

на правах рукопису

Кохановський Володимир Ілліч

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УНІВЕРСАЛЬНО-ЗВІРНИХ ПРЕС-ФОРМ
НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ
УНІФІКОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

05.02.08 - Технологія машинобудування

**Автореферат дисертації на здобуття вченого ступеню
кандидата технічних наук**



00754926 (X)

AB 32.567

Робота виконана в Харківському науково-дослідному інституті технології машинобудування та Харківському державному політехнічному університеті

Науковий керівник - кандидат фізико-математичних наук
Волткевич Григорій Миколайович

Офіційні опоненти. - доктор технічних наук, професор
Зінов'єв Микола Іванович

кандидат технічних наук, доцент
Яковенко Ігор Едуардович

Провідна організація - ВО "Комунар"

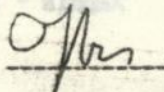
Захист відбудеться "___" _____ 1995 р. о _____ год.
на засіданні спеціалізованої ради Д 02.09.01 при Харківському державному політехнічному університеті (310002, м.Харків, вул. Фрунзе, 21).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського державного політехнічного університету.

Автореферат розісланий "___" _____ 1995 р.

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

Вчений секретар
спеціалізованої ради

 Зуюян М.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За нашого часу зростаючі потреби народного господарства у виготовленні нових виробів не задовольняються повною мірою. Одною з головних причин цього є недооснащеність інструментальних виробництв машинобудівних підприємств прес-формами (ПФ), без яких неможливо створення нових виробів.

За останні роки на розвиток інструментальних виробництв машинобудівної промисловості з метою збільшення випуску прес-форм були виделені значні кошти. Як наслідок цього, обсяги виробництва прес-форм значно зросли: в 1988 р. вироблено ПФ на 152,5% більше, ніж в 1985 р., а в 1991 р. - на 188,8% більше.

Незважаючи на значний зріст обсягів випуску прес-форм, рівень задовільнення основного виробництва у технологічній оснастці продовжує залишатися низьким та складає 70-80%.

У зв'язку з цим очевидна актуальність приведення системи технологічного оснащення у відповідність до потреб виробництва.

При цьому найбільший ефект у технологічному оснащенні досягається шляхом впровадження прогресивних видів універсально-збірної оснастки, що забезпечує значне скорочення витрат на виробництво засобів технологічного оснащення та швидку їх переналадку при зміні об'єктів виробництва.

На машинобудівних підприємствах є велика багатобразність універсально-збірних прес-форм (УЗПФ) для лиття під тиском пластмасових та металевих виробів, а також виготовлення виробів по виплавляємим моделях. Аналіз номенклатури виробів, що виготовляються на цих підприємствах, виявив, що УЗПФ можливо охопити виробництво до 50% цих виробів. Ось чому потреба в УЗПФ постійно зростає. Однак за відсутністю комплексної уніфікації елементів усіх конструкцій цих прес-форм (ПФ) суттєво знижується ефективність їх застосування. Крім того, проектування та виготовлення формуютьчих деталей УЗПФ, як і раніше, залишається трудомістким та тривалим процесом, і традиційними засобами прискорити його неможливо, отже, неможливо і задовільнити потреби виробництва в УЗПФ.

За нашого часу значного прискорення цього процесу можливо досягнути тільки на основі його автоматизації за допомогою застосування систем автоматизованого проектування (САПР), автоматизованої обробки на верстатах з ЧПК, автоматизованої розробки технологічних процесів механообробки з використанням високо-

продуктивних ЕОМ з широкими графічними можливостями.

Отже, уніфікація елементів УЗПК та розробка числових методів моделювання та виготовлення уніфікованих деталей УЗПК, а також створення на їх основі систем автоматизованого проектування та виготовлення УЗПК, є актуальною науково-дослідною задачею.

Мета даної дисертаційної роботи полягає в автоматизації проектування та виготовлення універсально-збірних прес-форм на основі об'єктування параметрів уніфікації цих прес-форм та формалізації процесу проектування та виготовлення уніфікованих елементів.

Наукова новизна роботи. У дисертаційній роботі вперше установлені параметри уніфікації елементів УЗПК, на основі яких створена оригінальна методика автоматизованого проектування та виготовлення уніфікованих елементів, що включає в себе:

- метод раціонального розміщення оформлюючих гнізд та ливникових каналів у матриці УЗПК;
- метод формування контурної моделі виробу;
- методи моделювання формуютьючих деталей УЗПК на основі контурної моделі виробу;
- новий числовий метод моделювання складнопрофільних формуютьючих поверхень ПК для їх виготовлення на верстатах з ЧПК.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи визначається наступними новими науково-технічними рішеннями:

- розроблен класифікатор конструкцій УЗПК;
- створена система уніфікації елементів УЗПК;
- розроблена функціональна структура та структура даних САПР УЗПК;
- на основі методів та алгоритмів, створених в процесі досліджень, розроблено програмне забезпечення САПР УЗПК;
- створена підсистема розробки технологічних процесів механообробки деталей УЗПК;
- на основі нового числового методу розроблена підсистема моделювання складнопрофільних формуютьючих поверхень ПК для програмно-апаратного комплексу "Лопань-3D", що здійснює обробку деталей на верстатах з ЧПК.

