

УДК 655.3.026

Д.С. Гриценко канд. техн. наук, О.О. Гриценко
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СТРУМИННОГО ДРУКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МАРКУВАНЬ ДЛЯ РОЗУМНИХ ПАКОВАНЬ

D.S. Hrytsenko PhD, O.O. Hrytsenko

FEATURES OF THE USE OF INKJET PRINTING TECHNOLOGIES FOR PRODUCTION OF MARKINGS FOR SMART PACKAGING

Розумні пакування поширюються на світовому ринку завдяки їхній інноваційній здатності відстежувати стан запакованого продукту і повідомляти споживача про його придатність до споживання. Перспективним є нанесення друкування спеціальних маркувань на поверхню пакування, які змінюють оптичні властивості внаслідок дії речовин, які свідчать про псування харчових продуктів (амінів, етанолу тощо). Забезпечити таку функціональність у складі фарби можуть нанофотонні речовини – нанорозмірний оксид цинку (ZnO) [1] і його композити [2]. Вони люмінесціюють під дією УФ світла і мають здатність змінювати показники люмінесценції (інтенсивність, колір) у присутності речовин, які утворюються при псуванні харчових продуктів [1].

Струминний друк у сучасному пакувальному виробництві широко застосовується для нанесення маркувань на пакування, які містять змінну інформацію про дату виготовлення, термін придатності, номер партії тощо і наносяться безпосередньо перед запаковуванням. Струминний друк є одним із оптимальних для нанесення спеціальних маркувань на розумні пакування, оскільки дозволяє швидко та у промислових масштабах наносити маркування, пристрої струминного друку є недорогими. Крім того, здійснювати нанесення маркувань на пакування краще за все безпосередньо перед запаковуванням продукту, щоб уникнути фіксування впливу сторонніх чинників на заготовку пакування, а не на сам продукт. Тому доцільно буде наносити маркування для розумних пакувань за допомогою струминного друку на тих самих лініях, на яких здійснюється нанесення дати виготовлення та іншої інформації на пакування.

При виборі обладнання струминного друку для виготовлення маркувань для розумних пакувань слід враховувати особливості складників, які входять до фарбової композиції: спирт і/або вода з вмістом люмінесцентної складової – нано-ZnO до 0,15 % [1] і полімеру (полівінілпіролідону) до 15%. На відміну від звичайних струминних фарб, до технологічного процесу друкування фарбами з нанофотонними елементами висувається низка вимог, зокрема, якомога більша товщина фарбового шару на відбитку для одержання максимальної інтенсивності люмінесценції, а також відсутність дії високих температур для уникнення втрати маркуванням люмінесцентних властивостей.

Сучасне обладнання струминного способу друку використовує декілька типів технологій подачі фарби на задруковуваний матеріал (ЗМ). Ці технології прийнято ділити на дві групи: з безперервною і періодичною подачею чорнил.

Технологія друку із безперервною подачею чорнил складається з генерації безперервного струменю крапель з передачею їм, залежно від участі у формуванні зображення, різних траєкторій руху. Зайві краплі попадають в уловлювач і повертаються системою рециркуляції у фарбовий резервуар. У найбільш розповсюдженій схемі краплі вибірково заряджаються електродом. Заряджені краплі направляються на ЗМ, а незаряджені в уловлювач. Інша схема передбачає потрапляння на ЗМ незаряджених крапель, а заряджені потрапляють в уловлювач. Також існує метод, при якому заряджаються усі краплі, а відхилення відбувається за рахунок зміни величини заряду струменю. У залежності від заряду краплі проходять або відхиляються

через уловлювач із отвором (апертурою). Основною перевагою цих методів є висока швидкість друку. У таких системах відсутні проблеми засихання чорнил у соплі. Основними недоліками є: недостатньо висока точність позиціонування краплі через великий шлях польоту; через велику швидкість польоту відбувається удар краплі по ЗМ, що призводить до значного збільшення її розміру порівняно із діаметром краплі. Також у цих методах необхідно здійснювати заряджання крапель, що необхідно враховувати при створенні фарбової суміші.

Технологія друку з періодичною подачею чорнил передбачає вибіркове формування крапель, які приймають участь у формуванні зображення. Створення і напрям краплі до ЗМ відбувається за рахунок короткочасного тиску. У якості джерела імпульсного тиску використовують п'єзоелектричні та термоелектричні перетворювачі.

Термоелектрична технологія друку базується на принципі розширення нагрітого газу – у результаті нагрівання чорнила в соплі утворюється газова бульбашка, яка і виштовхує краплю з сопла. Головною перевагою цієї технології є низька ціна друкувальної головки при достатньо високій якості друку. До недоліків термоструминної технології можна віднести нерівномірну форму краплі, можливість появи сателітних бризок, а також високі вимоги до чорнил, які повинні витримувати високу температуру без втрати своїх якостей.

П'єзоелектрична технологія друку заснована на використанні зворотного п'єзоефекту, тобто виникнення механічної деформації п'єзоелектрика під дією електричного струму. Таким елементом створюється у фарбовій камері імпульс тиску, який виштовхує краплю із чорнильного сопла. Головною перевагою цієї технології є можливість контролю розміру краплі шляхом регулювання струму, який подається на п'єзоелектрик. На противагу термічній технології, п'єзоелектричні дають можливість створити більш високу частоту створення крапель і застосовувати різні рецептури фарб. Також відсутній ризик терморозкладу фарби й інших термічно ініційованих хімічних реакцій. Завдяки тому, що розмір краплі менше, ніж діаметр сопла, краї сопла при вильоті не зачіпаються, що нівелює один з факторів, який викликає сателітні бризки. Краплі виходять більш правильної круглої форми (на відміну від рваних крапель термоелектричної технології). До недоліків п'єзоелектричного друку можна віднести складність і високу вартість друкуючих головок, а також чутливість до наявності у чорнилах пухирців повітря.

У зв'язку з вищевказаними обмеженнями фарбової композиції з нанофотонними елементами щодо дії температур, рекомендується встановлювати на пакувальних лініях з метою нанесення маркувань для розумних пакувань струминні пристрої, які використовують п'єзоелектричну технологію друку.

Таким чином, було проведено порівняльний аналіз особливостей побудови обладнання для струминного друку і надано рекомендації щодо вибору такого обладнання для виготовлення маркувань для розумних пакувань.

Дослідження проводилися за підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках НДР №2873п. Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф64/10-2016 від 28.03.16.

Література

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(40). – С. 46–57.
2. Shvalagin V. Influence of nanosized silicon oxide on the luminescent properties of ZnO nanoparticles / V. Shvalagin, G. Grodziuk, O. Sarapulova, M. Kurmach, V. Granchak, V. Sherstiuk // Journal of Nanotechnology. – 2016. – Vol. 2016. – P. 1–7.