

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

Осіпов Валерій Анатолійович

**СИНТЕЗ СТРУКТУР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ
ОДНОІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ
(НА ПРИКЛАДІ ТІЛ ОБЕРТАННЯ)**

Спеціальність: 05.02.08 — Технологія машинобудування.
05.03.01 — Процеси механічної та фізико-технічної
обробки, металорізальні верстати
та інструменти

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00755798 (+)

Відділ читальних залів
Бібліотека імені Василя Стефаника
(в приміщенні бібліотеки)

На правах рукопису

Осінов Валерій Анатолійович

СИНТЕЗ СТРУКТУР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ
ОДНОІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ
(НА ПРИКЛАДІ ТІЛ ОБЕРТАННЯ)

спеціальність

06.02.08 - Технологія машинобудування

05.03.01 - Процеси механічної та фізико-технічної обробки металоплазми верстатами та інструментами

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків 1994

НВ 31.281

Дисертація в рукописі.

Робота виконана на кафедрі "Металорізальні верстати та інструменти" Сумського державного університету.

Науковий керівник : доктор технічних наук, професор
Захаров Микола Володимирович
кандидат технічних наук, професор
Зелого Вільям Олександрович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Мовшович Олександр Якович
кандидат технічних наук, доцент
Воронков Володимир Ілліч

Провідне підприємство - Сумське машинобудівне НВО
Ім. М.В.Фрунзе.

Захист відбудеться "22" грудня 1994 г. о 14⁰⁰ годині на
засіданні спеціалізованої вченої ради Д 02.09.01 в Харківському
державному політехнічному університеті

(310002, Харків-2, МПС, вул. Фрунзе, 21)

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці
Харківського державного політехнічного університету.

Автореферат розсланий "16" 11 1994 року.
ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України
Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради
Леунин М.Д.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми дослідження . Період формування ринкових відносин , перехід до різних форм власності, розрив економічних зв'язків у народному господарстві характеризується зниженням попиту на наукоємку продукцію, скороченням кількості її видів, зниженням серйозності випуску, підвищенням конкуренції серед виробників. Це потребує постійного вдосконалення конструкцій, підвищення технічного рівня та якості продукції, розширення номенклатури випуску, скорочення терміну технологічної підготовки виробництва (ТПВ), виконання замовлень.

Разом з тим, поряд з вдосконаленням машин та механізмів, все більше зростають труднощі, пов'язані з технологічним забезпеченням їх проектування та виробництва. Зростаючи з року в рік трудомісткість та складність ТПВ потребує докорінної зміни її методів, автоматизації праці технологів-проектувальників на основі ефективних засобів обчислювальної техніки, створення автоматизованих систем технологічного проектування (САПР ТП). Велика практична цінність таких систем особливо важлива при створенні одиничних технологічних процесів (ГОСТ 3.1109-82), універсальних, застосування яких придатне для будь-якого типу виробництва та форм деталей.

Існуючі методи проектування технології становлять велику практичну цінність для того чи іншого типу виробництва, але не вирішують проблему в цілому:

Низький рівень формалізації проектування технології, відсутність теорії проектування одиничних технологічних процесів (ТП), спеціальних математичних методів та прийомів, що якимсь чином краще підходять для математичного опису, моделювання та дос-

дідження таких складних систем, як наша предметна область - проектування технології, не дозволяє в певній мірі застосувати для цієї мети обчислювальну техніку. З цієї ж причини важко прогнозувати характеристики ТП, що дозволило б перенести вирішення ряду питань зі стадії його освоєння на стадію проектування, значно знизити витрати та реально підійти до створення гнучких автоматизованих виробництв.

Для зменшення негативного впливу названих факторів потрібне виконання науково-дослідних робіт в галузі математичного та технологічного забезпечення завдань проектування. Цим пояснюється актуальність даної дисертаційної роботи.

Метою роботи є розробка та дослідження формалізованого методу синтезу раціональних структур операцій технологічних процесів одноінструментальної обробки деталей (на прикладі тїл обертання).

Об'єктом дослідження є одиничний технологічний процес з послідовною обробкою поверхонь деталей. Креслення деталі, маршрутний описання технологічних процесів її виготовлення, множина комплектів технологічних баз, етапи та методи обробки поверхонь, а також засоби технологічного оснащення приймаються як початковий матеріал.

