

УДК 655.1/.3:676.067.1:655.3.066

DOI: 10.20535/2077-7264.4(90).2025.350117

© **Є. В. Ігнатенко, магістр, С. О. Симолюк, асистент,
К. І. Золотухіна***, канд. техн. наук, доц.,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ ТАКТИЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА КАРТОННОМУ ПАКОВАННІ

Виокремлено технології, які дозволяють досягти об'ємності та тактильності елементів на картонному споживчому пакуванні, досліджено відбитки, виготовлені з використанням цифрових технологій репродукування та оздоблення. Розроблені рекомендації щодо застосування цифрових технологій для отримання тактильних елементів на картонному пакуванні та подальшого його використання аудиторією з обмеженими можливостями.

Ключові слова: споживче пакування; тактильність; електрофотографія; цифрове фольгування; цифрове лакування; струминний друк; QR-коди; картон; контроль якості.

Постановка проблеми

Пакування виконує ряд функцій, важливих як для споживачів, так і виробників. Перш за все це захист продукції під час транспортування та зберігання для підтримки якості та цілісності продукції. Також пакування є засобом для надання покупцям інформації про товар, його склад, термін придатності, спосіб використання та інші деталі. Проте крім цього воно виконує маркетингову функцію для привернення уваги, просування окремих продуктів та самого бренду, підвищення рівня впізнаваності.

Враховуючи появу все більшої кількості компаній та видів товарів, викликати інтерес у спожи-

вачів стає дедалі складніше. Бренди повинні не тільки забезпечувати належну якість своєї продукції, але водночас мати чітку ідентичність та позицію. Відповідно пакування має відображати це і задовольняти вимоги, зумовлені особливостями продукції, та різноманітні потреби споживачів, що може включати людей з обмеженими можливостями.

За рахунок друкарських та оздоблювальних процесів можна не тільки відтворювати текстові та штрихові графічні елементи, а й змінювати оптичні характеристики відбитка, надавати йому певної текстури та форми. Залежно від обраної технології можуть висуватися різні вимоги до гарнітури,



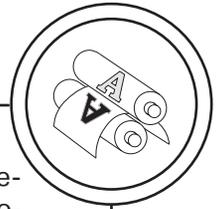
накреслення та кеглю тексту, проте їх об'єднує завдання, що полягає у збереженні читабельності. Це спричиняє існування обмежень у відтворенні текстових елементів з використанням оздоблювальних операцій, але за умови дотримання рекомендацій нанесення можливе за рахунок тиснення (фольгою, блінтового, конгревного), бронзування, друку спеціальними фарбами, флокування. З використанням тих самих технологій здійснюють відтворення окремих штрихових графічних фрагментів, а також орнаментів. До них теж висувають певні вимоги, наприклад, мінімальна товщина ліній або відстань між ними. Змінити оптичні показники виробу можна за допомогою припресування плівки або лакування. Залежно від обраного ефекту (матовий чи глянцевий) можна вплинути на розсіювання світла, що збільшує яскравість чи насиченість. Зміна текстури досягається при використанні різноманітних видів лаків (глянцевий, матовий, глітерний, фосфорний), при блінтовому, конгревному тисненні, флокуванні та друці спеціальними фарбами. Надати виробу остаточної форми можна за допомогою висікання та бігування, яке полегшує складання з одночасним підвищенням механічної стійкості матеріалу до згинань.

Серед перелічених технологій оздоблення деякі можуть використовуватися для створення рельєфу на поверхні виробу. Їх можна узагальнено поділити на ті, що передбачають нанесення покриттів на основу, та механічні. Частина з них реалізується із застосуванням обладнання, де використовуються штампи і форми,

як в традиційних способах друку, або ж за допомогою устаткування цифрового друку.

Варіанти оформлення продукції, надрукованої цифровим способом друку, є небагатими порівняно з класичними. Найчастіше його застосовують для невеликих накладів, а оздоблювальні процеси можуть потребувати виготовлення форм, що робить їх недоцільними для продукції, надрукованої цифровими способами друку. Одним рішенням цієї проблеми може стати стандартизація пакування і виготовлення заготовок типових розмірів, проте це створює значні обмеження щодо оригінальності їх форми. Іншим варіантом є застосування доступних цифрових технологій, як-от нанесення прозорого тонера, струминний УФ-друк, або застосування ручних робіт.

Для надання пакуванню тактильних характеристик сьогодні активно використовуються різні методи оздоблення. При виготовленні ексклюзивного пакування малими накладками, крафтового виробництва використовують цифрові методи оздоблення. В Україні обмежена кількість друкарень здатна запропонувати послуги цифрового оздоблення відбитків. Популярною є машина JETVARNISH 3DS 3DS & iFOIL-S для цифрової обробки відбитків, яка забезпечує вибіркоче УФ-лакування і тиснення фольгою на відбитках форматом до 364×1020 мм. Технологія дозволяє обробляти на машині короткі та ультракороткі накладки від одної шт. Запуск накладу не вимагає виготовлення штанцформ чи будь-якої іншого оснащення, тому старт процесу лакування



і фольгування відбувається миттєво, а витрати на підготовчі процеси відсутні. Популярною закордоном є технологія Scodix. Цифрове тиснення, фольгування, металізацію, нанесення шрифту Брайля можливо виконати з використанням даної технології і забезпечити тактильність при дотику до відбитків.

