

УДК 655.3.023.4

**ВПЛИВ pH І КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНІВ  
СМОЛИ ЕСТЕРУ СТИРОМАЛЯ  
НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ  
ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ФАРБ**

© А. І. Степанець, к.т.н., доцент, Р. А. Хохлова, к.т.н.,  
доцент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**Проведены исследования влияния показателя pH и концентрации смолы эстера стиромалея на реологические свойства водоразбавляемых красок флексографской печати.**

**Research of influence of pH index and concentrations of ester stiromale resin on reological properties of the water-thinned printing inks for flexoprinting and developed the recommendations their use.**

**Постановка проблеми**

Зростання інтересу до застосування флексографічних водорозчинних друкарських фарб на основі екологічно чистих речовин для друку картонних та паперових пакувань під харчові продукти і етикеток на фрукти відбувається завдяки таким перевагам як відсутність запаху та безпека контактування з харчовими продуктами. Як плівкотвірник для водних фарб використовуються акрилові смоли, що стали розчинними у воді завдяки омиленню аміаком чи амінами. Проте, вітчизняною хімічною промисловістю такі сполуки не випускаються, а на інших водорозчинних плівкотвірних сполуках фарби характеризуються наявністю досить відчутного запаху. Застосування в якості плівкотвірної смоли естеру стиромалея марки ПГ-2, що представляє собою водоспиртовий або водний розчин триетаноламіну і солі естеру кополімеру стиролу з малеїновим ангідри-

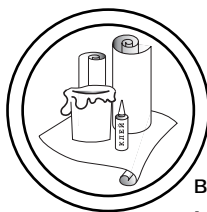
дом та жирними спиртами, дозволяє зменшити запах до ледь відчутного. Крім того, з цієї смоли можна робити розчини плівкотвірників на різних розчинниках для виготовлення фарб різного призначення, наприклад, при застосуванні таких розчинників як естери, кетони і інші, можна готувати фарби побутового призначення для нанесення на метали, пластмаси, дерево тощо.

**Мета дослідження**

Дослідження впливу кислотно-лужного показника pH та концентрації смоли  $C_{см}$  естеру стиромалея на реологічні властивості флексографічних водних фарб для задрукування паперу і картону проводили з метою оптимізації складу цих фарб при використанні вітчизняної сировини.

**Результатів проведеного дослідження**

Реологічні дослідження водних лакофарбових систем про-



## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

водили на ротаційному віскозиметрі Rotovisko в діапазоні швидкостей зсуву 7, 127 та 1142 с<sup>-1</sup> при температурі 20 °С. Досліджували поріг текучості лакофарбових систем з різним вмістом плівкотвірника (Р<sub>к</sub>) і залежність в'язкості (η) від швидкості зсуву (ε̇), тобто функцію  $\eta = f(\dot{\epsilon})$  в умовах стаціонарного плину. Використовували значення ε̇ в межах 7-1142 с<sup>-1</sup>. В табл. 1 наведено три показники в'язкості — η<sub>7</sub>, η<sub>127</sub>, η<sub>1142</sub>, відповідно до швидкості зсуву 7 с<sup>-1</sup>; 127 с<sup>-1</sup>; 1142 с<sup>-1</sup>, а також аномалії в'язкості або ступінь структурування η<sub>7</sub>/η<sub>1142</sub>.

Виміри проводилися через 15-20 хв. після проведення диспергування. Концентрація пігменту для всіх досліджень була однаковою (8 %). За характером функції η(ε̇) встановлено, що в'язкість η<sub>1142</sub> — мінімальна, тобто це практично зруйнована

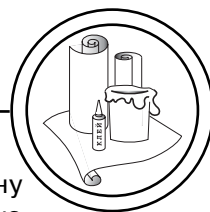
структура. При дослідженні зразків також було візуально встановлено, що вони всі однорідні без розшарувань, крім зразка № 1, де через 15 хв. випав важко розмішувальний осад. Зразок № 7 без вмісту смоли досліджувався через 15 хв. і через 20 годин. В останньому випадку випав м'який, легко розмішувальний осад.