Методи досліджень. Теоретичні задачі досліджень вирішувались шляхом ствернення математичної моделі технологічної операції, для чого застосовувались: теорія структурних матриць, методи афінних перетворень координат, алгебри логіки та лінійного програмування, теорія R-функцій та графів. Результати експериментальних досліджень опрацьовувались методами математичної статистики.

Автор захищає:

1. Математичну модель технологічних операцій, що відобра-

жує структурно-функціональні зв'язки між ними та враховує геометричні характеристики деталі, її якісні показники.

2. Методику перетворення креслення деталі та диференціалі технічних вимог по осях тривимірного простору, етапах обробки поверхонь.

3. Методику формалізації геометричних характеристик деталі та алгоритм технологічних розмірних розрахунків, що забезпечує виявлення та формування операційного розміру на будь-якому етапі обробки поверхонь.

4. Методику формалізації розрахунку режимних параметрів та їх оптимізації з урахуванням похибок, що виникають в технологічній системі.

5. Точності критерії прийняття рішень по визначенню раціональних структур технологічних операцій.

6. Узагальнену модель прогнозування характеристик технологічного процесу.

Наукова новизна роботи. Розроблена математична модель технологічних операцій, що дозволяє у комплексі враховувати структурно-функціональні зв'язки при формозміні деталі в раціональну заготовку, геометричні характеристики поверхонь, їх показники якості та на її основі – формалізований метод синтезу раціональних структур операцій технологічних процесів однієї інструментальної обробки. Це дозволяє виявити раціональний технологічний процес обробки деталей з мінімальною необхідною кількістю операцій та переходів, що знижує трудомісткість виготовлення, скорочує терміни технологічного проектування.

Практична цінність роботи. На основі розробленого математичного і технологічного забезпечення алгоритмів та методик виконання робіт для проектування раціональних структур

технологічних операцій обробки деталей різанням, вирішуються практичні задачі прогнозування точносних характеристик одиничних технологічних процесів, прийняття раціональних технологічних рішень до освоєння технологій, що значно зменшує витрати на виробництво .

Реалізація роботи. Результати досліджень пройшли промислово апробацію при технологічній підготовці виробництва на Сумському машинобудівному НВО ім.М.В. Фрунзе, Конотопському авіастро-механічному заводі, Сумському арендному підприємстві НДІ атомного та енергетичного насособудування, а також використані в учбовому процесі Сумського державного університету. Економічний ефект від впровадження розробок становить більш як 120 тис. карбованців у цінах 1990 року.

Апробація роботи. Матеріали роботи доповідались та обговорювались на 17 науково-технічних конференціях і семінарах різних рівнів, в тому числі :3-й Всесоюзній науково-технічній конференції "Проблеми розробки і впровадження математического, програмного и інформаційного забезпечення АСУ технологіческими процесами" (м. Віжниця, 1981 р.); Республіканські науково-технічній конференції " Автоматизація проектування технологіческих процесов в машиностроєнні", (м.Київ, 1981 р.); Республіканські науково-технічній конференції " Розмірний аналіз и статистические методи регулювання точности технологіческих процесов" (м.Запоріжжя, 1981 р.); зональні науково-технічній конференції " Методи підвищення производительности и качества обработки деталей на оборудовании автоматизированных производств " (м. Ярославль, 1985 р.); 3-й Всесоюзній науково-технічній конференції "Создание компрессорных машин и установок, обеспечивающих развитие отраслей топливно-энергетического ком-

плекса" (м.Суми, 1989 р.); 4-й Далекосхідній науково-технічній конференції " САПР и надежность автоматизированного производства в машиностроении" (м.Владивосток, 1990 р.) ; Інтернаціональній конференції про завод майбутнього "Интертехно -90 " (м.Будапешт, Угорщина, 1990 р.); міжнародній науково-технічній конференції " Компьютер: наука, техника, технология, здоровье" (м. Харків, Мшкольц:ХДПУ,МУ, 1993 , 1994 р.р.); міжнародній науково-методичній конференції " Автоматизация конструирования изделий и проектирования технологических процессов в машиностроении"(м.Суми,СумДУ,1994 р.).

Публікації. По темі дисертації опублікована 31 робота, одержано 5 авторських свідоцтв на винаходи.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, що викладені на 145 сторінках машинодрукованого тексту, 9 таблиць, розташованих по тексту, 45 малюнків на окремих сторінках, 119 найменувань використаних літературних першоджерел, додатків, що містять нормативно-довідкову інформацію, результати роботи програм, а також документи про впровадження результатів досліджень.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ.

