

Научная статья

УДК 687.022

EDN EZRVZE

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-13-17>

Сергей Дмитриевич Тарасов¹

Борис Александрович Староверов²

Валерий Васильевич Лапшин³

Михаил Павлович Левыкин⁴

^{1,2,3} Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

⁴ Компания «Танцмастер», г. Кострома, Россия

¹ooo-kk-44@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9830-658X>

²sba44@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-8960-539X>

³vlv1000@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2680-5272>

⁴levykin00@linternet.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3213-3011>

МЕТОДИКА РАЗМЕЩЕНИЯ ШАБЛОНОВ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ ДЛЯ РАСКРОЙНОГО КОМПЛЕКСА АРК 1500 С ОЦЕНКОЙ ПРОЦЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОЩАДИ МАТЕРИАЛА

Аннотация. В настоящей статье рассмотрена методика размещения шаблонов деталей обуви для раскройного комплекса АРК 1500. Методика разработана с целью автоматизации раскройного комплекса АРК 1500 и увеличения процента использования раскраиваемого материала. Объектом исследования в данной статье является размещение шаблонов деталей обуви на листе материала. Предметом исследования являются методы рационального размещения шаблонов и увеличения процента использования материала. Разработанная методика реализована в виде программы для ЭВМ. В статье приведен пример использования методики размещения шаблонов деталей, применяемых в производстве.

Ключевые слова: раскройный комплекс, шаблоны, коэффициент использования материала, отходы, межшаблонные отходы, краевые отходы, межшаблонные мостики, методика, автоматизация

Для цитирования: Методика размещения шаблонов деталей обуви для раскройного комплекса АРК 1500 с оценкой процента использования площади материала / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин, М. П. Левыкин // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 13–17. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-13-17>.

Original article

Sergey D. Tarasov¹

Boris A. Staroverov²

Valery V. Lapshin³

Mikhail P. Levykin⁴

^{1,2,3}Kostroma State University, Kostroma, Russia

⁴Company Tantsmaster, Kostroma, Russia

METHOD FOR PLACING SHOES PARTS TEMPLATES FOR THE ARK 1500 CUTTING COMPLEX WITH ASSESSMENT OF THE PERCENTAGE OF MATERIAL AREA USE

Abstract. This article discusses the method of placing templates for shoe parts for the ARK 1500 cutting complex. The technique was developed to automate the operation of the ARK 1500 cutting complex and increase the percentage of use of the material being cut. The object of study in this article is the placement of shoe parts templates on a sheet of material. The subject of the research is methods for rational placement of templates and increasing the percentage of material used. The developed methodology is implemented in the form of a computer program. The article provides an example of using the technique of placing templates on part templates used in production.

Keywords: cutting complex, templates, material utilization rate, waste, inter-template waste, edge waste, inter-template bridges, methodology, automation

For citation: Tarasov S. D., Staroverov B. A., Lapshin V. V., Levykin M. P. Method for placing shoes parts templates for the ark 1500 cutting complex with assessment of the percentage of material area use. *Technologies & Quality*. 2024. No 2(64). P. 13–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-13-17>.

Развитие технологий легкой промышленности, реализующих концепцию бережливого производства, является актуальной и приоритетной задачей. Для операции раскроя кожи и других материалов в обувной промышленности концепция бережливого производства предполагает минимизацию отходов листа материала при раскрое деталей [1, 2].

Величина отходов при раскрое деталей связана с процентом использования площади материала:

$$P = 100 - \sum O, \quad (1)$$

где P – процент использования площади материала;

$\sum O$ – суммарный процент отходов [3, с. 9; 4, с. 92].

Процент использования площади материала при раскрое деталей обуви является основным показателем рациональности размещения шаблонов. Процент использования площади материала вычисляется по формулам (2) и (3).

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{A}, \quad (2)$$

$$P = 100\% \cdot K, \quad (3)$$

где K – коэффициент использования материала;

$\sum_{i=1}^n a_i$ – чистая площадь всех выкраиваемых шаблонов (деталей);

A – площадь раскраиваемого материала.

