

УДК 655.5

**Ю. М. Румянцев, М. Ф. Ясінський,
Д. О. Травкін, Л. М. Ясінська-Дамрі**

Українська академія друкарства

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Аналізуються сучасні способи обробки поверхні пластикових матеріалів для поліпшення їх адгезивних властивостей.

Пластикові матеріали, УФ-опромінення, обробка пластику полум'ям, плазма, ґрунтовка, коронний розряд

Адгезія фарби на папері та інших пористих матеріалах досягається механічним способом, а хімічно інертні пластикові матеріали з низькими пористістю і поверхневою енергією без спеціальної обробки несприятливі до фарб. Необхідна для якісного друку обробка підвищує рівень поверхневої енергії, поліпшує адгезійні властивості і змочуваність.

Пластикові матеріали мають у своїй структурі довгі гомогенні молекулярні ланцюги, які утворюють міцний і однорідний продукт. Для забезпечення якісного друку поверхнева енергія пластикових матеріалів має бути істотно вищою, ніж поверхнева енергія друкарської фарби (див. таблицю).

Значення коефіцієнта поверхневого натягу деяких полімерів

Полімер	Поверхневий натяг, мН/м (дин/см)
Поліпропілен – PP, OPP, BOPP	29 – 31
Поліетилен – PE	30 – 31
Полістирол – PS	38
Поліамід	< 36
Поліефір	41 – 44
Полівінілацетат – PVA	33 – 34
Полівінілхлорид – PVC	33 – 38
Поліетилентерефталат – PET	41 – 44
Політетрафторетилен (Teflon) – PTFE	19 – 20
Полікарбонат – PC	46

Для підвищення поверхневої енергії матеріалів переважно застосовуються чотири способи обробки: зволоження, обробка полум'ям, плазмою, коронним розрядом. Поверхневу енергію можна також змінити, обробивши пластиковий матеріал спиртами, розчинниками, перекисом водню, опромінен-

ням ультрафіолетом, а також нанесенням ґрунтовки, хоча перед цим матеріал все одно доведеться задалегідь обробити.

Значне збільшення обсягів виготовлення виробів з пластикових матеріалів — пакування, сувенірної продукції, пластикових карток тощо приводить до інтенсифікації досліджень в області поліпшення якості фарбових зображень на їх поверхні. Насамперед, це стосується фахівців, що займаються проблемами офсетного, глибокого та спеціальних видів друку. Аналіз публікацій у сучасних науково-технічних і практичних виданнях [3; 6–8] свідчить про актуальність цього питання.

Мета роботи — огляд сучасних методів попередньої обробки пластикових матеріалів перед задруковуванням для поліпшення їх адгезивних характеристик.

Обробка пластику зволоженням та УФ-опроміненням. Зволоження поверхні пластику як спосіб підготовки виробу до друкування доволі часто є небажаним. Цей спосіб підходить тільки для невеликої кількості пластиків і не зовсім зручний у застосуванні. Зволожувати виріб можна тільки розпилюванням рідини або зануренням виробу в рідину, але не нанесенням рідини валковим способом, ватним тампоном тощо.

Активація ізопропіловим і бутиловим спиртами не дає високих результатів [5]. Імовірно, обробка поверхні ізопропіловим і бутиловим спиртами, полягає в тому, що спирти розчиняють верхній шар пластиків, роблять їх поверхню шорсткою, збільшуючи тим самим змочуваність. У деяких випадках такі результати є достатніми.

Обробка пластику перекисом водню посилює змочуваність, що може бути пов'язано із сильним окисненням його верхнього шару. Проте цей спосіб активації потребує тривалої дії перекису водню, що не зовсім зручно при швидкісному друці.

Фізико-хімічні зміни, що відбуваються у верхньому шарі пластику під впливом ультрафіолетового опромінення, також зумовлюють посилення змочуваності, що пов'язано не тільки з підвищенням шорсткості поверхні, але й з окиснювальними процесами. Це, своєю чергою, впливає на поліпшення міцності адгезійних зв'язків та збільшення вільної поверхневої енергії.