На основі аналізу [1–9] розроблено класифікацію варіантів нанесення тактильних елементів на споживче картонне пакування (рис. 1).

Шрифт Брайля залишається необхідним для отримання критично важливої інформації, навігації та освіти для людей з вадами зору. Цифрові технології, гібрид-

не устаткування, інновації в методах оздоблення друкованої продукції призводять до постійних позитивних змін у видавничо-поліграфічній галузі. Якщо раніше забезпечити відповідність шрифту Брайля чинним стандартам можна було лише із застосуванням тиснення та трафаретного друку, то сьогодні також застосовуються цифрові технології. А з огляду на збільшення кількості назв, зменшення накладів, подекуди і для споживчого пакування, а також можливості застосування цифрового методу друку та оздоблення для великих накладів, вивчення особливостей цифрових технологій для отримання тактильних елементів на

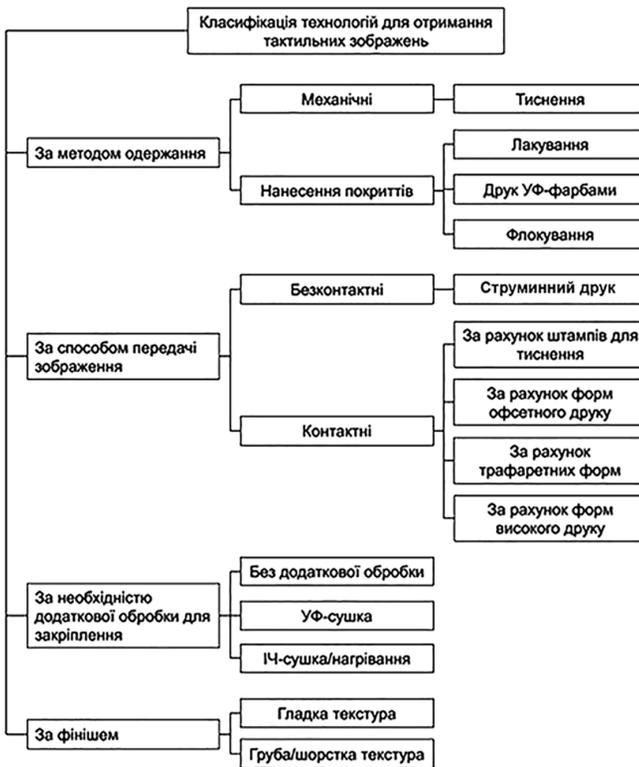


Рис. 1. Класифікація способів одержання тактильних зображень



картонному пакуванні та подальшого його використання аудиторією з обмеженими можливостями є актуальним завданням.

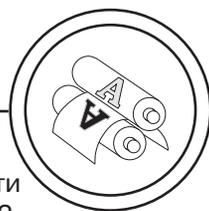
QR-код на пакуванні не є обов'язковим елементом маркування, проте є сучасним інструментом, який перетворює його на інтерактивний інструмент, що дозволяє споживачам швидко отримати додаткову інформацію, підвищуючи залученість та лояльність. Даний інструмент має бути доступним для всіх, в тому числі і для слабозорих. У цьому випадку QR-коди адаптуються за допомогою спеціальних застосунків, що зчитують їх і перетворюють інформацію у доступний формат, а також шляхом інтеграції з технологіями, що дозволяють отримувати аудіо- або вібраційні сповіщення, спрощуючи доступ до цифрового світу, меню та навігації в реальному часі. Це робить QR-коди універсальним інструментом інклюзивності, що не лише передає текст, але й може запускати голосові описи чи інші дії, важливі для людей з порушеннями зору. Важливо дослідити, які з технологій найкраще дозволяють відтворити QR-код та надати йому тактильності для подальшого зчитування аудиторією з особливими потребами.

Аналіз попередніх досліджень

Виготовлення друкованої продукції із застосуванням шрифту Брайля описано в багатьох літературних джерелах, однак здебільшого нанесення інформації для людей з вадами зору розглядається в розрізі застосування традиційних технологій, конгревного тиснення, нанесення УФ-лаку трафаретним методом тощо.

Аналіз процесів виготовлення тактильних видань для людей з проблемами зору здійснено в роботі [1]. Особливості створення друкованої продукції для людей з проблемами зору розглянуто у [1–5]. Проблеми стандартизації друкованої продукції для людей з особливими потребами висвітлено у публікації [10]. Питання виготовлення тактильних книг, пакування, етикетки та іншої друкованої продукції є важливими та потребують постійних досліджень.

Особливості технологій відтворення рельєфно-крапкових зображень шрифту Брайля способом трафаретного і цифрового друку та тиснення на фармацевтичному пакуванні з картону, дослідження профілю крапки Брайля та її геометричних параметрів, експертне оцінювання тактильності сприйняття зображень шрифту Брайля, утвореного за допомогою різних технологій, механізм когнітивного сприйняття інформації людьми з вадами зору в процесі читання рельєфно-крапкових символів, висвітлено в роботах [3–5]. Зокрема, дослідження сприйняття рельєфнокрапкової інформації, зокрема написів шрифтом Л. Брайля на зразках фармацевтичних пакувань показало, що найліпше читабельне зображення досягається з використанням технології цифрового друку (Inkjet) [3]. З огляду на постійне розширення лінійки друкарського та обробного цифрового устаткування, збільшення асортименту витратних матеріалів [6], подальші дослідження технологій цифрового друку та оздоблення відбитків, особливо з точки зору забезпечення тактильності, зо-



крема QR-кодів, для використання людьми з особливими потребами, є актуальними.