Результати роботи впроваджені на дев'яти підприємствах.

Апробація роботи. Основні результати роботи доповідалися автором та обговорювалися на наступних конференціях та семінарах:

- республіканській конференції молодих вчених та спеціалістів "Застосування інформатики та обчислювальної техніки для вирішення

народно-господарських завдань", м.Мінськ, 1989 р.;

- галузевому науково-технічному семінарі "Прогресивна технологія, переналаджувальна оснастка та інструмент", м.Харків, 1985 р.;

- загальносоюзній конференції молодих вчених та спеціалістів "Автоматизація у вирішенні народно-господарських завдань", м.Севастополь, 1980 р.;

- галузевому науково-технічному семінарі "Проблемні питання обробки складних поверхень на верстатах з ЧПК", м.Харків, 1991 р.;

- науково-технічних семінарах у Харківському науково-дослідному інституті технології машинобудування у 1989-1991 рр.

Публікації. Основний зміст дисертації опублікований в одинадцяти друкованих роботах.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, 6 розділів, викладених на 149 сторінках друкованого тексту, списку літератури, що складає 222 найменування, та 10 додатків. Робота вміщує 13 таблиць та 29 малюнків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульована мета, наукова новизна та практична цінність, наведена стисла характеристика роботи.

Перший розділ присвячений класифікації ПФ, огляду робіт по уніфікації ПФ, аналізу конструкцій переналаджувальних ПФ. Цими питаннями займалися Пантелєєв О.П., Шевцов Ю.М., Чернов Ю.І., Кизилів О.І., Лейкін Н.Н., Глухов Є.Є., Кутанов О.І., Поднос Г.Є., Філатов В.І., Сайко В.В., Рубін О.І., Шестопап В.М., Дубов К.Х., Відгоф Н.В., Калачов С.Л., Жильников Н.Н., Проскурня О.Г. та ін. Показані переваги та недоліки результатів досліджень вищезгаданих авторів. На основі цих результатів, а також статистичного аналізу конструкцій УЗПФ розроблен класифікатор УЗПФ, визначені напрями досліджень по уніфікації елементів УЗПФ.

У другому розділі установлені параметри уніфікації універсально-збірних прес-форм, що дозволило скоротити кількість деталей ПФ, що мають однакове функціональне призначення, та здійснити нормалізацію деталей ПФ.

У загальному випадку УЗПФ складається з двох основних частин: універсального блоку (далі блоку) та змінного формуючого пакету (далі пакету). Незважаючи на різноманітність відливаємих виробів у пакеті, можливо проведення певної уніфікації формо-

утворюючих деталей. Паке́т складається з плит, пуансонів та вставок (вкладників). Різноманітність конфігурацій пуансонів та вставок можливо звести до моделі, що складається з бурту, неробочої частини та формууючої поверхні.

Для перелічених деталей формууючого пакету УЗПФ застановлені визначальні параметри уніфікації, що подані на мал.1.

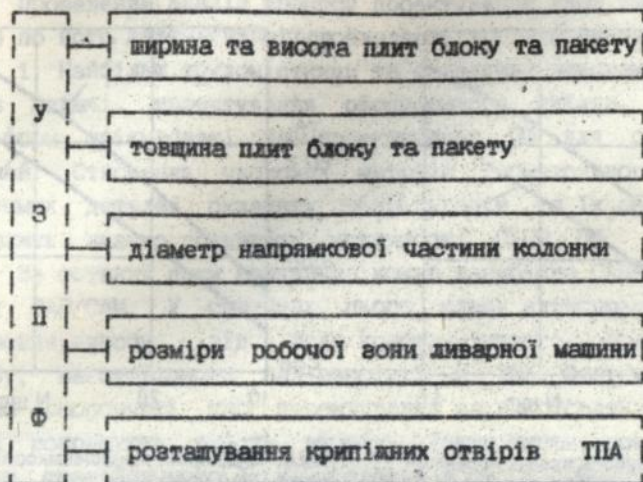


Мал. 1. Параметри уніфікації формууючого пакету УЗПФ

Проведений аналіз різних підходів до уніфікації елементів прес-форм дозволяє установити основні геометричні параметри уніфікації УЗПФ, які наведені на мал. 2.

На основі статистичної обробки даних параметрів деталей УЗПФ, а також на основі ГОСТ 22082-76 - ГОСТ 22082-76 стосовно до різних конструкцій УЗПФ отримані розмірні ряди габаритів плит

блоків, пакетів та напрямкових елементів УЗПФ із вказівкою матеріалу для їх виготовлення.



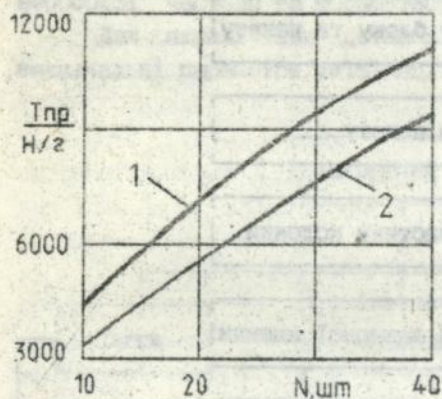
Мал.2. Геометричні параметри уніфікації елементів УЗПФ, де ТПА - термопластавтомат

Ефективність розробленої системи уніфікації підтверджується результатами її застосування на виробництві універсально-збірної оснастки.