Вступ. Обґрунтовується актуальність теми досліджень, коротко формулюються основні положення та наукові результати дисертації, відомості про апробацію та практичну цінність роботи, її реалізацію в промисловості.

Розділ перший. Аналіз методів проектування технології механообробки, проведений на основі огляду літературних першоджерел, дозволяє стверджувати, що теоретичні основи точності механообробки, теорія базування та розмірного аналізу, теорія похибок, основні принципи типової та групової технології,

автоматичне управління технологічною операцією успішно впроваджені завдяки фундаментальним дослідженням Соколовського А.Л., Кована В.М., Балакіна Б.С., Корсакова В.С., Чарико Д.В., Матална А.А., Родіна П.Р., Перепелиці В.О., Тимофеева Ю.В., Гавриша А.П., Горинського Г.К., Капустіна А.М., Митрофанова С.П., Цветкова В.Д. та інших.

Методи аналізу та синтезу ТП, рівень автоматизації проектування, які досліджувались у роботі дозволили розробити наукові передумови, головні з яких:

- ефективність ТП насамперед визначається його структурою, а потім параметрами;

- за систему проектування повинна прийматись технологічна операція, як закрита частина ТП;

- задача проектування повинна вартуватись у вигляді певної ієрархічної підпорядкованості частин ТП від деталі до заготовки, в основі чого лежить інформаційна забезпеченість окремих проектних робіт;

- найрезультативніший напрямок синтезу ТП - формалізація змістовної частини технології на основі математичного опису технологічних закономірностей, що кількісно відображають суть процесів, їх моделювання;

- задача повної параметричної оптимізації повинна вартуватись за умови формалізованого подання всіх елементів технологічного режиму з урахуванням реальних похибок, що виникають в технологічній системі;

- виявлення раціональної технології в наш час переважно здійснювати шляхом оцінки трудоміткості операції як складової частини собівартості, з встановленням точних критеріїв прийняття рішень.

Для досягнення мети роботи формуються задачі

досліджень:

1. Розробити математичну модель технологічних операцій, що адекватно відображає структурно-функціональні зв'язки між ними при перетворенні деталі в раціональну заготовку та в комплексі враховує її геометричну характеристику, показники якості.

2. Розробити методику перетворення креслення деталі та диференціації технічних вимог по осях тривимірного простору, етапах обробки поверхонь та введення в ЗОМ у формі, яка відповідає властивостям моделі.

3. Розробити алгоритм технологічних розмірних розрахунків, заснований на "вхідній мові" з обмеженим обсягом початкової інформації.

4. Встановити науково обгрунтовані точності критерії прийняття рішень по визначенню раціональних структур технологічних операцій, виходячи з уяви про просторове виникнення похибок та мінімальної трудомісткості виготовлення деталі.

5. Розробити методику формалізації розрахунку режимних параметрів, їх оптимізації з урахуванням похибок, що виникають в технологічній системі.

6. Провести експериментальні дослідження по визначенню сумарної величини компенсації пружних деформацій різних технологічних систем для створення нормативної бази при формалізації розрахунку глибини різання.

7. Розробити показник точного рівня операції, що дозволяє кількісно оцінювати точності можливості засобів технологічного забезпечення.

8. Розробити узагальнену модель прогнозування характеристик технологічного процесу, що дозволяє оперативно оцінювати вихідну інформацію для прийняття раціональних рішень.

Розділ другий. Для реалізації поставлених в роботі задач розроблена математична модель технологічних операцій, яка виражена у вигляді величоблочної структурної матриці системи (СМС), як певне перетворення φ деталі D_d в заготовку D_z (I), що включає: початкові дані $P_i, i=1\dots6$; обчислювальні об'єкти $q_i, i=1\dots6$, що поєднують у собі розрахункові блоки за тими чи іншими видами проектних робіт; керуючі команди $f_i, i=1\dots6$, що зумовлюють формування матричного циклу по забезпеченню виконання розрахункових процедур в моделі. Взаємодія блоків та їх функціонування визначені відповідними матричними циклами і показані стрілками прямих і зворотніх перетворень.

