

УДК 655.332+667.6

**ВПЛИВ КОНЦЕТРАЦІЇ ПІГМЕНТУ НА РЕОЛОГІЧНІ І ОПТИЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ ТРАФАРЕНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ФАРБ**

М. С. Дуфанець, В. Б. Репета, Ю. А. Кукура

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

Досліджено властивості трафаретних текстильних фарб на водній основі, а саме: досліджено вплив вмісту пігментних концентратів у прозорих фарбових базах на оптичну щільність і структурну в'язкість підготовлених трафаретних фарб. Використано лакофарбові матеріали двох виробників торговельних марок «Magna Print» і «Inkuin». Встановлено, що при додаванні пігментних концентратів оптична щільність фарбового шару зростає, а структурна в'язкість починає знижуватися. Для обох серій фарб оптична щільність відбитків із додаванням концентратів майже однотипно зростає, і при вмісті їх у фарбовій композиції в межах 6-7% досягається максимальна оптична щільність $D_y=0,81$, $D_c=1,47$, $D_m=1,36$, $D_b=1,82$ для марки «Magna Print», а для фарб DP 2000 Inkuin — $D_y=1,02$, $D_c=1,50$, $D_m=1,28$, $D_b=1,62$. Максимальна різниця у величині оптичної щільності під час порівняння двох серій фарб становить 0,2 од. В обох випадках для фарб Magenta і Yellow після досягнення відповідного максимуму оптичної щільності спостерігається її зменшення. Встановлено, що зниження оптичної щільності пояснюється зменшенням величини структурної в'язкості цих фарбових систем і, відповідно, зменшенням опору при капілярному вбиранні рідкого фарбового шару в об'єм тканинного матеріалу.

Ключові слова: фарби на водній основі, трафаретна форма, структурна в'язкість, текстиль, оптична щільність.

Постановка проблеми. Трафаретний спосіб друку не втрачає свого промислового значення завдяки розвитку ринків текстильної, пакувальної, металургійної промисловості. Завдяки можливостям високоточного задруковування широкого асортименту матеріалів з різною мікрогеометрією поверхні трафаретний спосіб друку набув популярності для нанесення зображень на текстильних матеріалах. Додатковим поштовхом при цьому було розроблення трафаретних фарб на водній основі, що характеризуються мінімальним впливом на довкілля [1], адже вони не містять у своєму складі легких органічних розчинників, а утворені фарбові шари відрізняються достатньою зносостійкістю і нейтральністю щодо людини, хоча у деяких публікаціях [2, 3] це твердження є дискусійним. Згідно з результатами аналізу компанії Industry ARC, ринок друкарських фарб на водній основі продовжує зростати. Очікується, що до кінця 2026 року обсяг ринку пігментних фарб на водній основі для текстилю та одягу оцінюватиметься в 272 мільйона доларів США,

а протягом прогнозованого періоду 2021–2026 років він буде зберігати зростання у середньому на 5,3 % [4]. Ця тенденція підтверджується і зростанням ринку фарбуючих речовин для текстильних матеріалів. Згідно з аналізом ринку, який провела компанія Precedence Research, обсяг світового ринку фарбуючих речовин для текстилю в 2023 році оцінювався в 9,41 мільярда доларів США, а до 2033 року прогнозується середньорічне зростання на 5,44 % [5].

