

УДК 62

РАЗРАБОТАННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОССИИ И КАЗАХСТАНЕ

¹Федорчук Ю.М., ²Саденова М.А.

¹ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск,
e-mail: ufed@mail.ru;

²Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова, Усть-Каменогорск

Ниже представлены в виде обзора некоторые результаты работы коллективов Томского политехнического университета и Восточно-Казахстанского университета им. С. Аманжолова в области уменьшения воздействия производственной деятельности человека на окружающую среду за счет апробированных в лабораторных, полупромышленных и промышленных масштабах технических решений по энерго- и ресурсосбережению.

Ключевые слова: технологии, техногенные материалы, отходы производства

DEVELOPED AND EMERGING TECHNOLOGY FOR THE USE OF MAN-MADE MATERIALS IN RUSSIA AND KAZAKHSTAN

¹Fedorchuk J.M., ²Sadenova M.A.

¹National research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, e-mail: ufed@mail.ru;

²Vostochno-Kazakhstan state University S. Amanzholov, Ust-Kamenogorsk

Presented below in the form of a review of some results of the work collectives of the Tomsk Polytechnic University and East University S. Amanzholov in reducing the impact of industrial activity on the environment at the expense of proven in laboratory, semi-industrial and industrial scale technical solutions for energy and resource conservation.

Keywords: technology, industrial materials, waste production

Из курса экологии мы знаем, что одной из основ существования биосферы являются круговороты, как живых организмов, так и биогенов – элементов, обеспечивающих их жизнедеятельность. Таким образом, у природы отходы отсутствуют.

Поэтому одной из целей деятельности человека должно быть использование так называемых отходов производства и потребления, т.е. вовлечение в круговорот энергетических и материальных вторичных ресурсов, обладающих как некоторым запасом энергии, так и ценными свойствами.

К настоящему времени известно уже значительное количество технических решений, разработанных в Томском политехническом университете, позволяющих уменьшить энергопотребление человеком без понижения качества жизни.

Например, в энергопромышленности. Перепроизводство электроэнергии – это отходы; можно осуществлять рецикл, т.е. накапливать электроэнергию в аккумуляторах, конденсаторах, или организовать рациональное электропотребления за счет изменения графика работы энергопотребителей; а можно осуществлять утилизацию отходов – получение водорода, углеводородов, СО и других энергетически ценных компонентов, таким образом, будет происходить

круговорот энергии, правда, с понижением качества.

При добыче и обогащении угля образуются или терриконики, с низким содержанием угля, или отходы обогатительных фабрик, с высоким (до 50% масс.) содержанием угля во вскрышных минеральных породах.

Если организовать технологию горной добычи таким образом, чтобы не смешивать во вскрышных породах глинозем, кремнезем и известняк, а геологи знают, как это сделать, то тогда можно в таких местах создавать производство кирпича, в качестве добавки-отошителя в который будет задействован вскрышной уголь (отошитель – это добавка, которая при выгорании во время спекания керамического кирпича образует поры, пустоты).

Отходы обогатительных фабрик с высоким содержанием угля или отходы амбарные нефтедобывающих скважин (содержат до 35% масс. нефти) можно использовать и как источник энергии, и как сырьевой источник получения цементного вяжущего, при введении в состав исходного сырья определенного количества природного известняка.

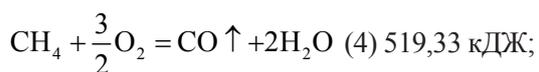
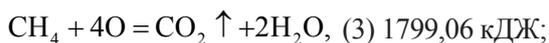
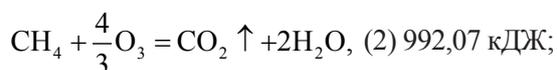
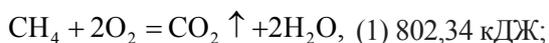
Каренгин А.Г., сотрудник ТПУ, применяет плазмохимический реактор в качестве «свечи зажигания» при сжигании нефте-содержащих амбарных отходов, получая

при этом 95% теплоты относительно 5% затраченной на поддержание плазмы, и в лабораторных условиях получил низкомарочный цемент.