Мета роботи

Дослідження технологій нанесення тактильних зображень на картонне пакування, з вимірюванням їх характеристик, визначенням ступеню тактильності та можливості ідентифікації аудиторією з обмеженими можливостями.

Результати проведених досліджень

Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення картонного пакування з тактильними елементами. Його виробництво містить використання спеціальних видів картону та паперу, які забезпечують естетичний зовнішній вигляд та міцність конструкції.

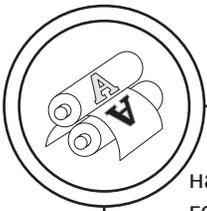
Для дослідження розроблено два типи тестових елементів. Перший зразок містить QR-коди розміру 2×2 см, що забезпечує достатню роздільну здатність для сканування і дозволяє розмістити їх на коробках з невеликими вимірами. Навколо кодів розміщені рамки із різними характеристиками для порівняння та визначення типу рисунку, що забезпечує найкращу тактильність. Рамки мають різні характеристики: крапки діаметром 1,6 мм з відстанню між центрами 2,5 мм, крапки діаметром 1,6 мм з відстанню між центрами 6 мм, штрихові лінії шириною 5 і 3 пт із довжиною штриха 12 пт і проміжком 6 пт, штрихові лінії 5 і 3 пт із довжиною заокругленого штриха 12 пт і проміжком 10 пт, суцільні лінії по 5 і 3 пт. Для визначення якості

друку додані штрихові елементи з товщиною лінії 0,25, 0,5, 1, 2, 3, 4, 5 пт та текст із накресленням Times New Roman і Arial кеглем 4, 6, 8, 10, 12 пт.

Другий зразок є вдосконаленим варіантом для додаткового дослідження впливу розмірів QR-кодів та їх насиченості на якість зчитування. Він містить QR-коди розмірами 1×1, 2×2 і 3×3 см, коди з розміром 2×2 см різної насиченості (100 %, 75 %, 50 %, 25 %), рамки у формі крапок діаметром 1,6 мм з відстанню між центрами 2,5 мм, у вигляді штрихових ліній шириною 5 пт із довжиною штриха 1 пт і проміжком 2 пт та суцільних товщиною 5 пт. Штрихові елементи з товщиною лінії 0,5, 1, 2, 3, 4, 5 пт мають наступні характеристики: суцільні лінії, штрихові із довжиною штриха 12 пт і проміжком 6 пт, 6 і 4 пт, 2 і 2 пт, 2 і 4 пт 1 і 2 пт. Доданий текст Times New Roman і Arial має кегль 8, 10, 12 пт. Текст менших кеглів та лінії товщиною 0,25 пт були вилучені через вимоги підготовки макетів до УФ-друку.

Для проведення дослідження з відтворення тактильних зображень обрано технології: кольорова електрофотографія з подальшим цифровим лакуванням; цифрове фольгування; струминний друк з використанням УФ-чорнил.

Для дослідження виготовлено вісім зразків на білому крейдованому папері, масою 350 г/м² та картоні Ispira Saggezza із застосуванням УФ-чорнил на пристрої струминного УФ-друку NC-UV0609PE. Перші чотири виконані чорною фарбою на світлому матеріалі, наступні — білою на темно-синьому. Друк відбувався в декілька прогонів за схемами



нанесення УФ-чорнил від одного шару до чотирьох. Зокрема, чорнила на зразках нанесено у 1 (№ 1 і 5), 2 (№ 2 і 6), 3 (№ 3 і 7) та 4 прогони (№ 4 і 8). Особливістю підготовки було попереднє матове ламінування аркушів для кращої адгезії фарби до поверхні.

Зразок № 9 віддрукований кольоровою електрофотографією на устаткуванні Konica Minolta AccurioPress C6100 з подальшим вибірковою лакуванням на білому крейдованому папері, масою 350 г/м², зразки № 10, 11 — із застосуванням вибіркового лакування і нанесення золотої фольги на дизайнерські картони Plike White 330 г/м² і Ispira Saggezza 360 г/м². Друкування також виконано на пристрої Konica Minolta AccurioPress C6100, лакування та фольгування — на MGI JETVARNISH 3DS & iFOIL-S. На рис. 2 наведені фото зразків.

Оцінка якості відбитків проведена за допомогою інструментальних пристроїв вимірювання лінійних розмірів зображень, товщини фарбового шару та органолептичного аналізу тактильності одержаних зразків.

Вимірювання лінійних розмірів штрихових елементів зразків № 1–8 здійснено за допомогою цифрового мікроскопу Sigeta MICROmedXS-3330 LED із точністю 0,00001 мм, зразків № 9–11 — SIGETA Expert 10-300x 5.0Mpx із точністю 0,01 мм. Товщина картону із шаром лаку виміряна з використанням мікрометра МК 0-25 з точністю 0,005 мм. На рис. 3, 4 наведені фото, одержані за допомогою мікроскопів.

