

УДК 544.77.023.55

В. Г. Слободяник, В. В. Шибанов

Українська академія друкарства

**ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ГЕТЕРОФАЗНОГО ПРОЯВНИКА ФОТОПОЛІМЕРНИХ
ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ**

Досліджено та визначено показник динамічної в'язкості гетерофазного розчинника з різною кількістю фотополімерних композицій, а також встановлено залежність між в'язкістю і розмірами дисперсних частинок гетерофазного розчинника.

Ключові слова: *гетерофазний розчинник, в'язкість, дисперсні частинки, фотополімерні композиції.*

Розчини (проявники) — це гомогенні суміші змінного складу. Важливою і найбільш звичною їх характеристикою є концентрація, яка визначає відносний вміст певної речовини в суміші.

Процеси набухання й розчинення полімерів істотно не відрізняються. Набухання відбувається внаслідок різних швидкостей дифузії малих молекул розчинника і великих макромолекул полімеру. Макромолекули полімерів дуже великі порівняно з молекулами розчинника. Отож молекули розчинника швидше проникають у полімер, ніж молекули полімеру в розчинник. При цьому утворюється розчин низькомолекулярної рідини (розчинника) у полімері. Спочатку молекули розчинника проникають у міжмолекулярну структуру полімеру, потім вони порушують міжмолекулярні зв'язки, розсовують ланцюги полімеру, і тим самим змінюють його структуру, об'єм зразка полімеру різко зростає. Розчинник при цьому енергетично взаємодіє з активними групами полімеру (відбувається процес сольватації).

Розрізняють обмежене й необмежене набухання. Обмежене набухання не переходить у розчинення. Утворюються дві фази: розчинник, або розбавлений розчин полімеру, і набряклий полімер — розчин низькомолекулярної рідини в полімері. Слід розрізняти обмежене набухання лінійних і просторових (сітчастих) полімерів. Просторові (сітчасті) полімери принципово нерозчинні. Вони лише здатні за наявності рідкісної сітки до обмеженого набухання з утворенням холодців або гелів. У лінійних полімерів обмежене набухання аналогічне обмеженому змішанню рідин. При відповідній зміні умов воно може перейти в необмежене набухання (розчинення). Необмежене набухання аналогічне необмеженому змішанню рідин.

Обмежене набухання лінійних полімерів пояснюють тим, що енергія взаємодії ланцюгів полімеру між собою виявляється більшою від енергії їх взаємодії з молекулами розчинника. Якщо енергія взаємодії розчинника з ланцюгами полімеру більша від енергії взаємодії між ланцюгами, полімер набухає необмежено. Необмежене набухання мимоволі переходить у розчинення; це перша стадія мимовільного розчинення. Рідини, що мають велику спорідненість до даного полімеру, — хороші розчинники.

Широкий асортимент матеріалів [3–4] і розчинників [5–6] для виготовлення флексоформ зумовлює потребу їх порівняльного дослідження, що надасть можливість науково обґрунтувати ефективність використання того чи іншого продукту в друкарнях флексографічного друку.

Метою нашого дослідження стало вивчення впливу концентрації полімерних композицій на в'язкість гетерофазного проявника (ГП). Об'єктом дослідження вибрано гетерофазний проявник [2] для вимивання флексоформ з різною кількістю в ньому флексографічних полімерних композиційних матеріалів.

В'язкість розчинників визначали з допомогою віскозиметра ВПЖ-4 [1]. Розрахунок динамічної в'язкості проводили за формулою:

$$\eta = \rho \cdot k \cdot g,$$

де ρ — густина досліджуваного розчинника (г/см^3);

k — кінематична в'язкість ($\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$);

g — прискорення сили тяжіння в місці вимірювання (м/с^2).

Одним із важливих технологічних параметрів, що визначає швидкість і якість виявлення латентного зображення, є ступінь насичення вимивного розчину фотополімерного матеріалу (ФПМ), який пов'язаний з його в'язкістю. Наприклад, якісне вимивання органічними розчинниками різних типів можливе при насиченні вимивного розчину ФПМ до п'яти – максимум 10%. Більша концентрація ФПМ у вимивному розчині істотно зменшує швидкість і глибину вимивання, а також можливість вимивання складних растрових елементів. Залежність динамічної в'язкості від різної кількості композиції в гетерофазному розчиннику при 20 °С показано на рис. 1–2.

