

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ДЕЯКИХ ОФСЕТНИХ ФОРМ І ПОЛОТЕН

Досліджено енергетичні показники друкуючих елементів офсетних форм і полотен у статичних і динамічних умовах, що дає основу для більш детального вивчення взаємозв'язку складових репродукційного процесу.

Investigated the energy indexes of printing elements of the offset printing plate and blankets in static and dynamic conditions, which provides the foundation for more detailed study of the interrelation of reproduction process.

1. ВСТУП

Тривалий час дослідницька робота, пов'язана з технологією виготовлення друкарських форм, орієнтувалась на емпіричний підбір хімічних реагентів, потрібних для модифікування поверхні, без урахування природи основи формного матеріалу і оцінення його енергетичних характеристик [1].

2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Сьогодні визначаються наступні енергетичні показники якості формних пластин і друкарських форм на основі краєвих кутів змочування:

- полярна природа друкуючих і прогалинних елементів за рівноважним краєвим кутом змочування (θ) у вибіркових умовах;
- гістерезисний кут змочування поверхні на межі: поверхня – краплина рідини – повітря (θ_{rp});
- робота адгезії (W_a);
- робота когезії (W_k);
- відносна робота адгезії (Z_a);
- поверхнева енергія форми, ($\sigma_{тг}$);
- відсоток полярності

Зазвичай взаємодію рідини з твердою поверхнею характеризують роботою адгезії (рівняння Дюпре)

$$W_a = \sigma_{тг}(1 + \cos\theta) . \quad (1)$$

³³ Українська академія друкарства

Поверхнева енергія форми. Офсетна форма працює на межі розділу кількох фаз, які мають відмінні енергетичні характеристики (поверхневий натяг, поверхневу енергію). Для детальної характеристики природи форми необхідно знати її поверхневу енергію ($\sigma_{тг}$). Термін „поверхнева енергія” більше підходить до твердих тіл, а термін „поверхневий натяг” – до рідин.

У літературі описані непрямі методи визначення $\sigma_{тг}$ друкуючих елементів і оксидних шарів, які у нашому випадку спеціально створюються [3, 8, 9]. Для цього визначають краєві кути змочування досліджуваної поверхні рідин з різко відмінними полярними властивостями. Переважно застосовують воду і метилейодид (CH_2I_2). У цих рідин різні значення полярних ($\sigma_{п}$) і дисперсійних ($\sigma_{д}$) складових, а також поверхневі натяги на межі рідина – газ ($\sigma_{рг}$) [2, 8].

Майже відсутні опубліковані дані стосовно енергетичної природи друкуючих елементів офсетних форм.

Досвід оцінення якості офсетних друкарських форм показав, що перш за все необхідний комплекс показників, хоча сьогоdnішній склад показників дає можливість лише наближеного, граничного оцінення, оскільки вони переважно базуються на статичних методах, тому і є у значній мірі наближеними. Новітні методи засновані на динамічному методі [4, 11].

Адгезія і змочування – дві сторони одного і того ж явища, яке виникає при контакті рідини з твердою поверхнею. Адгезія обумовлюється взаємодією між твердим тілом і рідиною, а змочування – результат цієї взаємодії [2].

У реальних виробничих умовах із твердою поверхнею форми зазвичай одночасно взаємодіють дві субстанції з різною полярністю (зволожувальний розчин і друкарська фарба). У цих випадках спостерігається вибіркоче змочування [6, 7, 8].

На змочуваність поверхонь істотно впливають поверхнево-активні речовини (ПАР). Вони адсорбуються на поверхні поділу фаз, знижуючи поверхневий натяг (енергію).

Динамічний гістерезис. Якщо статичний гістерезис пов'язаний з перебуванням краплі рідини в стані відносного спокою, то динамічний – проявляється при русі краплі, що має місце на нахиленій поверхні, між паралельними пластинами і в капілярах. При нахиленні поверхні крапля деформується. На відміну від статичних умов краєвий кут частини краплі, що відповідає напряму можливого її переміщення, називають зазвичай кутом натікання і позначають через θ_n . Краєвий кут верхньої частини краплі – кутом відтікання, $\theta_{від}$. Значення цих кутів залежать від розмірів крапель і кута нахилу поверхні.

Динамічні методи визначення енергетичної природи поверхні друкарських форм. За нашими даними ці методи можуть застосовуватись не тільки у флексографії, а й для визначення енергетичної природи офсетних форм, полотен, як такі, що більш наближені до реальних умов друкарського процесу, не кажучи вже про метод із застосуванням рухомої основи [4].