Процес трафаретного друку водними фарбами на текстильних матеріалах передбачає операцію підготовки фарби, яка полягає у змішуванні прозорих чи білих в'язучих баз з пігментними концентратами. Результатом операції змішування є фарбова композиція з певними реологічними і оптичними показниками, що й потребує проведення досліджень з встановленням впливу на них вмісту пігментних концентратів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням впливу властивостей матеріалів, в'язкості лакофарбових матеріалів, лініатури сітки трафаретної друкарської форми присвячено низку наукових праць. У праці [6] завдяки багатокритеріальній оптимізації встановлено вміст воскових і поверхнево-активних речовин у фарбовій композиції, що забезпечує відповідну адгезію, стійкість до стирання і прання та блиск фарбового шару. Вплив типу матеріалу, його гідрофільності та пористості на якість зображення, надрукованого трафаретним способом друку, досліджено у статті [7]. Праця [8] присвячена дослідженню впливу лініатури сітки трафаретної форми, поверхневої енергії відбитка та в'язкості УФ-лаків на формування рельєфних елементів. Дослідженню експлуатаційних показників фарбових шарів, а саме: впливу режиму прання, температури та характеристик задрукованого матеріалу на параметри якості друку бавовняних трикотажних матеріалів із трафаретним друком присвячені праці [9, 10]. У публікації [11] досліджено вплив лініатури трафаретних форм і ґрунтування поверхні картону праймерами на основі полі(ε-капролактону) і полі(молочної кислоти) на якісні параметри відбитків, які були задруковані фарбами на водній основі.

Отже, трафаретний спосіб друку завдяки широкій сфері застосування потребує різних підходів щодо аналізу впливу різних факторів на якість проходження технологічного процесу.

Мета статті — дослідити вплив додавання пігментних концентратів на реологічні і оптичні властивості трафаретних текстильних фарб на водній основі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для виготовлення трафаретних друкарських форм використовували сітки PET 1500 виробництва SEFAR AG з лініатурою 43 лін/см і копіювальний шар на основі діазофотополімерної емульсії «Dirasol 25» (Fujifilm-Sericol). Друкування проводили двома серіями трафаретних друкарських фарб марки «Magna Print» з пігментними концентратами Eco Pigments Eco, Yellow HG Blue HB, Eco Black H3B, Eco Red HB (виробництва Magna Colours) та «Inkuin» з концентратами PG 2800 Yellow, PG 2825 Magenta, PG 2840 Blue, PG 2865 Black. Друкування проводилося на тканинному матеріалі — білому футері. Фінішне сушіння проводили за температури 140-150 °C та

тривалістю 4,5-5,0 хвилин. Величину оптичної щільності відбитків контролювали спектофотометром Gretag Machbeth Spectro Eye.

Для визначення структурної в'язкості фарби використано ротаційний віскозиметр Брукфільда тип RVT. Значення в'язкості фіксували після 5 оборотів ротора № 6 зі швидкістю 10 об/хв [12]. Заміри в'язкості для оцінювання її аномалії проводилися через 30 хв після перемішування фарби.

Підготовка до друку цих фарб дає змогу зміною вмісту пігментного концентрату регулювати оптичні показники друкарських фарб, зокрема оптичну щільність сформованого фарбового шару. Відповідно, було підготовлено зразки друкарських фарб з різним вмістом пігментних концентратів. На рис. 1 і рис. 2 показано зміну оптичної щільності фарбових шарів на відбитку.

