

Проведенные испытания в заводских условиях ОАО «Керамин» показали возможность использования разработанных покрытий в условиях промышленного производства по существующей технологии приготовления и нанесения глазурей.

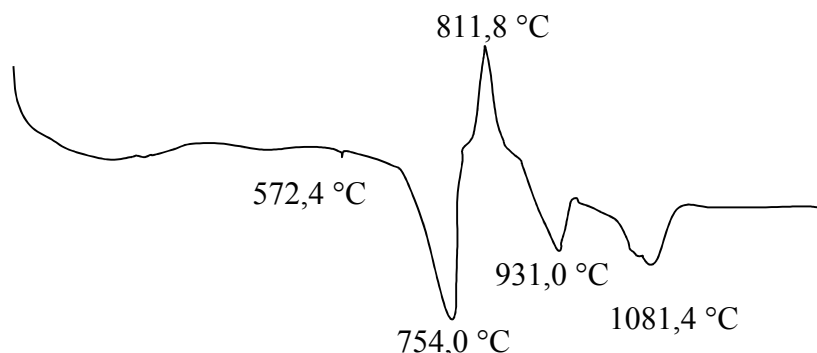


Рисунок 2. Кривая ДСК исследуемой глазурной шихты при содержании оксида меди (II) в количестве 15 %

ЛИТЕРАТУРА

1 *Pekkan K.* Production of Metallic Glazes and Their Industrial Application / K. Pekkan, E. Tasci, V. Uz // Journal of the Australian Ceramic Society Volume. 2015. Vol. 51, No 1. P. 110–115.

2 Левицкий, И.А. Особенности формирования металлизированных глазурных покрытий / И.А. Левицкий, А.Н. Шиманская, В.А. Блоцкая // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Международной научно-технической конференции, 18–20 ноября 2015 г. – Минск, 2015. – С. 43–46.

3 *Siligardi C.* Lead Free Cu-Containing Frit for Modern Metallic Glaze / C. Siligardi, M. Montecchi, M. Montorsi, L. Pasquali / Journal of the American Ceramic Society. 2009. Vol. 92, No 11. P. 2784–2790.

УДК 675.928.006.7:678.046

Е.В. Лашкина, ст. преп.
(БелГУТ, г. Гомель)

УПАКОВОЧНАЯ ИНСЕКТИЦИДНАЯ ПЛЕНКА, МОДИФИЦИРОВАННАЯ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ЧАСТИЦАМИ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ

В настоящее время одним из наиболее перспективных и экономически выгодных способов модификации полимеров является введение в полимерную матрицу различных наноразмерных наполнителей, что существенно оказывает влияние на деформационно-прочностные, физико-химические, барьерные и другие свойства материалов.

Одной из современных тенденций в области разработки способов защиты сельскохозяйственных, лесных угодий и декоративных насаждений в городах от насекомых-фитофагов, а также сырья и промышленных товаров от биоповреждений является их упаковка и/или укутывание с помощью многофункциональных инсектицидных полимерных пленок [1].

Такие материалы являются альтернативой традиционному опрыскиванию и позволяют значительно снизить риск негативного воздействия химически активных компонентов на функционирование биоценозов и экосистем, дополнительное загрязнение окружающей среды и высокие энергоматериальные затраты.

Современные инсектициды принадлежат к достаточно разнообразным классам химических веществ. Это инсектициды на основе синтетических пиретроидов, фосфорорганических соединений, неоникотиноидов – обладающие высокой инсектицидной активностью, продолжительным защитным действием при низких нормах расхода (1 – 5 %), эксплуатационными характеристиками ($T_{разл.}$ 180 – 230°C, $T_{кип.}$ 120 – 286°C), удовлетворяющими температуре переработки полимерной матрицы, экологической безопасности по отношению к окружающей среде [2].

Высокоэффективным классом стабилизаторов, повышающих стойкость полиэтиленового связующего к термоокислительной деградации и действию УФ-облучения являются стерически (пространственно) затрудненные амины (ПЗА).

Перспективным компонентом для равномерного распределения малых количеств инсектицида и стабилизатора в перерабатываемой композиции и устранения слипания готовой к эксплуатации пленки является нанопорошок карбонат кальция ($CaCO_3$) с размером частиц менее 100 нм.

Целью работы является изучение влияния наноразмерных частиц минерального наполнителя $CaCO_3$ на физико-химические и эксплуатационные свойства инсектицидной полимерной пленки.

Объектом исследования служили полимерные пленочные образцы инсектицидных полимерных составов на основе полиэтилена высокого давления (ПЭВД) марки 16803-070 (ГОСТ 16337-77).

