

Двухступенчатая термохимическая конверсия ПВХ

Масловская Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Проблема накопления отходов и, соответственно, их переработки в последнее время является весьма актуальной для всего мирового сообщества. Проблему накопления отходов необходимо рассматривать как с экономической, так и с экологической стороны: во-первых, отходы, как правило, содержат полезные вещества и материалы – вторичные ресурсы, неэффективное использование которых означает их потерю для экономики, во-вторых, они загрязняют окружающую среду, оказывают негативное влияние на здоровье населения страны.

В морфологический состав отходов любой страны входит бумага, картон, древесина, текстиль, кожа, резина, пластмасса, металлы, стекло и т.д. Процентное соотношение данных фракций зависит от достаточно большого количества условий: территориальных, временных, климатических, социально-экономических и т.д.

Тем не менее, в настоящее время вопросу переработки пластика уделяется особое внимание. Дело в том, что пластиковое загрязнение по масштабности и последствиям становится всё более угрожающим. По данным исследователей на сегодня произведено 8 300 миллионов тонн пластмасс из первичного сырья. По состоянию на 2015 год было произведено около 6 300 миллионов тонн пластиковых отходов. При сохранении нынешних тенденций производства и переработки отходов к 2050 году в окружающей среде и на свалках окажется 12 000 миллионов тонн пластиковых отходов. Это количество включает мировые данные по производству, использованию и утилизации полимеров, и в него входят в основном следующие часто используемые полимеры: полиэтилен (PE) высокой и низкой плотности,

линейный полиэтилен средней плотности, полипропилен (PP), полистирол (PS), поливинилхлорид (PVC), полиэтилентерефталат (PET) и полиуретановые смолы; полиэстер, полиамид и акриловые (РА) волокна (синтетические ткани). В этот список попали полимерные смолы и добавки, которые используются для улучшения свойств пластика, они составляют около 3/4 всех добавок.

Известны три основных способа утилизации отходов: захоронение, сжигание и рециклинг. На сегодняшний день около 79% пластиков отправляются на свалки. Однако это не является решением проблемы: во-первых, период разложения пластиков может достигать 1000 лет и более, во-вторых, при термическом воздействии выделяются такие токсичные вещества, как диоксины и фураны, а пожары на полигонах в результате биохимических процессов, протекающих в отходах, достаточно распространенное явление. По этой же причине сжигание полимеров является нецелесообразным, так как несет за собой серьезные негативные последствия для экологической обстановки, а также приводит к коррозии оборудования. Тем не менее, около 12% пластиковых отходов на сегодняшний день утилизируются данным способом. Рециклинг – самый экологичный из всех вариантов, представленных выше. Однако, следует отметить, что переработка такого рода лишь откладывает, но не решает проблему пластиков. Она сокращает возможное производство пластиковых отходов, только если замещает производство первичных пластмасс. Тем не менее, это замещение чрезвычайно сложно установить из-за его противоречивой природы. Кроме того, при загрязнении и смешивании разных типов полимеров получают вторичные пластмассы с ограниченной или низкой материальной ценностью. За последних 65 лет только 9% пластиков переработано, из них лишь 10 % было переработано более одного раза [1].

Соответственно, необходимо искать иные пути решения данной проблемы. В настоящее время набирает популярность процесс низкотемпературного пиролиза полимерных отходов. Следует отметить, что среди полимерных отходов особое место занимает поливинилхлорид (ПВХ) ввиду его высокой энергетической ценности – 64 МДж/кг (при идеальных условиях), когда, например, энергетическая ценность бумаги составляет 17 МДж/кг, а древесины – 16 МДж/кг.

Низкотемпературный пиролиз ПВХ протекает при 200-400 °С. Этой температуры достаточно, чтобы основная часть хлора, содержащаяся в ПВХ и являющаяся причиной образования диоксинов и фуранов, выделилась в виде газообразной соляной кислоты HCl (максимум достигается при 300 °С), так как связь C-Cl в структуре ПВХ обладает низкой энергией диссоциации (339 кДж/моль) по сравнению по связи C=C (414 кДж/моль) и разрушается первой (рис.1). Соляная кислота далее должна быть нейтрализована, как правило, в растворе NaOH.

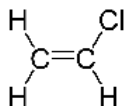


Рисунок 1. Мономер винилхлорида

В результате низкотемпературного медленного пиролиза образуется преимущественно твердый углеводородный остаток с содержанием Cl менее 0,1%. В жидком продукте низкотемпературного пиролиза содержание Cl варьируется в пределах 5-6%, однако выход данного продукта незначителен.

Далее данный углеводородный остаток отправляется непосредственно во второй реактор, где подвергается процессу сжигания при температурах 700-900 °С с целью получения тепловой, а затем и электрической энергии в случае потребности в последней.

Возможная принципиальная схема двухступенчатой термохимической конверсии ПВХ изображена на рис.2. В

данной схеме используется реактор с псевдоожиженным слоем (ожижающая среда – азот) для осуществления процесса пиролиза. Для осуществления процесса сжигания также используется реактор с псевдоожиженным слоем (ожижающая среда – воздух) [2-3].

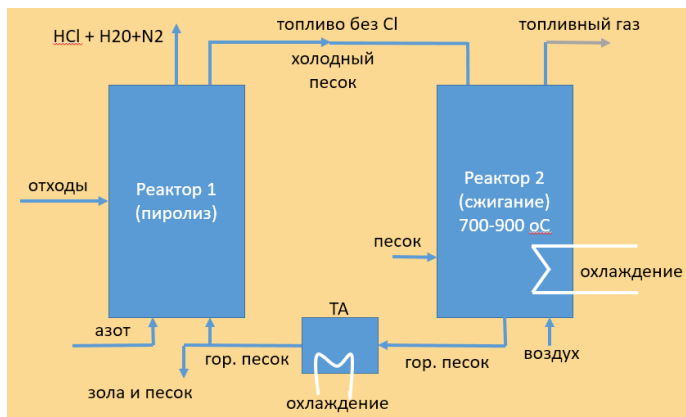


Рисунок 2. Принципиальная схема двухступенчатой термохимической конверсии ПВХ

Литература

1. Новости ООН в Беларуси. За 65 лет производство пластика увеличилось в 190 раз [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://un.by/novosti-oon/v-belarusi/3613-za-65-let-proizvodstvo-plastika-velichilos-v-190-raz>. Дата доступа: 14.02.2019
2. Shibai Ma, Jun Lu, Jinsheng Ga. Study of the Low Temperature Pyrolysis of PVC/ Ma Shibai, Lu Jun, Ga Jinsheng//Energy Fuels.- 2002.-№16(2).- P.338–342.
3. Saeed L. Experimental assessment of two-stage combustion of high PVC solid waste with HCl recovery/ L. Saeed, 2004, Finland, 90 pp.