На основі одержаних даних про ширину нанесення лаку та УФ-фарби побудовано стовпчикові діаграми для оцінки зміни лінійних розмірів штрихових елементів відносно заданих на макеті.

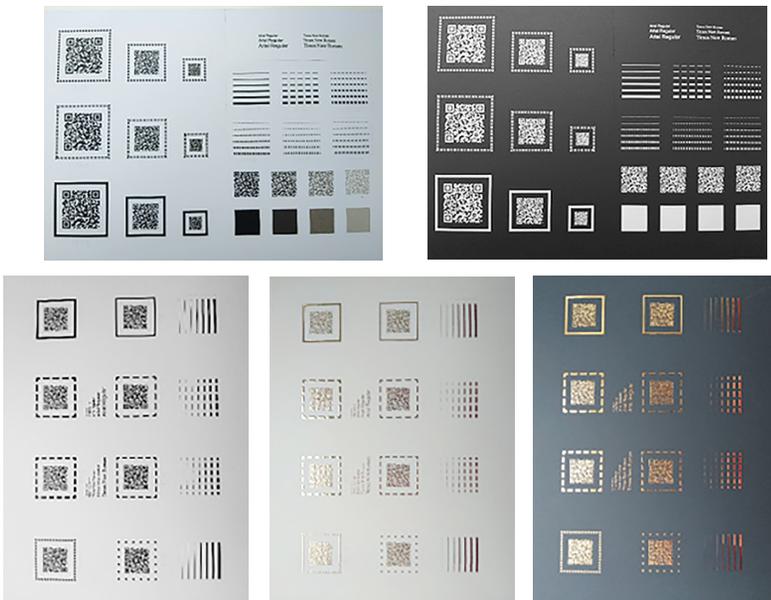
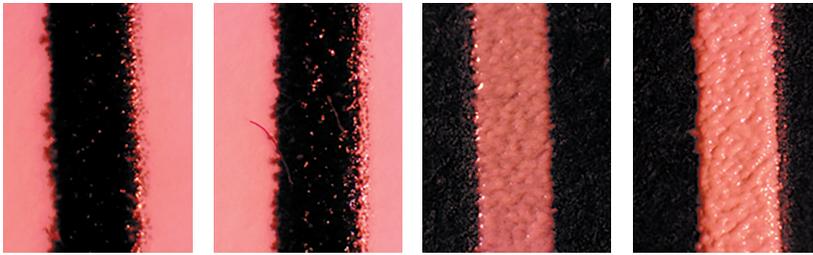
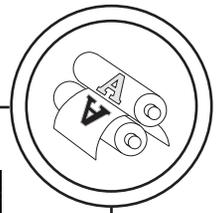


Рис. 2. Фото одержаних зразків № 1–4, 5–8, 9, 10, 11



а

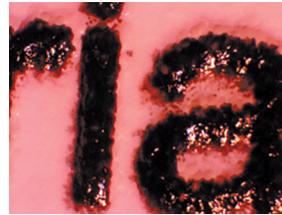


б

Рис. 3. Збільшені фото ліній із заданою товщиною: а — 2 пт на зразках № 1, 4, 5, 8; б — 2, 3 пт на зразках № 9, 10, 11

Ці значення є важливими при відтворенні дрібних графічних елементів, зокрема модулів QR-кодів, що в свою чергу впливає як на тактильність, так і на можливість

зчитувати їх мобільними пристроями. Як видно на рис. 5, 6 для всіх зразків характерна зміна ширини нанесення лаку або УФ-фарби, причому у більшості випадків



а

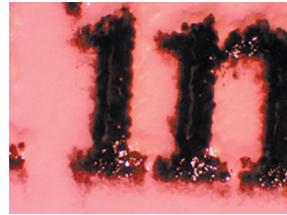


б

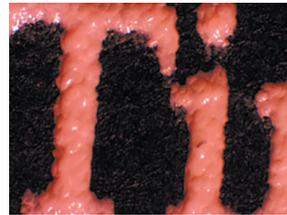
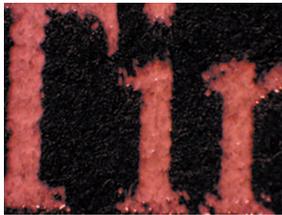
Рис. 4. Фото текстових елементів: а — без засічок кеглем 8 пт на зразках № 1 і 4; б — без засічок кеглем 8 пт на зразках № 5 і 8; в — без засічок кеглем 4, 6, 8 пт на зразках № 9, 10, 11; г — із засічками кеглем 8 пт на зразках № 1 і 4; д — із засічками кеглем 8 пт на зразках № 5 і 8; е — із засічками кеглем 4, 6, 8 пт на зразках № 9, 10, 11. Початок



в



г



д



е

Рис. 4. Фото текстових елементів: а — без засічок кеглем 8 пт на зразках № 1 і 4; б — без засічок кеглем 8 пт на зразках № 5 і 8; в — без засічок кеглем 4, 6, 8 пт на зразках № 9, 10, 11; г — із засічками кеглем 8 пт на зразках № 1 і 4; д — із засічками кеглем 8 пт на зразках № 5 і 8; е — із засічками кеглем 4, 6, 8 пт на зразках № 9, 10, 11. Закінчення

