

3. Гринберг Г.А. О решении обобщённой задачи Стефана о промерзании жидкости, а также родственных задач теории теплопроводности, диффузии и др.// ХТФ, 1967. Т.37 №9.

Экологические и энергетические проблемы современности

проф. д.т.н. Латышенко К.П., преп. к.т.н. Гарелина С.А.*

Университет машиностроения

kplat@mail.ru

*Академия гражданской защиты МЧС РФ

rolru@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья является первой частью работы, посвящённой плазмохимической переработке полимерных отходов и других токсичных органических соединений в водород и другую ликвидную продукцию.

В работе показаны масштабы глобальности экологической и энергетической проблем современности. Экологическая проблема связана с загрязнением природной среды полимерными отходами. Энергетическая проблема – с традиционными подходами современной энергетики, в частности, с использованием ископаемого топлива для производства энергии и концентрацией мощностей для обеспечения эффективности работы глобальных энергосистем, что не гарантирует устойчивое развитие энергетики на длительную перспективу, не обеспечивает энергетическую безопасность страны.

Вторая часть работы посвящена выбору наиболее эффективных путей решения названных глобальных проблем современности.

Третья часть работы посвящена обзору экспериментальных и теоретических работ по изучению и применению различных видов плазмохимических технологий, на основе которого осуществлён выбор наиболее эффективной схемы реактора по плазмохимической переработке полимерных отходов в водород и другую ликвидную продукцию.

Ключевые слова: глобальные проблемы современности, экологическая проблема, полимерные отходы, уничтожение полимерных отходов, энергетическая проблема, традиционные подходы энергетики

«Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическими правонарушениями»

Статья 42 Конституции РФ

Введение

Хорошо известно, что глобальные проблемы современности – это совокупность социоприродных проблем, которые охватывают весь мир, все человечество и требуют для своего решения международного сотрудничества. К глобальным проблемам относят экологические, демографические, мира и разоружения, продовольственную, энергетическую и сырьевую, здоровья людей, использования мирового океана, освоения космоса. Все эти проблемы тесно взаимосвязаны.

Наиболее катастрофический характер на сегодняшний день приобрела экологическая проблема, заключающаяся в истощении окружающей среды в результате нерационального природоиспользования, загрязнения её отходами человеческой деятельности, достигшая в некоторых странах масштабов экологической катастрофы (необратимые изменения природных комплексов, связанных с гибелью живых организмов).

Как известно, к глобальным факторам дестабилизации природной среды, которые про-

являются как последствия ЧС экологического характера, относят полимерные отходы.

Масштабы глобальности загрязнения природной среды полимерными отходами

По данным [1], в мире насчитывается свыше 400 различных видов пластмассовых отходов, эти отходы составляют 8 % от общего числа отходов, которых в РФ ежегодно образуется 60 млн. т. В общей массе полимерных отходов основную долю составляет полиэтилен-терефталат – 25 %, затем полиэтилены высокой и низкой плотности – по 15 % (мировое производство полиэтилена достигло уровня 100 млн. т/год), полипропилен – 13 %, полистирол – 6 %, поливинилхлорид – 5% и прочие другие полимеры – 21 % [2]. Следует отметить, что мировое производство пластмасс ежегодно возрастает в среднем на 5 – 6 %, приводя к соответствующему увеличению количества отходов [2].



Рисунок 1

В РФ система утилизации отходов основана на их захоронении (более 80 %) на полигонах и неорганизованных свалках [3 – 5]. Очевидно, что свалки – серьёзный источник загрязнения почвы, грунтовых вод и атмосферы токсичными химикатами, свалочными газами. Продуктами разложения полимеров являются токсичные вещества [6, 7]. Хорошо известно, что предотвратить возгорания свалок невозможно, даже выполняя все технические условия. При горении свалок (см. рисунок 2) из полимерных отходов выделяются оксиды азота, серы, хлористый водород, диоксины и др., при этом ПДК опасных веществ превышены в 1000 и более раз. Известны многочисленные случаи ЧС вблизи горящих свалок в связи с повышенными выбросами в атмосферу продуктов горения. «Горящая свалка занимает первое место по количеству выбросов канцерогенных и мутагенных веществ» [8]. При тушении свалок происходит интоксикация грунтовых вод, что, естественно, оказывает также поражающее воздействие на людей. Следует отметить, что тушение свалок является чрезвычайно трудной и дорогостоящей задачей.

В целом в РФ под мусорные свалки отчуждено 0,8 млн. гектаров земель, среди которых есть плодородные чернозёмы [9]. Неэффективное, экологически неоправданное использование территории представляет также угрозу экологической безопасности [10].