Потенциально активными компонентами в полимерных пленочных композиционных материалах ПЭВД выступали инсектициды различного спектра действия широко распространенные на рынке Беларуси и стран СНГ. Их основные характеристики представлены в таблице.

ПЭВД наполняли нанопорошком $CaCO_3$ различной дисперсности. В композициях использовали стабилизатор из класса ПЗА – Tinuvin 783. В качестве пластификатора был выбран диоктилфталат (ДОФ), ТУ 6-09-08-1504-83.

Композиции готовили следующим образом: в нанопорошок CaCO₃ (до 5 мас. %) последовательно путем смешивания вводили инсектицид (1,1 мас.%), затем стабилизатор (0,5 – 1 мас. %); смесь пластифицировали жидким ДОФ (2,2 мас. %); полученную массу смешивали с ПЭВД (90,7 – 96,2 мас. %). Пленки формовали из гранулята методом рукавной экструзии. Технологичность процесса переработки композиций в пленку оценивали с помощью экструзионного агрегата НААКЕ RHEOCORD 90 по критерию минимума крутящего момента в шнеке. В соответствии с этим критерием определен диапазон оптимальной дисперсности частиц CaCO₃ – менее 100 нм.

Таблица – Основные характеристики используемых инсектицидов

Класс инсектицида	Действующее вещество	Название (торговая марка), брутто-формула	Химическая формула
Синтетические пиретроиды	Перметрин	«Искра», КЭ	(C ₂₁ H ₂₀ Cl ₂ O ₃)
	Циперметрин	«Шарпей» МЭ	(C ₂₂ H ₁₉ Cl ₂ O ₃)
	β-циперметрин	«Кинмикс» КЭ	(C ₂₂ H ₁₉ Cl ₂ O ₃)
Фосфорорганические соединения	Пиримифос-метил	«Актеллик», КЭ	(C ₁₁ H ₂₀ N ₃ O ₃ PS)
Неоникотиноиды	Имидаклоприд	«Искра Золотая», ВРК	(C ₉ H ₁₀ Cl ₅ NO ₂)

Деформационно-прочностные характеристики пленок (разрушающее напряжение σ и относительное удлинение ε при разрыве) определяли по ГОСТ 14236-81 с помощью разрывной машины Instron 5567 (США). Для исследования физико-химических, фазовых и структурных изменений материалов использовали дифференциально-термический и термогравиметрический анализ. Морфологию поверхности исследуемых пленочных образцов ПЭВД/ДОФ/инсектицид/Tinuvin 783/CaCO₃ оценивали методом растровой электронной микроскопии с помощью оптического микроскопа Device.

Микробиологическую активность модифицированных пленок исследовали на тест-культурах бактерий *Pseudomonas aeruginosa*, выращенных из паспортизированных штаммов Института микробиологии НАН Беларуси.

По данным деформационно-прочностных показателей область оптимальных концентраций CaCO₃ составляет 4 – 5 мас. % (рисунок). Дальнейшее увеличение содержания наночастиц CaCO₃ приводит к снижению этих показателей, что обусловлено уменьшением содержания ПЭВД и повышением дефектности материала, влияющей на изменение его структуры и соответственно снижение деформационных характеристик и эксплуатационных свойств.

Введение в инсектицидную полимерную пленку наночастиц CaCO₃ способствует смещению пиков термодеструкции на 10 – 15 °С в сторону более высоких температур и снижению их интенсивности. Это

обусловлено улучшением структуры материала вследствие равномерного распределения дисперсного наполнителя в полимерной матрице, что подтверждает анализ топографии поверхности. Кроме того, введение CaCO_3 в композиции с различными инсектицидами приводит к увеличению степени кристалличности материалов на 8 – 12 %, что свидетельствует об образовании индивидуальных кристаллических структур за счет того, что нанодисперсные частицы CaCO_3 являются зародышами кристаллизации. Соответственно повышаются (от 21 % до 30 %) прочностные характеристики пленок.

По результатам микробиологических исследований активность всех исследованных образцов по отношению к микроорганизмам не зарегистрирована. Разработанная многофункциональная инсектицидная пленка, модифицированная наноразмерными частицами CaCO_3 не оказывает подавляющего морфологического и физиологического действия на тест-культуры.