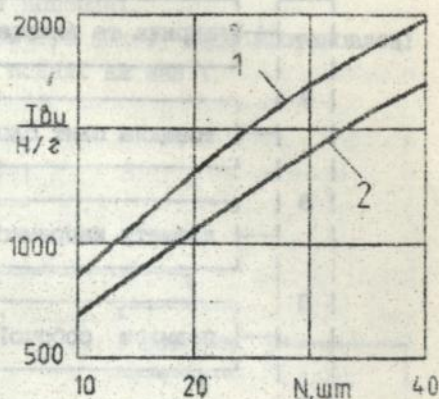
Порівняння характеристик (мал.3-6) УЗПФ з використанням уніфікованих елементів (крива 1) з УЗПФ без уніфікації (крива 2) дозволяє зробити висновки: застосування уніфікації скорочує строки трудомісткості проектування УЗПФ на 20%, виготовлення УЗПФ - на 25%, строки технологічного забезпечення прес-формами у 3-4 рази, зменшити металомісткість прес-форм на 20-30%.

У третьому розділі наведений огляд та аналіз робіт у галузі автоматизації проектування та технології виготовлення ПФ. Формалізовані етапи проектування УЗПФ, визначені склад та зміст вхідної, вихідної та нормативно-довідкової інформації. Сформульовані основні задачі автоматизації моделювання УЗПФ, розробки технологічних процесів механосробки деталей УЗПФ та підготовки керуючих програм для обробки формуютьорючих деталей на станках з ЧПК.

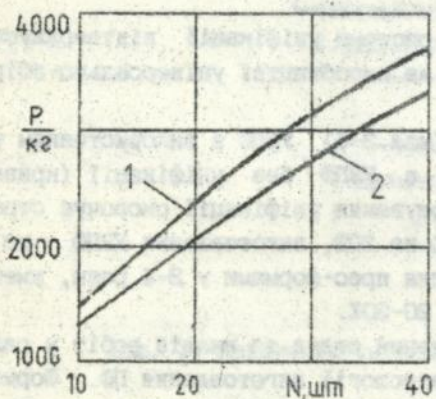
Дослідженнями у даній галузі займалися Хаанов М.В., Караханянц О.М., Морі Ф., Толкачов О.О., Ракович О.Г., Гривачев-



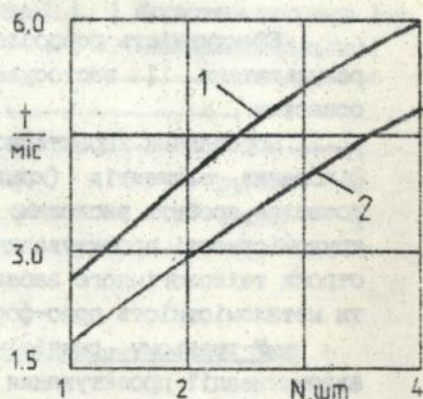
Мал.3. Порівняння трудомісткості пресування ($T_{пр}$) прес-форм (N) до (1) і після (2) уніфікації



Мал.4. Порівняння трудомісткості виготовлення ($T_{бв}$) прес-форм до (1) і після (2) уніфікації



Мал.5. Порівняння металемісткості (P) прес-форм (N) до (1) і після уніфікації



Мал.6. Порівняння строків (t) технологічного забезпечення прес-формами (N) до (1) і після (2) уніфікації

ський О.Г., Горелик О.Г., Дувидзон В.Г., Катишков Ю.В., Суслін В.П., Аркадов О.Ю., Разбитной С.О., Великов В.В., Макаров А.І., Половничкін О.І., Стоян Ю.Г., Попов Е.В., Кислюк О.С., Похвалинський А.В. та ін.

Проведений аналіз процесу проектування УЗКФ та огляд результатів по його автоматизації дозволяють зробити наступні висновки:

1. Найбільш трудомісткими та складними задачами проектування ПФ є задачі проектування оформлюючого гнізда. Існуючі САПР прес-форм орієнтовані на проектування ПФ для обмеженого класу деталей. Створення числових методів геометричного моделювання пресуваних деталей складних конфігурацій та їх оформлюючих гнізд дозволить значно розширити можливості САПР ПФ.

2. За останні роки практично кожна зарубіжна САПР ПФ є системою класу CAD/CAM. У системах цього класу здійснюється повний цикл створення виробу - від його конструктивного образу до готового виробу, виготовленого на верстаті з ЧПК. Системи класу CAD/CAM значно скорочують час проектування та виготовлення виробів, а також покращують якість виробу. Таким чином, розроблені числові методи геометричного моделювання формують формуючих деталей ПФ повинні забезпечити можливість розробки техпроцесів механообробки ПФ та проектування керуючих програм для виготовлення деталей ПФ на верстатах з ЧПК.