φ					D_d	D_z
P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	F
q_1	←		←			f_1
→	q_2		←			f_2
		q_3	←			f_3
→	→	→	q_4	←	←	f_4
			→	q_5		f_5
			→		q_6	f_6

Тут за систему прийнята операція, як закінчена частина технологічного процесу. Для забезпечення точності та якості оброблених поверхонь необхідно враховувати історію виникнення тієї чи іншої операції на всьому протязі формозміни поверхні, що встановлюється структурою етапів проектування технологічних операцій. Вона забезпечує ієрархічний прин-

цип одержання та переробки інформації від деталі до заготовки.

На основі такої структури розроблена методика проектування технологічних операцій, де розміри креслення розглядаються як приписані до виконання і їх простановка ведеться від технологічних баз (ТБ). Залежно від точності лінійного розміру визначаються етапи обробки поверхонь (ЕОП), встановлюються загальні закономірності зміни середньоекономічної точності і шорсткості. В основу методики покладено розмірний аналіз лінійних зв'язків з урахуванням способу простановки розміру на кресленні (ланцюговий, координатний, комбінований). Креслення деталі перетворюється таким чином, що усі розміри оброблюваних поверхонь будуть виражені у вигляді послідовного ланцюжка розмірних зв'язків, як проєкції на координатній осі. Вирішуючи пряму задачу способом визначення середнього класу точності всього ланцюга, проводиться перелік розмірних параметрів і в подальшому використовуються мінімальні розміри ланок ланцюга. За даного підходу кожна поверхонь повинна мати регламентовані відхилення можливого її просторового положення. Враховуючи, що на кресленні деталі координуючий розмір між двома поверхнями має односторонній допуск, застосовуємо прийом його "розполовинення", чим і досягається вище сказане. Це дозволяє провести диференціацію технічних вимог (ТВ) по поверхням в напрямку осей тривимірного простору. Виходячи із організації раціональної розмірної структури технології та прийнятих ТБ, визначається просторова похибка положення поверхонь і на її основі - величина мінімально необхідного припуску. Одержана інформація аналізується і за допомогою розроблених точносних критеріїв приймається рішення. Далі здійснюється технічне нормування операцій, визначається

трудомісткість виготовлення деталей.

Формалізація опису контуру заготовки, що змінюється по ЕОП, проведення технологічних розмірних розрахунків досягається шляхом розробленої "вхідної мови", в основу якої покладені певні опорні функції G_i елементарних поверхонь (пряма, коло, еліпс, парабола та інші) та логічних операцій теорії множин (об'єднання, перетчєння, заперечєння). Для зручності використання такої мови розроблена класифікація поверхонь, що обробляються на верстатах токарної групи, застосування якої значно полегшує "конструювання" складних поверхонь та більш простих. Методика побудови координатних функцій для областей Ω складної форми (креслення деталі) заснована на застосуванні R-функцій, які по ряду властивостей нагадують функції алгебри логіки. Важливим є той факт, що одержане рівняння має в лівій частині єдиний аналітичний вираз в'їду

$$\Omega = \Omega(z, x) = \bigvee_{i=1}^n \left[\bigwedge_{j=1}^n \Omega_j(z_j, x_j) \right] = \bigvee_{i=1}^n \left[\bigwedge_{j=1}^n G_j(z_j, x_j) \right] = 0 \quad (2)$$

В результаті приведєних перетворєнь геометричні характеристики деталей і можливі коливання їх точносних параметрів за допомогою логічних правил та матричних циклів досить просто формалізуються в блочно-координатній матриці, один з блоків якої заповнюється нормативно-довідковою інформацією (допуски по ЕОП, припуски, мінімальні розміри ланок, ТБ, та інші). За допомогою спеціальної програми виявляється і формується операційний розмір. При цьому для врахування знаку дії припуску (валу чи отвору), а також для одержання координат точок контуру заготовки, що змінюється по ЕОП, використовується програмна корекція логічного опису деталі. З цією метою рівняння (2) приводиться до вигляду

$$\Omega = \Omega(Z + \Delta Z, X + \Delta X) = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n G_{ij}(Z_i + \Delta Z_i, X_j + \Delta X_j) \right] = 0, \quad (3)$$

де $\Delta Z_i, \Delta X_j$ - приріст параметрів відповідних опорних функцій.

