

УДК 655.003+655.326.3+330.131.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАКУУМНОГО ФОРМУВАННЯ НА ЯКІСТЬ ШРИФТУ БРАЙЛЯ

В. З. Маїк¹, Яцек Кусьмерчик², Т. Г. Дудок³

¹Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

²Польська гільдія лицарів Гутенберга,
вул. Маривільська, 34 Е, Варшава, 03-228, Польща

³Інститут фізичної оптики ім. О. Г. Влоха,
вул. Драгоманова, 23, Львів, 79005, Україна

Важливою соціально-гуманітарною та економічною проблемою є адаптація людей з проблемами зору у повсякденному і професійному житті. Вирішення цих важливих проблем регламентується міжнародними та національними конвенціями, меморандумами і законами. Зокрема, проблема спеціального навчання та виготовлення видань шрифтом Брайля залишається актуальною для людей з проблемами зору практично у всіх країнах світу. У видавничо-поліграфічній, пакувальній, рекламній, харчовій та інших галузях промисловості широко застосовуються процеси вакуумного формування виробів. Зокрема, технологія вакуумного формування широко застосовується для виготовлення поліграфічної продукції для людей з проблемами зору. Технологія вакуумного формування передбачає нагрів термопластичної аркушевої заготовки до високоеластичного стану з подальшим формуванням і охолодженням. Метод вакуумного формування відрізняється від інших простотою виготовлення, компактністю, відносною дешевизною устаткування і технологічного оснащення. На сьогодні така технологія є однією з найбільш перспективних для процесів виробництва об'ємних виробів з полімерних матеріалів. Одним з основних елементів вакуумного формування є матриця, яка може виготовлятися з різних видів матеріалів. Вибір матеріалу для виготовлення матриці залежить від накладу замовлення, якості поверхні виробу, точності виготовлення, вартості та інших факторів. Здійснено апробацію удосконаленого технологічного процесу вакуумного формування з використанням картонних матриць для нанесення шрифту Брайля. Проведені дослідження якості нанесення шрифту Брайля вакуумним формуванням з використанням ПВХ-плівки товщиною 0,2 і 0,3 мм. Проведено дослідження залежності висоти і діаметра елементів шрифту Брайля залежно від діаметра елементів на картонній матриці та від параметрів проведення удосконаленого технологічного процесу.

Ключові слова: вакуумне формування, технологічні параметри, шрифт Брайля, картонна матриця, ПВХ-плівки, діаметр елементів, висота елементів.

Постановка проблеми. Для правильного сприйняття інформації людьми з проблемами зору під час виготовлення поліграфічної продукції необхідно забезпечити точне відтворення шрифту Брайля відповідно до вимог нормативних документів [1-5]. Для встановлення можливості якісного нанесення шрифту Брайля на ПВХ-плівку методом вакуумного формування з використанням картонних матриць необхідно провести визначення висоти і діаметра елементів шрифту Брайля залежно від параметрів технологічного процесу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Процеси вакуумного формування для виготовлення різних видів промислової продукції досліджували українські та зарубіжні науковці [6-18]. Але потрібно зазначити недостатню кількість наукових публікацій і досліджень, які стосуються застосування технології вакуумного формування для відтворення рельєфно-крапкових зображень (шрифт Брайля) під час виготовлення поліграфічної продукції для людей з проблемами зору.

Мета статті — дослідження впливу технологічних параметрів удосконаленої технології вакуумного формування з використанням картонних матриць з визначенням висоти і діаметра елементів шрифту Брайля залежно від діаметра елементів на картонній матриці.

Виклад основного матеріалу дослідження. У статті досліджено удосконалену технологію вакуумного формування з використанням картонних матриць з визначенням висоти і діаметра елементів шрифту Брайля залежно від діаметра елементів на картонній матриці і від параметрів проведення удосконаленого технологічного процесу. Для дослідження якості вакуумного формування рельєфно-крапкових зображень використовували такі ПВХ-плівки, як Polyprint фірми «Plastics» — прозору матову товщиною 0,2 мм, глянцевою прозорою 0,3 мм. Виготовлення матриці з електроізоляційного картону здійснювалося на лазерному гравіювальному апараті «LaserPro C180 II» виробництва фірми GSC (США). Для виготовлення рельєфно-крапкових зображень використовували пристрій для вакуумного формування EZ-Form Braille & Tactile (Brailon®) Duplicator. Для дослідження якості відтворення шрифту Брайля використовували тест-шкалу, яка наведена на рис. 1.