Зараз з'явилися нові пристрої, за допомогою яких можна заміряти наступні параметри, які дозволяють краще зрозуміти поліграфічні процеси:

- динамічні кути змочування – методи натікання і відтікання;
- динамічний поверхневий натяг рідини – метод газових пухирців;
- ефект шорсткості поверхні в інтерпретації кутів змочування;
- вплив полярності поверхні і міжфазних сил [4].

Динамічний краєвий кут змочування. Вважається, що кут натікання пов'язаний зі змочуванням поверхні, а кут відтікання – з адгезією рідини до неї. Якщо поверхня абсолютно гладка, то у чистій рідині обидва кути змочування повинні бути однакові. Однак у більшості реальних ситуацій це не так, а фарбу не можна віднести до рідини без домішок.

Динамічні краєві кути змочування можуть використовуватись при дослідженні формних пластин, друкарських форм, матеріалів, що застосовуються в гумових валиках при змочуванні будь-якою рідиною, в'язкість якої достатньо мала, щоби дозволити повторні цикли занурення. Вони можуть також застосовуватись для оцінення поверхневої шорсткості шляхом вимірювання гістерезису краєвих кутів, що буде описане далі. Використовуючи рідини з відомими поверхневим натягом і енергетичними складовими, можна визначити поверхневу енергію і полярність поверхні. Це є альтернативою поширеному методу нерухої краплі (або іншому методу, при якому використовується набір рідин зі зростаючим поверхневим натягом).

Динамічний поверхневий натяг. Зміни поверхневого натягу фарби зі збільшенням швидкості роботи друкарської машини свідчать про те, що статичні заміри можуть не відтворювати поведінку фарби при друкуванні і бути помилковими. Час, потрібний для дифузії ПАР на поверхню фарби, важливий чинник, який необхідно враховувати при створенні фарби для швидкісного друку.

Мікрошорсткість поверхні форми. Відомо, що шорсткість поверхні призводить до аномальних ефектів при визначенні властивостей поверхні, особливо краєвих кутів змочування. Для аналізування даних за краєвими кутами змочування важливо мати незалежну оцінку шорсткості, що може здійснюватись за допомогою оптичної і електронної

мікроскопії, профілометра. Уенсел [4] запропонував кількісне оцінення шорсткості за коефіцієнтом (R) в рівнянні Юнга. Якщо Y – поверхнева енергія і θ істинний краєвий кут, то

$$RY (\text{основи}) = RY (\text{рідина/основа}) + Y (\text{рідина}) \cos A \quad (2)$$

Об'єднання цього рівняння з рівнянням Юнга і скорочення Y призводить до спрощення

$$\cos A = R \cos \theta, \quad (3)$$

де A – уявний краєвий кут.

Фактично шорстка поверхня поводить себе, як поверхня, що складається з великої кількості крихітних плоских сегментів, нахилених під різними кутами. Ці сегменти мають різні краєві кути змочування по відношенню до площини поверхні. Завдяки великій ефективній площі, сумарний ефект призводить до зменшення середнього значення краєвого кута, якщо сам кут менше за 90° [4].

Приклад цього ефекту - технологія зерніння Multigrain, яку застосовує фірма Fuji Film. Якість зерніння характеризується шорсткістю R_a – середньо-арифметичним відхилом від середньої лінії висоти мікронерівностей та R_c - кількістю мікронерівностей (зерен) на 1 см^2 поверхні [9]. Відомо, що мікроструктура поверхні офсетних пластин помітно впливає на якість форми. У дослідницькому центрі фірми Fuji вивчено вплив різних типів зерніння на поведінку при друкуванні: тиражотривкість, відтворення тонів і трудомісткість виготовлення форм. Встановлено, що жоден "простий" метод зерніння не забезпечує потрібну якість при друкуванні різноманітної поліграфічної продукції.

Поверхнева енергія задруковуваних матеріалів. У плівкових матеріалах та й крейдованих паперах практично типова присутність на їх поверхнях різноманітних складових. Це можуть бути домішки, що використовуються при виготовленні полімерних плівок і покриттів паперів. Домішки здатні мігрувати на поверхню плівок і тим самим змінювати їх властивості. Причому вони можуть мігрувати на поверхню порізного, що призводить до неоднорідності поверхні. Коли така поверхня змочується рідиною чи фарбою, то одночасна присутність на ній компонент з високою і низькою енергіями може призвести до непередбаченої її поведінки при оцінюванні поверхневих властивостей.

Як вже зазначалось, краєві кути натікання, пов'язані у більшій мірі зі змочуванням поверхні і більше залежать від компонент з низькою поверхневою енергією, які за звичай перешкоджають просуванню рідини по поверхні, підвищуючи значення цих кутів.

