

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

На правах рукопису

ЧУПРИНКА Віктор Іванович

АВТОМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМ РОЗКРОЙ ЛИСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ
НА ДЕТАЛІ ВЗУТТЯ

05.19.06 - Технологія взуттєвих та шкіргалантарейних виробів

Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1994

АН України



АВ 30.100

Робота виконана в Державній академії легкої промисловості України.

Науковий керівник:
Заслужений діяч науки та техніки України, доктор технічних наук, професор, академік Академії Інженерних наук Скатерний В.О.

Консультант:
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник Волошин О.Т.

Офіційні опоненти:
доктор технічних наук, професор Рижок В.Д.,
кандидат технічних наук, професор Тарасук П.Е.

Захист відбудеться 15 червня 1994 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої Вченої Ради Д 01.17.02 в Державній академії легкої промисловості України за адресою: 252011, Київ-11, вул. Н - Данченка 2, аудиторія 1-0318

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державної академії легкої промисловості України.

Автореферат розіслано 13 травня 1994 р.

Вчений секретар
Спеціалізованої Ради Д 01.17.02,
кандидат технічних наук, професор

Кабанов В.П.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. В умовах масового виробництва у взуттєвій промисловості самою слабкою ланкою є процес підготовки розкрійних схем матеріалів на деталі взуття, оскільки, в основному, він виконується ручний способом. Схеми розкрою підготовляються технологами і потребують багато часу для якісної їх розробки. Крім того, процент використання матеріалу в таких схемах залежить від суб'єктивних факторів, таких, як кваліфікація технолога.

Найнижчий процент використання серед взуттєвих матеріалів - в листових матеріалах. Найбільше трудомісткою роботою технолога при підготовці розкрою є розробка розкрійних схем листових матеріалів на деталі взуття з урахуванням потреби в деталях відповідно ростовочного асортименту.

Всі ці фактори визначають актуальність задачі автоматичного проектування схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття. Розв'язання цієї задачі створить передумови впровадження роботизованих комплексів для розкрою матеріалів у взуттєвій промисловості, що дозволить максимально використовувати обчислювальну техніку в виробничому процесі та розробити ресурсозберігавчу технологію розкрою.

Мета та задачі досліджень. Метою даної роботи є створення методу розв'язання задачі автоматичного проектування схем розкрою на деталі взуття та розробка пакета прикладних програм (ППП), який забезпечує рішення цієї задачі.

В задачу досліджень входять:

- 00756438 (X)
- аналіз та вибір вхідних даних для задачі автоматичного проектування розкрійних схем;
 - формалізація загальної оптимізаційної задачі проектування схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття з урахуванням потреби в деталях відповідно ростовочного асортименту;
 - декомпозиція загальної задачі на структурні компоненти та виділення основних підзадач;
 - розробка алгоритмів та створення ППП.

Наукова новизна роботи.

1. Комплексно розв'язана задача автоматичного проектування множини раціональних схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття з урахуванням потреби в деталях відповідно ростовочного асортименту;
2. Розроблена комплексна математична модель даної задачі та виділені її основні структурні компоненти;
3. Розроблений та обґрунтований спосіб розрахунку параметрів раціональних схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття;
4. В основу методу автоматичного проектування раціональних розкрійних схем покладена математична модель задачі, яка включає в себе опис конфігурації розмішуваних деталей, аналітичне формулювання умов взаємного неперетину деталей при цілому їх розміщенні, аналітичне представлення системи розміщення, а також визначення функції цілі та опис множини допустимих розв'язків;
5. Розроблений алгоритм автоматичного проектування раціональних розкрійних схем;
6. Запропонований оригінальний розрахунковий спосіб визначення площі деталі взуття як площі плоского геометричного об'єкта, обмеженого

алгебраїчними кривими першого - третього порядків;

7. Одержані вирази для визначення площі деталі будь-якого розміру з серії за площей деталі вихідного розміру з серії та параметрами серійного градівання.

Практична значимість полягає в тому, що запропонований автором метод автоматичного правкування розкрійних схем реалізований в АПП, який дозволяє:

- автоматизувати технологічну підготовку розкром листових матеріалів на деталі взуття;
- підвищити інтелектуальний рівень і продуктивність інженерної праці на етапі підготовки розкром;
- збільшити процент використання листових матеріалів на 0.5-2%;
- застосувати роботизовані технологічні комплекси для розкром листових матеріалів.