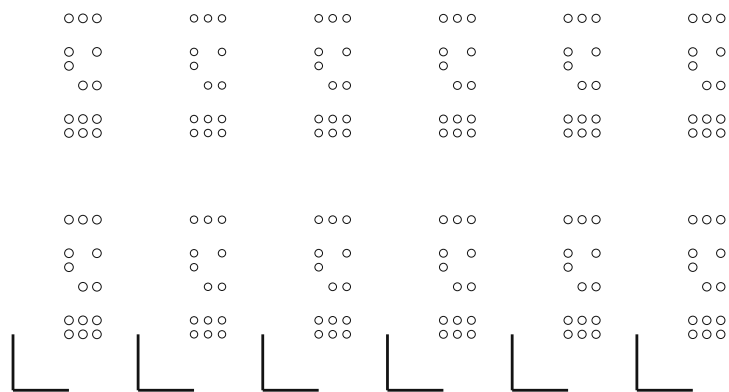


Рис. 1. Тест-шкала для дослідження якості елементів шрифту Брайля у процесі вакуумного формування

На рис. 2 наведені залежності висоти елементів шрифту Брайля на відбитку від часу вакуумного формування.

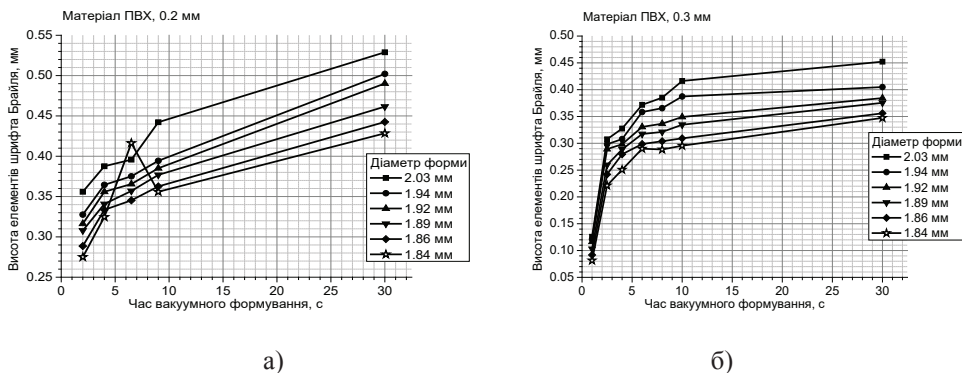


Рис. 2. Залежність висоти елементів шрифту Брайля на відбитку від часу вакуумного формування: а) — плівка ПВХ прозора матова товщиною 0,2 мм; б) — плівка ПВХ глянцева прозора товщиною 0,3 мм

З графіків, наведених на рис. 2, видно, що на плівці ПВХ прозорій матовій товщиною 0,2 мм і плівці ПВХ глянцевої прозорій товщиною 0,3 мм зі збільшенням часу вакуумного формування (10 с нагрівання до включення вакууму, змінний час формування) і діаметра форми збільшується висота елементів шрифту Брайля.

На рис. 3 подано залежності діаметра елементів шрифту Брайля на відбитку від діаметра елементів шрифту Брайля на матриці.

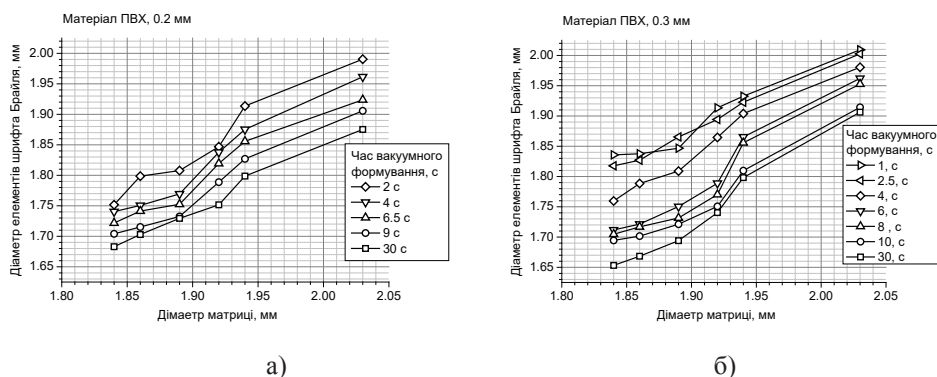


Рис. 3. Залежність діаметра елементів шрифту Брайля на відбитку від діаметра елементів шрифту Брайля на матриці: а) — плівка ПВХ прозора матова товщиною 0,2 мм; б) — плівка ПВХ глянцева прозора товщиною 0,3 мм

