

О. А. Гриценко, ассист.;
Д. С. Гриценко, доц., канд. техн. наук;
(КПИ им. Игоря Сикорского, ИПИ, г. Киев)

ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ ДЛЯ ПЕЧАТИ МАРКИРОВОК УПАКОВОК С НАНОФОТОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Умные упаковки отслеживают состояние упакованного продукта или среды, в которой он хранился, в режиме реального времени и предоставляют соответствующую информацию наблюдателю [1]. Функциональные элементы умных упаковок целесообразно наносить стандартными печатными методами [2], поскольку эти методы высокопроизводительные и не требуют дополнительных капиталовложений для приобретения специального оборудования. Учитывая требования к безопасности функциональных веществ в контакте с пищевыми и косметическими продуктами, перспективными являются такие вещества, как оксид цинка [3], серебро [4, 5] и карбон [5] в виде наночастиц. Они принадлежат к группе нанофотонных веществ, то есть имеют размеры менее 100 нм и проявляют люминесцентные свойства.

В упаковочном производстве чаще всего из полимерных материалов используют полипропиленовые пленки [1]. На полипропиленовых упаковках можно размещать нанофотонные маркировки как снаружи, так и внутри упаковки, с возможностью регистрации люминесценции метки через прозрачную полипропиленовую пленку. Если маркировка размещена на внутренней поверхности материала упаковки и предполагается регистрация люминесценции через полимерную пленку, то на фотолюминесценцию печатной метки влияет оптическая плотность используемой полимерной пленки.

С увеличением толщины пленки возрастает ее оптическая плотность, причем в случае матовой пленки этот рост происходит более стремительно, чем в случае глянцевой (рисунок 1). Вместе с возрастанием оптической плотности увеличивается явление поглощения пленкой люминесцентного излучения напечатанной нанофотонной маркировки, расположенной на внутренней стороне упаковочного материала (если предусмотрена регистрация люминесценции сквозь пленку).

На рисунке 2 приведены зависимости интенсивности люминесценции печатных меток от толщины исследуемых полипропиленовых пленок, через которые фиксируется люминесценция, для ряда толщин слоя краски на отпечатках, сделанных трафаретным способом печати.

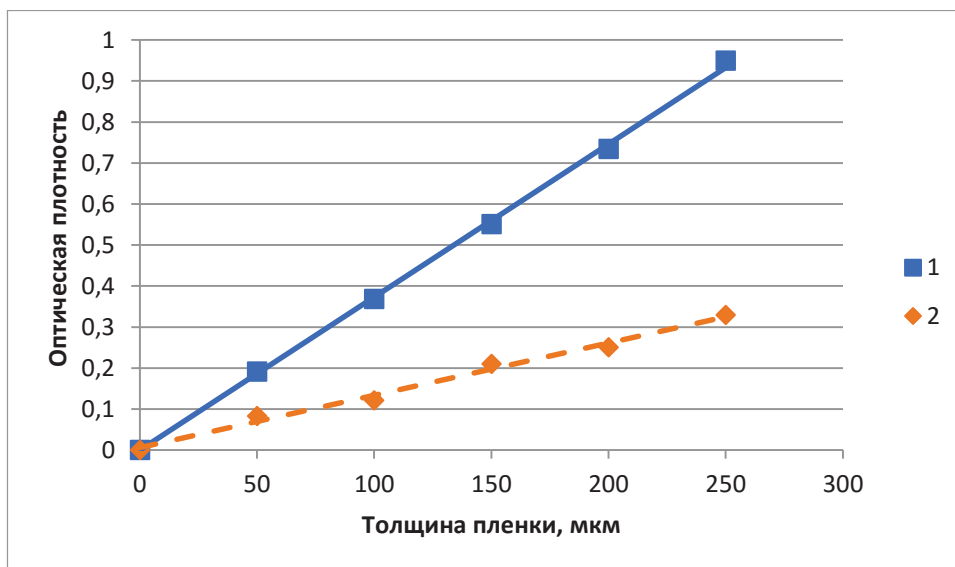


Рисунок 1 – Зависимость оптической плотности исследуемых полипропиленовых пленок от толщины пленки: 1 – матовая, 2 – глянцевая полипропиленовая пленка