Обробка пластику полум'ям — спосіб підготовки поверхні матеріалу, що найбільш ефективно і широко застосовується для тампонного друку. Якщо керувати полум'ям з високою точністю, то можна ефективно обробляти навіть важкодоступні місця на матеріалі. Для попередньої обробки виробу полум'ям використовують газову суміш, що складається з повітря і бутану, пропану або метану. Для інтенсивного окиснення поверхні виробу полум'я має бути синього кольору (збіднена суміш горючої речовини та окисника) [10]. Кисневий паяльник генерує вільний кисень, який вступає в реакцію з поверхнею пластику і підвищує рівень його енергії. Як і у випадку з коронним розрядом, досягнутий ефект є нестабільним і зникає за кілька тижнів. Обробка полум'ям

використовується перед ламінуванням на лініях для виготовлення картонної тари: згорають волокна, що виступають, а це істотно знижує товщину екструзійного покриття. Така ж обробка застосовується і на поліпропіленових лініях для зняття поверхневої енергії зі зворотнього боку плівки. Це важливо під час виготовлення пакувальних стрічок: інакше клейовий шар прилипне до плівки з обох боків (рис. 1).



Рис. 1. Обробка поверхні матеріалу полум'ям

Обробка пластику плазмою. Обробка поверхні виробу холодно-газовою плазмою — доволі ефективний спосіб підготовки пластиків для виконання високоякісного друку. Інколи — це єдиний спосіб, який має один суттєвий недолік — значні витрати на придбання відповідного устаткування. Механізм цієї обробки подібний до принципу коронного розряду. Секція схожа за конструкцією, лише доповнена системою подачі і змішування газу в потрібних пропорціях. Використовується декілька видів газу, дія яких додає матеріалу характеристик, яких коронний розряд дати не може — максимально високу поверхневу енергію і майже необмежену за часом стабільність. Ефект пояснюють тим, що плазмова установка працює за значно меншої напруги, не порушуючи при цьому структуру поверхні (рис. 2) [9].

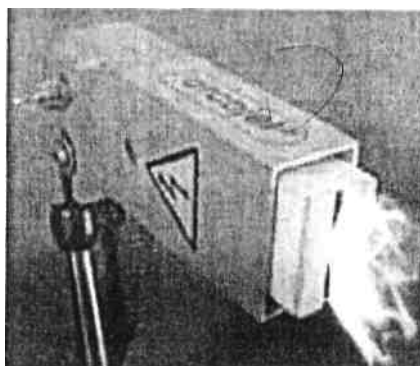


Рис. 2. Плазмова установка

Плазма є іонізованим газом з майже однаковою щільністю негативних і позитивних зарядів. Явище утворення плазми спостерігають у «неонових

лампах». Реакції, що відбуваються в плазмі, є переважно вільно радикальними та здійснюються внаслідок взаємодії іонів і електронів у плазмі з поверхнею. Адсорбція поверхнею ультрафіолетового випромінювання в плазмі може також приводити до перебігу реакцій на поверхні. Енергія хімічних груп у плазмі достатня для того, щоб призвести до руйнування вуглець-вуглецевих зв'язків.

Функціонально обробка плазмою відрізняється від обробки коронним розрядом і полум'ям тим, що плазмові установки працюють при тиску, нижчому за атмосферний і вартість цього процесу є достатньо високою. До того ж, робота установки в умовах неповного вакууму потребує періодичності процесу, що також зменшує ефективність цієї операції з точки зору її вартості.

Матеріал, що піддається обробці, вкладають у ємність, в якій немає повітря. Тиск в ємності підвищують нагнітанням газу, в якому має бути створена плазма. Після введення активного газу подається високочастотний або надвисокочастотний струм, що оточує ємність. Обмотка зумовлює утворення плазми всередині ємності [10].