З графіків, наведених на рис. 3, видно, що на плівці ПВХ прозорій матовій товщиною 0,2 мм і плівці ПВХ глянцевої прозорій товщиною 0,3 мм зі збільшенням діаметра елементів шрифту Брайля на формі та часу вакуумного формування (10 с нагрівання до включення вакууму, змінний час формування) збільшується діаметр елементів шрифту Брайля.

На рис. 4 подані залежності висоти елементів шрифту Брайля на відбитку від діаметра елементів шрифту Брайля на матриці.

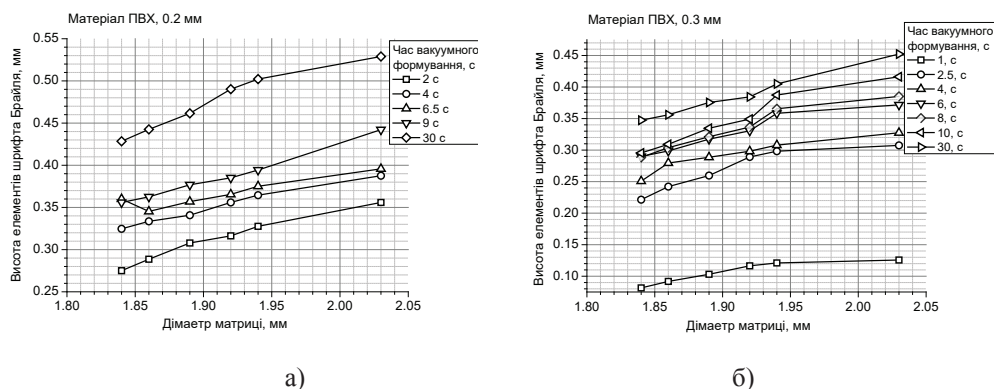


Рис. 4. Залежність висоти елементів шрифту Брайля на відбитку від діаметра елементів шрифту Брайля на матриці (10 с нагрівання до включення вакууму, змінний час формування): а) — плівка ПВХ прозора матова товщиною 0,2 мм; б) — плівка ПВХ глянцева прозора товщиною 0,3 мм)

Аналіз залежностей, наведених на рис. 4, показав, що на плівці ПВХ прозорій матовій товщиною 0,2 мм і плівці ПВХ глянцевої прозорій товщиною 0,3 мм зі збільшенням діаметра на картонній матриці та часу вакуумного формування (10 с нагрівання до включення вакууму, змінний час формування) збільшується висота елементів шрифту Брайля.

Висновки. З використанням розробленої тест-шкали отримано відбитки вакуумним формуванням на двох ПВХ-плівках (0,2 і 0,3 мм) з використанням удосконаленої технології вакуумного формування. У результаті проведених досліджень отриманих відбитків встановлено закономірності, що при використанні двох видів плівок при збільшенні часу вакуумного формування і при збільшенні діаметра елементів шрифту Брайля на матриці збільшується висота і діаметр елементів шрифту Брайля на відбитках. При збільшенні товщини плівки, при одних і тих самих параметрах проведення технологічного процесу діаметр і висота елементів шрифту Брайля на відбитках зменшується.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Jiménez J. et al. Biography of louis braille and invention of the braille alphabet. *Survey of ophthalmology*. 2009. Vol. 54. № 1. Pp. 142-149.
2. Аналіз навчально-методичних технологій, засобів та пристроїв для інклюзивної освіти / Маїк В. З., Дудок Т. Г., Опотяк Ю. В., Тимошик М. А. *Квалілогія книги*. 2011. № 1 (19). С. 118-147.
3. Синьова Є. П. Рельєфно-крапкове письмо сліпих. Шрифт Луї Брайля : навч. посіб. Розділ 1. 2003. 108 с.

