

УДК 094:033.24

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ВИСОТИ ЕЛЕМЕНТА ШРИФТУ БРАЙЛЯ НА ЦЕЛЮЛОЗНОМУ КАРТОНІ ТИПУ ARKTICA

В. З. Маїк

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

Сьогодні для забезпечення рівних можливостей людей з особливими потребами у багатьох країнах здійснюється формування інформаційного простору шрифту Брайля. Це значною мірою стосується і до нанесення шрифту Брайля на різні види продукції у фармацевтичній, харчовій та інших галузях промисловості. Для виготовлення упаковки для реалізації продукції у вищезгаданих галузях промисловості використовують різні види картонних матеріалів, які відрізняються між собою структурою, фізико-механічними та іншими властивостями. Досліджено залежності висоти елемента шрифту Брайля на целюлозному картоні типу *Arktika*, який призначений для поліграфічної промисловості і для виробництва споживчої упаковки для промислових виробів від його технологічних параметрів і зусилля тиску.

Для проведення досліджень залежності висоти від зусилля тиснення використовуються спеціальний прилад, який здійснює імітацію конгресного тиснення механізмом переміщення контриштампа. На приладі можна задавати параметр циклічності його роботи. За його допомогою можна здійснювати реєстрацію зусилля тиснення та величину переміщення контриштампа, тобто висоту елемента шрифту Брайля.

Дослідження висоти елемента шрифту Брайля є важливим завданням, оскільки від його висоти залежить надійність зчитування інформації людьми з вадами зору. Висота шрифту Брайля регламентується великою кількістю національних та міжнародних стандартів, інструкцій та нормативних рекомендацій. Залежність тиску p від висоти h була визначена за допомогою спеціального приладу в результаті проведених експериментальних досліджень. З метою уточнення аналітичних співвідношень між тиском p і параметрами (h, m_s) було зроблено перехід від нерівномірних проміжків по h, m_s до рівномірних. Використано метод інтерполяції і метод найменших квадратів випадку для побудови нелінійних та лінійних залежностей типу $p = p(m_s)$, $p = p(h)$. Графічний метод було використано для порівняння аналітичних залежностей типу $p = p(m_s)$, $p = p(h)$ для картонів різної маси.

Ключові слова: шрифт Брайля, висота елемента, зусилля тиску, целюлозний картон, аналітичні залежності, метод найменших квадратів.

Постановка проблеми. Під час виготовлення друкованої продукції, інформаційних матеріалів для незрячих, пакувань з шрифтом Брайля основним завданням є забезпечення надійності зчитування інформації незрячими. Одним з найбільш вагомих параметрів для забезпечення надійності зчитування шрифту Брайля є висота його елементів. Виготовляючи продукцію для незрячих з використанням різних матеріалів, у цьому випадку з картону, важливо забезпечити умови проведення технологічного процесу для отримання необхідної висоти елементів шрифту Брайля. Для цього необхідно провести дослідження для виявлення закономірностей формування шрифту Брайля на целюлозному картоні типу Arktika та їх математичний опис.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз останніх досліджень, публікацій [1-10], чинних нормативно-правових документів (директиви, ТУ, технологічні інструкції, укази, накази, розпорядження) різних країн світу щодо вимог до шрифту Брайля та його застосування [11] вказує на те, що технологічні процеси нанесення шрифту Брайля мають забезпечувати необхідну висоту його елементів, яка впливає безпосередньо на надійність зчитування інформації та експлуатаційні параметри.

Мета статті — провести дослідження та описати математично залежність висоти елементів шрифту Брайля від технологічних параметрів картону типу Arktika і зусилля тиску.

Вклад основного матеріалу дослідження. Arktika GC-1 — целюлозний, з додаванням деревної маси, картон з двошаровим крейдованим покриттям лицьової сторони і слабокрейдованим зворотом (рис. 1, 2, табл. 1). Має високу білизну, глянець і жорсткість. Застосовується для виготовлення упаковки харчових і промислових товарів, а також для поліграфії.