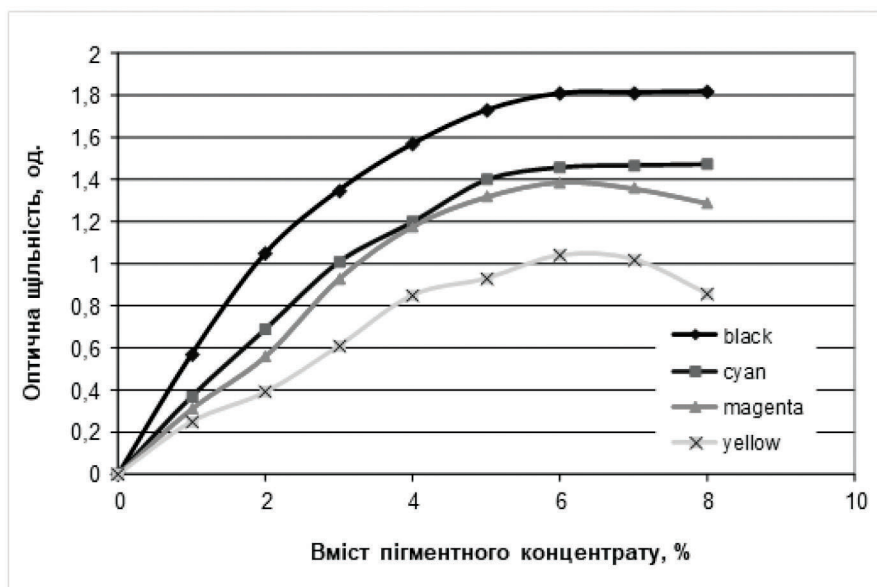


Рис. 1. Залежність оптичної щільності трафаретних друкарських фарб Magna Print від вмісту пігментних концентратів Eco Pigments

Для фарб серії Magna Print оптична щільність відбитків із додаванням концентратів майже однотипно зростає (рис. 1) і *при вмісті їх у фарбовій композиції в межах 6-7 % досягається максимальна оптична щільність* ($D_y=0,81$, $D_c=1,47$, $D_m=1,36$, $D_b=1,82$). Аналогічні залежності отримані для фарб DP 2000 Inkup (рис. 2) зі значеннями $D_y=1,02$, $D_c=1,50$, $D_m=1,28$, $D_b=1,62$. Максимальна різниця у величині оптичної щільності при порівнянні двох серій фарб становить 0,2 од. Потрібно зауважити, що при додаванні концентрату PG 2840 Blue оптична щільність набула максимуму при 8 % вмісту.

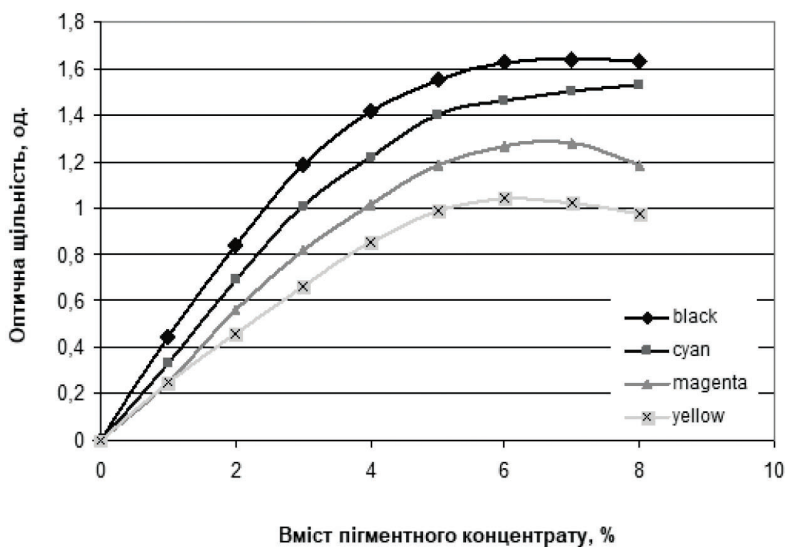


Рис. 2. Залежність оптичної щільності трафаретних друкарських фарб DP 2000 від вмісту пігментних концентратів PG Group Pigments