3. Задачі розміщення оформлюючих гнізд та ливникових каналів залишаються важкоформалізуемими. За нашого часу відсутні критерії розміщення оформлюючих гнізд та ливникових каналів, які дозволяли б одержати однозначне рішення, що відповідало би заданим вимогам. Тому реалізація вказаних задач існуючими методами є або неможливою, або малоефективною. У зв'язку з цим виникла необхідність в розробці нових методів вирішення задач даного класу. При розв'язанні неформалізованих задач найбільш припустимими є методи експертних систем, які усе частіше застосовуються у системах автоматизованого проектування. Отже, при вирішенні задач раціонального розміщення оформлюючих гнізд та ливникових каналів доцільно використовувати методи експертних систем.

4. Задачі раціонального розміщення каналів охолоджуючої системи в ПФ також є важкоформалізуемими. Однак в УЗКФ високий рівень уніфікації дозволяє звести цю задачу до розв'язної нелінійної оптимізаційної задачі.

Таким чином, розробка числових методів та алгоритмів геометричного моделювання т. створення на їх основі системи автоматизованого проектування та виготовлення формують формуючих деталей

УЗК уявляє собою актуальну науково-технічну задачу, яка має велику практичну цінність.

У четвертому розділі аналізуються існуючі методи та системи моделювання тривимірних об'єктів, викладені нові методи та алгоритми геометричного моделювання пресуваних виробів методами конструктивної геометрії та сплайн-апроксимації, видалення невидимих ліній моделі виробу, моделювання складнопрофільних формуютьвіржчих поверхень деталей УЗК для їх обробки на верстатах з ЧПК.

Необхідність у розробці нового методу геометричного моделювання тривимірного тіла була спричинена змістом задач, які вирішуються у процесі моделювання формуютьвіржчих деталей ПК, а саме: розрахунок напружено-деформуютьчого стану деталей ПК, дослідження процесу заловнення гнізда формуютьчим матеріалом, розрахунок ливникових каналів, визначення системи термостатування та ін. Для вирішення вказаних задач необхідна твердотільна модель виробу. В той же час реалізація означених моделей вимагає значних машинних ресурсів, що неможливо для персональних ЕСМ з мікропроцесором 80286 або 80386, які найбільш розповсюджені на машинобудівних підприємствах. Тому в даній дисертаційній роботі була розроблена нова модель подання тривимірного тіла - контурна модель, яка об'єднує можливості твердотільного та поверхневого моделювання. Використання принципів поверхневого моделювання дозволяє значно збільшити швидкість програмної реалізації методу.

У контурній моделі виробу моделюються тільки ті лінії, які формують контур об'єкту. Це рішення природно впливає з загальноприйнятих стандартів формуютьвання машинобудівних креслень. З використанням геометричних операцій моделюється об'єкт синтезується з визначеного набору примітивів (циліндр, конус, паралелепіпед, сфера та ін.). Кожний примітив подається у вигляді набору просторових відрізків, які при проектуванні на задану площину формують вимагаєму проекцію примітива. Усі криволінійні контурні лінії примітива (наприклад, кола основи циліндра) із заданою точністю апроксимуються відрізками. Таким чином, усі перетворення, які виконуються у процесі моделювання об'єкта, здійснюються тільки над відрізками, що суттєво спрощує алгоритм моделювання. Як геометричні операції, використовуються з'єднання, перехрещення та різниця, регуляризація яких виконана в дисертаційній роботі Похвалінського О.В. Лінії перехрещень примітивів, за допомогою яких синтезується конкретний об'єкт, обчислюються безпосередньо перед використанням метода геометричного мо

делювання об'єкта.

Початковими даними метода є: 1) набори відрізків контурів примітивів, що синтезують об'єкт; 2) набори відрізків ліній перехрещень цих примітивів; 3) геометричні операції примітивів.

Вихідні дані складають: 1) набори відрізків контурів примітивів після застосування геометричних операцій; 2) набори відрізків ліній перехрещень примітивів після застосування геометричних операцій.

Синтез моделі об'єкту складається із послідовного аналізу кожного відрізка контура кожного примітиву на предмет його належності іншим примітивам та послідовному перетворенні відрізка в залежності від геометричних операцій примітивів.

Програмна реалізація контурної моделі дозволяє використовувати її у інтерактивному режимі на різних ступенях процесу моделювання УЗКФ.

Щоб створити реалістичні зображення деталей ГТ, а також сформуванати їх креслення у згоді із вимогами стандартів на конструкторську документацію, необхідно розв'язувати задачу видалення невидимих ліній (ВНЛ) моделей деталей. На основі контурної моделі розроблений новий алгоритм ВНЛ. На першому кроці алгоритму усі контури примітивів та їх ліній перехрещення розбивається на непересічні відрізки. Тоді усі внутрішні точки кожного відрізка є або видимими, або невидимими. Отже, для визначення видимості відрізка достатньо проаналізувати видимість якої-небудь його внутрішньої точки, наприклад, середньої точки відрізка. Таким чином, задача ВНЛ зводиться до одновимірної задачі визначення видимості середньої точки кожного відрізка на проміні, що є перпендикулярним площині проектування. Алгоритм має високу швидкодію та ефективно використовує оперативну пам'ять ПЕОМ.

