

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Полетаева А.Н., Бокова Е.С., Евсюкова Н.В.

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Россия, E-mail: nufnuf09@mail.ru*

Ассортимент упаковочных материалов для продуктов питания обусловлен огромным многообразием последних и широким диапазоном требований к условиям хранения. Независимо от вида продукции, общим требованием, предъявляемым к упаковке, является химическая инертность и физиологическая безвредность. Исходя из этого, для производства упаковочных материалов для пищевой продукции наибольшее распространение получили пленки на основе полиолефинов. Как правило, речь идет о многослойных композиционных пленочных материалах, которые в большей мере могут гарантировать сохранение не только потребительских, технологических, и эстетических свойств продуктов, но и способствуют совершенствованию технологического процесса расфасовки, упаковки и транспортировки, уменьшая естественную убыль продуктов и сокращая расход упаковочных материалов [1].

При выборе многослойных полимерных материалов для хранения пищевых продуктов определяющими являются их химический состав и структура [2], к наиболее достоверным и надежным современным методам их анализа можно отнести атомно-силовую микроскопию, инфракрасную спектроскопию, дифференциальную сканирующую калориметрию, и др.

Цель работы – определение состава и исследование структуры поверхности полимерных пленочных упаковочных материалов с применением современных методов исследования.

В качестве объектов исследования использовали многослойные монолитные пленочные материалы на основе полиолефинов марки «ECOWAVE» производства Италии – Образцы № 1 и № 2 и «PK» производства России – Образец № 3.

Для определения состава пленок использовали установку DSC 204 F1 Phoenix (Германия), испытания проводили в температурном диапазоне от 25 до 300° С при скорости нагрева 10° К/мин [3], а также Фурье-спектрометр инфракрасный NicolettiS5 (США) с возможностью автоматической обработки спектров.

Для анализа структуры поверхности полимерных пленок применяли атомно-силовую микроскопию Ntegra Prima NT-MDT (Россия).

В ходе работы были получены ДСК – граммы исследуемых образцов.

Абсолютные величины температур стеклования, плавления и кристаллизации позволяют идентифицировать Образец №1 как пленку из полиэтилена низкой плотности ( $T_{пл}=104,7^{\circ}\text{C}$ ) В Образце №2 основным компонентом является полиэтилен высокой плотности ( $T_{пл}=122,3^{\circ}\text{C}$ ). В Образце №3 идентифицировано наличие двух полимеров – полиэтилена низкой плотности ( $T_{пл}=115,3^{\circ}\text{C}$ ) и полиэтилентерефталата ( $T_{пл}=232,5^{\circ}\text{C}$ ).

Методом ИК-спектроскопии были получены ИК-спектры анализируемых образцов.

Установлено, что в ИК-спектрах Образцов № 1 и 2 присутствуют пики 2866-2949  $\text{см}^{-1}$ , интенсивностью 0,35, соответствующие валентным колебаниям метиленовых группировок, что указывает на наличие в составе плёнок полиэтилена в качестве основного компонента [4].

В ИК-спектре Образца № 3 присутствует полоса поглощения 3297-3500  $\text{см}^{-1}$  с интенсивностью 0,91, соответствующая валентным колебаниям гидроксильных групп и пики поглощения 1634-1262  $\text{см}^{-1}$ , соответствующие валентным колебаниям сложноэфирной группировки, также в спектре есть полоса поглощения 2866-2932  $\text{см}^{-1}$ , соответствующая валентным колебаниям метиленовых группировок полиэтилена. Из этого следует, что в состав плёнки входят как ПЭТФ, так и ПЭ.

Обобщенные результаты ДСК и ИК-спектроскопии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационный состав образцов многослойных пленок

Код образца	Метод исследования				Вид полимера
	ИК		ДСК		
	Волновое число, см <sup>-1</sup>	Интенсивность пика	T <sub>пл</sub> , °C	T <sub>кр</sub> , °C	
Обр. №1	2837,83 - 2950,09	0,35	104,7	94,9	ПЭНП
Обр. №2	2847,68 - 2915,04	0,35	122,3	110,4	ПЭВП
Обр. №3	3297,23 /2932,57 /1634,82	0,91	115,3/ 232,5	107,1 /211,5	ПЭНП/ ПЭТФ

Методом АСМ были получены двухсторонние снимки поверхности образцов (рис. 1-3). Для их анализа использовали условные обозначения, такие как «лицевая» и «изнаночная» сторона пленки.