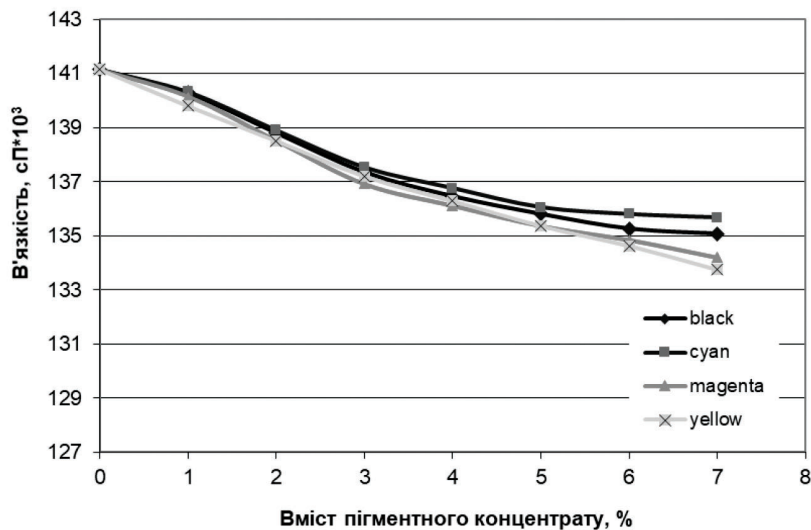


Рис. 3. Залежність в'язкості трафаретних друкарських фарб Magna Print від вмісту пігментних концентратів Magna Print Eco Pigments

Спостерігаємо також перевагу фарби Yellow DP 2000 за цим показником над фарбою Magna Print. В обох випадках для фарб Magenta і Yellow після досягнення відповідного максимуму оптичної щільності спостерігається її зменшення.

Для встановлення причин у зміні оптичної щільності фарбових зображень було проведено визначення величини структурної в'язкості отриманих трафаретних фарб, адже друкування проводиться на тканинному матеріалі, який характеризується пористістю і високою вбирною здатністю. Отримані залежності структурної в'язкості трафаретних фарб від вмісту введеного пігментного концентрату показано на рис. 3 і рис. 4.

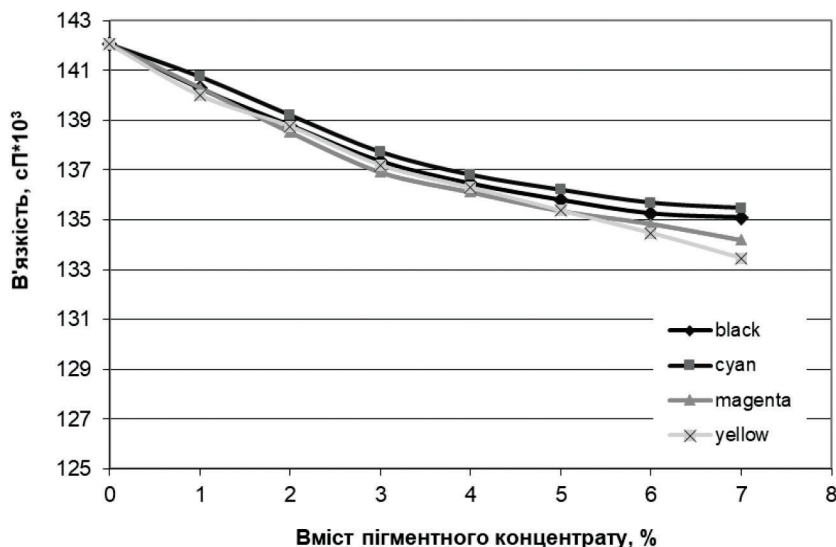


Рис. 4. Залежність в'язкості трафаретних друкарських фарб DP 2000 від вмісту пігментних концентратів PG Group Pigments

За аналізом отриманих результатів (рис. 3-4) можна зробити висновок, що при додаванні пігментних концентратів у фарбах Cyan, Magenta, Yellow, Black в'язкість готової фарби аналогічно знижується. У випадку з фарбами Magenta і Yellow структурна в'язкість набуває мінімального значення серед усіх значень в'язкості фарб вибраних серій.

Друкарська фарба — неньютонівська рідина, яка характеризується властивостями, що є характерними для дисперсних систем. В'язкість таких розчинів залежить від ступеня руйнування утворених структур з подальшим її відновленням у стані спокою. Отже, структурна в'язкість друкарських фарб є наслідком взаємодії між компонентами фарби і утворенням різноманітних зв'язків між ними, що супроводжується зростанням в'язкості у стані спокою. Особливо це явище спостерігається в друкарських фарб підвищеної в'язкості (офсетних, трафаретних). Відповідно, таку реологічну поведінку фарб можна оцінити показником аномалії в'язкості [13]. Результати дослідження ступеня аномалії в'язкості трафаретних фарб на прикладі чорної і пурпурної фарб демонструє рис. 5.

