

УДК 004.42

ПРОЄКТУВАННЯ НАЙЩІЛЬНІШОЇ УКЛАДКИ ДВОХ ТИПІВ ДЕТАЛЕЙ З РІЗНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ ЗОВНІШНЬОГО КОНТУРУ

Чупринка В.І., доктор технічних наук, професор
Київський національний університет технологій та дизайну
Упіров І.С., аспірант
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: програмне забезпечення, проєктування, зовнішні контури, деталі взуття, щільні укладки.

Для автоматизованого формування найщільнішої укладки необхідно задати технологічну постановку задачі. Загалом її можна сформулювати так: потрібно розмістити деталі в паралелограмі $ABCD$ з мінімальною площею, дотримуючись певних технологічних умов і обмежень (рис. 1).

Зокрема:

- у межах паралелограма можуть розміщуватися два типи деталей різної форми; при цьому деталі першого типу в ряду можуть повертатися відносно базового положення на кут α , а другого типу — на кут β , де $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ та $0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$;
- сам паралелограм утворюється шляхом послідовного з'єднання фіксованих точок (полюсів), що належать чотирьом однаковим і однаково орієнтованим деталям;
- у паралелограмі має міститися ціле число деталей;
- жодні дві деталі не повинні перетинатися — допускається лише їх дотик;
- серед усіх можливих варіантів необхідно обрати укладку з максимальною щільністю.

Технологічна постановка задачі «Укладка» полягає в наступному: потрібно визначити найщільніше розміщення в паралелограмі для двох типів деталей із різними зовнішніми контурами. Тобто необхідно знайти паралелограм $ABCD$ мінімальної площі $ABCD$, а також кути повороту α ($0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$) для чотирьох однакових і однаково орієнтованих деталей, розташованих у вершинах паралелограма, і кути β ($0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$) для деталей, що знаходяться в середньому ряду (рис. 1).

Площу паралелограма $ABCD$ як $\det W$. Із рис.1 видно, що паралелограм $ABCD$ утворюється двома векторами $\vec{a}_1[a_{1x}, a_{1y}]$ та $\vec{a}_2[a_{2x}, a_{2y}]$. Тоді функцією цілі буде:

$$\det W = \min \left[[\vec{a}_1 \times \vec{a}_2] \right] = \min \begin{bmatrix} a_{1x} & a_{1y} \\ a_{2x} & a_{2y} \end{bmatrix} = \min(a_{1x} \cdot a_{2y} - a_{1y} \cdot a_{2x}).$$

Тобто для вирішення цієї задачі необхідно визначити допустиму множину $ABCD$, які утворюється двома векторами $\vec{a}_1[a_{1x}, a_{1y}]$ та $\vec{a}_2[a_{2x}, a_{2y}]$ та знайти паралелограм з мінімальною площею.

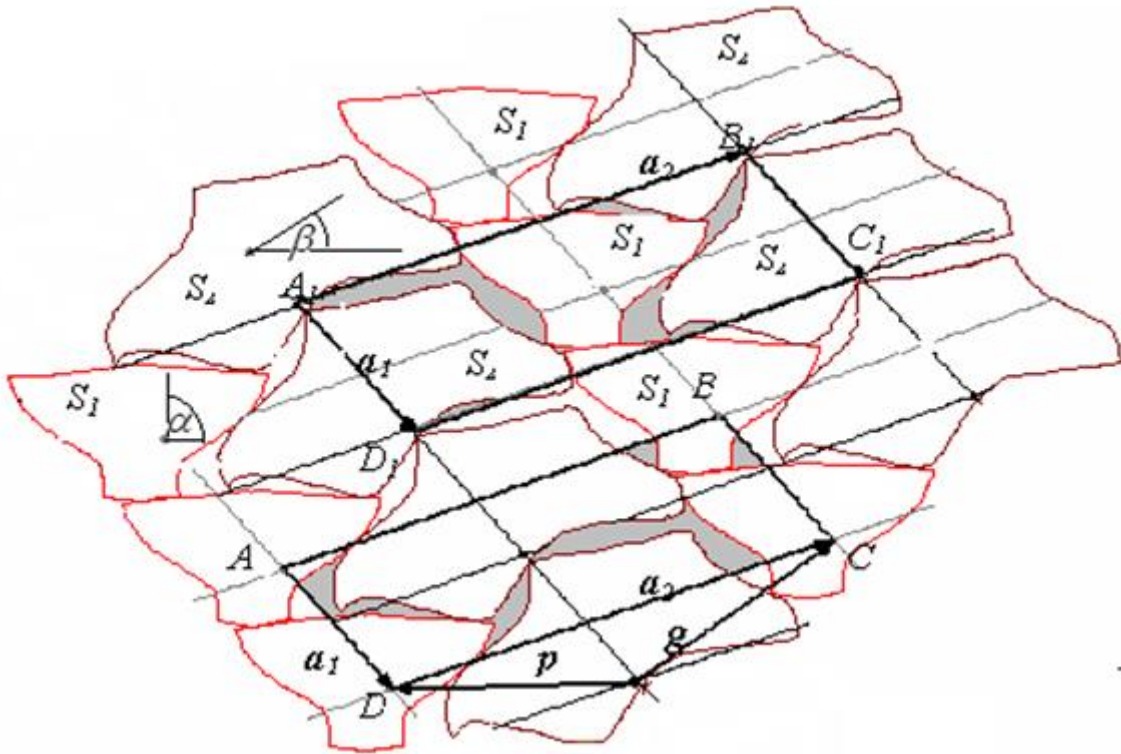


Рисунок 1 - Щільна укладка для двох типів деталей

Для цього необхідно визначити:

- для деталі S_1 та деталі S_2 визначити їх площі $|S_1|$ та $|S_2|$;
- допустиму множину кута повороту α_i для деталі S_1 та кута повороту β_i для деталі S_2 , де $i=1, 2 \dots n$;
- для кожної пари кутів α_i для деталі S_1 та кута β_i для деталі S_2 визначити вектори $\vec{a}_1[a_{1x}, a_{1y}]$ та $\vec{a}_2[a_{2x}, a_{2y}]$;
- визначити площу паралелограму, які утворюють ці вектори;
- визначити пари кутів α_i для деталі S_1 та кута β_i для деталі S_2 для яких площа паралелограму, яка утворена цими векторами буде мінімальною;
- визначити щільність укладки P_{ukl} для деталей S_1 та S_2 :

$$P_{ukl} = \frac{|S_1| + |S_2|}{\det W};$$

- забезпечити візуалізацію схеми найщільнішої укладки для деталей S_1 та S_2 :

$$P_{ukl} = \frac{|S_1| + |S_2|}{\det W};$$

Вирішення перелічених задач дозволило створити програмний продукт для знаходження найщільнішої укладки для деталей S_1 та S_2 :