Аналіз номенклатури виробів, що випускаються на машинобудівних підприємствах, виявив, що за допомогою контурної моделі можливо синтезувати біля 80% виробів. Решта 20% виробів вміщують складнопрофільні поверхні, які не мають аналітичного уявлення та на кресленнях завдаються набором перетинів. Моделювання цих поверхень складається з відновлення початкових поверхень по заданим перетинам. Для розв'язання цієї задачі розроблен новий числовий метод, що оснований на побудованні кривих ($\gamma(t)$) та поверхень Без'є ($\gamma(u,v)$) у вигляді наступних рівнянь:

$$z_i(t) = \sum_{k=0}^3 C_3^k t^k (1-t)^{3-k} z_i^k, \quad i=1, 2, \dots, n-1,$$

$$\text{де } 0 \leq t \leq 1 \quad z_i^0 = z_i^a = z_i, \quad z_i^1 = z_i^b = z_{i+1}$$

$$z_i(u, v) = \sum_{k=0}^3 C_3^k z_i^{kj} (1-u)^{3-k} \sum_{j=0}^{12} C_3^j v^j (1-v)^{3-j},$$

де $0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1$.

Коефіцієнти поліномів обчислюються ітераційним методом. Одержані нерівності

$$\frac{\sqrt{5}-1}{2} < \frac{\Delta_{i+1}}{\Delta_i} < \left(\frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^{-1};$$

$$\frac{\sqrt{5}-1}{2} < \frac{\Delta_i}{\Delta_{i+1}} < \left(\frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^{-1}, \quad i = 1, 2, \dots, n-1,$$

де $\Delta_i = z_{i+1} - z_i$, забезпечують швидку збіжність ряду для обчислення коефіцієнтів.

Порівняно з аналогічними методами даний метод має більшу швидкість та стійкість обчислення коефіцієнтів поліномів, а також більшу точність апроксимації вихідної поверхні.

Найбільший ефект застосування цього методу досягається при розв'язанні задач обробки складнопрофільних виробів на верстатах з ЧПК. Ось чому даний метод покладено у основу розробленої системи автоматизованої підготовки програм (САПП) "Лопань-3D" для обробки складнопрофільних формуютьвіржущих поверхень деталей ПК на верстатах з ЧПК.

У п'ятому розділі подані створені методи геометричного моделювання оформлюючого гнізда матриці, знаків та виштовкувачів прес-форми. Наведені числові методи:

- формування розрізу геометричної моделі виробу;
- моделювання та виготовлення оформлюючого гнізда із врахуванням усадки матеріалу;
- проектування формуютьвіржущих пуансонів (знаків);
- геометричного моделювання виштовкувачів;
- раціонального розміщення оформлюючих гнізд ливникових каналів та каналів охолодження у матриці.

Перелічені методи та алгоритми засновані або на контурній моделі, або на числові методі моделювання складнопрофільних поверхень. Оформлююче гніздо ПК з негативним відображенням виробу із врахуванням усадок формуютьвіржущого матеріалу (УФМ). Застосування контурної моделі дозволяє звести задачу врахування усадки матеріалу до відповідного розтягу/стиску поверхень примітивів, з яких синтезується модель виробу. Тоді модель оформлюючого гнізда для ПК з однією площиною рознімання можливо створити як наслідок виконання наступних перетворень:

- 1) зробити розтяг/стиск поверхень примітивів, що синтезують виріб у згоді з УФМ;
- 2) сформувати розріз виробу площиною рознімання;

3) виконати негативне відображення одержаних в наслідок розрізу двох частин виробу у відповідні напівматриці ПК.

Для формування розрізу виробу розроблен алгоритм, який спирається на ідею формування перетину моделі виробу через реалізацію геометричних операцій (об'єднання, перехрещення, різниця) над перетинами примітивів вздовж площини рознімання. Внаслідок розрізу кожного примітива площиною рознімання отримується плоский опуклий контур, тому що самі примітиви є опуклими тілами. У даному алгоритмі усі криві із заданою точністю апроксимуються ламаними, зокрема, замкнена опукла крива на площині апроксимується опуклим багатокутником. Отже, геометричні операції над перетинами примітивів (замкненими випуклими контурами) зводяться до геометричних операцій над опуклими багатокутниками. Таким чином, формування перетину моделі виробу складається з послідовного об'єднання (або віднімання) опуклого багатокутника (перетину відповідного примітива) з уже введеною сукупністю багатокутників. Геометрична операція над багатокутником відповідає геометричній операції примітива, перетин якого аналізується.

Розроблений алгоритм дозволяє в автоматичному режимі здійснити штриховку розрізу. Алгоритм має достатньо високу швидкість для його використання у інтерактивному режимі формування креслень деталей ПК.

Уніфікація пуансонів в УЗПК дозволяє використовувати контурні моделі для створення їх геометричних моделей. Розроблений алгоритм втілює проектування видів та розрізів пуансонів, які забезпечують однозначне уявлення пуансонів на кресленнях.

