УДК 655.33

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІДБИТКІВ ТРАФАРЕТНОГО ДРУКУ НА ТКАНИНІ

С. Ф. Гавенко, Р. В. Рибка, В. В. Бернацек, М. Т. Лабецька

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

Інтерес до трафаретного способу друку значно зріс в останні десятиліття у зв'язку з обмеженими можливостями класичних способів друку за форматом, спектром задруковуваних матеріалів і товщиною фарбового шару. Водночас технологія трафаретного друку швидко вдосконалюється як інструмент маркетингу для малого бізнесу та спосіб досягнення новаторських рішень. Сьогоднішній ринок ставить особливі вимоги до якості друкованої продукції. Технологія трафаретного друку дає змогу здійснити високоякісний кольоровий друк чіткого, контрастного, стійкого до стирання в процесі експлуатації зображення на тканині.

Проведено експериментальні дослідження експлуатаційних показників відбитків трафаретного друку, отриманих різними фарбами на тканині, за допомогою встановлення механічного, фізичного та хімічного впливу на якість текстилю і стійкість фарб.

Ключові слова: трафаретний друк, водна фарба, тканина, експлуатаційні показники, стійкість до стирання, відбиток, зовнішні фактори.

Постановка проблеми. Трафаретний спосіб друку як традиційний метод відтворення інформації залишається однією з найпопулярніших технологій сьогодні. Це пов'язано з можливістю задруковування асортименту матеріалів (дерево, тканини, скло, кераміка тощо), високою якістю та довговічністю надрукованих зображень [1, 2].

Для друкування на текстилі використовують фарби на різних основах (сольвентні, водні, пластизольні, фрити) з додаванням спеціальних речовин для створення особливих декоративних ефектів. Особливо популярними для друкування на тканині є пластизольні фарби, які відзначаються підвищеною покривною здатністю, високою насиченістю кольору та яскравістю. Якщо тканина не витримує температури сушіння пластизолів, використовують сольвентні фарби, які сохнуть під час випаровування розчинника в природних умовах (на повітрі). Однак суттєвим недоліком таких фарб є їхній неприємний різкий запах і, як наслідок, підвищені вимоги до припливно-витяжної вентиляції. Під час нанесення зображення на тканину фарба на водній основі забезпечить кращий результат порівняно з пластизольними фарбами, які зазвичай розташовуються поверх тканини та розколюються, коли вона розтягується та стискається. Фарби на водній основі краще вбираються в тканину для більш м'якого й оптимального результату.

Широко застосовують готові флуоресцентні фарби насичених яскравих кольорів, світловідбивні (Flash-Back), фарби «металік», «під золото» і «під срібло», фосфоресцентні світлонакопичувальні фарби. Для створення об'ємного зображення на текстилі використовують фарби Puff, які мають властивість розширюватися в об'ємі під впливом високої температури (не нижче 150 °C), причому що вища температура, то більшим буде об'єм. Однак варто зазначити, що під час друку на тканині з яскраво вираженою фактурою (вельвет, в'язаний трикотаж) Puff зростатиме нерівномірно.

Популярним для друку на текстилі стало використання додатків Glitter — блискіток різних кольорів і розмірів (004, 008, 015, 040), які друкуються, попередньо змішуючись із прозорою клейовою основою, або їх «сиплять» на відбиток і закріплюють на ньому за температури 150–160 °C.

Одяг, що задруковується трафаретним способом, відзначається високою якістю і довговічністю. Завдяки використанню сучасних технологій та новітніх витратних матеріалів для трафаретного друку можна досягти чудового результату незалежно від виду обраної тканини для задруковування (бавовняна, шовкова, вовняна, акрилова, поліефірна, трикотажна). Однак найкращий вибір для трафаретного друку — натуральні тканини, які зазвичай поглинають фарбу краще, ніж штучні. Бавовна та бавовняні суміші є найпопулярнішим вибором для більшості виробників та клієнтів, оскільки вони м'які і проникні [3, 4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Хоча різні технології використовують у комерційній поліграфічній індустрії, трафаретний друк залишається на своїх провідних позиціях. Давно відома технологія залишається традиційно популярною для друку одягу та вивісок, мембранних перемикачів, сенсорних панелей, сонячних та літєвих батарей, OLED-екранів та RFID-міток тощо.

