

*Розроблено експериментальні зразки зволожувальних розчинів, до складу яких введено добавки з антибактеріальними властивостями для підвищення продуктивності процесу експлуатації систем зволоження у друкарських машинах. Визначено вплив добавок на зміну показників електропровідності та кислотності зволожувальних розчинів під час експлуатації та зберігання розчинів. Досліджено методи обробки зволожувальних розчинів для стабільності їх експлуатаційних властивостей та забезпечення якості друкування поліграфічної продукції*

**Ключові слова:** поліграфічна продукція, офсетний друк, зволожувальний розчин, антибактеріальні добавки, електропровідність, кислотність

*Разработаны экспериментальные образцы увлажняющих растворов, в состав которых введено добавки с антибактериальными свойствами, обеспечивающие повышение производительности эксплуатации систем увлажнения в печатных машинах. Определено влияние добавок на изменение показателей электропроводности и кислотности увлажняющих растворов при их эксплуатации и хранении. Исследованы методы обработки увлажняющих растворов для стабильности их эксплуатационных свойств и обеспечения качества печатания полиграфической продукции*

**Ключевые слова:** полиграфическая продукция, офсетная печать, увлажняющий раствор, антибактериальные добавки, электропроводность, кислотность

УДК: 655.3.024.3

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.74981

## УДОСКОНАЛЕННЯ ЗВОЛОЖУВАЛЬНИХ РОЗЧИНІВ ДЛЯ ОФСЕТНОГО ДРУКУ

**О. М. Величко**Доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри\*

E-mail: o.velychko@kpi.ua

**К. І. Золотухіна**

Кандидат технічних наук\*

E-mail: k.zolotukhina@kpi.ua

**Т. В. Розум**

Кандидат технічних наук, доцент\*

E-mail: t.rozum@kpi.ua

Кафедра репрографії

\*Видавничо-поліграфічний інститут  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут»  
вул. Ак. Янгеля, 1/37, м. Київ, Україна, 03056

### 1. Вступ

Видавничо-поліграфічна галузь розвивається під впливом науково-технічного прогресу. Відбувається розвиток спеціалізованих виробництв та персоналіфікація продукції на основі сучасних цифрових технологій, посилення безперервності та гнучкості виробництва, автоматизація та комп'ютеризація видавничо-поліграфічних комплексів, введення нових цифрових систем контролю і підтримки властивостей комплектуючих, вхідних матеріалів, напівфабрикатів, постійне підвищення вимог до якості готової продукції тощо. Офсетний спосіб друку зі зволоженням друкарських форм, який утримує лідируючі позиції у способах виробництва поліграфічної продукції, зазнає всіх проявів науково-технічного прогресу [1, 2].

Продуктивність і якість друкування плоским офсетним друком зі зволоженням друкарських форм залежить від багатьох факторів, а якість відбитків різноманітної поліграфічної і пакувальної продукції, в свою чергу, вимагає в нинішніх умовах як найменшого агресивного впливу на навколишнє середовище і сферу діяльності людини.

Найважливішими факторами друкарського процесу є: властивості задрукованого матеріалу, технологічного середовища та умов їх взаємодії. Зміни властивостей складників технологічного середови-

ща, недотримання параметрів друкування призводять до:

- нестабільності процесу;
- порушення кольоровідтворення;
- дефектності відбитків тощо.

Важливим складником плоского офсетного способу друку зі зволоженням друкарських форм є зволожувальний розчин, який варто щоденно ретельно контролювати [3, 4].

Вимоги до якості поліграфічної та пакувальної продукції постійно зростають. Це сприяє постійному пошуку методів і засобів удосконалення технологій плоского офсетного друку зі зволоженням. Зокрема, забезпечення екологічності виробництва, зменшення забруднення при експлуатації і профілактиці фарбових і зволожувальних апаратів. Актуальним завданням є спрямоване регулювання антибактеріальних властивостей зволожувальних розчинів шляхом введення антибактеріальних добавок та застосування спеціальних методів обробки.

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Домінування у виробництві поліграфічної продукції плоского офсетного друку зі зволоженням сприяло поглибленню технологічних основ друкування. Зокрема, вивчення впливу складників технологічного сере-

довища друкарського процесу на зміни характеристик відбитків залежно від властивостей задруковуваних матеріалів, фарб, зволожувальних розчинів, офсетних гумовотканинних полотнищ. Дослідження спрямовані на вдосконалення систем підтримання стабільності технологічних режимів.

В роботі [5] на підставі експериментальних досліджень складу, структури і властивостей офсетних гумовотканинних полотнищ, їх зміни під впливом факторів друкарського контакту встановлено зміни змочування поверхні полотнища залежно від тиражу. Зокрема, збільшення коефіцієнта поверхневого натягу поверхневих шарів офсетних полотнищ при друкуванні призводить до порушення сприйняття та перенесення фарби і зволожувального розчину. Так, при товщині шару зволожувального розчину в межах 1,8–3,0 мкм нові полотна передають 70 % його на папір. Спрацьовані полотна мають максимальне перенесення 80 % тільки при товщині шару зволожувального розчину 2 мкм, а при збільшенні товщини від 2,5 до 5 мкм перенесення на папір знижується до 33 %. Перенесення фарби зі спрацьованого полотна на папір знижується до 40–50 %. Таким чином, за одних і тих самих режимів друкування перенесення зволожувального розчину спрацьованими полотнищами становить 80 %, а фарби 40–50 %, що характеризує порушення балансу «вода-фарба». Виявлені вузькі межі товщини шару зволожувального розчину у процесі друкування при збільшенні накладів призводять до необхідності постійного регулювання режимів друкування. Хоча зменшення товщини зволожувального розчину на поверхні форми сприяє більшій стабілізації водно-фарбової емульсії, порушення її стабільності залежно від спрацювання офсетного полотна дуже суттєвий фактор продуктивності і стабільності друкарського процесу.

