

UDC 655.003+655.326.3+330.131.5

ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPROVED VACUUM FORMING TECHNOLOGICAL PROCESS FOR BRAILLE APPLICATION

Jacek Kusmierczyk

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

Braille is widely used in many countries and is an international standard for the communication of people with vision impairment. The use of Braille is an important element in the information environment of people with vision impairment, despite the development of modern information processing and transfer technologies. Braille is used on food packaging, signs and other places to help visually impaired people find their way around the city and when buying food and medicine. Braille provides an opportunity for independent reading, literacy development and, accordingly, learning, which contributes to the integration of people with vision impairment into society. In addition, learning Braille increases the possibility of finding a job for people with vision impairment. An important aspect in modern conditions is the improvement of Braille production technologies for the prompt manufacturing of Braille products with minimal expenditure of time and money. In the article, a technical and economic calculation of two technological processes of Braille applying by vacuum forming method is carried out. The basic technology for the comparative analysis of Braille application is the technology using matrices produced by the photochemical method using magnesium plates. In the advanced technology of vacuum forming method, cardboard matrices are used for Braille applying, which structurally consist of two parts. The article examines the issue of economic efficiency of the improved process of vacuum forming method using cardboard matrices. The paper analyses technical and economic indicators related to the technological process, equipment, material costs, productivity, production cost, which affect the economic efficiency of Braille application process using the vacuum forming method. As a result of the conducted research, the economic efficiency of the improved technological process of vacuum forming method using cardboard matrices for Braille applying is determined, which is important for the practical application of the improved technology.

Keywords: *vacuum forming technology, Braille, cardboard matrix, economic efficiency, cost estimation, profit, payback period.*

Problem Setting. Today, in the world, as well as in Ukraine, there is an acute problem of improving the conditions and usability of various types of printed products (textbooks, art publications, auxiliary materials for mastering professions, packaging, etc.) used by people with vision impairment made with Braille. Braille research is quite relevant and important, as the improvement of Braille can improve the accessibility and readability

of text information for people with vision impairment; can extend its functionality, in particular, the development of special symbols for mathematical, scientific or technical terms, adaptation to other languages, etc. Taking into account the above-mentioned development of modern technologies for the production of products with Braille font, today it is particularly relevant. It is especially important to take into account the economic aspects of technologies in the manufacture of various types of products with Braille in the context of reducing their cost and labour-intensive manufacturing [1-5].

Literature Review

A number of foreign and Ukrainian scientists have made a significant contribution to the research and development of vacuum forming technologies, which is reflected in a number of publications [6-15]. Despite the large number of works and publications on this topic, further research and improvement of the vacuum forming technology for the manufacture of various types of products, in particular with Braille, and their technical and economic justification are needed.

Presentation of the main research material

The work provides an economic justification for manufacturing of products with Braille using the improved vacuum forming technology. The technology of manufacturing products by vacuum forming method using magnesium plates as a matrix is chosen as a basis for comparison. The improved technology of vacuum forming method involves the use of cardboard matrices (Table 1).

Table 1

Output data for calculation (for two options)

Indicators	Parameter	Technology	
		Photo-chemical method	Laser engraving method
Product type	educational		
Material	type	on PVC 0.2 mm	on PVC 0.2 mm
Product format	unit - sm	A4 (210×297)	A4 (210×297)
Publication number	unit – page	180	180
Circulation	unit copy	50	50

The calculation of the economic efficiency of the use of production technologies is carried out according to the “Methodology for determining the effectiveness of costs for scientific research and development and their implementation in production.” It is approved by the order of the Ministry of Economics and European Integration and the Ministry of Finance of Ukraine dated September 25, 2001. [16] (Table 2, 3).

Table 2

Cost estimation

Expenditure items	Matrix from magnesium alloy	Matrix from electrical insulating cardboard
1. Materials	1954.75	873.37
2. Workers' wages NET	2116.50	1794.79
3. Taxes (17%) (Poland)	433.50	367.61
4. Equipment maintenance and operation costs. including:	460.79	380.26
- electricity costs	79.90	73.05
- repair costs	103.96	98.19
- depreciation expenses	164.59	107.72
- maintenance costs	70.45	66.74
- other expenses (10%)	41.89	34.57
5. Sales expenses (45% of workers' wages)	952.43	807.66
6. Administrative expenses (60% of workers' wages)	1269.90	1076.88
7. Other operating expenses (80% of workers' wages)	1693.20	1435.83
Total	8881.07	6736.40

Table 3

The main technical and economic indicators of options

Indicators	Unit	Matrix type		
		Magnesium alloy	Electrical insulating cardboard	Pace, %
1	2	3	4	5
1. Number of products (production program)	1imprint	9000,0	9000,0	100,0
2. Value of results	€.	12433,5	12433,5	100,0
3. Cost estimation	€.	8881,07	6736,40	75,86
4. Profit	€.	3552,43	5697,1	160,37
5. Annual economic effect on the production program	€.	-	2144,67	-
5.1. - for 1 imprint	€.	-	0,238	-
6. Savings from cost reduction	€.	-	2144,67	-

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5
7. Amount of capital investments, taking into account the employment of the equipment in the program	Є.	124,94	115,24	92,24
8. Payback period of capital investments	years	0,035	0,020	57,14
9. Specific labour intensity	n/hour	0,0417	0,0353	84,65

Note. When calculating the value of the results, the value of product profitability is accepted at the level of 40% (according to average market estimates).