Незважаючи на те, що процес фактичного перенесення фарби на задруковуваний матеріал невдовзі навряд чи кардинально зміниться (він переважно незмінний протягом сотень років), в інших ділянках трафаретного друку спостерігаються нові технологічні досягнення. Застосування комп'ютерних систем та автоматизації більшості технологічних процесів трафаретного друку суттєво підвищують його ефективність і економічність. Сучасні автоматичні машини для трафаретного друку оснащені сенсорними екранами, досить простими в експлуатації (наприклад, машини Anatol, що працюють на основі нової операційної системи Aries 2), деякі пропонують такі функції, як можливість збереження та негайного використання усіх робочих параметрів, що значно зменшує час налаштування, а можливість самодіагностики та сумісність із Wi-Fi суттєво полегшують технічне обслуговування обладнання й усувають простоювання. Застосування автоматичних систем відновлення трафаретів дає змогу скоротити витрати робочої сили, часу та матеріалів, зменшити контакт з потенційно шкідливими хімічними речовинами.

Можливості автоматизації процесу трафаретного друку видаються практично безмежними, і з часом наявна технологія ставатиме лише більш досконалою та фінансово доступною.

Так, на виставці «Fespa-2019» в Мюнхені було відзначено тенденції розвитку ринку шовкотрафаретного друку з демонстрацією нового обладнання та витратних

матеріалів. Фірма МНМ на цій події презентувала нову машину для трафаретного друку, особливість якої полягає у вбудованій сушильній камері. Варто зазначити, що така модель стане оптимальним рішенням для малого і середнього текстильного бізнесу, для обмежених виробничих приміщень [5–7].

Наявні переваги технології трафаретного друку в поєднанні з новими захопливими досягненнями залишають її на провідних позиціях серед найпопулярніших методів репродукування.

Мета статті. З огляду на характер експлуатації текстильних виробів ці експериментальні дослідження проводили, щоб встановити стійкість відбитків трафаретного друку, отриманих фарбами на тканинах на натуральній основі з різними ефектами, до стирання, дії лугів, впливу кліматичних факторів (температури, зволоження, УФ-випромінювання).

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами досліджень було вибрано відбитки трафаретного друку, отримані на тканині з бавовняною основою водними фарбами з ефектом Puff та Glitter, — взірець № 1 (рис. 1, а); СМΥΚ фірми «Magna Print Discharge» — взірець № 2 (рис. 1, б); з фотохромним пігментом — взірець № 3 (рис. 1, в); з ефектом Glitter (клейова основа DP 2720 турецької фірми Inkuin) — взірець № 4 (рис. 1, г).

а

б

в

г

Рис. 1. Відбитки трафаретного друку, отримані на тканині з бавовняною основою водними фарбами з:

- а) — ефектом Puff та Glitter; б) — СМΥΚ;
в) — фотохромним пігментом; г) — ефектом Glitter

Для виготовлення друкарських форм використано трафаретну сітку фірми «SEFAR AG» марки ESTAL MONO 20T з моноволоконного поліефіру та копіювальний шар на основі діазофотополімерної емульсії «Dirasol 25» японської фірми «Fujifilm». Знежирення сітки за її повторного застосування виконували за допомогою знежирювального й емульгованого концентрату SERIPREP 102. Нанесення шарів емульсії здійснювали зі спеціальною кюветою: на друкарський бік — один-два шари («мокре по мокрому») і на ракульний — два-чотири шари. Копіювальний шар сушили за температури не вище 40 °С. Для експонування було застосовано точкове джерело світла з довжиною хвилі 300–400 нм. Невеликі пошкодження та голкоподібні отвори було усунуто за допомогою нанесення спеціального заповнювача сіток SERIFIL. Для натягування сітки на формну раму використано пневматичний натяжний пристрій SEFAR 3A, а для експонування трафаретних форм — комбінований пристрій (копіювальну раму Eu) для експонування друкарських форм, який має пневматичну копіювальну раму і металогалогенну УФ-лампу з максимальною потужністю 5000 Вт.

Друкування на тканині з бавовняною основою проведено на напівавтоматичній друкарській машині карусельного типу МНМ Synchroprint S-type з подальшим сушінням відбитків у тунельній сушильній машині Hebbeker VERSAJET E.