Апробація роботи. Основні положення та результати дисертаційної роботи були обговорені:

на XXVIII - XLIV науково-методичних конференціях професорсько - викладацького складу КТІДБ 1976- 1992 р.р.; на конференції "Пути изыскания и максимальное использование ресурсов на предприятиях легкой промышленности и свете решений XXV съезда КПСС", Київ, РДЕНТБ, 1977р.; Всесоюзна наукова конференція "Автоматизация раскром материалов легкой промышленности", Київ, 1980 р.; XV науково-технічна конференція викладачів та студентів Вітебського технологічного інституту легкої промисловості, Вітебськ, 1982 р.; Всесоюзний семінар "Малоперационная и безотходная технологии в легкой промышленности", Москва, 1983 р.; Всесоюзська виставка "Текстильная и легкая промышленность", Іванова, 1983 р.; Всесоюзна наукова конферен-

ція "Математическое обеспечение рационального раскроя в системах автоматизированного проектирования", Уфа, 1987 р.; Республіканська конференція "Научно-технический прогресс и повышение эффективности производства в кооперативно-объединенной промышленности", Київ, РДЕНТП, 1987 р.; Всесоюзна конференція "Состояние и перспективы использования ЭВМ на предприятиях легкой промышленности", Київ, 1990 р.; науково-практична конференція "Системы автоматизированного проектирования и управления в легкой промышленности", Київ, 1993 р.; Українська конференція-семинар з взуттєвої промисловості, Київ, 1993 р.; Міжнародна виставка, Кельн, ФРН, 1993 р.; Міжнародна виставка "Интегмаш-93", Київ, 1993 р.

Структура та об'єм роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, списку використаної літератури з найменувань, додатку та містить 180 сторінок машинописного тексту, 25 оригінальних малюнків, 5 таблиць. Публікації основних положень дисертаційної роботи виконані в п'ятнадцяти статтях, тезах науково-технічних конференцій та матеріалах семінарів.

Зміст роботи

У вступі обґрунтовано актуальність досліджень, сформульовані ціль та основні задачі досліджень.

В першому розділі проведений аналіз та зроблений вибір вихідних даних для задачі автоматичного проектування раціональних схем розкром листових матеріалів на деталі взуття з урахуванням потре-

би в деталях відповідно ростовочному асортименту.

Оскільки взуттєві деталі неадекватні яким-небудь геометричними образами, зовнішній контур їх являє собою замкнуту лінію складної конфігурації, це ускладнює, а в більшості випадків, робить неможливим аналітичний опис зовнішньої границі деталі. Тоді кусково-лінійний спосіб апроксимації зовнішнього контура деталі є самим зручним та простим при автоматизованій та ручній підготовці, не накладає обмежень на геометрію деталей.

Існуючі у взуттєвій промисловості методи серійного градівання та розрахунку площі характеризуються великою трудомісткістю, складністю підготовчих операцій та малою точністю. Тому використання електронно-обчислювальної техніки при градіванні та визначенні площі дозволить збільшити продуктивність праці на цих операціях. При цьому збільшиться точність градівання та визначення площі деталей взуття.

Задача оптимального розкрою листових матеріалів на деталі взуття відноситься до задач фігурного розкрою, які являються багатоекстремальними задачами. Точний розв'язок даного класу задач в загальному випадку знайти неможливо. Тому далі будемо говорити про наближені методи розв'язку цих задач.

Великий вклад в розробку розрахункових методів планування раціональних схем розкрою взуттєвих матеріалів внесли В.П. Зибін, Б.А. Єлен, Г.І. Іспірян, В.Д. Розок, А.І. Коліта, О.В. Яковлева, Г.С. Пюбза та інші. Але їх методи, як правило, базувались на інформації про схеми суміщення деталей, побудованих вручну, що вносило суб'єктивний елемент в результати розрахунку.

З розробкою теорії R-функцій В.А. Рвачевим та теорії функцій

вільного розміщення В.Г. Стояном стало можливим створення точних математичних моделей задач фігурного розкром.

Різні варіанти математичних моделей фігурного розкром були розроблені В.Г. Стояном, П.Т. Філем, В.О. Скатерним, А.Г. Фесенко, Л.Т. Свистуновим, В.Т. Бондарем, Л.С. Поповим, А.Т. Волошиним та іншими. Найбільш удалі математичні моделі та алгоритми розв'язування задачі фігурного розкром рухомих матеріалів запропоновані Л.С. Поповим та В.А. Скатерним. Але в математичних моделях цих задач не враховувалась потреба в деталях відповідно ростовочному асортименту.

Математичні результати досліджень перерахованих вище авторів, створили теоретичну базу для розробки математичних моделей та алгоритмів розв'язку задач автоматичного проектування схем розкром листових матеріалів на деталі взуття з урахуванням потреби відповідно ростовочного асортименту та дозволили комплексно розв'язати цю задачу.

В другому розділі на основі аналізу технологічної підготовки на етапі побудови схем розкром, а також урахування технологічних вимог та обмежень дана технологічна постановка задачі автоматичного проектування раціональних схем розкром листових матеріалів на деталі взуття, виділені основні та допоміжні задачі.