При визначенні динамічної в'язкості гетерофазного розчинника з допомогою капілярного віскозиметра ВПЖ-4 встановлено, що в'язкість із додаванням різних композицій змінюється не в сторону збільшення, а навпаки — зі зменшенням, але до певної межі, що вдало продемонстровано на рис. 2, а потім поступово зростає. Це стало для нас цікавим фактором, що потребує окремої уваги.

Особливо різні зміни характеру в'язкості спостерігаємо при дослідженні фотополімерів Cyrel NOW, Pasaflex, що посприяло подальшому вивченню в'язкості ГП з додаванням у нього окремо чистого мономеру ДМЕГ і полімеру ІСТ. При цьому при додаванні мономеру в емульсійний розчинник різких змін

не виявлено, а при додаванні полімеру ICT фіксуємо різке падіння в'язкості. Можна стверджувати, що такі зміни в'язкості спричинені наявністю у фотополімерних флексографічних друкарських пластинах різних полімерів.

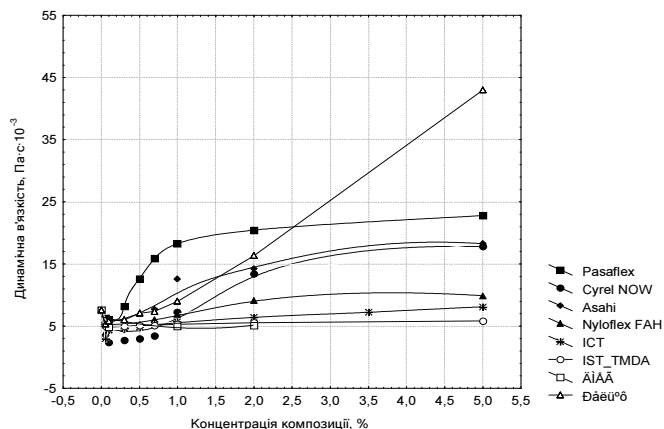


Рис. 1. Залежність динамічної в'язкості від кількості композиції до 5% в гетерофазному розчиннику при 20°C

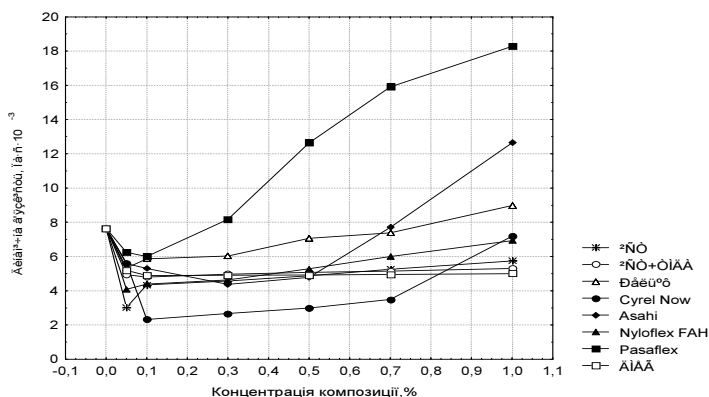


Рис. 2. Залежність динамічної в'язкості від кількості композиції до 1% в гетерофазному розчиннику при 20°C

Аналіз досліджуваного проявника проводився з використанням мікрофотографій (рис. 3), де спостерігаємо зміни кількості й величини дисперсних частинок.

З наведених фотографій добре видно зміну величини дисперсності емульсійного розчину залежно від концентрації ФПМ. На початкових стадіях вимивання емульсійний розчин набуває дрібнодисперсного характеру і гомогенізується за розміром частинок дисперсної фази, що може бути зумовлено стабілізацією дисперсних олеофільних частинок мономерами чи іншими

компонентами ФПК. При подальшому вимиванні ФПМ розчиняється в частинках олеофільної дисперсної фази, збільшує їх розміри і викликає коалесценцію. Про такий напрямок процесу свідчить зростання в'язкості системи та її подальша стабілізація на певному рівні. Разом із тим в'язкість вимивного емульсійного розчину при вимиванні водорозчинного ФПМ Рельєф постійно зростає, що зумовлено розчиненням водорозчинного компонента ФПМ у дисперсійному середовищі (воді).