Вплив факторів друкарського контакту на сприйняття і перенесення зволожувального розчину проміжними елементами офсетних форм, які встановлено в роботі [6], також суттєво порушують баланс «вода-фарба». Так, для нових форм мінімальний шар, що утримується проміжними елементами, складає 0,25 мкм, а після 70,0 тис. відбитків цей шар складає лише 0,02 мкм, що зумовлено змінами пористості, мікрогеометрії поверхні, складу проміжних елементів форм під впливом факторів друкарського контакту.

Окрім цього, виробничі дослідження властивостей зволожувальних розчинів, наведених в [6], виявили стохастичність показника електропровідності – значне збільшення, згодом збалансування, а потім зростання в результаті змінності замовлень і переналагоджень друкарської машини.

В роботах [7–9] наведено моделювання процесу перенесення зволожувального розчину між валиками зволожувального апарата та дослідження плівкових зволожувальних апаратів. Так, в роботі [9] запропоновано спосіб вимірювання зволожувального розчину на валиках плівкового зволожувального апарата, який дозволяє контролювати рівномірність шару розчину для стабілізації режимів під час роботи друкарської машини.

Вибір концентрату зволожувального розчину для досягнення оптимальної рецептури при друкуванні на листових друкарських машинах наведено в роботах [10, 11]. При цьому встановлено, що при збільшенні вмісту зволожувального розчину в фарбі від 1 до 30 %, при товщині шару фарби на відбитку 1,2 мкм, час за-

кріплення фарби збільшується на 25 %.

В роботах [11–13] наведено комплексні дослідження та прогнозування таких якісних характеристик як оптична густина, баланс по сірому, підсилення тону залежно від режимів подачі зволожувального розчину. Зокрема, [12, 13] вивчено вплив зменшення кількості ізопропилового спирту на розтискування растрової крапки аж до повного його виключення у складі зволожувального розчину для забезпечення якості друкування на папері.

Результати досліджень, наведених в [5–13], свідчать про взаємозв'язок компонентного складу зволожувального розчину з режимами його подавання та перенесення в друкарському контакті. Водночас продовжує бути актуальним дотримання водно-фарбового балансу. З джерела [3] відомо, що рівень рН зволожувального розчину впливає на ступінь емульгування фарби та на час її закріплення на відбитку. Зменшення рН з 9 до 5 одиниць призводить до зниження ступеня емульгування, однак до підвищення часу висихання в 1,5 рази.

Останні аналітичні матеріали [14] розкривають сутність функцій автоматичного підбору компонентів зволожувального розчину. Окрім цього, наводиться принципи роботи пристроїв змивання і очищення зволожувальних апаратів. Популярні системи для автоматизованого контролю, управління і стабілізації зволожувального розчину, якими оснащуються офсетні друкарські машини [14]: Kompac II/III/V/VI фірми Varn Kompac; alpha, beta, delta та інші серії пристроїв фірми Technotrans Group; BasicLiner фірми BALDWIN; Space Saver SS-3 фірми Superior Press Parts; Optimizer фірми Ecografica.

Наприклад, система Optimizer італійської фірми Ecografica за даними, опублікованими в джерелі [14], під'єднується до системи рециркуляції зволожувального розчину і до водопроводу. Система самостійно готує розчин і автоматично підтримує його параметри. Вбудований насос постійно перекачує розчин через пристрій. У цей момент проводиться вимірювання характеристик зволоження і при необхідності їх автоматичне корегування.

Корегування параметрів здійснюється за рахунок використання іонообмінних смол. Регулювання рН проводиться додаванням дозованої кількості так званої «кислої води». Вона поступає із спеціальної ємності, де водогінна вода піддається дії спеціальних компонентів іонообмінних смол і стає «кислою». Для регулювання електропровідності використовується спеціальний дуже концентрований розчин, що дозується буквально по краплях. У системі передбачене задання з пульта параметрів електропровідності і кислотності. За даними [14], головними матеріалами для приготування розчину в цій системі окрім водогінної води є суміш смол з фірмовою назвою Optires і фірмовий розчин для корегування електропровідності Optisol. Зниження поверхневого натягу води досягається за допомогою спеціального «багатоступінчатого паралельного магніту». В результаті при використанні такої води в розчині відпадає необхідність використання ізопропилового спирту. Поверхневий натяг води знаходиться на тому рівні, який забезпечує спирт, а значить, можна друкувати з тією ж якістю – растрова крапка стає чіткішою, плашки більш насиченими,

кольори яскравішими. Разом із цим, за даними [14], магнітні поля істотно гальмують процес кристалізації солей, і мікрофлора у воді також розвивається повільніше. Таким чином зволожувальний розчин набагато довше залишається чистим [14].

Устаткування фірми Technotrans Group поширене у виробництві завдяки потужним автоматизованим операціям підготовки, стабілізації і підтримання режимів спиртового зволоження. Варіанти комплектації передбачають виконання як окремих операцій, так і комплексних, універсальних рішень. Тому лінійка систем різнилась і вартістю і ступенем автоматизації [15]. В Україні системи фірми Technotrans Group обслуговує і впроваджує ТОВ „МАКХАУС”, що також публікує всю необхідну інформацію на своєму сайті [16]. Важливий висновок, що може бути зроблено з огляду джерел [14–16], полягає в наступному. Завдяки запропонованим рішенням забезпечується екологічність поліграфічного виробництва, мінімізується стохастичність за рахунок підготовки і оброблення води, зволожувальний розчин менш вразливий до зростання мікрофлори, а профілактика і очищення зволожувальних систем зводиться до застосування фірмових засобів.

Таким чином, увиразнена актуальна проблема забезпечення чистоти зволожувальної системи, яка пов'язана з якістю поліграфічної продукції.

Роботи [17–19] розкривають сутність методів оброблення води, зволожувального розчину і утилізації відпрацьованого розчину в листових офсетних друкарських машинах.