До основних задач відносяться задачі автоматичного генерування раціональних розкрійних схем з урахуванням потреби відповідно ростовочного асортименту та раціонального розподілу ресурсів листових матеріалів, які є в наявності, для розкром деталей різних моделей.

До допоміжних задач відносяться задачі, які забезпечують виконання технологічних вимог та обмежень, а саме:

- серійні: градуювання та визначення площі деталей взуття;
- забезпечення сталості міжмодельного містка та врахування відхилення в лінійних розмірах матеріалу;
- одержання "твердої копії" спроектованих розкрійних схем, тобто виведення необхідних розкрійних схем на плотер або принтер;
- уцільнення інформації про геометрію деталі;

Дана технологічна постановка основних та допоміжних задач.

Задача раціонального розподілу ресурсів листових матеріалів, які є в наявності, для розкрав деталей різних моделей розв'язувалась в такій постановці: задана потреба в виробах N різновиду. Для їх одержання використовуються листові матеріали i розмірів. Відомі ресурси матеріалів. Для кожного виробу спроектовані раціональні схеми розкрав для різних типорозмірів матеріалів. Потрібно визначити, на які вироби та по яких схемах розкривати листові матеріали різних типорозмірів, щоб при задоволенні потреби в виробах витрати матеріалу були мінімальними. Ця задача є задачею цілочислового програмування. В зв'язку з тим, що в даний час відсутні ефективні методи розв'язку даного класу задач, то дана задача розв'язувалась звичайними методами лінійного програмування. В цьому випадку дробові значення змінних заокруглюються до найближчих цілих чисел. Застосування даного методу забезпечило раціональний розподіл листових матеріалів між різними моделями з незначними затратами машинного часу. Для даної постановки задачі доцільно обмежитись періодом планування, рівному одному тижню. В кіці кожного етапу в модель може бути включена нова інформація, зв'язана зі змінами виробничої програми, поставок жи матеріалів.

Задача автоматичного генерування раціональних розкрійних схем

з урахуванням потреби в деталях відповідно ростовочного асортименту досить складна задача фігурного розкром і на існує аналітичних методів її розв'язання. Тому для її розв'язання були застосовані алгоритмічні методи. Для спрощення алгоритму рішення задачі запропонована наступна трьохрівнева ієрархічна модель (Рис. 1):

Перший рівень. Генерування множини локальних розкладок;

Другий рівень. Генерування множини технологічно допустимих економічних розкрійних схем;

Третій рівень. Визначення раціонального завдання для розкром,

Зупинемося більш детально на кожному із рівнів розв'язку задачі.

На першому рівні забезпечується генерування множини локальних розкладок. Під локальними розкладками будемо розуміти системні розкрійні схеми для конгруентних деталей. Габаритні розміри цих схем менші або дорівнюють габаритним розмірам листового матеріалу. Вхідними даними є інформація про геометрію розкрюваних деталей, про геометрію листового матеріалу, про технологічні вимоги та обмеження. Вихідними даними є інформація про локальні розкладки та площі розкрюваних деталей.

На другому рівні забезпечується генерація множини економічних схем розкром з комбінації локальних розкладок. Під економічними схемами будемо розуміти схеми розкром, які задовольняють технологічні вимоги та обмеження і процент використання матеріалу в яких більший наперед заданого значення P . Вхідними даними є інформація про габаритні розміри листового матеріалу, локальні розкладки та площі розкрюваних деталей. Вихідними даними є інформація про згенеровану множину економічних розкрійних схем.

На третьому рівні забезпечується вибір комплекта раціональних

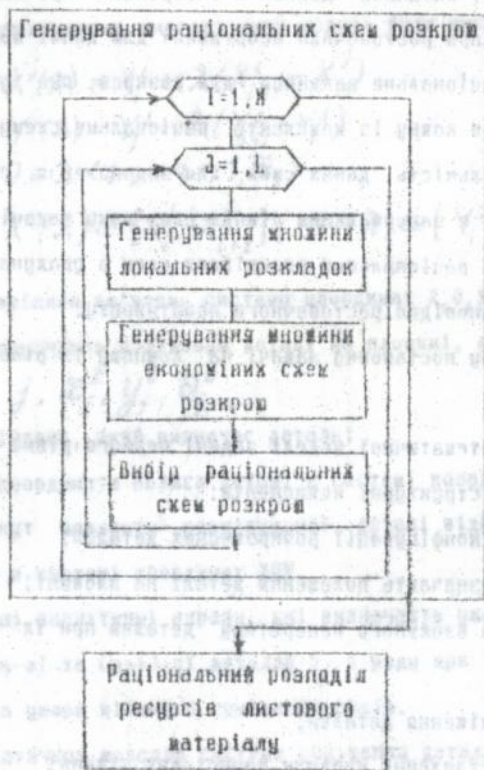


Рис. 1. Функціональна схема задачі автоматичного проектування схем розкром листових матеріалів на деталі вузлі