Одною з важливих задач автоматизації моделювання ПК є розміщення оформлюючих гнізд та ливникових каналів у матриці ПК. Ця задача належить до класу важкоформалізуємих. Ось чому для її вирішення найбільш припустимими є методи побудови експертних систем, які й були використані у створеному алгоритмі. При розміщенні використовуються контури гнізда, які отримані як наслідок розрізу гнізда площиною рознімання та проектування цих контурів на площину рознімання. В залежності від "витягненості" контурів їх можливо охопити або колом найменшого діаметру, або прямокутником найменшої площі. Тоді використовуючи цей охоплюючий контур, можна заздалегідь підготувати розміщення гнізд та ливникових каналів, яке буде рішенням для усіх гнізд, охоплюємих цим контуром. В алгоритмі використовується база даних двох наборів стандартних розміщень для гнізд, котрі охоплюються колом або прямокутником. Кожне з стандартних рішень

перевірено на виробництві по виготовленню ПФ. Критерієм вибору стандартного розміщення є нерівності, що зв'язують параметри найменшого охоплюючого контура та параметри стандартного розміщення. Ці нерівності складають базу знань алгоритму. При визначенні параметрів ливникових каналів використовується обсяг гнізда. Для його обчислення розроблен алгоритм, що використовує контурну модель виробу.

Параметри перетинів ливникових каналів також визначаються на основі власних критеріїв з бази знань з використанням параметричних моделей перетинів каналів з бази даних.

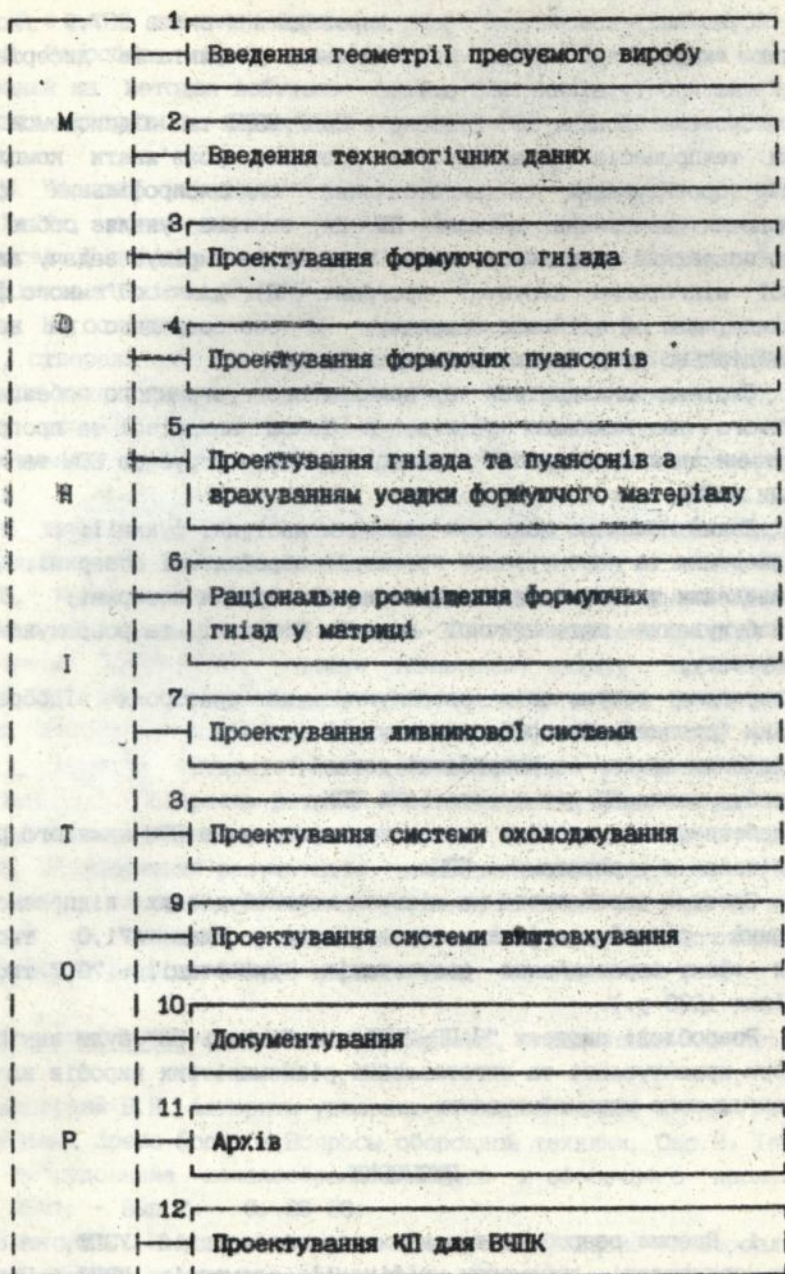
Результат застосування розробленого алгоритму дозволяє отримати розміщення оформлюючих гнізд та ливникових каналів, яке забезпечує якісне виготовлення виробу у ПФ.

У шостому розділі наведені основні принципи побудови, функціональна структура та склад програмного забезпечення системи автоматизованого проектування універсально-збірних прес-форм САПР-УЗПФ (мал.7), описана створена підсистема розробки техпроцесів механобробки УЗПФ, а також комплекс програм проектування керуючих програм для обробки складнопрофільних деталей на верстатах з ЧПК - система "Лопань-3D". Перелічені системи охоплюють весь комплекс завдань проектування та виготовлення УЗПФ.

Ці системи реалізовані на персональних комп'ютерах, сумісних з IBM PC AT, з мікропроцесором 80286 та співпроцесором 80287.