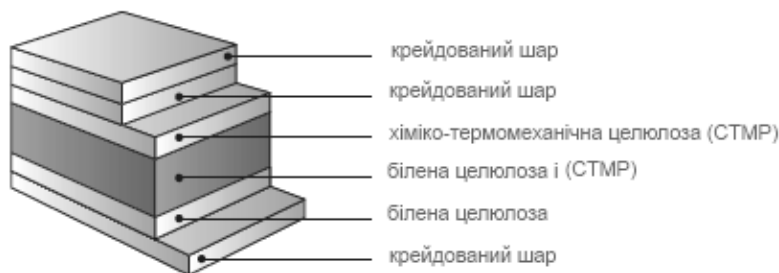


Рис. 1. Склад целюлозного картону Arktika

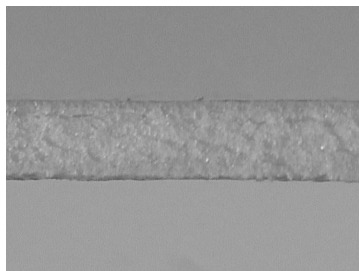


Рис. 2. Мікрофотографія перерізу картону марки Arktika GC-1

Таблиця 1

Технічні характеристики картонів Arktika різної маси

Маса, г/м ²	Товщина, мкм	Жорсткість					
		DIN 53 121 (5°), мНм		Taber (15°), мНм		L&W (15°), мН	
		MD	CD	MD	CD	MD	CD
215	305	14,2	7,1	7,7	3,9	160	80
230	330	17,9	9,0	9,7	4,8	200	100
250	370	24,5	12,7	13,0	6,8	270	140
275	422	35,4	18,6	18,8	9,9	390	205
300	468	44,4	22,7	23,7	12,1	490	250

Для дослідження технологічних зусиль за різної висоти елемента шрифту Брайля використовували спеціальний прилад.

За результатами проведених експериментальних досліджень, формуємо лінійну і нелінійну залежність тиску p від висоти h за методом найменших квадратів (МНК) (табл. 2, 3) [12].

Таблиця 2

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (0,215 кг/м²)

№	Висота H , мм	Тиск p , МПа	Маса поверхнева m_s , кг/м ²	Товщина z , мм	Об'ємна густина ρ , г/см ³
1	0,289	0,175	$m_s=0,215$	$z=0,31$	$\rho=0,67$
2	0,308	0,418			
3	0,375	0,472			
4	0,452	0,999			
5	0,553	1,255			
6	0,644	1,444			
7	0,723	2,375			

Таблиця 3

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (рівномірно віддалені висоти з кроком $\Delta h = 0,087$ мм)

№	Висота h , мм	Тиск p_h , МПа	Маса поверхнева m_s , кг/м ²	Товщина z , мм	Об'ємна густина ρ , г/см ³
1	0,375	0,472	$m_s=0,215$	$z=0,31$	$\rho=0,67$
2	0,462	1,024			
3	0,549	1,245			
4	0,636	1,427			
5	0,723	2,375			

Від нерівномірних проміжків по h , як в табл. 2, перейдено до рівномірної таблиці по $h \Rightarrow$ табл. 3, де крок $\Delta h = 0,087$ мм.