Баржа с вместимостью 5000 тонн амбарных отходов может обеспечить теплом, электроэнергией и частично цементом на протяжении 1 года такое предприятие как ЖБК-100, г. Томска. Такой проект был предложен руководству указанного предприятия, но пока – отклонен.

При вышеназванном способе получения тепла и цемента из отходов также появляется возможность утилизации твердых бытовых отходов. Во время плазменной обработки ТБО исключается основной бич мусоросжигания – образование фенолов, диоксинов и бензопирена. Эти соединения согласно литературным данным после плазменной обработки разлагаются до простых соединений и не рекомбинируют.

Классическая энергетика использует кроме органического топлива также кислород воздуха. А так как в воздухе содержится 78% объемных азота, то этот балласт понижает выход полезной энергии, с одной стороны, а с другой – провоцирует образование оксидов азота – источников азотнокислых осадков. Согласно энергетическим расчетам на примере сгорания метана получают следующие результаты тепловыделения:



Если заменить кислород молекулярный на кислород атомарный, то можно более чем в 2 раза повысить тепловыделение. Для автотранспорта особенно показательна реакция 4. Эксплуатация старых автомобилей с повышенным содержанием СО наносит двойной урон окружающей среде: загрязнение атмосферы парниковым газом и увеличение потребления углеводородного сырья.

В 1994 году сотрудниками ТПУ были проведены следующие испытания. На автомобиле Москвич – 2141 измеряли содержание СО в выхлопных газах. В первом случае на холостых оборотах содержание СО составило 8,1% объемных, а после того, когда всасываемый в карбюратор воздух стали облучать жестким у/ф излучением (устройство для кварцевания), содержание СО снизилось до 1,1% объемных.

Рассмотрим апробированные технические решения по энерго- и ресурсосбережению в химической промышленности.

В технологии получения фтороводорода, который нужен при получении гексафторида урана на СХК в г. Северск, при получении алюминия на Полевском криолиновом заводе, г. Полевской, при получении фторопласта и других фторидов в г. Перми, при получении плавиковой кислоты на Ульбинском металлургическом заводе (УМЗ), г. Усть-Каменогорск, Казахстан, образуется в качестве побочного продукта сульфат кальция-фторангидрит. Всего по России ежегодно таких отходов сбрасывается в окружающую среду, на отвальные поля и в р. Томь, около 300 000 тонн, в Казахстане – около 17 000 тонн.

В ТПУ совместно с сотрудниками ВКГУ разработаны технологии по обезвреживанию и получению различных строительных материалов из вышеназванных отходов.

С 2008 года предприятие ООО «ТПУЭкоСтрой» перерабатывало сульфаткальциевые отходы ОАО «Галополимер», из которых Томский завод сухих строительных смесей «Богатырь» производил и производит в настоящее время различные сухие строительные смеси.

Благодаря публикациям в центральной печати об использовании указанных отходов сотрудниками ОАО ГМК «Норильский никель» предложили Томскому политехническому университету договор на разработку комплексной технологии улавливания и обезвреживания серосодержащих газов производства с получением кальцитангидрита, который затем будет использоваться в закладочных смесях в качестве пластификатора и вяжущего для заполнения шахтных пустот. К настоящему времени получены положительные результаты.

Сотрудниками ВКГУ и ТПУ формируются бизнес-предложения предприятиям Казахстана – «УМЗ», г. Усть-Каменогорск, и «Казцинк», г. Ридер, по утилизации образующихся сульфаткальциевых и других техногенных новообразований с целью превращения их в компоненты шахтных закладочных растворов.

В г. Томске работает завод «Ацетилен», который производит ацетилен путем гашения карбида кальция, в результате чего образуется твердый отход – гашеная известь, который называется карбидный ил. На каф. ЭБЖ ТПУ были проведены исследования по определению свойств карбидного ила, разработана технология обезвреживания и переработки карбидного ила с целью использования его в качестве нейтрализатора кислого фторангидрита.

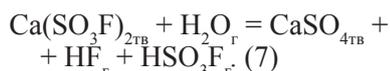


Направления использования техногенного ангидрита

Также в ТПУ был разработан проект получения цемента производительностью 40 000 тонн в год путем создания шихты из карбидного ила, нефелинового шлама – твердого отхода Ачинского глиноземного комбината, угольных отходов обогатительной фабрики г. Мыски, и нагрева ее до необходимой температуры получения цементного клинкера с помощью плазмохимической установки. Теоретическими расчетами было показано, что на получение цемента из отходов потребуется почти в 5 раз меньше энергозатрат.