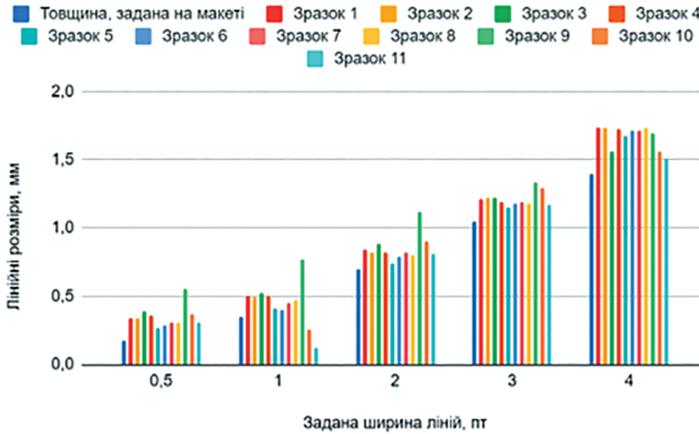
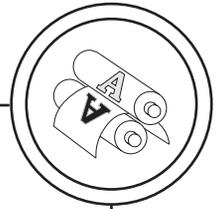


Рис. 5. Лінійні розміри штрихових елементів

приріст є додатним. Також для тонких ліній помітно, що при друці УФ чорнилами зі збільшенням кількості прогонів дещо більше змінюється ширина. При застосуванні технології лакування найгірші показники для зразка № 9, це може бути пов'язаним із крейдуванням і розтіканням лаку.

Аналогічно створено діаграми із значеннями відносної деформації для тексту (рис. 7, 8). Якість відтворених текстових елементів впливає на можливість і якість ав-

томатичного зчитування тексту незрячими людьми. Незалежно від технології, що використовують такі пристрої та додатки, всі вони покладаються на те, що текст буде добре відтворений, в іншому разі виникають помилки під час розпізнавання.

Подібно до попередніх результатів, зміна ширини є більшою зі збільшенням кількості прогонів УФ-друку, проте інші закономірності складно виявити тільки за числовими значеннями. Із рис. 4

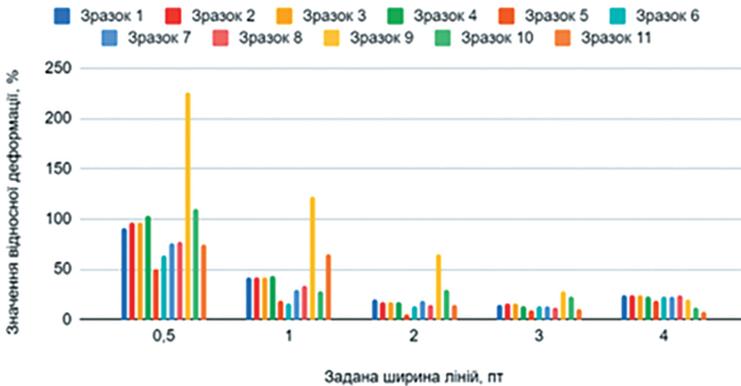


Рис. 6. Відносна деформація при відтворенні ліній різної товщини

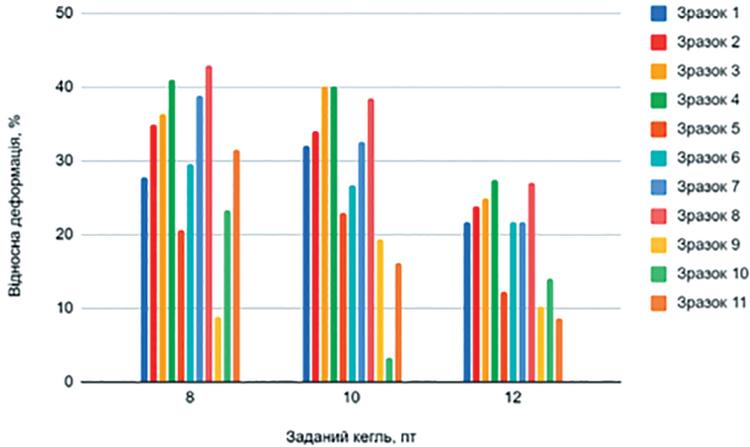


Рис. 7. Відносна деформація ширини штрихів тексту без засічок

помітно, що текст, відтворений УФ-чорнилами є більш чітким порівняно із технологією фольгування, де присутнє розтікання, через що її не рекомендується застосовувати для дрібного тексту. Проте, навіть, попри хорошу чіткість, досягнуту УФ-друком, значне збільшення лінійних розмірів штрихових елементів теж спричиняє спотворення, тому його використання є обмеженим.

На рис. 9 зображено діапазони відстані, з якої здійснюється сканування залежно від розмірів QR-коду, насиченості, технології та характеристик пристрою. Найбільш оптимальним розміром є 2×2 см, він забезпечує достатній діапазон для сканування коду на відстані витягнутої руки, але водночас є більш компактним, ніж 3×3 см. Дослід був проведений в умовах хорошої освітленості, тому насиченість кольору значно