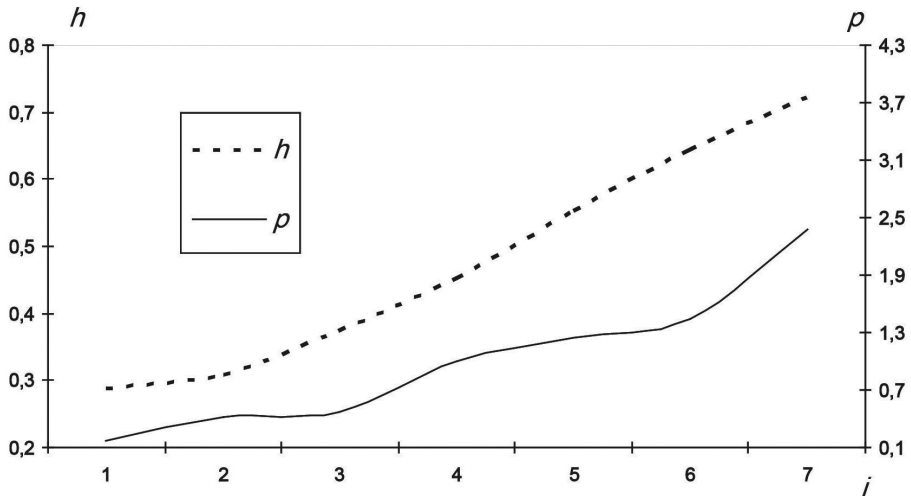


Рис. 3. Залежності висоти $h = h(i)$ і тиску $p = p(i)$, де i — номер зразка (картону Arktica, поверхнева маса $m_s = 0,215 \text{ кг/м}^2$)

Аналогічні математичні процедури проводимо для картону Arktica з масою $0,230 \text{ кг/м}^2$, $0,250 \text{ кг/м}^2$, $0,275 \text{ кг/м}^2$, $0,300 \text{ кг/м}^2$.

Таблиця 4

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika ($0,230 \text{ кг/м}^2$)

№	Висота h, мм	Тиск p, МПа	Маса поверхнева m_s , кг/м^2	Товщина z, мм	Об'ємна густина ρ , г/см^3
1	0,346	0,31	$m_s = 0,230$	$z = 0,325$	$\rho = 0,75$
2	0,414	0,621			
3	0,463	1,09			
4	0,635	1,242			
5	0,683	1,727			
6	0,698	2,631			

Таблиця 5

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (рівномірно віддалені висоти з кроком $\Delta h = 0,071 \text{ мм}$)

№	Висота h, мм	Тиск p_h , МПа	Маса поверхнева m_s , кг/м^2	Товщина z, мм	Об'ємна густина ρ , г/см^3
1	0,414	0,621	$m_s = 0,23$	$z = 0,325$	$\rho = 0,75$
2	0,485	1,118			
3	0,556	1,208			
4	0,627	1,361			
5	0,698	2,631			

Від нерівномірних проміжків по h , як в табл. 4, перейдено до рівномірної таблиці по $h \Rightarrow$ табл. 5, де крок $\Delta h = 0,071$ мм.

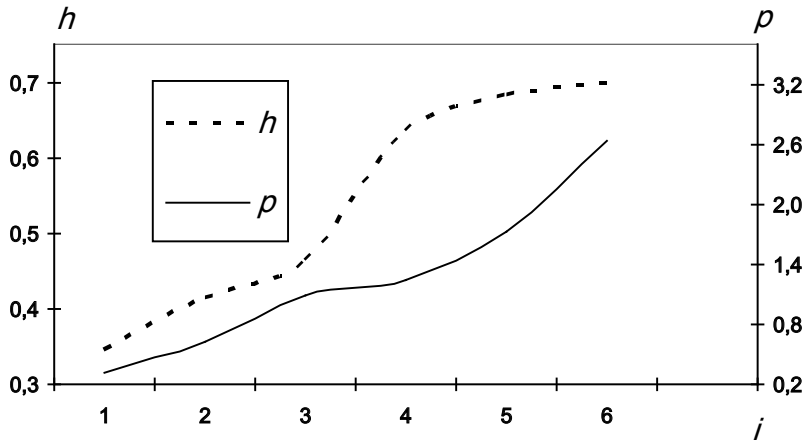


Рис. 4. Залежності висоти $h = h(i)$ і тиску $p = p(i)$, де i — номер зразка (картону Arktica, поверхнева маса $m_s = 0,23$ кг/м²)

Таблиця 6

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (0,250 кг/м²)

