

Было бременем – стало ресурсом

Как можно использовать производственные отходы с пользой для предприятия и экологии

Для любой промышленно развитой страны грамотная утилизация отходов - тема стратегически важная. Если не решить ее своевременно, она неизбежно породит и экологические, и экономические проблемы. Беларусь не исключение. Поэтому после введения в стране механизма расширенной ответственности производителя у предприятий появился выбор - самому наладить сбор и утилизацию своих производственных остатков или же регулярно перечислять средства на это государственному координатору в сфере обращения с отходами - Оператору вторичных материальных ресурсов. Какой путь предпочесть? По мнению заведующего кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» БИТУ кандидата технических наук Александра Пехоты, первый вариант решения проблемы отходов может оказаться самым перспективным для предприятия. Ведь если утилизировать отходы там же, где они образуются, то можно сэкономить первичные ресурсы.

Кому даем вторую жизнь

– Александр Николаевич, начнем со статистики. Ежегодно в стране образуется около 59 млн т отходов разных видов. Из них 55-55,6 млн т - отходы производства. Какова их судьба?

– Основной вклад в образование производственных отходов вносят два крупных предприятия по производству удобрений: ОАО «Беларуськалий» в Солигорске (галитовые отходы) и химический завод в Гомеле (фосфогипс). Такие отходы носят название крупнотоннажных. К сожалению, на сегодняшний день ни в нашей стране, ни во всем мире не придумали эффективных технологий переработки галитовых отходов. Однако есть попытки внедрения технологий по переработке фосфогипса.

Остается только вести учет, накапливать, мониторить и исследовать возможности применения тех или иных технологий.

Сжигать галитовые отходы тоже нельзя. Соль - это минерал, она не горит. Впрочем, в нашем университете уже есть научные наработки, благодаря которым их можно частично добавлять в искусственное топливо и получать его с бездымным и беспламенным горением.

В отношении остальных отходов производства экологичные способы вторичного использования в стране есть, и их используют все более активно. Например, доля переработки полимерных отходов, макулатуры, стеклобоя на предприятиях достигает 90 % и более.

– Приведите положительные примеры.

– В Беларуси налажен оборот изношенных шин и других резиносодержащих отходов. Из колеса извлекают корд (он идет в металлолом), шины измельчают, делают крошку и используют ее в производстве покрытий для футбольных полей и животноводческих ферм. Тем временем в мире уже появились и привлекают интерес технологии, позволяющие вторично использовать автомобильные колеса. Поверхность стертых протекторов шины специальным образом зачищается, и на нее надевается новый протектор. Суть технологии заключается в том, что изобретен особый способ крепления протектора, позволяющий надежно закреплять его как сменную часть на изношенном колесе. Владелец автомобиля может делать это, например, при смене летней резины на зимнюю - поехать в сервис и получить услугу. Новые заводские колеса имеют в среднем ресурс в 60-80 тыс. километров, а замена протекторной ленты может обеспечивать 40-50 тыс. пробега. Это в среднем возвращает колесу 60 % ресурса.

Еще один хороший пример переработки производственных отходов -

Гомельский завод «Импульс» КУП «Спецкоммунавтотранс». У них работает линия по переработке сетчатых мешков (для сахара, строительных материалов). Это очень распространенный вид упаковки продукции, после использования которой отход может попасть на свалку. Вместо этого сетчатые мешки, в том числе загрязненные жиром, сахаром, другими примесями, собирают, отмывают, дробят, расплавляют и получают гранулы, из которых потом производят полимерно-песчаные смеси для востребованной в строительстве продукции.

Но здесь важно помнить одну из особенностей рециклинга - не все отходы можно многократно перерабатывать. Зачастую количество оборотных циклов ограничено. И ничего не остается, как сжечь отходы, получив дополнительную энергию. Прямое сжигание в отношении отходов производства использовать нельзя по экологическим соображениям. Но есть специальные технологии.