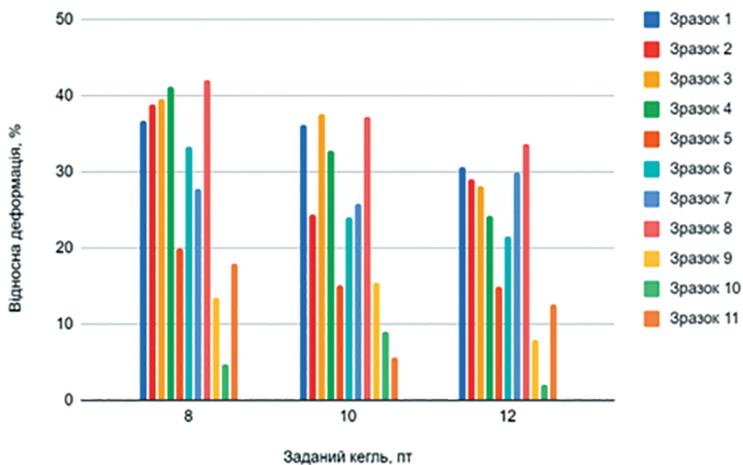


Рис. 8. Відносна деформація ширини штрихів тексту із засічками

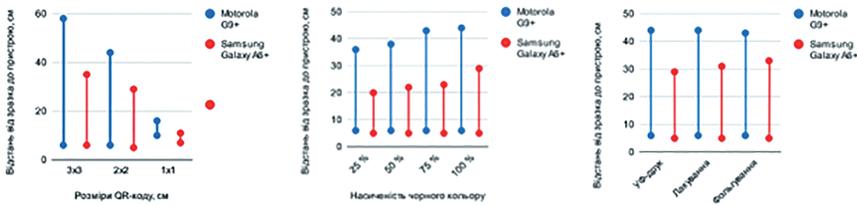
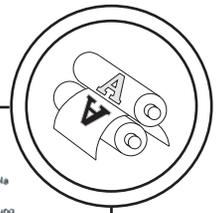


Рис. 9. Діапазон відстаней зчитування QR-кодів

не вплинула на зчитування, тобто використання кольорових основ для задрукування може бути доречним, проте враховуючи ймовірність сканування в інших умовах та використання смартфонів із іншими показниками, рекомендується обирати світлі матеріали та темні кольори для кодів.

На рис. 10 наведена товщина шару фарби або лаку на зразках залежно від технології, ширини нанесення та кількості прогонів. Безсумнівний вплив мають останні два показники: чим більшою є площа нанесення, тим більшою є товщина фарбової чи лакової плівки, відповідне значення має кількість прогонів. Також виявлено, що на деяких зразках, виготовлених із застосуванням лакування, товщина шару лаку наближається або навіть перевищує товщину шару УФ-фарби, нанесеної в один прогін, що робить техно-

логію лакування більш вигідною, коли необхідна висока продуктивність виготовлення продукції. Серед останніх трьох зразків найкращі показники має № 11, що може бути пов'язано із більш шорсткою текстурою картону.

Для визначення рівня тактильності проведено опитування дев'яти респондентів з категорії людей з особливими потребами, в якому оцінено відчуття за інтенсивністю від 0 до 5, де оцінка 0 позначає відсутність тактильного сприйняття рамок, 1–2 — можливість помітити незначну зміну у висоті/текстурі, 3–4 — можливість точної ідентифікації місцезнаходження контуру, 5 — можливість відчуття рамки навіть за умови випадкового дотику.

На рис. 11 наведено оцінки для різних технологій та типів рамок. Низькими є показники для зразка № 5 через малу товщину

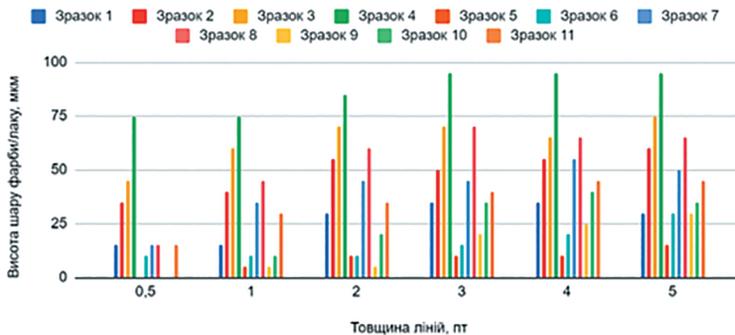


Рис. 10. Товщина фарбового шару на зразках

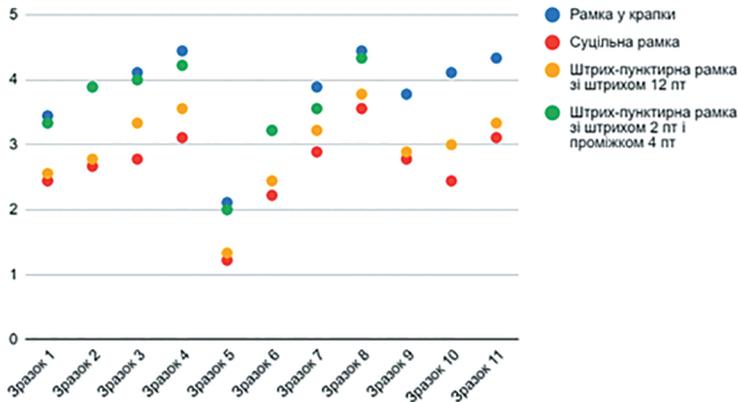


Рис. 11. Порівняння усереднених оцінок тактильності

шару фарби, проте на інших досягнуто значно кращих результатів, особливо з використанням рамок у формі крапок і штрих-пунктирних ліній зі штрихом 2 пт і проміжком 4 пт. Проаналізувавши відповіді встановлено, що тип рамки «К», в якій взято QR-код, крапкам із проміжком 2,5 мм та «Ш2» — із штрихом 2 пт і проміжком 4 пт, найкраще зчитуються респондентами при застосуванні всіх досліджуваних технологій. Найкращими за тактильністю виявилися зразки: 8, 4, 3

та 7. Тобто нанесення відповідно 3 та 4 шарів чорнил на пристрої струминного УФ-друку.