схем розкрав із існуючої множини економічних схем розкрав. Вибраний комплект раціональних розкрійних схем забезпечує потребу в деталях відповідно ростовочному асортименту при максимальній використанні матеріалу. Вхідними даними є інформація про економічні розкрійні схеми та про ростовочний асортимент для даної моделі. Вихідними даними є раціональне завдання для розкрав, яке утримує в собі інформацію про кожну із компонент раціональну схему розкрав та про потрібну кількість даних схем для задоволення потреби в деталях. Цей рівень є енергетичним рівнем розв'язку задачі автоматичного генерування раціональних розкрійних схем з урахуванням потреби в деталях відповідно ростовочного асортименту.

Дано математичну постановку задачі на кожну із рівнів виконання.

Для розробки математичної моделі задачі першого рівня було виділено наступні її структурні компоненти:

- аналітичний опис конфігурації розкравлених деталей;
- параметри, які визначають положення деталі на площині;
- формулювання умов взаємного неперетину деталей при їх щільному розміщенні;
- опис системи розміщення деталей;
- математичне представлення множини допустимих рішень;
- аналітичне формулювання функції цілі.

Побудовані математичні моделі кожної із компонент.

З розміщування деталей S_j вярсно зв'язано систему координат XOY , де O - початок деталі, вибраній в її внутрішній точці. Тоді при кусково-лінійному методі апроксимації зовнішній контур деталі буде задаватися масивом координат точок апроксимації (X_i^j, Y_i^j) $i = \overline{1, n_j}$.

а сама деталь буде розглядатись як опукло-вигнутий многокутник, вершинами якого є точки апроксимації. Тоді координати будь-якої точки на апроксимувачому многокутнику можуть бути визначені так:

$$X^j(\lambda) = X_i^j + \lambda(X_{i+1}^j - X_i^j)$$

$$Y^j(\lambda) = Y_i^j + \lambda(Y_{i+1}^j - Y_i^j)$$

де $0 \leq \lambda < 1$; $i = 1, \overline{n_j}$

$$X^j(\lambda) \in [X_i^j, X_{i+1}^j]; \quad Y^j(\lambda) \in [Y_i^j, Y_{i+1}^j].$$

З матеріалом зв'яжемо систему координат X, O, Y . Тоді параметрами, які визначають положення деталі на площині, є четвірка чисел:

$$j, x_j^e, y_j^e, \theta_j^e$$

де j - індекс, який визначає деталь;

(x_j^e, y_j^e) - координати центра деталі в системі координат X, O, Y ;

θ_j^e - кут повороту розміщуваної деталі відносно її вихідного положення в системі координат XOY .

Одержані аналітичні вирази, які визначають умови взаємного неперетину n -ої та $(n+1)$ -ої деталей S_j в ряду при їх щільному розміщенні та умови щільного суміщення рядів.

Математичною моделлю системи суміщення деталей в локальній розкладці є подвійна решітка:

$$W: \vec{r}_w = p\vec{a} + q\vec{b} + t\vec{c}; \quad p, q \in \mathbb{Z}; \quad t = 0, 1$$

де \vec{a}, \vec{b} - два лінійно-незалежних базисні вектори одинарної решітки;

\vec{c} - вектор зсуву одинарних решіток з базисом \vec{a}, \vec{b} відносно один одного (Рис. 2).

Одержано математичне представлення множини допустимих рішень в термінах алгебри висловлювань.

Функцією цілі є процент використання матеріалу в локальній

розкладці \bar{P} , котрий повинен бути не менше наперед заданого P_j^k ,

Запропоновані алгоритми, які реалізують дану математичну модель і дозволяють генерувати множини локальних розкладок.

На другому рівні задачі автоматичного проектування раціональних схем розкрою листових матеріалів генерується з комбінації локальних розкладок множина економічних схем розкрою (Рис. 3). Представимо математичні моделі її структурних компонент.

Конфігурація листового матеріалу може бути описана аналітично в системі координат X, O, Y , з початком в лівому нижньому куті матеріалу та осями координат, які направлені вздовж країв матеріалу, системою таких нерівностей:

$$\begin{cases} 0 \leq x \leq DL \\ 0 \leq y \leq SH \end{cases}$$

де DL - довжина листового матеріалу;

SH - ширина листового матеріалу.

Конфігурації локальних розкладок будемо представляти в вигляді мінімального прямокутника, який описаний навколо цієї розкладки. Тобто аналітично її можна виразити наступними нерівностями в системі координат X^k, O^k, Y^k з початком O^k в лівому нижньому куті описаного прямокутника і осями координат, які направлені вздовж сторін прямокутника:

$$\begin{cases} 0 \leq x \leq DLL_j^k \\ 0 \leq y \leq SHL_j^k \end{cases}$$

де DLL_j^k - довжина k -ої локальної розкладки для S_j деталі;

SHL_j^k - ширина k -ої локальної розкладки для S_j деталі.

