

УДК 655.326.3

**В. З. Маик, Т. Г. Дудок**  
Украинская академия печати

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ШРИФТА БРАЙЛЯ МЕТОДОМ ВАКУУМНОГО ФОРМИРОВАНИЯ

Усовершенствование полиграфической техники и технологии раскрывает новые возможности для воспроизведения информации шрифтом Брайля. Благодаря рельефно-точечному письму незрячие могут повышать свой уровень коммуникации в обществе, получать образование, расширять информационное пространство. В настоящее время шрифт Брайля воспроизводится офсетным, цифровым, трафаретным способами печати, тиснением специальными иглами или пуансонами на бумаге, картоне или полимерной основе, а также путем термической обработки специальных материалов, способных изменять структуру.

В статье описан усовершенствованный технологический процесс нанесения рельефно-точечных изображений методом вакуумного формирования с использованием картонной матрицы, изготовленной лазерным гравированием. Приведены результаты экспериментальных исследований качества воспроизведения шрифта Брайля при использовании усовершенствованной технологии с использованием ПЭТ-пленки.

Результаты исследования позволяют определить оптимальные технологические параметры изготовления продукции: достаточную форму (диаметр отверстия), которая будет служить матрицей, и необходимую температуру, а также, наоборот, ориентируясь на планируемую температуру можно задавать диаметры отверстий при изготовлении формы (матрицы) для вакуумного формирования. При проведении эксперимента установлено, что время для изготовления одного листа формата А4 составляет менее одной минуты при использовании простого оборудования для вакуумного формирования.

**Ключевые слова:** шрифт Брайля, лазерное гравирование, матрица, вакуумное формирование, ПЭТ-пленка.

**V. Z. Maik, T. G. Dudok**  
Ukrainian Academy of Printing

### RESEARCH OF PROCESS OF DRAWING OF FONT BRAILLE'S BY VACUUM FORMATION

Improvement of printing technique and technology opens new opportunities for procreation of information with the Braille's font. Due to relief point wise letter blind people can increase the level of communication in society, get education, and expand information space. Now Braille's font is reproduced by offset, digital, and pattern ways of printing; stamping by express needles or punches on paper, cardboard or polymeric basis; and also by heat treatment of the express materials capable to change structure.

The article presents an advanced technological process of drawing relief and dot images by vacuum formation with the use of cardboard matrix made by laser engraving we preset. Results of the pilot studies of procreation quality of Braille's font when using improved PET-film technique.

Results of our research allow to determine optimum technological parameters of production manufacture: a sufficient form (diameter of an opening) which will serve as a matrix, and necessary temperature. On the contrary, being guided by the planned temperature, it is possible to set diameters of openings at manufacture of a form (matrix) for vacuum formation. During our an experiment it is established that time of manufacture of one A4 sheet is less than one minute when using a prime equipment for vacuum formation.

**Key words:** Braille's font, laser engraving, matrix, vacuum formation, PET-film.

**Введение.** С помощью зрения человек получает 80–90% информации об окружающем мире. Для человека с недостатками зрения очень важно не быть изолированным от общества. Поэтому получение разного рода информации и возможность оперировать ею позволяет незрячим интегрироваться в социум. Тактильная (осязательная) чувствительность кончиков пальцев настолько велика, что слепые люди могут читать, ощупывая ими буквы. При-

касаясь к предметам, незрячий воспринимает их разнообразные признаки и свойства: величину, упругость, плотность, температуру, расстояние и скорость, вес, форму и т. д. [1, 2].

Шрифт Брайля — рельефно-точечный шрифт для письма и чтения слепыми, разработанный французским тифлопедагогом Л. Брайлем. В основе брайлевского шрифта лежит комбинация выпуклых точек (до 6). Когда слепые или слабовидящие дети учатся читать, шрифт Брайля

является лучшим способом развития навыков правописания, грамматики, пунктуации. Кроме того, сложные схемы и графики, которые трудно описать устно, легко описываются с помощью системы Брайля [3–5].

Одной из наиболее перспективных технологий нанесения рельефно-точечных изображений (шрифт Брайля) является технология вакуумной формовки, которая имеет широкое применение в производстве учебно-методических изданий для незрячих, упаковки (лотки, блистеры, коррексы), рекламы (вывески, рекламные и информационные стенды, рекламные щиты, плакаты, объемные буквы, символы, логотипы, таблички, стойки, штендеры, лайтбоксы) [6–9]. Материалы, применяемые в этой технологии, отличаются высокими показателями прочности и износостойкости, продукция имеет реалистичный вид.

Но процесс получения шрифта Брайля с помощью технологии вакуумной формовки является малоизученным, поэтому нами была поставлена цель исследования процесса шрифта Брайля на ПЭТ-пленках с помощью вакуумного формования.