Рисунок 2. Загрязнение атмосферы продуктами сгорания отходов



Рисунок 3. Плавающие пластиковые отходы

По данным Green Peace ежегодно в мире производится более 100 млн тонн пластиковых изделий и 10 % из них в конце концов попадает в мировой океан [11]. Из-за особенностей северотихоокеанской системы течений в океане существует стабильная неподвижная зона, в которую сносится все, что находится на его поверхности, и образуется колоссальная дрейфующая свалка («мусорный айсберг», «великое тихоокеанское мусорное пятно», «тихоокеанский мусороворот», самое популярное название этого явления «тихоокеанский мусорный остров»). Следует отметить, что органическая часть мусора довольно быстро разлагается, в отличие от пластика. Таким образом, гигантская свалка состоит на 80 % из пластмассовых отходов [12].



Рисунок 4. Океанская фауна, пострадавшая от пластиковых отходов

По данным на 2009 г. вес этого «тихоокеанского мусорного острова» составляет более 3,5 млн тонн, а занимаемая площадь составляет более 1 млн. км² [12,13]. Более того, мусорное скопление в океане растет с устрашающей быстротой, каждые 10 лет десятикратно увеличиваясь в размерах [12]. В природных условиях пластик не разлагается, под механическим воздействием ломается, крошится и превращается даже в пыль. Плавающие частицы похожи на зоопланктон и обитатели моря поглощают его, принимая за пищу. Таким путем пластмассовые отходы внедряются в океанские пищевые цепочки. Неразлагающиеся десятилетиями куски пластика таят в себе мучительную смерть для обитателей океана: животные погибают от того, что пластик со временем заполняет их желудки и они умирают от голода. По данным Комитета ООН по охране природы, ежегодно полимерные отходы являются причиной смерти почти 1 млн. птиц, 100 тысяч морских млекопитающих и неисчислимого количества рыб [9].

О мусорном острове говорят уже полвека, но практически никаких действий не предпринимается [12]. Объяснение простое: мусорный остров находится в нейтральных водах и, как свидетельствует эколог У. Чебот, «пока ни одна страна не спешит раскошелиться и проявить инициативу» [12]. Более того, береговая комиссия Калифорнии считает, что уже избавиться от этой напасти практически невозможно [12].

Итак, загрязнение природной среды полимерными отходами в настоящее время классифицируется учеными как экологическая катастрофа [12].

Следует отметить, что производство поливинилхлорида фактически приводит к потенциальному накоплению 12,5 кг диоксинов [14] в год, которые, в конечном счете, перейдут в окружающую среду либо в результате сжигания, либо в результате его естественного разложения [7].

Ввиду опасных последствий загрязнения природной среды полимерными отходами возникла необходимость в предотвращении поражения людей вредными факторами этих веществ. Это требует разработки новых методов и установок для обезвреживания полимерных.

Как известно, данная проблема является сложной научно-технической и экономической задачей, разработкой которой занимаются ведущие научные и технические учреждения, например, АКХ им. К.Д. Памфилова, ВНИПИэнергопром, ВТИ, Институт проблем электрофизики РАН, СПбГПУ, МЭИ, МГУП «Промотходы» и др. Анализ литературы показывает [1 – 5, 15, 16], что поиск путей решения проблемы уничтожения полимерных отходов продолжается. Следует отметить, что отсутствие приемлемых технологий переработки полимерных отходов является фактором, сдерживающим производство некоторых полимерных материалов, например таких, как поливинилхлорид [2].

Как известно, одним из факторов, определяющим целесообразность переработки твердых отходов, в том числе и полимерных, является их высокий энергетический потенциал.

Таким образом, одним из перспективных способов решения обозначенной проблемы является использование полимерных отходов в энергетических системах и комплексах [5, 15, 16]. Расчёты показывают, что от 10 до 20 % энергетических потребностей в развитых промышленных странах может быть получена за счёт использования в энергетических системах и комплексах отходов [16].

Глобальные проблемы современной энергетики

Хорошо известно, что энергетическая безопасность представляет собой важнейшую часть проблемы безопасности существования государства. Так, одной из ключевых глобальных проблем современной энергетики является её ресурсное обеспечение [17]. Современная энергетика основана на невозобновляемых источниках энергии. По данным [17], около 80 % мировых потребностей в энергии покрываются за счёт ископаемого топлива: нефти (40 %), газа (23 %), угля (27 %). Также к числу глобальных факторов дестабилизации природной среды, которые проявляются как последствия чрезвычайных ситуаций экологического характера, относят проведение крупномасштабных работ по извлечению полезных ископаемых. Доступ к ископаемому топливу становится все более сложным и требует применения более совершенных технологий, что способствует увеличению его стоимости. Анализ литературы говорит о том, что российская энергетика уже не справляется с обеспечением возрастающего внутреннего спроса [18].