– **Расскажите подробнее, какие из них оптимальны для белорусских предприятий. Желательно, чтобы отходы не нужно было куда-то далеко транспортировать, а проблема утилизации решалась локально, не выходя за пределы предприятия или населенного пункта, где оно расположено.**

– Все зависит оттого, какие отходы образуются в процессе производства. Если у предприятия не один вид, а несколько, плюс они относятся к разряду горючих, то, на мой взгляд, впору задуматься о том, чтобы делать из них многокомпонентное твердое топливо. Технология (она называется термохимическая конверсия) подходит для промышленных и производственных предприятий, организаций структуры ЖКХ, перерабатывающей промышленности и теплоэнергетики, использующих котельные на твердом топливе и мини-ТЭЦ. Хотя, по большому счету, если на предприятии есть установка модульного сжигания или пиролиза, можно преобразовывать многокомпонентные составы и в газообразное топливо. Для сжигания используются имеющиеся теплогенерирующие установки, работающие на газообразном топливе.

Суть технологии создания многокомпонентного топлива заключается в смешивании так называемых чистых и грязных отходов. Грязные - это те, что содержат опасные и токсичные вещества, чистые - которые не содержат таких примесей и безопасны для сжигания, например, костра, солома, щепа, опилки и другие отходы деревообработки. Помимо этого, древесно-растительная биомасса как основа брикетов позволяет обеспечить высокую горючесть. Иногда доля грязных отходов составляет всего несколько процентов.

Теплотворные композиции для объектов энергетики

– **Какие конкретно отходы предприятий могут добавляться в состав топлива?**

– Самые различные, даже углеводородсодержащие, нефтешламы, отработанные нефтепродукты и их смеси. Такие отходы в изобилии есть в организациях топливно-энергетического комплекса, ТЭЦ. В нефтяных резервуарах образуются донные отложения, которые каждые два года нужно зачищать. А это после каждой зачистки вертикального резервуара хранения - десятки тонн. Законодательство ограничивает хранение, потому что углеводородсодержащие отходы относятся к 3-му и 4-му классу опасности и требуют специализированной, а значит, и более затратной переработки.

Еще один вид органических отходов, представляющий опасность для экологии и для которого пока не могут найти вторичного применения в народном хозяйстве, - остатки кожевенного производства. Их можно утилизировать в качестве определенной доли в смеси многокомпонентного топлива. Мездра, некондиционные отходы переработки шкур, а также деревянные поддоны, на которых это хранится и транспортируется, пропитываются остатками жировых веществ, подкожной клетчатки и белковых фрагментов, которые обладают неприятным запахом. Поэтому сырьем для чего-то нового они уже стать не могут. Зато благодаря разработанной в нашем вузе технологии создания брикетированного топлива их можно после специальной подготовки спрессовать, например добавив

опилки и измельченную щепу от поддонов, и получить благодаря термо-химической конверсии в модульной установке биоуголь.

Особенность биоугля - химическая стабильность и долговечность. У него высокая пористость и способность депонировать углерод. За счет этого его широко применяют при рекультивации загрязненных почв и водоемов в качестве сорбентов. Он же служит наполнителем в системах очистки воздуха, снижая выбросы CO₂ в атмосферу, а также активно используется в проектах по восстановлению природных экосистем. Белорусские предприятия в больших количествах закупают его за рубежом.

– В чем преимущество технологии создания многокомпонентного топлива?

– Оно заключается в том, что не нужно удалять избыточную влагу перед тем, как сформировать брикеты. Сушка сырья, как правило, требует как большого расхода энергетических ресурсов, так и специальных условий. В технологии многокомпонентного топлива сырье может перерабатываться влажным. А иногда - даже в пастообразной консистенции. В процессе брикетирования под давлением часть влаги уходит, а сырье в матрице формируется в виде заданной формы брикетов. Полученные брикеты затем складывают в разработанных для атмосферной сушки контейнерах под навесом. В теплый период года (с апреля по октябрь) они там хранятся и одновременно сушатся. То есть совмещены два процесса.

