

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФИРОВ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ НЕКОНДИЦИОННОГО ПОЛИЛКТИДА

Н.Л. Килин, В.В. Кревсун

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, nik-kilin@mail.ru

С увеличением потребления полимеров актуальной проблемой становится утилизация накопившегося полимерного мусора. Одним из возможных решений данной проблемы является использование биоразлагаемых полимеров, которые при определенных условиях способны деградировать в окружающей среде до простых и безвредных соединений.

Одним из самых распространенных биоразлагаемых полимеров является – полилактид. Его производят на основе молочной кислоты, которая присутствует в человеческом организме, что обуславливает его биосовместимость с организмом и позволяет применять его в медицине в качестве хирургических нитей, костных штифтов, имплантатов, капсул для наполненных медицинских препаратов и т.д. Так же полилактид нашел свое применение в изготовлении упаковочных материалов [1].

Даже несмотря на то, что в окружающей среде деструкция полилактида протекает в сотни раз быстрее, чем у его синтетических аналогов (от 6 месяцев до 3 лет), заменить полностью рынок современных упаковочных материалов биоразлагаемыми полимерами пока не представляется возможным, так как их производство является достаточно дорогостоящим процессом. Снизить себестоимость позволит возврат от-

ходов в производство в виде вторичного сырья или за счет сокращения числа технологических стадий, в случае, когда производство будет базироваться не только на молочной кислоте, а на лактиде и других эфирах молочной кислоты [2].

Целью данной работы является разработка способа получения эфиров молочной кислоты (в частности лактида) из некондиционных отходов полилактида путем их термokatалитической деструкции.

Каталитический термолиз проводили на лабораторной установке для вакуумной перегонки в течении 30 минут в присутствии катализатора ZnO в количестве 1 % от загружаемой массы полимера, при температуре 150–200 °С и давлении 10 мбар.

Идентификацию лактида осуществляли с помощью ИК-спектроскопии. Эффективность процесса оценивали по массовому выходу лактида, качественный и количественный состав мономера определяли методом газовой хроматографии.

Проведенные эксперименты показали, что состав полимерных отходов не оказывает значительного влияния на выход и чистоту мономера (табл. 1). Выход лактида-сырца составляет: 68–82 % (масс.), а чистого лактида в пересчете на лактид-сырец 48–65 % (масс.).

**Таблица 1.** Выход лактида-сырца и чистого лактида (% , масс.) при термической деполимеризации полилактида в присутствии ZnO (1 % масс.)

| Образец       | Характеристика полимерных отходов |       |                      |                                    |
|---------------|-----------------------------------|-------|----------------------|------------------------------------|
|               | Товарный                          | ПЛА   | ПЛА/TiO <sub>2</sub> | ПЛА/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Лактид-сырец  | 75,53                             | 68,35 | 77,12                | 82,09                              |
| Чистый лактид | 53                                | 49,3  | 48                   | 65                                 |

**Таблица 2.** Состав лактидов-сырцов по результатам газовой хроматографии

| Компонент                 | Характеристика полимерных отходов |                     |                      |                                    |
|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|
|                           | Товарный                          | ПЛА                 | ПЛА/TiO <sub>2</sub> | ПЛА/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Молочная кислота          | $6,6 \cdot 10^{-4}$               | $7,7 \cdot 10^{-4}$ | $2,4 \cdot 10^{-3}$  | $3,8 \cdot 10^{-4}$                |
| Димер молочной кислоты    | $1,5 \cdot 10^{-3}$               | $3,3 \cdot 10^{-3}$ | $9 \cdot 10^{-3}$    | $4 \cdot 10^{-4}$                  |
| <i>m</i> -лактид          | 0,96                              | 1,25                | 10,19                | 7,88                               |
| <i>L, D</i> -лактид       | 98,874                            | 98,7                | 89,647               | 91,98                              |
| Олигомер молочной кислоты | 0,12                              | $1 \cdot 10^{-4}$   | 0,10                 | 0,09                               |

Структура полученного мономера подтверждена данными ИК-спектроскопии: наличие С–Н-связи ( $3000\text{--}2900\text{ см}^{-1}$ ), С=О-связи ( $1700\text{ см}^{-1}$ ), С–О-связи ( $1450\text{--}600\text{ см}^{-1}$ ). По данным хроматографических исследований (табл. 2) видно, что полученный лактид-сырец содержит не только стереоизомеры, но и проме-

жуточные продукты термической деполимеризации полилактида.