4. Бурчак О. К. Освіта сліпих: її сучасне та майбутнє. *Соціальне партнерство*. 2005. № 10. С. 26–27.
5. Проблеми стандартизації шрифту Брайля при виготовленні видань для незрячих / Маїк В. З., Дурняк Б. В., Голоб Г., Брацко С., Дудок Т. Г. *Поліграфія і видавнича справа*. 2013. № 3-4 (63–64). С. 68-77.
6. Прийменко О. А., Хмілярчук О. І. Комплексний показник якості паковань та рекламної продукції, що виготовлені вакуумним формуванням. *Технологія і техніка друкарства*. 2013. № 1.
7. Суберляк О. В., Баштанник П. І. Технологія виробництва виробів із пластмас і композитів. Частина 1. Київ : ІСДО, 1995. 164 с.
8. Суберляк О. В., Баштанник П. І. Технологія формування виробів з пластмас. Частина 2. Технологія формування погонажних виробів. Київ : ІСДО, 1996. 84 с.
9. Суберляк О. В., Баштанник П. І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. Київ, 2006. 270 с.
10. Фабуляк Ф. Г., Іванов С. В., Масленнікова Л. Д. Полімерне матеріалознавство : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ : Книжк. вид-во Нац. авіац. ун-ту, 2006. 196 с.
11. Schwarzmann P. Thermoforming: a practical guide. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG., 2019. 495 p.
12. Gómez C., Tobalina-Baldeon D., Cavas F. et al. Geometrical Optimization Of Thermoforming Continuous Fibers Reinforced Thermoplastics With Finite Element Models: A Case Study. *Composites Part B: Engineering*. 2022. Vol. 239. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2022.109950>.
13. Van de Velde K., Kiekens P. Thermoplastic polymers: overview of several properties and their consequences in flax fibre reinforced composites. *Polym Test*. 2001. 20 (8). Pp. 885-893.
14. Peter W. Klein Fundamentals of Plastics Thermoforming 2009 «Springer Cham», Morgan & Claypool Publishers, 2009. 83 p.
15. Мікульонюк І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів : навч. посіб. / 2-ге вид., перероб. та допов. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 292 с.
16. Мікульонюк І. О. Обладнання і процеси перероблення термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини : монографія. Київ : ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2009. 265 с.
17. Мікульонюк І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського ; Вид-во «Політехніка», 2017. 324 с.
18. Радченко Л. Б. Переробка термопластів методом екструзії : монографія. Київ : ІЗМН, 1999. 220 с.

REFERENCES

1. Jiménez, J. et al. (2009). Biography of louis braille and invention of the braille alphabet: Survey of ophthalmology, 54, 1, 142-149 (in English).
2. Maik, V. Z., Dudok, T. H., Opotiak, Yu. V., & Tymoshyk, M. A. (2011). Analiz navchalno-metodychnykh tekhnolohii, zasobiv ta prystroiv dlia inkluzyvnoi osvity: Kvalilohiia knyhy, 1 (19), 118-147 (in Ukrainian).
3. Synova, Ye. P. (2003). Reliefno-krapkove pysmo slipykh. Shryft Lui Brailia. Rozdil 1 (in Ukrainian).

