

УДК 621.512.011.56.01.87

Г.М. Клецов, к.т.н.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСКОРЕНОГО АЛГОРИТМУ РАСКРОЮ ДЛЯ ШТАМПІВ ХЛШ У СЕРЕДОВИЩІ НАСКРИЗНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Одеський державний інститут вимірювальної техніки, м.Одеса

*Розглянуто дослідження виготовлення деталей на штампах у середовищі наскризної комп'ютерної технології.*

**Ключові слова:** модель управління, штампи холодної листової штамповки, стандартизація.

### Вступ

У виробничому процесі холодне листове штампування (ХЛШ) одне з найбільш прогресивних і розповсюджених технологічних процесів, що дозволяє виготовляти з листового матеріалу найрізноманітніші за формою та розмірами деталі в короткий термін з мінімальними витратами та відходами.

Такі галузі виробництва, як авіабудівельна, автомобілебудівельна, сільськогосподарська, електротехнічна, приладобудівна та інші, є найбільшими споживачами виробів, які одержують холодним листовим штампуванням [1,5]. Таким чином штампи ХЛШ та їх вироби потрібні усім галузям виробництва від важкого машинобудування до галузей легкої та харчової промисловостей.

У зв'язку з відсутністю фахівців з наочної області (створенню штампів), змінився попит ринку від індивідуалізації виробничих процесів на підвищений інтерес до комп'ютерних наскризних технологій, за допомогою