Дослідження показали, що в'язкість фарби зростає зі зростанням концентрації смоли в системі. При цьому швидкість зростання як для η<sub>7</sub>, та і для η<sub>1142</sub> досить високі і приблизно однакові (рис. 1). Це свідчить про те, що основним впливом на зменшення текучості лакофарбової системи є введення високов'язкої смоли, а не утворення структури в системі водний розчин смоли — пігмент. При цьому швидкість зростала б у співвідношенні η<sub>7</sub>/η<sub>1142</sub> за рахунок в'язкості η<sub>7</sub>. Проте фактично

Таблиця 1  
Залежність реологічних параметрів водних фарбових систем від концентрації смоли естеру стиромала

№ п/п	Номер зразка	Кількість смоли, %	рН	Поріг текучості (Р <sub>к</sub> ), мПа	В'язкість, мПа·с			η <sub>7</sub> /η <sub>1142</sub>
					η <sub>7</sub>	η <sub>127</sub>	η <sub>1142</sub>	
1	№ 1	1	7,0	0	67	30	29	2,31
2	№ 2	2	7,4	0	89	55	44	2,02
3	№ 3	3	7,2	0	161	85	69	2,33
4	№ 4	4	7,2	0	180	91	78	2,31
5	№ 5	5	7,2	0	360	238	194	1,86
6	№ 6	6	7,1	0	493	357	307	1,61
7	№ 7	0	5,6	1,6	808	63	22	36,73
8	№ 8	0	5,6	1,9	853	63	22	38,77

## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ



відбувається зниження показника  $\eta_7/\eta_{1142}$ . В той же час можливо збільшення в'язкості за рахунок формування локальних структурних утворень, про що свідчить зміна аномальної в'язкості. Ці локальні структурні утворення міцні і не повністю зруйновані при  $\dot{\epsilon} = 1142 \text{ c}^{-1}$ .

За характером функції  $\eta(C_{\text{см}})$  встановлено, що для дослідженої системи з високомолекулярною смолою концентрація смоли 5 %, тим більше 6 % близька до критичної. Тобто збільшення вмісту смоли понад 5 % різко підвищує в'язкість фарбових систем. Для підтримання необхідної концентрації смоли у фарбі хоча б у співвідношенні пігмент-смола 1:1,5 можна застосовувати смолу з меншої молекулярною масою (у дослідженому варіанті використовувався естер стиромалю з молекулярною масою 18000-20000). Мож-

на застосовувати аналогічну смолу з молекулярною масою 6000-8000 або іншу, яка повністю сполучається з нею. Застосування двох смол тільки покращить якість фарби. Високомолекулярна смола дає кращі показники при перевірці відбитків на фізико-механічну та фізико-хімічну стійкість. Низькомолекулярна смола дає більшу кількість сухої речовини, що збільшує блиск, яскравість, насиченість шару фарби на відбитку. З точки зору особливостей перебігу друкарського процесу, концентрація смол така, аби при друкуванні підтримувалася в'язкість 18-26 с за віскозиметром ВЗ-4 (Форд 4). Тобто концентрація смоли повинна бути 12-16 %.

Відомо, що в'язкість фарбових систем на акрилових, нітроцелюлозних та інших смолах можна регулювати додаванням відповідних розчинників, їх сумі-

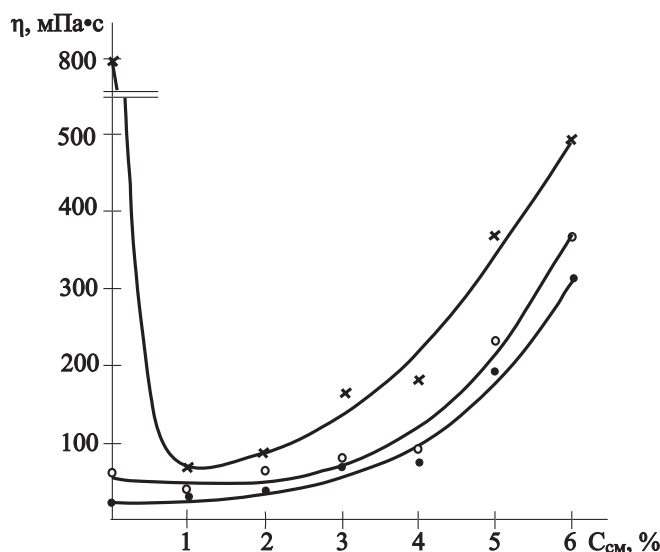
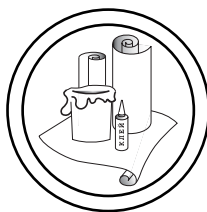


Рис. 1. Залежність в'язкості водної фарбової системи від концентрації смоли естер стиромалю, де  $\times$  —  $\eta_7$ ,  $\bullet$  —  $\eta_{1142}$ ,  $\circ$  —  $\eta_{127}$



## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

Таблиця 2

Залежність реологічних параметрів водних фарбових систем від значення рН середовища

№ п/п	Номер зразка	Значення рН фарби	Розмір пігменту, d, мкм	В'язкість, мПа·с			$\eta_7/\eta_{1142}$
				$\eta_7$	$\eta_{127}$	$\eta_{1142}$	
1	№ 9	6,4	30	136	97	78	1,74
2	№ 10	6,5	28	136	95	78	1,74
3	№ 11	7,0	32	290	174	122	2,38
4	№ 12	8,2	23	136	75	64	2,13
5	№ 13	9,6	26	88	50	41	2,15

