

УДК 665.322

Н. С. Гургаль, В. Б. Репета
Українська академія друкарства

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ЕНЕРГІЇ ПАПЕРОВИХ САМОКЛЕЮЧИХ ЕТИКЕТКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Проведено аналіз методик визначення поверхневої енергії твердих тіл і досліджено поверхневу енергію паперових етикеткових самоклеючих матеріалів.

Поверхнева енергія, самоклеюча етикетка, тестові рідини

До найбільш поширених фізико-хімічних явищ, які відбуваються на межі розподілу фаз «фарба (лак) — папір (відбиток)» відноситься явище змочування. Добре змочування сприймаючої поверхні фарбою або лаком — одна з необхідних умов отримання відбитків з лакофарбовим покриттям бездефектної структури і з високими адгезійними властивостями. Визначальним чинником при цьому є величина вільної поверхневої енергії. Міжмолекулярна взаємодія між твердим тілом і рідиною може включати декілька типів складових, зокрема полярні, дисперсійні, водневі тощо [1–3].

Поверхнева енергія твердих матеріалів не може бути виміряна безпосередньо, а розраховується на основі контактних кутів змочування поверхні різними рідинами. Основне завдання при аналізі вільної енергії поверхні — правильно підібрати тестові рідини і методику розрахунку, щоб отримати максимально достовірні результати.

Метою нашої статті є дослідження поверхневої енергії паперових самоклеючих матеріалів та аналіз застосовуваних методик.

Субстратами слугували самоклеючі етикеткові папери Coated 80 «Manter» (Іспанія) і White Super «HERMA» (Німеччина). Контактні кути змочування визначали фотографуванням краплин тестових рідин на поверхні паперів і автоматизованим розрахунком за допомогою розробленої комп'ютерної програми [6]. Для аналізу використовували методики Зісмана (Zisman), Оуенса-Вендта (Owens, Wendt, Rabel, Kaeble), Елтона (Elton), Джіріфалко-Гуда (Girifalco, Good), для обробки результатів досліджень — програмний пакет Statistica 5.0.

Згідно з методикою Зісмана, поверхнева енергія твердої поверхні пропорційна поверхневому натягу рідини, яка повністю змочує цю поверхню ($\theta = 0^\circ$). За даною методикою будуємо графік залежності косинуса кута змочування від поверхневого натягу рідини й екстраполюємо усереднену криву до $\cos \theta = 1$. Отримане значення γ є критичним поверхневим натягом, що характеризує величину поверхневої енергії твердого тіла [2, 5]. На рис. 1, 2 окреслено визначення критичного поверхневого натягу для паперу Coated 80 і HERMA White super, відповідно.

Рис. 1, 2 констатують наявність значної розбіжності при розтіканні рідин різних типів по досліджуваних поверхнях, що пояснюється залежністю критичного поверхневого натягу від природи вибраного гомологічного ряду [2].