Одержано математичне представлення множини допустимих рішень в термінах алгебри висловлювань.

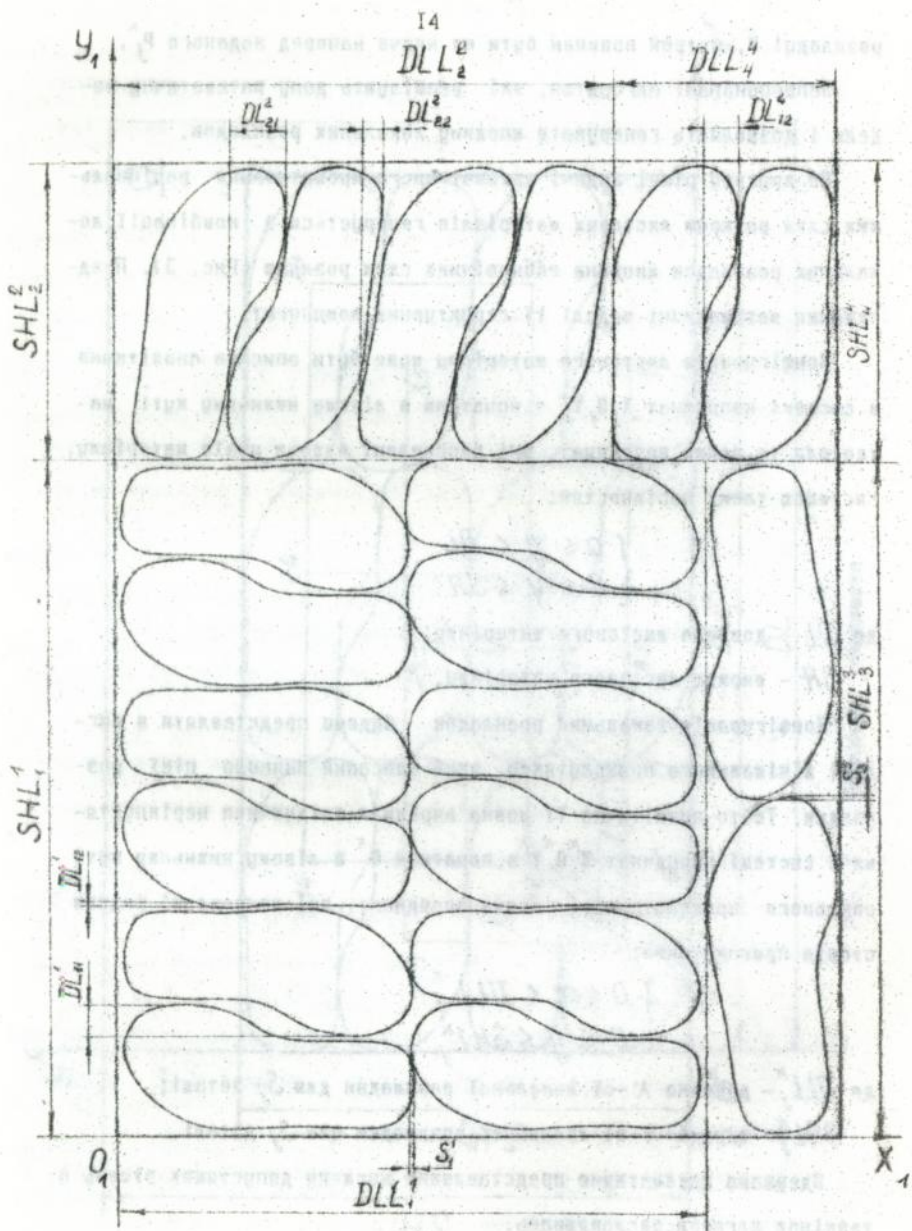


Рис. 3. Економічна схема розкром

Функція цілі є процент використання матеріалу P^k в економічних розкрійних схемах, котрий повинен бути не менше наперед заданого P .

Запропоновані алгоритми, які реалізують дану математичну модель і дозволяють генерувати множину економічних розкрійних схем.

На третьому рівні задачі автоматичного проектування раціональних схем розкрою листових матеріалів із множини економічних схем розкрою вибираються ті раціональні схеми розкрою, які задовільняють потребу в деталях і забезпечують максимальний процент використання матеріалів. Ця задача в залежності від існуючих матеріальних ресурсів на виробництві розв'язується в одній із двох постановок:

Постановка 1. Дана потреба в деталях в ростовочному асортименті та обмежені ресурси листового матеріалу даного розміру. Необхідно забезпечити одержання максимальної кількості деталей в ростовочному асортименті з існуючої кількості даного матеріалу.