яких можливо забезпечувати серійне безлюдне, без паперове та ефективне управління виробництвом [3]. В наступний час трудоємкість та термін виробництва штампів дуже великі, а термін проектування і виготовлення штампів у партії «в ручну» займає декілька років.

### Аналіз основних досліджень та публікацій

Розглянуті останні публікації, в яких дослідження носять демонстраційний характер [1,2] з відносним наближенням до реального виробничого проектування і виготовлення штампів ХЛШ.

### Постановка завдання

Скорочення терміну та трудових витрат раскрою при підготовки виробництва та виготовлення штампів холодної листової штамповки.

### Вирішення поставленого завдання

Підготовка виробництва одна з трудомістких складових виробничого процесу створення виробів. Від підготовки виробництва підприємства залежать: трудомісткість, терміни виготовлення, вартість і якість виробів.

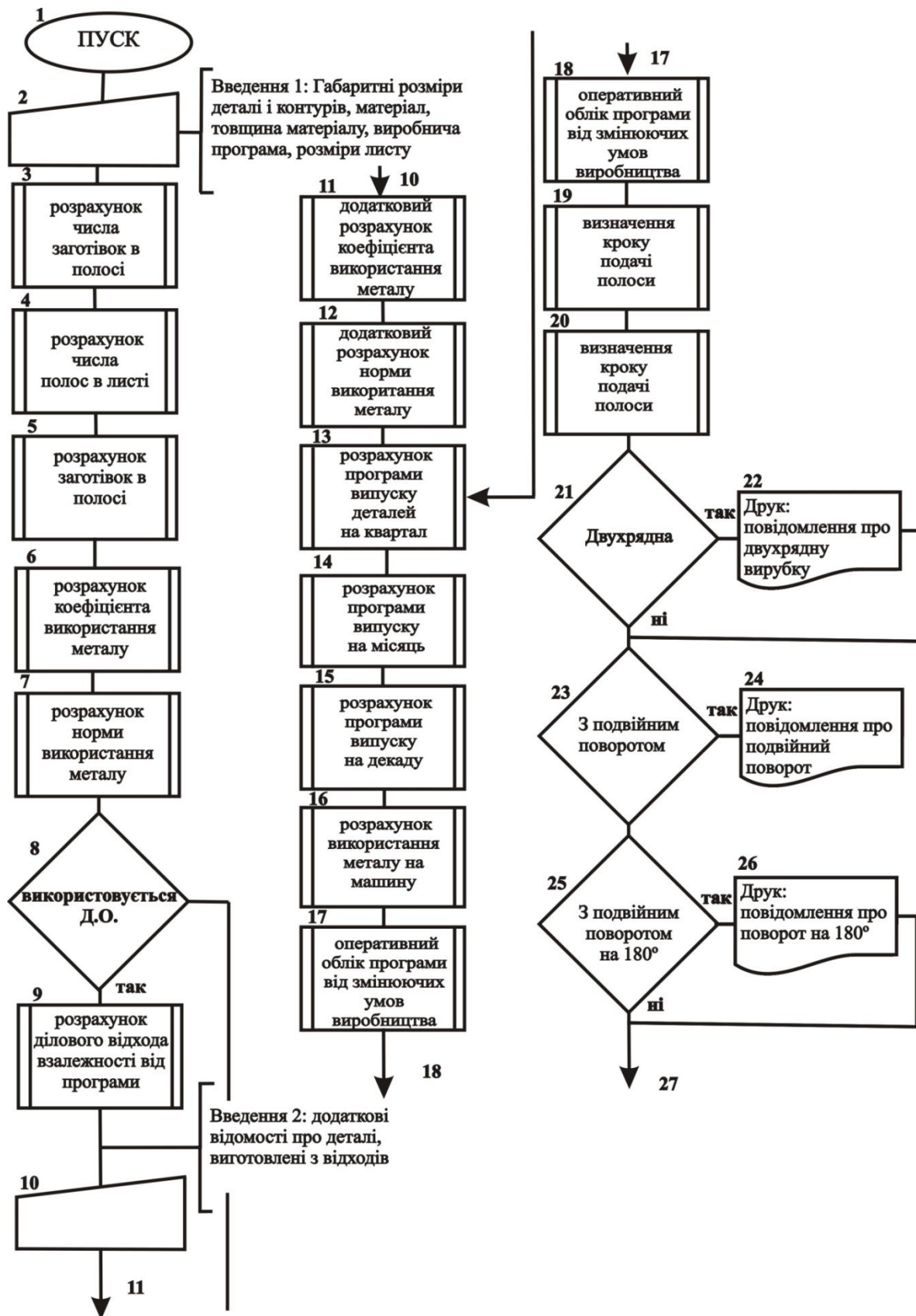
Подальше підвищення продуктивності машин, інтенсифікація технологічних процесів, а також використання нових технологій неможливе без використання комп'ютерних технологій управління підготовкою виробництва і виготовлення деталей. Причому, росте попит саме на інтегровані системи управління - автоматизація окремої функції, локального проектування вважаються вже пройденим етапом для багатьох підприємств.

