

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ З НАТУРАЛЬНОЇ ШКІРИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Л.Б. БІЛОЦЬКА, І.В. ДЕМЧУК

Київський національний університет технологій та дизайну

Н.В. БІЛЕЙ-РУБАН

Мукачівський технологічний інститут

Розглядаються задачі розробки методики, алгоритму та математичної програми вибору раціонального варіанту технологічного процесу виготовлення виробів з натуральної шкіри (ВНШ) на основі математичного апарату динамічного програмування.

Швейні вироби з натуральної шкіри мають високі естетичні та ергономічні показники, користуються на сьогоднішній день підвищеним попитом у населення. Однак, на даний час при проектуванні та виготовленні виробів з натуральної шкіри прикладні матеріали та методи обробки, як правило, обираються на основі особистого досвіду технолога, без детального врахування споживчих і техніко-економічних вимог до одягу, в наслідок чого не гарантується вибір раціонального або оптимального (за тими чи іншими критеріями) варіанту технологічного процесу. Крім того, складна, трудомістка задача проектування та виготовлення ВНШ у значній мірі вирішується на апріорному рівні знань, без використання комп'ютерної техніки, що негативно відбивається на якості готового виробу, призводить до нераціонального використання дорогого шкіряного напівфабрикату та уповільнює прогрес галузі.

Оптимізація технологічного процесу виготовлення ВНШ повинна базуватися на науково обґрунтованих методах обробки вузлів і деталей та відповідному математичному забезпеченні ЕОМ.

Об'єкти та методи досліджень

Як об'єкт досліджень обрано технологічний процес виготовлення ВНШ. Дослідження базувались на системному підході. У ході досліджень використовувався математичний апарат динамічного програмування. Всі розрахунки проводилися на ПЕОМ з використанням математичної системи MatLab 6.0 у середовищі Windows 2000.

Постановка завдання

Враховуючи важливість якнайповнішого задоволення вимог споживачів, а також необхідність забезпечення якості виконання проектних робіт актуальними є дослідження, що спрямовані на вирішення завдань щодо подальшого вдосконалення методів обробки ВНШ та оптимізації технологічного процесу виготовлення ВНШ.

У пропонованій статті надаються результати роботи, виконаної у зазначеному напрямку на кафедрі технології та конструювання швейних виробів КНУТД.

Результати та їх обговорення

Для процесу виготовлення ВНШ характерні досить складні та різноманітні способи обробки деталей і вузлів, викликані як багатошаровістю одягу, так і частою зміною моделей. Аналіз роботи вітчизняних шкіряних підприємств, рекомендації ряду авторів [1...6], а також передового досвіду зарубіжних фірм по виробництву шкіряного одягу демонструє широку різноманітність способів обробки однотипних деталей і вузлів, що пояснюється різницею властивостей допоміжних застосовуваних матеріалів, номенклатурою наявного устаткування, модельними особливостями виробу, а також фінансовими можливостями підприємства - виробника. Множина існуючих варіантів пакетів шкіряного одягу за складом докладних матеріалів і конструкції призводить до необхідності застосування різних методів обробки, і, відповідно, різних видів обладнання. Варіанти відрізняються як за вартістю виготовлення так і за трудомісткістю.

Завдання фахівців швейного виробництва - вибір технологічно та економічно доцільної послідовності виготовлення виробу, що відповідає заданому рівню якості і продуктивності праці. Однак, для встановлення раціонального варіанту технологічної послідовності виготовлення одягу потрібне виконання великого обсягу техніко-економічних досліджень та розрахунків. Відмічені недоліки можуть бути усунені головним чином за умови суттєвої перебудови всієї практики проектування ВНШ, створення та використання систем автоматизованого проектування (САПР), розробку науково обґрунтованих методів проектування та забезпечення якості продукції із застосуванням сучасної обчислювальної техніки.

В принципі, вибір раціонального варіанту (варіанту, оптимального за тими або іншими критеріями) організації технологічного процесу виготовлення швейних виробів можна зробити шляхом прямого перебору варіантів. Сумарна кількість переборів N_{Σ} складає:

$$n_{\Sigma} = \prod_{j=1}^l n(j) \approx 10^{10},$$

де $n(j)$ - кількість варіантів реалізації j - ї технологічно неподільної операції (найчастіше від одного до п'яти);

l - кількість технологічно неподільних операцій у процесі виготовлення виробу.