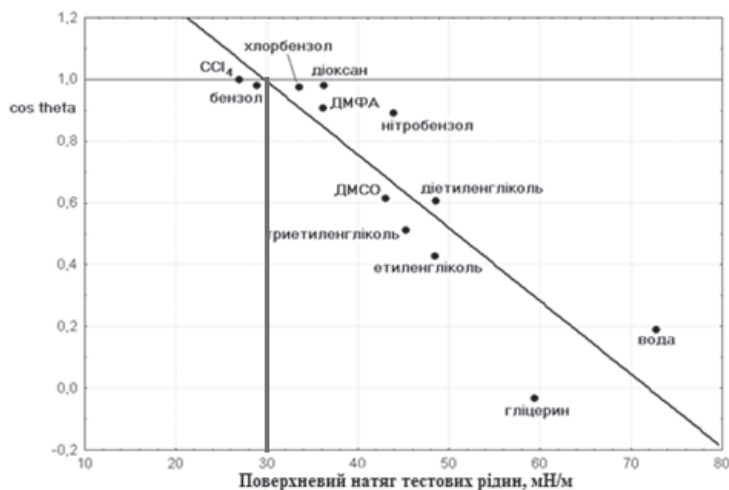


Рис. 1. Визначення критичного поверхневого натягу паперу Coated 80

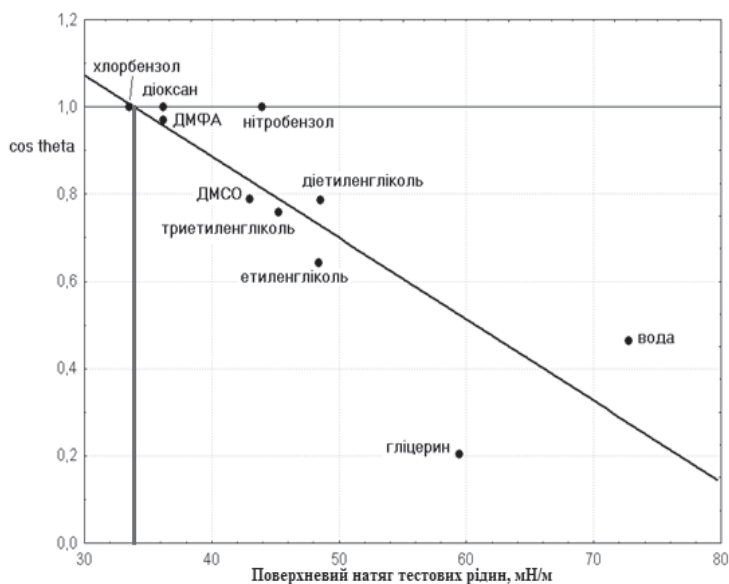


Рис. 2. Визначення критичного поверхневого натягу паперу HERMA White Super

Як уже відзначалося, міжмолекулярна взаємодія між твердим тілом і рідиною може включати декілька типів складових. Полярні і дисперсійні складові поверхневої енергії визначаються за допомогою методики Оунса-Вендта за кутами змочування тестовими рідинами [1, 4]:

$$0,5\gamma(1 + \cos \theta) / (\gamma_d)^{0,5} = (\gamma_d^s)^{0,5} + (\gamma_p)^{0,5}(\gamma_p / \gamma_d)^{0,5},$$

де γ — поверхневий натяг рідини; γ_d і γ_p — дисперсійні і полярні складові поверхневих енергій, які характеризують тверде тіло S або рідину (індекс відсут-

ній). Дана залежність у координатах $0,5\gamma(1+\cos\theta)/(\gamma_d)^{0,5}-(\gamma_p/\gamma_d)^{0,5}$ є прямою лінією з нахилом $(\gamma_p^s)^{0,5}$, а точка перетину цієї прямої з віссю ординат — $(\gamma_d^s)^{0,5}$. Загальна поверхнева енергія одночасно дорівнює сумі визначених величин дисперсійної і полярної складових.

Спираючись на теорію Юнга і правило Антонова, Ельтон запропонував методику, яка дозволяє визначити величину поверхневої енергії твердого тіла за величиною контактного кута змочування поверхні тестової рідини [8]. Розрахунок проводиться згідно із співвідношенням

$$\sigma_t = \frac{1}{2} (\sigma_p + \sigma_p \cdot \cos \theta),$$

де σ_t — поверхнева енергія твердого тіла (паперу, відбитка); σ_p — поверхневий натяг тестової рідини; $\cos \theta$ — косинус кута змочування.

Використовуючи для одного і того самого паперу різні рідини, відповідно отримали і різні значення поверхневої енергії. Оскільки одержали значне коливання значень, за результат взяли середнє значення, яке з певною величиною похибки відповідає поверхневій енергії. Залежність між параметрами рівняння Ельтона і поверхневою енергією паперу Coated 80 подано на рис. 3.