Зносостійкість віддрукованих трафаретних відбитків аналізували з використанням лабораторного приладу ІМР методом стирання фарбового шару. Щоб отримати фотографії фрагментів досліджуваних зразків, застосовували цифровий мікроскоп Intel Play QX3 зі збільшенням об'єктива $\times 60$ разів. Оскільки в процесі експлуатації текстильні вироби часто забруднюються, для дослідження стійкості фарбового шару до дії лугів на нього провели «тест на прання» за температури 60 °С з додаванням порошку. Під час прання поступове зношування матеріалів відбувається внаслідок впливу як фізико-хімічних (дія мийного розчину з різним складом, нагрівання під час висушування та прасування), так і механічних (мокре тертя матеріалу і поверхні центрифуги пральної машини, багаторазові складні взаємопов'язані деформації скручування, розтягування, стиснення, згину) чинників.

Для виявлення впливу зовнішніх факторів на зміну експлуатаційних показників відбитків трафаретного друку використовували методи прискорених випробувань на кліматичне старіння згідно з ГОСТ 9.707-81 [8]. До уваги було взято такі фактори, як зволоження, вплив прямого ультрафіолетового світла (сонця) протягом 12 годин, охолодження до температури -18 °С, нагрівання в термостаті до 70 °С.

На рис. 2 наведено мікрофотографії зразків трафаретних відбитків до та після процесу їхнього стирання.

На основі статистичної обробки результатів експериментальних досліджень побудовано діаграму стійкості відбитків трафаретного друку на тканині до стирання (рис. 3).

Відповідно до прийнятої шкали оцінювання (80–100+ циклів — 5 балів — дуже добра стійкість; 50–80 циклів — 4 бали — добра; 30–40 циклів — 3 бали — середня; 20–30 циклів — 2 бали — нижче середньої; 0–20 циклів — 1 бал — погана) всі досліджувані відбитки мають дуже високу стійкість до стирання. Найнижчі

показники зафіксовано для відбитка, надрукованого фарбами на водній основі з ефектом Puff + Glitter. Крім того, під час проведення випробувань було візуально помітно зменшення частинок Glitter у фарбовому шарі, однак шар Puff не змінив своєї товщини. Тому варто відзначити, що шар Glitter не потрібно друкувати поверх шару Puff, оскільки зносостійкість відбитка буде меншою.

1

2

3

4

а

б

Рис. 2. Мікрофотографії досліджуваних зразків № 1–4 до (а) та після (б) стирання

Рис. 3. Діаграма стійкості відбитків трафаретного друку до стирання

Після проведеного «тесту на прання» та візуального порівняння з еталонними відбитками встановлено повну відповідність кольорів та чіткості друкованих елементів для усіх досліджуваних зразків (рис. 4).

а

б

Рис. 4. Досліджувані зразки: а — до прання; б — після прання

На рис. 5 відтворено тимчасову зміну кольору відбитка під час дії ультрафіолету.

а

б

Рис. 5. Відбиток трафаретного друку водними фарбами з фотохромним пігментом:
а — до УФ-випромінювання; б — після УФ- випромінювання

Внаслідок проведених досліджень впливу зовнішніх факторів на зміну експлуатаційних характеристик досліджуваних зразків не було виявлено змін у структурі тканини та фарбовому шарі, що свідчить про високу якість текстилю та стійкість фарб до дії погодних умов та УФ-випромінювання.

Висновки. Трафаретний друк широко використовується як у комерції для відтворення зображень на одязі та аксесуарах, так і в художньому секторі для реалізації креативного дизайну. Саме цей спосіб друку дає змогу отримувати неперевершені оптичні та інші ефекти.