Величезна кількість переборів робить задачу прямого перебору важко розв'язуваною навіть при використанні сучасних ПЕОМ. Тому для розв'язання задачі вибору раціонального варіанту слід використовувати спеціальний математичний апарат.

У загальному випадку задачу вибору раціонального варіанту в залежності від обраного критерію математично можна сформулювати в одному з наступних видів:

А) Мінімізувати фінансові витрати на організацію технологічного процесу виготовлення швейного виробу

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot C_{ij} = \min \quad (1)$$

при обмеженні на трудомісткість виготовлення

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot H_{ij} \leq H_0, \quad (2)$$

де C_{ij} - фінансові витрати на реалізацію i - го варіанту j - ї технологічно неподільної операції;

H_{ij} - трудомісткість реалізації i - го варіанту j - ї технологічно неподільної операції;

i - номер варіанту j - ї операції, $i \in [1, N(j)]$;

1, якщо обраний i - й варіант j - ї операції;

$$k_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо обраний } i \text{ - й варіант } j \text{ - ї операції;} \\ 0, & \text{якщо виконання } j \text{ - ї операції не передбачається;} \end{cases}$$

0, якщо виконання j - ї операції не передбачається;

H_0 – припустима трудомісткість виготовлення швейного виробу.

Б) Мінімізувати трудомісткість технологічного процесу виготовлення швейного виробу

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot C_{ij} = \min \quad (3)$$

При обмеженні на фінансові витрати

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot C_{ij} \leq C_0 \quad (4)$$

де C_0 - припустимі фінансові витрати на реалізацію технологічного процесу виготовлення швацького виробу.

Для розв'язання цих задач можна скористуватися методом динамічного програмування [18]. Для рішення завдань (1) і (3) цей метод передбачає використання співвідношень наступного виду:

$$f_j(H_j) = \min \left\{ C_{ij}(H_{ij}) + f_{j-1} \left(H_0 - \sum_{l=1}^j H_{il} \right) \right\} \quad (5)$$

$$F_j(C_j) = \min \left\{ H_{ij}(C_{ij}) + F_{j-1} \left(C_0 - \sum_{l=1}^j C_{il} \right) \right\} \quad (6)$$

де $f_j(H_j)$ - сумарна вартість реалізації з першої по j - у технологічно неподільні операції технологічного процесу як функція сумарних трудовитрат (трудомісткості) H_j ;

$F_j(C_j)$ - сумарні трудовитрати на реалізацію з першої по j - у технологічно неподільні операцій як функція сумарної вартості C_j .

До співвідношень (5) і (6) на j - му кроці включаються тільки ті операції, для яких

$$H_0 - \sum_{m=1}^j H_{im} \geq 0; \quad C_0 - \sum_{m=1}^j C_{im} \geq 0.$$

Залежності (5) і (6) є рекурентними. Знаючи, наприклад, $f_1(H_1)$ з (5) одержуємо $f_2(H_2)$ і т.д. Якщо дискретно змінювати значення H_0 , то можна отримати дискретну залежність $f_g(H_g)$, яка являти собою набір мінімально можливих вартостей різних варіантів організації технологічного процесу (g - номер варіанту технологічного процесу) як функцію витрат ресурсів на реалізацію відповідних варіантів.

Для вибору оптимального варіанту технологічного процесу виробництва ВНШ, було розроблено програму "Динамика", що реалізує алгоритм, блок - схему якого представлено на рисунку 1.

Опис блок - схеми алгоритму

Блок1 здійснює введення параметрів варіантів (час, що витрачається на реалізацію варіанту, і вартість варіанту) реалізації кожної з операцій, передбачених технологічним процесом виготовлення швейного виробу, та допустимі значення C_0 і H_0 .

Блок2 здійснює перестановку (ранжування) варіантів реалізації кожної з операцій по зростанню часу їхнього виконання. Вартість варіанту при цьому повинна зменшуватися. Невиконання останньої умови означає, що запропонований варіант, вартість якого та витрачений на його реалізацію час, вище,

ніж для попередніх варіантів. Такий варіант є небажаним і в подальшому, при відшукуванні оптимального варіанту організації технологічного процесу, не враховується.

