получением электроэнергии, сорбента для очистки воды или высококачественной сажи, пригодной для производства автопокрышек.  *Линии демонтажа старых автомобилей.*  Для переработки старых автомобилей используется технология промышленного демонтажа, позволяющая вторично использовать отдельные детали. Стандартная линия линии промышленного демонтажа, способна перерабатывать 10 000 старых автомобилей в год или до 60 машин в день при смене 12 человек (всего персонал завода 24 человека). Линия предназначена для оптимального демонтажа деталей в безопасных рабочих условиях. Основными элементами линии являются автоматический конвейер, передвигающий автомобили, устройство переворачивания автомобилей для демонтажа деталей днища и подготовки автомобиля к снятию двигателя, а также оборудование для демонтажа деталей и хранения снятых материалов. Предприятие состоит из цеха линии демонтажа, зоны для удаления аккумуляторов и слива автомобильных жидкостей, крытых складских помещений и офисного здания. Экономическая эффективность предприятия обеспечивается продажей автомобильных деталей и отсортированных материалов. Для эффективной эксплуатации завода в зависимости от транспортных тарифов в радиусе 25-30 км от завода должно быть в наличии 25 000 остовов старых автомобилей. В общем случае для завода требуется площадка, по крайней мере, 20 000 м2. Поставка линии промышленного демонтажа включает обучение рабочего персонала на площадке заказчика и в Западной Европе, обучение управлению предприятием и тренинг по организации сбора старых автомобилей и продаже запчастей и материалов.  *Утилизация медицинских отходов.*  Предлагаемая технология очистки медицинских отходов стерилизует такие виды медицинских отходов как иглы, ланцеты, медицинские контейнеры, металлические зонды, стекло, биологические культуры, физиологические вещества, медикаменты, шприцы, фильтры, пузырьки, подгузники, катетеры, лабораторные отходы и т.д. Технология очистки медицинских отходов измельчает и стерилизует отходы, так что они превращаются в сухую, однородную пыль без запаха (гранулы диаметром 1-2 мм). Этот остаток является целиком инертным продуктом, не содержит микроорганизмов и не обладает бактерицидными свойствами. Остаток может быть утилизирован как обычные городские отходы или использован при ландшафтных работах. Технология переработки медицинских отходов — это закрытый процесс. Стандартное оборудование работает в полуавтоматическом режиме, в функции оператора входит загрузка установки при помощи подъемника и запуск процесса. После начала процесса все операции осуществляются автоматически и контролируются программируемым модулем, в то время как сообщения о состоянии процесса и сигналы о возможных неисправностях отображаются на пульте управления. Возможна поставка целиком автоматической системы. Учитывая специфический вес материала и время переработки, производительность установки составляет 100 кг/час.  Предлагаемые современные технологии позволяют одновременно решить проблему утилизации мусора и создать местные источники энергии. Таким образом, мусор вернется к нам не в виде разрастающихся свалок и загрязненной воды, а в виде электричества по проводам, тепла в батареях отопления или выращенных в теплицах овощей и фруктов. |     Список литературы:   1. Использование вторичного сырья и отходов производства (Отечественный и зарубежный опыт, эффективность и тенденции): Под ред. В.Н.Ксинтариса и Я.А.Ренитара. - М.: Экономика, 1983. - 168 с.  2. Тихоцкая Н.С. Япония: проблемы утилизации отходов. -М.: Наука, 1992.-102 с.  3. Цыганков А.П., Сенин В.Н. Циклические процессы в химической технологии. Основы безотходных производств. - М.: Химия, 1989. - 320 с.  4. А.с. 1663013 СССР. Способ определения спекаемости углей и устройство для его осуществления/А.С.Парфенюк, И.ГДедовец, И.В.Кутняшенко и др.//Б.И. 1991. № 26.  5. А.с. 845059 СССР. Устройство для реологических испытаний материаловА.С.Парфенюк, В.С.Карпов //Б.И. 1981. №25.  6. А.с. 905706 СССР. Устройство для компрессионных испытаний магериапов/ А.СПарфенюк, В.И.Назаров //Б.И. 1982. №2. | |

7. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, утв. Минстроем России 02.11.96, согласована с Госкомсанэпиднадзором России 10.06.96 №01-8/1711.

8. Санитарные правила устройства проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения неутилизируемых промышленных отходов №1746-77, утв. Минздравом СССР 22.08.77.

9. Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов №3183-84, утв. Минздравом СССР 29.12.84.

10. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87 №4422-87.

11. Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений: СанПиН 2.1.7.728-99, утв. Минздравом России 22.01.99.

12. ГОСТ 17.4.1.02-83 Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

13. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-85) №3938-85, утв. Минздравом СССР, введенные в действие Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 11.11.98 №30, взамен "Санитарных правил устройства и содержания полигонов для твердых бытовых отходов", утвержденных Минздравом СССР 16.05.83 №2811-83.

14. СП 2.1.7.1038-01.

15. Закон Свердловской области от 19 декабря 1997 года N 77-ОЗ "Об отходах производства и потребления", принятый Областной Думой Законодательного Собрания Свердловской области 3 декабря 1997 года Одобрен Палатой Представителей Законодательного Собрания

16. Журнал "Итоги" №18 за 1999 г. "СУДЬБЫ ВЫВОЗА МУСОРА У "НИХ" И У НАС"