Постановка 2. Дана абсолютна потреба в деталях та необмежені ресурси даного матеріалу. Потрібно забезпечити одержання заданої кількості деталей взяти в ростовочному асортименті при мінімальній витраті матеріалу.

В першій постановці цільовою функцією буде кількість комплектів виробів, яку необхідно максимізувати. В другій постановці цільовою функцією буде кількість листів матеріалів, використаного для розкрою даного комплекту деталей, яку необхідно мінімізувати.

Ця задача в обох постановках є задачею цілочислового програмування. В зв'язку з тим, що в даний час немає ефективних алгоритмів розв'язування даного класу задач, то ця задача розв'язувалась методами лінійного програмування, а одержані результати заокруг-

анти до найближчого цілого числа.

В третьому розділі розглядаються алгоритми розв'язку допоміжних задач, які забезпечують виконання технологічних вимог та обмежень.

Запропонований розрахунковий спосіб визначення площі деталей взуття як площі плоского геометричного об'єкту, що обмежений алгебраїчними кривими першого - третього порядків. Коефіцієнти цих кривих визначаються з умов, що в точці стиків двох сусідніх кривих не повинно бути перелому, якщо він не існує на контурі реальної деталі. Ці умови рівносильні рівності першої та другої похідних для сусідніх кривих в точці їх стикування.

Для випадку, якщо алгоритм серійного градивання може бути представлений наступними виразами:

$$X_{1j} = X_1 f(\gamma, \beta, j) + C_1 = f X_1 + C_1$$

$$Y_{1j} = Y_1 \varphi(\gamma, \beta, j) + C_2 = \varphi Y_1 + C_2$$

одержано залежність площі деталі любого розміру з серії від площі деталі вихідного розміру та параметрів серійного градивання:

$$S^j = f \varphi S$$

де X_{1j}, Y_{1j} - координати точок апроксимації зовнішнього контура для деталі зуканого розміру;

X_1, Y_1 - координати точок апроксимації зовнішнього контура для деталі вихідного розміру;

j - індекс, характеризуючий порядковий номер деталі в серії;

γ, β - коефіцієнти відносного приросту по довжині та ширині деталі;

C_1, C_2 - сталі величини;

При $f(\gamma, \beta, j) = 1 + j\gamma$ та $\varphi(\gamma, \beta, j) = 1 + j\beta$ одержимо алгоритм

серійного градивання, який був запропонований В.П. Зибіним. Тоді одержимо наступний вираз для визначення площі деталі любого розміру з серії для цього алгоритму серійного градивання:

$$S^j = f \varphi S = S(1+j^2)(1+j^2)$$

де S - площа деталі вихідного розміру;

S^j - площа деталі шуканого розміру.

Запропонований оригінальний алгоритм врахування міжмодельного вістка Δ при проектуванні раціональних розкрійних схем. В основі алгоритму покладено те, що локальні розкладки будуться не для чистої деталі, а для еквідистанти, побудованої навколо деталі на величину $\Delta/2$. Алгоритм побудови еквідистанти містить два етапи:

- розбивка контура на елементарні ділянки точками максимум та мінімум координат точок апроксимації деталі та точками перелому і визначення складових еквідистанти по осям координат у цих точках.

- розрахунок еквідистанти для елементарних ділянок.

В основу алгоритму розрахунку еквідистанти для елементарної ділянки покладено припущення, що контур еквідистанти подібний відповідному контуру елементарної ділянки деталі, тобто може бути створений з відповідного контура деталі розтягом - стискуванням та поворотом на відповідний кут. Запропоновані аналітичні вирази для побудови еквідистанти для елементарних ділянок контура деталі.

Одержані вирази для визначення параметрів економічних розкрійних схем за параметрами локальних розкладок та їх розташуванням в розкрійній схемі.

Розроблений алгоритм узагальнення інформації про зовнішній кон-

тур деталі взуття.

Всі запропоновані в другому та третьому розділах алгоритми реалізовані в робочі програми, які увійшли в пакет прикладних програм (ППП) "Автоматичне проектування схем розкром листових матеріалів на деталі взуття".

В четвертому розділі дається загальна характеристика розробленого ППП, проведена перевірка адекватності математичної моделі задачі, приведені результати промислової апробації ППП та дані практичні рекомендації по його використанню.

ППП має декілька версій для СМ-4 і IBM PC сумісних ЕОМ. Версія ППП для СМ-4 функціонально входить в автоматизовану систему підготовки інформації для розкром листових матеріалів як комплекс програм автоматичного напрацювання варіантів розкром, яка була розроблена за науково-технічною програмою 0.37.02. "Створити та ввести в дію автоматизовані виробництва продукції легкої промисловості на базі нових технологій, комплексів вивіднісного обладнання, робототехніки та АСУТН". Дана програма виконувалась згідно постанови Державного Комітету СРСР по науці та техніці від 30 жовтня 1985 р., А 555. Зв'язок ППП та програмного забезпечення автоматизованої системи підготовки даних здійснюється через СУБД.