Блок 3 задає початковий розподіл вартості за ресурсом часу і наступне покрокове складання вартості і часу реалізації варіантів з відповідними значеннями масивів, отриманих на попередніх кроках (у відповідності з рекурентним співвідношенням (5)). Результати обчислення ранжуються у порядку зростання тимчасових витрат. Ті варіанти, вартість реалізації яких при цьому теж зростає, виключаються і в масив проміжних результатів не записуються. Передбачений варіант вилучення варіантів, близьких за витратами фінансів і часу, якщо ступінь різниці (у відсотках) між ними менш заданої.

Блок 5 здійснює (при необхідності) вилучення варіантів, для яких не виконується одна з умов

$$C_j \leq H_0, C_j = f_j(H_j) \leq C_0.$$

Блок 7 забезпечує виведення дискретної залежності $f_g(H_g)$ на екран дисплею після завершення n -ї ітерації (n - кількість технологічних операцій).

Блок 8 забезпечує фіксацію і виведення на друкування раціональних (оптимальних) ланцюжків технологічного процесу.

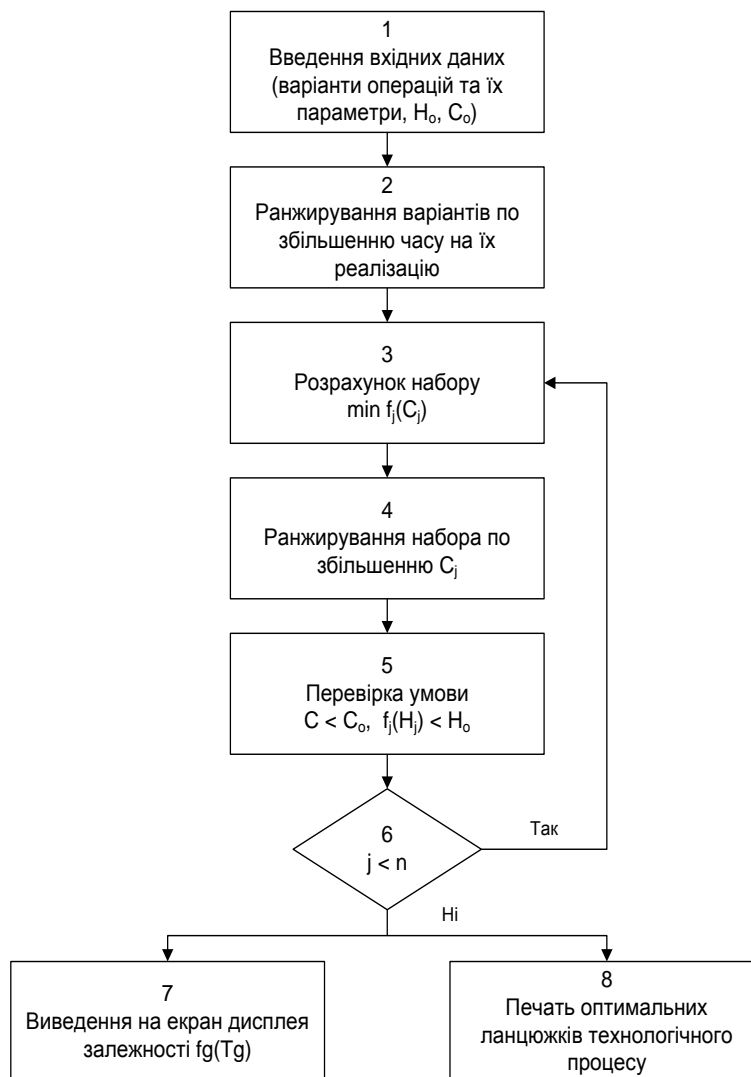


Рис. 1. Блок-схема рекурсивного алгоритму знаходження оптимальної технологічної послідовності виготовлення ВНШ

