

ОEt-групп и Ti в катализаторе показывает слабое влияние на этот процесс. Низкое содержание ТГФ, ЭХГ и ДМЦГ в катализаторах (0–0,8%) по сравнению с кетонами (7,1–8,6%) может указывать на их слабую адсорбцию или превращение в условиях титанирования в промежуточные продукты. Активность катализаторов в полимеризации пропилена (70 °С, 6 ати пропилен, гептан, 1 ч) максимальна в случае кетонов (~10 кг ПП/гкат·час) и минимальна в случае ЭХГ и ДМЦГ (~4 кг ПП/гкат·час). Доля атактического ПП (АПП, растворимая в полимеризационном гептане фракция ПП), как и ожидалось для нестереорегулирующих Д, является высокой (8–14%). Изотактичность ПП (нерастворимая в ксилоле фракция ПП) составляет 82–88%.

Катализаторы на втором этапе получали по аналогичной методике, но в реактор вместо магнийсодержащего носителя загружали катализаторы, полученные на первом этапе, а вместо доноров Д вводили стереорегулирующий донор ДБФ. При этом специально применяли низкое мольное отношение ДБФ/Mg=0,05, которое недостаточно для синтеза стандартного ТМК-ПП с ДБФ (ДБФ/Mg=0,2). Это позволяет лучше видеть эффект влияния Д. Во всех ТМК, полученных замещением Д, наблюдается близкое к ти-

пичному содержанию Ti (2,8–3,4%) и ОEt-групп (0,1–0,9%). Содержание ДБФ составляет 5–9%, что несколько ниже, чем для стандартного ТМК-ПП (9,5%). Содержание Д в случае БФК снижается с 8,6 до 0,4%, указывая на высокую эффективность замещения Д фталатом. Полученные катализаторы имеют сравнительно высокую активность и высокую стереоспецифичность (доля АПП равна 0,6–0,9%, в основном). Активность и стереоспецифичность ТМК, полученных с использованием кетонов, близки к значениям стандартного ТМК-ПП с ДБФ. Изотактичность ПП составляет 95–96%.

Таким образом, показана возможность синтеза ТМК-ПП в два этапа, когда на первом этапе процесс формирования кристаллитов MgCl₂ проводится с нестереорегулирующим донором Д подобно сложным эфирам, на втором этапе стереорегулирующий донор вводится путем замещения Д на сформированных кристаллитах MgCl₂. При этом высокая стереоспецифичность таких катализаторов достигается при значительно меньшем (в 4 раза) количестве стереорегулирующего донора ДБФ.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИК СО РАН (проект №0303-2016-0009).

ПОЛУЧЕНИЕ ГЛИКОЛИДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Р.С. Мотерн, А.Е. Лукьянов

Научный руководитель – к.х.н., доцент В.Т. Новиков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, rsm9@tpu.ru*

Биоразлагаемые полимеры, в отличие от большинства пластиков, могут разлагаться в условиях окружающей среды под воздействием микроорганизмов. Поэтому такие полимеры широко используют для изготовления экологической тары и упаковки, что оказывает положительное влияние на экосистему [1, 2].

Еще более перспективным является использование биоразлагаемых полимеров для изготовления различных медицинских изделий, которые не отторгаются организмом человека, постепенно резорбируются и заменяются на естественную ткань или кость, также являются основой для роста стволовых клеток или фибропластов, существенно снижают послеоперационные осложнения [3]. Кроме того, эти полимеры и со-

полимеры используются при изготовлении лекарств пролонгированного действия [4].

Одним из таких полимеров является полигликолид, который представляет собой биоразлагаемый и биорезорбируемый термопластичный полимер. Он может быть синтезирован прямой поликонденсацией из гликолевой кислоты или же полимеризацией гликолида с раскрытием кольца [3].

Целью работы является изучение влияния различных катализаторов на выход и чистоту гликолида, получаемого из водного раствора гликолевой кислоты (ГК).

Синтез гликолида осуществляли в нескольких стадиях. В первой стадии была проведена поликонденсация гликолевой кислоты до олигоме-

Таблица 1. Влияние концентрации оксида сурьмы на выход гликолида

| Показатели | Оксид сурьмы, % | | | |
|----------------------------------|-----------------|----|-----|----|
| | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 |
| Выход гликолида до очистки, % | 42 | 42 | 39 | 23 |
| Выход гликолида после очистки, % | 28 | 34 | 29 | 17 |

ра ГК, используя товарный 67% водный раствор ГК в количестве 60 гр. Поликонденсацию ГК проводили при постепенном повышении температуры от 100 до 150 °С, снижая постепенно давление до 50 mbar.

Во второй стадии деполимеризацией олигомера ГК на установке для перегонки в вакууме получали гликолид при следующих условиях: вакуум 20 mbar, температура 240 °С. Далее полученный гликолид-сырец очищали до требуемой чистоты методом перекристаллизации из этилацетата.

В синтезе гликолида использовались следующие катализаторы: оксид сурьмы, оксид цинка, оксид титана, метасиликатная кислота.

Установлено, что при синтезе в присутствии оксида сурьмы выход гликолида значительно

больше по сравнению с другими используемыми в данной работе катализаторами. При этом также получается гликолид-сырец с более высокой температурой плавления (выше 72 °С).

Также представляло интерес изучить зависимость выхода гликолида от концентрации катализатора при вышеописанных условиях проведения реакции получения гликолида. Полученные данные представлены в таблице 1.

Из полученных результатов видно, что выход гликолида ощутимо зависит от концентрации катализатора (Sb_2O_3), причем максимальный выход гликолида-сырца при выбранных условиях реакции наблюдается при концентрации катализатора, равной 1%. При этом также наблюдается увеличение выхода гликолида после однократной перекристаллизации.

Список литературы

1. Фомин В.А., Гузев В.В. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования. // Пластические массы, 2001.– №2.
2. Wendy Amass, Allan Amass, Brian Tighe. A Review of Biodegradable Polymers: Uses, Current Developments in the Synthesis and Characterization of Biodegradable Polyesters, Blends of Biodegradable Polymers and Recent Advances in Biodegradation Studies. *Polymer International*, 47 (1998).– P.89–144.
3. John C. Middleton, Arthur J. Tipton. *Synthetic biodegradable polymers as orthopedic devices. Biomaterials*, 21 (2000).– P.2335–2346.
4. Кедик С.А., Жаворонок Е.С., Седишев И.П., Панов А.В., Сулов В.В., Петрова Е.А., Сапельников М.Д., Шаталов Д.О., Еремин Д.В. Полимеры для систем доставки лекарственных веществ пролонгированного действия (Обзор). Полимеры и сополимеры молочной и гликолевой кислот. Разработка и регистрация лекарственных средств, 2013.– 3.– №2.– С.18–35.

ВЛИЯНИЕ ШИВЫРТУЙСКОГО ЦЕОЛИТА НА ТЕРМИЧЕСКУЮ И ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНУЮ ДЕСТРУКЦИЮ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

Ю.С. Мурашкина

Научный руководитель – д.т.н., профессор О.Б. Назаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, murashkina02@gmail.com

Природные цеолиты принадлежат к группе каркасных алюмосиликатов. Они характеризуются высокой ионообменной способностью и молекулярно-ситовыми свойствами. Цеолиты могут использовать в различных областях про-

мышленности в связи с их особенностями строения кристаллической решетки и спецификой минерального состава. В своей кристаллической структуре цеолиты содержат слабо связанную воду, которая при нагревании выделяется