

НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЙ СЛОЙ С ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕЙ, НАПОЛНЕННОЙ ГЛИНОЙ, ДЛЯ ГИБКИХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тептина А.И., Тимошина Ю.А.*, Вознесенский Э.Ф.

Казанский национальный исследовательский технологический университет

*ybuki@mail.ru

В статье представлены результаты исследования по созданию нанокomпозиционного слоя с полимерной матрицей, армированного глиной для гибкой упаковки. Проведенные исследования показали, что включение нанокomпозитного слоя в состав многослойных материалов приводит к снижению скорости прохождения кислорода через материал. Использование нанокomпозитного слоя в составе пленочных ламинатов приводит к повышению их прочности на разрыв и прочности сварного шва. Полученные результаты могут быть использованы для создания многослойных гибких упаковочных материалов с барьерными свойствами, повышенной способностью к термосвариванию и улучшенными физико-механическими характеристиками.

Ключевые слова: нанокomпозиционный слой с полимерной матрицей, армированный глиной, упаковочные материалы, барьерные свойства, скорость прохождения газообразного кислорода, прочность сварного шва.

DEVELOPMENT OF POLYMER CLAY NANOCOMPOSITE FOR FLEXIBLE PACKAGING MATERIALS

Teptina A.I., Timoshina Yu.A., Voznesensky E.F.

Kazan National Research Technological University

The paper presents the results of studies of polymer clay nanocomposite for flexible packaging materials. The inclusion of polymer clay nanocomposite in the composition of multilayer materials leads to a decrease in the oxygen gas transmission rate. The use of polymer clay nanocomposite in film laminates increases their tensile strength and weld strength.

Keywords: polymer clay nanocomposite, packaging materials, barrier properties, oxygen gas transmission rate, weld strength.

Введение

История развития полимерных барьерных пленок начинается с 50–60-х гг. XX века, когда в мире в промышленных масштабах началось производство упаковок из полиэтилентерефталата, обладающего сравнительно высокими барьерными характеристиками по сравнению с упаковками на основе полиолефинов [1]. В 2020 г. мировой рынок барьерных пленок составил 32,0 млрд долл. США и по прогнозам к 2027 г. достигнет 46,6 млрд долл., что соответствует среднегодовому темпу роста в 6,5 %. При этом мировой тенденцией в производстве барьерных упаковок являются гибкие многослойные упаковочные материалы с количеством слоев от 9 до 13 [2].

Для производства барьерных пленок используются различные виды материалов, при этом в зависимости от степени пропускания газовых сред и водяных паров различают низкобарьерные, среднебарьерные и высокобарьерные материалы. Для получения высокобарьерных упаковочных материалов применяются слои из сополимеров этилвинилового и поливинилового спиртов, оксидов алюминия и

кремния, металлов, композитных покрытий с неорганическими дисперсными наполнителями [3–6]. Наноконпозиционные материалы с полимерной матрицей, армированной наноструктурированной фазой глины, могут быть использованы для получения материалов с улучшенными физико-механическими характеристиками, повышенной термической стойкостью и барьерными свойствами [7].

В статье представлены результаты разработки и исследования свойств наноконпозиционного слоя с поливинилхлоридной матрицей, наполненной наноглиной, для гибкой упаковки.

Эксперимент

Для создания лабораторных образцов в качестве подложки использовалась биаксиально ориентированная полипропиленовая (БОПП) пленка толщиной 20 мкм. В качестве полимерной матрицы для создания наноконпозиционного слоя выбрана поливинилхлоридная (ПВХ) композиция, в качестве растворителя использован этилацетат, в качестве неорганического наполнителя – органомодифицированный монтмориллонит (ММТ) производства АО «МЕТАКЛЭЙ», г. Карачев.

Нанесение наноконпозиционного слоя с полимерной матрицей, армированного глиной, на БОПП пленку проводили в лабораторных условиях при помощи проволочного аппликатора с толщиной мокрого слоя 10 мкм. Концентрацию ПВХ варьировали от 2,5 до 10 масс. %, содержание ММТ составляло 10 масс. % к массе сухого остатка ПВХ. Для диспергирования наполнителя в полимерной композиции использовалась ультразвуковая ванна. В качестве контрольных образцов использованы образцы БОПП пленки с ПВХ слоем.