По загальному класифікаторові продукції штампи є особливо складною продукцією. Але, не дивлячись на вказане, вони найбільш стандартизовані і уніфіковані. Тому штампи дуже переважні до автоматизації і адаптації.

Вказане викликає необхідність, з одного боку, зміни загальноприйнятих (ручних) методів вирішення завдань технологічної підготовки холодно - штампового виробництва, з іншого боку, здійснення комплексної (інтегрованої) автоматизації процесів на базі математичних методів і засобів обчислювальної техніки [2].

Алгоритмічна побудова функцій мети в розглянутих завданнях розкрою пов'язана з моделюванням на ЕОМ рухів фігур (поворотів, зрушень) і рішенням великого числа геометричних завдань різної складності (Див. рис.1). Розглянемо лише один алгоритм прискореного управління технологічним розкромом для штампів ХЛШ, працюючого у

середовищі наскрізної комп'ютерної технології.



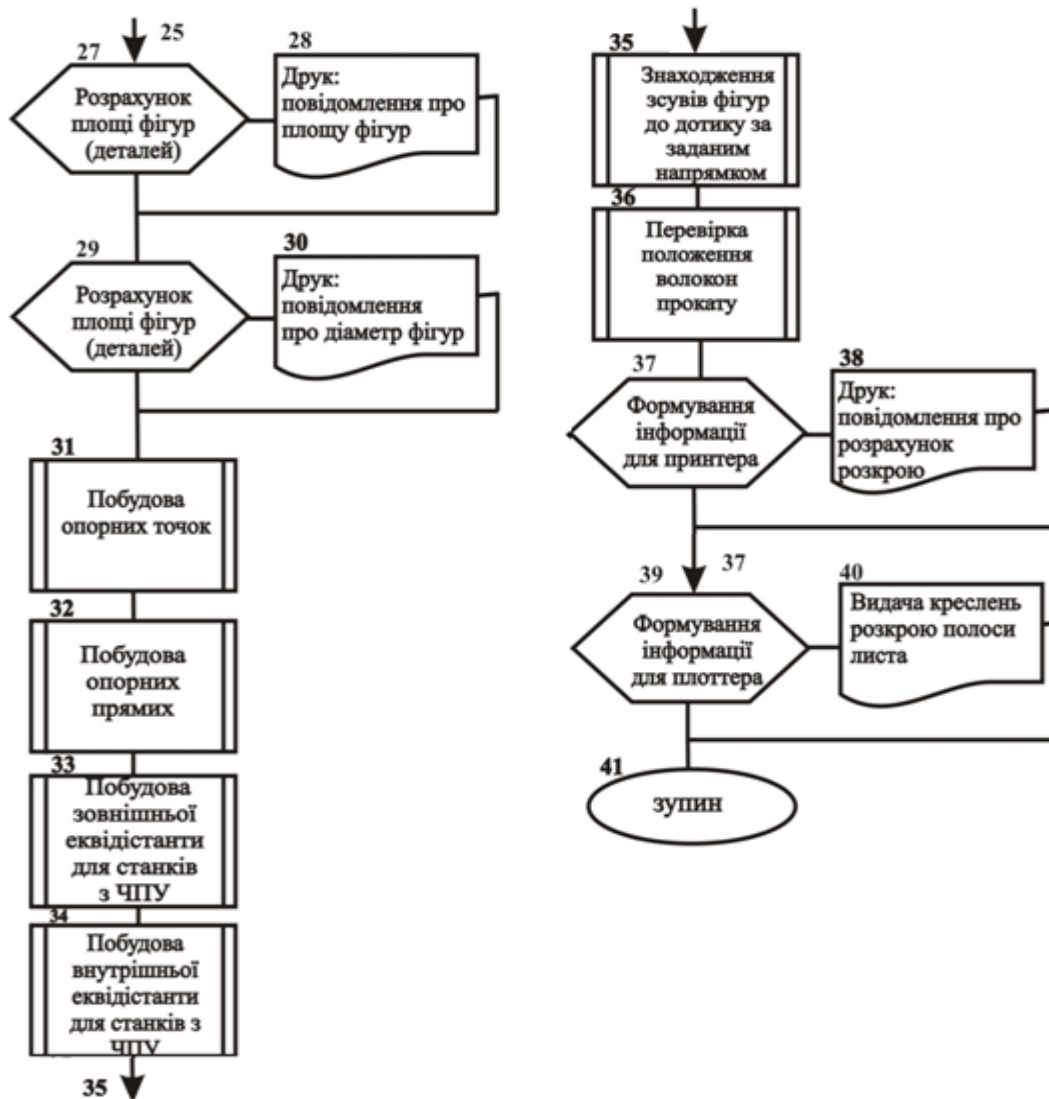


Рис.1 Алгоритм прискореного управління технологічним розкромом для штампів ХЛШ.

Актуальними шляхами в промисловості і, зокрема, в авіаційній, верстатобудівній, автомобільній і сільськогосподарській є: впровадження сучасних математичних методів і засобів обчислювальної техніки, створення інтелектуальних інтегрованих наскрізних комп'ютерних технологій управління підготовкою виробництва і виготовлення деталей штампів, а також виготовлення - гнучких автоматизованих систем виробництва (ГАСВ), верстатів, інструментів (штампів) і автоматичних ліній. Не дивлячись на результати окремих (локальних) досліджень, які мають теоретичну цінність, інтегрована наскрізна комп'ютерна технологія управління підготовкою виробництва і виготовленням штампів, з термінами проектування і виготовлення за 1-2 діб замість (традиційного методу - ручного) за 2-3 роки в партії, раніше не мала практичного впровадження.

Для досягнення цього пропонується початково окремо виготовляти штамп – заготовки (напівфабрикати): блоки за типорозмірами та заготовки пакетів в ці блоки, які не прив'язані до конкретної деталі. Ці комплекти штамп - напівфабрикатів зберігаються окремо до тих пір, поки не будуть дороблятися пакети для конкретних деталей

Слід зазначити, що в сучасному виробничому процесі холодне листове штампування є одним з найбільш поширених методів виробництва (питома вага штампованих з листа деталей для основних галузей, дані до перебудови, складала від 60% до 85%), яке дозволяє виготовляти найрізноманітніші за формою деталі в короткі терміни з мінімальними витратами та максимальним коефіцієнтом використання матеріалу. Приклад розкрою та отримання деталі штампуванням дивись на рис. 2.

