

до 62–65 %.

Причем получение олигомера МК в среде воздуха, а затем проведение следующих реакций в инертной атмосфере азота также даёт большой выход лактида.

### Список литературы

1. Полимеры в биологии и медицине. Под ред. М. Дженкинса / Пер. О.И. Киселёва. – М.: Научный мир, 2011. – 256 с.
2. Пат. 5091544 A US Process for rapid conversion of oligomers to cyclic esters / Kamlesh K. Bhatia. Заявлено 21.09.1990; Оpubл. 25.02.1992.
3. Пат. EP 0531458 B1. Process for the rapid production of cyclic esters / Kamlesh Kumar Bhatia. Заявлено 30.04.1991; Оpubл. 13.08.1997
4. Пат. US 5023349 A. Continuous process for rapid conversion of oligomers to cyclic esters / Kamlesh K. Bhatia. Заявлено 8.05.1990; Оpubл. 11.06.1991.
5. Пат. РФ 2301230. Способ получения лактида / Швец В.Ф., Козловский Р.А., Счастливая С.В., Варламова Е.С., Макаров М.Г., Староверов Д.В., Сучков Ю.П. Заявлено 10.09.2006; Оpubл. 20.06.2007.
6. Яркова А.В., Шкарин А.А., Похарукова Ю.Е., Новиков В.Т. Выбор условий для получения олигомеров молочной кислоты // Вестн. Том. гос. ун-та, 2014. – №385. – С.224–226.

---

### Очистка лактида-сырца методом перекристаллизации

Т.Н. Иженбина, В.Н. Глотова, В.И. Бакулева, М.К. Заманова  
Научный руководитель – к.х.н., доцент В.Т. Новиков

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

Биоразлагаемые полимеры, которые разлагаются под действием природных микроорганизмов, таких как бактерии, грибы (грибки) и водоросли [1] широко используются в производстве упаковки (пищевые пленки, пакеты, мешков для сбора и компостирования пищевых отходов, сельскохозяйственных пленок), в производстве тары (бутылки, канистры, контейнеры, одноразовая посуда), а также в медицине (шовные материалы, шины, матриксы, имплантаты, изготовление носителей для пролонгированных лекарственных препаратов и т.д.) [2, 3]. Одним из самых известных биоразлагаемых полимеров, на сегодняшний день является полилактид– продукт полимеризации молочной кислоты (МК) или лактида.

Основным преимуществом полилактида являются: совместимость с организмом человека, простота переработки (возможность обработки, как и обычных полимеров на стандартном оборудовании), низкий ба-

рьер пропускания кислорода, водяного пара, стойкость к разложению в обычных условиях, отсутствие проблем с утилизацией отходов. Для получения высокомолекулярного полилактида необходим лактид высокой степени чистоты [4] поскольку примеси, обычно содержащиеся в лактиде (олигомер МК, молочная кислота, вода), значительно снижают молекулярную массу полилактида. Например, увеличение содержания молочной кислоты в лактиде с 10 до 121 мг-экв/кг снижает молекулярный вес получаемого полилактида с 111200 до 13200 г/моль [5]. Для очистки лактида используют ряд методов (кристаллизация, перекристаллизация, экстракция, дистилляция, адсорбция, хемосорбция, сублимация и др.) [4, 6], однако эффективная технология очистки лактида до сих пор является проблемой.

В данной работе очистка лактида осуществлялась в одну стадию методом перекристаллизации из этилацетата, бутилацетата, толуола, этилового спирта, а также смеси растворителей этилацетата-бутилацетата, этилацетата-этилового спирта, этилацетата-толуола. Лактид-сырец с температурой плавления 90 °С помещают в стакан, добавляют растворитель в соотношении 1 : 2 (1 мл растворителя на 2 г лактида), нагревают до полного растворения лактида-сырца и охлаждают до комнатной температуры. В процессе охлаждения выпадают кристаллы лактида. Затем фильтруют раствор для отделения чистых кристаллов лактида и растворенных примесей. Далее лактид отжимают и сушат от остатков растворителя при 45 °С в вакууме и затем взвешивают. Контроль чистоты лактида проводился по температуре плавления на приборе Melting Point M-560 [7]. Экспериментальные данные по процессу перекристаллизации лактида-сырца представлены в таблице 1.

Наибольший выход лактида после первой перекристаллизации

**Таблица 1.** Данные по очистке лактида перекристаллизацией

| Растворители                | Выход лактида, % | Температура плавления, °С |
|-----------------------------|------------------|---------------------------|
| Этилацетат                  | 44               | 95                        |
| Этиловый спирт              | 73               | 90                        |
| Бутилацетат                 | 60               | 91                        |
| Толуол                      | 71               | 89                        |
| Этилацетат : толуол         | 20               | 95                        |
| Этилацетат : этиловый спирт | 44               | 96                        |
| Этилацетат : бутилацетат    | 51               | 90                        |

наблюдается из этилового спирта, лактид с наибольшей температурой плавления 96 °С получается при очистке из смеси растворителей, содержащей по 50 % (об.) этилацетата и этилового спирта. Следовательно, варьируя состав растворителей, можно увеличить выход лактида и уменьшить содержание в нем примесей.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 54259-2010. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Стандартное руководство по сокращению количества отходов, восстановлению ресурсов и использованию утилизированных полимерных материалов и продуктов.—М.: Стандартинформ, 2011.— 21 с.
2. Марычев С.Н., Калинин Б.А. Учебн. пос. / Владим. гос. ун-т.— Владимир: ВГУ, 2001.— 68 с.
3. Williams, DF. The Williams Dictionary of Biomaterials.— Liverpool UniversityPress; Liverpool: 1999.
4. RU 2454437 Стабильные частицы лактида.
5. US 20080234500 A1. Distillation, condensation.
6. SU 1625876 Способ очистки гликолида или лактида от примесей органических кислот.
7. Глотова В.Н., Заманова М.К., Иженбина Т.Н., Новиков В.Т. Очистка лактида методом перекристаллизации // Известия вузов. Химия и химическая технология, 2014.— Т.57.— Вып.11.— С.63–65.

---

### Изучение прочности при изгибе эпоксидных композитных материалов на основе модифицированных наполнителей

Т.Б. Касаткина, А.С. Левашов, Д.О. Новиков, Д.С. Бурый  
Научный руководитель – д.х.н., профессор Н.Н. Буков

*Кубанский государственный университет  
350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, tatiana\_kasat@mail.ru*

В настоящее время в промышленности, строительстве и других областях жизнедеятельности человека широко распространено использование композиционных материалов. В частности, в качестве защитных покрытий для металла используются материалы на основе наполненных реактопластов. Выбор материала зависит от его физико-химических характеристик, срока эксплуатации, а также экономической целесообразности.

Использование эпоксидных смол в качестве связующего, позволяет получить легкие в производстве и использовании материалы, обладающие высокой адгезией к металлическим подложкам, а также гибкостью