Барьерные свойства образцов оценивали по скорости прохождения газообразного кислорода по стандартной методике ASTM F2622 на газовом анализаторе Mocom OX-TRAN 2/21 (США). Для определения прочности на разрыв (по ASTM D3039) и прочности сварного соединения (по DIN 55543-5) испытывали ламинированные (БОПП/БОПП) образцы на универсальной испытательной машине Shimadzu AG-X plus (Япония).

Результаты и их обсуждение

Исследованы барьерные свойства полимерных пленок с наноконпозиционными покрытиями в зависимости от концентрации ПВХ лака. Результаты представлены на рис. 1.

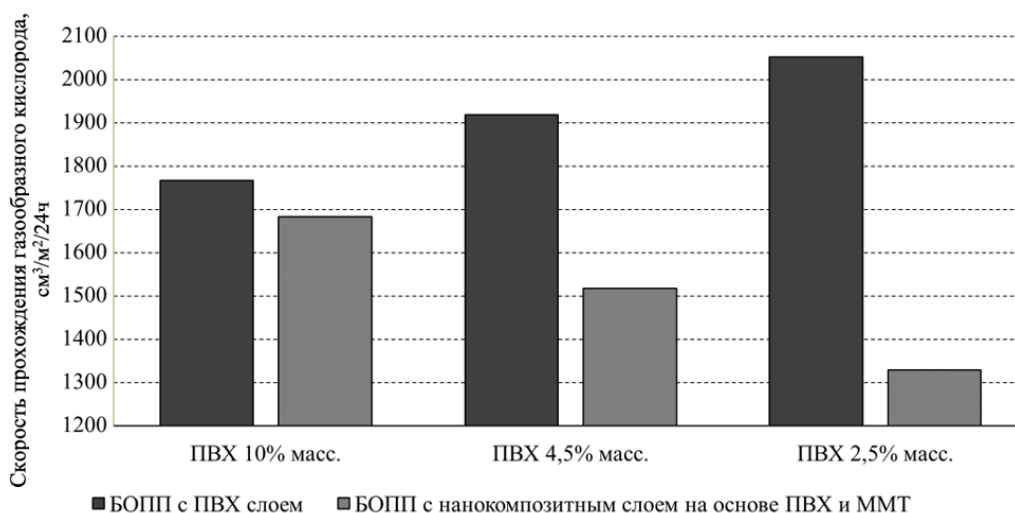


Рис. 1. Скорость прохождения газообразного кислорода от концентрации ПВХ лака в наноконпозиционном покрытии

Полученные результаты показали, что для образцов с наноконпозиционными слоями с ПВХ матрицей, армированными глиной, характерно снижение скорости прохождения газообразного кислорода с уменьшением концентрации лака в барьерном слое, тогда как для образцов с ПВХ слоем наблюдается обратная тенденция. Наибольшими барьерными свойствами обладает образец БОПП с наноконпозиционным покрытием на основе ММТ и ПВХ с концентрацией полимера 2,5 % масс.

Для определения физико-механических свойств получали образцы пленочных ламинатов на основе БОПП пленки с нанокomпозиционным слоем, армированным глиной, толщиной 2,5 мкм с концентрацией ПВХ 2,5 % масс. Ламинирование производили в лабораторных условиях с БОПП пленкой с использованием сольвентного клея на основе полиуретана. Результаты испытаний представлены на рис. 2.