Так роботі [17] наведено результати експериментального дослідження динаміки зміни основних показників води і зволожувальних розчинів та їх вплив на процес офсетного друку. Зокрема, запропоновано для покращення технічного стану устаткування, а також підвищення терміну зношення валиків фарбового та зволожувального апаратів, встановлення системи очищення води на технології зворотного осмосу. В роботі [18] запропоновано методи обробки зволожувального розчину для окислювання органічних сполук в стічних водах, які залишаються від відпрацьованого розчину. Але не торкалися проблеми накопичення відходів у зволожувальному апараті обладнання.

Автори роботи [19] розглянули метод обробки відходів зволожувального розчину після друкування аркушів офсетним способом. Він заснований на застосуванні хлорату кальцію для окислювання органічних сполук в стічних водах, які залишаються від відпрацьованого розчину. Але не торкалися проблеми накопичення відходів у зволожувальному апараті обладнання.

В роботі [20] розроблено метод візуалізації і вимірювання кількості зволожувального розчину у складі водно-фарбової емульсії. Його суть полягає в додаванні до зволожувального розчину флуоресцентних барвників та відслідковуванні кількості та стану крапель у складі емульсії за допомогою конфокального мікроскопу. Недоліком може вважатися спотворення кольірних характеристик відбитків внаслідок додавання барвника.

Таким чином, проблеми підбору компонентів зволожувального розчину, підготовки води для його при-

готування, контролю подавання і перенесення у процесі друкування, взаємодія з друкарською формою і офсетним полотнищем є актуальними і досліджуються. Проте запобігання утворення в зволожувальному розчині мікрофлори, профілактика і очищення зволожувальних систем має перспективи удосконалення.

Важливим напрямом удосконалення зволоження може стати додаткове введення антибактеріальних компонентів при незмінній кислотності і електропровідності розчину, що сприятиме ефективній профілактиці зволожувальних апаратів. Зменшення утворення мікрофлори в розчині підвищить продуктивність очищення зволожувального апарата і стабілізацію водно-фарбової емульсії в процесі друкування. Розширить коло застосування не тільки у новітніх системах зволоження, а й у одно- та двофарбових друкарських машинах з плівковим зволоженням старшого покоління.

Напрямок забезпечення виробництва екологічної поліграфічної продукції завжди буде актуальним. Підвищення антибактеріальних властивостей зволожувальних розчинів, водночас зі збереженням стабільних показників кислотності, електропровідності і загальної мінералізації є перспективним. Таким чином, дане дослідження було спрямоване на удосконалення складу зволожувального розчину із застосуванням спеціальних методів його оброблення та вивчення впливу антибактеріальних добавок до концентратів зволожувальних розчинів на стабільність його показників впродовж тривалого проміжку часу та на якість продукції при друкуванні водно-фарбовою емульсією.

### 3. Ціль та задачі дослідження

Мета роботи полягала у визначенні впливу антибактеріальних добавок до зволожувального розчину та методів його обробки на стабільність показників, зокрема електропровідності та кислотності, для підвищення продуктивності експлуатації систем зволоження при друкуванні поліграфічної продукції.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- визначення впливу антибактеріальних добавок на зміну показників зволожувальних розчинів, характеру процесу друкування;
- встановлення взаємовпливу параметрів технологічного середовища у процесі перенесення водно-фарбової емульсії на задруковуваний матеріал;
- удосконалення способів оброблення складників технологічного середовища для стабілізації процесу друкування та унормування кольоровідтворення.

### 4. Матеріали та методи дослідження впливу добавок на стабільність показників зволожувальних розчинів

#### 4.1. Досліджувані матеріали та засоби, що використовувались в експерименті

Досліджувались концентрати зволожувальних розчинів, які поширені в Україні, експериментальний розчин і модельна гібридна друкарська фарба, які наведено в табл. 1.

Для розчинів досліджувались показники електропровідності, жорсткості, кислотності (табл. 2).

Таблиця 1

## Досліджувані матеріали

Матеріали	Марка	Виробник (постачальник)
Концентрати зволожувальних розчинів	– Gold Star Fountain Solution; – Stabilat D; – Varn Supreme	– ABC Chem (постачальник в Україні – APG Printing Technology); – Druckerei Service постачальник в Україні – ТОВ «Поліграфімпорт»); – Varn (постачальник в Україні – ТОВ «МАКХАУС»)
Зволожувальний розчин на основі лимонної кислоти, натрію фосфорнокислого 12-водного, декасану, 1 %-о розчину саліцилової кислоти в етанолі, 20 %-о розчину тетраборату натрію в гліцерині	Експериментальний розчин	Патент України на корисну модель № 108080 [21]
Антибактеріальна добавка у вигляді водного розчину декаметоксину	Декасан	«Юрія-Фарм», Україна
Друкарська фарба на основі алкідних полімерів, суміші мінеральних і рослинних масел, кобальтового сикативу, поверхнево-активних речовин, олігоефіракрилатів, фотоініціатору, гідрохінону	Модельна гібридна фарба	Патент України на корисну модель № 60660 [22]
Папір	– Офсетний UPM Gloss, 80 г/м <sup>2</sup> ; – крейдований Magno Satin Sappi, 130 г/м <sup>2</sup>	– UPM (постачальник в Україні – ТОВ «Сервісінторг»); – Sappi (постачальник в Україні – ТОВ «Укріппа»)
Пластик листовий	Аркуші пластику з полівінілхлориду (ПВХ) та полістиролу (ПС) товщиною 0,5 мм	Pentaprint постачальник в Україні – ТОВ «Факторіал»)