Обробка пластику нанесенням ґрунтовки. Нанесення ґрунтовки часто застосовується як спосіб підготовки поверхні пластику перед друкуванням, для підвищення його поверхневої енергії. Спочатку поверхня матеріалу обробляється плазмою або коронним розрядом, потім на машині флексографічного або глибокого друку наноситься покриття ґрунтовки. Часто ґрунтовки потребують підготовленої для них поверхні, що забезпечує їх адгезію до субстрату. Проте існують деякі ґрунтовки, які збільшують силу адгезії і не потребують додаткової підготовки поверхні.

Одна з останніх розробок полягає у тому, що на поверхню плівки додаються фотоініціатори, які вступають у реакцію під час затвердіння УФ-фарб і поліпшують закріплення останніх з матеріалом. Ґрунтовка надовго змінює поверхневу енергію пластиків, даючи середню поверхневу енергію в 46 – 50 дин/см. Цей спосіб потребує додаткових витрат, але є доволі ефективним у разі друкування на проблемних матеріалах деякими видами УФ-фарб [1].

Обробка пластику коронним розрядом — найпоширеніший спосіб поверхневої обробки. Коронний розряд — тип газового розряду, що виникає в сильних неоднорідних електричних полях навколо електродів із великою кривизною в газах із доволі високою густиною. Генератори коронних розрядів прості в керуванні й обслуговуванні, економічні, підвищують рівень поверхневої енергії полімерів, алюмінієвої фольги, паперу, картону і текстилю перед друкуванням, ламінуванням або лакуванням.

Коронний розряд утворюється двома електродами, один з яких розташований над поверхнею матеріалу, другий — під матеріалом. Поверхня матеріалу між електродами іонізується. Коронний розряд проявляється візуально у вигляді світіння навколо гострих кутів електрода. Напруженість електричного поля, необхідна для виникнення коронного розряду, має пере-

вищувати 30 кВ/см. Сильне неоднорідне поле виникає навколо лише одного електрода, інший має бути заземлений і може розміщуватися на певній відстані (рис. 3).

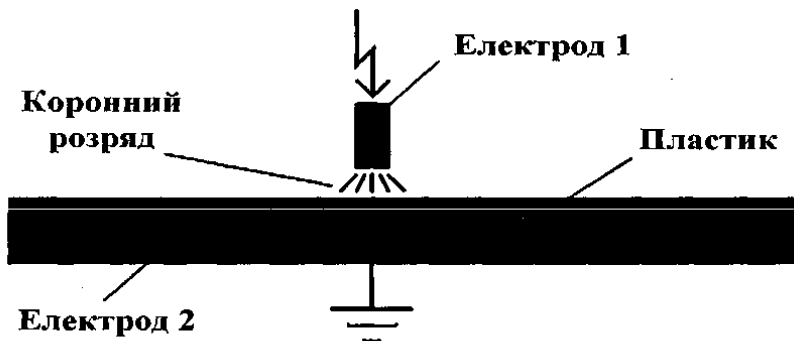


Рис. 3. Схема системи обробки коронним розрядом

Якщо коронний розряд виникає навколо негативного електрода, то корона називається «негативною», якщо навколо позитивного — «позитивною». Механізми виникнення позитивної й негативної корони різні.

При виникненні негативної корони, позитивно заряджені іони, що утворюються внаслідок виникнення електронних лавин, прискорюються в сильному електричному полі поблизу катода і при зіткненні з ним вибивають із нього електрони за механізмом вторинної електронної емісії. Вибиті електрони створюють нові лавини. Утворення лавин обривається на певній віддалі від електрода, оскільки електричне поле там слабше, й електрони не встигають набрати між зіткненнями енергії для іонізації нейтральних молекул газу.

За межами області світіння електрони можуть приєднатися до нейтральних молекул газу, утворюючи негативно заряджені іони, які переносять струм до іншого електрода [4].