Исходя из актуальности проблемы, мы поставили перед собой задачу изготовить шрифт Брайля на дешевом и доступном оборудовании с использованием дешевых и доступных материалов и с соблюдением требований к шрифту Брайля.

Также важным фактором, который мы учитывали в наших исследованиях, является фактор времени. Мы пытались оценить производительность — возможность изготовить книгу (брошюру) шрифтом Брайля достаточным тиражом за приемлемый срок. С этим вопросом тесно увязан параметр тиражестойкости форм.

Для решения этих задач нами были изготовлены соответствующие формы. С помощью этих форм были выполнены с различными технологическими параметрами тестовые надписи шрифтом Брайля на полимерной пленке и проведены измерения параметров шрифта Брайля (высота, диаметр основания).

**Экспериментальное исследование процесса вакуумного формования.** Первым этапом было изготовление формы для вакуумной формовки. Для этого мы использовали электрокартон (Electrocardboard) толщиной 0,55 мм, который применяется во многих отраслях промышленности, особенно в электротехнической, где он используется в качестве важнейшей части трансформаторов, и является дешевым и доступным. Изготовление формы осуществлялось путем вырезания отверстий лазерным гравером GCC LaserPro 180II в режиме «резка».

Форма для исследований изготавливалась путем соединения двух одинаковых форм, таким образом, полученная форма имела общую толщину 1,1 мм. В общем, подготовительные

(«допечатные») этапы довольно полно описаны нами в публикации [10].

На рис. 1 представлены фрагмент файла (а) и фотография фрагмента изготовленной формы (б). Следует отметить, что диаметры оснований элементов шрифта Брайля отличаются в каждой ленте тестовой надписи. Такая особенность тестовой формы преследует следующую цель — установить зависимость образованной высоты элемента шрифта Брайля от диаметра формы.

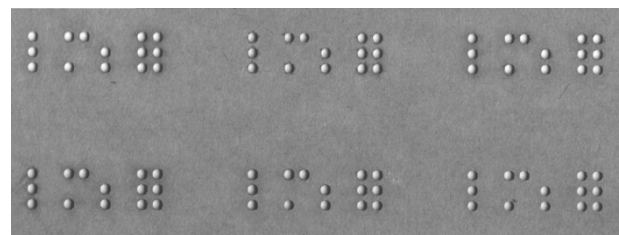
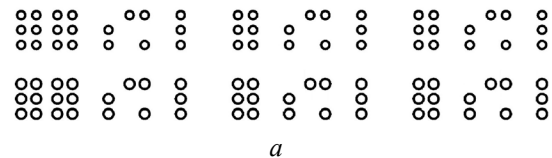


Рис. 1. Рабочая форма (фрагмент)

Для исследования процесса вакуумного формирования рельефных изображений выбрали прозрачную ПЭТ-пленку с толщиной 0,20 мм.

Этот материал выбран из следующих соображений:

- 1) возможность применения технологии вакуумного формования;
- 2) низкая усадка в форме (0,2–0,3%);
- 3) устойчивость к воздействию жиров и минеральных кислот (важно при тактильном контакте);
- 4) отвечает всем правилам и требованиям относительно контакта с пищевыми продуктами;
- 5) низкая газопроницаемость (отличные барьерные свойства);
- 6) низкий коэффициент поглощения влаги;
- 7) высокая прозрачность в аморфном состоянии (возможно использование различных световых эффектов для людей со слабым зрением);
- 8) высокая прочность в широком диапазоне температур;
- 9) может быть утилизировано сжиганием на открытом воздухе. Соответствует требованиям Европейского сертификата экологической безопасности.

Для осуществления процесса вакуумного формования использовали устройство для вакуумного формования EZ-Form Braille & Tactile (Brailon®) Duplicator. Устройство абсолютно соответствует требованиям, которые мы поставили перед собой: оно дешевое, не требует высококвалифицированного персонала, простое

в эксплуатации и обслуживании. Степень автоматизации — минимально необходимая: устанавливается температура, до которой разогревается пластик (120–180°C) и время, в течение которого осуществляется нагрев (1–8 с). Подача вакуума (разрежения) включается автоматически при ручном перемещении нагревателя в положение «над материалом».

Исследования осуществлялись следующим образом. На рабочей площадке с отверстиями для подачи разрежения устройства вакуумного формирования размещалась форма, на форму клали лист ПЭТ-пленки соответствующего размера и специальной рамкой фиксировали этот «сэндвич». Конструкция устройства изготовлена таким способом, что при фиксации этого «сэндвича» зона вакуума не контактирует с атмосферой.