№	Висота h , мм	Тиск p , МПа	Маса поверхнева m_s , кг/м ²	Товщина z , мм	Об'ємна густина ρ , г/см ³
1	0,375	0,351	$m_s = 0,250$	$z = 0,351$	$\rho = 0,88$
2	0,443	0,688			
3	0,476	1,174			
4	0,511	1,214			
5	0,628	1,525			
6	0,707	2,102			
7	0,750	3,144			

Таблиця 7

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (рівномірно віддалені висоти з кроком $\Delta h = 0,087$ мм)

№	Висота h , мм	Тиск p_h , МПа	Маса поверхнева m_s , кг/м ²	Товщина z , мм	Об'ємна густина ρ , г/см ³
1	0,402	0,485	$m_s = 0,250$	$z = 0,351$	$\rho = 0,88$
2	0,489	1,189			
3	0,576	1,387			
4	0,663	1,781			
5	0,750	3,144			

Від нерівномірних проміжків по h , як в табл. 6, перейдено до рівномірної таблиці по $h \Rightarrow$ табл. 7, де крок $\Delta h = 0,087$ мм.

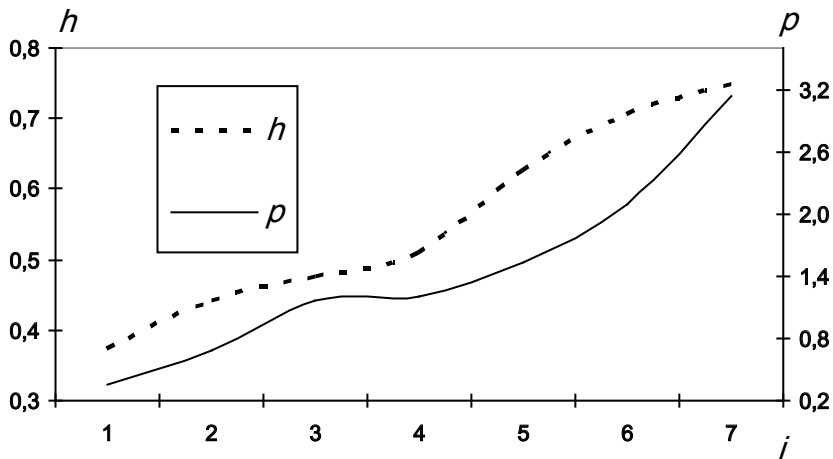


Рис. 5. Залежності висоти $h = h(i)$ і тиску $p = p(i)$, де i — номер зразка (картону Arktika, поверхнева маса $m_s = 0,25$ кг/м²)

Таблиця 8

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (0,275 кг/м²)

№	Висота h, мм	Тиск p, МПа	Маса поверхнева m_s , кг/м ²	Товщина z, мм	Об'ємна густина ρ , г/см ³
1	0,457	0,607	$m_s = 0,275$	$z = 0,385$	$\rho = 1,06$
2	0,535	1,160			
3	0,587	1,579			
4	0,65	1,875			
5	0,673	2,285			

Таблиця 9

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (рівномірно віддалені висоти з кроком $\Delta h = 0,054$ мм)

№	Висота h, мм	Тиск p_h , МПа	$m_s = 0,275$	$z = 0,385$	$\rho = 1,06$
1	0,457	0,607			
2	0,511	0,990			
3	0,565	1,410			
4	0,619	1,729			
5	0,673	2,285			

Від нерівномірних проміжків по h , як в табл. 8, перейдено до рівномірної таблиці по $h \Rightarrow$ табл. 9, де крок $\Delta h = 0,054$ мм.