Особливі вимоги користувачів до якості та довговічності в процесі експлуатації віддрукованих на текстилі зображень створюють необхідність організації вивчення і встановлення їхньої стійкості до дії різних факторів. Проведені експериментальні дослідження впливу зовнішніх факторів (температури, зволоження, УФ-випромінювання), дії лугів, стирання на зміну якості трафаретних відбитків на тканині з бавовняною основою, задрукованих різними фарбами, засвідчили високу стійкість усіх досліджуваних зразків до механічного, фізичного та хімічного впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. What is screen printing? the process explained. URL: <https://www.biddlesawyersilks.com/what-is-screen-printing-the-process-explained/>.
2. Ткачук М. П. Трафаретний друк : навч. посіб. Київ : ХаГар, 2000. 264 с.
3. Silk Screen Printing Vs Digital Printing on Fabric. URL: <https://inkbotdesign.com/screen-printing-vs-digital-printing/>.
4. Croxford W. How to screen print on different kinds of fabrics. URL: <https://permaset.com.au/screen-print-different-kinds-fabrics/>.
5. Exploring the Future of Screen Printing in an Increasingly Digital World. URL: <https://anatol.com/exploring-the-future-of-screen-printing-in-an-increasingly-digital-world/>.
6. Industrial Screen Printing: A Bright Future Ahead. URL: <https://anatol.com/industrial-screen-printing-applications-a-bright-future-ahead/>.
7. The future of screen printing technology URL: <https://rockymountainapparel.com/tech-in-screen-printing/>.
8. ГОСТ 9.707-81. Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение. URL: <http://www.new-chemistry.ru/gost/gosts/pdf/824.pdf>.

REFERENCES

1. What is screen printing? the process explained. Retrieved from <https://www.biddlesawyersilks.com/what-is-screen-printing-the-process-explained/> (in English).
2. Tkachuk, M. P. Trafaretnyi druk. Kyiv : HaGar, 2000 (in Ukrainian).
3. Silk Screen Printing Vs Digital Printing on Fabric. Retrieved from <https://inkbotdesign.com/screen-printing-vs-digital-printing/> (in English).
4. Croxford, W. How to screen print on different kinds of fabrics. Retrieved from <https://permaset.com.au/screen-print-different-kinds-fabrics/> (in English).
5. Exploring the Future of Screen Printing in an Increasingly Digital World. Retrieved from <https://anatol.com/exploring-the-future-of-screen-printing-in-an-increasingly-digital-world/> (in English).
6. Industrial Screen Printing: A Bright Future Ahead. Retrieved from <https://anatol.com/industrial-screen-printing-applications-a-bright-future-ahead/> (in English).
7. The future of screen printing technology. Retrieved from <https://rockymountainapparel.com/tech-in-screen-printing/> (in English).

8. GOST 9.707-81. Edinaya sistema zashchity ot korrozii i stareniya. Materialy polimernye. Metody uskorennyh ispytaniy na klimaticheskoe starenie. Retrieved from <http://www.newchemistry.ru/gost/gosts/pdf/824.pdf> (in Russian).

doi: 10.32403/2411-3611-2020-2-38-62-69

RESEARCH OF IMPRINT PERFORMANCE INDICATORS OF SCREEN PRINTING METHOD ON FABRIC

S. Havenko, R. Rybka, V. Bernatsek, M. Labetska

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

The interest in screen printing method has grown significantly in recent decades due to the limited capabilities of conventional printing methods in terms of format, range of printed materials and ink layer thickness. Whereas screen printing technology is rapidly expanding as a marketing tool for small businesses and a way to achieve innovative solutions. This is due to the ability to print a wide range of materials (wood, fabric, glass, ceramics, etc.), high quality and durability of printed images.

Inks on different bases (solvent, water, plastisol, frit) with the addition of special additives to create special decorative effects can be used for printing on textiles. When applying the image to the fabric, the water-based inks will provide a better result compared to plastisol inks, which are usually located on top of the fabric and split when the fabric is stretched and compressed. Water-based inks are better absorbed into the fabric for a softer and more excellent result.

Clothes printed in a stencil way are characterized by high quality and durability. Thanks to the use of modern technologies and the latest consumables for screen printing method, one can achieve excellent results regardless of the type of fabric chosen for printing (cotton, silk, wool, acrylic, polyester, knitwear). However, the best choice for screen printing method is natural fabrics, which tend to absorb ink better than artificial ones. Cotton and cotton blends are the most popular choice for most manufacturers and customers because they are soft and permeable.

Today's market makes special demands on the quality of printed products. Screen printing technology allows one to implement high-quality color printing of clear, contrasting, abrasion-resistant during operation images on the fabric.

Experimental studies of the performance of screen printing imprints obtained on fabric with different inks have been carried out by establishing the mechanical, physical and chemical influence on the quality of textiles and the stability of inks.

Keywords: screen printing method, hydrogen ink, fabric, performance, abrasion resistance, imprint, external factors.

Стаття надійшла до редакції 18.08.2020.

Received 18.08.2020.