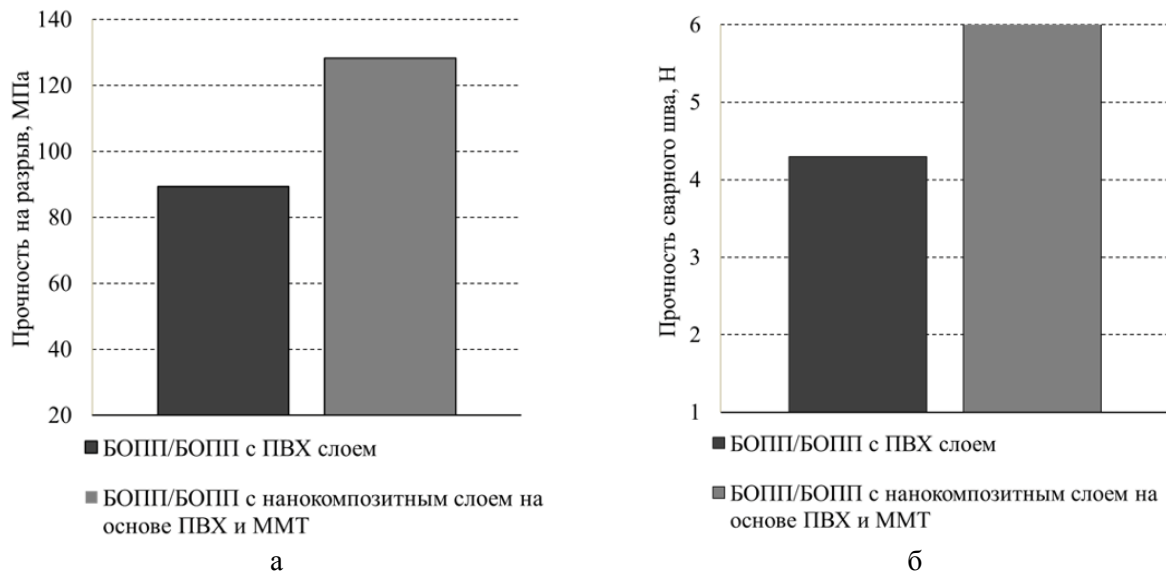


Рис. 2. Результаты испытания физико-механических свойств образцов ламинатов: а – прочность на разрыв; б – прочность сварного шва

Результаты испытаний показали, что значения прочности на разрыв для образцов с нанокomпозитным слоем с полимерной матрицей, армированным глиной, превосходят значения для контрольного образца на 44 %, прочность сварного соединения повышается на 40 %.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования по созданию нанокomпозиционного слоя с полимерной матрицей, армированного глиной, показали, что включение нанокomпозитного слоя в состав многослойных материалов приводит к снижению скорости прохождения кислорода через материал. Наибольшими барьерными свойствами обладает образец БОПП с нанокomпозитным слоем, армированным глиной, с концентрацией полимера 2,5 % масс. Использование нанокomпозитного слоя в составе пленочных ламинатов приводит к повышению их прочности на разрыв и прочности сварного шва. Полученные результаты могут быть использованы для создания многослойных гибких упаковочных материалов с барьерными свойствами, повышенной способностью к термосвариванию и улучшенными физико-механическими характеристиками.

Библиография

1. Feldman D. Polymer History // *Designed Monomers and Polymers*. 2008. V. 11, N 1. P. 1–15.
2. Магаюмова О.Н., Гаврилов И.Г. Инновации в области производства полимерных упаковочных материалов для продовольственной продукции // *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд*. 2018. № 10 (10). С. 149–162.
3. Вольфсон С.И., Гарипов Р.М., Охотина Н.А., Закирова Л.Ю., Ефремова А.А. Барьерные свойства пленок на основе нанокomпозитов // *Вестник Казанского технологического университета*. 2013. Т. 16, № 5. С. 128–132.
4. Мусская О.Н., Крутько В.К., Кулак А.И., Лесникович Ю.А. Пленочные композиты на основе поливинилового спирта и гидроксипатита // *Полимерные материалы и технологии*. 2017. Т. 3, № 2. С. 28–33.
5. Hirvikorpi T., Vaha Nissi M., Nikkola J., Harlin A., Karppinen M. Thin Al₂O₃ barrier coatings onto temperature-sensitive packaging materials by atomic layer deposition // *Surface & Coatings Technology*. 2011.

N 205. P. 5088–5092.

6. Тептина А.И., Тимошина Ю.А., Вознесенский Э.Ф., Харापудько Ю.В. Современные полимерные пленочные материалы с барьерными свойствами // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2023. № 10 (281). С. 25–29.

7. Митюкова Э.Н., Чалая Н.М., Осипчик В.С. Изучение структуры экструзионных пленок с введенными наноразмерными частицами слоистых алюмосиликатов // Успехи в химии и химической технологии. 2013. Т. 27, № 3 (143). С. 86–92.