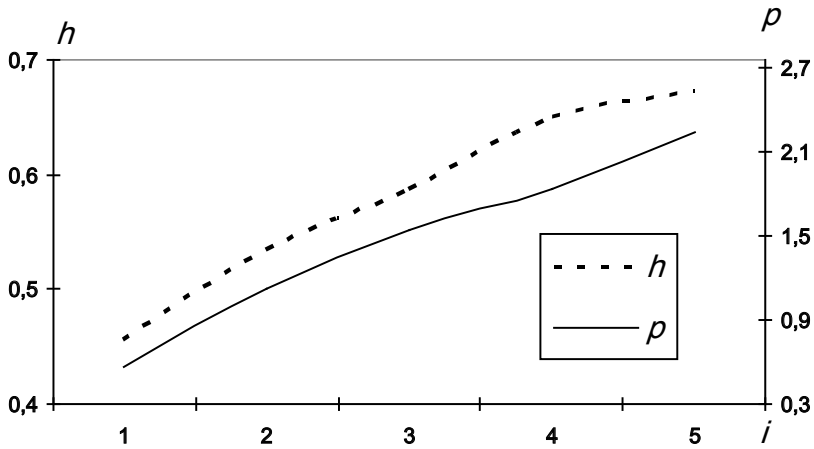


Рис. 6. Залежності висоти $h = h(i)$ і тиску $p = p(i)$, де i — номер зразка (картону Arktika, поверхнева маса $m_s = 0,275 \text{ кг/м}^2$)

У результаті вийшов коефіцієнт кореляції для даних табл. 8: $AK = K_k(8) = 0,994$.

Таблиця 10

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (0,300 кг/м²)

№	Висота h, мм	Тиск p, МПа	Маса поверхнева m_s , кг/м ²	Товщина z, мм	Об'ємна густина ρ , г/см ³
1	0,515	0,459	$m_s = 0,300$	$z = 0,432$	$\rho = 1,3$
2	0,545	0,85			
3	0,558	1,309			
4	0,587	1,848			
5	0,706	2,28			

Таблиця 11

Результати визначення технологічних зусиль картону Arktika (рівномірно віддалені висоти з кроком $\Delta h = 0,04775 \text{ мм}$)

№	Висота h, мм	Тиск p, МПа	$m_s = 0,300$	$z = 0,432$	$\rho = 1,3$
1	0,515	0,459			
2	0,56275	1,309			
3	0,6105	1,933			
4	0,65285	2,087			
5	0,706	2,28			

Від нерівномірних проміжків по h, як в табл. 10, перейдено до рівномірної таблиці по h \Rightarrow табл. 11, де крок $\Delta h = 0,04775 \text{ мм}$.

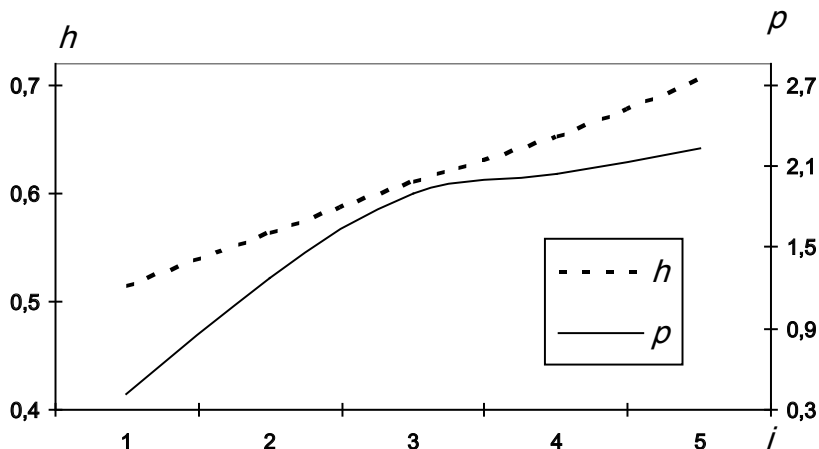


Рис. 7. Залежності висоти $h = h(i)$ і тиску $p = p(i)$, де i — номер зразка (картону Arktica, поверхнева маса $m_s = 0,30$ кг/м²)

У результаті вийшов коефіцієнт кореляції $K_{kor} = K_k(10) = 0,994$.