4. Burchak, O. K. (2005). Osvita slipykh: yii suchasne ta maibutnie: Sotsialne partnerstvo, 10, 26–27 (in Ukrainian).
5. Maik, V. Z., Durniak, B. V., Holob, H., Bratsko, C., & Dudok, T. H. (2013). Problemy standartyzatsii shryftu Brailia pry vyhotovlenni vydan dlia nezriachykh: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 3-4 (63–64), 68-77 (in Ukrainian).
6. Prymenko, O. A., & Khmiliarchuk, O. I. (2013). Kompleksnyi pokaznyk yakosti pakovan ta reklamnoi produktsii, shcho vyhotovleni vakuumnym formuvanniam: Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 1 (in Ukrainian).
7. Suberliak, O. V., & Bashtannyk, P. I. (1995). Tekhnolohiia vyrobnytstva vyrobiv iz plastmas i kompozytiv. Chastyna 1. Kyiv : ISDO (in Ukrainian).
8. Suberliak, O. V., & Bashtannyk, P. I. (1996). Tekhnolohiia formuvannia vyrobiv z plastmas. Chastyna 2. Tekhnolohiia formuvannia pohonazhnykh vyrobiv. Kyiv : ISDO (in Ukrainian).
9. Suberliak, O. V., & Bashtannyk, P. I. (2006). Tekhnolohiia pererobky polimernykh ta kompozytsiinykh materialiv. Kyiv (in Ukrainian).
10. Fabuliak, F. H., Ivanov, S. V., & Maslennikova, L. D. (2006). Polimerne materialoznavstvo. Kyiv : Knyzhk. vyd-vo Nats. aviats. un-tu (in Ukrainian).
11. Schwarzmann, P. (2019). Thermoforming: a practical guide. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG (in English).
12. Gómez, C., Tobalina-Baldeon, D., & Cavas, F. et al. (2022). Geometrical Optimization Of Thermoforming Continuous Fibers Reinforced Thermoplastics With Finite Element Models: A Case Study: Composites Part B: Engineering, 239. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2022.109950> (in English).
13. Van de Velde, K., & Kiekens, P. (2001). Thermoplastic polymers: overview of several properties and their consequences in flax fibre reinforced composites: Polym Test, 20 (8), 885-893 (in English).
14. Peter, W. (2009). Klein Fundamentals of Plastics Thermoforming 2009 «Springer Cham», Morgan & Claypool Publishers (in English).
15. Mikulonok, I. O. (2020). Tekhnolohichni osnovy pereroblennia polimernykh materialiv / 2-he vyd., pererob. ta dopov. Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho (in Ukrainian).
16. Mikulonok, I. O. (2009). Obladnannia i protsesy pereroblennia termoplastychnykh materialiv z vykorystanniam vtorynnoi syrovyny. Kyiv : IVTs Vydavnytstvo «Politekhnik» (in Ukrainian).
17. Mikulonok, I. O. (2017). Tekhnolohichni osnovy pereroblennia polimernykh materialiv. Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho ; Vyd-vo «Politekhnik» (in Ukrainian).
18. Radchenko, L. B. (1999). Pererobka termoplastiv metodom ekstruzii. Kyiv : IZMN (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2023-1-66-117-123

**RESEARCH OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS
OF ADVANCED VACUUM FORMING TECHNOLOGY
ON THE BRAILLE QUALITY**

V. Z. Mayik¹, Jacek Kuśmierczyk², T. H. Dudok³

¹*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

²*Polish Guild of Gutenberg's Knights,
34 E, Marywilska St., Warsaw, 03-228, Poland*

³*Vlokh Institute of Physical Optics,
23, Drahomanov St., Lviv, 79005, Ukraine
vol_maik@meta.ua*

An important socio-humanitarian and economic problem is the adaptation of people with vision problems in everyday and professional life. The solution of these important problems is regulated by international and national conventions, memoranda and laws. In particular, the problem of special training and production of Braille editions remains relevant for people with vision problems in almost all countries of the world. Vacuum forming processes are widely used in the publishing and printing, packaging, advertising, food and other industries. In particular, the vacuum forming technology is widely used for the production of printing products for people with vision problems. Vacuum forming technology involves heating a thermoplastic sheet blank to a highly elastic state, followed by forming and cooling. The vacuum forming method differs from others in ease of manufacturing, compactness, relative cheapness of equipment and technological devices. Today, this technology is one of the most promising for the production of bulk products from polymer materials. One of the main elements of vacuum forming technology is the matrix, which can be made from various types of materials. The selection of material for manufacturing the matrix depends on the quantity of the order, the quality of the product surface, the manufacturing accuracy, cost and other factors. The approbation of the improved vacuum forming technological process using cardboard matrices for applying the Braille font is carried out. The research is conducted on the quality of Braille application by vacuum forming technology using PVC films with a thickness of 0.2 and 0.3 mm. The study of the dependencies of the height and diameter of Braille elements depending on the diameter of the elements on the cardboard matrix and on the parameters of the improved technological process is conducted.

Keywords: *vacuum forming technology, technological parameters, Braille font, cardboard matrix, PVC films, element diameter, element height.*

*Стаття надійшла до редакції 11.03.2023.
Received 11.03.2023.*