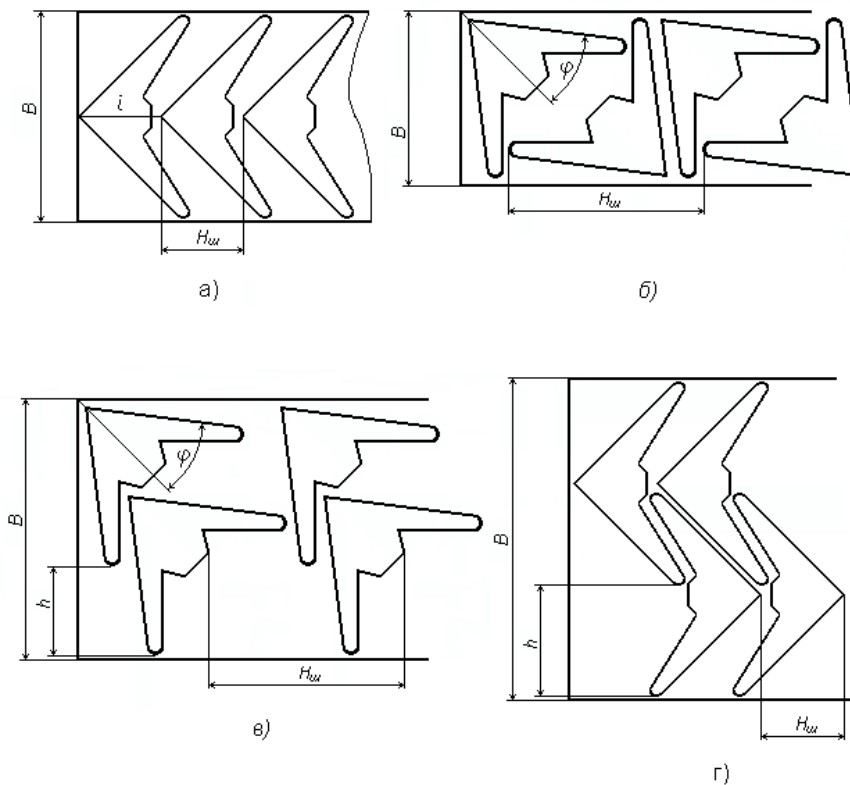


Рис.2 Приклади результатів розкрою смуги з коефіцієнтами використання матеріалу і з поворотом для однорядного і дворядного розташування деталей.

При штампуванні смуг кінцевої довжини, що відрізується від листа, коефіцієнт використання матеріалу в смугі  $K_n = nS/BL$ ,

де  $S$  - площа укладеної деталі;  $n$  - число деталей в смугі;  $B$  - ширина смуги;  $L$  - довжина смуги, а коефіцієнт використання матеріалу листа  $K_n = NS/AB$ , де  $S$  - площа вирубаної деталі;  $N$  - число деталей, що отримуються з листа;  $A$  - довжина листа;  $B$  - ширина листа.

Величина коефіцієнта використання матеріалу залежить від розміщення фігур в смугі. Для визначення параметрів розміщення розглянемо фігуру в прямокутній системі координат, вибраній довільно відносно неї. З фігурою зв'яжемо деякий вектор  $\vec{l}$ , у початковому положенні паралельній осі  $ox$ . За цих умов розміщення фігур в смугі характеризується кутом  $\varphi$  (між вісю  $ox$  і напрямом  $\vec{l}$  у разі однорядного штампування (рис.2 а, б), а у разі дворядного штампування (рис. 2 в, г) - кутом ( $i$  величиною зміщення  $h$  одного ряду фігур відносно іншого у напрямі осі  $oy$  вважатимемо параметр  $h$  позитивним, якщо другий ряд фігур зміщений відносно першого ряду в позитивному напрямі осі  $oy$ , і негативним, якщо - вниз, в негативному напрямі осі  $oy$ .)

Можна довести, що для пошуку оптимального укладання досить розглянути тільки допустимі укладання, тобто укладання, утворені допустимими зрушеннями фігур в смугі, при яких фігури не перетинаються і мінімальна відстань між точками контурів рівно заданій величині, рівній технологічній перемичці.

Як видно з рисунка 2 найбільший коефіцієнт використання матеріалу у разі однорядного штампування (рис. 2 б), а у разі дворядного штампування (рис.2 г). Безумовно при виборі варіанту оптимального устрою необхідно виконувати технологічні вимоги.

Ця вимога легко виконується, якщо укласти в смугі до торкання не задану фігуру, а її паралельну оболонку шириною, рівній половині перемички. Таким чином, однорядні і дворядні укладання фігур визначаються двома незалежними параметрами ( $i$   $h$ ).