Функціональна залежність типу $y = y(x)$ (тобто $p = p(h)$) для табл. 2, 4, 6, 8, 10 (Arktica) з відповідним індексом:

$$p_2 = 7,106h^2 - 2,965h + 0,687, (m_s = 0,215 \text{ кг/м}^2); \Delta_{nel} = 0,051; \quad (1)$$

$$p_4 = 22,80 \cdot h^2 - 19,35 \cdot h + 4,868, (m_s = 0,230 \text{ кг/м}^2); \Delta_{nel} = 0,063; \quad (2)$$

$$p_6 = 14,29h^2 - 9,666h + 2,208, (m_s = 0,250 \text{ кг/м}^2); \Delta_{nel} = 0,048; \quad (3)$$

$$p_8 = 6,001h^2 + 0,802h - 0,9996, (m_s = 0,275 \text{ кг/м}^2); \Delta_{nel} = 0,012; \quad (4)$$

$$p_{10} = -56,07h^2 + 77,78h - 24,72, (m_s = 0,300 \text{ кг/м}^2); \Delta_{nel} = 0,012; \quad (5)$$

За даними співвідношень (1)–(5) визначено тиски для 5 значень висоти 0,5 мм, 0,55 мм, 0,6 мм, 0,65 мм, 0,7 мм і подано у табл. 12 для картону Arktica.

Таблиця 12

Результати визначення тиску p (МПа), тобто технологічних зусиль для картонів Arktica

		Висота зразка h , мм					Поверхнева маса m_s , кг/м ²
	Номер таблиці	$h = 0,5$ мм	$h = 0,55$ мм	$h = 0,6$ мм	$h = 0,65$ мм	$h = 0,7$ мм	
Тиск p , МПа	1	0,981	1,206	1,466	1,762	2,094	0,215
	2	0,893	1,124	1,466	1,924	2,495	0,230
	3	0,947	1,214	1,552	1,962	2,443	0,250
	4	0,902	1,257	1,642	2,057	2,502	0,275
	5	0,459	1,105	1,77	2,155	2,559	0,300

На рис. 8 подана плавна залежність тиску $p = p(h)$

$$p_m = 14,29h^2 - 9,663h + 2,207; (m_s = 0,25 \text{ кг/м}^2) - \text{Arktica}, \quad (6)$$

для поверхневої маси $m_s = 0,25$ кг/м² для картону Arktica.

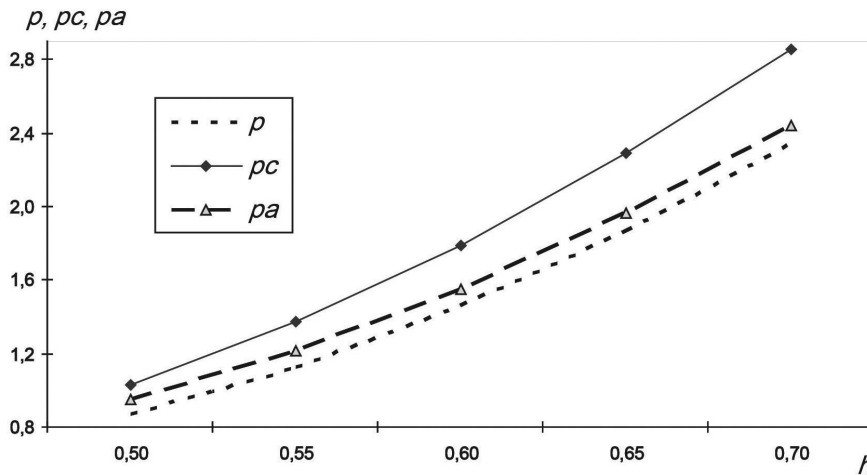


Рис. 8. Залежності тиску $p = p_m = p(h)$ для поверхневої маси $m_s = 0,25 \text{ кг/м}^2$ для картону НМ, картону Chromolux $p_c = p(h)$ і для картону Arktica $p_a = p(h)$

Оскільки коефіцієнти кореляції близькі до 1, то залежності між тиском p і кожним із трьох параметрів, тобто поверхневою масою m_s , p і товщиною z , p і об'ємною густиною матеріалу картону ρ типу еквівалентні. Тому достатньо, наприклад, вибрати залежність між тиском і m_s ($p = p(m_s)$). Наступні залежності $p = p(z)$, $p = p(\rho)$ можна отримати на основі $p = p(m_s)$.