Показатель P характеризует также экономичность использования материала.

Увеличение коэффициента использования материала (КИ) осуществляется путем наиболее плотной раскладки шаблонов деталей на листе кожи. Размещение шаблонов производится вручную или с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР).

В настоящее время существуют САПР оптимального размещения шаблонов, однако они имеют узкую специализацию, не интегрируются с системами управления раскройных станков, а также выпускаются иностранными производителями. Последнее обстоятельство в условиях санкций делает такие системы ненадежным элементом производства и тормозит развитие технологического суверенитета России. В рамках импортозамещения на костромском предприятии «Ганцмастер» М. П. Левыкина разработан раскройный комплекс АРК 1500. Общая схема и общий вид раскройного комплекса АРК 1500 показаны на рис. 1.

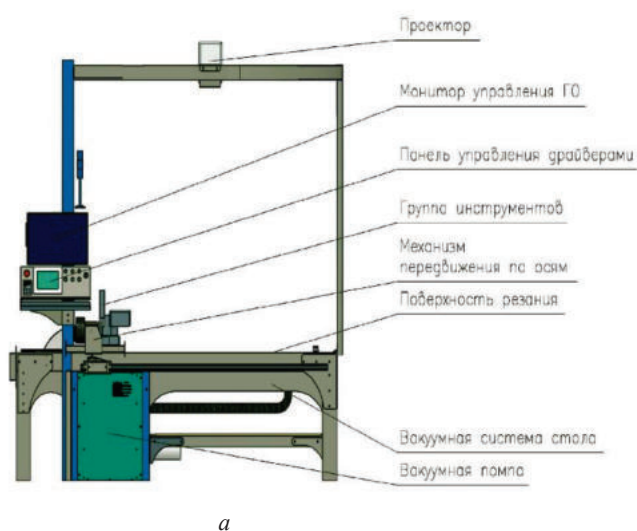


Рис. 1. Раскройный комплекс АРК 1500:

a – общая схема раскройного комплекса; *б* – раскройный комплекс в учебной лаборатории [1]

На данный момент аппаратная часть комплекса является полностью разработанной, однако автоматизированная система управления раскройного ножа отсутствует.

С целью увеличения КИ при раскрое деталей обуви, модернизации системы управления раскройным комплексом APK 1500 разработана методика размещения шаблонов деталей. Методика реализована в виде программы для ЭВМ [5].

На первом этапе производится загрузка шаблонов деталей обуви в разработанную программу. Шаблоны деталей располагаются в файлах формата CUT. Данный файл является инструкцией для исполнительного механизма, которым может быть нож раскройного комплекса. Внутреннее строение файла формата CUT, который содержит информацию об одной из деталей обуви, показано на рис. 2.

Координаты контура шаблона детали начинаются после команды SP1 и заканчиваются после команды SP0. Следует отметить, что координаты контура шаблона выражены в условных единицах. В 1 мм контура шаблона детали содержится 40 условных единиц. При считывании координат значения необходимо делить на 40. После чтения координат контуров шаблонов деталей производится их первичное размещение

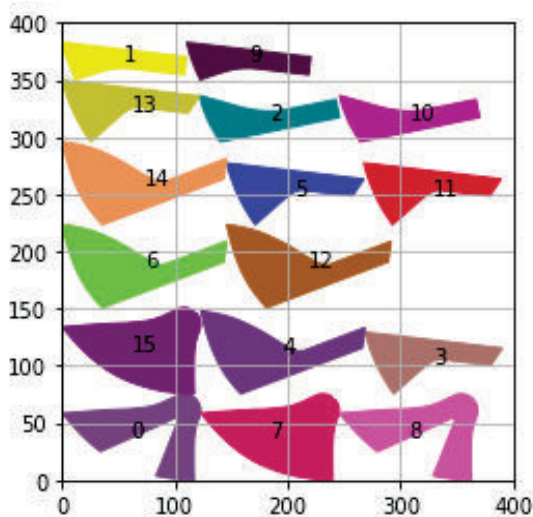


Рис. 3. Первичное размещение шаблонов деталей

Для большего уплотнения можно поворачивать парные шаблоны деталей на 180° друг относительно друга. Однако менять угол поворота шаблонов можно не всегда. Это обусловлено требованиями к механическим свойствам деталей [6, 7].