На панели управления устанавливались параметры эксперимента: температура, до которой будет нагреваться пластик, и время нагрева. После установки этих параметров нагревательный модуль перемещался оператором вручную в зону рабочей площадки, начинался нагрев пленки, а через заданное оператором время устройство автоматически включало подачу вакуума. Через 8 с (время, в течение которого собственно и происходил процесс вакуумного формирования, установленный экспериментально — отсутствие видимой деформации поверхности пластика, в общем это время может составлять до 10 с) нагревательный модуль перемещался оператором за пределы зоны рабочей площадки, и еще в течение 15 с подача вакуума не прекращалась. Это время необходимо для остывания (фиксации формы поверхности) пластика.

Таким образом, время размещения пластика в устройстве, время вакуумного формирования, время фиксации и выемки изготовленной продукции, в частности одной страницы формата А4, составляет порядка одной минуты, что является чрезвычайно важным в расчете времени печати тиража. После изготовления тестовой страницы было проведено измерение высоты элемента шрифта Брайля. Измерения проводились на трех элементах для каждого диаметра формы.

Результаты экспериментов представлены на рис. 2. Ось «X» — диаметры основы шрифта Брайля, образованные в результате различных диаметров отверстия на форме, «Y» — температура вакуумного формирования «Z» — высота элемента шрифта Брайля.

Результаты экспериментов можно изобразить в несколько иной форме, такое представление будет уместным для практического использования (рис. 3).

Легко заметить, что для выбора оптимального режима изготовления продукции доста-

точно установить параметры формы (диаметр отверстия), которая будет служить матрицей, и, согласно рис. 3, установить температуру технологического процесса, и наоборот, ориентируясь на температуру, можно задать диаметры отверстий при изготовлении формы (матрицы) для вакуумного формирования.

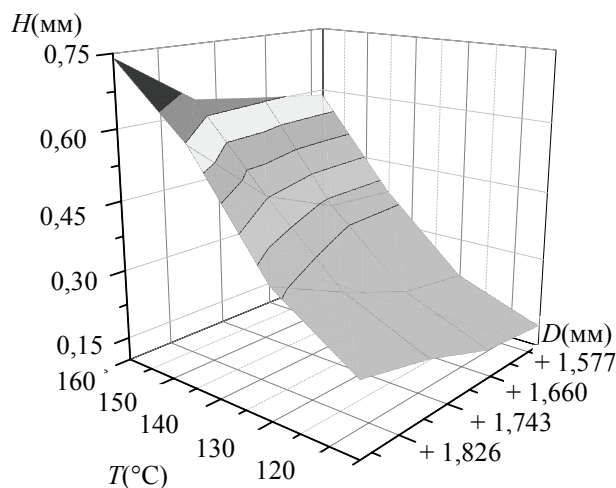


Рис. 2. Зависимость высоты шрифта Брайля от температуры вакуумного формирования и размера основы шрифта Брайля. Серая зона соответствует высотам, меньше 0,45 мм

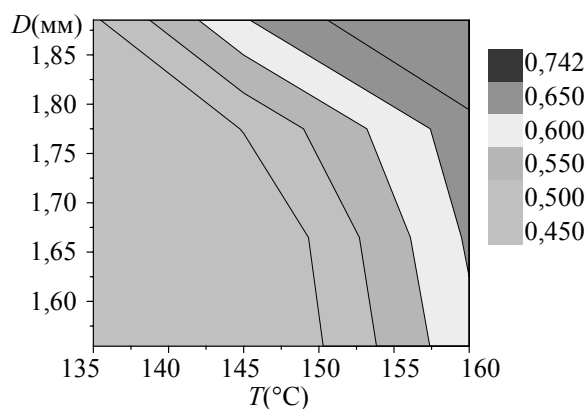


Рис. 3. График для определения технологических параметров при изготовлении шрифта Брайля методом вакуумного формирования на ПЭТ-пленке толщиной 0,20 мм

**Заключение.** Установлено, что изготовление шрифта Брайля возможно на ПЭТ-пленке толщиной 0,20 мм. Соблюдение параметров шрифта Брайля гарантированно достижимо при температуре более 153°C и диаметре отверстия формы (матрицы) в диапазоне 1,55–1,89 мм.

Параметры шрифта Брайля являются гарантированно достижимыми при нагреве до температуры не менее 135°C. Время изготовления одного листа формата А4 составляет менее одной минуты при использовании простого оборудования для вакуумного формирования.

