

**Таблица 1.** Сравнительный анализ выходов битуминозных восков в зависимости от условий обработки

| Экстракты                 | Выход сырых битуминозных восков, г (% мас.) |                                     |                         |
|---------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------|
|                           | без деминерализации углематериала           | после деминерализации углематериала | в условиях МВВ (150 Вт) |
| Этанол-бензол (1 : 1)     | 0,12 (2,4%)                                 | 0,14 (2,8%)                         | 0,23 (4,6%)             |
| 2-пропанол-бензол (1 : 1) | 0,02 (0,4%)                                 | 0,08 (1,6%)                         | 0,17 (3,4%)             |
| Бензол                    | 0,05 (1%)                                   | 0,03 (0,6%)                         | 0,01 (0,2%)             |

лучшие выходы воскового экстрагента для бурого угля составил от 3,7% до 4,6%. Увеличение продолжительности и мощности микроволнового облучения (700 Вт) приводит к повышению парафиновых углеводородов (на 20–28%) и сни-

жению содержания кислородсодержащих углеводородов от 18 до 25%. Отмеченные изменения, возможно, связаны с развитием вторичных процессов деструкции и конденсации продуктов в органической массе угля.

### Список литературы

1. Данилов О.С., Михеев В.А., Москаленко Т.В. Исследование влияния электромагнитного микроволнового излучения на твердые го-

рочие ископаемые // Изв. Самарского науч. центра РАН, 2011. – Т.13. – №1(15). – С.1264–1267.

## УТИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА

Н.Л. Килин, К. Кимбаев, М.С. Минусенко, А.Д. Крошечкин  
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*

В настоящее время самой губительной антропогенной деятельностью человека является образование больших объемов полимерных отходов (как синтетических, так и биоразлагаемых). Большинство из этих объектов могут быть переработаны и повторно использованы в различных областях промышленности. Поэтому в настоящее время вопрос поиска эффективных методов переработки отходов полимеров является по-прежнему актуальным.

Основными методами переработки изделий из полилактида (как и из ряда других полимеров) являются: рециклинг, компостирование, химическая и термическая переработка. Более экономически выгодным является утилизация отходов полилактида до товарных продуктов: молочная кислота, лактид, эфиры и олигомеры молочной кислоты. Особо интенсивно разрабатываются два направления – это гидролиз и его разновидности (сольволиз, алкоголиз, ацидолиз) и термическая деструкция (деполимеризация).

Деполимеризация является одним из способов переработки полилактида, в результате которого можно получать исходный мономер – лактид. Известно, что с высоким выходом моно-

мер образуется в присутствии различных каталитических систем, например, ZnO, SbO, SnO и др. Поэтому целью данной работы было оценить влияние катализаторов на выход и чистоту лактида при деполимеризации полилактида.

Процесс проводили на лабораторной установке для вакуумной перегонки с воздушным холодильником с дополнительным обогревом, предотвращающим преждевременную кристаллизацию, получаемого мономера.

Эффективность процесса оценивали, определяя выход лактида-сырца и чистого лактида. Чистоту мономера (после перекристаллизации этилацетатом) контролировали по температуре плавления, наличие примесей – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

В данной исследовательской работе было изучено влияние 6 различных катализаторов на процесс деполимеризации взятых в количестве 1% от массы полимера.

Исследования показали (табл. 1), что при использовании таких катализаторов, как оксид алюминия и цинковая пыль, в результате деполимеризации получается рацемическая смесь D- и L-форм лактида, что подтверждается их

Таблица 1. Результаты процесса термической деполимеризации полилактида

| Катализатор                                       | Выход лактида, % мас. | T <sub>пл</sub> , °C | Содержание продуктов деполимеризации, S <sub>шка</sub> , % |          |            |                           |
|---|-----------------------|----------------------|--|----------|------------|---------------------------|
|   |                       |                      | Молочная кислота   | м-лактид | D,L-лактид | Олигомер молочной кислоты |
| ZnO   | 43,8                  | 82–83                | 6,4  | 9,9      | 69,6       | 14,1                      |
| C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub> Sn | 36,8                  | 92–93                | 1,7  | 3,7      | 78,4       | 16,2                      |
| Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                    | 30,1                  | 85–86                | 0  | 7,6      | 66         | 26,4                      |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                    | 2,3                   | 117–118              | 0,4  | 6,6      | 44,7       | 48,3                      |
| SnO   | 35,4                  | 87–88                | 0,5  | 7,4      | 79,4       | 12,7                      |
| Zn  | 10,7                  | 119–120              | 1,1  | 9        | 69         | 20,9                      |

температурой плавления 117–118 и 119–120 °C соответственно (по литературным данным температура плавления D,L-лактида составляет 125 °C).

Выход лактида-сырца и перекристаллизованного лактида больше при использовании катализаторов оксида цинка, октоата олова и оксида олова, однако, в результате деполимеризации с использованием оксида олова образуется большее количество примесей.

Самые низкие выходы продукта оказались

при использовании в качестве катализатора оксида алюминия.

Следовательно, катализаторы оксид цинка и октоат олова наиболее пригодны для проведения процесса деполимеризации полилактида. Однако лучшим является катализатор ZnO, так как при его использовании выход продукта выше, чем при использовании октоата олова, и он намного дешевле, что экономически является более выгодным.

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАНОСТРУКТУРНОГО ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

И.В. Мартемьянова, Е.В. Плотников, Е.С. Сыромотина  
Научный руководитель – д.х.н., профессор Е.И. Короткова

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

Потребление некачественной воды загрязнённой микробиологическими примесями (бактерии, вирусы, паразиты, простейшие и т.д.) может представлять серьёзную опасность для жизни и здоровья человека. Существуют различные способы очистки воды от микробиологических загрязнений: мембранный метод, реагентный способ, ультрафиолетовая стерилизация, кипячение, использование фильтровальных материалов [1]. В рамках данной работы подробнее будет рассмотрено использование наноструктурного фильтровального материала на основе стекловолокна при извлечении из модельных растворов микробиологических загрязнений [2].

Объектом исследования является фильтровальный материал из стекловолокна, с иммобилизованными на его поверхности наночасти-

цами оксигидроксида алюминия. Исследования проводились на образцах волокнистого фильтровального материала в виде листа белого цвета (толщина 2,5 мм и диаметр 47 мм, рабочая площадь 11,93 см<sup>2</sup>), которые помещались в оправку для фильтров фирмы Merk Millipore (США). Через фильтровальные материалы, помещённые в оправку, пропускали следующие растворы: 1. Водопроводная вода, обсеменённая культурой *Escherichia Coli* (кишечная палочка). 2. Водопроводная вода, обсеменённая культурой *Staphylococcus aureus* – стафилококковый бактериофаг (модель вируса). Растворы готовили на водопроводной воде отстоянной в течении одних суток. Модельные растворы пропускались с помощью давления создаваемого баллоном со сжатым азотом.

Эффективность извлечения культуры