Для заданих значень ( $i$   $h$  укладання фігур в смугі будується таким чином. Для випадку на рис. 2, а, у фігура обертається навколо початку координат на кут  $\varphi$  (повернену фігуру назвемо

фігурою 1); фігура 1 зрушується уздовж осі  $\overline{ou}$  на величину  $h$  і потім зрушується уздовж позитивного напрямку осі  $\overline{ox}$  до неперекриття її з початковим положенням фігури 1. Таким чином, зміщену фігуру назвемо фігурою 2. Потім фігура 1 зрушується управо уздовж позитивного напрямку осі  $\overline{ox}$  до неперекриття її з початковим положенням фігури 1 і фігурою 2. Отримуємо фігуру 3. Розташування інших фігур в смузі повторює розташування перших трьох.

Аналогічні побудови виконуються для випадків на рис. 2, б, г. Відмінність полягає лише в утворенні фігури 2, яка виходить зрушеннями фігури 1, заздалегідь поверненою на 180.

Безліч всіляких укладань отримаємо, міняючи параметри  $(i, h)$ .

Якщо будувати укладання, як вказано вище, то область зміни параметрів  $(i, h)$  визначається  $G \{0 \leq \varphi \leq \pi, -\beta(\varphi) \leq h \leq \beta(\varphi)\}$ , де  $\beta(\varphi)$  - однозначна функція кута (відбиваюча залежність ширини фігури у напрямі осі  $\overline{ou}$  від кута повороту її відносно координатних осей).

Таким чином, функція мети  $K(\varphi, h)$ , виражаюча залежність коефіцієнта використання матеріалу від параметрів укладання, є функцією двох змінних, визначеною в області  $G$ . Завдання оптимального проектування розкрою для однорядного і дворядного штампування, в загальному випадку полягає в пошуку таких значень параметрів  $(i, h)$ , при яких функція

$$K(\varphi, h) = \frac{S}{B(\varphi, h)H(\varphi, h)} \quad \text{або} \quad K(\varphi, h) = \frac{N(\varphi, h)S}{AB}$$

досягає максимального значення в області  $G$ .

Розглянемо лише один алгоритм прискореного управління технологічним розкромом для штамів ХЛШ, працюючого у середовищі наскрізної комп'ютерної технології

Таким чином нова наскрізна комп'ютерна технологія підготовки виробництва та виготовлення деталей штамів дає можливість виготовляти деталі штамів у автоматизованому режимі без «ручного» керування людиною і без паперової документації, що значно підвищує якість штамів.

У той же час, коли замовнику потрібні креслення деталей штамів, технологічні картки на ці деталі та управляючі програми, ця документація (по особистому замовленню) виконується підсистеми: «Креслення», «Друк» та «Оператор».

### Висновки

Нова технологія дала можливість:

- керувати підготовкою виробництва та доробіткою деталей штамп – напівфабрикатів, використовуючи наскрізну комп'ютерну технологію раскромом у автоматизованому режимі;
- значно скоротити трудомісткість виробництва штамів за рахунок комплектування штамів по типорозмірам таким чином на багато збільшувати партії виробляємих деталей штамів;
- скоротити трудомісткість виробництва штамів за рахунок окремого виготовлення штамп напівфабрикатів;
- значно скоротити термін виробництва штамів за рахунок обробки формоутворюючих деталей (матриць, пуансон – матриць, пуансонів) і сполучених деталей (виштовхувачів, знімачів) на верстатах з ЧПУ.

### Список літературних джерел

1. Патент № 48027 Україна (UA), МПК, В21D 22/02 (2006.01). Метод ітегрованої наскрізної підготовки виробництва та виготовлення деталей штамів/ Квасніков В.П., Клещов Г.М., Коломієць Л.В. і др., заявник Одеський державний інститут вимірювальної техніки, дата подання заявки 27.07.2009; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5
2. Квасніков В.П. Роль стандартизації в підготовці производства штампов совмещенного действия ХЛШ / Квасніков В.П., Клещов Г.М. - К.: Вісник Інженерної академії України. Випуск 1. Теоретичний і науково – практичний журнал Інженерної академії України. 2008.-С. 168-172
3. Клещов Г.М. Гнучкий багатонаменклатурний, роторно – конвеєрний спосіб виробництва деталей штампов ХЛШ / Клещов Г.М. – К.: Вісник Інженерної академії України. Випуск 3-4 Теоретичний і науково – практичний журнал Інженерної академії України. 2009.-С.217-219