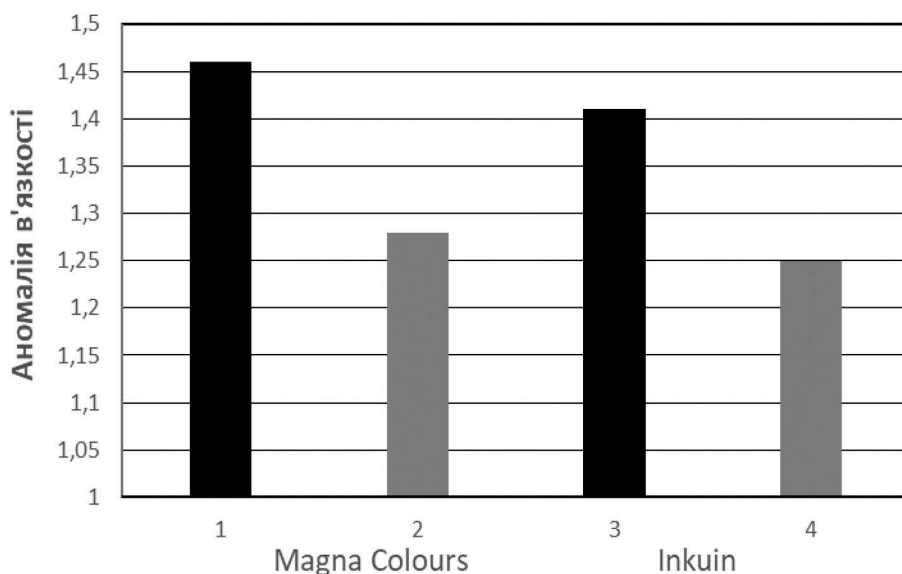


Рис. 5. Аномалія в'язкості трафаретних фарб з пігментами:

1 — Eco Black H3B; 2 — Eco Red HB; 3 — PG 2865 Black; 4 — PG 2825 Magenta

Зрозуміло, що основними чинниками, які визначають показник аномалії в'язкості, є природа пігменту і в'язучого, концентрація пігменту і вміст поверхнево-активних речовин і пластифікаторів.

Зниження рівня оптичної щільності відбитків пояснюється зниженням в'язкості цих фарбових систем і зменшенням опору при капілярному вбиранні рідкого фарбового шару в об'єм тканинного матеріалу. Частка нанесеної фарби проникає у пори тканинного матеріалу і у такий спосіб зменшується товщина фарбового шару на поверхні тканини, оптична щільність, відповідно, знижується. Здатність до структурування (більший показник аномалії в'язкості) позитивно впливає на формування фарбового шару і отримання відбитків з вищою оптичною щільністю.

Висновки. Проведені дослідження дали змогу встановити вплив вмісту пігментних концентратів у прозорих фарбових базах для текстильного трафаретного друку на оптичну щільність і структурну в'язкість отриманих трафаретних фарб. Встановлено, що при додаванні пігментних концентратів оптична щільність фарбового шару зростає, а структурна в'язкість знижується. Для обох серій фарб оптична щільність відбитків із додаванням концентратів майже однотипно зростає, і при досягненні вмісту у фарбовій композиції у межах 6-7 % досягається максимум оптичної щільності $D_y=0,81$, $D_c=1,47$, $D_m=1,36$ $D_b=1,82$ для марки «Magna Print», а для фарб DP 2000 Inkuin — $D_y=1,02$, $D_c=1,50$, $D_m=1,28$ $D_b=1,62$. Максимальна різниця у величині оптичної щільності під час порівняння двох серій фарб становить $D_{max} = 0,2$ од. В обох випадках для пурпурної і жовтої фарб після досягнення максимального значення оптичної щільності спостерігається її зменшення. Подальші

