



УДК 685.31.02

## РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ ПРИ РОЗКРОЇ МАТЕРІАЛІВ

Студ. Ю.А. Швець, гр. МГТ1-16  
Науковий керівник проф. В.І. Чупринка  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Метою роботи є розробка математичного та програмного забезпечення для ресурсозберігаючого використання матеріалів прямокутної форми при розкрої на деталі взуття. Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні завдання: аналітичний опис форми матеріалу та інформації про схему розкрою; аналітичне представлення функції цілі.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є процес підготовки схем розкрою матеріалів прямокутної форми на деталі. Предметом дослідження є процес автоматизованого проектування ресурсозберігаючих схем розкрою матеріалів прямокутної форми на деталі прямокутної форми.

**Методи та засоби дослідження.** Дослідження ґрунтуються на основних положеннях технології взуттєвого виробництва, математичного моделювання, теорії решітчастих укладок, математичного апарату графіка вектор-функції щільного розміщення, методів обчислювальної математики та аналітичної геометрії.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів** Набуло подальшого розвитку математичне та програмне забезпечення для ресурсозберігаючої технології автоматизованого проектування схем розкрої матеріалів прямокутної форми на деталі взуття.

**Результати дослідження.** Для розробки математичної моделі задачі автоматичного проектування раціональних схем розкрою матеріалів прямокутної форми на деталі взуття необхідно вирішити задачу проектування щільних решітчастих укладок. Для вирішення цієї задачі необхідно визначити та формалізувати її структурні компоненти:

- аналітичний опис деталей, для яких проектується щільна решітчаста укладка;
- параметри, що однозначно визначають положення деталі на площині;
- аналітичне представлення умов взаємного неперетину деталей при їх суміщенні;
- аналітичний опис системи суміщення деталей;
- математичне представлення множини допустимих розв'язків;
- аналітичне представлення функції цілі.

Для наведених компонентів задачі розроблені математичні моделі.

Так як ми зовнішній контур деталі представляємо у вигляді апроксимуючого многокутника з координатами вершин  $\{X_i, Y_i\}$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ , то зовнішній контур деталі може бути описаним у параметричному вигляді за допомогою виразу (1):

$$\begin{cases} x = X_i + t(X_{i+1} - X_i) \\ y = Y_i + t(Y_{i+1} - Y_i) \end{cases}, \text{ де } t \in \{0,1\} \quad (1)$$

З кожним видом деталей  $S^p$  відповідно пов'яжемо системи координат  $X_p O_p Y_p$ . Тоді положення кожної із деталей  $S^p$  однозначно буде визначатись трьома параметрами: координатами полюса  $O_p$  у системі координат  $XOY$  та кутом повороту  $\alpha$ , системи координат  $X_p O_p Y_p$  відносно системи координат  $XOY$ .



Умови взаємного неперетину деталей опишемо за допомогою годографа вектор-функції щільного розміщення (ГВФЦР). ГВФЦР для многокутників завжди буде многокутником  $G^{ij}$ , зовнішній контур аналітично в параметричному вигляді можна представити аналогічно зовнішнім контурам деталей за допомогою виразів (1). В нашому випадку для контролю взаємного неперетину деталей в укладці потрібно побудувати два годографи:

$G^{p_{\alpha\alpha}}$  – ГВФЦР самої із собою деталі  $S^p_{\alpha}$  для її вихідного положення з координати вершин  $\{Xg^p_i, Yg^p_i\}, i=1,2\dots n_p$ ;

$G^{p_{\alpha\beta}}$  – ГВФЦР деталі  $S^p_{\alpha}$ , що повернута на кут  $\alpha$  відносно свого основного положення, з деталлю  $S^p_{\beta}$ , що повернута на кут  $\beta = \alpha + 180^\circ$  відносно свого основного положення, з координатами вершин  $\{Xgp^p_i, Ygp^p_i\}, i=1,2\dots n_{pp}$ .

Основна властивість ГВФЦР  $G^{ij}$ , яка забезпечує взаємний не перетин деталей в укладці, полягає в тому: якщо полюс  $S^i$  деталі розмістити в початку координат, а полюс  $S^j$  на ГВФЦР, то деталі  $S^i$  та  $S^j$  будуть тільки дотикатись.

Математичною моделлю прямолінійно-поступальної системи суміщення двох видів деталей  $S^p_{\alpha}$  та  $S^p_{\beta}$ , в укладці є подвійна решітка  $W: ra_1 + qa_2 + kg$ , де  $r, q \in Z$  та  $k=0,1$ , яка складається із двох однакових одинарних решіток  $A: ra_1 + qa_2$ , які зсунуті одна відносно іншої на вектор зсуву решіток  $g$ . У вузлах однієї одинарної решітки будуть розміщатися полюси деталей виду  $S^p_{\alpha}$  повернуту на кут  $\alpha$  відносно вихідного положення, а у вузлах іншої – полюси деталей виду  $S^p_{\beta}$ , повернуті на кут  $\beta$  відносно вихідного положення.

Тоді задачу автоматизованого проектування раціональних схем розкрою для деталей  $S^p_{\alpha}$  та  $S^p_{\beta}$ , можна сформулювати наступним чином: серед множини допустимих подвійних решіток  $w_i = w_i(\bar{a}_{1i}, \bar{a}_{2i}, \bar{g}_i)$  для для деталей  $S^p_{\alpha}$  та  $S^p_{\beta}$  з площею  $|S^p|$  з фіксованою орієнтацією на матеріалі, знайти таку подвійну решітку  $w^* = w(\bar{a}_1^*, \bar{a}_2^*, \bar{g}^*)$ , для якої відсоток виростання матеріалу був би максимальним,

тобто

$$P^* = \max_{i=1,2\dots r} P_i = \max_{i=1,2\dots r} \frac{(k_{1i} + k_{2i}) |S^p|}{Dl \cdot Sh} \cdot 100 \% = \frac{(k_1 + k_2) |S^p|}{Dl \cdot Sh} \cdot 100 \% , \quad (2)$$

де  $k_{1i}$  - кількість деталей  $S^p_{\alpha}$  в  $i$ -ій розкрійній схемі,

$k_{2i}$  - кількість деталей  $S^p_{\beta}$  в  $i$ -ій розкрійній схемі.

Поставлена вище задача була реалізована в програмне забезпечення для ресурсозберігаючої технології проектування раціональних схем розкрою матеріалів прямокутної форми на деталі взуття.. Програмне забезпечення має дружній інтерфейс та не потребує спеціальних знань з комп'ютерних наук при роботі з ним та може бути використаним на взуттєвих фабриках при підготовці розкрійного виробництва..

**Висновки.** Запропоноване математичне та програмне забезпечення для технології автоматизованого проектування схем розкрою матеріалів прямокутної форми на деталі взуття має практичну значимість, так як воно направлене на впровадження ресурсозберігаючих технологій у взуттєве виробництво.

**Ключові слова.** Решітчасті укладки, годограф вектор-функції щільного розміщення, схема розкрою.