

ПОЛУЧЕНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И КРАХМАЛА

О. В. Давыдова, Н. Е. Дробышевская, В. Н. Шиленкова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

Особый интерес в мире в последние годы проявляется к биоразлагаемым и биокомпостируемым полимерам, которые после их использования распадаются на безопасные для окружающей среды компоненты [1]. В отличие от большинства пластмасс биоразлагаемые полимеры могут расщепляться в условиях окружающей среды с помощью микроорганизмов, таких, как бактерии или грибы. Полимер, как правило, считается полностью биоразлагаемым, если вся его масса разлагается в почве или воде за период в шесть месяцев [2]. Создание биоразлагаемых материалов на основе крахмала основано на получении смесей термопластифицированного крахмала с природными или синтетическими полимерами [3], [4]. К природным полимерам относятся целлюлоза, лигнин, древесная мука, к синтетическим биоразлагаемым – полимолочная кислота, полиэфир и поливиниловый спирт (ПВС). Настоящий доклад посвящен проблемам получения биоразлагаемых композиционных материалов на основе смесей поливинилового спирта и крахмалов – нативного кукурузного крахмала (КК) и картофельного модифицированного крахмала (карбоксиметилкрахмала – КМК).

Материалы и методы исследований. Для получения образцов были использованы следующие исходные материалы: поливиниловый спирт ПВС 16/1 – ГОСТ 10779–78; степень гидролиза – 99 %; крахмал кукурузный пищевой (нативный) – ГОСТ Р51965–2002, сорт высший, массовая доля воды – не более 16,5 %; карбоксиметилкрахмал КМК-ОК – ТУ 2231-003-68730626–2011, массовая доля воды – не более 12,5 %; ϵ -капролактан, T плавления – 69–70 °С, T кипения – 270 °С; глицерин дистиллированный – ГОСТ 6824–96, квалификации ХЧ; пропиленгликоль (Е1520), квалификация ХЧ; древесная мука М-180 – ГОСТ 16361–8, влажность – не более 8,0 %; микроволластонит марки МИВОЛЛ, силикат кальция CaSiO_3 , влажность 0,1–0,5 %. Для изучения структурных свойств и морфологии композиционных материалов использовали методы оптической микроскопии (микроскоп МИКМЕД ВР-2 с фотоприставкой); сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) (микроскоп TESCAN, Чехия). Испытания на прочность до разрыва и относительное удлинение образцов проводили на разрывной машине РМИ 5 при комнатной температуре.

Экспериментальная часть. Для приготовления исходной смеси ПВС использовали «холодное» смешивание компонентов в высокоскоростном блендере. Для модифицирования ПВС применяли раствор ϵ -капролактама (ϵ -КЛ); – для пластифицирования ПВС и крахмалов – пропиленгликоль (ПГ) и глицерин (ГЛ). Нативный кукурузный крахмал (10 мас. %) и другие наполнители – микроволластонит (МВ) и древесную муку (ДМ) вводили на последней стадии смешивания (по 10 мас. %). Процесс получения биоразлагаемого композиционного материала осуществляли следующим образом. Порошок поливинилового спирта ПВС 16/1 загружают в смеситель из нержавеющей стали, далее загружают модифицированный крахмал КМК-ОК и ϵ -капролактан, смешивают компоненты в течение 10–15 мин при комнатной температуре с помощью якорной мешалки, затем добавляют при перемешивании раствор пропиленгликоля или глицерина в воде. Происходит набухание гранул КМК-ОК (10 мин) и далее включают нагрев рубашки смесителя на 90 °С, что вызывает набухание гранул ПВС. Вращение смеси продолжают в течение 20 мин. Далее при той же температуре производят удаление избыточной влаги из смеси (30 мин). Для модифицирования свойств композитов в состав матрицы вводили нативный кукурузный крахмал, древесную муку и микроволластонит (по 10 мас. %). Для получения ленты шихту перерабатывают на экструдере (НААКЕ RHEOCORD 90 Германия) и методом плоскощелевой экструзии при температуре 170–180 °С вытягивают ленту (рис. 1).

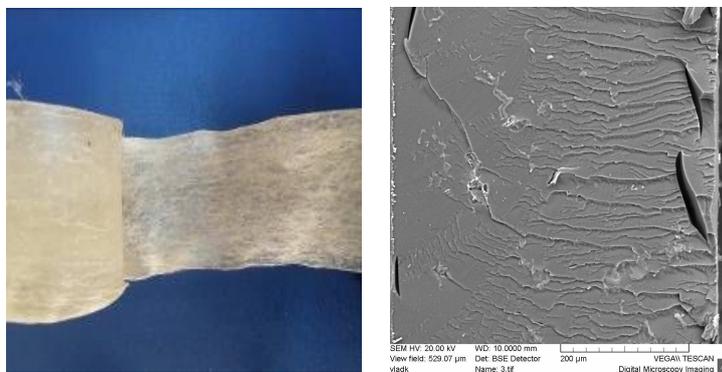


Рис. 1. Лента композита на основе ПВС–КМК: слева – общий вид; справа – СЭМ-изображение структуры

Композиционные материалы на основе ПВХ и модифицированного крахмала без наполнителей имеют более высокие физико-механические характеристики, чем композиты с природными наполнителями (прочность на растяжение до разрыва – 11,3 МПа; относительное удлинение – до 50 %). Введение нативного кукурузного крахмала или древесной муки уменьшает прочность и относительное удлинение, однако может привести к повышению биоразлагаемости. Добавление микроволластонита увеличивает прочность ленты, но уменьшает величину относительного удлинения.

Л и т е р а т у р а

1. Прогресс в получении биоразлагаемых композиционных материалов на основе крахмала / Е. Н. Подденежный [и др.] // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2015. – № 2. – С. 31–41.
2. Averous, L. Starch-based biodegradable materials suitable for thermoforming packaging / L. Averous, C. Fringant, Moro // Starch / Starke. – 2001. – Vol. 53. – P. 368–371.
3. Kalambur, S. An overview of starch-based plastic blends from reactive extrusion / S. Kalambur, S. S. H. Rizvi // J. Plastic Film Sheeting. – 2006. – Vol. 22. – P. 39–58.
4. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе смесей крахмала и синтетических полимеров / Е. Н. Подденежный [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2016. – № 1. – С. 89–95.