The production number according to the basic (magnesium alloy matrix) and the new (electrically insulating cardboard) option is assumed to be the same, therefore the value of the results is also the same in the two options. The profit is higher in the new version due to the lower cost of manufacturing matrices, in particular: a reduction in the materials cost, a reduction in equipment maintenance and operation costs, less labour intensive, and a reduction in the number of technological operations. A much greater economic effect is achieved with smaller capital investments in the improved technology compared to the basic one.

Conclusions

Thus, from the results of the above calculations, it follows that the economic feasibility of introducing into production the improved technology of the vacuum forming process using cardboard matrices for applying relief dot images (Braille font) is determined by its economic advantages compared to existing analogues.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Jiménez J. et al. Biography of Louis Braille and invention of the braille alphabet. Survey of ophthalmology. 2009. Т. 54. № 1. С. 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. Розділ 1 : навч. посіб. 2003. 108 с. URL: <http://library.rehab.org.ua>
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., Голуб 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. de Velde K. Van, 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. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво. Затвердж. Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції і Міністерства фінансів України від 25.09.01.

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. Retrieved from <http://library.rehab.org.ua> (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. Pryimenko, 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 pohnazhnykh 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. de Velde, K. Van, & 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. Metodyka vyznachennia ekonomichnoi efektyvnosti vytrat na naukovi doslidzhennia i rozrobky ta yikh vprovadzhenia u vyrobnytstvo. Zatverdzh. Nakazom Ministerstva ekonomiky ta z pytan yevropeiskoi intehratsii i Ministerstva finansiv Ukrainy vid 25.09.01 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/2411-3611-2023-1-43-92-98

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВАКУУМНОГО ФОРМУВАННЯ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ШРИФТУ БРАЙЛЯ

Яцек Кусьмерчик

*Польська гільдія лицарів Гутенберга,
вул. Маривільська, 34 Е, Варшава, 03-228, Польща
jkusmierczyk@follak.com.pl*

Шрифт Брайля широко використовується в багатьох країнах і є міжнародним стандартом для комунікації людей з проблемами зору. Використання шрифту Брайля є важливим елементом в інформаційному середовищі людей з проблемами зору, незважаючи на розвиток сучасних технологій обробки і передачі інформації. Шрифт Брайля використовується для позначень на упаковках продуктів, табличках та в інших місцях, що допомагає людям з проблемами зору орієнтуватися під час переміщення у межах міста та при купівлі продуктів і ліків. Шрифт Брайля забезпечує можливість самостійного читання, розвитку грамотності і, відповідно, навчання, що сприяє інтеграції в суспільство людей з проблемами

зору. Також освоєння шрифту Брайля підвищує можливість пошуку роботи для людей з проблемами зору. Важливим аспектом у сучасних умовах є удосконалення технологій виготовлення шрифту Брайля для оперативного виготовлення продукції з шрифтом Брайля з мінімальними затратами часу і коштів. У статті проведено техніко-економічний розрахунок двох технологічних процесів нанесення шрифту Брайля вакуумним формуванням. Базовою технологією для порівняльного аналізу нанесення шрифту Брайля вибрано технологію з використанням матриць, виготовлених фотохімічним способом з використанням магнієвих пластин. В удосконаленій технології вакуумного формування для нанесення шрифту Брайля використовуються картонні матриці, які конструктивно складаються з двох частин. У статті досліджується питання економічної ефективності удосконаленого процесу вакуумного формування з використанням картонних матриць. Здійснено аналіз техніко-економічних показників, пов'язаних з технологічним процесом, устаткуванням, витратами на матеріали, продуктивністю, вартістю виробництва, що впливають на економічну ефективність процесу нанесення шрифту Брайля методом вакуумного формування. У результаті проведеного дослідження визначено економічну ефективність удосконаленого технологічного процесу вакуумного формування з використанням картонних матриць для нанесення шрифту Брайля, що має важливе значення для практичного застосування удосконаленої технології.

Ключові слова: вакуумне формування, шрифт Брайля, картонна матриця, економічна ефективність, вартісна оцінка витрат, прибуток, термін окупності.

Стаття надійшла до редакції 07.04.2023.

Received 07.04.2023.