

УДК 685.34

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ РОЗКРОЮ ЛИСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ДЕТАЛІ ВЗУТТЯ

Г.Ю. Зелінський, аспірант

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: автоматизоване проектування, решітка, щільна укладка, схеми розкрою, листові матеріали.

Раціональне використання матеріалів під час виготовлення виробів легкої промисловості є важливою задачею. А цю задачу можна розв'язати тільки впровадженням комп'ютерних технологій у розкрійне виробництво.

Весь процес розкрою листових матеріалів на деталі при серійному виробництві включає в себе наступні етапи: побудова вихідних економічних варіантів схем розкрою; визначення кількості листів, які необхідно розкроїти по тому чи іншому варіанту для забезпечення завдання на розкрій; розкрій листового матеріалу.

В більшості випадків перші два етапи виконуються вручну. Але розвиток обчислювальної техніки та методів обчислювальної математики дозволяють виконувати ці етапи в автоматизованому режимі.

Математична постановка задачі. Дано t розмірів областей прямокутної форми відповідно з довжиною Dl_k та шириною Sh_k , $k=1,2,\dots,t$ необмеженої кількості. Необхідно щільно розмістити Q^j , плоских геометричних об'єктів S^j , де $j=1,2,\dots,q$, таким чином, щоб сумарна площа використаних прямокутних областей була б мінімальною. При цьому задовольнялись наступні обмеження:

- кількість різних деталей в схемі розкрою для одного листа не повинна перевищувати шести;
- деталі у схемі розкрою повинні не перетинатись та розміщатись на відстані одна від одної не менше сталої величини σ ;
- деталі у схемі розкрою повинні не виходити за межі матеріалу на постійну величину Δ ;
- вимоги до орієнтації деталей відносно матеріалу (деталі на матеріалі розміщуються в основному положенні та повернуті відносно основного положення на 180 градусів; не має обмежень на орієнтацію деталей на матеріалі.);
- кількість викроєних деталей кожного виду повинна задовольняти потреби в цих деталях.

В такій постановці задача автоматизованого проектування не має розв'язків, так як ця задача має нескінченну кількість локальних екстремумів. Тому розглянемо більш просту модель задачі, яка забезпечить ефективний пошук раціональних схем розкрою із врахуванням комплектного виходу. Для цього розіб'ємо цю задачу на дві підзадачі: генерування множини допустимих схем розкрою листового матеріалу; вибір із множини допустимих схем розкрою тих, які забезпечать мінімальну сумарну площу прямокутних областей, що використані для побудови розкрійних схем.

Введемо поняття розкладки та секції. Розкладка R_{kjm} , деталі S^j – це прямокутна область довжиною Dl_{kjm} ($0 < Dl_{kjm} < Dl_k$) та шириною Sh_{kjm} ($0 < Sh_{kjm} < Sh_k$), в якій системно розміщуються деталі S^j . Кількість деталей в розкладці Q_{kjm} не повинна перевищувати потребу в них, тобто $Q_{kjm} \leq Q_j$,

де Q_j – потреба в S^j деталі.

За систему розміщення у розкладці прийемо прямокутну подвійну решітку $W: na_1 + ma_2 + kg$ [1] в якій вектори a_1 та a_2 паралельні осям координат прямокутної системи координат XOY , яка пов'язана із розкладкою та початок координат якої знаходиться у лівому нижньому куті розкладки.

Щільність P_{kjm} розкладки R_{kjm} , – це відношення чистої площі деталей в розкладці до площі розкладки, тобто

$$P_{kjm} = Q_{kjm} \cdot S_j / (Dl_{kjm} \cdot Sh_{kjm}). \quad (1)$$

Секція складається із розкладок. Комбінація розкладок в секції виконується тільки по ширині матеріалу та із розкладок різних деталей. В секції може бути не більше шести розкладок. Бажано вибрати такі комбінації розкладок в секції, щоб крайові відходи в секції були мінімальними.

Тепер можна дати математичні постановки виділених підзадач.

Підзадача «Розкладка». Для деталі S^j , де $j=1, 2, \dots, q$, знайти прямокутну подвійну решітку $W^{kj}: na_1^{kj} + ma_2^{kj} + ng^j$ з найщільнішою укладкою деталей S^j . На базі цієї решітки спроектувати всю допустиму множину розкладок R_{kjm} , $m=1, 2, \dots, m_k$ із шириною $Sh_{kjm} \leq Sh_k$ та довжиною $Dl_{kjm} \leq Dl_k$, щільність яких $P_{kjm} \geq P$, де P - наперед задана щільність.

Щільність $P_{s_{kr}}$ секції \hat{S}_{kr} – це відношення чистої площі деталей в секції до площі секції, тобто

$$P_{s_{kr}} = \frac{\sum_{m=1}^{m_r} \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^q M_{kjm} \cdot Q_{kjm} \cdot S_j}{Sh_k \cdot Dl_k}, \quad (2), \text{ де}$$

$$M_{kjm} = \begin{cases} 1, & \text{коли розкладка } R_{kjm} \text{ є в секції } \hat{S}_{kr} \\ 0, & \text{коли розкладки } R_{kjm} \text{ немає в секції } \hat{S}_{kr} \end{cases}$$

Ширина секції $Sh_{s_{kr}}$ завжди дорівнює ширині матеріалу, тобто

$Sh_{s_{kr}} = Sh_k$, довжина секції $Dl_{s_{kr}}$ завжди дорівнює довжині матеріалу, тобто $Dl_{s_{kr}} = Dl_k$.

Підзадача «Секція». Із допустимої множини розкладок \hat{R}_{kjm} згенерувати множину допустимих секцій \hat{S}_{kr} , $r=1, 2, \dots, r_k$, які можуть складатись із будь-яких деталей одного - шести видів вихідного комплекту. Щільність $P_{s_{kr}}$ секції \hat{S}_{kr} повинна бути більша за наперед задане значення P .

Запропонований метод реалізований в програмний продукт, який дозволяє підвищити продуктивність праці технолога підготовчо-розкрійного виробництва, зменшити кількість відходів при розкрої листових матеріалів на деталі взуття, автоматизувати процес розкрою листових матеріалів на деталі взуття.

Список використаних джерел

1. Стоян Ю.Г. Методы и алгоритмы размещения плоских геометрических объектов / Ю.Г. Стоян, Н.И. Гиль. //– Киев: Наукова думка, –1976, – 242 с.