Незважаючи на меншу товщину лакового шару на зразках № 9–11, тактильні відчуття також присутні. Це можна пов'язати зі співвідношенням текстури матеріалу основи та лакової чи фарбової плівки. На зразках № 9–11 поєднання матового паперу та гладкого шару лаку покращує тактильність, а на зразках № 1–8 виконана матова ламінація і фарба є неоднорідною, проте за раху-

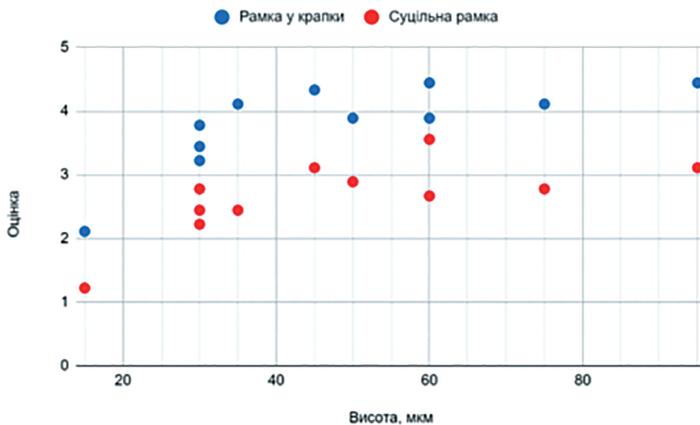
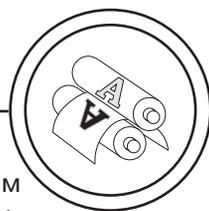


Рис. 12. Співвідношення оцінок до товщини шару фарби чи лаку на зразку



нок нашарування фарбових шарів тактильні відчуття є вищими.

На рис. 12 встановлено залежність отриманих оцінок від товщини шару фарби чи лаку.

Для даного діапазону найбільш оптимальні значення отримані при товщині від 35 мкм для контуру у формі крапок.

Висновки

1. У ході дослідження встановлено, що для всіх зразків характерна зміна ширини штрихів при нанесенні лаку при цифровому лакуванні або УФ-чорнил при друкуванні, в бік збільшення. Для тонких ліній при струминному УФ-друці зі зростанням кількості прогонів ширина штрихів змінюється інтенсивніше і це забезпечує найкращу тактильність та чіткість зчитування інформації слабозрячею аудиторією. При лакуванні гірші показники тактильності зумовлені застосуванням крейдової основи та розтіканням лаку.

2. Текст та QR-коди, відтворені на пристрої струминного УФ-друку в декілька прогонів, є

чіткішим порівняно з цифровим друкуванням і подальшим лакуванням, яке через розтікання не рекомендоване для дрібних елементів. Водночас значне збільшення лінійних розмірів при УФ-друці також може призводити до спотворень, що обмежує його застосування. Для слабозрячих людей QR-коди, нанесені в 3, 4 прогони, є відчутними та можуть бути зчитані не гірше шрифту Брайля.

3. Найдоцільнішим розміром QR-коду визначено 2×2 см, що забезпечує надійне зчитування та компактність. За різних умов експлуатації доцільно використовувати світлі матеріали основи та темні кольори коду.

4. Виявлено, що товщина фарбової або лакової плівки зростає зі збільшенням площі нанесення та кількості прогонів. У ряді випадків лакування забезпечує товщину шару, співмірну або більшу за один прогін на пристрої струминного УФ-друку, що робить цю технологію ефективною з погляду продуктивності, однак не доречною для забезпечення достатньої тактильності відбитків.

References/Список використаної літератури

1. Maik, V. Z., Dudok, T. H., Opotiak, Yu. V., & Tymoshyk, M. A. (2011). Analiz navchalno-metodychnykh tekhnolohii, zasobiv ta prystroiv dlia inkluzyvnoi osvity [Analysis of educational and methodological technologies, tools and devices for inclusive education]. *Kvalilohia knyhy*, 1(19), 118–147 [in Ukrainian].

2. Maik, L. Ya., Lotoshynska, N. D., & Golubnyk, T. S. (2022). Analiz protsesiv maketuvannia i verstannia taktylnykh vydan dlia ditei z problemamy zoru [Analysis of the processes of layout and layout of tactile publications for children with vision problems]. *Polihrافيia i vydavnycha sprava*, 2(84), 67–78. Retrieved from <https://pvs.uad.lviv.ua/media/2-84/8.pdf> [in Ukrainian].

3. Havenko, M. M., Labetska, M. T., & Korotka, V. O. (2023). Klasyfikatsiia ta ranzhuvannia chynnykiv, shcho vplyvaiut na yakist taktylnoho spryniattia shryftu L. Brailia nezriachymy ljudmy [Classification and ranking of factors affecting the quality of tactile perception of L. Braille by blind people]. *Lviv Clinical Bulletin*, 1(41), 22–27. <https://doi.org/10.25040/lkv2023.01.022> [in Ukrainian].