Система "САПР-УЗПФ" призначена для автоматизації проектування конструкторської документації УЗПФ. Система організована за допомогою модульного принципу. Кожна проектна задача вирішується своєю підсистемою. Зв'язок між підсистемами здійснюється через монітор - керуючу програму. Після закінчення роботи, яку виконав користувач (конструктор, технолог ПФ) у підсистемі, відбувається повернення у монітор. Результати проектування підсистеми зберігаються на дисках зовнішніх пристроїв. Така структура системи дозволяє перервати процес проектування пакету УЗПФ після завершення роботи будь-якої з підсистем, а потім продовжувати його за будь-який проміжок часу. Крім того, структура системи відображає природний ітеративний процес проектування ПФ конструктором по технологічній оснастці, тобто надає користувачу можливість повернутися на будь-який з попередніх ступенів та виконати необхідну корекцію.

Система "САПР-УЗПФ" впроваджена на наступних підприємствах: ВО "Уральський вагонобудівний завод", Луцький автомобільний завод, НВО "Ротор" (м.Черкаси), хімічний завод "Заря"



Мал.7. Функціональна схема системи "САПР-УЗП"

(м.Рубіжне Луганської обл.) та ін.

Сумарний економічний ефект впровадження склав 237,9 тис.крб, з них економічний ефект впровадження результатів дисертації - 142,7 тис.крб (у цінах 1990 р.).

Система "Лопань-3D" сумісно з САПР,УЗПФ та підсистемою розробки техпроцесів механообробки дозволяє розв'язати комплексну задачу проектування та виготовлення складнопрофільних формуютьовуючих поверхень деталей ПФ. Ця система уявляє собою програмно-апаратний комплекс, який не тільки вирішує задачу автоматичної підготовки керуючої програми (КП) для об'ємного фрезерування, але й здійснює передачу КП безпосередньо на верстат по спеціально розроблених каналах зв'язку.

Система складається з прикладного програмного забезпечення верхнього та нижнього рівнів, а також апаратної та програмної підтримки зв'язку між ЕОМ верхнього рівня, керуючою ЕОМ та верстатами з ЧПК.

Даний комплекс дозволяє виконати наступні функції:

- введення та коректування геометрії оброблюваної поверхні;
- введення та коректування технології обробки поверхні;
- побудування математичної моделі поверхні та розрахунок руху інструменту;
- перегляд результатів розрахунку на пристроях відображення графіки (дисплей або графопобудовувач);
- ведення архіву на розроблені деталі;
- побудування КП для верстатів з ЧПК;
- забезпечення зв'язку комплексу програм з ЕОМ нижнього рівня, що зв'язана з верстатами з ЧПК.

Система впроваджена на кількох машинобудівних підприємствах. Сумарний річний ефект впровадження склав 471,0 тис.крб, з них ефект впровадження результатів дисертації - 70,7 тис.крб. (у цінах 1990 р.).

Розроблені системи "САПР-УЗПФ" та "Лопань-3D" були використані при проектуванні та виготовленні різноманітних виробів на заводах загального машинобудування.

ВИСНОВКИ

1. Вперше розроблен класифікатор конструкцій УЗПФ, на основі якого установлені параметри уніфікації елементів УЗПФ. Отримані нормалізовані ряди уніфікованих елементів. Застосування створеної системи уніфікації дозволяє скоротити строки проектування ПФ на 20%.

трудомісткість виготовлення - на 25%, строки технологічного оснащення - у 3-4 рази, зменшити металомісткість виготовлення ПФ на 20-30%.

2. Розроблен метод розміщення оформлюючих гнізд у матриці, заснований на методах побудови експертних систем, який на відміну від інших алгоритмів, забезпечує формування у ПФ відливки високої якості.

3. Числові методи, створені на основі контурної моделі та форм Без'є, дозволяють моделювати машинобудівні вироби будь-якої складності. У порівнянні з аналогічними, дані методи мають більшу швидкість та точність моделювання.

4. На основі розроблених методів та алгоритмів, наведених у роботі, створена система автоматизованого проектування "САПР-УЗПФ", котра для заданого креслення пресуємого виробу дозволяє спроектувати повний комплект креслень деталей пакету УЗПФ. Використання системи дозволяє скоротити строки проектування пакетів універсально-збірних прес-форм у 4-5 разів та знизити трудомісткість виготовлення оснастки на 60-70%. Система впроваджена на шести підприємствах.

5. Новий числовий метод моделювання складнопрофільних поверхень реалізований у САПР "Лопань-3D". Ця система у сполученні з системою "САПР-УЗПФ" вирішує комплексну задачу - проектування деталей ПФ та їх виготовлення на верстатах з ЧПК. Застосування системи "Лопань-3D" дозволяє: скоротити на 60% використання ручної праці; знизити трудомісткість виготовлення складнопрофільних формуютьючих поверхень деталей ПФ. Система впроваджена на семи машинобудівних підприємствах.

6. Впровадження результатів досліджень даної роботи дозволило отримати економічний ефект у розмірі 213,4 тис.крб (у цінах 1990 р.) та знизити трудомісткість проектування та виготовлення УЗПФ протягом року на 629,45 нормо-годин.

