

УДК 621.751

Явтушенко А.В.<sup>1</sup>, Таран О.А.<sup>2</sup>, Палець О.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. М-810м НУ «Запорізька політехніка»

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РОЗКРОЮ ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВОК СКЛАДНОГО КОНТУРУ**

Економія матеріалу завжди була одною з найважливіших задач промисловості, особливо в умовах серійного та масового виробництва.

В листоштампувальному виробництві економія матеріалу визначається насамперед раціональним розкромом початкового матеріалу. Розрахунок розкрою характеризується великою кількістю можливих схем розкрою та досить складними розрахунками особливо для спеціальних схем.

В залежності від виду початкового та кінцевого продукту розрізання матеріалу існує певна кількість видів розкрою, які характеризуються різноманітними способами розрахунку.

Розкрій рулонів на полоси (стрічки) та розкрій листів на прямокутні заготовки шляхом розрізання на ножицях (гільйотинний розкрій) вирішуються спеціальними методами математики, головним чином методами лінійного програмування.

Порівняно просто виконується розрахунок розкрою листів на полоси та полос при регулярному роздратуванні круглих заготовок. В залежності від кількості рядів, їх розташування в полосі (паралельне чи шахматне) ефектив-

ність розкрою обчислюється за відомими аналітичними залежностями. Головним показником розкрою є коефіцієнт використання матеріалу (КІМ). Головна складність такого розкрою полягає в великій кількості варіантів (як правило 6-20 варіантів).

Набагато складніше виконується розрахунок розкрою заготовок складної форми. Для таких деталей часто є можливим виконувати різне розташування заготовок на полосі. Ефективність розкрою залежить від взаємного розташування сусідніх заготовок (паралельне розташування, комбіноване), кута повороту контуру відносно напрямку подачі та інше.

Для таких складних заготовок існує декілька методів розрахунку, які відрізняються технічними можливостями, складністю математичного апарату.

Наприклад, простий метод, запропонований Бабаєвим полягає в початковому зміщенні сусіднього контуру на крок, рівний максимальній ширині заготовки. Після цього контур зміщується назад до тих пір, поки не настане доторкування початого та зміщеного контурів. Такий метод надто примітивний та вимагає великої кількості розрахунків. Окрім того, визначення коефіцієнту використання матеріалу при дискретних значеннях кута повороту контуру може привести до того, що оптимальне значення КІМ буде знаходитися не при розрахункових значеннях кутів, тобто загублене.

На сьогоднішній день найбільш універсальним методом визначення КІМу є метод так названого годографу функції тісного розташування (ГФПР), запропонований колективом вчених під керівництвом Стояна. Для двох сусідніх контурів будується годограф, який представляє собою траєкторію переміщення кінця вектора, який з'єднує полюси сусідніх контурів. Головною перевагою цього методу є те, що розраховується неперервна функція, яка визначає годограф, тобто розрахунок виконується для будь-якого значення кута повороту. Параметри годографу визначають основні параметри розташування заготовки – ширину полоси та крок подачі. Головна трудність використання такого методу полягає в великій складності розрахунків.

Одним з відносно простих методів є метод січних, розроблений колективом кафедри ОМТ нашого університету. Суть методу полягає в визначенні параметрів розкрою, тобто ширини полоси та кроку подачі шляхом дискретного розрахунку для заданого кута повороту контуру відносно координатних осей найбільшої січної контуру. Для цього виконується розрахунок довжини хорди, яка з'єднує кожен контур з точкою перетину в напрямку подачі. Ця найбільша січна (хорда) приймається як найменший крок подачі, а найменша ширина полоси визначається як різниця найбільшої та найменшої координати контуру в напрямку вісі  $Y$ . Після розрахунку одного положення контуру виконується поворот контуру на заданий кут і розрахунок повторюється.

Після визначення найменшої ширини полоси в залежності від типу штамп (без притиску чи з притиском, з бічними ножами чи без них) визначається номінальна ширина полоси. Крок подачі визначається як найбільша хорда з добавкою величини між детальної перемички. Після цього розраховується КІМ.

Недоліком такого методу є вже вказана дискретність кута повороту, але ж цей можливо зменшити шляхом звуження діапазону зміни кута повороту. Окрім цього розрахунок можливий тільки при однорядному розташування заготовок в полосі. Хоча шляхом модифікування можливо виконувати розрахунок і багаторядного розкрою.

Враховуючи досить чисельні розрахунки варіантів розкрою при наявності певних можливостей для полегшення розрахунків, збільшення точності та підвищення продуктивності розроблено систему автоматичного розрахунку розкрою листів та полос при регулярному розташуванні заготовок.

Насамперед розроблено метод введення числової інформації про геометрію контуру, який полягає в представленні контуру як сукупності найпростіших геометричних примітивів таких як відрізок та дуга, розділених характеристичними точками. Координати цих точок та тип примітиву і заносяться в програму розрахунку.

Для розрахунку параметрів розкрою не круглих заготовок розроблено ряд процедур для виконання математичних розрахунків: перетину двох векторів, перетину вектору та кола, пошуку найбільшої хорди, переносу та повороту контуру, тощо.