4. Havenko, M. M., Hileta, I. V., Havenko, S. F., Labetska, M. T., & Senkivskyy, V. M. (2019). *Udoskonalennia tekhnolohii drukuvannia ta zabezpechennia yako-*



sti taktylnoho spryiniattia shryftu Brailia [Improvement of printing technologies and ensuring the quality of tactile perception of the Braille font]. Lviv: UAP, 279 p. [in Ukrainian].

5. Havenko, S. F., Khadzhyanova, S. Ye., Labetska, M. T., & Havenko, M. M. (2016). Doslidzhennia vplyvu suchasnykh tekhnolohii vidtvorennia shryftu Brailia na protsesy taktylnoho spryiniattia informatsii nezriachymy i slabozriachymy [Research into the impact of modern Braille reproduction technologies on the processes of tactile perception of information by the blind and visually impaired]. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 2, 107–116. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2016_2_14 [in Ukrainian].

6. Aharkov, I. V., & Zolotukhina, K. I. (2024). *Innovatsiini rishennia dlia polihrafii [Innovative solutions for printing]*. Kyiv: Private enterprise Advertising agency 'Da Vinci', 330 p. [in Ukrainian].

7. Zorenko, O., Zorenko, Y., Kupalkina-Luhova, I., Skyba, V., & Khokhlova, R. (2021). Influence of the surface characteristics of corrugated cardboard on the quality of inkjet printing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(1(114)), 47–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.244617> [in English].

8. Avdiakov, Y., & Zolotukhina, K. (2022). Analichnyi ohliad suchasnoho stanu tekhnolohii vyhotovlennia hnuchkoho pakovannia ta etyketky [Analytical Review of the Current State of Flexible Packaging and Label Manufacturing Technologies]. *Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia i Tekhnika Drukarstva)*, (3(77)), 33–46. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(77\).2022.271804](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(77).2022.271804) [in Ukrainian].

9. Ohirko, M. (2021). Doslidzhennia protsesu ozdoblennia ta zakhystu pakovan drukarskymy lakamy z aromatyzovanyimi ta liuminestsentnyimi domishkami [Research of the Process of Finishing and Protecting Packagings by Printing Varnishes with Aromatized and Luminescent Impurities]. *Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia i Tekhnika Drukarstva)*, (4(74)), 53–62. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(74\).2021.258286](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(74).2021.258286) [in Ukrainian].

10. Maik, V., Durniak B., Holob, H., Bratsko, S., & Dudok, T. G. (2013). Problemy standartyzatsii shryftu Brailia pry vyhotovlenni vydan dlia nezriachykh [Problems of standardization of Braille in the production of publications for the blind]. *Polihrafiya i vydavnycha sprava*, 3–4, 68–77 [in Ukrainian].

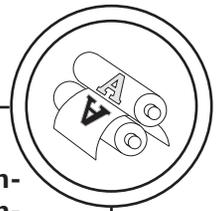
Yevheniia Ihnatenko, master, National Technical University of Ukraine 'Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute'.

Svitlana Symotiuk, assistant, National Technical University of Ukraine 'Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute'.

*Corresponding author: **Kateryna Zolotukhina**, National Technical University of Ukraine 'Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute', zolotuhina.ekaterina@ill.kpi.ua, <https://orcid.org/0000-0002-6915-0651>.

Research on Methods for Obtaining Tactile Elements on Cardboard Packaging

Technologies that enable the creation of three-dimensional and tactile elements on cardboard consumer packaging have been identified, and imprints produced using digital reproduction



and finishing technologies have been analyzed. Recommendations have been formulated regarding the use of digital technologies for forming tactile elements on cardboard packaging and its subsequent use by audiences with disabilities. A classification of options for applying tactile elements to consumer cardboard packaging has been developed. In particular, the study examines the specifics of forming tactile elements and QR codes in digital printing and digital varnishing processes in order to ensure their effective perception by visually impaired audiences. It has been established that all the examined samples are characterized by an increase in stroke width during the application of varnish or UV inks; moreover, for thin lines in digital printing, these changes intensify with an increasing number of passes, which positively affects tactility and the clarity of information reading. It has been found that digital varnishing, especially on coated substrates, is characterized by poorer tactile performance due to varnish spreading. It is shown that text and QR codes reproduced by inkjet UV printing in multiple passes exhibit higher clarity compared to digital printing followed by varnishing, which is not recommended for reproducing fine elements. It has been determined that QR codes applied in 3–4 passes are clearly perceptible by touch and can be read by visually impaired users no worse than Braille. The optimal QR code size has been established as 2×2 cm, combining reliable readability with compactness. The expediency of using light-colored substrates and dark code colors under various operating conditions has also been substantiated.

Despite the high productivity of digital varnishing, its application is less advisable for ensuring sufficient tactility of imprints, which determines the advantages of inkjet UV printing for the production of tactilely accessible printed products.

Keywords: consumer packaging; tactility; electrophotography; digital foiling; digital varnishing; inkjet printing; QR codes; cardboard; quality control.

Надійшла до редакції/Received: 18.11.25

Рецензія/Peer review: 28.11.25

Опубліковано/Printed: 30.12.25