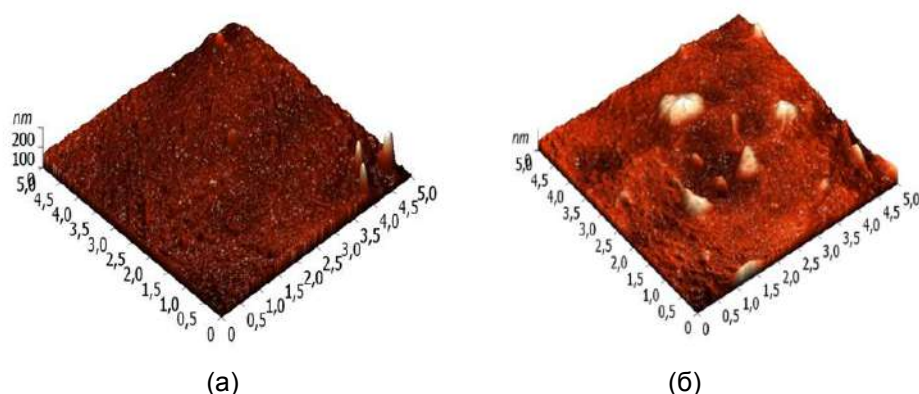


Рисунок 1 – АСМ – изображение поверхности пленок Образца №1: а – лицевая сторона, б – изнаночная сторона

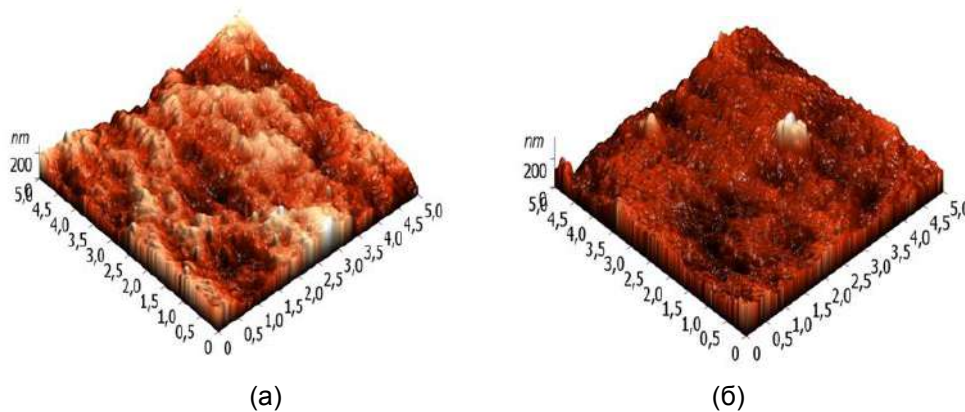


Рисунок 2 – АСМ – изображение поверхности пленок Образца №2: а – лицевая сторона, б – изнаночная сторона

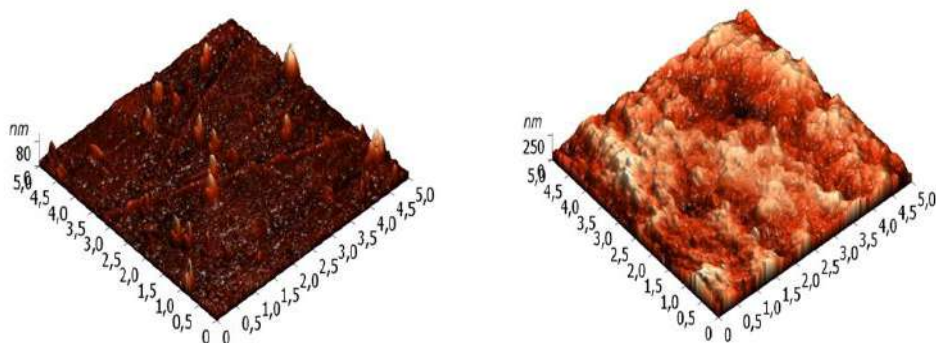


Рисунок 3 – АСМ – изображение поверхности пленок Образца №3: а – лицевая сторона, б – изнаночная сторона.

Как видно из представленных снимков, морфология поверхности «лица» и «изнанки» образцов различна, что, по-видимому, будет иметь немаловажное значение при выборе стороны контакта упаковки с продуктом хранения.

Таким образом, при выборе оптимального упаковочного решения для длительного хранения конкретных пищевых продуктов, следует учитывать не только состав полимерных слоев, но и морфологию поверхности «лицевой» и «изнаночной» сторон упаковочных материалов.

**Список литературы:**

1. Д.Ф. Каган, В.Е. Гуль, Л.Д. Самарина. Многослойные и комбинированные пленочные материалы. – Москва. Изд. Химия. 1989 г., С 89.
2. Полетаева А.Н., Бокова Е.С., Евсюкова Н.В., Кузнецова Д.С. Перспективные упаковочные материалы на основе полиолефинов как один из видов упаковочного решения для хранения бакалейной продукции – Сборник материалов Международной научно-технической конференции Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности «Инновации –2016», – Москва, 2016г., С 214.
3. Полетаева А.Н., Бокова Е.С., Евсюкова Н.В., Кузнецова Д.С. Применение метода дифференциально-сканирующей калориметрии для идентификации и анализа термоокислительной стабильности полимерных плёнок. Ж-л «Пластические массы» №3-4, 2015. – Москва. С.32-35.
4. Полетаева А.Н., Бокова Е.С., Евсюкова Н.В., Кузнецова Д.С. Применение метода инфракрасной спектроскопии для идентификации полимерных пленочных материалов – Тезисы докладов X международной научной конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств» – Респ. Беларусь, г. Могилёв, 2016 г., С 142.