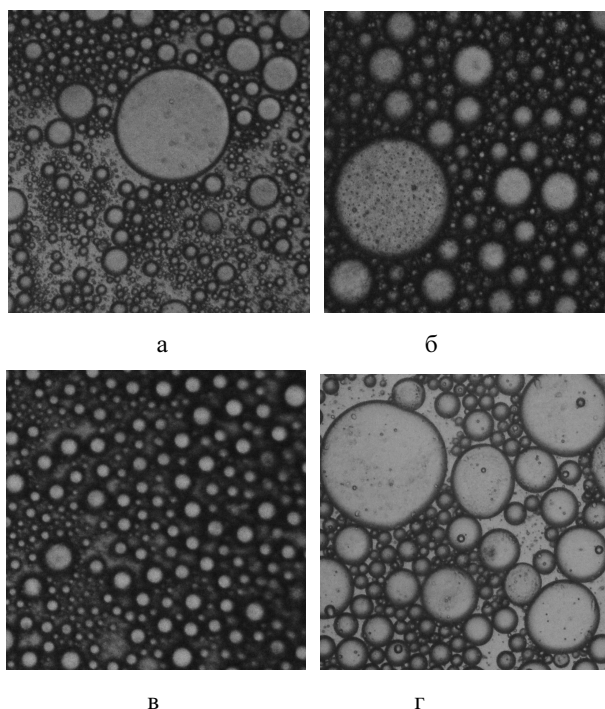


Рис. 3. Мікрозображення ГФР з різною кількістю фотополімерної пластици Cyrel AQS: а — чистий ГФР; б — 0,05%; в — 0,7%; г — 5%

Зроблена спроба автоматизувати аналіз мікрофотографій дисперсних систем, що полягає у визначенні розмірів частинок (дисперсності), а також побудувати статистичний і емпіричний розподіли. При вирішенні таких завдань використовували нову, розроблену в УАД, програму для визначення діаметра дисперсних частинок.

Дослідження динамічної в'язкості спонукало до подальшого вивчення емульсійного проявника з вмістом і кількістю композицій. Доцільно було дослідити розподіл частинок за розмірами ГП з урахуванням кількісного вмісту композиції.

З допомогою комп'ютерної програми «Діаметр» для обрахунку розміру дисперсних частинок було визначено їх радіус. З використанням даних одер-

жано залежність середнього радіуса дисперсних частинок (мкм) від %-ного вмісту композиції в ГП. Гістограми залежності найменших дисперсійних частинок розміром 0,1 мкм ГФР з різною концентрацією полімерних композицій Cyrel NOW, Рельєф подано на рис. 4–5.

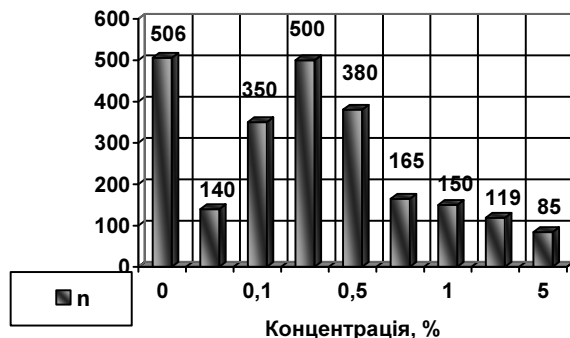


Рис. 4. Кількісний розподіл за радіусом (0,1 мкм) дисперсних частинок ГП з різною концентрацією полімеру Cyrel NOW

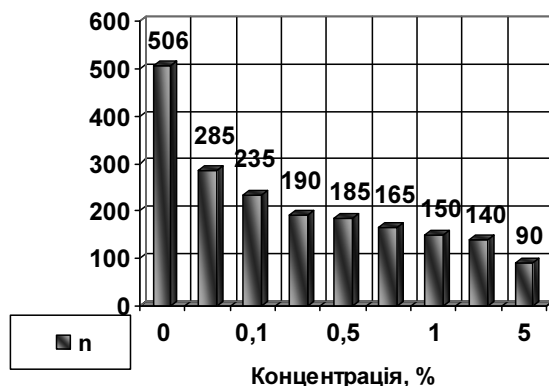


Рис. 5. Кількісний розподіл за радіусом (0,1 мкм) дисперсних частинок ГП з різною концентрацією полімеру Рельєф

Як продемонстровано на рис. 4, радіус дисперсних частинок змінюється хвилеподібно. Кількість дисперсних частинок (0,1 мкм) є майже однаковою при концентрації 0 і 0,3%; 0,05 і 0,7 та 1%, а також 0,1 і 0,5%. Подібні залежності спостерігаємо на рис. 1.