Основні параметри, від яких залежать технологічні зусилля в картонах (тобто тиски p) — це висота h і маса картону m_s .

Щоб порівнювати технологічні зусилля в картонах, тобто тиски p , необхідно p порівнювати для однакових значень висоти h і для поверхневої маси m_s .

Для порівняння аналітичних залежностей типу $p = p(m_s)$, $p = p(h)$ для картону було використано графічний метод, оскільки залежності на графіках візуально наглядні та дають змогу робити аналіз і встановлювати локальні висновки про хід залежностей, тобто висновки про більші чи менші значення тисків і нахил кривих чи прямих відповідних відрізків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стандарти для маркування упаковки (шрифт Брайля) / Маїк В., Голоб Г., Брацко С., Дудок Т. Упаковка. 2014. № 1. С. 35–38.
2. 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.
3. Charakterystyka użytkowa znaków alfabetu Braille'a tłoczonych na gorąco folią / Vakulich D., Maik V., Rymarzewska V., Yarka N. Opakowanie. 2015. № 3. S. 72–74.
4. Investigation of geometrical and physical – mechanical parameters of Braille by assessing the different types of cardboard materials / Kibirkištis E., Venytė I., Mayik V., Vakulich D. MECHANIKA. 2011. № 17 (6). С. 656–660.

5. Golob G., Rotar B. Braille Legibility on the Pharmaceutical Packaging. VIIIthSeminarIn Graphic Arts. 2007. P. 98–104.
6. Вакуліч Д. А., Маїк В. З., Мотика М. Т. Дослідження впливу технологічних факторів на висоту елементів шрифту Брайля. Технологія і техніка друкарства. Київ : НТУУ «КПІ», 2009. № 3. С. 48–51.
7. Гавенко С. Ф., Лабецька М. Т. Поліграфічні технології маркування продукції шрифтом Брайля : монографія. Львів : Ліга-Прес, 2014. 140 с.
8. Graeme D., Weston A., Whittaker J. Braille dot height research: Investigation of braille dot elevation on pharmaceutical products : final report 31 january 2008. Birmingham : University of Birmingham, 2007. URL: <http://www.education.bham.ac.uk/research/victar/research.shtml>.
9. Kubera H., Sierzptowska J. Wymagania stawiane pudełkom tekturowym do pakowania wyrobów przemysłu farmaceutycznego. Przegląd papierniczy. 2008. sierpień (64). С. 437–439.
10. Stępień K. Drukowanie pisma Braille'a na opakowaniach (Printing Braille on packaging. Przegląd papierniczy. 2013. № 8. S. 412–418.
11. Fajdetić Andrea. Standardisation of Braille in the EU and other European Countries Faculty of Special Education and Rehabilitation Sciences University of Zagreb. URL: http://bib.irb.hr/datoteka/551906.Standardization_of_Braille_in_EU_and_other_European_Countries.pdf.
12. Руденко В. М. Математична статистика : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 304 с.

