





Рис. 1. Блок-схема утилизации маточного раствора со стадии перекристаллизации лактида

Таблица 1. Выход и характеристики продуктов на каждой из стадий

Стадия	Целевой продукт	Выход, % масс.	Характеристики
Дистилляция маточного раствора	ОМК, МК, лактид	80,54	$MM_{cp} = 231$ а.е.м.
Поликонденсация	ОМК	95,79	$MM_{cp} = 308$ а.е.м.
Термокаталитическая деструкция	лактид-сырец	72,14	$T_{пл} = 99,4-111,6$ °С
Перекристаллизация лактида	очищенный лактид	28,12	$T_{пл} = 109,4-117,9$ °С, $\omega_{МК} = 7,7$ % масс.

как молочная кислота (МК), лактид, низшие олигомеры молочной кислоты (ОМК). Данные компоненты могут быть выделены из маточного раствора и использованы для получения дополнительного количества лактида, что способствует организации малоотходного, а следовательно, экологически безопасного процесса переработки отходов на основе полилактоида.

Цель настоящей работы заключалась в разработке схемы утилизации маточного раствора со стадии перекристаллизации лактида.

Блок-схема, отражающая основные стадии процесса утилизации маточного раствора после перекристаллизации лактида из этилацетата, представлена на рисунке 1.

Поликонденсацию молочной кислоты и ее производных, выделенных из маточного раствора, проводили на роторном испарителе в течение 4 ч при ступенчатом повышении температуры и давления от 130 до 150 °С и от 30 до 50 мбар соответственно, термокаталитическую деструкцию полученного олигомера – на лабораторной установке для вакуумной перегонки при 200–250 °С и давлении 5–15 мбар. Катализатором обоих процессов выступал ZnO, вносимый в систему на стадии поликонденсации. Полученный в результате деструкции олигомера лактид-сырец

подвергали очистке от примесей методом перекристаллизации.

Значения выхода целевых продуктов на каждой из стадий и их характеристики (температура плавления  $T_{пл}$ , определенные титриметрическим методом средняя молекулярная масса олигомеров молочной кислоты  $MM_{cp}$  и процентное содержание молочной кислоты в лактиде  $\omega_{МК}$ ) представлены в таблице 1.

Все стадии характеризовались достаточно высоким выходом целевых продуктов, кроме заключительной стадии перекристаллизации лактида, что связано с высоким содержанием в нем примесей. Согласно измеренным значениям температуры плавления и справочным данным ( $T_{пл(рац-лактоида)} = 125$  °С,  $T_{пл(L-лактоида, D-лактоида)} = 96-97$  °С,  $T_{пл(мезо-лактоида)} = 53$  °С [2]), была получена рацемическая смесь L- и D-изомеров лактида.

Таким образом, из маточного раствора со стадии перекристаллизации лактида по предложенной схеме при выбранных условиях проведения каждой из стадий удалось получить рацемическую смесь L- и D-изомеров лактида с выходом 15,7 % по массе в расчете на исходный маточный раствор. На стадию перекристаллизации удалось вернуть растворитель в количестве 17,3 % от общей массы маточного раствора.

### Список литературы

1. Глотова В. Н., Заманова М. К., Ижженбина Т. Н., Новиков В. Т. // *Химия и химическая технология*, 2014. – Т. 57. – № 11. – С. 63–65.
2. *Poly(Lactic Acid). Synthesis, Structures, Properties, Processing and Applications*. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. – 499 p.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Л. Р. Кудрякова

Научный руководитель – к.х.н., доцент аналитической и физической химии В. В. Шакирова

ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет  
г. Астрахань, пл. Шаумяна 1, svv\_2004@mail.ru

Сегодня очень остро стоит вопрос очистки воды различного назначения от всевозможных поллютантов. Одними и самых распространенных загрязнителей по праву можно считать продукты нефтепереработки и тяжелые токсичные металлы. Свинец, цинк, кадмий, железо, никель достаточно часто можно встретить в составе тяжелых нефтей, в качестве примесей. Концентрация тяжелых металлов в металлоносной нефти зачастую превышает их концентрацию в рудах. В процессах добычи, транспортировки и переработки нефти эти металлы попадают в объекты окружающей среды и оказывают негативное влияние на экологическую ситуацию. Кроме того, вызывают коррозию оборудования нефтедобывающих и перерабатывающих предприятий и снижают сроки их службы. Наибольшее количество тяжелых металлов попадает в производственные сточные воды.

В настоящее время наряду с новейшими технологиями переработки нефти, позволяющими снизить количество выбросов тяжелых металлов, на предприятиях используют разные методы очистки сточных вод. Широкий спектр методов очистки связан с применением сорбентов различного происхождения. В последнее время предпочтение отдается природным сорбционным материалам.

Все вышеизложенное диктует необходимость разработки новых, эффективных методов очистки сточных вод от тяжелых токсичных металлов.

Настоящее исследование посвящено изучению сорбционной способности природных ресурсов Астраханской области для очистки воды от тяжелых токсичных металлов. Объектами исследования в работе послужили глинистые материалы с месторождения Кирикилинское.

В ходе экспериментальных исследований была изучена поглотительная способность глины по отношению к ионам некоторых тяжелых металлов. Выбор перечня исследуемых тяжелых металлов обусловлен их высокой токсичностью и, следовательно, необходимостью их первоочередного контроля [1].

Исследование поглотительной способности проводили в статических условиях с использованием модельных растворов ионов свинца, цинка и меди. Была рассчитана величина степени поглощения, которую оценивали по уменьшению содержания ионов металлов в растворах ионометрическим методом [2]. Для учета фона проводили исследования с холостым раствором. Результаты представлены в таблице.

$$S_{\text{погл}} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \cdot 100\%$$

где  $C_0$  – начальная концентрация ионов в растворе, ммоль/дм<sup>3</sup>;  $C_t$  – концентрация ионов в растворе в момент времени  $t$ , ммоль/дм<sup>3</sup>.

**Таблица 1.** Степень поглощения ионов тяжелых металлов

Ионы металлов	Степень поглощения, %
Свинец (II)	79 %
Медь (II)	72 %
Цинк	63 %

Анализируя полученные в ходе эксперимента данные, можно предположить, что рассматриваемые объекты – природные глинистые материалы Астраханского региона могут быть использованы, как сорбенты в процессах очистки на промышленных предприятиях, с целью улучшения экологической ситуации и предотвращения попадания тяжелых металлов воды различного назначения.