Кроме варианта размещения, представленного на рис. 4, методика позволяет реализовать размещение, основанное на прямолиней-

методом расстановки шаблонов в столбцы. Результат такой операции представлен на рис. 3.

Размещение шаблонов, представленное на рис. 3, не рационально; его необходимо уплотнить. Результат уплотнения показан на рис. 4.

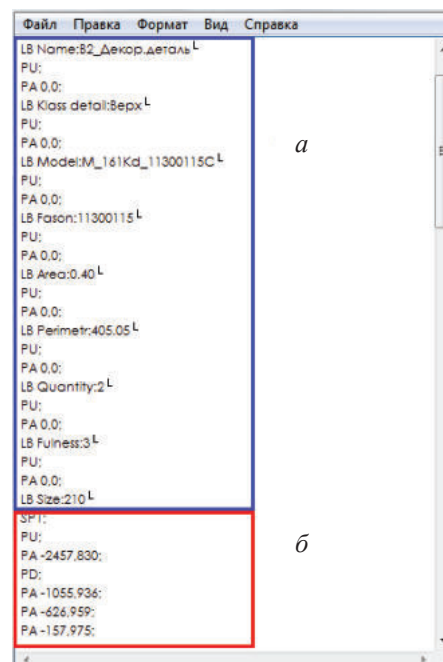


Рис. 2. Структура файла CUT:
а – информация о детали обуви;
б – координаты контура шаблона детали

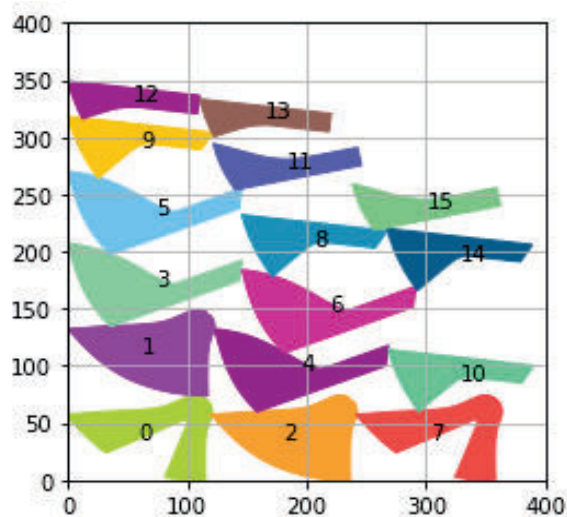


Рис. 4. Уплотненное размещение шаблонов деталей

но-поступательной системе. Прямолинейно-поступательная система имеет ряд преимуществ по сравнению с размещением шаблонов методом расстановки шаблонов в столбцы. Преимущества заключаются в большем числе вариантов размещения шаблонов и возможности производить оценку величины отходов. Размещение шаблонов по прямолинейно-поступательной системе представлено на рис. 5.