Если в топливе правильно выдержаны пропорции, ему достаточно полежать две-три недели. Сушка происходит благодаря специальным отверстиям внутри каждого брикета. Отверстия увеличивают общую площадь поверхности испарения и создают сквозной канал для свободной циркуляции воздуха. А в холодный период года сушка уже производится в промышленных сушильных камерах.

Процесс сушки можно ускорить путем добавления сорбирующих воду веществ. Еще более сократит время сушки разработанная нами конструкция навеса из поликарбоната. Такой навес изготавливается в определенном

геометрическом виде и концентрированно распределяет солнечные лучи таким образом, что скорость сушки вырастает до 20 %.

К слову, минимально приемлемая влажность для сжигания - 20-22 %. Наилучший эффект достигается при влажности топлива 7-12 %. Топливо с такими показателями высыхает без затрат энергии.

– А как насчет осадка сточных вод? Сложный вид отходов со смешанным составом, где содержатся тяжелые металлы. Можно ли его использовать в качестве компонента для вашего топлива?

– Есть такой опыт на Гомельщине. Чтобы снизить концентрацию токсичных веществ и обеззаразить отходы, при их подготовке используется электрогидравлическая обработка. При трехминутном импульсном воздействии это дает снижение концентрации тяжелых металлов в 1,5 раза по свинцу, хрому и марганцу и в 2,5 раза - по цинку, меди и никелю.

Мы исследовали осадки сточных вод городских очистных сооружений, выполняя забор проб с иловых карт различных сроков хранения, чтобы использовать в качестве компонента топлива. Влажность осадка в местах хранения - около 80 %. Но если добавить к ним опилки с влажностью 40 %, средняя влажность в составе брикета станет около 60 %. При подаче многокомпонентной смеси в установку под давлением во время брикетирования влага теряется в среднем еще на 25 %.

Интересно, что в процессе влажного брикетирования происходит диффузия влаги из осадка сточных вод во внутреннюю структуру поверхности растительно-древесного материала. То есть молекулы воды перемещаются из областей с более высокой концентрацией в области с более низкой. В этих условиях формируется уплотненный каркас топлива заданной формы, который уже обеспечивает устойчивую форму для транспортировки в сушилку или под навес.

В состав многокомпонентного топлива можно включать даже скоп - отходы очистки сточных вод, образующиеся при производстве бумаги и картона. Скоп представляет собой пастообразную смесь

макулатурного волокна с содержанием целлюлозы, наполнителей (мел, каолин), клеев и других химических компонентов.

Мы проводили исследования на одном из предприятий, где ежедневно вывозилось до 6 т скопа. Добавили туда чистые компоненты, оптимизировали состав и исследовали по энергетическим и экологическим показателям. В итоге смогли получить необходимые пропорции, обеспечивающие их безопасное применение в качестве твердого и газообразного топлива.

– Какие пропорции условно грязных и чистых отходов считаются оптимальными?

– Это зависит от химического состава отходов и содержания в них вредных веществ. Например, добавка донных отложений мазута в составе многокомпонентного топлива не может превышать 20 %. Отрегулировать это можно исходя из фактического состояния углеводородсодержащих отходов, наличия механических примесей, избыточного содержания серы, углерода, водорода и пр. После проведения многофакторного исследования можно в конечном итоге подобрать необходимое содержание в составе топлива соломы, древесных опилок или торфа.

Разрабатывая варианты многокомпонентного топлива, мы всегда придерживаемся золотой середины по сбалансированности содержания химических веществ в рабочем химическом составе. Так, например, суммарная рабочая горючая масса углерода C^r и водорода H^r должна быть в пределах 55-62 %. Это обеспечивает необходимую интенсивность окисления горючих элементов топлива кислородом в условиях сжигания. А еще дает качественное выделение теплоты и ступенчатое изменение реакции горения с хорошим выделением основной массы летучих веществ, что очень важно для достижения экологического сжигания в теплогенерирующих устройствах.

Специальные котлы не нужны

– А насколько высока теплотворная способность у многокомпонентного топлива из производственных отходов?