дослідження зміни структурної в'язкості встановили, що зміна оптичної щільності пояснюється її зменшенням в обох фарбових системах і, відповідно, зменшенням опору при капілярному вбиранні рідкого фарбового шару в об'єм тканинного матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. How Water-Based Ink Screen Printing Reduces Environmental Impact. URL: <https://www.realthread.com/blog/water-based-ink-environmental-impact>.
2. Plastisol vs. Water-based ink: which is more eco-friendly? Extreme Screen Prints September 27, 2023. URL: <https://www.extremescreenprints.com/post/plastisol-vs-water-based-ink-which-is-more-eco-friendly>.
3. Kahane Steve. Is Water-Based Ink More Eco-Friendly Than Plastisol? 2015. URL: <https://impressionsmagazine.com/screen-printing/production/is-water-based-ink-more-eco-friendly-than-plastisol>.
4. Water-Based Pigment Inks For Textile & Apparel Market Overview. URL: <https://www.industryarc.com/Report/19804/water-based-pigment-inks-for-textile-and-apparel-market.html>.
5. Textile Colorant Market. URL: https://www-precedenceresearch-com.translate.goog/textile-colorant-market?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=sc.
6. Viorica Cazac, Jana Cîrja, Emilia Balan, Cristina Mohora. The study of the screen printing quality depending on the surface to be printed. MATEC Web Conf. 2018. Vol. 178. URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/37/mateconf_imanee2018_03015/mateconf_imanee2018_03015.html.
7. Ramirez Jar Carlo C., Tumolva Terence P. Analysis and optimization of water-based printing ink formulations for polyethylene films. *Applied Adhesion Science*. 2018. Vol. 6, 1. 21 p.
8. Piknevych S., Repeta V. Research of the relief images forming process on the imprints by means of screen UV-varnishes. *Journal of Graphic Engineering and Design*. 2014. Vol. 5. № 1. Pp. 13–16.
9. Vujcic D., Ruzicic B., Grujic D. The Effect of Washing Treatment and Washing Temperature on Print Quality of Screen Printed Cotton Knitted Fabrics. *Tekstil ve Mühendis*. URL: <https://www.tekstilvemuhendis.org.tr/showpublish.php?pubid=548&type=full>.
10. Stancic Mladen, Kasikovic Nemanja, Novakovic Dragoljub et al. The influence of washing treatment on screen printed textile substrates. *Tekstil ve Konfeksiyon*. 2014. 24 (1). URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/218373>.
11. Tomasegovic T., Poljacek S. M., Hudika T., Marce A. Properties and interaction of layers in board-biodegradable primer-printing ink screen-printed system. *Journal of Graphic Engineering and Design*. 2024. Vol. 15 (1). Pp. 33–40.
12. Standard ISO 2555:2018. Resins in the liquid state or as emulsions or dispersions. Determination of apparent viscosity using a single cylinder type rotational viscometer method. 9 p.
13. Поліграфічні матеріали / за ред. Е. Т. Лазаренка. Львів : Афіша, 2001. 327 с.

REFERENCES

1. How Water-Based Ink Screen Printing Reduces Environmental Impact. Retrieved from <https://www.realthread.com/blog/water-based-ink-environmental-impact> (in English).