Розглянувши детально гістограму рис. 5, бачимо, що зі збільшенням кількості полімерної композиції Рельєф кількість найменших дисперсних частинок поступово зменшується, відповідно, дисперсні частинки за розмірами зростають, що є характерним для насичених полімером розчинників. Отже, можна зробити висновок, що в'язкість емульсійного проявника (на основі води й сольвенту нафтового і ПАР синтанол ДС-10) з різною кількіс-

тю введеної в нього композиції залежить від розміру дисперсних частинок, а також від природи полімеру, який міститься в фотополімерній флексографічній пластині.

Таким чином, при використанні ГП для виявлення прихованого зображення ФПМ спостерігається зменшення в'язкості емульсії при концентраціях ФПМ у вимивному розчині до 1%, та її подальше зростання до насичення вже при концентрації 1,5–2%, що пояснюється гомогенізацією і зменшенням розмірів дисперсної фази ГП на початкових стадіях вимивання та розчиненням компонентів ФПМ в олеофільних частинках дисперсної фази й їх наступною коалесценцією, що спричиняє збільшення, а потім стабілізацію величини в'язкості. Зниження в'язкості розчину інтенсифікує процес його дифузії в ФПМ і скорочує час вимивання.

1. Нафтопродукти. Прозорі і непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості і розрахунок динамічної в'язкості : ДСТУ ГОСТ 33-2003 (ИСО 3104-94). — [Чинний від 2003-22-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 181 с. — (Національні стандарти України). 2. Пат. 71762 А. Патент України G 03 F 7/32. Проявник для вимивання зображень фотополімерних друкарських форм / В. В. Шибанов, В. Г. Слободяник ; заявник і патентовласник Українська академія друкарства. — № 20031211255; заявл. 09.12.2003; опубл. 15.12.2004, Бюл. № 12. 3. Pat. 3836403.4 AG IC³ G03F7/004 Entwicklungslöse-mittel für durch Photopolymerisation vernetzbare Schichten sowie Verfahren zur Herstellung von Reliefformen / Schlosser H. – J., Schon G. Publ. 3.05.1990. 4. Pat. 4847182 (A) US IC³ G03F7/325 Method for developing a photopolymer printing plate using a developer comprising terpene hydrocarbons / Trevor J. Williams, John R. Worns, W. R. Grace & Co- Publ. 11.07.1989. 5. Pat. 6248502 (B1) US IC³ G03F7/325 Developer solvent for photopolymer printing plates and method / Richard W. Eklund. Nupro Technologies, Inc- Publ. 03.08.2000. 6. Pat. 20060040218 (A1) US IC³ G03F7/325 Terpene ether solvents / Wyatt M., Gallagher R. Wyatt Marion F, Gallagher R S- Publ. 23.02.1989.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕТЕРОФАЗНОГО ПРОЯВИТЕЛЯ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ ФЛЕКСОГРАФСКИХ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ

Исследовано и определен показатель динамической вязкости гетерофазного растворителя с различным количеством фотополімерных композиций, а также установлена зависимость между вязкостью и размерами дисперсных частиц гетерофазного растворителя, что объясняется гомогенизацией и уменьшением размеров дисперсной фазы гетерофазного проявителя на начальных стадиях вымывания и растворением компонентов фотополімерных материалов.

DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF PHOTOPOLYMER FLEXOGRAPHIC HETEROPHASE DEVELOPER PRINTING PLATES

Studied and the parameters of the dynamic viscosity of the solvent heterophase with different number of photopolymer compositions, as well as the dependence between viscosity and size of dispersed particles heterophase solvent.