Полярність поверхні. Знання полярності дуже важливе для правильної інтерпретації даних про поверхневу енергію твердих тіл. За краєвими кутами змочування можна не тільки визначити поверхневу енергію, а й вирахувати полярну компоненту – % полярності

$\% \text{ полярності} = \sigma^{\text{П}} / \sigma_{\text{ТТ}} \times 100$, де $\sigma^{\text{П}}$ – полярна складова поверхневої енергії, $\sigma_{\text{ТТ}}$ – поверхнева енергія поверхні.

Нами визначались:

- рівноважні кути змочування води офсетних форм і полотен у вибіркових умовах (друкуючі елементи – вода – вазелінове масло);
- кути змочування води і метилейодиду друкуючих елементів офсетних форм і полотен на межі з повітрям у статичних умовах (пластина розміщувалась горизонтально);
- кути змочування води і метилейодиду друкуючих елементів офсетних форм на межі з повітрям у динамічних умовах (кут нахилу пластини $15^{\circ} - 45^{\circ}$);
- кінетика розтікання краплини (у випадках розміщення пластини (полотна) горизонтально), що є додатковою характеристикою поверхні.

Приймалися такі кути, значення яких не змінювались після 6 хвилин змочування.

Таким чином показники змочування у рівноважних і гістерезисних умовах дозволяють оцінити гідрофобність, поверхневу енергію і її складові (полярні і дисперсійні сили), $\%$ полярності поверхонь тощо.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТІВ І ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Характер кінетики змочування пластин Futura Oro і Plate Variant принципово однаковий. Хоча градієнт (ступінь крутизни) кривої змочування Plate Variant відрізняється від градієнта кривої змочування Futura Oro. Найбільш суттєве змінення кутів змочування H_2O відбувається в перші 2-3 хвилини. При рівноважних значеннях різниця у гідрофобностях пластин складає приблизно $4-5^{\circ}$ [11]. Більш суттєва різниця спостерігається за кутами натікання – 21° . За динамічними кутами змочування метилейодиду пластини Futura Oro отримано більш високе значення, відповідно, $31,7^{\circ}$, а Plate Variant – $20,7^{\circ}$ (Рис. 2). За кутами відтікання пластини відрізняються між собою несуттєво.

Кінетика змочування полотен суттєво відрізняється від кінетики змочування друкарських форм за градієнтом і мірою гідрофобності. Рівноважні значення кутів змочування досягаються після 3-х хвилин розтікання краплини. Полотно «Сагаб» за кутами відтікання і натікання змочування H_2O і CH_2I_2 помітно відрізняється від інших полотен. Найбільш суттєва різниця, більше як в три рази, має місце за кутами відтікання при змочуванні CH_2I_2 . Полотно Vulkan 714 за своїми характеристиками близьке до полотна NOVURANIA NTR 102/4 за виключенням кута натікання змочування метилейодиду і помітно відрізня-

ється за кутом відтікання від полотна „Carat”. За кутами відтікання найбільша різниця у полотна „Carat” – 20 мН/м. Різниця у поверхневих енергіях цих полотен підтвердилася літературними даними.

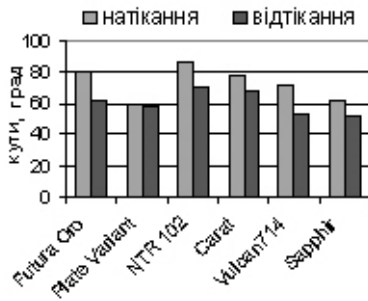


Рис. 1. Кути змочування води

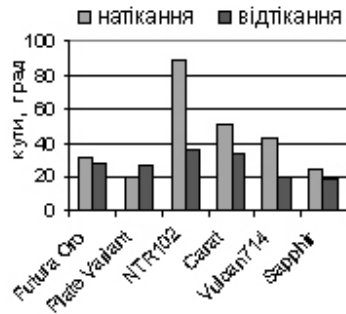


Рис. 2. Кути змочування метиленіодиду

За даними вибіркового змочування найбільш гідрофобна пластина Plate Variant; найменш гідрофобне полотно – NOVURANIA NTR 102/4.

Найбільші поверхневі енергії ($\sigma_{\text{св}}$) при визначенні у динамічних умовах за кутом натікання у пластини Plate Variant (53,21 мН/м); за кутом відтікання – у полотна Sapphire (57,11 мН/м). Найменші поверхневі енергії за кутом натікання у полотна NOVURANIA NTR 102/4 – (22,29 мН/м); за кутом відтікання – у NOVURANIA NTR 102/4 – (45,05 мН/м).