### Литература

1. Рухова сенсорна система [Электронный ресурс] / Tteacher journal.com.ua. Харьков, 2010–2016. URL: <http://teacherjournal.com.ua/attachments/4776> (дата обращения: 20.04.2016).
2. Вища нервова діяльність системи [Электронный ресурс] / Shkola. ua. Киев, 2006–2016. URL: <http://shkola.ua/ru/book/read/82/page35> (дата обращения: 18.04.2016).
3. Знаменитые люди — Луи Брайль [Электронный ресурс] / Etointeresno.com. Москва, 2016. URL: <http://etointeresno.com/zhz/znamenitye-ljudi/74-lui-braijl>. (дата обращения: 10.03.2016).
4. Історія шрифту Брайля [Электронный ресурс] / Sixdots.ru. Москва, 2016. URL: <http://six-dots.ru/main/history.html> (дата обращения: 15.05.2016).
5. Шрифт Брайля для незрячих [Электронный ресурс] / Wikipedia.org URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Шрифт\\_Брайля](http://ru.wikipedia.org/wiki/Шрифт_Брайля) (дата обращения: 18.05.2016).
6. Вакуумное формование [Электронный ресурс] / Izhspec.ru. Ижевск, 2001. URL: <http://izhspec.ru/index.php/tech/formovanie> (дата обращения: 08.05.2016).
7. Вакуумне формування [Электронный ресурс] / Visadpro.net URL: <http://www.visa-dpro.net/rbc.html> (дата обращения: 08.04.2016).
8. Швецов Г. А., Алимова Д. У., Барышникова М. Д. Технология пластических масс. М.: Химия, 1988. 512 с.
9. Шерышев М. А., Ким В. С. Переработка листов из полимерных материалов. М.: Химия, 1984. 216 с.
10. Mayik V. Z., Dudok T. H., Kibirkestis E. A research of technology of Braille vacuum forming method // Proceedings of 21st International Conference МЕХАНІКА. 2016. P. 186–189.

### References

1. *Rukhova sensorna sistema* [Motor sensory system]. Available at: <http://teacherjournal.com.ua/attachments/4776> (accessed 20.04.2016).
2. *Vishcha nervova diyal'nist' sistemi* [The higher nervous activity of system]. Available at: <http://shkola.ua/ru/book/read/82/page35> (accessed 18.04.2016).
3. *Znamenitye lyudi — Lui Brayl'* [The well-known people — Louis Braille]. Available at: <http://etointeresno.com/zhz/znamenitye-ljudi/74-lui-braijl> (accessed 10.03.2016).
4. *Istoriya shrifta Brayya* [Font history Braille]. Available at: <http://six-dots.ru/main/history.html> (accessed 15.05.2016).
5. *Shrift Brayya dlya nezryachih* [Font Braille for the blind]. Available at: [http://ru.wiki-pedia.org/wiki/Шрифт\\_Брайля](http://ru.wiki-pedia.org/wiki/Шрифт_Брайля) (accessed 18.05.2016).
6. *Vakuumnoe formovanie* [Vacuum formation]. Available at: <http://izhspec.ru/index.php/tech/formovanie> (accessed 08.05.2016).
7. *Vakuumne formuvannya* [Vacuum formation]. Available at: <http://www.visadpro.net/rbc.html> (accessed 08.04.2016).
8. Shvetsov G. A., Alimova D. U., Baryshnikova M. D. *Tehnologiya plasticheskikh mass* [Technology of plastics]. Moscow, Himiya Publ., 1988. 512 p.
9. Sheryshev M. A., Kim V. S. *Pererabotka listov iz polimernykh materialov* [Processing of sheets from polymeric materials]. Moscow, Himiya Publ., 1984. 216 p.
10. Mayik V. Z., Dudok T. H., Kibirkestis E. [A research of technology of Braille vacuum forming method]. *Trudy 21-yu International'noy konferentsii "МЕХАНІКА"* [Proceedings of 21st International Conference МЕХАНІКА], 2016, pp. 186–189.

### Информация об авторах

**Маик Владимир Зиновьевич** — кандидат технических наук, доцент, проректор. Украинская академия печати (79020, г. Львов, ул. Пидголоско, 19, Украина). E-mail: [vol\\_maik@rambler.ru](mailto:vol_maik@rambler.ru)

**Дудок Тарас Григорьевич** — соискатель. Украинская академия печати (79020, г. Львов, ул. Пидголоско, 19, Украина). E-mail: [j007@ifolviv.ua](mailto:j007@ifolviv.ua)

### Information about the authors

**Maik Vladimir Zinov'yevich** — PhD (Engineering), Assistant Professor, Vice-Rector. Ukrainian Academy of Printing (19, Pidgolosko str., 79020, Lviv, Ukraine). E-mail: [vol\\_maik@rambler.ru](mailto:vol_maik@rambler.ru)

**Dudok Taras Grigor'yevich** — applicant. Ukrainian Academy of Printing (19, Pidgolosko str., 79020, Lviv, Ukraine). E-mail: [j007@ifolviv.ua](mailto:j007@ifolviv.ua)

Поступила 14.09.2016