Враховуючи константи притягання між однаковими і різними молекулами, Джіріфалко і Гуд запропонували величину Φ , яка визначається молекулярною геометрією і силами взаємодії контактуючих фаз [3, 7]. Величину Φ можна розрахувати за формулою

$$\Phi = \frac{4(V_s + V_p)^{1/3}}{(V_s^{1/3} + V_p^{1/3})^2},$$

де V — молярні об'єми.

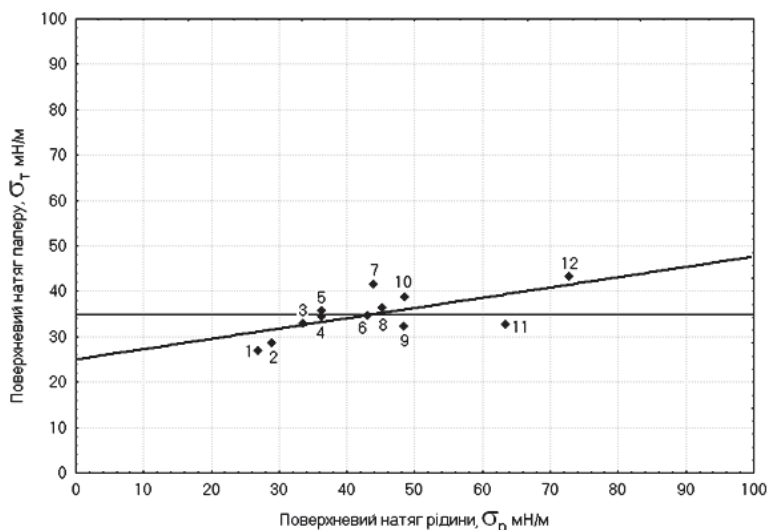


Рис. 3. Залежність між параметрами рівняння Ельтона для паперу Coated 80:

- 1 — тетрахлоретан; 2 — бензол; 3 — хлорбензол; 4 — ДМФА; 5 — ДМСО;
6 — нітробензол; 7 — триетиленгліколь; 8 — етиленгліколь;
9 — діетиленгліколь; 10 — гліцерин; 11 — вода

Поверхнева енергія розраховується за співвідношенням

$$\sigma_s = \sigma_p \frac{(1 + \cos \theta)^2}{4\Phi^2},$$

де σ_p — поверхневий натяг рідини; σ_s — поверхнева енергія твердого тіла; $\cos \theta$ — косинус кута змочування.

Значення розрахованої поверхневої енергії за вищевказаними методиками подані в таблиці.

Папір	Поверхнева енергія, мН/м						$\sigma_{\text{ср.}}$
	1*	2	3			4	
	$\sigma_{\text{кр}}$	σ_t	γ_p^s	γ_d^s	σ_t	σ_s	
Coated 80	30,0	34,4	10,81	22,02	32,83	28,4	31,41
HERMA White	34,0	40,1	6,83	32,6	39,43	42,4	38,98

Примітка: *1 — методика Зісмана; 2 — методика Елтона; 3 — методика Оуенса-Вендта; 4 — методика Джіріфалко-Гуда.

Отже, на основі здійснених досліджень можна дійти висновку, що проаналізовані методики визначення поверхневої енергії дозволяють провести тільки приблизний розрахунок, хоча, отримавши середні значення за результатами чотирьох методик, можна максимально наблизитися до реального значення цього показника.