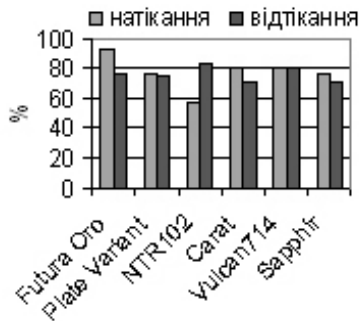


Рис. 3. Відсоток полярності за кутами натікання і відтікання води

Найбільший % полярності за кутом натікання у пластини Futura Oro – 93%, за кутом відтікання у полотна NOVURANIA NTR 102/4 – 83% (рис.3). Найменший % полярності за кутом натікання у NOVU-

RANIA NTR 102/4 – 57%, за кутами відтікання у полотен Sapphire – 71% і “Carat” – 71%.

Найбільша робота адгезії (W_a) при змочуванні води полотна Sapphire – 111,7 мН/м; найменша робота адгезії при змочуванні води полотна NOVURANIA NTR 102/4 – 87,36 мН/м. Найбільша робота адгезії при змочуванні CH2I2 Sapphire – 97,2 мН/м, найменша робота адгезії у NOVURANIA NTR 102/4 – 74,7 мН/м.

Найбільші відносні роботи адгезії (Z_a) при змочуванні H₂O полотна Sapphire – 0,77, а CH2I2 – 0,96. Найменші – при змочуванні H₂O полотна NOVURANIA NTR 102/4 – 0,6, а при змочуванні CH2I2 – 0,74.

4. ВИСНОВКИ

Виходячи з експериментальних даних вибіркового змочування, за кутами змочування натікання і відтікання, % полярності і значень поверхневої енергії досліджуваних форм і полотен встановлено наступне:

Суттєвим доповненням до описаних в літературі характеристикам енергетичної природи друкарських форм і полотен, можуть бути показники поверхневої енергії і полярності [11].

Гідрофільність форм залежить не тільки від комплексної електрохімічної обробки, а й від природи формного металу. Вона пов'язана з орієнтацією кристалітів і наявністю текстури. Метали з гексагональною структурою при відповідних умовах прокату або гальванічного нарощування можуть мати добре виражену текстуру. Адсорбційні властивості поверхні металів залежать від ретикулярної густини упаковки атомів у кристалітах. Це стосується і металів з кубічною структурою, таких, як алюміній, хоча у меншій мірі, проте це має суттєве значення [10].

Отримані результати досліджень можуть бути основою для більш детального вивчення взаємозв'язку складових репродукційного процесу. Знання енергетичних показників необхідне для вибору оптимальних матеріалів і дає інформацію про їх вплив на технологічні проблеми фарбоперенесення, розтиску, тощо.

1. К вопросу оценки качества формных пластин и печатных форм [Текст] / П.Л. Пацуля // Материали Междунар. научно-техн. конференции «Издательско-полиграфический комплекс на пороге третьего тысячелетия». – Минск: БГТУ, 2001. – С. 83-87. 2. Адгезия жидкости и смачивание / А.Д. Зимон. – М.: «Химия», 1974. – 416 с.; 3. Енергетичні показники якості офсетних формних пластин і форм [Текст] / П.Л. Пацуля // Квалілогія книги. – Л.: УАД, 2000. – Вип. 3.– С. 66-70. 4. Практические применения измерений поверхностной энергии в флексографии [Текст] / Р.У. Бассемир, Р. Кришнан//

Флексо, 1990. – С. 8-16. 5. Зв'язок фарбоперенесення з енергетичною природою офсетної системи [Текст] / Ю.Т. Сидоряк, П.Л. Пацуля // Тези доповідей звітної наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, наук. працівників УАД. – Л.:УАД, 2008. – С. 43. 6. Технологія формних процесів. [Текст]: навч. посібн. / За заг. ред. П.Л. Пацулі. – Л.: Афіша, 2002. – 176 с., 7. Технологія поліграфічного виробництва [Текст]: учебник / А.И. Колосов, Ю.С. Андреев, Л.А. Волкова и др.– М.: «Книга», 1986. – 350с. 8. Технология изготовления печатных форм [Текст] / Под общ. ред. В.И. Шеберстова – М.: Книга, 1990. – 224 с., 9. Офсетные пластины Fuji Film. Характеристики и преимущества. [Текст] / Технологический бюллетень, №14. – С. 5. 10. Характеристика деяких формних пластин на алюмінію [Текст] / П.Л. Пацуля, І.М. Павлюк // Квалілогія книги. – Л.: УАД. – 1998. – С.68-71. 11.. Динамічні кути змочування при визначенні якості друкарських форм [Текст] / П.Л. Пацуля, Ю.Т. Сидоряк // Тези доповідей звітної наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, наук. працівників і асп. УАД. – Л.:УАД, 2007. – С.38.