

Список литературы

1. Шульц М. М. *Стекланный электрод. Теория и применение.* // *Химия.* – СПб, 1998. – С. 33–38.
2. Nikolskii B. P., Materova E. A. *Solid contact in membrane ion-selective electrodes // Ion-selective electrode Rev. 1, 1985. – V. 7. – P. 3–39.*

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

М. Ю. Василевичев

Научный руководитель – д.х.н., профессор В. В. Ан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, д. 30, myv7@tpu.ru

Ежегодно производство и потребление изделий из пластика неуклонно растет. Мировое производство пластика оценивается в 300 миллионов тонн ежегодно и постоянно увеличивается [1]. Неминуемым результатом роста количества производимой продукции из пластика является увеличение объема полимерных отходов.

В сложившейся ситуации возникает вопрос о переработке. Наиболее простым со стороны аппаратного оформления и проведения процесса является сжигание для выработки тепловой или электрической энергии. Если рассмотреть вопрос с экологической стороны, то высокий углеродный след оказывает колоссальное влияние на окружающую среду. Так же переработка пластика возможна механическим способом, но в результате полученный продукт будет обладать пониженными физико-механическими свойствами. В случае рассмотрение вопроса привлечения отработанного полимерного продукта в качестве сырья для получения товарного продукта наиболее оптимальным является процесс пиролиза.

Пиролиз – процесс термического разложения при отсутствии кислорода под действием температуры (в диапазоне 300–900 °С). Продуктами пиролиза является жидкое котельное топливо, а также пирогаз. Пирогаз содержит широкий спектр компонентов: водород, метан, этан, этилен, пропан, пропилен и др. В свою очередь жидкий продукт пиролиза применяется в котлах без дополнительных операций и переустройства таких установок.

На состав продуктов пиролиза оказывают влияние следующие параметры: тип перерабатываемого пластика, температура, время контакта, парциальное давление и наличие катализатора. Наиболее оптимальным видом реактора для проведения реакции пиролиза пластиковых отходов является барабанная печь пиролиза со

шнеком. Благодаря наличию шнека открывается возможность изменения времени контакта, за счет регулирования числа оборотов. Так же использование различных видов гетерогенных катализаторов позволяет варьировать процентным соотношением выхода газообразного и жидкого продукта. Каталитическая реакция при пиролизе пластиковых отходов на твердокислотных катализаторах может включать реакции крекинга, олигомеризации, циклизации, ароматизации и изомеризации. Для предотвращения полимеризации полученного продукта, на выходе из реактора необходимо произвести закалку пирогаза (быстрое охлаждение).

Часто применяемые FeCl_3 , TiCl_3 , TiCl_4 и AlCl_3 являются сильными кислотами Льюиса и действуют как акцепторы электронных пар. Они могут растворяться в расплавленном полимере и изменять распределение заряда полимерной цепи с образованием карбокатиона [2, 3]. Использование AlCl_3 в качестве гомогенного катализатора привело не только к более низкой температуре процесса и более высокому выходу газообразного продукта, но и к более низкой селективности по мономеру по сравнению с некаталитическим процессом [4]. В настоящее время основным направлением исследований в области каталитического пиролиза остается разработка гетерогенных катализаторов.

В настоящее время к минеральным сырьевым ресурсам в производстве пластмасс относятся керосин, газойль различные газообразные углеводороды, легкие фракции, продукты риформинга, газоконденсаты. Получение этилена и пропилена при переработке полимерных отходов открывает возможность для развития экономики замкнутого цикла. Одни из наиболее популярных видов пластика – полиэтилен и полипропилен получают путем полимеризации вышеуказанных мономеров.

Список литературы

1. Ratnasari D. K., Nahil M. A., and Williams P. T. (2017). Catalytic pyrolysis of waste plastics using staged catalysis for production of gasoline range hydrocarbon oils. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 124, 631–637. doi: 10.1016/j.jaap.2016.12.027.
2. Donaj P.J., Kaminsky W., Buzeto F., & Yanga W. (2012). Pyrolysis of polyolefins for increasing the yield of monomers' recovery. *Waste Manag.* – 32. – 840–846.
3. Kaminsky W., & Nuñez Zorriquetta I.-J. (2007). Catalytical and thermal pyrolysis of polyolefins. *J. Anal. Appl. Pyrolysis.* – 79. – 368–374.
4. Kaminsky W., & Nuñez Zorriquetta I.-J. (2007). Catalytical and thermal pyrolysis of polyolefins. *J. Anal. Appl. Pyrolysis.* – 79. – 368–374.

НОВЫЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ ДИХЛОРИДОВ ЛАНТАНИДОВ

К. С. Василук, С. М. Якупова

Научный руководитель – к.ф.-м.н., с.н.с. Д. И. Галимов

Институт нефтехимии и катализа УФИЦ РАН

450075, г. Уфа, проспект Октября, д. 141, kristina.vasiluk@inbox.ru

Комплексы двухвалентных лантанидов Ln(II) находят широкое практическое применение в качестве люминофоров, флуоресцентных зондов для визуализации экспериментов *in vivo* и *in vitro*, катализаторов в реакциях органического синтеза и являются перспективными для создания новых полифункциональных материалов с заданными спектрально-люминесцентными свойствами [1, 2]. В настоящее время большую часть соединений Ln²⁺ получают путем окисления металлических лантанидов высокотоксичными галогеналканами и молекулярным йодом [3], длительного высокотемпературного восстановления безводных галогенидов лантанидов во взрывоопасной среде водорода (800–1500 °С, 24 ч и более) [1]. В связи с этим разработка новых экономически целесообразных и безопасных способов синтеза соединений двухвалентных лантанидов является актуальной задачей. В настоящей работе представлены результаты синтеза новых люминесцентных комплексов двухвалентных лантанидов LnCl₂•0,5H₂O•(0,04–0,07)ⁱBu₄Al₂O (Ln = Eu, Yb, Sm, Tm) [4].

Синтез комплексов Ln²⁺ осуществляли при взаимодействии суспензии кристаллогидрата LnCl₃•6H₂O в толуоле с триизобутилалюминием ⁱBu₃Al в атмосфере аргона. Под действием избытка алюминийалкила в реакционной системе последовательно протекают реакции дегидратации LnCl₃•6H₂O и восстановления Ln³⁺ до Ln²⁺, что хорошо видно по изменению спектров фотолюминесценции (ФЛ) и цвета реакционной взвеси. После завершения восстановления лантанидов и отделения твердой фазы от раствора были получены порошки серо-голубой (Yb²⁺),

кирпично-красной (Sm²⁺), светло-серой (Tm²⁺) и желтой (Eu²⁺) окраски. По данным ИК-спектроскопии, а также химического (Cl⁻), комплексонометрического (Ln²⁺, Al³⁺) и элементного анализа (С, Н, О), состав полученных соединений соответствует брутто-формуле LnCl₂•0,5H₂O•(0,04–0,07)ⁱBu₄Al₂O, а выход этих комплексов Ln²⁺ составляет 95–97 %.

Для всех выделенных комплексов Ln²⁺ спектры ФЛ совпадают со спектрами ФЛ реакционных взвесей и содержат широкие диффузные максимумы, характерные для *fd*-люминесценции ионов Ln²⁺ (переход 4*fⁿ⁻¹5d¹* → 4*fⁿ5d⁰*), а времена жизни возбужденных ионов находятся в наносекундном диапазоне: Eu^{2+*} (λ_{max} = 488 нм, τ = 322 нс), Yb^{2+*} (λ_{max} = 548 нм, τ = 3,9 нс), Sm^{2+*} (λ_{max} = 704 нм, τ = 3,6 нс), Tm^{2+*} (λ_{max} = 596 нм, τ = 4,5 нс). Отметим, что яркая ФЛ в случае комплексов европия и самария видна невооруженным глазом при облучении реакционного раствора УФ-светом (Рис. 1), а интенсивность

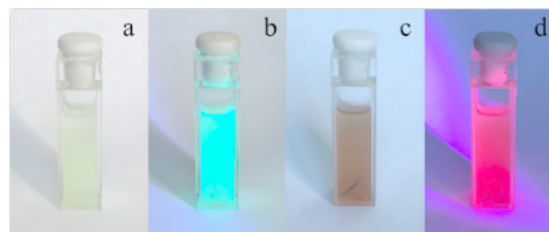


Рис. 1. Фотографии суспензий комплексов EuCl₂•0,5H₂O•0,05ⁱBu₄Al₂O (a, b) и SmCl₂•0,5H₂O•0,05ⁱBu₄Al₂O (c, d) в толуоле. a, c – при дневном свете; b, d – ФЛ, возбуждаемая при облучении УФ-видимым светом через граничные фильтры А9616-03/УФС-1 (b) и А9616-03 (d)