Висновки

1. Встановлено, що різноманітність варіантів реалізації більшості з технологічних методів обробки та технологічно неподільних операцій, що складають основу будь-якого технологічного процесу, призводить до багатоваріантності організації технологічних процесів виготовлення ВНШ, які істотно відрізняються за часовими та фінансовими витратами при забезпеченні практично однакової якості шкіряного виробу.
2. Виявлено, що вибір раціонального варіанту організації технологічного процесу виготовлення швейних виробів з натуральної шкіри можна зробити шляхом прямого перебору можливих варіантів, отриманих за допомогою САПР, чи на основі вивчення досвіду шкіряних підприємств. Величезна кількість переборів робить задачу прямого перебору важко розв'язуваною навіть при використанні сучасних ПЕОМ. Тому для розв'язання задачі вибору раціонального варіанту слід використовувати спеціальний математичний апарат, зокрема динамічне програмування.
3. Розроблено алгоритм та комп'ютерну програму, що забезпечують вибір раціонального варіанту технологічного процесу виготовлення ВНШ.

Література

1. Першина Л.Ф., Петрова С.В. Технология швейного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 416 с.
2. Силаева М. Как работать с натуральной кожей. Урок 3. – Ателье, 2001, №12, с.54-55.
3. Силаева М. Как работать с натуральной кожей. Обработка прорезных карманов. Урок 4. – Ателье, 2002, №1, с.30-32.
4. Силаева М. Как работать с натуральной кожей. Обработка накладных карманов. Урок 5. – Ателье, 2002, №2, с.38-39.
5. Силаева М. Как работать с натуральной кожей. Обработка карманов в швах. Урок 6. – Ателье, 2002, №3, с.38-39.
6. Білоцька Л. Б. Забезпечення високої якості швейних виробів з натурального хутра на основі системного підходу та принципів оптимізації: Дис...канд.техн.наук: 05.19.04. - К., 1998. – 251 с.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ З НАТУРАЛЬНОЇ ШКІРИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Л.Б. БІЛОЦЬКА, І.В. ДЕМЧУК

Київський національний університет технологій та дизайну

Н.В. БІЛЕЙ-РУБАН

Мукачівський технологічний інститут

Розглядаються задачі розробки методики, алгоритму та математичної програми вибору раціонального варіанту технологічного процесу виготовлення виробів з натуральної шкіри (ВНШ) на основі математичного апарату динамічного програмування

Швейні вироби з натуральної шкіри мають високі естетичні та ергономічні показники, користуються на сьогоднішній день підвищеним попитом у населення. Однак, на даний час при проектуванні та виготовленні виробів з натуральної шкіри прикладні матеріали та методи обробки, як правило, обираються на основі особистого досвіду технолога, без детального врахування споживчих і техніко-економічних вимог до одягу, в наслідок чого не гарантується вибір раціонального або оптимального (за тими чи іншими критеріями) варіанту технологічного процесу. Крім того, складна, трудомістка задача проектування та виготовлення ВНШ у значній мірі вирішується на апріорному рівні знань, без використання комп'ютерної техніки, що негативно відбивається на якості готового виробу, призводить до нераціонального використання дорогого шкіряного напівфабрикату та уповільнює прогрес галузі.

Оптимізація технологічного процесу виготовлення ВНШ повинна базуватися на науково обґрунтованих методах обробки вузлів і деталей та відповідному математичному забезпеченні ЕОМ.

Об'єкти та методи досліджень

Як об'єкт досліджень обрано технологічний процес виготовлення ВНШ. Дослідження базувались на системному підході. У ході досліджень використовувався математичний апарат динамічного програмування. Всі розрахунки проводилися на ПЕОМ з використанням математичної системи MatLab 6.0 у середовищі Windows 2000.

Постановка завдання

Враховуючи важливість якнайповнішого задоволення вимог споживачів, а також необхідність забезпечення якості виконання проектних робіт актуальними є дослідження, що спрямовані на вирішення завдань щодо подальшого вдосконалення методів обробки ВНШ та оптимізації технологічного процесу виготовлення ВНШ.

У пропонованій статті надаються результати роботи, виконаної у зазначеному напрямку на кафедрі технології та конструювання швейних виробів КНУТД.

Результати та їх обговорення

Для процесу виготовлення ВНШ характерні досить складні та різноманітні способи обробки деталей і вузлів, викликані як багатшаровістю одягу, так і частою зміною моделей. Аналіз роботи

вітчизняних шкіряних підприємств, рекомендації ряду авторів [1...6], а також передового досвіду зарубіжних фірм по виробництву шкіряного одягу демонструє широку різноманітність способів обробки однотипних деталей і вузлів, що пояснюється різницею властивостей допоміжних застосовуваних матеріалів, номенклатурою наявного устаткування, модельними особливостями виробу, а також фінансовими можливостями підприємства - виробника. Множина існуючих варіантів пакетів шкіряного одягу за складом докладних матеріалів і конструкції призводить до необхідності застосування різних методів обробки, і, відповідно, різних видів обладнання. Варіанти відрізняються як за вартістю виготовлення так і за трудомісткістю.