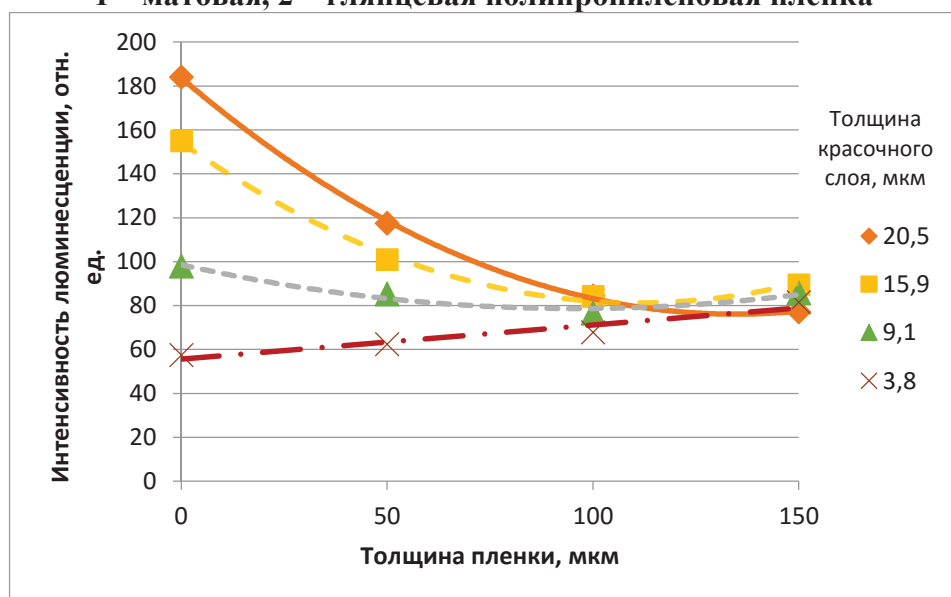


Рисунок 2 – Зависимости интенсивности люминесценции печатных меток от толщины полипропиленовой пленки, сквозь которую фиксируется люминесценция, $\lambda_{\text{возб.}} = 330 \text{ нм}$, $[\text{ZnO}] = 0,15\%$

Как показано на рисунке 2, при наименьшей величине из исследованных толщин красочного слоя на оттиске (3,8 мкм), измеренная сквозь пленку интенсивность люминесценции печатного образца возрастает с возрастанием толщины пленки от 0 мкм (измерение осуществлено без пленки) до 150 мкм (самая толстая из исследованных полипропиленовая пленка). Это явление объясняется тем, что полипропиленовая пленка имеет сравнительно небольшую собственную люминесценцию, которая сопоставима с люминесценцией печатного образца

с небольшой толщиной краски и способна повлиять на нее, повысив ее вследствие явления перепоглощения. Для больших толщин красочного слоя на оттиске (9,1 мкм, 15,9 мкм и 20,5 мкм), с возрастанием толщины полипропиленовой пленки, интенсивность люминесценции печатного образца, зафиксированная сквозь пленку, уменьшается (рис. 2). При этом, чем больше толщина слоя краски на оттиске, тем более выражена такая закономерность. Это явление объясняется тем, что собственная люминесценция запечатываемого материала является весьма незначительной (по сравнению с люминесценцией толстого красочного слоя) и ее недостаточно для того, чтобы нивелировать поглощение люминесценции красочного слоя в толщине полипропиленовой пленки, сквозь которую регистрируется излучение.

Таким образом, при выборе полипропиленовой пленки для изготовления умной упаковки с нанофотонными маркировками необходимо учитывать влияние оптической плотности пленки на интенсивность люминесценции печатных нанофотонных маркировок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сарапулова О. О. Проблеми поліграфічного виготовлення новітніх пакувань з нанорозмірними фотоактивними елементами / О. О. Сарапулова, В. П. Шерстюк // Технологія і техніка друкарства. – 2013. – №2. – С. 46–57.
2. Гриценко О. О. Виготовлення нанофотонних маркувань для розумних пакувань / О. О. Гриценко, Д. С. Гриценко // Упаковка. – 2017. – №3. – С. 44–49.
3. Sarapulova O. Influence of parameters of a printing plate on photoluminescence of nanophotonic printed elements of novel packaging / O. Sarapulova, V. Sherstiuk // Journal of Nanotechnology. – 2015. – Vol. 2015. – P. 1–6.
4. Гриценко Д. С. Особливості використання технологій струминного друку для виготовлення маркувань для розумних пакувань / Д. С. Гриценко, О. О. Гриценко // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 432 с. – С. 226–227.
5. The use of carbon nanoparticles for inkjet-printed functional labels for smart packaging / [O. Hrytsenko, D. Hrytsenko, V. Shvalagin, G. Grodziuk, M. Kompanets] // Journal of Nanomaterials. – 2018. – С. 1–10.