– Относительно твердых видов топлива она приблизительно равна таким видам искусственного топлива, как пеллеты и брикеты Pini&kei. Мы даже смогли достичь показателя в 7 тыс. килокалорий на килограмм, но возникла проблема - не в каждом котлоагрегате можно сжигать такое высококалорийное топливо. Если загрузить высококалорийное топливо в не адаптированный по тепло-массопереносу котел, то это может привести к разрыву теплообменника, повышению давления в системе и утечкам теплоносителя. Нужно как минимум спроектировать специализированный котлоагрегат, который будет иметь необходимые размеры топочного пространства с требуемой поверхностью нагрева и другими конструктивными элементами, обеспечивающими нормальные режимы окислительного воздействия горючих веществ в условиях применения высоко-калорийного многокомпонентного топлива, а также термохимическое равновесие, тепловой баланс и КПД.

А нам было важно, чтобы многокомпонентное топливо можно было сжечь в традиционных котлах с обычной слоевой топкой, то есть даже в камине на даче. И это важное отличие от RDF-топлива, которое требует установки специальных модулей.

– Каким предприятиям, на ваш взгляд, технология многокомпонентного топлива может принести пользу?

– В ней должны быть заинтересованы те производства, у кого остается сырая древесина и другие обводненные горючие отходы органического происхождения. Ведь обычное сжигание влажной древесины не дает желаемого эффекта: часть энергии уходит на удаление влаги, а зачастую требует применения дополнительного источника энергии для поддержания процесса горения. А пройдя подготовку, брикетирование и сушку в рамках нашей технологии, топливо хранится под навесом и в крытых складах навалом, в любых условиях влажности воздуха и без специальной упаковки, так как обладает гидрофобными свойствами.

Формулы - в практику

– Насколько поняла, сотрудники вашей кафедры продолжают исследования по температурным методам утилизации производственных отходов и готовы сотрудничать с предприятиями как по вопросам разработки технологий, так и по практическому внедрению уже существующих практик.

– Верно, мы открыты к сотрудничеству. По нашему глубокому убеждению, наши установки по созданию многокомпонентного твердого топлива должны быть на тех предприятиях, где образуется широкая группа горючих отходов, не нашедших технологического применения. Такое оборудование может сослужить хорошую службу также предприятиям ЖКХ, в ведении которых находятся полигоны ТБО, куда свозят разные виды отходов.

Наша кафедра вместе с научной лабораторией в составе Филиала БИТУ «Научно-исследовательский политехнический институт» под руководством академика НАН Беларуси Бориса Михайловича Хрусталева может разработать варианты многокомпонентного топлива под каждое конкретное предприятие с учетом его структуры отходов. Сотрудничество ведется в рамках хозяйственных договоров.

Можем поставить комплектную установку подготовки и брикетирования с различным уровнем автоматизации. А у нас есть уже не опытные, а промышленные образцы, прошедшие апробацию на нескольких производствах. Что касается случаев с очень грязными отходами, на вооружении промышленный аналог имеющегося научно-экспериментального комплекса оборудования модульной термохимической конверсии. На нем адаптируются практические результаты создания и применения многокомпонентного топлива.

Среди своих потенциальных партнеров видим предприятия, у которых образуются отходы некондиционного мазута, донные отложения, отходы очистных сооружений мойки транспорта и прочее. В их числе - организации БЖД, использующие не только мазут, но и широкую линейку масел и смазок, а также

складирующие на площадках хранения отработанные деревянные шпалы.

Нам есть что предложить и производствам, на которых образуются органические отходы от хранения и переработки продукции сельского хозяйства, от птицефабрик до мясокомбинатов. Представьте себе, даже опилки с куриным пометом, которые остаются от напольного содержания птицы, можно превратить в сырье для многокомпонентного топлива!

Так что приглашаем к взаимодействию! Благодаря нашим технологиям переработки замкнутого цикла производственные отходы реально превращаются в ценное сырье.

Елена КОЗЛОВСКАЯ