Завдання фахівців швейного виробництва - вибір технологічно та економічно доцільної послідовності виготовлення виробу, що відповідає заданому рівню якості і продуктивності праці. Однак, для встановлення раціонального варіанту технологічної послідовності виготовлення одягу потрібне виконання великого обсягу техніко-економічних досліджень та розрахунків. Відмічені недоліки можуть бути усунені головним чином за умови суттєвої перебудови всієї практики проектування ВНШ, створення та використання систем автоматизованого проектування (САПР), розробку науково обґрунтованих методів проектування та забезпечення якості продукції із застосуванням сучасної обчислювальної техніки.

В принципі, вибір раціонального варіанту (варіанту, оптимального за тими або іншими критеріями) організації технологічного процесу виготовлення швейних виробів можна зробити шляхом прямого перебору варіантів. Сумарна кількість переборів N_{Σ} складає:

$$n_{\Sigma} = \prod_{j=1}^l n(j) \approx 10^{10},$$

де $n(j)$ – кількість варіантів реалізації j - ї технологічно неподільної операції (найчастіше від одного до п'яти);

l – кількість технологічно неподільних операцій у процесі виготовлення виробу.

Величезна кількість переборів робить задачу прямого перебору важко розв'язуваною навіть при використанні сучасних ПЕОМ. Тому для розв'язання задачі вибору раціонального варіанту слід використовувати спеціальний математичний апарат.

У загальному випадку задачу вибору раціонального варіанту в залежності від обраного критерію математично можна сформулювати в одному з наступних видів:

А) Мінімізувати фінансові витрати на організацію технологічного процесу виготовлення швейного виробу

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot C_{ij} = \min \quad (1)$$

при обмеженні на трудомісткість виготовлення

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} \cdot H_{ij} \leq H_0, \quad (2)$$

де C_{ij} – фінансові витрати на реалізацію i - го варіанту j - ї технологічно неподільної операції;

H_{ij} – трудомісткість реалізації i - го варіанту j - ї технологічно неподільної операції;

i – номер варіанту j - ї операції, $i \in [1, N(j)]$;

1, якщо обраний i - й варіант j - ї операції;

$k_{ij} = \begin{cases}$

0, якщо виконання j - ї операції не передбачається;

H_0 – припустима трудомісткість виготовлення швейного виробу.

Б) Мінімізувати трудомісткість технологічного процесу виготовлення швейного виробу

$$\sum_{j=1}^j k_{ij} \cdot C_{ij} = \min \quad (3)$$

При обмеженні на фінансові витрати

$$\sum_{j=1}^j k_{ij} \cdot C_{ij} \leq C_0, \quad (4)$$

де C_0 – припустимі фінансові витрати на реалізацію технологічного процесу виготовлення швацького виробу.

Для розв'язання цих задач можна скористуватися методом динамічного програмування [6]. Для рішення завдань (1) і (3) цей метод передбачає використання співвідношень наступного виду:

$$f_j(H_j) = \min_i \left\{ C_{ij}(H_{ij}) + f_{j-1} \left(H_0 - \sum_{l=1}^j H_{il} \right) \right\} \quad (5)$$

$$F_j(C_j) = \min_i \left\{ H_{ij}(C_{ij}) + F_{j-1} \left(C_0 - \sum_{l=1}^j C_{il} \right) \right\} \quad (6)$$

де $f_j(H_j)$ – сумарна вартість реалізації з першої по j -у технологічно неподільні операції технологічного процесу як функція сумарних трудовитрат (трудомісткості) H_j ;

$F_j(C_j)$ – сумарні трудовитрати на реалізацію з першої по j -у технологічно неподільні операції як функція сумарної вартості C_j .