ші або поверхнево-активних речовин, коригуванням температури. Проведені дослідження смоли естеру стиромалея показали, що є залежність в'язкості фарбової системи й від кислотно-лужного показника рН. Як видно, з наведеного рис. 2, табл. 2, максимум в'язкості зна-

ходиться при значенні рН в межах 6,7-7,7. Це можна пояснити тим, що макромолекули мають найбільш розгорнуту форму. При цьому, по-перше, зменшується свобідний об'єм рідкої фази, знижується рухливість макромолекул смоли і, відповідно, збільшується в'язкість сис-

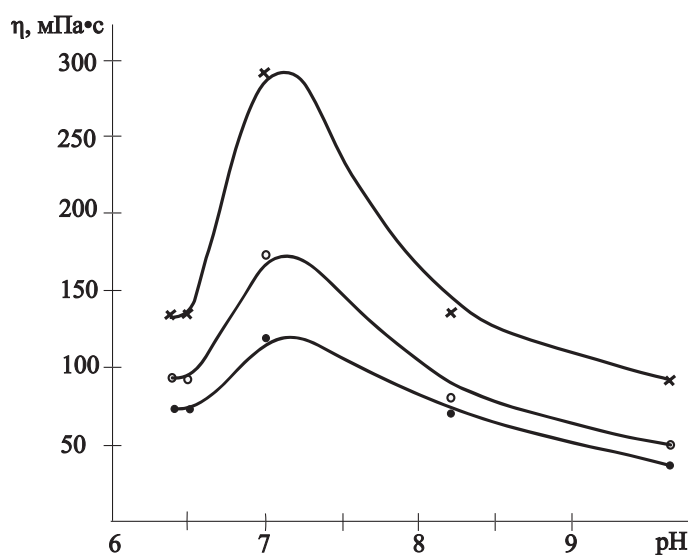
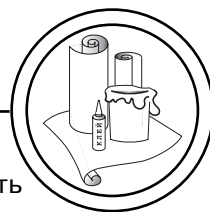


Рис. 2. Залежність в'язкості водної фарбової системи від ступеня рН середовища, де  $\times$  —  $\eta_7$ ,  $\bullet$  —  $\eta_{1142}$ ,  $\circ$  —  $\eta_{127}$

## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ



теми. По-друге, в розгорнутому стані макромолекули легше адсорбуються на поверхні частинок пігментів, більш переплітаються між собою, відповідно, формується більша кількість «містків» між пігментами, утворюються структурні агломерати. Все це збільшує ефективну в'язкість і ступінь структурування системи. Таким чином, для збільшення стабільності в часі досліджених водорозчинних фарб можна рекомендувати підтримувати ступінь рН в діапазоні 6,7-7,7. З метою збільшення текучості водорозчинних фарб, тобто зменшення в'язкості треба збільшувати рН до межі 8,2-9,0. Однак при цьому треба враховувати, що при збільшенні рН збільшується піноутворення фарб і зменшується стійкість відбитків до лугів.

### Висновки

В результаті проведених досліджень впливу кислотно-лужного показника рН та концентрації смоли естеру стиромалея на реологічні властивості водорозчинних фарб встановлено:

— максимальна в'язкість водних фарбових систем при використанні смоли естеру стиромалея знаходиться в діапазоні ступеня рН 6,7-7,7, що сприяє подовженню терміна зберігання фарб;

— технологічну операцію друкування флексографічним способом друку дослідженою фарбою варто проводити при рН 8,2-9,0;

— диспергування пігменту із концентрацією 8 % у дослідженій системі доцільно проводити при концентрації смоли не більше 5 %. Надалі варто доводити концентрацію смоли та в'язкість фарби до необхідних технологічних параметрів додаванням естеру стиромалея близьким до співвідношення пігмент—смола 1:1,5;

— швидкість зростання в'язкості водорозчинної системи відбувається від введення високов'язкої смоли, а не від утворення структури в системі «водний розчин смоли—пігмент».

1. Сорокин Б. А. Флексографская печать / Сорокин Б. А., Здан О. В. — М. : Изд-во МГУП «Мир книги», 1996. — 175 с. 2. Техника флексографской печати. Учебное пособие / Пер. с нем.; под ред. В. П. Митрофанова. Ч. 2. — М. : Изд-во МГУП «Мир книги», 1997. — 202 с. 3. Ермилов П. И. Диспергирование пигментов / Ермилов П. И. — М. : Химия, 1971. — 300 с. 4. Флексографские краски: комплексный поход / Пер. с англ. — К. : Украинская Флексографская Техническая Ассоциация, 2000. — 160 с.

Рецензент — В. П. Шерстюк,  
д.х.н., професор, НТУУ «КП»

Надійшла до редакції 28.04.10