

**Таблица 2.** Технические характеристики покрытия

| НПС                | Адгезия, МПа | Прочность при изгибе, мк | Прочность при ударе, см | Твердость, кг |
|--------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|---------------|
| НПС <sub>C5</sub>  | 11,5         | 1                        | 5                       | 0,2           |
| ОНПС <sub>C5</sub> | 16,0         | 1                        | 5                       | 0,2           |

числа НПС<sub>C5</sub> (исходная смола), равное 4,3 мг/г, свидетельствует о том, что данная смола при хранении окислялась. В связи с этим ИК-спектры образцов, снятые для доказательства проведенной модификации, оказались недостаточно информативными.

Синтезированные смолы растворимы в ароматических углеводородах и методом полива были получены покрытия на металлических и алюминиевых подложках, толщиной 10–20 мкм. Свойства покрытий, измеренные по стандарт-

ным методикам, представлены в таблице 2.

Из данной таблицы видно, что модифицированная смола имеет более высокие значения адгезии и хорошую эластичность.

Таким образом, проведенная модификация нефтеполимерной смолы, на основе фракции C<sub>5</sub>, пероксидом водорода приводит к росту количества карбоксильных и эпоксидных групп. Улучшение свойств покрытий проявляется в росте адгезии (в 1,5 раза).

### Список литературы

1. Думский Ю.В., Но Б.И., Бутов Г.М. *Химия и технология нефтеполимерных смол.* – М.: Химия, 1999. – 303с.
2. Лесняк В.П. *Синтез, модификация и применение нефтеполимерных смол на основе*

*мономерсодержащих пиролизных фракций / Сб. трудов «Химические проблемы создания новых материалов и технологий».* – Минск: Издательство БГУ, 2008. – С.204–245.

## ВЫБОР УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ЛАКТИДА ИЗ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПОЛИМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

И.А. Прокудин, Д.А. Яковлев

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

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, prokudin0905@mail.ru*

Одним из самых перспективных биоразлагаемых пластиков, отвечающему концепции устойчивого развития, является полимолочная кислота (ПМК), исходным сырьем для производства которой служит молочная кислота, получаемая из возобновляемых ресурсов – кукурузы, сахарного тростника и т.п.

ПМК используется для производства экологической тары и упаковки [1], а также для получения имплантатов [2], резорбируемых организмом человека и не требующих последующего их удаления. Объемы производства таких полимерных материалов (как и объемы образующихся после их использования отходов) огромны и с каждым годом увеличиваются, а методы их утилизации и переработки зачастую дороги и малоэффективны.

В настоящее время радикальным решением проблемы полимерных отходов является

разработка способов производства мономеров путем деструкции непригодных к использованию полимеров. Реализация этого направления позволит снизить объемы потребления растительного сырья, что сделает производство ПМК экономически более выгодным по сравнению с существующими способами за счет сокращения этапов производства ПМК.

Целью данной работы было определить оптимальные параметры получения D-, L- или D,L-лактида при деполимеризации высокомолекулярной полимолочной кислоты в присутствии катализатора.

Синтез осуществляли на лабораторной установке для вакуумной перегонки в течении 30–60 минут. Молекулярная масса ПМК составляла 120000–13000 а.е.м. Регулируемыми параметрами являлись давление (P) и соотношение полимер/катализатор. Идентификацию продукта

Таблица 1. Влияние давления на выход и чистоту лактида

| № | P, мбар | $\beta_{л-с}$ , % (мас.) | $\beta_{л}$ , % (мас.) | $T_{пл}$ , °C | к.ч.  |
|---|---------|--------------------------|------------------------|---------------|-------|
| 1 | 1000    | 61                       | 16                     | 110–118       | 0,147 |
| 2 | 550     | 67                       | 19                     | 115–120       | 0,186 |
| 3 | 150     | 75                       | 47                     | 83–88         | –     |
| 4 | 10      | 79                       | 61                     | 85–88         | –     |

проводили с помощью ИК-спектроскопии. Эффективность процесса оценивали, определяя выход лактида-сырца ( $\beta_{л-с}$ ) и чистого лактида ( $\beta_{л}$ ). Чистоту мономера (после перекристаллизации этилацетатом) отслеживали по температуре плавления и наличие примесей (в частности, карбоновых кислот) по кислотному числу (к.ч.), которые определяли титриметрическим методом [3] и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Проведенные исследования показали (табл. 1), что, образующейся при деполимеризации лактид, при давлении близком к атмосферному, представляет собой эквимолярную рацемическую смесь L-лактида и D-лактида, которая по литературным данным имеет температуру плавления ( $T_{пл}$ ) 125 °C.

Экспериментальная температура плавления образцов 1 и 2 составляет 110–120 °C, что указывает на наличие примесей в полученном мономере. Основными примесями являются карбоновые кислоты, среди которых первое место занимает молочная кислота, м-лактид и олигомер. Давление не влияет на количество образу-

ющихся кислот – это подтверждается данными по определению кислотного числа. Проведение процесса при более низком давлении (10–150 мбар) позволяет получать индивидуальные L- или D-лактиды. В этих условиях температура плавления полученных мономеров равна 85–88 °C (справочные значения 95–96 °C), а содержание побочных продуктов минимально. Так, по данным ВЭЖХ, количество молочной кислоты, м-лактида и олигомера составляет 0,7; 7,5 и 22% соответственно.

Давление оказывает значительное влияние на выход продуктов. Максимальный выход лактида-сырца достигнут при давлении 10 мбар. Такое давление также позволяет в два раза сократить время процесса, уменьшить температуру на 50 °C и снизить выход побочных продуктов.

Таким образом, исследования показали, что переработка ПМК и изделий на ее основе методом деполимеризации, позволит вернуть в технологический процесс синтеза полимера до 50% сырья, которое в настоящее время является отходами.

### Список литературы

1. Перепелкин К.Е. // *Химия и жизнь*, 2007.– №2.– С.18–21.
2. Лопатин А.В., Ясонов С.А., Васильев И.Г. // *Margo Anterior*, 2006.– №2.– С.3–6.
3. Одабаян Г.В. *Лабораторный практикум по химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза*.– М.: Химия, 1982.– 240с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО СТАРЕНИЯ ПДЦПД

Б.В. Ребекевша, П.А. Хахулин, М.К. Заманова  
Научный руководитель – к.х.н, доцент В.Г. Бондалетов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, bogdan1@tpu.ru

Современные высокотехнологические отрасли промышленности предъявляют особые требования к конструкционным материалам. Важную роль в их подборе играют их механические и эксплуатационные характеристики.

Отлично зарекомендовал себя для приме-

нения в различных отраслях промышленности ПДЦПД (полидициклопентадиен). ПДЦПД представляет из себя терморезистивный пространственно сшитый полимер, получаемый в результате полимеризации с раскрытием цикла (т.н. ROMP-полимеризацией) из ДЦПД, ко-