До співвідношень (5) і (6) на j -му кроці включаються тільки ті операції, для яких

$$H_0 - \sum_{m=1}^j H_{im} \geq 0; \quad C_0 - \sum_{m=1}^j C_{im} \geq 0.$$

Залежності (5) і (6) є рекурентними. Знаючи, наприклад, $f_1(H_1)$ з (5) одержуємо $f_2(H_2)$ і т.д. Якщо дискретно змінювати значення H_0 , то можна отримати дискретну залежність $f_g(H_g)$, яка являти собою набір мінімально можливих вартостей різних варіантів організації технологічного процесу (g – номер варіанту технологічного процесу) як функцію витрат ресурсів на реалізацію відповідних варіантів.

Для вибору оптимального варіанту технологічного процесу виробництва ВНШ, було розроблено програму “Динамика”, що реалізує алгоритм, блок - схему якого представлено на рисунку 1.

Опис блок - схеми алгоритму

Блок 1 здійснює введення параметрів варіантів (час, що витрачається на реалізацію варіанту, і вартість варіанту) реалізації кожної з операцій, передбачених технологічним процесом виготовлення швейного виробу, та допустимі значення C_0 і H_0 .

Блок 2 здійснює перестановку (ранжирування) варіантів реалізації кожної з операцій по зростанню часу їхнього виконання. Вартість варіанту при цьому повинна зменшуватися. Невиконання останньої умови означає, що запропонований варіант, вартість якого та витрачений на його реалізацію час, вище, ніж для попередніх варіантів. Такий варіант є небажаним і в подальшому, при відшукуванні оптимального варіанту організації технологічного процесу, не враховується.

Блок 3 задає початковий розподіл вартості за ресурсом часу і наступне покрокове складання вартості і часу реалізації варіантів з відповідними значеннями масивів, отриманих на попередніх кроках (у відповідності з рекурентним співвідношенням (5)). Результати обчислення ранжируються у порядку

зростання тимчасових витрат. Ті варіанти, вартість реалізації яких при цьому теж зростає, виключаються і в масив проміжних результатів не записуються. Передбачений варіант вилучення варіантів, близьких за витратами фінансів і часу, якщо ступінь різниці (у відсотках) між ними менш заданої.

