

реорегулирующие соединения: дибутилфталат, 1,3-дизфир, сукцинат. Путем фракционирования полимеров методом TREF получены данные о

неоднородности активных центров исследованных катализаторов по сополимеризующей способности.

### Список литературы

1. Novokshonova L. A., Zakharov V. A. *Kinetics of Olefin Polymerization and Active Sites of Heterogeneous Ziegler–Natta Catalysts // Advances in Polymer Science*, 2013. – № 257. – P. 99–134.

## ПИРОЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПОЛИЛАКТИДА

В. В. Гейнц

Научный руководитель – к.х.н., доцент Т. Н. Волгина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, vvg31@tpu.ru

С каждым годом растет интерес к полимерным материалам стремительными темпами. Полимеры используются во многих отраслях промышленности, от упаковки до машиностроения. Однако наряду с растущим всемирным интересом существует и глобальная проблема, накопления отходов полимеров.

Большинство отходов полимеров не разлагаются и при длительном захоронении могут загрязнять окружающую среду. Чтобы решить данную проблему, необходимо увеличивать объемы производства биоразлагаемых полимеров. В настоящее время растет спрос на полимолочную кислоту как один из таких полимеров [1].

Полимолочная кислота (ПМК), полилактид (ПЛА) – это тип биоразлагаемого, биосовместимого, термопластичного алифатического полиэфира. Данный полимер относится к частично кристаллическому материалу, поэтому продукты из полимолочной кислоты могут быть прозрачными (аморфная форма) или непрозрачными (кристаллическая форма).

ПМК/ПЛА получают из молочной кислоты или лактида, производного молочной кислоты [2]. Сама молочная кислота синтезируется из таких, ежегодно возобновляемых растительных ресурсов, как кукуруза и сахарный тростник [3]. Лактид представляет собой циклический димер молочной кислоты и является промежуточным продуктом при синтезе полимеров и сополимеров на основе молочной кислоты.

Целью настоящей работы является проведение каталитического синтеза лактида из некондиционных полимеров на основе ПМК/ПЛА, исследование его структуры и чистоты.

В качестве объектов исследования выступают: полимер, используемый для изготовления изделий – ПЛА1, и изделие из полимера ПЛА1, полученное методом экструдирования – ПЛА2.

Каталитический синтез лактида из некондиционных полимеров проводят в несколько стадий: 1) деполимеризацию проводят на лабораторной установке в присутствии катализатора ZnO (1 % масс.), при температуре 180–230 °C и давлении 10 мБар; 2) образовавшийся лактид-сырец подвергается перекристаллизации в этилацетате при соотношении 1 : 1. Смесь нагревают до растворения лактида-сырца в течение 30 минут. После, охлаждают до комнатной температуры и помещают на холод до выпадения кристаллов, затем отделяют маточный раствор от продукта фильтрованием с помощью вакуума.

Так как полученный лактид может существовать в виде трёх оптических изомеров, то идентифицировать *L*-, *D*- и *L,D*-формы можно по температуре плавления. Кроме того, после проведения эксперимента, каждый полученный образец анализируют с помощью ИК-спектроскопии.

Проведенные эксперименты показали, что при термической деполимеризации ПЛА1 выход лактида-сырца и чистого лактида составил 87,77 и 40,75 % соответственно, а из ПЛА2 – 69,09 и 37,70 % соответственно. Результаты показывают, что полимер, который подвергся термической переработки (ПЛА2) дает меньший выход мономера из-за химических и физических изменений, которые произошли в полимере под воздействием высоких температур.

Данные ИК-спектроскопии показывают наличие одних и тех же функциональных групп в

продуктах, полученных при переработке обоих образцов полимеров (ПЛА1 и ПЛА2): валентные колебания  $\text{C}=\text{O}$  и  $\text{C}-\text{O}$ , деформационные колебания  $\text{CH}_3$ ,  $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ .

Значения температур плавления указывают на то, что в полученных образцах присутствуют примеси разных изомеров, включая мезо-лактид, содержание которого при деструкции ПЛА2 гораздо больше, т. к. температура плавления лактида, полученного из ПЛА2 ниже справочных

данных ( $< 95-96$  °С). В составе продуктов деструкции ПЛА1, кроме индивидуальных изомеров, содержится *L, D*-изомер лактида, поэтому температура плавления лактида, полученного из ПЛА1 выше 100 °С.

Таким образом, переработка некондиционных полимерных отходов позволяет получить мономер-лактид и тем самым сократить затраты на его производство по стандартной схеме через молочную кислоту.

### Список литературы

1. Волостнова О. И., Исмаилова Р. Н., Селиванов А. В. Биоразлагаемые пластики-будущее упаковки // *Вестник Казанского технологического университета*, 2010. – № 8. – С. 478–480.
2. Nishida H. Method for recovering lactide from polylactic acid or derivative thereof / H. Nishida, Y. Fan, Y. Shirai // *Pat. US 7557224*. – 7.07.2009.
3. Крутько Э. Т., Прокопчук Н. Р., Глоба А. И. *Технология биоразлагаемых полимерных материалов: учебно-методическое пособие для студентов вузов по специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 04 «Технология пластических масс»*, 2014.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ УЗЛА СЕРНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ГИДРОПЕРОКСИДА КУМОЛА НА ФЕНОЛ И АЦЕТОН

Д. А. Егоров

Научный руководитель – к.т.н., с.н.с., доцент С. В. Попов

Самарский государственный технический университет в г. Новокуйбышевске  
446200 Самарская область, г. Новокуйбышевск, ул. Миронова 5, [chemicaluniversity@mail.ru](mailto:chemicaluniversity@mail.ru)

В мире ежегодно синтезируется до 7 млн тонн фенола и 6,5 млн тонн ацетона, из которых 96 % фенола и 93 % ацетона производится кумольным методом. Этот процесс осуществляется в три этапа: бензол алкилируется пропиленом или на гомогенном комплексе катализаторов на основе хлористого алюминия в России, или на гетерогенном катализаторе за рубежом. Полученный кумол окисляется до гидропероксида кумола (ГПК) технического качества, содержащего диметилфенилкарбинол (ДМФК), который на третьей стадии разлагается серной кислотой на фенол и ацетон,  $\alpha$ -метилстирол [1].

Ключевой стадией кумольного способа получения фенола и ацетона является стадия разложения технического гидропероксида кумола (ГПК), под действием серной кислоты. Данный процесс определяет общую селективность производства фенола и ацетона – расход кумола на 1 тонну фенола [1].

В связи с этим была выявлена необходимость произвести исследование возможности увеличения мощности действующей промышленной установки получения фенола и ацетона на АО «ННК».

Для исследования используется моделирующая система Honeywell UniSim Design [2]. Моделируется каскад ректификационных колонн, предназначенных для получения товарного фенола и ацетона, представленных на рисунке 1. В результате вычислительного эксперимента были подобраны оптимальные технологические параметры и выявлено, что для получения фенола и ацетона, удовлетворяющих параметрам постоянного технологического регламента производства фенола-ацетона мощностью 180 тыс. тонн/год необходимо произвести модернизацию колонн ректификации, а именно увеличение геометрических размеров [3].