Воздействие современных энергетических систем и комплексов на природную среду хорошо изучено [18, 19, 20]: вклад энергетики в загрязнение природной среды составляет более трети от вклада других отраслей экономики. По данным [21], более 60 млн. человек живут в городах, где уровень токсичных газов превышает ПДК, в десятках городов в отдельные дни отмечается уровень загрязнения превышающих 10 ПДК. «Рано или поздно, традиционная энергетика может создать ту критическую массу отрицательного экологического воздействия, которая будет способна разрушить экосистему в силу установившихся необратимых процессов. Сохранение развития цивилизации, забота о здоровье грядущих поколений – вот обстоятельства, ставящие на первое место значимость критерия работоспособности любой энергосистемы по условиям ее воздействия на природу» [22].

Таким образом, в самой технологической схеме преобразования и передачи электроэнергии заложена экологическая опасность. Воздействие современной энергетики на природную среду представляет собой источник серьезной угрозы экологической безопасности вплоть до катастрофических последствий [19]. Очевидно, что ужесточение экологических требований, требований по безопасности и надежности традиционных энергетических систем и комплексов приводят к их значительному удорожанию [23]. Более того, весьма серьезные по величине загрязнения природной среды могут возникнуть в результате аварий на энергетических предприятиях, особенно в атомной промышленности: при аварии на Чернобыльской АЭС они приобрели глобальный характер (например, [19]).

Традиционные подходы обеспечения эффективности работы современных глобальных энергетических систем основаны на концентрации мощностей (единые энергосистемы охватывают только 30 % территории страны [24]), что приводит к экологическим катастрофам. Во-первых, концентрации генерирующих мощностей приводят к локализации опасных явлений в зоне генерации электроэнергии и локализации невозобновляемых ресурсов при потреблении, транспортировке и хранении [22]. Во-вторых, вынужденное приближение потребителей к энергосистемам приводит к разрастанию мегаполиса и к концентрации заполнения ограниченных территорий отходами производства и жизнедеятельности человека [22].

Таким образом, традиционные подходы современной энергетики (использование ископаемого топлива для производства энергии и концентрация мощностей для обеспечения эффективности работы глобальных энергосистем) не могут гарантировать устойчивое развитие энергетики на длительную перспективу и обеспечить энергетическую безопасность страны, важнейшим принципом обеспечения которой является экологическая безопасность.

Состояние и тенденции развития энерготехнологий переработки полимерных отходов

В мировой практике реализовано более десятка энерготехнологий переработки полимерных отходов, но наиболее интенсивно развиваются два основных направления:

- 1) использование как топливного материала, сжигание которого сопровождается выделением тепла и выработкой электричества;
- 2) получение энергоносителя, который можно хранить и транспортировать.

Целенаправленное использование отходов как топлива в промышленных масштабах началось в 1870 г. в Англии на мусоросжигательном предприятии. По оценке Всероссийского теплотехнического института [5], наиболее распространенными технологиями являются:

- сжигание отходов на колосниковых решетках;
- сжигание в топке с псевдоожиженным (кипящим) слоем;
- технология «пиролиз – высокотемпературное сжигание».

Все построенные до настоящего времени в РФ и большинство зарубежных мусоросжигательных заводов работают по методу сжигания на колосниках в слоевой топке [5]. Сжигание отходов в топках с псевдоожиженным слоем широко распространено в Японии, в США работает завод по сжиганию отходов в циркулирующем псевдоожиженном слое [5]. По литературным данным [5], эти технологии не решают проблему утилизации и обезвреживания шлака и особенно летучей золы. Обезвредить их позволяют комбинированные технологии сжигания отходов при высокой температуре, например, «пиролиз – высокотемпературное сжигание». Первый крупномасштабный завод, работающий по данной технологии, построен в Германии. По данным на 2010 г., на заводе проводились только промышленные испытания [5].

Утилизация отходов в России имеет ряд особенностей, главная из них – суровый климат: из-за высокой влажности бытовых отходов их калорийность невысока [5]. Котельные установки, сжигающие твердые отходы, имеют низкий КПД, поскольку ограничение по параметрам пара обусловлено чрезвычайной коррозионной агрессивностью продуктов сгорания твердых отходов [25]. На практике оказалось, что использование отходов как топлива, приводит к еще большему загрязнению природной среды: потребление электроэнергии не постоянно, что, соответственно, приводит к колебаниям нагрузки топок мусоросжигающих котлов и, как следствие, – к дополнительному недожогу отходов и к ещё большему выбросу вредных веществ с дымовыми газами, шлаком, золой и сточными водами [26].