Таблиця 2

## Показники та прилади для їх вимірювання

Показники	Прилади (марка, виробник)	Характеристики приладів
Електропровідність, мкСм/см	Кондуктометр EZODO cond 5021 (EZO, Тайвань)	Точність вимірювання $\pm 2$ % від виміряного значення в діапазоні 0–9990 мкСм/см
Жорсткість, в одиницях dH	Портативний тестер якості розчинів TDS meter 1395 (Kelilong Electron, Китай)	Точність вимірювання $\pm 2$ % від виміряного значення
Кислотність, рН, одиниць	рН-метр марки 150 МИ (ТОВ «Вимірювальна техніка», Росія)	Точність вимірювання $\pm 1$ від значення рН та діапазон вимірювання рівня рН – 1–14
Коефіцієнт пропускання, %	Фотоколориметр 2КФК-МП (Загорський оптико-механічний завод, Росія)	Спектральний діапазон від 315 до 750 нм
Коефіцієнт фарбосприйняття при перенесенні водно-фарбової емульсії (фарби) з форми на офсетне полотно і з нього на папір (пластик), К <sub>п</sub> , %	Лабораторний прободрукарський пристрій ЛПУ-1 (ВНИИ Поліграфії, Росія)	Швидкість друку V=2,5 м/с і тиск P=1,11 МПа
Оптична густина відбитків	Спектрофотометр GretagMacbeth Eye-One Pro (GretagMacbeth AG, США)	Оптична роздільна здатність – 10 нм, розмір вимірювальної апертури – 4,5 мм, геометрія вимірювань – 40°/0°
Колірні характеристики відбитків	Спектрофотометр Datacolor 110 R (Datacolor, Китай)	Спектральний діапазон від 360 до 700 нм
Обробка магнітним полем	Воронка-магнітрон (НТЦ Магнітотрон, Росія)	Магнітна індукція 40 $\pm$ 10 мТл
Опромінення розчинів	Кварцева лампа BactoSfera ОББ 15П (ТМ BactoSfera, Україна)	УФ-спектральний діапазон 200–400 нм

Приготування зволожувального розчину із застосуванням концентрату здійснювався шляхом його розчинення у воді у пропорціях 1:20 – 1:50, експериментальні зразки – послідовним змішуванням його компонентів до встановлення рівня рН в межах 4,7–5,5 (крива 1, рис. 1). Для доведення показника електропровідності до рівня 800–1500 мкСм/см (крива 2, рис. 1) додавався ізопропиловий спирт і антибактеріальна добавка. Визначалися коефіцієнт пропускання розчинів, рН, електропровідність упродовж 720 годин їх зберігання в лабораторних умовах при температурі 18–20 °С та вологості 60 %.

Приготування водно-фарбової емульсії здійснювалося шляхом уведення приготовлених зволожу-

вальних розчинів у кількості 25 % (у пропорції 1:4) до модельної гібридної фарби. Збалансована суміш фарби і зволожувального розчину дає важливу для офсетного друку стабільну емульсію. Відхилення у вигляді емульгування фарби ведуть до проблем при друкуванні. Падають в'язкість, липкість, втрачаються тиксотропні властивості фарби. Можуть знижуватися спектральні характеристики відбитків, кольорове охоплення тощо. Таким чином, перенесення саме водно-фарбової емульсії у друкарському контакті із застосуванням антибактеріальних добавок до зволожувальних розчинів є важливим аспектом дослідження.



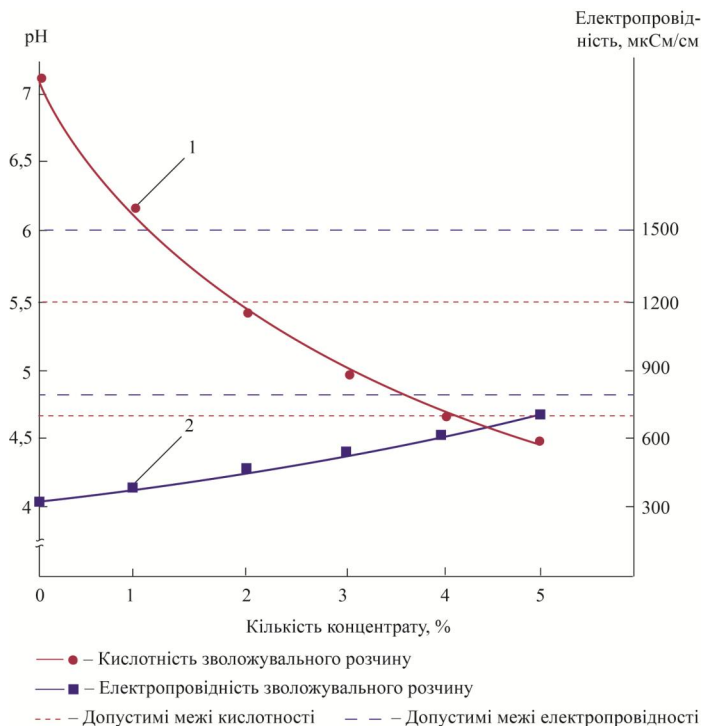


Рис. 1. Зміни кислотності та електропровідності зволожувального розчину від кількісного вмісту концентрату

Друкуювання здійснювалося на лабораторному прободрукарському пристрої ЛПУ-1 (ВНДІ Поліграфії, Росія) на папері та пластику (табл. 1) з такими параметрами: швидкість 2,5 м/с, тиск 1,11 МПа. Визначали коефіцієнт фарбоперенесення за методикою [23] Вимірювали оптичну густину і колірні характеристики відбитків (табл. 2).

Статистична обробка експериментальних даних базувалася на визначенні середньоквадратичного відхилення та абсолютної похибки за методикою [23]. Обчислення здійснювалися у програмному забезпеченні Microsoft Excel 2010 [23].

#### 4. 2. Методика оброблення зволожувальних розчинів

Зволожувальні розчини у процесі друкування або зберігання в міжопераційний період з часом можуть змінювати свої властивості, як було зазначено вище в п. 2. Зокрема, відбувається зміна рН, зростає електропровідність, виникає піноутворення, розчин набуває бурого відтінку. Порушується волно-фарбовий баланс: виникає затягування растрової крапки, тінення відбитків тощо.

Для забезпечення стабільності розчини піддавалися додатковій обробці магнітним полем, шляхом пропускання через магнітну воронку з магнітною індукцією  $40 \pm 10$  мТл та додатково проводилося опромінення в УФ-спектральному діапазоні 200–400 нм впродовж 10–30 хв (табл. 2).

#### 5. Результати досліджень основних показників розроблених зволожувальних розчинів та їх взаємодії з фарбою у друкарському контакті

Додавання антибактеріальної добавки до складу розчину призводить до збільшення електропровідності

та практично не впливає на кислотність зволожувального розчину (крива 1, рис. 2). Оскільки електропровідність зволожувального розчину (крива 2, рис. 2) має знаходитися у чітко визначених межах, то за результатами проведених досліджень визначено оптимальний вміст добавки, який становить 3–6 %, для підтримання значення електропровідності в діапазоні 800–1500 мкСм/см.

Впродовж 720 год. досліджень зміни електропровідності не обробленого зволожувального розчину, підготовленого з концентрату (табл. 1), відбувалися в межах  $\pm 30$ –70 мкСм/см та виходили за межі норми, натомість електропровідність розроблених розчинів, які пройшли попередню підготовку, змінювалася в межах  $\pm 10$ –30 мкСм/см і відповідала нормованим значенням.

Для зволожувального розчину з концентратом (табл. 1) кислотність змінювалася на  $\pm 0,1$ –0,3 одиниць, а для розробленого дослідного зразка з добавками коливалася в межах  $\pm 0,02$ –0,04, які є незначними та не впливають на якість зволожувального розчину і не порушують стабільності процесу друкування.

Старіння розчинів після обробки магнітним полем та УФ-опромінення дещо уповільнилося, що ілюструється на рис. 3, 4.

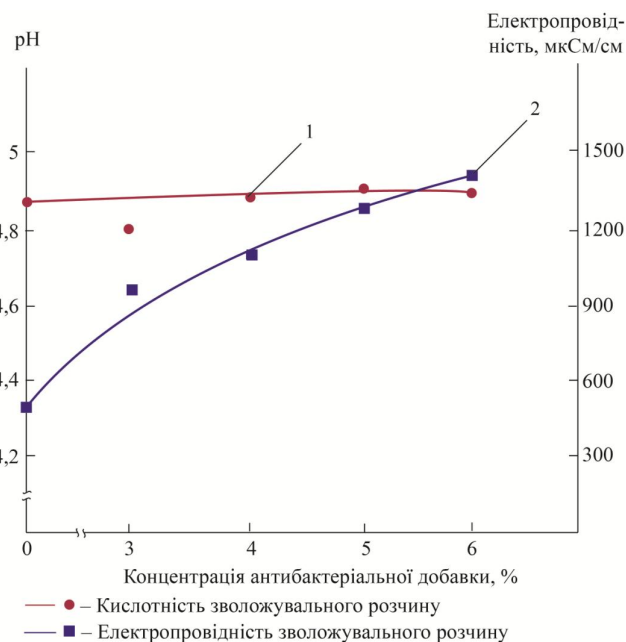


Рис. 2. Зміни кислотності та електропровідності зволожувального розчину від кількісного вмісту антибактеріальної добавки

Наприклад, зволожувальний розчин на основі концентрату Gold Star Fountain Solution (табл. 1) без оброблення має більший ступінь помутніння (крива 1, рис. 3, 4) при зберіганні впродовж 720 год., ніж з антибактеріальною добавкою і обробленні (криві 2–4, рис. 3, 4), що свідчить про доцільність їх застосування.

Розроблені та підготовлені до друку зразки зволожувального розчину були використані для дослідження друкарсько-технічних характеристик відбитків при друкуванні водно-фарбовою емульсією.

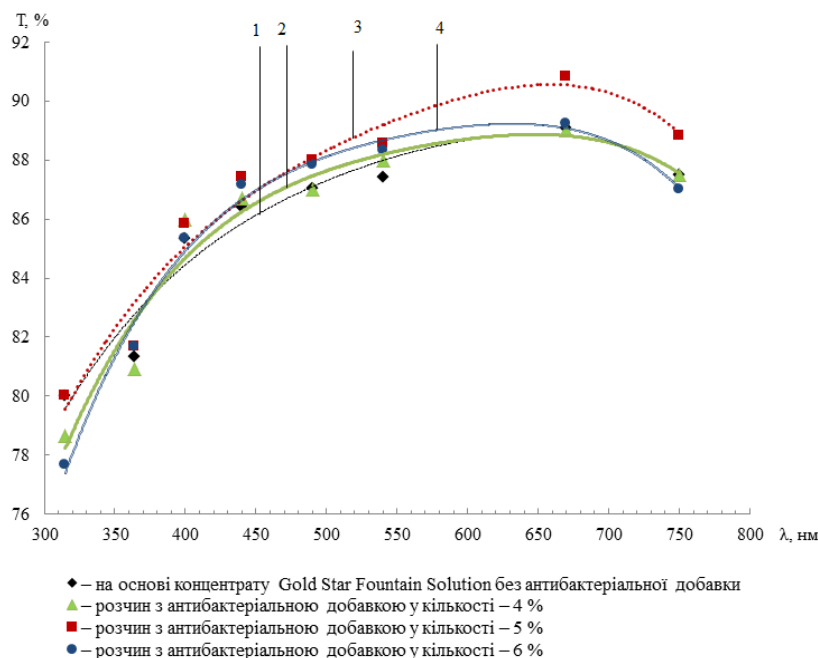


Рис. 3. Коефіцієнт пропускання зволожувальних розчинів в діапазоні опромінювання 300–750 нм відразу після приготування

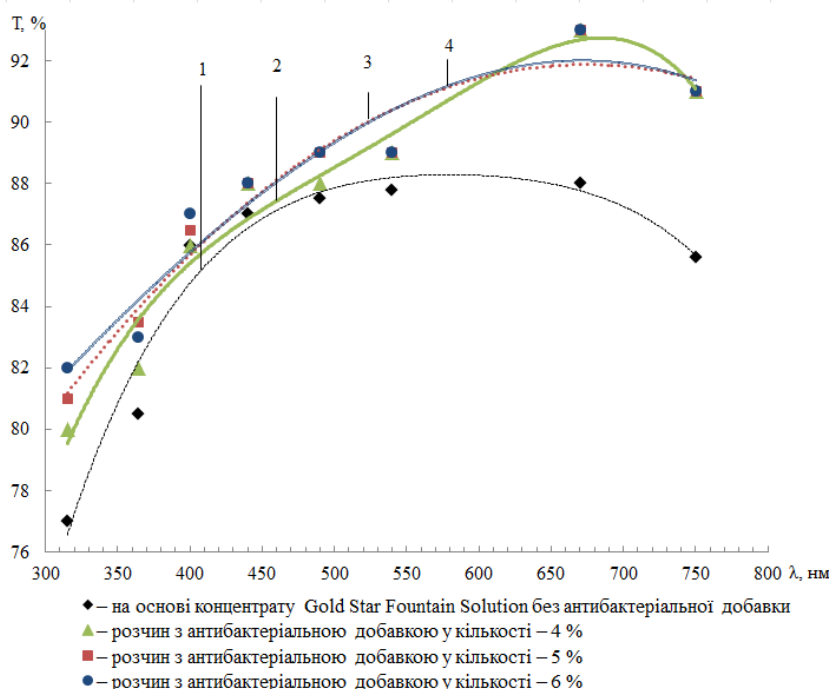


Рис. 4. Коефіцієнт пропускання зволожувальних розчинів в діапазоні опромінювання 300–750 нм після зберігання 720 год

Досягнення нормованого значення оптичної густини на відбитках за ISO 12647 [24], отриманих при друкуванні на невсотовувальній поверхні офсетним способом, здійснюється при товщині фарбового шару 1–1,6 мкм, а при друкуванні на матеріалах із пористою структурою – 1,5–2,0 мкм.

Однак, розроблені зразки фарб та формування стабільної водно-фарбової емульсії дозволили отримати унормоване значення оптичної густини при друкуванні тонкими шарами, товщиною 0,8–1,0 мкм.

Якість поверхні паперу впливає на коефіцієнт фарбосприйняття [3]. При рівних режимах друкуванні на папері крейдованому ширші межі діапазону товщини фарбових шарів на формі (рис. 5).

Крива 1 (рис. 5) описується рівнянням:

$$y = -13,96x^2 + 37,89x + 5,8, \quad (1)$$

величина апроксимації  $R^2 = 0,92$ , крива 2 (рис. 4) описується рівнянням:

$$y = -7,68x^2 + 31,4x + 0,42, \quad R^2 = 0,92. \quad (2)$$

Коефіцієнт фарбосприйняття при друкуванні на невсотовувальних поверхнях, як показали дослідження, дещо вищий для гібридної фарби з більшою кількістю УФ-складника (рис. 6). Проте характер кривих  $K_n = f(h_f)$  значно екстремальніший за більш вузького діапазону фарбових шарів на формі і описується наступними поліноміальними рівняннями другого порядку:

крива 1:

$$y = -92,35x^2 + 20,99x + 52,4, \quad R^2 = 0,94; \quad (3)$$

крива 2:

$$y = -56,87x^2 + 4,42x + 48, \quad R^2 = 0,84; \quad (4)$$

крива 3:

$$y = -306,07x^2 + 308,74x - 29,86, \quad R^2 = 0,95; \quad (5)$$

крива 4:

$$y = -302,02x^2 + 239,01x + 4,4, \quad R^2 = 0,93. \quad (6)$$

За експериментальними даними встановлено, що технологічний процес друкуванні водно-фарбовою емульсією забезпечує досягнення нормалізованого значення оптичної густини відбитків при нанесенні шарів фарби до 1 мкм. Таке значення товщини фарбового шару на відбитку є оптимальним, оскільки забезпечує мінімальну допустиму за ДСТУ ISO 12647-2:2004

[24] величину кольорних відмінностей  $\Delta E$ . Для офсетного паперу товщина шару фарби становила 0,5–1,0 мкм, для крейдованого – 0,8–1,0 мкм, для невсотовувальних матеріалів – 0,5–0,8 мкм. Таким чином, використовуючи розроблені зразки фарб, антибактеріальних добавок до зволожувальних розчинів можна зменшити витрати фарби, покращити екологічні аспекти та отримати кольорні показники відповідно до стандарту ISO 12647-2:2004 [24], а також здійснювати процес закріплення відбитків з меншими енергетичними витратами.

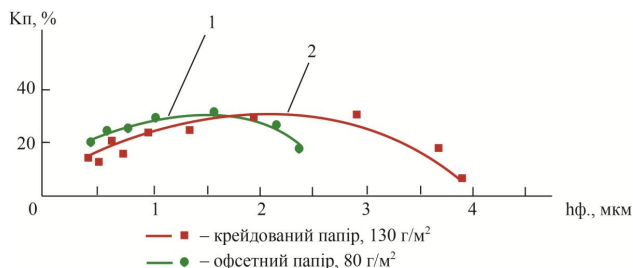


Рис. 5. Залежність коефіцієнту фарбоперенесення (Кп) від товщини шару фарби на формі ( $h_{\text{ф}}$ ) при друкуванні водно-фарбовою емульсією з використанням гібридної фарби: 1 — офсетний папір 80 г/м<sup>2</sup>; 2 — крейдований папір, 130 г/м<sup>2</sup>

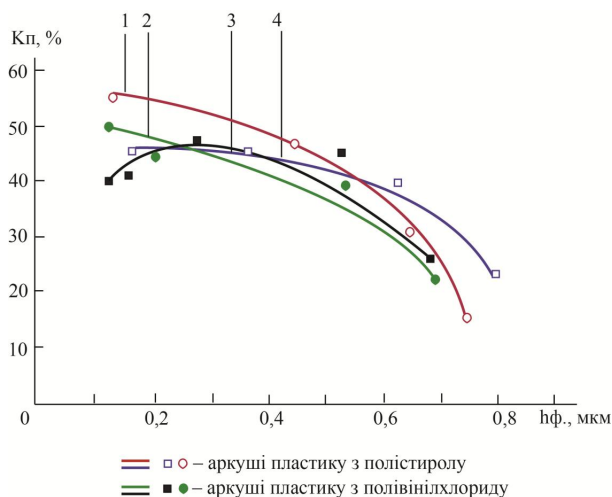


Рис. 6. Залежність коефіцієнту фарбоперенесення (Кп) від товщини шару фарби на формі ( $h_{\text{ф}}$ ) при друкуванні водно-фарбовою емульсією з використанням гібридної фарби з кількістю УФ-складника: 1, 2 — 2 %, 3, 4 — 10 %; 1, 3 — аркуші пластику з полістиролу; 2, 4 — аркуші пластику з полівінілхлориду

Аналіз результатів вимірювання показників оптичної густини та часу первинного закріплення відбитків, отриманих водно-фарбовою емульсією свідчить, що додаткове введення антибактеріальних добавок та попередня обробка зволожувального розчину забезпечує стабільність водно-фарбової емульсії, унормоване значення оптичної густини фарби на відбитку та скорочення часу первинного закріплення фарби для складування відбитків у стоси на 5–8 хв.

#### 6. Обговорення результатів дослідження основних показників розроблених зволожувальних розчинів та їх взаємодії з фарбою у друкарському контакті

Удосконалення процесів зволоження полягає у дотриманні послідовних дій з підготовки води, аналізу сучасного асортименту концентратів для приготування зволожувальних розчинів та добавок для регулювання їх властивостей залежно від характеристик води та технологічного середовища друкарського контакту, структури задруковуваних матеріалів і сюжетності зображень, та прийняття рішення щодо того чи іншого компоненту.

Аналіз результатів вимірювання змін показників рН та електропровідності свідчить про доцільність введення до складу зволожувального розчину антибактеріальних добавок, зокрема, декасан в обсязі 3–6 %. Додавання декасану сприяє зменшенню утворення шкідливої мікрофлори. З'являється можливість обробляти більшу кількість замовлень, внаслідок скорочення часу на очищення зволожувального апарата.

Таким чином, підвищується продуктивність роботи зволожувальної системи. Додаткове оброблення магнітним полем та опромінення в УФ-спектральному діапазоні 200–400 нм впродовж 10–30 хв забезпечує стабілізацію властивостей розчину упродовж 720 год. зберігання. Скорочення часу закріплення відбитків при друкуванні гібридними фарбами на 5–8 хв (у двічі) сприяє лакуванню УФ-лаками в лінію при унормованих показниках оптичної густини.

Унормоване значення оптичної густини при друкуванні тонкими шарами товщиною 0,8–1,0 мкм дає широкі можливості підвищення продуктивності процесу поліграфічного оформлення, наприклад пакувальної продукції на пластику, складування в стоси до 1000 аркушів.

Результати досліджень будуть корисними для друкарень, які містять серед всього спектру виробничих потужностей дільницю офсетного способу друку зі зволоженням друкарських форм. Виготовлення поліграфічної та пакувальної продукції із застосуванням запропонованих рішень буде відповідати нормативам екологічності та поліграфічним стандартам якості.

Проведені дослідження є однією з багатьох актуальних тем поліграфічного спрямування. Випробування створених експериментальних зразків зволожувальних розчинів будуть продовжені та спрямовані на досконале визначення часу, потрібного на переналадження фарбового і зволожувального апаратів, їх очищення від залишків відпрацьованих компонентів під час зміни замовлень та технічного обслуговування системи зволоження.

#### 7. Висновки

1. Визначено напрямки удосконалення зволоження в офсетному друці, які полягають у додаванні антибактеріальних добавок та методів оброблення розчинів з метою підвищення продуктивності експлуатації систем зволоження при друкуванні поліграфічної продукції.

2. Встановлено вміст антибактеріальної добавки у кількості 3–6 % для підтримання значення електропровідності в межах норми 800–1500 мкСм/см. Результати досліджень взаємодії складників водно-фарбової емульсії дало підстави стверджувати про прогнозовану взаємодію характеристик технологічного середовища друкарського контакту при друкуванні шарами фарби товщиною в межах 0,5–1,0 мкм на вископродуктивній техніці.

3. Оброблення зволожувального розчину магнітним полем та опромінення в УФ-спектральному діапазоні 200–400 нм забезпечує стабільність водно-фарбового балансу, унормоване значення оптичної густини фарби на відбитку та скорочення часу первинного закріплення фарби на 5–8 хв.

## Література

1. Кузнецов, Ю. В. Основы технологии иллюстрационной печати [Текст] / Ю. В. Кузнецов. – СПб.: НП «Русская литература», 2016. – 440 с.
2. Зоренко, Я. В. Технології репродукування плоским офсетним друком [Текст] / Я. В. Зоренко; за заг. ред. О. М. Величко. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2015. – 176 с.
3. Мельников, О. В. Технологія плоского офсетного друку [Текст] / О. В. Мельников. – Львів: Українська академія друкарства, 2007. – 388 с.
4. Хохлова, Р. А. Оздоблення поліграфічної продукції лакуванням [Текст] / Р. А. Хохлова, О. М. Величко. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2014. – 183 с.
5. Гавриш, А. П. Триботехнічний аналіз системи «друкарська форма–офсетне гумовотканинне полотнище–відбиток» [Текст] / А. П. Гавриш, О. В. Зоренко // Технологія і техніка друкарства. – 2007. – Вип. 3-4 (17-18). – С. 36–40.
6. Skyba, V. M. Printing stability of offset printing plates [Text] / V. M. Skyba // Технологія і техніка друкарства. – 2015. – № 1 (47). – С. 30–39. – Режим доступу: <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/43272/39745>
7. Орлова, Е. Ю. Исследование подачи увлажняющих растворов с малым содержанием изопропилового спирта питающей группой увлажняющего аппарата [Текст] / Е. Ю. Орлова, Е. В. Вулканов // Весник Московского государственного университета печати. – 2014. – № 1. – С. 144–147. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-podachi-uvlazhnyayuschih-rastvorov-s-malym-soderzhaniem-izopropilovogo-spirta-pitayuschey-gruppy-uvlazhnyayuschego>
8. Blagodir, O. Regularities of ink-water balance stability in offset printing [Text] / O. Blagodir, K. Zolotukhina, B. Kushlyk, O. Velychko // EUREKA: Physics and Engineering. – 2016. – Issue 3. – P. 31–37. doi: 10.21303/2461-4262.2016.00078
9. Углев, А. В. Способ измерения увлажняющего раствора на валиках пленочного увлажняющего аппарата [Текст] / А. В. Углев, И. Ш. Герценштейн, Е. Ю. Орлова // Весник Московского государственного университета печати. – 2015. – № 1. – С. 165–167. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/sposob-izmereniya-uvlazhnyayuschego-rastvora-na-valikah-plenochnogo-uvlazhnyayuschego-apparata>
10. Нечипоренко, Н. А. Выбор концентрата и определение оптимальной рецептуры увлажняющего раствора для листовой офсетной печати [Текст] / Н. А. Нечипоренко, А. В. Бердовщикова, М. А. Бозоян // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2013. – № 6. – С. 30–42.
11. Бозоян, М. А. Влияние режимов увлажнения на цветовые характеристики оттисков в листовой офсетной печати [Текст] / М. А. Бозоян, Н. А. Нечипоренко // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2015. – № 3. – С. 14–22. – Режим доступа: <http://mgup.ru/article/1840>
12. Mikalainis, P. The Influence of Formulating a Damping Solution on Dot Gain [Text] / P. Mikalainis, J. Sitaravius, V. Turla // Mokslas – Lietuvos Ateitis. Science – Future of Lithuania. – 2010. – Vol. 2, Issue 4. – P. 18–23. doi: 10.3846/mla.2010.061
13. Rossitza, S. Offset Printing without Isopropyl Alcohol in Damping Solution [Text] / S. Rossitza // Energy Procedia. – 2015. – Vol. 74. – P. 690–698. doi: 10.1016/j.egypro.2015.07.804
14. Горова, А. М. Сучасні системи автоматизованого контролю та регулювання параметрів зволожувального розчину [Текст] / А. М. Горова // Квалілогія книги. – 2011. – № 2. – С. 79–83. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk\\_2011\\_2\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk_2011_2_11)
15. Technotrans Group [Electronic resource]. – Available at: <http://www.technotrans.com/en/industries/printing-industry/sheet-fed-offset/dampening-solution-circulators-inking-unit-temperature-control/betac.html>
16. Technotrans [Electronic resource]. – MacHOUSE. – Available at: <http://machouse.ua/brands/TECHNOTRANS.html>
17. Копайленко, І. В. Вплив якості води на властивості зволожувального розчину офсетного друку [Текст] / І. В. Копайленко // Технологія і техніка друкарства. – 2012. – № 4 (38). – С. 116–122. – Режим доступу: <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/32217/28875>
18. Естріна, М. В. Вплив обробки магнітним полем на властивості зволожувального розчину [Текст] / М. В. Естріна, В. О. Канарін // Технологія і техніка друкарства. – 2010. – № 4 (30). – С. 182–186. – Режим доступу: <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/55768>
19. Li, L. F. Studies on Treatment of Waste Fountain Solution from Sheet-Fed Offset Printing [Text] / L. F. Li, W. M. Wang, C. X. Liao, Y. Y. Zhou, J. H. Gong // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol. 731. – P. 321–324. doi: 10.4028/www.scientific.net/amm.731.321
20. Fuping, L. Ink-fountain Solution Emulsion in Offset Printing Studied Using Confocal Microscopy [Text] / L. Fuping, P. Ian, S. Wei // Appita Journal: Journal of the Technical Association of the Australian and New Zealand Pulp and Paper Industry. – 2008. – Vol. 61, Issue 6. – P. 461–467. – Available at: [http://www.worldcat.org/title/ink-fountain-solution-emulsion-in-offset-printing-studied-using-confocal-microscopy/oclc/4822614745&referer=brief\\_results](http://www.worldcat.org/title/ink-fountain-solution-emulsion-in-offset-printing-studied-using-confocal-microscopy/oclc/4822614745&referer=brief_results)
21. Пат. України на корисну модель № 108080. МПК (2016.01) B41N 3/08 (2006.01), B41N 3/00. Зволожувальний розчин для плоского офсетного друку [Текст] / Величко О. М., Загородній Р. С., Золотухіна К. І. та ін. – № u201601782; заяв. 25.02.2016; опубл. 24.06.2016, бюл. № 12.
22. Пат. України на корисну модель № 60660. МПК (2011.01) C09D 11/10 (2006.01), B41M 1/00, B41M 3/00. Фарба для офсетного друку [Текст] / Величко О. М., Зоренко Я. В., Савченко К. І. та ін. – № u201014392; заяв. 01.12.2010; опубл. 25.06.2011, бюл. № 12.
23. Батрак, А. П. Планирование и организация эксперимента [Текст] / А. П. Батрак. – Красноярск: ИПЦ СФУ, 2007. – 60 с.
24. Поліграфія. Керування процесами виготовлення растрових кольороподілених фотоформ, пробних і тиражних відбитків. Частина 2. Процеси офсетного плоского друкування (ISO 12647-2:2004, IDT): ДСТУ ISO 12647-2:2008 [Текст]. – К.: Держспоживстандарт України, 2010.