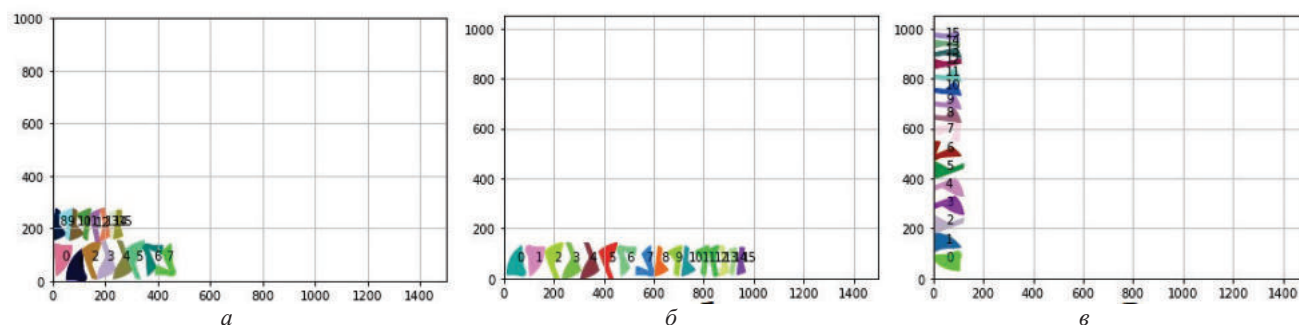


Рис. 5. Размещение шаблонов деталей обуви по прямолинейно-поступательной системе:

- a* – размещение шаблонов в два ряда;
б – размещение шаблонов вдоль нижнего края раскройного стола;
в – размещение шаблонов вдоль левого края раскроя раскройного стола

Оценка величины процента использования площади материала в общем случае производится по формулам (2), (3). В обувной промышленности для оценки применяется эмпирическая формула

$$P = \frac{M n_{\text{ш}} n_{\text{д}}}{HL} 100 \%, \quad (4)$$

где M – чистая площадь деталей;

$n_{\text{ш}}$, $n_{\text{д}}$ – количество деталей по ширине и длине размещения;

H , L – ширина и длина настила [4, с. 93].

Согласно формуле (4) были получены оценки процента площади материала для различных вариантов размещения. Оценки данной величины для представленных вариантов приведены в таблице.

По результатам оценки можно сделать вывод, что наиболее экономичное использование материала при раскрое деталей будет при размещении шаблонов, представленных на рис. 5, *б*, *в*. Однако такое размещение шаблонов возможно не всегда.

Оценка для вариантов размещения на рис. 5 может быть произведена по отдельной методике [3, с. 4–12], применимой к размещениям по пря-

молиейно-поступательной системе. Согласно данной методике, величина процента использования материала составляет 74,3 % для рис. 5, *а*, 76,8 % для рис. 5, *б* и рис. 5, *в*.

Т а б л и ц а

Процент использования площади материала

Вариант размещения шаблонов	Использование площади материала, %
Рис. 3	34,5
Рис. 4	46,7
Рис. 5, <i>а</i>	54,2
Рис. 5, <i>б</i>	60,8
Рис. 5, <i>в</i>	60,8

Кроме уменьшения отходов, технология раскроя кожи также требует наличия межшаблонных мостиков между деталями. Построение межшаблонных мостиков показано на рис. 6.

После размещения шаблонов деталей они могут быть записаны в файл формата CUT и использоваться для работы раскройного комплекса.

ВЫВОДЫ

Разработанная методика позволяет снизить количество отходов при работе раскройного комплекса и предполагается к внедрению в систему управления данным комплексом.