Более того, в работе [15] показано, что «простое использование органических отходов в качестве энергетического топлива является малоэффективными ввиду низкого удельного содержания углерода в отходах и связанных с этим высоких затрат на транспортировку данного топлива к месту использования».

Таким образом, технологии использования отходов как топливного материала, сжигание которого сопровождается выделением тепла и выработкой электричества, обладают, к сожалению, рядом существенных недостатков, препятствующих их широкому применению на практике.

На сегодняшний день альтернативным способом [15, 27, 28] использования полимерных отходов в энергетических системах и комплексах является получение из этих отходов водорода, представляющего собой высокоэффективное экологически чистое топливо для транспорта и развития водородной энергетики. В настоящее время вопросам получения, хранения и использования водорода в качестве энергетического топлива уделяется значительное внимание как со стороны государства, так и крупных коммерческих структур [27 – 31].

Согласно различным данным, обобщенным в [31], имеется две группы оценок мирового производства водорода. Согласно первой из них, «ежегодное мировое производство водорода к концу 1990-х гг. составляло 40 – 45 млн. т или 450 – 500 млрд. м³». Согласно второй группе оценок, мировое производство водорода составило 60 млн. т на 1990 и 80 млн. т на 1998 г. Как подчеркивается в [31], «в любом случае указанные объемы являются значитель-

ными, соответствуя 20 – 25 % ежегодной мировой добычи природного газа». При этом «основными потребителями водорода (95 %) является химическая промышленность и нефтепереработка».

Оценки показывают, что на сегодняшний день из полимерных отходов, захораниваемых на свалках, можно произвести 0,75 млн. т водорода в год. Помимо производства водорода переработка полимерных отходов может сопровождаться получением другой ликвидной продукции, например карбидов, хлоридов. Очевидно, что для стран, где мусора много (например, как Япония и Израиль [28]), это важно. По оценке, приведенной в [28], в развитой индустриальной стране семья производит в год достаточно мусора, чтобы на водороде, полученном из семейных отходов, мог бы целый год работать автомобиль. Если учесть потенциальную возможность производства водорода из других токсичных органических соединений смешанного класса опасности, подлежащих уничтожению, то общее количество водорода, которое можно получать из соединений, подлежащих уничтожению, может составить 2 – 3 млн. т в год.

Заключение

Раскрытые конкретные проблемы современной экологии и энергетики показали настоятельную необходимость в их решении. Наиболее эффективным комплексным решением обозначенных проблем является переработка полимерных отходов в энергетических системах и комплексах в водород и другую ликвидную продукцию.

Использование полимерных отходов в энергетических системах и комплексах обеспечит предотвращение масштабного экологического кризиса, обусловленного отсутствием технологий переработки полимерных отходов, удовлетворяющих современным требованиям экономики и ресурсосбережения, и расширение сырьевой базы энергетики за счет использования энергетического потенциала этих полимерных отходов.

Литература

1. Остаева Г.Ю., Потапов И.И. Полимерные отходы и окружающая среда // Экологически системы и приборы. – 2002. – № 12. – С. 51 – 58.
2. Пономарева В.Т., Лихачева Н.Н., Ткачик З.А. // Пластические массы, 2002. – №5. С. 44 – 48.
3. МДС 13–8.2000. Концепция обращения с твёрдыми бытовыми отходами в Российской Федерации. Госстрой России // Федеральный центр благоустройства и экологической безопасности города и сельских поселений России. – Москва, 1999. – № 17.
4. Лобачева К.Г., Желтобрюхов В.Ф., Прокопов И.И. и др. Состояние вопроса об отходах и современных способах их переработки. – Волгоград: ВолГУ, 2005. – 176 с.
5. Тугов, А. Не превратить планету в свалку / А. Тугов, Н. Эскин, Д. Литун, О. Федоров // Наука и жизнь. – 1998. – №5.
6. Систер В.Г., Мирный Л.И. Современные технологии обезвреживания и утилизации твёрдых бытовых отходов. – М.: Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2003. – 303 с.
7. Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы. – М.: Наука, 1993. – 266с.
8. Киселев А. Названы главные опасности тлеющей свалки в Подмоскowie // Электронно-периодическое издание «Взгляд.РУ». – 19.08.2010.
9. Любешкина Е. Обратная сторона упаковки // Наука и жизнь. – 2007. – № 3.
10. Герасимов А.В. Экологическая безопасность современной России: политика обеспечения // ЛГУ им. А.С.Пушкина, Моск. фил. – М.: РУДН, 2008. – 201 с.
11. Как сделать офис зелёным. Рекомендации Гринпис России. – М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2010. – 65 с.
12. Мандалян Э. Мусорный остров // Русский Базар. – 2008. – № 2(612). С. – 10 – 16.
13. Мусорный остров. <http://www.vokrugsveta.ru/news/8517/> (дата обращения 09.2011).

