

УДК 678

Р. Ю. Галимзянова, доц., канд. техн. наук;  
А. А. Никифоров, доц., канд. техн. наук;  
Д. Р. Хисамиева, асп.; И. А. Шарафиев, асп.;  
Ю. Н. Хакимуллин, проф., д-р техн. наук;  
С. И. Вольфсон, зав. кафедрой ХТПЭ, д-р техн. наук  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Российская Федерация);  
А. В. Касперович, зав. кафедрой ПКМ, канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ СТЕАРИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА МИГРАЦИЮ ПЛАСТИФИКАТОРОВ В КОМПОЗИЦИЯХ НА ОСНОВЕ ПОЛИМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ И ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО КРАХМАЛА**

В настоящее время актуальным является исследование композиций полимолочная кислота (ПМК)/термопластичный крахмал (ТПК). Данные композиции интересны тем, что состоят из природных возобновляемых источников сырья, являются биосовместимыми и биоразлагаемыми. Кроме того, композиции ПМК/ТПК также интересны и в медицине для изготовления биорезорбируемых медицинских изделий, применяемых в травматологии [1, 3].

Активное применение материалов на основе полимолочной кислоты и термопластичного крахмала сдерживается их низкими физико-механическими свойствами. Также композиции ПМК/ТПК характеризуются миграцией пластификаторов, входящих в состав термопластичного крахмала. Эти недостатки композиций ПМК/ТПК связаны с разной природой данных полимеров. Полимолочная кислота – гидрофобный (неполярный), а термопластичный крахмал – гидрофильный (полярный) полимер. В связи с этим ПМК и ТПК имеют плохую совместимость, что сопровождается недостаточной межфазной адгезией между ПМК и ТПК [2]. В составе ТПК содержится достаточно большое количество пластификатора – глицерина, имеющего полярную природу. Совмещение ТПК и ПМК приводит к понижению полярности композиционного материала, что в свою очередь приводит к миграции (выпотеванию) полярного пластификатора глицерина из композиционного материала.

Улучшить взаимодействие между полимолочной кислотой и термопластичным крахмалом и устранить вышеперечисленные недостатки композиций ПМК/ТПК можно попытаться путем добавления поверхностно-активных веществ, а именно стеариновой кислоты. Композиции получали смешением полимолочной кислоты и термопластичного крахмала с добавлением стеариновой кислоты в смесительной камере фирмы Brabender «Plasti-Corder® Lab-Station» при температуре 180°C в течение 5 минут. Соотношения компонентов в

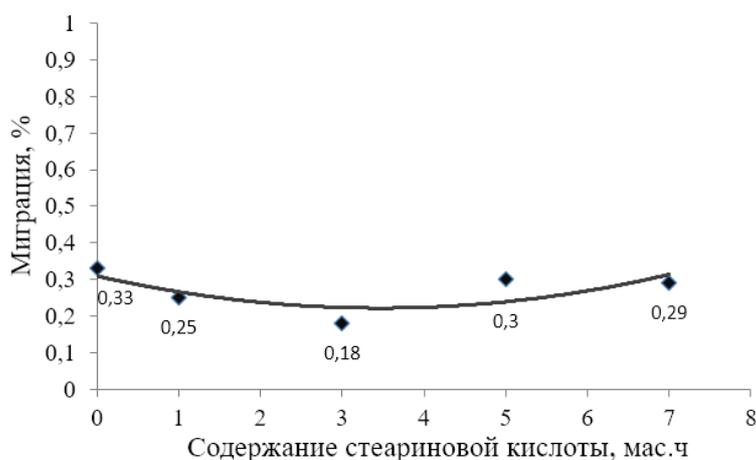
композициях ПМК/ТПК/стеариновая кислота представлены в таблице.

**Таблица – Соотношения компонентов в композициях ПМК/ТПК/стеариновая кислота**

Номер композиции	ПМК	ТПК	Стеариновая кислота
Содержание, мас. ч.			
1	100	50	0
2	100	50	1
3	100	50	3
4	100	50	5
5	100	50	7

Готовые смеси были экструдированы на лабораторном одношнековом экструдере при 80 оборотах и температуре 180°C. Миграцию пластификатора определяли после хранения образцов в течении 14 дней в нормальных условиях.

Миграцию пластификаторов определяли согласно ГОСТ 14926-81 «Пластмассы. Метод определения миграции пластификаторов». Испытания проводили при 70 °С в течение 24 часов. Результаты испытания на миграцию пластификаторов представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Миграция пластификатора в зависимости от содержания стеариновой кислоты**

Во всех полученных композициях миграция пластификаторов составляет менее 1%. В композиции без стеариновой кислоты миграция составляет 0,33%, затем по мере увеличения стеариновой кислоты от 1 мас. ч. до 3 мас. ч. миграция снижается до 0,18%. Дальнейшее увеличение содержания стеариновой кислоты до 7 мас.ч. вновь приводит к повышению миграции до 0,3%. В целом, миграция пластификатора при 70°C в течение 24 часов в композициях не позволяет оценить эффективность использования стеариновой кислоты. Для более

точной оценки требуется кондиционирование образцов в течении более длительного времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Galimzyanova R. Y. The use of polylactic acid to obtain biodegradable medical devices / R. Y. Galimzyanova, I. N. Musin, M. S. Lisanevich, D. R. Khisamieva, M. D. Mevliyanova, N. V. Pesternnikova // *Key Engineering Materials*. – 2019. – Vol. 816. – P. 285–289.

2. Villadiego K. M. Thermoplastic Starch (TPS)/Polylactic Acid (PLA) Blending Methodologies: A Review / K. M. Villadiego, M. J. Arias Tapia, J. Useche, D. E. Macías // *Journal of Polymers and the Environment*. – 2017. – Vol. 30 – P. 75–91.

3. Хисамиева Д. Р. Применение термопластичного крахмала в тканевой инженерии / Д. Р. Хисамиева, Р. Ю. Галимзянова, Ю. Н. Хакимуллин // *Наука. Наследие. Университет: сборник материалов Международной 56-й научной студенческой конференции*. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2022. – С. 493–495.

УДК 678

А. В. Касперович, зав. кафедрой ПКМ, канд. техн. наук;  
В. В. Боброва, науч. сотр., канд. техн. наук;  
В. Н. Фарафонов, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

### **ПРИМЕНЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИН**

Производство и переработка полимерных материалов является одной из интенсивно развивающихся областей человеческой деятельности, конечной целью которой является производство изделий, эксплуатирующийся в самых различных условиях. Поэтому для увеличения работоспособности резиновых изделий наряду с совершенствованием конструкций и технологии их изготовления большое значение имеет повышение качества резин. Эту проблему, вероятно, нельзя разрешить только синтезом новых полимеров, поскольку в нем имеются принципиальные ограничения, в настоящее время осложненные экономической ситуацией. Поэтому в научных и прикладных исследованиях последних лет сохраняется тенденция к смещению акцента при решении проблем создания материалов с заранее заданными свойствами в сторону модификации свойств традиционных полимеров [1].

Как известно [2, 3], способы модификации полимеров по методам воздействия разделяют условно на химические и физические. Такое общепринятое разделение достаточно условно, поскольку химические и физические процессы в полимерах почти всегда взаимосвязаны и взаимообусловлены. Химическая модификация всегда является од-