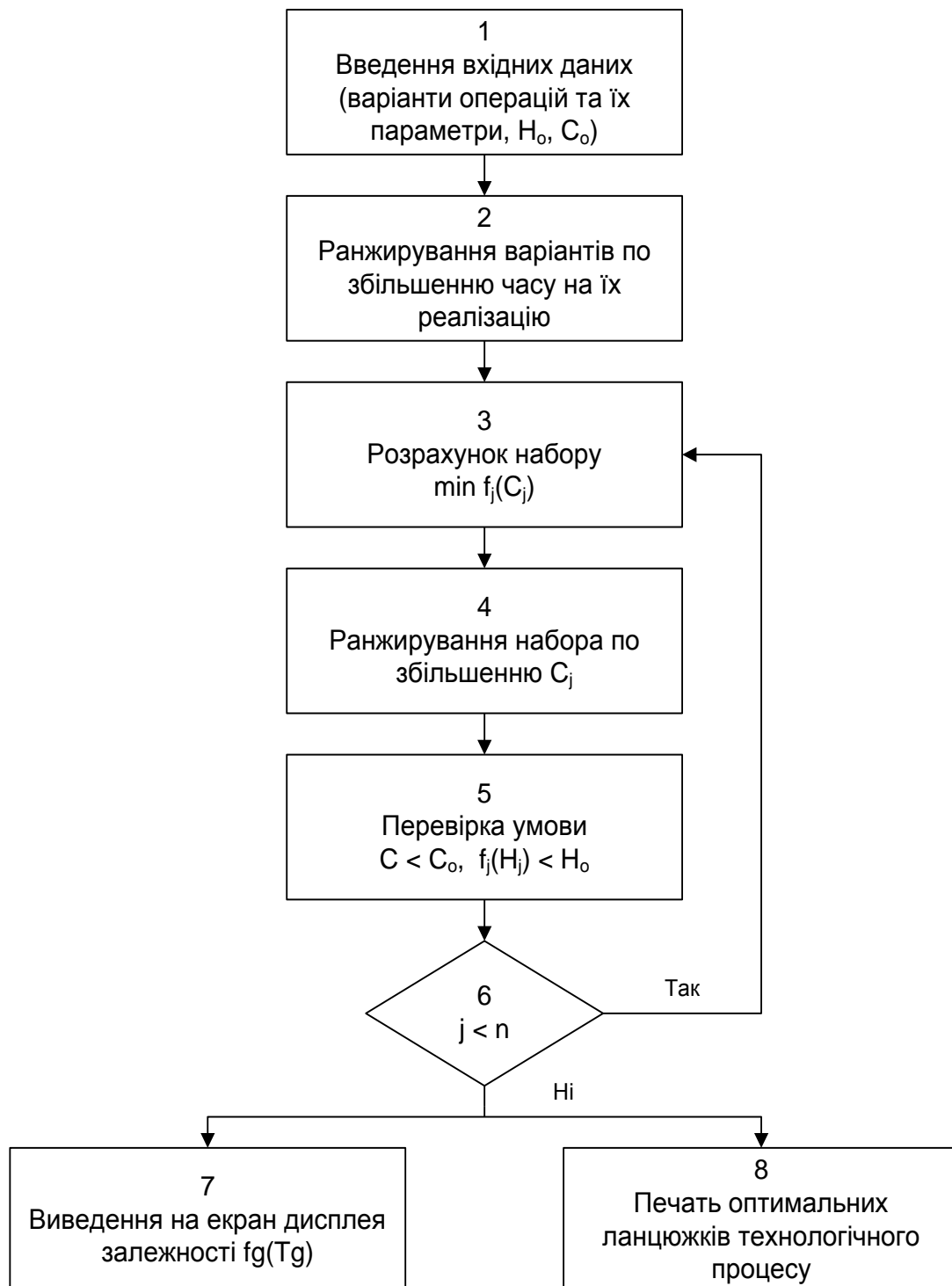


Рис. 1. Блок-схема рекурсивного алгоритму знаходження оптимальної технологічної послідовності виготовлення ВНС

Блок 5 здійснює (при необхідності) вилучення варіантів, для яких не виконується одна з умов

$$C_j \leq C_0, C_j = f_j(H_j) \leq C_0.$$

Блок 7 забезпечує виведення дискретної залежності $f_g(H_g)$ на екран дисплею після завершення n -ї ітерації (n - кількість технологічних операцій).

Блок 8 забезпечує фіксацію і виведення на друкування раціональних (оптимальних) ланцюжків технологічного процесу.

Висновки

1. Встановлено, що різноманітність варіантів реалізації більшості з технологічних методів обробки та технологічно неподільних операцій, що складають основу будь-якого технологічного процесу, призводить до багатоваріантності організації технологічних процесів виготовлення ВНШ, які істотно відрізняються за часовими та фінансовими витратами при забезпеченні практично однакової якості шкіряного виробу.
2. Виявлено, що вибір раціонального варіанту організації технологічного процесу виготовлення швейних виробів з натуральної шкіри можна зробити шляхом прямого перебору можливих варіантів, отриманих за допомогою САПР, чи на основі вивчення досвіду шкіряних підприємств. Величезна кількість переборів робить задачу прямого перебору важко розв'язуваною навіть при використанні сучасних ПЕОМ. Тому для розв'язання задачі вибору раціонального варіанту слід використовувати спеціальний математичний апарат, зокрема динамічне програмування.
3. Розроблено алгоритм та комп'ютерну програму, що забезпечують вибір раціонального варіанту технологічного процесу виготовлення ВНШ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Першина Л.Ф., Петрова С.В. Технология швейного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 416 с.
2. Силаева М. Как работать с натуральной кожей. Урок 3. – Ателье, 2001, №12, с.54-55.
3. Силаева М. Как работать с натуральной кожей. Обработка прорезных карманов. Урок 4. – Ателье, 2002, №1, с.30-32.
4. Силаева М. Как работать с натуральной кожей. Обработка накладных карманов. Урок 5. – Ателье, 2002, №2, с.38-39.
5. Силаева М. Как работать с натуральной кожей. Обработка карманов в швах. Урок 6. – Ателье, 2002, №3, с.38-39.
6. Білоцька Л. Б. Забезпечення високої якості швейних виробів з натурального хутра на основі системного підходу та принципів оптимізації: Дис...канд.техн.наук: 05.19.04. - К., 1998. – 251 с.