14. Катус М. Свалки бытовых отходов и мусоросжигательные заводы – источники диоксинов // Радиосвобода. <http://www.svoboda.org/programs/eco/2002/eco.053102.asp> (дата обращения 08.2011).
15. Хомкин К.А. Экспериментальные исследования в обоснование технологии комплексной переработки органических отходов и природного газа в водород и углеродные материалы: дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2005. – 141 с.
16. Коростылев, А.Б. Актуальные вопросы рециклинга, переработки отходов и чистых технологий / А.Б. Коростылев, Е.Ю. Быховская // Цветные металлы. – 2007. – №2. – С. 126.
17. Лаверов, Н.П. Топливо-энергетические ресурсы: состояние и рациональное использование / Н.П. Лаверов // Труды научной сессии РАН «Энергетика России: проблемы и перспективы» / под ред. В.Е. Фортова, Ю.Г. Леонова. – М.: Наука, 2006. – С. 21 – 29.
18. Ремизов М., Кричевский Н., Карева Р. и др. Доклад Института Национальной Стратегии. Новая энергетическая стратегия для России // Приложение N 1 к докладу ИНС «Национальная стратегия в условиях кризиса». – Агентство политических новостей. <http://www.apn.ru/publications/article21190.htm> (дата обращения 11.2013).
19. Израэль Ю.А., Рябошапка А.Г. Экологические проблемы энергетики: энергетика, климат, состояние окружающей среды // Труды научной сессии РАН «Энергетика России: проблемы и перспективы» / под ред. В.Е. Фортова, Ю.Г. Леонова. – М.: Наука, 2006. – С. 352 – 362.
20. Цветков, Ю.В. Энергометаллургический комплекс на базе плазменных техники Энергетика России: проблемы и перспективы / Ю.В. Цветков // Труды научной сессии РАН «Энергетика России: проблемы и перспективы» / под ред. В.Е. Фортова, Ю.Г. Леонова. – М.: Наука, 2006. – С. 154 – 162.
21. Энергетика России: проблемы и перспективы // Труды научной сессии РАН / под ред. В.Е. Фортова, Ю.Г. Леонова. – М.: Наука, 2006. – С. 350.
22. Кузнецов, С.Н. Об экологической эффективности применения электроэнергетических комплексов / С.Н. Кузнецов // Энергетика и промышленность России. 2001. – №7 (11).
23. Кулаков А. Кто боится возобновляемой энергетики // Энергетика: тенденции и перспективы. – 2011. – № 10 (174).
24. Кузнецов С.Н. Об экономической эффективности ЭЭК // Энергетика и промышленность России. 2001. – № 8 (12).
25. Зеликов Е.Н. Повышение надёжности пароперегревателей котлов ТЭС для сжигания твёрдых бытовых отходов: дис. ... канд. техн. наук / Е.Н. Зеликов. – Москва, 2008. – 185 с.
26. Петров С.В., Бондаренко С.Г., Дидык Е.Г., Дидык А.А. Плазменные технологии в воспроизводимых источниках энергии // Энергетика и электрификация. 2010. № 1. – с. 53 – 59.
27. Шамардин, И.М. Проект создания Международного Технического Консорциума «Новые экологические и энергетические Проекты» / И.М. Шамардин // Аналитическая записка № 1. – 2009. – 39 с.
28. Месяц, Г. А. Водородная энергетика и топливные элементы / Г.А. Месяц, Г.А. Прохоров // Вестник Российской академии наук. – 2004. – № 7. С. 575 – 597.
29. Ковальчук, М.В. Водородная энергетика как составляющая топливно-энергетического комплекса России / М.В. Ковальчук // Федеральный справочник. Топливо-энергетический комплекс России. – 2011. №10.
30. Мазуренко, С. Перспективы водородной экономики. К итогам II Международного форума «Водородные технологии для развивающегося мира» / С. Мазуренко // Советник президента. – 2008.
31. Тарасов, Б.П. Водород для производства энергии: проблемы и перспективы / Б.П. Тарасов, М.В. Лотоцкий // Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – № 8 (40). – С. 72-90.