Основний зміст дисертації викладено у наступних друкованих роботах:

1. Кохановский В.И. Алгоритм удаления невидимых линий в САПР переналаживаемых пресс-форм. - Вопросы оборонной техники. Сер.2. Технология, оборудование механообрабатывающего и сборочного производства. - 1991. - Вып.2. - С. 26-30.

2. Кохановский В.И. Автоматизированное проектирование универсальных сборно-разборных переналаживаемых пресс-форм для переработки термопластов и для выплавляемых моделей. - Вопросы оборонной техники. Сер.2. Технология, оборудование механообрабатывающего и сборочного

производства. - 1990. - Вып.7. - С. 32-36.

3. Кохановский В.И. Численный расчет оптимальных параметров универсальных сборно-разборных приспособлений. - В кн.: Прогрессивная технология, переналаживаемая оснастка и инструмент. - Харьков, 1985, с.156-162.

4. Кохановский В.И. Применение плоских геометрических сплайнов для описания поверхностей деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. - Вопросы оборонной техники. Сер.2. Технология, оборудование механообрабатывающего и сборочного производства. - 1988. - Вып.6. - С. 13-15.

5. Кохановский В.И. Геометрическое моделирование трехмерных объектов и разрезов объемных тел в САПР пресс-форм. - Вопросы оборонной техники. Сер.2. Технология, оборудование механообрабатывающего и сборочного производства. - 1991. - Вып.2. - С. 19-24.

6. Кохановский В.И. Определение линий пересечений поверхностей в САПР пресс-форм. - Вопросы оборонной техники. Сер.2. Технология, оборудование механообрабатывающего и сборочного производства. - 1991.- Вып.1. - С. 27-32.

7. Кохановский В.И. САПР универсально-сборных и специальных пресс-форм для литья под давлением термопластов. -Сб. материалов Презентации новых разработок ХННПМ. 1-3 июля 1992г. -Харьков-с. 39-43.

8. Жолткевич Г.Н., Кохановский В.И., Мирошниченко А.С. Восстановление поверхностей при обработке пресс-форм на станках с ЧПУ. - Вопросы оборонной техники. Сер.2. Технология, оборудование механообрабатывающего и сборочного производства. - 1989. - Вып.5. - С. 33-43.

9. Жолткевич Г.Н., Кохановский В.И. Экспертная система универсально-сборных приспособлений. - Применение информатики и выч. техники при решении народно-хозяйственных задач. -Тез. докл. респ. конф. молодых ученых и специалистов. 4-7 мая 1989г. -Минск- С. 136.

10. Жолткевич Н.Д., Жолткевич Г.Н., Кохановский В.И. Построение меры сходства для экспертной системы универсальной переналаживаемой оснастки. - Вопросы оборонной техники. Сер.3. Организация, планирование и экономика производства, научных исследований и разработок. Автоматизированные системы управления и внедрения вычислительной техники. -1988. - Вып.11. -С. 22-24.

11. Кохановский В.И., Завгородний С.М. Использование В-сплайнов для описания геометрии детали сложной формы. - Вопросы оборонной техники. Сер.2. Технология, оборудование механообрабатывающего и сборочного производства. - 1988. - Вып.6. - С. 22-24.

А Н Н О Т А Ц И Я

Кохановский В.И. Повышение эффективности универсально-сборных пресс-форм на основе автоматизации проектирования и изготовления унифицированных элементов.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 - технология машиностроения. Харьковский пол. ун-т, Харьков, 1995 г.

Защита рукопись, в которой впервые разработаны параметры унификации элементов универсально-сборных пресс-форм (УСПФ). На их основе создана оригинальная методика автоматизированного проектирования и изготовления унифицированных элементов, включающая новые численные методы моделирования сложнопрофильных формообразующих деталей пресс-форм. На основе полученных результатов созданы САПР УСПФ и система автоматизированной обработки сложнопрофильных деталей на станках с ЧПУ. Эти системы внедрены на ряде предприятий.

Ключові слова: уніфікація, класифікація, ливникова система, гніздо, пуансон, канали охолодження, формоутворююча деталь, складнопрофільна поверхня, числовий метод, експертні системи, бікубічні сплайни, методи конструктивної геометрії, САПР, САПІ.

A N N O T A T I O N

Kohanovsky V.I. The efficiency increase of universal-assembly press-forms on the background of unified elements' projection and manufacturing automatization.

Thesis on scientific degree of technical sciences' candidate on speciality 05.02.08 - technology of machine -building.

Kharkov's State Polytech. Univ., Kharkov, 1995.

The typescript is defended on first elaborated parameters of universal-assembly press-forms (UAPF) elements' unification.

The original methods of unified elements' automatized projection and manufacturing are created on the background of these parameters and they contained new numerical algorithms for

complicated-profiled form-making press-forms details modeling.

UAPF CAD system and automatized system for complicated-profiled details' manufacturing by CNC machine-tools are created on

the base of obtained results. These systems were installed at several machine-building enterprises.

448900

AB 32550
AB 32.567

Надруковано в Харківському науково-дослідному
інституті технології машинобудування.
Наклад 100 прим. Замовлення N 352.
310022, Харків-22, а/я 245.