REFERENCES

1. Maik, V., Holob, H., Bratsko, S., Dudok, T. (2014). Standarty dlia markuvannia upakovky (shryft Brailia): Upakovka, 1, 35–38 (in Ukrainian).
2. Maik, V. Z., Durniak, B. V., Holob, H., Bratsko, S., 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).
3. Vakulich, D., Maik, V., Rymarzewska, V., Yarka, N. (2015). Charakterystyka uzytkowa znaków alfabetu Braille'a tłoczonych na gorąco folią: Opakowanie, 3, 72–74 (in Polish).
4. Kibirkštis, E., Venyte, I., Mayik, V., Vakulich, D. (2011). Investigation of geometrical and physical – mechanical parameters of Braille by assessing the different types of cardboard materials: MECHANIKA, 17 (6), 656–660 (in English).
5. Golob, G., Rotar, B. (2007). Braille Legibility on the Pharmaceutical Packaging: VIIIthSeminarIn Graphic Arts, 98–104 (in English).
6. Vakulich, D. A., Maik, V. Z., Motyka, M. T. (2009). Doslidzhennia vplyvu tekhnolohichnykh faktoriv na vysotu elementiv shryftu Brailia: Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva. Kyiv : NTUU «KPI», 3, 48–51 (in Ukrainian).
7. Havenko, S. F., Labetska, M. T. (2014). Polihrafichni tekhnolohii markuvannia produktsii shryftom Brailia. Lviv : Liha-Pres (in Ukrainian).
8. Graeme, D., Weston, A., Whittaker, J. (2007). Braille dot height research: Investigation of braille dot elevation on pharmaceutical products : final report 31 january 2008. Birmingham : University of Birmingham. Retrieved from <http://www.education.bham.ac.uk/research/victar/research.shtml> (in English).

9. Kubera, H., Sierzptowska, J. (2008). Wymagania stawiane pudełkom tekturowym do pakowania wyrobów przemysłu farmaceutycznego: Przegląd papierniczy, sierpień (64), 437–439 (in Polish).
10. Stepień, K. (2013). Drukowanie pisma Braille'a na opakowaniach (Printing Braille on packaging: Przegląd papierniczy, 8, 412–418 (in Polish).
11. Fajdetic, Andrea. Standardisation of Braille in the EU and other European Countries Faculty of Special Education and Rehabilitation Sciences University of Zagreb. Retrieved from http://bib.irb.hr/datoteka/551906.Standardization_of_Braille_in_EU_and_other_European_Countries.pdf (in English).
12. Rudenko, V. M. (2012). Matematychna statystyka. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury (in Ukrainian).

STUDYING THE FORMATION OF BRAILLE ELEMENT HEIGHT ON PULP CARDBOARD OF ARKTICA TYPE

V. Z. Mayik

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
vol_maik@meta.ua*

Nowadays, the information space of Braille typeface is being formed to provide equal opportunities for people with special needs. This is largely due to Braille typeface application on various types of products in the pharmaceutical, food and other industries. For packaging manufacturing for the sale of products in the aforementioned industries different types of cardboard materials are used, which differ in structure, physical and mechanical properties and other features. The article presents the study of the dependency of Braille element height on pulp cardboard of Arktika type, which is intended for printing industry and the production of consumer packaging for industrial products, on its technological parameters and pressure forces.

For the study of the height dependency on the stamping effort, a special device is used that simulates the congreve stamping by the counter-stamp moving mechanism. It is possible to set the parameter of its work cyclicity on the device. It can be used to record the stamping effort and the value of the counter-stamp movement, that is, the height of Braille element.

The study of the height of Braille element is an important task, since the reliability of reading the information by people with visual impairment depends on its height. The height of Braille typeface is governed by a large number of national and international standards, guidelines and regulatory recommendations. The dependency of the pressure p on the height h has been determined with the help of a special device as a result of the experimental studies. The transition from uneven intervals in h and m_s has been made to even ones in order to clarify the analytical relations between the pressure p and the parameters (h, m_s) . The method of interpolation as well as the method of least squares have

been used for the construction of nonlinear and linear dependencies of the type $p = p(m_s)$, $p = p(h)$. The graphical method has been used to compare the analytic dependencies of the type $p = p(m_s)$, $p = p(h)$ for the cardboard with different weight.

Keywords: *Braille typeface, element height, pressure force, pulp cardboard, analytic dependencies, method of least squares.*

Стаття надійшла до редакції 02.03.2018.

Received 02.03.2018.