Розділ третій. При базуванні просторові відхилення взаємозв'язаних поверхонь будуть сприяти збільшенню похибок початкової форми оброблюваної поверхні Π_1 на робочій позиції верстату. Деталь, як множина поверхонь може бути представлена у вигляді певної системи взаємодіючих координатних базисів оброблюваної поверхні Π_1 , TB_1 , установчих елементів пристосування та нерухомого простору, який досліджується. Здійснивши афінне перетворення від базису Π_1 до нерухомого базису, визначаємо похибку базування

$$\bar{\delta}_{c_1} = R_{c_1 \max} - R_{c_1 \min}, \quad (4)$$

де R_{c_1} - відповідно максимальний та мінімальний радіус-вектори, що зв'язують названі базиси. Їх значення визначається з аналітичних виразів, що являють собою добуток матриць поворотів і переміщень координатних базисів у межах полів допусків відповідних ЕОП.

Аналогічні перетворення дозволяють зробити висновок про правоміртність призначення t_{el} чи t_{lnot} поверхні як TB_1 критерієм якого є просторова похибка $\bar{\delta}_1$. Вона по відношенню до Π_1 повинна задовольняти умові (5):

$$\bar{\delta}_1 < TL_1(\Pi_1), \quad (5)$$

де TL_1 - поле допуску форми або розміщення Π_1 на даному ЕОП.

Мінімальна похибка положення поверхонь являє собою передумову найраціональнішого плану обробки. В свою чергу розподіл мінімально необхідної величини припуску по ЕОП, що задовольняє умові ряду:

$$Z_{\min 1} < Z_{\min 2} < Z_{\min 3} < \dots < Z_{\min n}, \quad (6)$$

де n - номер ЕОП, дозволяє виявити раціональну розмірну структуру технології, вибрати заготовку, що задовільняє вимогам мінімальної металомісткості та інше. При цьому в основу розрахунку z_{min} покладена просторова похибка базування \bar{z}_1 .

Формалізація параметрів технологічного режиму для автоматизованого його розрахунку ускладнена, в основному, через неоднозначну вимогу до призначення глибини різання, яка носить рекомендаційний характер. Але, теоретичний та експериментальний аналіз припусків на окремі переходи, що розраховуються в технології машинобудування, показав, що їх розподіл підкоряється закону спадної функції. Порівняння основних похибок при апроксимації методом найменших квадратів експериментальних кривих степеневот, логарифмічної та показникової функції дає підставу прийняти за розрахункову показникову функцію вигляду $y = ae^{-bx}$. Тоді для досягнення необхідної точності обробки всі розрахункові значення припусків в межах одного з 13-ти інтервалів розмірів від 0 до 500 мм можна задати однією загальною (середньою) кривою. Такий підхід дозволив розробити алгоритм розрахунків глибини різання в залежності від якості точності оброблюваної поверхні (в.с. № 1000155, СРСР), рис.1. Загальний припуск z_0 відкладається на координаті $z(t)$ від фіксованої точки M на показниковій функції z по координаті якості точності x_1 визначається довжина ділянки 1. Далі від точки M відкладається значення мінімального припуску на останній робочийхід $z_{min} = z_{p1} = t_1$ визначається ціла поділу ходів різання S . По ній проходить розбивка припуску на 1, 2, 3 робочі ходи з глибинами t_1, t_2, t_3 відповідно, розрахунок якої ведеться за формулою (7)

$$t_1 = a(e^{-bx_1} - e^{-bx_{1+1}}) \quad (7)$$

шення початкової похибки, $K_{ду}$. Його величина є достатньою для практичних розрахунків точність може бути визначена як

$$K_{ду1} = \lg \alpha_1 = \frac{T_{1+1} - T_1}{\Delta X_1}, \quad (8)$$

де α_1 - кут нахилу дотичної до кривої виду $y = a_1 e^{-b_1 x_1}$ змїни величин допусків за ЕОП; T_1 - допуск 1-го та 1+1-го етапу обробки, мм; ΔX_1 - масштабний коефіцієнт, встановлений експериментально для діапазону розмірів від 0 до 500 мм, що охоплює 5, ..., 17 квалітети точності, мм. Значення $K_{ду}$, що підраховані для засобів технологічного оснащення реального виробництва можуть служити об'єктивним показником точносних можливостей операції.

