

## ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ С УЛУЧШЕННЫМИ БАРЬЕРНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

А.И. Ермилова<sup>1,2</sup>, О.Б. Ушакова<sup>1</sup>, Е.В. Калугина<sup>2</sup>  
 Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры ХТПП и ПК О.Б. Ушакова

<sup>1</sup>Московский технологический университет  
 Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносов  
 119571, Россия, г. Москва, пр. Вернадского 86

<sup>2</sup>ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК»  
 119530 Россия, Москва, ул. Генерала Дорохова 14, ermilovasandra@gmail.com

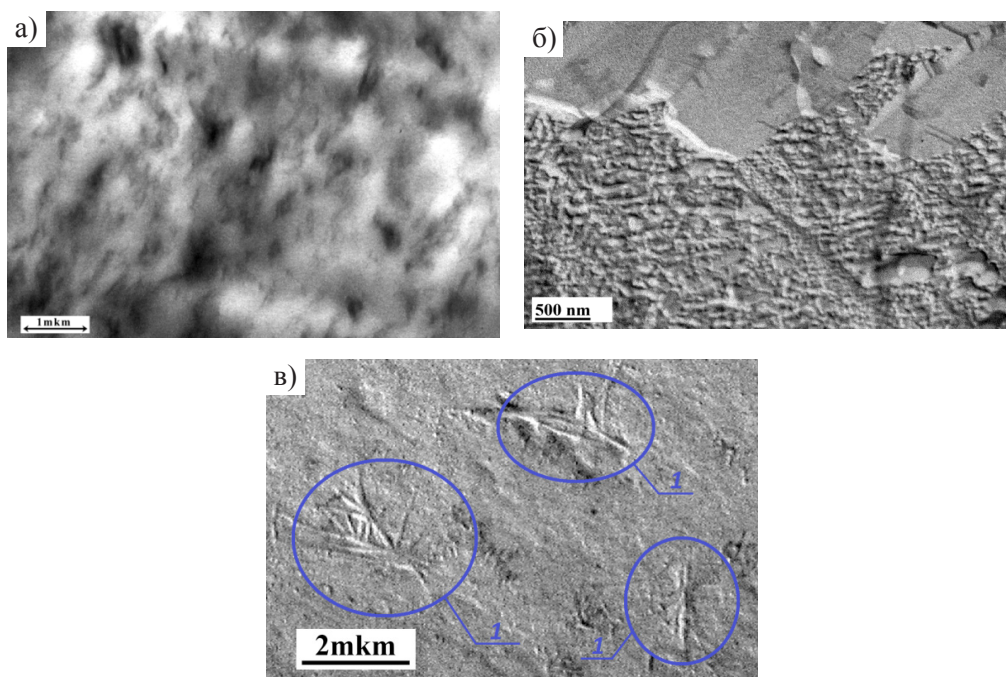
С целью расширения применения полимерных многослойных труб на основе пероксидно-сшитого полиэтилена в сетях горячего водоснабжения и отопления, разработан полимерный нанокomпозиционный материал (нПКМ) на основе смеси полиамида-6 и модифицированного полиолефина, наполненной органомодифицированным монтмориллонитом.

Анализ эксплуатационных свойств показал, что качество разработанного полимерного нанокomпозиционного материала значительно превосходит не только широко используемые полимеры трубных марок, но и барьерные полимерные материалы (таблица 1).

Наиболее важными характеристиками нПКМ являются высокие значения модуля упругости при изгибе и деформационной теплоустойчивости, а также, что особенно важно, низкая проницаемость по кислороду при повышенных температурах.