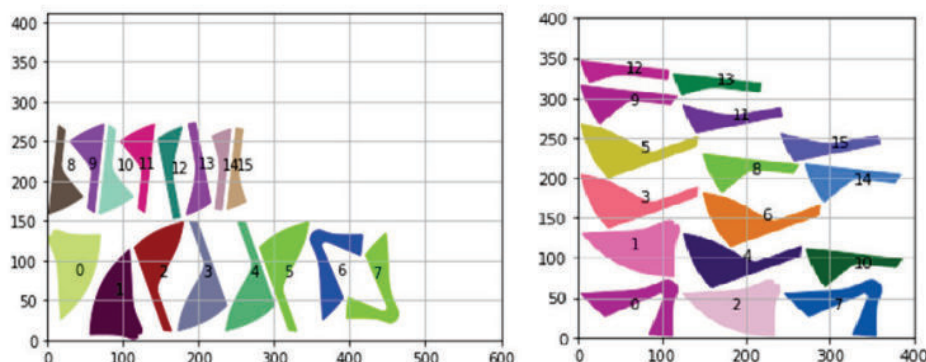


Рис. 6. Размещение шаблонов деталей с межшаблонными мостиками

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Разработка конкурентоспособного автоматизированного раскройного комплекса материалов / В. В. Лапшин, М. П. Левыкин, Б. А. Староверов, А. А. Кузнецов // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2023) : материалы докладов Междунар. науч.-техн. конф. Витебск, 2023. С. 44–48.
2. Использование современных технологий раскроя материалов в рамках импортозамещения / А. А. Кузнецов, В. В. Лапшин, М. П. Левыкин, А. Ш. Иргашева // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : сборник трудов Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием (23–24 марта 2023 г.). Кострома : Костром. гос. ун-т, 2023. С. 196–198.
3. Фурашова С. Л., Милюшкова Ю. В. Технология раскроя и основы рационального использования материалов : лабораторный практикум. Витебск : ВГТУ, 2020. 100 с.
4. Иванов Н. Н., Лиокумович Х. Х. Технология обуви : учебник для сред. учеб. заведений легкой пром-сти. М. : Легкая индустрия, 1970. 408 с.
5. Тарасов С. Д., Староверов Б. А. Разработка системы автоматизированного проектирования оптимального раскроя материала в среде разработки PYTHON // Цифровые технологии в производстве : материалы Всерос. науч.-техн. конф. (Кострома, 21 декабря 2023 г.). Кострома : Костром. гос. ун-т, 2023. С. 33–37.
6. Фукин В. А., Калита А. Н. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. Ч. 1. Гл. 1. Введение в технологию изделий из кожи // Обработка кожи и меха : электрон. энциклопедия. URL: <http://furlib.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st002.shtml> (дата обращения: 08.04.2024).
7. Фукин В. А., Калита А. Н. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. Ч. 1. Гл. 2. Размещение шаблонов при раскрое материалов, нормирование их использования и расхода // Обработка кожи и меха : электрон. энциклопедия. URL: <http://furlib.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st005.shtml> (дата обращения: 19.04.2024).

REFERENCES

1. Lapshin V. V., Levykin M. P., Staroverov B. A., Kuznecov A. A. Development of a competitive automated cutting complex for materials. *Innovacii v tekstile, odezhdе, obuvi (ICTAI-2023)*. [Innovations in textiles, clothing, footwear (ICTAI-2023)]. Vitebsk, 2023. P. 44–48. (In Russ.)
2. Kuznecov A. A., Lapshin V. V., Levykin M. P., Irgasheva A. Sh. Use of modern technologies for cutting materials as part of import substitution. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologii* [Scientific research and development in the field of design and technology]. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. P. 196–198. (In Russ.)
3. Furashova S. L., Milyushkova Yu. V. Cutting technology and the basics of rational use of materials. Vitebsk, Vitebsk. St. Tekh. Univ. Publ., 2020. 100 p. (In Russ.)
4. Ivanov N. N., Liokumovich Kh. Kh. Shoe technology. Moscow, Legkaya industry Publ., 1970. 408 p. (In Russ.)
5. Tarasov S. D., Staroverov B. A. Development of a computer-aided design system for optimal material cutting in the python development environment. *Cifrovyye tekhnologii v proizvodstve* [Digital technologies in production]. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. P. 33–37. (In Russ.)
6. Fukin V. A., Kalita A. N. Technology of leather products. Tsch. 1. Ch. 1. Introduction to the technology of leather products. Processing of leather and fur : electron. encyclopedia. URL: <http://furlib.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st002.shtml> (accessed 08.04.2024). (In Russ.)
7. Fukin V. A., Kalita A. N. Technology of leather products. Tsch. 1. Ch. 2. Placing templates when cutting materials, rationing their use and consumption. Processing of leather and fur : electron. encyclopedia. URL: <http://furlib.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st005.shtml> (accessed 19.04.2024). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 6.04.2024

Принята к публикации 24.05.2024