Розділ четвертий. Згідно з теоретичними передумовами при призначенні глибини різання, $t_{зад}$ слід враховувати пружну деформацію технологічної системи під дією сил різання. З цієї метою проведено експериментальні дослідження різних груп технологічного устаткування для визначення величини компенсації

$$Q = t_{зад} - t_{факт} \quad (9)$$

Усього досліджувалось 56 етапів обробки різних поверхонь 19-ма методами їх одержання. Результати експериментальних досліджень оброблялись методами математичної статистики. В результаті створена нормативна база для коректування t_1 при її розрахунку за алгоритмом, див. рис. 1.

Розділ п'ятий. Наведені вище технологічні та математичне забезпечення дозволило розробити узагальнену модель прогнозування технологічних рішень для токарної обробки, рис. 2. В ній міститься: постійна інформація $P_1, 1 = 2, \dots, 14$, яка включає узагальнені рекомендації та результати спеціальних розрахунків; початкова інформація, $P_1, 1 = 0, 1$, яка прий-

D ₀		φ											D ₂		D ₃
		D ₁		D ₂		D ₃			D ₄		D ₅		D ₆		
P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	F
P _{0.0}	P _{1.0}					P _{6.0}	P _{7.0}								f ₀
	P _{1.1}														f ₁
P _{0.2}	P _{1.2}	P _{2.2}							P _{9.2}						f ₂
P _{0.3}	P _{1.3}	P _{2.3}	P _{3.3}												f ₃
P _{0.4}	P _{1.4}		P _{3.4}	P _{4.4}											f ₄
P _{0.5}	P _{1.5}			P _{4.5}	P _{5.5}										f ₅
	P _{1.6}	P _{2.6}		P _{4.6}		P _{6.6}	P _{7.6}	P _{8.6}	P _{9.6}				P _{13.6}		f ₆
	P _{1.7}	P _{2.7}				P _{6.7}	P _{7.7}		P _{9.7}						f ₇
				P _{4.8}		P _{6.8}	P _{7.8}	P _{8.8}							f ₈
	P _{1.9}	P _{2.9}		P _{4.9}	P _{5.9}	P _{6.9}	P _{7.9}	P _{8.9}	P _{9.9}				P _{13.9}		f ₉
P _{0.10}									P _{9.10}	P _{10.10}					f ₁₀
	P _{1.11}									P _{10.11}	P _{11.11}				f ₁₁
	P _{1.12}					P _{6.12}	P _{7.12}					P _{12.12}			f ₁₂
	P _{1.13}	P _{2.13}				P _{6.13}	P _{7.13}		P _{9.13}	P _{10.13}	P _{11.13}	P _{12.13}	P _{13.13}		f ₁₃
													P _{13.14}	P _{14.14}	f ₁₄

Рис. 2 Узагальнена модель прогнозування технологічних рішень

мається в результаті перетворення креслення деталі; змінна інформація P_{ij} ; $i=j$ - є власне етапами проектування; $i \neq j$ забезпечення виконання того чи іншого етапу, тобто в них знаходиться інформація, що необхідна для прогнозування характеристик технологічного процесу.

Наводяться результати використання методики на прикладі проектування технології деталі "вал", технічні вимоги до якої містять найбільш характерні випадки. В результаті призначення ТБ, досліджувались чотири можливі маршрути її механообробки. Використовуючи результати роботи програм, проводилась оцінка одержаних результатів та необхідне коректування. Внаслідок цього один з маршрутів не прийнято до уваги через неспроможність призначеної схеми базування (не задовільнялась умова (5)); другий - через великі величини просторових похибок і не задовільнення вимоги (6). Так як два маршрути, що залишились, задовільняли критерії і були рівноцінні, то вибір одного з них обумовлений вимогами мінімальної металомісткості заготовки. При цьому за розробленими правилами здійснена концентрація операцій. Таким чином з числа виявлених раціональних операцій синтезований найвигідніший маршрут обробки.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На основі виконаних досліджень одержано можливість прогнозування точносних характеристик одиничних технологічних процесів механічної обробки (на прикладі тіл обертання), що дозволило перенести рішення ряду питань зі стадії його освоєння, на стадію проектування, де пошук раціональних рішень не пов'язаний з великими витратами.

В роботі одержані такі основні результати:

1. Розроблена математична модель технологічних операцій, що адекватно відображає структурно-функціональні зв'язки між ними при перетворенні поверхонь деталі в раціональну заготовку на кожному етапі їх формозміни. При описі початкової інформації комплексно враховується геометрична характеристика деталі та її показники якості.