Позитивна корона виникає в тому разі, якщо загостреним електродом є анод. Тоді електронні лавини зароджуються на межі корони й розповсюджуються до неї. Іонізація нейтральних молекул далеко від анода виникає внаслідок поглинання короткохвильового випромінювання збудженого газу в області розряду. Утворені при іонізації позитивні іони, відтягуються в напрямку до катода.

Складні системи створення коронного розряду іонізують тривимірні предмети. Проте така іонізація проводиться якісно лише у тому разі, якщо предмет має рівну поверхню без тріщин і западин. Інакше основна частина коронного розряду потрапить саме в ці заглиблення. Інший спосіб обробки тривимірного виробу коронним розрядом — розміщення його у спеціальній камері. У цьому разі коронним розрядом можна обробляти предмет будь-якої форми. Використання коронних розрядів для попередньої підготовки до дру-

кування тривимірних виробів є доволі дорогим, тому його застосування економічно доцільно тільки для масових партій виробів.

Під час використання коронного розряду важливо досягнути достатнього рівня обробки для забезпечення якісного змочування та адгезії. Для друкування сольвентними фарбами достатньо 38 – 40 дин/см, а водними – близько 42 дин/см. Недостатня обробка призведе до неякісної адгезії, понизить стійкість до подряпин і стирання. Водночас надмірна обробка сприяє утворенню гідрофільної поверхні, що створює проблеми, зокрема, з пакуванням для товарів садово-городнього й агропромислового секторів, де доводиться мати справу з водою [2].

Отже, проаналізовано основні методи попередньої обробки пластикових матеріалів перед задрукуванням та подані рекомендації щодо їх використання.

1. Величко О. М. Пластикові картки: науково-технічні аспекти поліграфічного оформлення: моногр. / О. Величко, И. Кириченко, В. Саражинська, І. Синяков — К.: ВПЦ «Київський ун-т», 2010. — 156 с. 2. Григор'єв С. Ф. Тестування пластикових карток / С. Ф. Григор'єв, В. А. Глива, А. Д. Давидюк та ін. // Ідентифікаційні картки та ідентифікація особи. — К.: УкрІНТЕІ, 2000. — С. 19–28. 3. Жидецький С. В. Аналіз способів поверхневої обробки плівкових матеріалів / С. В. Жидецький // Квалілогія книги. — 2008. — Вип. № 1 (13). — С. 55–59. 4. Изготовление пластиковых карточек [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.novakartka.com>. 5. Кириченко І. О. Друкування і закріплення відбитків на ПВХ-пластику / І. О. Кириченко, В. С. Саражинська, І. М. Синяков // Технол. і техніка друкарства. — К.: НТУУ «КПІ», 2008. — С. 67–70. 6. Конюхова І. І. Дослідження впливу поверхневої обробки підкладок для пластикових карток на їх технологічні та експлуатаційні властивості / І. І. Конюхова, Ю. М. Румянцев // Квалілогія книги. — 2010. — Вип. № 2 (18). — С. 82–88. 7. Лукин Ю. Обработка поверхности материалов коронным разрядом / Ю. Лукин // Флексо Плюс. — 2002. — № 4. — С. 9–12. 8. Маїк В. З. Пластикові картки: технології, матеріали, устаткування: навч. посіб. / В. З. Маїк, Ю. М. Румянцев, М. Ф. Ясінський, Л. Я. Маїк. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2011. — 88 с. 9. ID-CARDS.RU — Пластиковые карты, производство карт. Изготовление дисконтных карт. Сублимационные принтеры [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.id-cards.ru/ru/services/require/> 10. Welcome to cardpress.ru [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.cardpress.ru>.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проведен анализ современных способов обработки поверхности пластиковых материалов для улучшения их адгезивных свойств.

ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF PREVIOUS TREATMENT OF SURFACE PLASTIC MATERIALS

The analysis of modern methods of treatment of surface of plastic materials is conducted for the improvement of them адгезивних properties.

Стаття надійшла 10.11.2014