Всі версії ППП виконують наступні функції:

- видача довідкової інформації про роботу ППП;
- ввід інформації про геометричні характеристики деталей взуття, а також про технологічні вимоги та обмеження;
- серійне градування та розрахунок площі деталей взуття;
- побудова варіантів економічних розкрійних схем;
- вибір з економічних розкрійних схем раціональних схем розкром.

які задовольняють потребу в деталях згідно розкривного асортименту та при цьому забезпечують максимальне використання матеріалу;

- запас в СЧД інформації про раціональні схеми розкриття;
- вивід на дисплей та зовнішні пристрої (принтер, плотер) раціональних схем розкриття.

Адекватність математичних моделей перевірялась по її структурним компонентам. Використання засобів машинної графіки дозволило однозначно дати відповідь про точність обчислень і підтвердити адекватність математичних моделей та коректність розроблених алгоритмів. В алгоритмах ППП враховані всі технологічні вимоги та обмеження, які були перераховані в постановках задач.

Процислові випробування ППП проводились в складі автоматизованої системи підготовки інформації з дослідним зразком преса-автомата ПТКА-25 на асортименті цеха № 3 Московського промислового об'єднання "Пролетарій". Сам ППП та його окремі програми випробувались та впроваджені на вантажних підприємствах Києва, Харкова, Дніпропетровська, Жовтницького та Прилук. ППП та його окремі програми впроваджені в навчальний процес ДААПУ та ХТІПО.

Результати випробувань, акти випробувань та впровадження ППП приведені в роботі.

Деякі програми та алгоритми ППП можуть бути використані як окремі програми при розкриві рулонних матеріалів в легкій промисловості, а також для серійного градиривання, виконання креслень серії деталей взуття, визначення площі цих деталей та в навчальних закладах для навчання студентів та спеціалістів.

Висновки по роботі

1. Дана загальна технологічна постановка задачі автоматичного проектування схем розкром листових матеріалів на деталі взуття.

Сформульовані технологічні вимоги та обмеження до систем суміщення. Виділені основні підзадачі та дана їх технологічна постановка.

2. Проведена формалізація задачі автоматичного проектування схем розкром листових матеріалів на деталі взуття та дана її математична постановка. Виділені основні структурні компоненти задачі та розроблені їх адекватні математичні моделі. Запропоновані способи розв'язування поставлених задач.

3. Одержані аналітичні вирази, які визначають умови взаємного неперетину конгруентних деталей при цільному їх розміщенні в локальній розкладці.

4. Розроблений метод автоматичного проектування раціональних розкрійних схем. В основу цього метода покладена математична модель задачі, яка включає в себе опис конфігурації розміщуваних деталей, аналітичне формулювання умов взаємного неперетину деталей при цільному їх розміщенні, аналітичне представлення системи розміщення, а також визначення функції цілі та опис множини допустимих розв'язків.

5. Запропонований оригінальний алгоритм розрахунку площі деталі взуття як площі плоского геометричного об'єкта, обмеженого алгебраїчними кривими першого-третього порядків та отримані аналітичні вирази для визначення площі деталі.

6. Одержана залежність площі деталі будь-якого розміру від

плоді деталі вихідного розміру та параметрів серійного градуювання.

7. Запропонований алгоритм врахування міжмодельного містка при побудові раціональних розкрійних схем.

8. Розроблені алгоритми та ППП "Автоматичне проектування схем розкрою листових матеріалів на деталі взуття".

9. Результати теоретичних досліджень та практичне використання ППП свідчать про доцільність впровадження ППП на взуттєвих підприємствах та в навчальних закладах для навчання студентів та спеціалістів.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в таких наукових працях:

1. Чупринка В.И., Скатерной В.А. Построение годографа функций плотного разжедения. -Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. Легкая промышленность, Киев, Вида вкола, 1977, вып. 10, с. 47-49.
2. Чупринка В.И., Скатерной В.А. Расчетный метод градирования и определения площадей обувных деталей. -Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. Легкая промышленность, Киев, Вида вкола, 1978, выпуск 11, с. 21
3. Чупринка В.И., Скатерной В.А. Автоматизация процесса составления раскройных схем в подготовительно-раскройном производстве. -Киев: Всесоюзная научная конференция "Автоматизация раскрой материалов легкой промышленности", 1980, с. 21-22.
4. Чупринка В.И. Алгоритм рационального разжедения п-видов дета-