**Таблица 1.** Проницаемость по кислороду полимерных материалов

Полимерный материал	Проницаемость по кислороду при 90 °С, 10 <sup>-11</sup> см <sup>3</sup> • см/см <sup>2</sup> • с • см.рт.ст.
Полиэтилен высокой плотности	97
Статистический сополимер полипропилена	394
Блок-сополимер полипропилена	241
Сополимер этилена и винилового спирта (44 мол. % этилена)	15,9
Композиция на основе эластифицированного полиамида-6	266
Полимерный нанокomпозиционный материал	5,06



**Рис. 1.** Микрофотографии образцов полимерного нанокomпозиционного материала

Проведённые структурно-морфологические исследования методом просвечивающей электронной микроскопии показали, что формируется плотная регулярная структура с относительно равномерным распределением нанонаполнителя в объеме полимерной матрицы (рисунок 1 а, б). Следует отметить, что дополнительной причиной значительного снижения газопроницаемости через нПКМ, является образование полукристаллических образований из полиамида-6 (рисунок 1 в), которые формируются вокруг частиц нанонаполнителя и известны как «шиш-кебаб» структуры.

Сравнительные исследования образцов труб из пероксидно-сшитого полиэтилена в соответствии со стандартом ISO 17455 показали, что

использование барьерного слоя на основе разработанного полимерного нанокomпозиционного материала снижает проницаемость по кислороду на 75% по сравнению с трубой без защитного слоя. Кроме того, оценка поверхностной энергии, проведенная с помощью тестовых чернил согласно ISO 8296 показала, что нПКМ демонстрирует высокую адгезионную активность. Таким образом, при нанесении барьерного слоя не требуется использование промежуточного адгезионного слоя, как например, в случае других барьерных полимерных материалов.

Исходя из вышеизложенного, использование в качестве барьерного слоя трубы полимерного нанокomпозиционного материала представляется весьма перспективным.

## ПОЛУЧЕНИЕ L-ЛАКТИДА ПУТЕМ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПОЛИЛАКТИДА

Я.Е. Ермолаев, Н.Л. Килин

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

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, yarik.er\_uk@mail.ru*

С ростом потребления полимеров актуальной проблемой становится утилизация накопившихся свалок полимерного мусора. Возможным решением данной проблемы является использование биоразлагаемых полимеров, которые в определенных условиях способны деградировать в окружающей среде до простых и нетоксичных соединений.

Одним из самых распространённых биоразлагаемых полимеров является – полилактид. Его производят на основе молочной кислоты, которая постоянно присутствует в человеческом организме, поэтому полилактид находит широкое применение в медицине в качестве хирургических нитей, костных штифтов, имплантатов, капсул для наполненных медицинских препаратов и т.д. Так же полилактид нашел свое применение для изготовления упаковочных материалов [1], так как его деструкция протекает от 6 месяцев до 3 лет, что в сотни раз быстрее полиэтилена. Однако производство таких полимеров является достаточно дорогостоящим процессом. Их переработка позволит снизить себестоимость за счет возврата в производство в виде вторичного сырья или за счет сокращения числа технологических стадий, в случае ког-

да производство будет базироваться не только на молочной кислоте, но и на лактиде, который можно легко получить при химической переработки отходов на основе полилактида.

Поэтому целью данной работы является получение L-лактида из некондиционных отходов полилактида путем их термокatalитической деполимеризации и оценка возможности синтеза полимера на его основе.

Каталитический термолиз проводили на лабораторной установке для вакуумной перегонки в течении 30 минут в присутствии катализатора октоат олова в количестве 1,5% от загружаемой массы полимера, при температуре 200–250 °С и давлении 10 мбар.

Идентификацию L-лактида и полимера проводили с помощью ИК-спектроскопии. Эффективность процесса оценивали по выходу (выраженного в % мас.) лактида-сырца, чистого лактида ( $\beta_d$ ) и полилактида ( $\beta_{пла}$ ). Чистоту мономера (после однократной перекристаллизации этилацетатом) определяли по температуре плавления, кислотному числу и углу вращения [2].

Полимеризацию мономера в присутствии катализатора октоата олова проводили на роторном испарителе при следующих параметрах: