

УДК 655.3.022

ВПЛИВ ПРАЙМЕРІВ НА ДЕНСИТОМЕТРИЧНІ ТА КОЛОРИМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДБИТКІВ ЦИФРОВОГО ДРУКУ

С. Ф. Гавенко, Р. П. Рибка, Р. В. Рибка, І. І. Конюхова

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*Розглянуто типи праймерів, їхні особливості та взаємодію з фарбою, доцільність використання на різних матеріалах. Для дослідження колориметричних показників відбитків струменевого способу друку розроблено тестову шкалу в програмі Adobe Photoshop. Відбитки отримано на цифровій друкарській машині Indigo Press 3050 з використанням друкарської фарби HP ElectroInk. Проведено експериментальні дослідження якості друкування відбитків на офсетному друкарському папері AMBER GRAPHIC 120 г/м², напівглянцевого крейдованому папері ARCTIC SILK 170 г/м², дизайнерському папері Fedrigoni Constellation snow tela 280 г/м². За їхніми результатами побудовано діаграми величин розрізнення кольорів ΔE , площу колірною охоплення фарб із використанням праймера *Michelman Sapphire 5.0 Q4310A* та без нього, визначено домінуючі довжини хвиль досліджуваних кольорів відбитків. Для отримання фотографій фрагментів елементів тест-шкали застосовано мікроскоп *Intel Play QX3*.*

Ключові слова: *праймер, струменевий друк, цифрова друкарська машина, чорнило, колориметричні показники.*

Постановка проблеми. Асортимент матеріалів для друку збільшується у геометричній прогресії, але не всі матеріали сприяють якісному закріпленню фарб. Оскільки економічно не доцільно виготовляти нові фарби відповідно до нових матеріалів, тому на поліграфічних виробництвах використовують праймер — зв'язувальний матеріал між фарбою і поверхнею, що задруковується. Зараз у світі нараховується понад десять різних видів праймерів, які різняться за своїм призначенням, складом, способом нанесення та матеріалом, для якого він призначений.

Цифровий офсетний спосіб друку сьогодні вважається одним із найшвидше розвиваних. Асортимент матеріалу для цього способу друку вже значно більше, ніж для звичайного офсетного, і дає змогу задруковувати, наприклад, художнє полотно, поліетиленові і поліпропіленові плівки без використання коронування матеріалу. Функцію коронного розряду для машин з аркушевою подачею матеріалу на себе бере праймер. Проте актуальною проблемою все ж залишається доцільний вибір праймера для того чи іншого матеріалу і чи потрібно ним ґрунтувати поверхню всіх матеріалів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Праймер — це розчин, що наноситься на поверхню матеріалу, який задруковується, перед друком і забезпечує

оптимальне перенесення та закріплення зображення на матеріалі. Вибір праймерів для того чи іншого матеріалу залежить від властивостей його поверхні.

Промислові друкарські машини HP Indigo підтримують друк на широкому спектрі матеріалів, що задруковуються, разом із папером, поліетиленом, поліпропіленом, поліестером, полівінілхлоридом, полікарбонатом тощо. Зв'язувальний шар праймера необхідний, щоб забезпечувати високий рівень адгезії фарби до матеріалу [1].

Фактори впливу на якість друку:

- підготовка друкарської машини;
- властивості матеріалів (товщина, структура поверхні — шорсткість, гладкість, поверхнева енергія, умови навколишнього середовища — температура, вологість тощо).

Якщо матеріал, що задруковується, має підвищену шорсткість або пористість, можливо, для нього буде потрібно більше праймера, що забезпечить успішне перенесення і прилипання фарби. Нарощування ваги у вологому вигляді призведе до того, що праймером будуть покриті всі області шорсткої поверхні.

Класифікація праймерів. Сьогодні широко використовуються три основні типи праймерів:

- на водній основі;
- на спиртовій основі (однокомпонентні);
- на основі етилацетату (двокомпонентні).

Основний недолік праймерів на водній основі полягає в інтенсивнішому сушінні, порівняно з іншими типами праймерів, що під час роботи на друкарських машинах з центральним барабаном призводить до необхідності знижувати швидкість друку. Також вони найчутливіші до терміну використання плівки, і далеко не всі з них мають достатню водостійкість. Їхнє основне використання — упаковка подарунків та сухих продуктів.

Праймери на спиртовій основі сохнуть значно швидше, ніж водні, і менш чутливі до віку плівки. Але далеко не всі з них забезпечують необхідну водостійкість, що різко обмежує сферу їхнього застосування. Крім того, ці системи на основі полівінілбутиралу (ПВБ) несумісні з фарбою на основі нітроцелюлози, якщо використовувати їх в одній друкарській секції.

Це зумовлено хімічною взаємодією між деякими компонентами фарб на основі нітроцелюлози і ПВБ, яка призводить до утворення важкорозчинних полімерів і, як наслідок, — до практично невідворотного забруднення деталей машини, особливо гравійованих її частин — анілоксових валів. Відповідно, під час переходу з фарби на праймер і назад необхідно ретельно промивати друкарську секцію, що потребує багато часу. Ця вказівка зазвичай наведена в технічному описі на конкретний праймер.

Загальною позитивною рисою водних і спиртових однокомпонентних праймерів є можливість їхнього нанесення за допомогою звичайних фотополімерних кліше. Саме цей чинник і зумовлює широке застосування цих систем, попри їхні недоліки.

Третя група праймерів — двокомпонентні на основі етилацетату — найменш чутливі до старіння плівки, швидко сохнуть, тому, найголовніше, жодних обмежень за швидкістю друку немає. Вони забезпечують найкращу адгезію і водостійкість. Проте ці праймери найбільш складні у використанні: за своєю хімічною природою вони не допускають жодних спиртів (якщо точніше, будь-яких низькомолекулярних розчинників, що містять спиртову функціональну групу), і в них використовується 100 %-й етилацетат. А це вже фактично унеможливило застосування фотополімерів (за винятком спеціальних, наприклад Nyloflex ME), що суттєво обмежує їх поширення [2].

Таблиця 1

Різновиди праймерів компанії Michelman

Продукт	Призначення	Характеристики
DigiPrime 4431	Гнучка упаковка й етикетка	Високий ступінь адгезії до більшості сортів плівок та паперів Прямий контакт із харчовими продуктами
DigiPrime 5000	Пластик (PVC) і синтетичні матеріали	Випуск пластикових карток
DigiPrime 2000	Для звичайних сортів паперу з нанесеним покриттям і без нього	Прямий контакт із харчовими продуктами
DigiPrime 4450	Можливість друку з двох боків Для флексографічного та глибокого друку	Оптимальна адгезія до більшості сортів плівок та паперів Прямий контакт із харчовими продуктами
Sapphire Priming Solution	Для паперу	Одноразове нанесення має забезпечувати захист від вологи
Topaz 17	Для необроблених пластикових аркушів Можна використовувати для трафаретного друку	На основі органічного розчину Додатково компанія Michelman пропонує також лаки для захисту відбитків та покращення якості друку

Корейська компанія C&J пропонує рішення щодо праймування аркушевих матеріалів для HP Indigo з використанням всіх сертифікованих праймерів, зокрема серії AQ-Primer [3].

Праймери поділяються на два основні класи: такі, що використовуються в лінію з друкарською машиною (в пристрої ILP), і ті, що застосовуються автономно, шляхом нанесення на поверхню матеріалу в окремих спеціалізованих пристроях.

Вибір праймера залежить від типу матеріалу (ОПП, поліетилен, ПВХ) лише частково, оскільки вони не контактують прямо з поверхнею полімеру. Набагато більше на вибір праймера впливають умови кінцевого використання продукції, а також особливості друкарського устаткування.

Основна причина проблем з адгезією фарб і лаків — усадка фарбового шару в процесі закріплення. Через утворення нових хімічних зв'язків зменшується відстань між молекулами, і, отже, на 10–20 % зменшується об'єм, який займає фарба, створюючи механічну напругу в лаковій або фарбовій плівці. Якщо її пластичності для компенсації напруги не вистачає, погіршується адгезія фарбового шару до підкладки. Це особливо важливо під час друкування на пластичних матеріалах, тому що за деформації субстрату фарба або лак не повинні руйнуватися.

Під час створення праймерів для гнучких полімерних матеріалів виникають і інші труднощі. У полімерних плівках містяться «пастки вільних радикалів» (інгібітори старіння полімерів). Адже стандартні фарби закріплюються згідно з механізмом радикальної полімеризації, за участю активних радикалів. Отже, якщо «пастка радикалів» потрапляє у фарбу або лак із плівки, вона одночасно інгібує полімеризацію [4, 8].

Інша складність під час створення праймерів пов'язана зі змочуванням задрукованої поверхні. Полімерні плівки мають низьку поверхневу активність, їх необхідно обробляти коронним розрядом або полум'ям, але досягнута активація досить швидко зникає. Якщо використовувати ґрунт на основі розчинників, проблем із друком на плівках немає, оскільки ці речовини змочують навіть неактивовані поверхні.

Як відомо, для ступеневого друку використовують спеціальні папери, які умовно класифікують на два класи: без покриття та з покриттям. Крім того, папір із покриттям буває, залежно від ступеня глянцею, матовим та високо глянцевим. Величину глянцею визначає склад покриття паперу, спосіб його обробки, що значно впливає на якість друкарських відбитків [9]. Тому увагу дослідників привертають пошуки способів обробки паперів для цифрового друку, щоб забезпечувати стабільну якість відбитків.

Відомі дослідження [10] вчених, які для покращення поверхневих властивостей паперу для цифрового друку використовують полівініловий спирт (ПВС), який підвищує його міцність, гладкість, блиск. Окрім того, ПВС як праймер покращує оптичні характеристики відбитків цифрового друку та позитивно впливає на бар'єрні властивості, сприяючи швидкому всотуванню та висиханню водних чорнил, що значно покращує деформаційні властивості паперу, зокрема знижує його жолоблення. Доведено також, що ПВС має оптимальні плівкоутворювальні характеристики.

У праці [11] досліджено, що покриття паперів праймерами на основі частково омилених полівінілових спиртів (менше 97 %) характеризуються кращим кутом змочування і, відповідно, краще сприймають чорнила струменевого друку, що підтверджують високі показники оптичної густини відбитків.

Мета статті — оцінювання впливу праймера на якість відбитків, що віддруковані цифровим офсетним друком.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктом дослідження було вибрано праймер для цифрового офсетного друку Sapphire 5.0 Q4310A компанії Michelman, що належить до брендового сімейства вододисперсійних праймерів

АСqua™ і є екологічно безпечною альтернативою захисту металу. Як матеріал для друку було використано 3 види паперу: офсетний папір із граматурою 120 г/м²; напівглянцевий крейдований папір (170 г/м²); дизайнерський структурований папір (280 г/м²) білого кольору. Друкарська фарба — HP Indigo ElectroInk — унікальна рідка фарба, яка поєднує в собі принципи електрографії і якість рідкого чорнила, обрана відповідно до ЦДМ Indigo Press 3050, на якій друкувалися зразки продукції.

Для визначення відхилення колірному тону і насиченості використовували денситометр X-RITE 939. Відповідно до результатів експериментальних досліджень побудовано діаграми величини розрізнення кольорів допустимих і розрахункових значень на відбитках (рис. 1–3), віддрукованих на різних матеріалах на цифровій друкарській машині Indigo Press 3050.

Для визначення величини розрізнення кольорів (ΔE) вимірювали координати кольору в системі CIE L*a*b за допомогою колориметра і розраховували ΔE за формулою:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}.$$

За допомогою калькулятора перерахунку координат визначено домінуючі довжини хвиль досліджуваних кольорів відбитків.

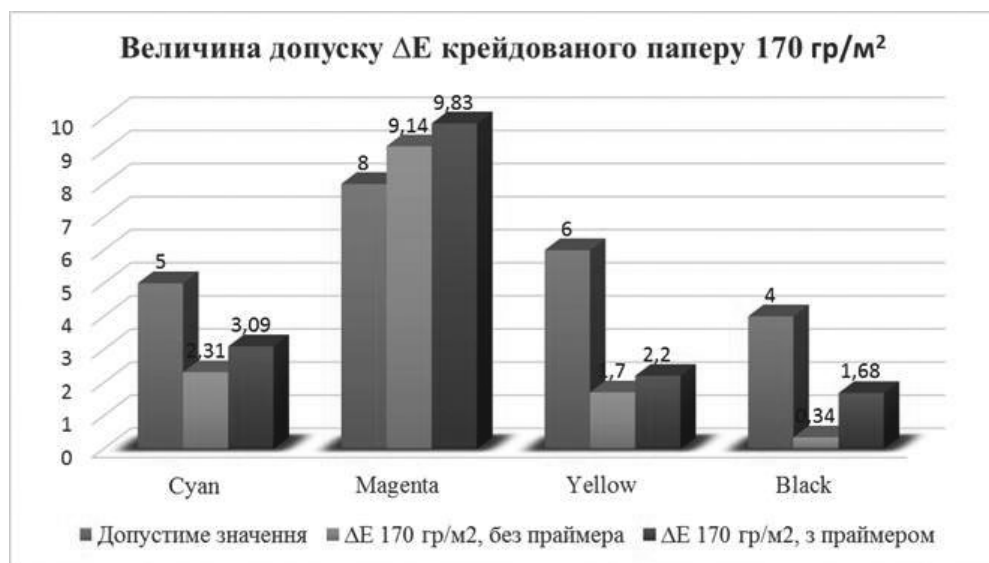


Рис. 1. Діаграма величини розрізнення кольорів допустимих і розрахункових значень крейдованого паперу 170 г/м²

Діаграми (рис. 1–3) засвідчують, що розрахункові величини не праймованих матеріалів для всіх кольорів відрізняються більше чи менше від праймованих залежно від матеріалу для друкування, що може бути зумовлено товщиною нанесення фарбового шару, яка водночас залежить від структури поверхні матеріалу,

що задрукується. Як видно, найбільше відхилення ΔE всіх фарб спостерігається під час друкування на крейдованому папері. Це пояснюється тим, що чорнило всотується в пори поверхні матеріалу, тому втрачається насиченість кольору, що суттєво впливає на якість відтворення відбитка.



Рис. 2. Діаграма величини розрізнення кольорів допустимих і розрахункових значень офсетного паперу 120 г/м²

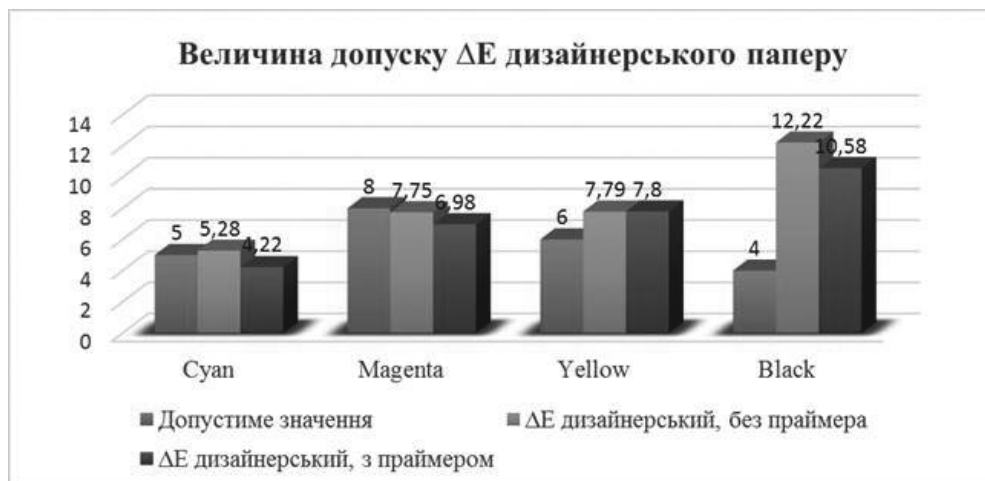


Рис. 3. Діаграма величини розрізнення кольорів допустимих і розрахункових значень дизайнерського паперу

Колірне охоплення фарб із використанням праймера і без нього практично не змінюється. Проте відмінності колірних характеристик відбитків цифрового офсетного друку на різних поверхнях показують (рис. 4), що найбільше колірне охоплення має крейдований папір, тоді як найменше — офсетний. У всіх зонах — синій, пурпурний і жовтий — спостерігається відхилення до зменшення.

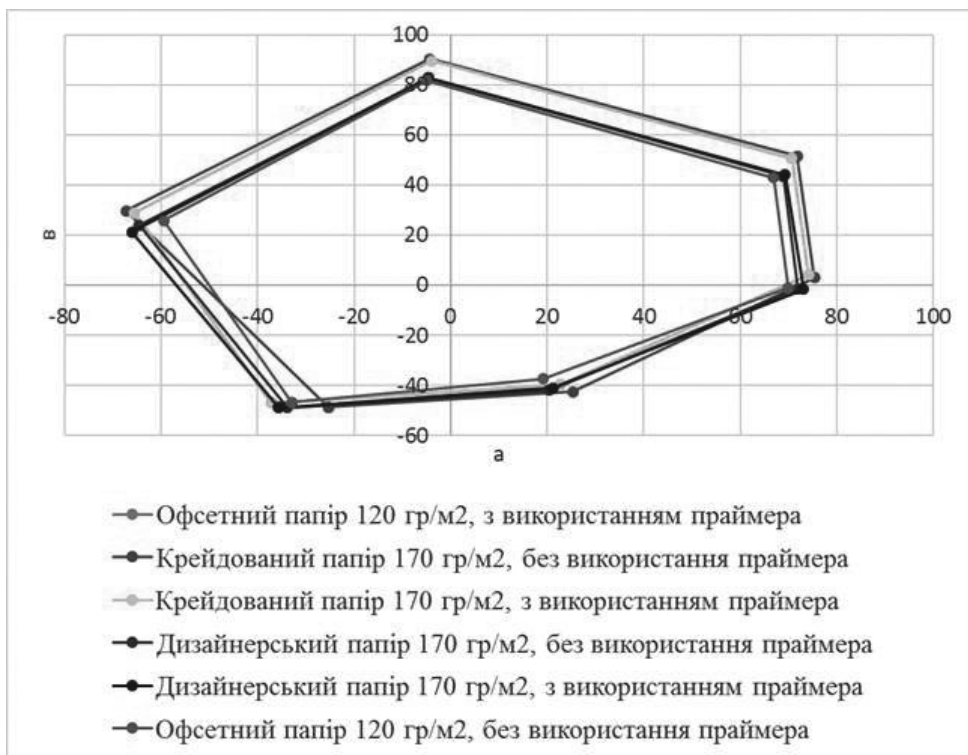


Рис. 4. Площа колірного охоплення фарб з використанням праймера Michelman Sapphire 5.0 Q4310A та без нього

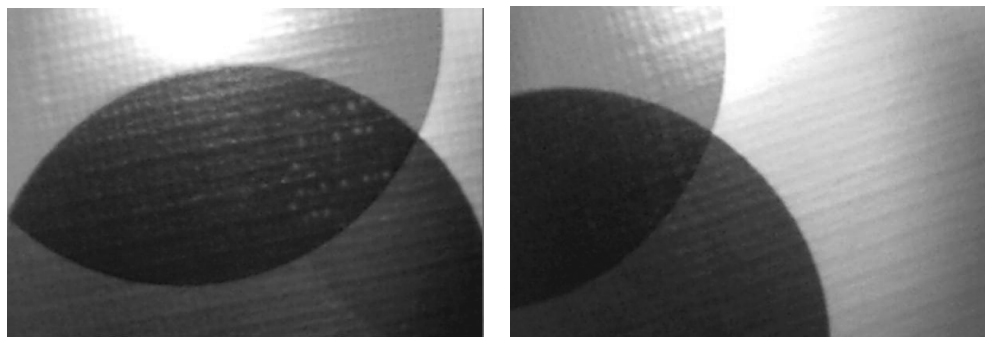
Щоб отримати чистий колір під час друку для дизайнерського паперу, рекомендується застосовувати криючі фарби або спочатку використовувати праймуючі речовини що підвищують адгезію фарби до матеріалу під час друку, а потім друкувати необхідні кольори.

Як свідчать дані табл. 2, кожному кольору відповідає своя домінуюча довжина хвилі. Втім, довжина хвилі синього кольору для відбитків на офсетному папері без праймера і з ним становить 451 і 443 нм відповідно, які характеризують спектральний колір як жовтий і є додатковим для цього кольору. Розраховані характеристики пурпурного кольору становлять 500–565 нм і характеризують спектральний колір як зелений, також є додатковими до пурпурного. Для чорного кольору спостерігаємо жовто-зеленуваті кольори з довжиною хвилі 500–590 нм.

Таблиця 2

Значення величини домінуючої довжини хвилі

	Blue	Цяан	Green	Yellow	Black	Red	Magenta
Стандарт	460	485	530	575	-	611	-502
120 г/м ² без праймера	451	485	524	575	582	613	-501
120 г/м ² із праймером	443	485	525	576	-	612	-499
170 г/м ² без праймера	448	485	525	576	-	612	-500
170 г/м ² із праймером	450	485	525	576	-	614	-499
Дизайнерський без праймера	458	485	519	576	577	614	-501
Дизайнерський із праймером	454	485	519	576	-	615	-501



а

б

Рис. 5. Фрагмент елементів тест-шкали на дизайнерському папері:

а) — без використання праймера; б) — з праймером

Висновки. На основі аналізу літературних джерел та експериментальних досліджень визначено позитивний вплив праймерів на якість відбитків, утворених цифровим офсетним способом друку.

Розроблено в програмі Adobe Photoshop тестову шкалу для дослідження спектрометричних показників відбитків цифрового офсетного друку, віддрукованих на ЦДМ Indigo Press 3050.

Досліджено якість відбитків цифрового офсетного друкування з використанням праймера та без нього на 3 різних матеріалах: офсетному друкарському папері AMBER GRAPHIC 120 г/м², напівглянцевому крейдованому папері ARCTIC SILK+ 170 г/м², дизайнерському папері Fedrigoni Constellation snow tela 280 г/м².

Підтверджено позитивний вплив праймера на якість відбитків. Кращі спектрографічні показники відбитків із праймером можна пояснити тим, що праймер

виступає своєрідним закріплювачем фарби на задруковуєчому матеріалі, що сповільнює її всотування в поверхню матеріалу і робить відбитки більш насиченими.

Встановлено, що доцільно використовувати праймер для нанесення на матеріали перед друкуванням на цифрових друкарських машинах, які не мають попередньої обробки, зокрема для дизайнерських паперів з різною фактурою поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Праймирование для ЦПМ HP Indigo. URL: <http://hpindigo.ru/gotovye-resheniya-dlya-vashego-biznesa/resheniya-po-prajmirovaniyu-optimizaciya-substrata>.
2. Праймеры для промышленного применения. URL: <http://hpindigo.ru/gotovye-resheniya-dlya-vashego-biznesa/resheniya-po-prajmirovaniyu-optimizaciya-substrata/prajmery-dlya-promishlennogo-primeneniya>.
3. Праймеры Michelman. URL: <http://hpindigo.ru/gotovye-resheniya-dlya-vashego-biznesa/resheniya-po-prajmirovaniyu-optimizaciya-substrata/prajmery-michelman>.
4. Michelman announces a suite of products for HP Indigo High Performance Label Applications at LabelExpo Europe 2017. URL: <http://www.michelman.com/Media/Releases/Michelman-announces-a-suite-of-products-for-HP-Indigo-High-Performance-Label-Applications-at-LabelExpo-Europe-2017>.
5. Два новых праймера для печатных машин HP Indigo от Michelman. URL: <http://compuart.ru/news/20170614-michelman-hp-indigo>.
6. Новости мировой ЦБП. URL: http://www.sbo-paper.ru/news/archive_world/41595/.
7. Ткаченко В. П., Манаков В. П. Цифровой оперативный друк : навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2007. 236 с.
8. Репета В. Б., Шибанов В. В. Матеріали і технології цифрового друку : навч. посіб. Львів : В-во «Край», 2010. 156 с.

REFERENCES

1. Praimirovanie dlia TsPM HP Indigo. Retrieved from <http://hpindigo.ru/gotovye-resheniya-dlya-vashego-biznesa/resheniya-po-prajmirovaniyu-optimizaciya-substrata> (in Russian).
2. Praimery dlia promyshlennogo primeneniia. Retrieved from <http://hpindigo.ru/gotovye-resheniya-dlya-vashego-biznesa/resheniya-po-prajmirovaniyu-optimizaciya-substrata/prajmery-dlya-promishlennogo-primeneniya> (in Russian).
3. Praimery Michelman. Retrieved from <http://hpindigo.ru/gotovye-resheniya-dlya-vashego-biznesa/resheniya-po-prajmirovaniyu-optimizaciya-substrata/prajmery-michelman> (in Russian).
4. Michelman announces a suite of products for HP Indigo High Performance Label Applications at LabelExpo Europe 2017. Retrieved from <http://www.michelman.com/Media/Releases/Michelman-announces-a-suite-of-products-for-HP-Indigo-High-Performance-Label-Applications-at-LabelExpo-Europe-2017> (in English).
5. Dva novykh praimera dlia pechatnykh mashin HP Indigo ot Michelman. Retrieved from <http://compuart.ru/news/20170614-michelman-hp-indigo> (in Russian).
6. Novosti mirovoi TsBP. Retrieved from http://www.sbo-paper.ru/news/archive_world/41595/ (in Russian).

7. Tkachenko, V. P., & Manakov, V. P. (2007). Tsyfrovyyi operatyvnyi druk. Kharkiv : KhNURE (in Ukrainian).
8. Repeta V. B., & Shybanov V. V. (2010). Materialy i tekhnolohii tsyfrovoho druku. Lviv : V-vo «Krai» (in Ukrainian).

doi: 10.32403/2411-3611-2019-1-35-24-33

INFLUENCE OF PRIMERS ON DENSITOMETRIC AND COLORIMETRIC CHARACTERISTICS OF DIGITAL IMPRINTS

S. F. Havenko, R. P. Rybka, R. V. Rybka, I. I. Konyukhova

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
rvrybka@gmail.com*

The types of primers, their peculiarities and interaction with the ink and printing materials have been considered. The expediency of using primers on different materials has been analysed. A test scale in Adobe Photoshop has been developed to study the colorimetric indicators of inkjet imprints. The imprints have been obtained on Indigo Press 3050 digital printing press using HP ElectroInk printing ink. Experimental studies of the printing quality of imprints on materials with a primer and without it have been carried out. In particular, we have studied the imprints on offset printing paper AMBER GRAPHIC 120 gr/m², semi-glossy chalked paper ARCTIC SILK – 170 gr/m², designer paper Fedrigoni Constellation snow tela 280 gr/m². Based on the results of the experimental studies, the diagrams of the colour difference values ΔE of the allowable and calculated values, the area of colour coverage of the inks with and without the Michelman Sapphire 5.0 Q4310A primer have been designed. The dominant wavelengths of the studied imprint colours have been determined.

The positive effect of a primer on the imprint quality has been confirmed. Better spectrographic indicators of the imprints with a primer can be explained by the fact that the primer acts as a kind of the ink fixer on the printing material, which slows its absorption into the material surface and makes the imprints more saturated.

To get photos of fragments of the test scale elements, we have used Intel Play QX3 microscope to determine the quality of imprints with 10, 60, and 200 magnification to illustrate the surface effect on the image quality.

It has been found out that it is advisable to use a primer to be applied onto materials before printing on digital printing presses, in particular, for design papers with different surface textures.

Keywords: *primer, inkjet, digital printing press, ink, colorimetric indicators.*

Стаття надійшла до редакції 26.03.2019.

Received 26.03.2019.