Существует еще одно направление энергосбережения – это энерготехнологии, т.е. совмещение процессов получения энергии и физико-химических превращений в одном технологическом аппарате.

Применительно к технологии получения фтороводорода и ангидрита в ТПУ разработана и запатентована технология получения указанных продуктов с использованием экзотермических реакций по следующему механизму:



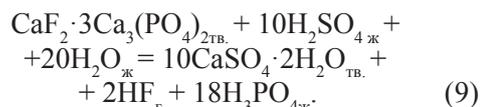
Перечисленные реакции проводят при температуре выше 170 °С, в этом случае присутствуют только 2 фазы – твердая и газообразная; причем 5-я и 6-я реакции являются экзотермическими, выделяющими тепло в зоне реагирования, что уменьшает количество подводимого тепла извне.

В настоящее время процесс получения фтороводорода и фторангидрита проводят по реакции 8



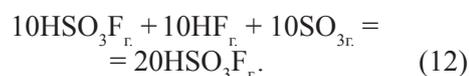
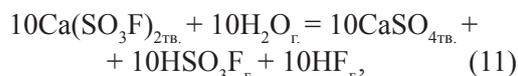
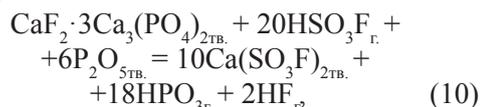
В этом случае присутствуют все 3 фазы – твердая (тв), жидкая (ж), газообразная (г); этот процесс – эндотермичен, требует внешнего подвода тепла, а присутствие жидкой фазы (H_2SO_4) провоцирует образование настыля, что в свою очередь увеличивает подвод тепла для сохранения требуемой температуры.

Особенно требует реорганизации в химической промышленности процесс получения фосфорной кислоты и фосфорных минеральных удобрений, который проводят в настоящее время по следующей реакции:



Здесь также присутствуют 3 фазы, из 3-х продуктов используют только 1 – фосфорную кислоту, остальные – это отходы.

Для этого химического взаимодействия уместна энерготехнология, запатентованная ТПУ, которая представлена следующими реакциями:



Эти процессы также проводят при температуре выше 170 °С, также присутствуют только 2 фазы – твердая и газообразная; 10-я и 12-я реакции являются экзотермичными.

В этом случае мы получаем все 3 продукта кондиционными.

Процессы энерготехнологии в настоящее время разрабатываются в ТПУ для строительной промышленности, промышленности цветных металлов, энергопромышленности, в частности совмещение 2-х высокотемпературных процессов, связанных кроме повышенных температур еще и некоторыми компонентами шихты. Это – технология получения цинка и свинца в металлургии цветных металлов и технология получения поргландцемента. Свинцово-цинковая шихта содержит кроме основной руды, включающей в виде примесей соединения железа, алюминия, кремния, еще известняк и углерод; температура процесса – 1300 °С; цементная шихта содержит повышенное содержание известняка, определенные количества соединений кремния, железа, алюминия; температура получения цементного клинкера – 1450 °С. Таким образом, 2 технологии, объединенные в 2-х стадийную энерготехнологию позволяют использовать отходы цветной металлургии и отходы обогащения угля и уменьшить энергорасходы в пересчете на каждый вид продукции.

Есть еще одна перспективная для строительной промышленности в области ресурсосбережения разработка, выполненная сотрудниками ТПУ.

Это установка по электроимпульсному разрушению строительных изделий, выпущенных не кондиционно. В этом случае в рецикл вовлекается металлическая арматура, галька, гравий, таким образом, отходы превращаются также в целевой продукт.

Для машиностроительной промышленности, в частности, для завода ТЭМЗ (Томский электромеханический завод), г. Томск, была предложена технология рециклизации тяжелых металлов (хром, никель, медь) в гальваническом производстве вместо существующего процесса нейтрализации, в результате которой образуется смесь соединений перечисленных металлов в виде отходов, к тому же периодически попадающих в ливневую канализацию и в р. Томь.

