

УДК 678.07

**Сиразетдинов А.В., Хисамиева Д.Р., Галимзянова Р.Ю.,
Никифоров А.А., Хакимуллин Ю.Н.,
Вольфсон С.И., Казаков Ю.М.**

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

Касперович О.М.

(Белорусский государственный технологический университет)

ВЛИЯНИЕ СОРБИТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕРМОПЛАСТИЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА

В последние годы проводятся интенсивные исследования в области изучения биоразлагаемых полимерных композиций на основе крахмала. Крахмал возобновляемый, дешевый, широкодоступный полимер, что делает его выгодным сырьевым материалом в различных областях деятельности человека. Однако нативный крахмал не является истинным термопластом, поэтому должен быть пластифицирован перед переработкой и формованием [1].

Пластифицированный крахмал, также известный как термопластичный крахмал (ТПК), производится путем структурного разрушения крахмала в присутствии пластификатора. Крахмал в присутствии пластификатора при высокой температуре (90—180 °С) и сдвиге переходит в вязкотекучее состояние, позволяя его использовать на литьевом, экструзионном и раздувном оборудовании, применяемом для синтетических пластмасс. В качестве пластификаторов применяются вода, глицерин, сорбит, этиленгликоль, лимонная кислота и др. [2].

Практической проблемой активного применения термопластичного крахмала является рекристаллизация (ретроградация) крахмала с течением времени, поскольку она влияет на качество и срок службы конечных продуктов. Скорость ретроградации зависит от типа используемого пластификатора при получении ТПК. Наиболее выгодным для применения пластификатором является глицерин из-за его высокой температуры кипения, низкой стоимости, высокой растворимости в цепях крахмала и доступности, однако, ТПК на основе глицерина имеет высокую скорость ретроградации [3].

Среди не токсичных пластификаторов сорбит представляется наиболее эффективным по сравнению с глицерином, поскольку замедляет скорость ретроградации, а также улучшает термическую стабильность, повышает предел прочности при растяжении и модуль упругости. Однако ТПК на основе сорбита демонстрирует хрупкое разрушение наряду с низким удлинением и ударной вязкостью [4].

Производство термопластичного крахмала с двумя и более пластификаторами может компенсировать недостатки каждого из них и выделить преимущества для получения оптимального состава ТПК. В связи с чем, в настоящее время актуальным является проведение исследований над сопластификацией крахмала.

Цель работы – изучить влияние сорбита на физико-механические свойства термопластичной композиции на основе крахмала и глицерина.

Кукурузный крахмал высший сорт производства ООО «Крахмальный завод Гулькевичский» (Россия, Москва), картофельный крахмал высший сорт производства ООО «Гарнец» (Россия, Владимир), амилопектиновый крахмал производства ООО «Генетиклаб» (Россия, Санкт-Петербург). Глицерин марки ПК-94 АО «Нэфис Косметикс» (Россия, Казань). Сорбит производства ООО «Сладкий мир» (Россия, Нижний Новгород).

ТПК получали путем смешения разных видов нативного крахмала (кукурузный, картофельный и амилопектиновый) в роторном смесителе Brabender при 80 об/мин при температуре 140 °С в течение 12 минут. В первом способе нативный крахмал смешивали только с сорбитом в пропорциях 70/30, 60/40 и 50/50 соответственно. Во втором способе нативный крахмал смешивали с глицерином и сорбитом в соотношениях 60/30/10, 60/20/20, 60/10/30.

Методы исследования.

Показатель текучести расплава. Измерение показателя текучести расплава проводили на установке ИИРТ-5 в соответствии с ГОСТ 11645-2021 воздействием груза 2,16 и 10 кг соответственно при температурах 190 °С и 140 °С.

Прочность при растяжении. Прочность при растяжении образцов определяли на разрывной машине Zwick/Roell/ BT1-FR2.5TH.140 при температуре 23±2 °С, в соответствии с ГОСТ Р 11262-2017. Скорость движения зажима – 10 мм/мин.

Результаты и их обсуждение.

Физико-механические свойства исследуемых композиций на основе крахмалов различных, пластифицированные сорбитом и глицерином, имели отличные друг от друга свойства. Выявлено что ТПК с сорбитом имеет гораздо большие прочностные свойства чем наполненный глицерином, но имеет меньшую упругость, материал ещё теряет свою технологичность и способность перерабатываться способами традиционных полимеров. Так же при увеличении содержания сорбита в кукурузном крахмале повышается вязкость. Было установлено что смеси композита ТПК, на амилопектиновом крахмале (60/30/10) имеют лучшие показатели среди остальных композитов на ТПК в случае прочности на разрыв (4,33 МПа), а также имеет средние, либо выше средних результаты на показатели текучести расплава (3,99 г/10 мин.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кряжев, В.Н. Последние достижения химии и технологии производных крахмала/В.Н. Кряжев, В.В. Романов, В.А. Широков //Химия растительного сырья. – 2010. – №1. – С. 5–12.
2. Подденежный, Е. Н. Прогресс в получении биоразлагаемых композиционных материалов на основе крахмала (обзор)/ Е. Н. Подденежный, Бойко А. А., Алексеенко А. А., Дробышевская Н. Е., Урецкая О. В. // Вестник ГГТУ имени П. О. Сухого: научно - практический журнал. – 2015. – № 2. – С. 31–41.
3. Schmitt, H. Studies on the effect of storage time and plasticizers on the structural variations in thermoplastic starch / H. Schmitt, A. Guidez, K. Prashantha, J. Soulestin, M.F. Lacrampe, P. Krawczak // Carbohydrate Polymers. – 2015. – Vol. 115. – P. 364–372.
4. Esmaeili, M. Optimizing the mechanical and physical properties of thermoplastic starch via tuning the molecular microstructure through coplasticization by sorbitol and glycerol / M. Esmaeili, G. Pircheraghi, R. Bagheri // Polymer International. – 2017. – Vol. 66. – № 6. – P. 809–819.

УДК 678.4

**Панфилова О.А., Мухаметханов И.И., Охотина Н.А.,
Вольфсон С.И., Казаков Ю.М.**

(Казанский национальный
исследовательский технологический университет)

Шашок Ж.С.

(Белорусский государственный технологический университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ ШИННОГО РЕГЕНЕРАТА ПРОИЗВОДСТВА ООО «БОНУС-КАМА» В РЕЦЕПТУРАХ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Общемировые запасы отработавших автомобильных шин составляют около 25 млн т при ежегодном приросте не менее 7 млн т.

Из этого количества в мире только 23 % отработавших шин находят применение, а оставшиеся 77 % хранят как на полигонах, предназначенных для отработавших автошин, так и на смешанных свалках с другими отходами. В случае возникновения возгорания на подобных местах складирования возникают масштабные пожары, которые сложно потушить из-за хорошей горючести шин.

Разработан ряд методов утилизации автомобильных шин и других изношенных резинотехнических изделий, но, поскольку основным и