- лей на полубесконечной полосе с учетом комплектности. - Киев: Всесоюзная научная конференция "Автоматизация раскроя материалов легкой промышленности", 1980, с. 40-42.
5. Чупринка В.И., Свистунова А.Т., Бугаенко Т.Ф. Расчет площадей серии обувных деталей с помощью ЭВМ. - М.: Всесоюзный семинар "Малооперационная и безотходная технология в легкой промышленности", тезисы доклада, 1983, с. 81-85.
 6. Чупринка В.И., Скатерной В.А. Расчет площади обувных деталей с помощью ЭВМ. - Известия вузов. Технологии легкой промышленности, 1984, № 2, с. 65-67.
 7. Чупринка В.И., Скатерной В.А. Серийное градирование деталей обуви с учетом постоянства припусков. Известия вузов. Технологии легкой промышленности, 1984, № 3, с. 53-55.
 8. Скатерной В.А., Чупринка В.И., Бугаенко Т.Ф., Полтавец В.П. - Расчетный способ определения площадей серии обувных деталей. Известия вузов. Технологии легкой промышленности, Киев, 1980, №6, с. 54-56.
 9. Скатерной В.А., Нолова А.С., Чупринка В.И., Воложин А.Т. Автоматизированное построение схем плотного сощмещения деталей обуви. - Известия вузов. Технологии легкой промышленности, 1986, № 2, с. 80-85.
 10. Чупринка В.И., Воложин А.Т., Скатерной В.А. Автоматизированная система подготовки раскроя листовых материалов в обувной промышленности. - М.: Республиканская конференция "Состояние и перспективы использования ЭВМ на предприятиях легкой промышленности Чиряича", тезисы докладов, 1980, с. 11-12.
 11. Воложин А.Т., Чупринка В.И., Лысенко А.И. СЭВМ раскроя материа-

- лов в обувной и кожгалантерейной промышленности на базе рабочего поста программиста. - М.: Всесоюзная конференция "Состояние и перспективы использования ЭВМ на предприятиях легкой промышленности Чурилина", тезисы докладов, 1990, с. 15-16.
12. Воложин А.Т., Чупринка В.И., Клебан Г.И. Автоматизированная система подготовки информации для раскроя листовых материалов на детали лияз обрза. - Киев: 44-я научно-методическая конференция профессорско-преподавательского состава Киевского технологического института легкой промышленности, тезисы докладов, 1992, с. 75-76.
13. Воложин А.Т., Чупринка В.И., Скатерной В.А. Рациональный раскрой рулонных материалов в кожгалантерейной отрасли легкой промышленности. - Киев: 44-я научно-методическая конференция профессорско-преподавательского состава Киевского технологического института легкой промышленности, тезисы докладов, 1992, с. 76-77.
14. Воложин А.Т., Чупринка В.И., Скатерной В.А. Функции, выполняемые системой подготовки данных для раскроя *OrlCut*. - Киев: Украинская конференция-семинар с обувной промышленности, тезисы докладов, 1993, с. 24.
15. Чупринка В.И., Воложин А.Т., Шацкий М.А. Автоматизированная система подготовки информации для рационального раскроя в обувной промышленности. - Киев: научно-практическая конференция, тезисы докладов, 1993, ст. 23-24.

Диссертационная работа посвящена исследованию автоматического проектирования раскройных схем листовых материалов на детали обуви с учетом потребности в деталях согласно ростовочному асерт-

менту.

В роботі виділені підзадачі, введених в задачу автоматического проектування схем розкром листових матеріалів, осуществлена математическая постановка этих задач, исследовани и предложени математические модели, разработани алгоритми решения задач.

Исследования завершени разработкой пакета прикладных програм, который прошел опытно - промышленную апробацию и внедрен на ряде предприятий Украины.

Підп. до друку 04.05.94р. Формат 60x84 I/I6. Папір друк.М. Друк офсетний. Умовн. др. арк. I,63. Умовн. фарбо-відб. I,74. Облік.-вид. арк. I,27. Тираж 110. Зам. 114. Безплатно.

Дільниця оперативної поліграфії при Державній академії
легкої промисловості України.
252011, Київ-11, вул. Немировича-Данченко, 2.

ABSO. 100

1000000

1000000

457199

АВ 30.100

Бесплатно

АВ 30.100

В работе выделены подзадачи, связанные с задачей оптимизации
те проектирования, сама задача является задачей оптимизации, оптимизация
математическая оптимизация этих задач, исследование и применение ма-
тематических методов, разработаны алгоритмы решения задач.

Исследованиями выделены подзадачи задачи оптимизации, алгоритмы,
которые решают задачу - разработаны алгоритмы к решению на базе
разработаны алгоритмы.

Исследования выделены подзадачи задачи оптимизации, алгоритмы,
которые решают задачу - разработаны алгоритмы к решению на базе
разработаны алгоритмы.

Исследования выделены подзадачи задачи оптимизации, алгоритмы,
которые решают задачу - разработаны алгоритмы к решению на базе
разработаны алгоритмы.

АВ 30.100