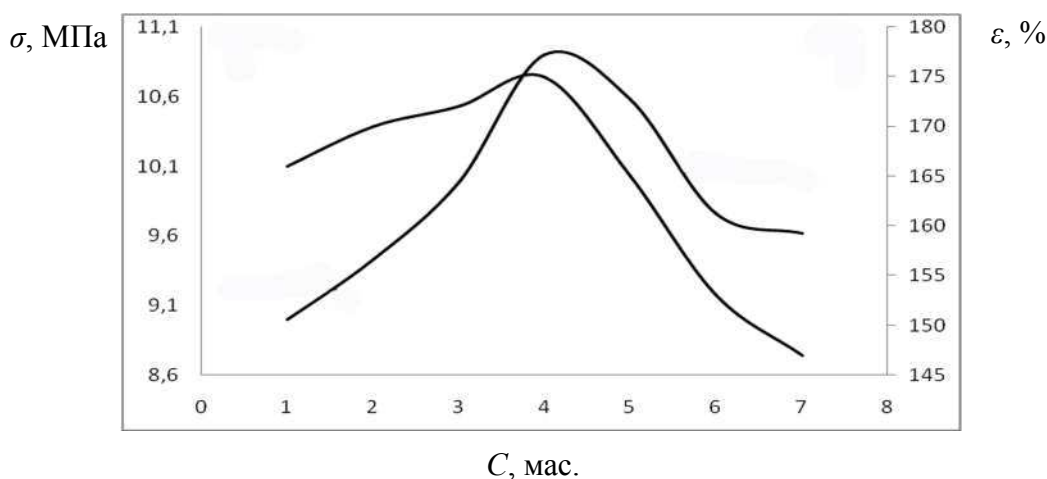


Рисунок - Концентрационные зависимости разрушающего напряжения при растяжении (σ) и относительного удлинения при разрыве (ϵ) пленочных образцов ПЭВД/ДОФ(2,2)/инсектицид (1,1)/Tinuvin 783(1)/ CaCO_3 от концентрации CaCO_3 (C , мас. %)

Таким образом, введение наполнителя и носителя целевых добавок – нанопорошка CaCO_3 в инсектицидную полимерную пленку на основе ПЭВД вызывает протекание физико-химических взаимодействий между функциональными группами компонентов, что позволяет получить новый многофункциональный инсектицидный полимерный материал, сочетающий в себе удовлетворительные деформационно-прочностные свойства (высокий предел прочности при растяжении (~10,9 МПа), превышающий предел прочности базового ПЭВД (9,1 МПа)), стойкость к воздействию УФ-лучей, обладающий пролонгированным действием, высокой инсектицидной активностью по отношению к насекомым-вредителям, длительным сроком эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Лашкина, Е.В. Разработка многофункциональных полимерных пленок для защиты сельскохозяйственных и лесных угодий от насекомых-фитофагов / Е.В. Лашкина // VI Международная научная

конференция «ПРИРОДНАЯ СРЕДА ПОЛЕСЬЯ и устойчивое развитие агропромышленного комплекса региона», Брест, 12 – 14 сент. 2012 г. / Вып. 5, ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт» НАН РБ; гл. ред. М.В. Михальчук. – Брест: Издательство «Альтернатива», 2012. – С. 156 – 159.

2 Лашкина, Е.В. Исследование физико-химических и эксплуатационных свойств инсектицидных композиционных материалов / Е.В. Лашкина [и др.] // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2010. – Т. 15. – № 1. – С. 74 – 78.

УДК 621.794.4:661.862.22

К.И. Ястреб, студ.,
Т.В. Галковский, аспирант,
Н.В. Богомазова, доц., канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СУЛЬФИДНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ НАНОСТРУКТУР

Получение микро- и наноразмерных плёночных материалов, представленных в виде индивидуальных соединений матрично-плёночных структур или гетероструктур, выяснение природы и закономерностей процессов, протекающих под действием различных энергетических факторов, представляют значительный интерес для физики и химии твёрдого состояния, с точки зрения необходимости разработки реальных систем с управляемым уровнем чувствительности к различным внешним воздействиям, включая сенсоры, солнечные элементы, терморегуляторы и другие электронные устройства.

При всем многообразии плёночных физических и химических технологий задача разработки недорогих и воспроизводимых процессов сохраняет свою актуальность, особенно для наноразмерных объектов. Наиболее доступными для решения таких технологических задач являются самоорганизующиеся жидкофазные методы, в которых для прецизионного наслаивания функциональных слоев в качестве прекурсоров могут использоваться коллоидные частицы, молекулы или ионы, распределенные в растворах-прекурсорах [1]. Одним из таких самоорганизующихся жидкофазных процессов, отличающихся простотой и экологичностью является метод ионного наслаивания, известный в англоязычной литературе как метод SILAR (Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction) или SILD (Successive Ionic Layer Deposition), который достаточно широко исследуется в рамках формирования плёночных структур различной химической природы и морфологии, в том числе на основе полупроводниковых сульфидов [2–5]. Методы