1. Богданова Ю. Г. Адгезия и ее роль в обеспечении прочности полимерных композитов: учеб. пособие / Ю. Г. Богданова. — М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2010. — 68 с. 2. Зимон А. Д. Адгезия жидкости и смачивание / А. Д. Зимон. — М.: Химия, 1974. — 416 с. 3. Кинлок Э. Адгезия и адгезивы: наука и технология / Э. Кинлок. ЛЛ— М.: Мир, 1991. — 484 с. 4. Некоторые проблемы физической химии / под. ред. А. Е. Чалых. — М.: ИФХ РАН, 1997. — С.54 — 58. 5. Файнерман А.Е. Поверхностное натяжение твердых полимеров / А.Е. Файнерман, Ю. С. Липатов // Поверхностные явления в полимерах. — К.: Наукова думка, 1970. — С.21–22. 6. Свідомство на реєстрацію авторського права на твір, Україна. №28766. Комп'ютерна програма «Аналіз кінетики розтікання рідин» / В. Б. Репета. Дата реєстрації 15.05.09. 7. Girifalco L. A. A Theory for the Estimation of Surface and Interfacial Energies / L. A. Girifalco, R. J. Good // J. Phys. Chem. — 1957. — 61 (vol. 7). — P. 904–909. 8. Mitchell J. W. Calculated Surface Tension of Some Organic Substances in the Solid State / J. W. Mitchell, G. A. H. Elton // J. Phys. Chem. — 1953. — 3. — P. 839–840.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ БУМАЖНЫХ САМОКЛЕЮЩИХСЯ ЭТИКЕТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проведен анализ методик определения поверхностной энергии твердых тел и исследована поверхностная энергия бумажных этикеточных самоклеющихся материалов.

INVESTIGATION OF SURFACE ENERGY PAPER SELF-ADHESIVE MATERIALS

The analysis methods and studied the surface energy of paper label self-adhesive material.

Стаття надійшла 23.02.2012

УДК 655.1+544.723.22

В. Ф. Кохан*Українська академія друкарства***ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЯВИЩА ПРИ ОЧИЩЕННІ
РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ЗМИВНИМИ РОЗЧИНАМИ**

На основі аналізу літературних джерел досліджуються фізико-хімічні явища, що відбуваються при використанні змивних розчинів для очищення поверхонь офсетних гумотканинних полотнищ.

Офсетні гумотканинні полотнища (ОГТП), змивні розчини, миючі та очисні засоби

Для очищення поверхонь офсетних гумовотканинних полотнищ (ОГТП) використовують змивні речовини і засоби, що різняться фізико-хімічними властивостями, механізмом і процесом очищення.

Метою нашої статті є аналіз фізико-хімічних явищ, які відбуваються при очищенні поверхонь офсетного гумовотканинного полотна, гумових фарбових валів, зволожувальних чохлів.

Відомо, що змивання фарбових і зволожувальних апаратів, формних та офсетних циліндрів у друкарській машині від залишків фарби, зволожувального розчину, паперового пилу є важливим технологічним процесом, від виконання якого залежать якість друкованої продукції, витрати електроенергії, матеріалів і часу простою машини.

Результати аналізу літературних джерел [1–15] свідчать, що сьогодні ще недостатньо досліджено процес змивання, суттєве удосконалення якого сприятиме забезпеченню надійного захисту персоналу та навколишнього середовища. З огляду на це виникає потреба докладно описати фізико-хімічні явища цього процесу.

Доведено, що ефективність очищення залежить від змивних засобів друкарської фарби, друкуючого і зволожувального апаратів, конструкції змивного апарата, проходження програми очищення, матеріалу і властивостей поверхні фарбових валів [1–5, 9].

Дія змивної речовини полягає в усуненні рідких і твердих забруднень з поверхні й перенесенні їх у змивну рідину у вигляді розчинів або дисперсій [5–9, 14]; проявляється в складних процесах взаємодії забруднень, миючих середовищ і поверхонь. Основними явищами, які визначають миючі дії, є процеси фізико-хімічної адсорбції, змочування, емульгування, піноутворення і стабілізації [1–2, 4, 7–9] (див. таблицю).

На основі дослідження встановлено, що змивні речовини повинні добре розчиняти фарби, не пошкоджуючи при цьому фарбові вали, офсетну гуму та друкарську форму. Швидкість випаровування їх не мусить бути надто високою (якщо розчинник дуже леткий, він випаровується з поверхні, не встигши