2. Plastisol vs. Water-based ink: which is more eco-friendly? Extreme Screen Prints September 27, 2023. Retrieved from <https://www.extremescreenprints.com/post/plastisol-vs-water-based-ink-which-is-more-eco-friendly> (in English).
3. Kahane, Steve. Is Water-Based Ink More Eco-Friendly Than Plastisol? 2015. Retrieved from <https://impressionsmagazine.com/screen-printing/production/is-water-based-ink-more-eco-friendly-than-plastisol> (in English).
4. Water-Based Pigment Inks For Textile & Apparel Market Overview. Retrieved from <https://www.industryarc.com/Report/19804/water-based-pigment-inks-for-textile-and-apparel-market.html> (in English).
5. Textile Colorant Market. Retrieved from https://www.precedenceresearch-com.translate.google/textile-colorant-market?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=sc (in English).
6. Viorica, Cazac, Jana, Cîrja, Emilia, Balan, & Cristina, Mohora. (2018). The study of the screen printing quality depending on the surface to be printed: MATEC Web Conf, 178. Retrieved from https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/37/mateconf_imanee2018_03015/mateconf_imanee2018_03015.html (in English).
7. Ramirez, Jar Carlo C., & Tumolva, Terence P. (2018). Analysis and optimization of water-based printing ink formulations for polyethylene films: Applied Adhesion Science, 6, 1 (in English).
8. Piknevych, S., & Repeta V. (2014). Research of the relief images forming process on the imprints by means of screen UV-varnishes: Journal of Graphic Engineering and Design, 5, 1, 13–16 (in English).
9. Vujcic, D., Ruzicic, B., & Grujic, D. The Effect of Washing Treatment and Washing Temperature on Print Quality of Screen Printed Cotton Knitted Fabrics: Tekstil ve Mühendis. Retrieved from <https://www.tekstilvemuhendis.org.tr/showpublish.php?pubid=548&type=full> (in English).
10. Stancic, Mladen, Kasikovic, Nemanja, & Novakovic, Dragoljub et al. (2014). The influence of washing treatment on screen printed textile substrates: Tekstil ve Konfeksiyon, 24 (1). Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/218373> (in English).
11. Tomasegovic, T., Poljacek, S. M., Hudika, T., & Marce, A. (2024). Properties and interaction of layers in board-biodegradable primer-printing ink screen-printed system: Journal of Graphic Engineering and Design, 15 (1), 33–40 (in English).
12. Standard ISO 2555:2018. Resins in the liquid state or as emulsions or dispersions. Determination of apparent viscosity using a single cylinder type rotational viscometer method. 9 p. (in English).
13. Polihrafichni materialy / za red. E. T. Lazarenka. Lviv : Afisha, 2001. 327 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2024-1-68-161-169

INFLUENCE OF PIGMENT CONCENTRATION ON RHEOLOGICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SCREEN PRINTING TEXTILE INKS

M. Ye. Dufanets, V. B. Repeta, Yu. A. Kukura

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

The article is devoted to the study of the properties of water-based textile screen printing inks, namely the study of the influence of the content of pigment concentrates in transparent color bases on the optical density and structural viscosity of the prepared screen printing inks. The work uses inks from two manufacturers of the “Magna Print” and “Inkuin” brands.

Screen printing plates with a PET 1500 grid produced by SEFAR AG with lineature of 43 lin/cm and copying emulsion based on diazophotopolymer emulsion “Dirasol 25” (Fujifilm-Sericol) are used for the research. Printing is carried out on fabric material – white futer. Final drying is carried out at a temperature of 140-150 °C, lasting 4.5-5,0 min. It is established that when pigment concentrates are added, the optical density of the inks layer increases, and the structural viscosity begins to decrease. To control these two parameters, a Gretag Machbech Spectro Eye spectrophotometer and a Brookfield RVT viscometer are used. For both series of inks, the optical density of imprints with the addition of concentrates increases almost uniformly, and when the content in the inks composition is within 6-7 %, the maximum optical density is reached $D_y=0,81$, $D_c=1,47$, $D_m=1,36$ $D_b=1,82$ for the Magna Print brand, and for DP 2000 Inkuin inks – $D_y=1,02$, $D_c=1,50$, $D_m=1,28$ $D_b=1,62$. The maximum difference in optical density when comparing two series of inks is 0,2 units. In both cases, for magenta and yellow inks, after reaching the corresponding maximum optical density, its decrease is observed. The research has established that the decrease in optical density is due to decrease in the value of the structural viscosity of these inks systems and, accordingly, to decrease in resistance during the capillary absorption of a liquid ink layer into the volume of textile material.

Keywords: *water-based inks, screen printing plate, structural viscosity, textiles, optical density.*

Стаття надійшла до редакції 18.04.2024.

Received 18.04.2024.