Таким образом, было показано, что при термической переработке отходов полилактида с высоким выходом может быть получен мономер – лактид.

### Список литературы

1. Тимирбаева Г.Р. Биоразлагаемые полимеры: тенденции развития рынка // Вестник Казанского технологического университета, 2010. – №9. – С.724–727.
2. Венделин Г., Хакль М., Фейхтингер К. Способ переработки полимолочной кислоты. Заявка: RU 2010150609 А. Дата публикации заявки: 20.06.2012 Бюл. №17.

## ВЛИЯНИЕ СИНДИОТАКТИЧЕСКОГО 1,2-ПОЛИБУТАДИЕНА И НАНО СЕРЫ НА ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ БИТУМА

Д.Р. Кинзибаев

Научный руководитель – д.х.н., профессор М.И. Абдуллин

Башкирский государственный университет

Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Мингажева 100, [chimiker@mail.ru](mailto:chimiker@mail.ru)

Одним из способов улучшения свойств битумов и асфальтобетона на их основе является введение в состав битумов полимерных модификаторов [1, 2]. Введение полимерного модификатора в битум повышает температуру размягчения вяжущего, расширяет температурный интервал пластичности и увеличивает трещиностойкость асфальтобетона. Однако модификация битума, широко используемым в дорожной отрасли, блок-сополимером стирола и бутадиена (СБС) не может обеспечить получение качественного

материала из-за фазового расслоения в структуре битума [3]. Решение проблемы фазового расслоения полимерно-битумного вяжущего (ПБВ) на основе СБС возможно введением серы в битум [4]. Как известно, сера используется как вулканизирующий агент, вызывающий сшивание макромолекул полимера, а также асфальтеновых структур, входящих в состав битума, что в конечном счете может привести к улучшению физико-химических свойств вяжущего.

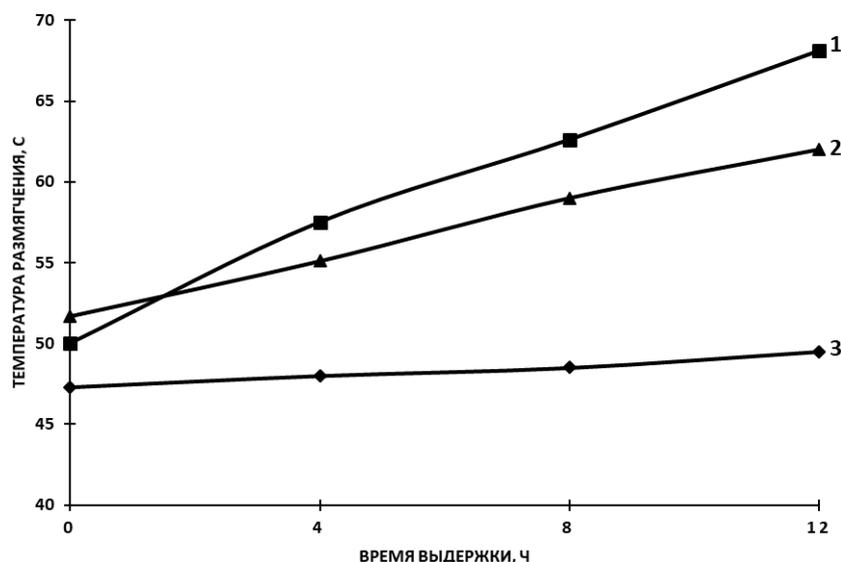


Рис. 1. Влияние продолжительности выдержки при  $130^{\circ}\text{C}$  на температуру размягчения ПБВ на основе 1% 1,2-СПБ: 1 – наносера 1%; 2 – техн. сера 1%; 3 – битум.