Устройство локального улавливания каждого из перечисленных металлов с помощью ионообменной смолы, позволяет возвращать данный расходный реагент в гальваническую ванну, исключает попадание тяжелых металлов в окружающую среду и минимизирует энергетические затраты.

Там же, на ТЭМЗе в 90-х годах были проведены испытания энерготехнологического процесса отжига металла с одновременным получением востребованной в строительной промышленности негашеной извести. Процесс отжига проводят при температуре 850–900 °С в инертной среде (без присутствия кислорода), которую создают путем сжигания метана с получением углекислого газа. Заменяв метан на известняк, который разлагается на оксид кальция и углекислый газ при этой же температуре, был достигнут тот же результат по отжигу металла с одновременным получением целевого продукта – извести (реакция 13).



Теперь коснемся такого сектора народного хозяйства, как ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство.

Как готовят воду подземного водозабора г. Томска для питья?

Вода с помощью погружного насоса через металлическую фильтрующую сетку из подземного горизонта поступает на стадию аэрации производства подготовки питьевой воды. Во время аэрации на открытом воздухе железо и марганец, концентрация которых превышает ПДК, взаимодействуя с кислородом, воздуха переходят из водорастворимого состояния в осадок в виде гетита – FeO(OH) и пиролюзита – MnO₂. Так как образующийся осадок образует коллоидные частицы, то перед фильтрацией сквозь зернистый фильтр в воду вводят коагулянт – сульфат алюминия, который агрегирует, укрупняет частицы осадка, способствуя лучшей фильтруемости. После процесса фильтрации фильтр отмывают встречным потоком воды и этот ил выливают на поле в пойме р. Кисловка, а талые воды и дожди смывают ил в р. Томь.

Было предложено заменить процесс аэрации и последующей фильтрации воды процессом улавливания примесных соединений с помощью катионитов, при этом происходит концентрирование на смоле примесей, которые после регенерации смолы направляются на раздельное извлечение и получение, в конечном итоге, 2-х целевых продуктов – пигмента для краски и сырья для изготовления обмазки сварочных электродов. Реструктуризация Томскводоканала прервала работы в этом направлении.

Еще одно из предложений по ресурсосбережению в ЖКХ – использование энергии воды в ливневой канализации города для выработки электроэнергии. Для этих целей разработана и запатентована мини-гидроэлектростанция, теоретические

расчеты показали, что в г. Томске можно получать дополнительно 500 кВт в час электроэнергии.

Напрашивается естественное предложение разделения фекальных и бытовых стоков в высотных домах, установка таких же мини-гидроэлектростанций на бытовых стоках, которые способны обеспечить работу лифтов в каждом подъезде.

Что касается вопроса утилизации твердых бытовых отходов, то в развитых государствах уже полвека как существует отдельный сбор бытовых отходов. В результате первичной классификации бытовых отходов, проводимой населением, мелкий бизнес на Западе освоил согласно литературным данным уже около 80 направлений использования этих отходов.

В заключение хотелось бы высказать еще несколько предложений в области ресурсосбережения.

В области строительства.

Если вести малоэтажное строительство, то тогда прочностных качеств будет достаточно для возведения стен зданий из гипса. После морального износа строений гипсовые стены вовлекаются в круговорот с по-

лучением ангидритового вяжущего и нового строительства.

В области электротехники.

Из литературы известно, что лампочка накаливания только 5% потребляемой энергии тратит на освещение, ртутные лампы (люминесцентные) – 22%, а вот биохимическое свечение – 95%. По всей вероятности, требуется объединение усилий биохимиков и электротехников, чтобы получить промышленный источник энергосберегающего биохимического светильника.

В области преобразования солнечной энергии.

Если преобразовать весь электромагнитный диапазон солнечного излучения путем изменения частоты в диапазон рентгеновского или гамма излучения, то тогда не нужно ожидать солнечных безоблачных дней для солнечных батарей.

И в тоже время обратная задача.

Смещение частоты электромагнитных излучений из области γ -лучей в область инфракрасного излучения пополнит атомную промышленность дополнительным количеством энергии.

Это, правда, пока из области фантастики.