2. Встановлена структура етапів проектних робіт.

3. Розроблена методика перетворення креслення деталі, що дозволило здійснити диференціацію технічних вимог по осях тривимірного простору на всіх ЕОП, а розмірні зв'язки привести до вигляду, зручного для моделювання.

4. Розроблена методика формалізації геометричних характеристик деталі і "вхідна мова" для ПЕОМ з обмеженим обсягом початкової інформації, що дозволило створити алгоритм технологічних розмірних розрахунків, забезпечивши розпізнавання і формування операційного розміру на будь-якому ЕОП. Така інформація може бути використана для підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК, а також для автоматизованого проектування операційних ескізів на ЕОМ.

5. Виходячи з уявлень про просторове виникнення похибок та мінімальної трудомісткості виготовлення деталі, встановлені точності критерії: 1) правомірності прийняття тієї чи іншої поверхні як технологічної бази, що дозволить виявити раціональну розмірну структуру технології і визначити заготовку з мінімально необхідним припуском; 2) раціональної структури операції, що гарантує мінімальну кількість переходів.

6. Проведені експериментальні дослідження по визначенню сумарної величини компенсації пружних деформацій технологічної системи для більшості груп технологічного обладнання та етапів обробки (всього досліджувалось 56 етапів обробки різ-

них поверхонь 13-ма методами їх одержання), що дозволило створити нормативну базу при формалізації розрахунків глибини різання та технологічного режиму в цілому.

7. Виходячи з встановлених закономірностей зміни технологічних допусків та проміжних припусків по ЕОП, запропонований показник точнісного рівня технологічної операції та аналітичний вираз його визначення, що дозволяє кількісно оцінити точності можливості засобів технологічного оснащення реального виробництва.

8. На основі проведених досліджень за різними видами проектних робіт, їх формалізації розроблена узагальнена модель прогнозування характеристик технологічного процесу, що дозволяє врахувати більшість технологічних факторів в їх взаємозв'язку на всіх стадіях формозміни деталі та створити технології, що не потребують коректування при впровадженні. При цьому: а) розрахункові блоки моделі, інформаційно пов'язані поміж собою, що знизують необхідність участі технолога в проміжних перетвореннях і передачах інформації; б) розрахункові блоки, що являють собою автономні системи різної розмірності, об'єднують одним математичним методом - матричним, за допомогою чого досягається цілісність моделі, її швидкість, точність обчислення, зручність подання інформації, своєчасність.

9. Розроблене математичне та технологічне забезпечення різних методик за всіма видами проектних робіт, дозволило створити програмне забезпечення для розмірних розрахунків і параметричної оптимізації технології виготовлення деталей тіл обертання, яке впроваджене для використання на ряді підприємств. Економічний ефект від впровадження становить більш як 120 тис. крб. в цінах 1990 року.

ОСНОВНИ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ В ЗІ - Й РОБОТІ,

СЕРЕД ЯКИХ НАСТУПНІ:

1. Технологические особенности механической обработки инструментом из поликристаллических сверхтвёрдых материалов. / Захаренко Н.В., Волкогон Г.Г., Бочко А.В., Осипов В.А. и др. Отв. ред. Каряк Г.Г. - Киев.: Наукова думка, 1991. - 288 с.
2. Осипов В.А. Классификация опорных элементов для обработки на станках токарной группы с ЧПУ // Вестн. Харьковского политехн. ин-та, Машиностроение. - Харьков: Вища школа, 1982. - N 194. - Вып. 12. - С. 38-42.
3. Осипов В.А., Скрибюк С.Н., Пирогов А.Д. К вопросу расширения технологических возможностей этапа подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ // Вестн. Харьковского политехн. ин-та, Машиностроение. - Харьков: Вища школа, 1982. - N 194. - Вып. 12. - С. 42-44.
4. Осипов В.А., Петренко В.П. Модель прогнозирования технологических решений для токарной обработки // Вестн. Харьковского политехн. ин-та, Машиностроение. - Харьков: Вища школа, 1983. - №05. - Вып. 13. - С. 13-17.
5. Осипов В.А. Методические указания к самостоятельной работе студентов "Расчет припуска при одноинструментальной механической обработке деталей машин" / Учебное издание. - Харьков, 1989. - 31 с.
6. Пирогов А.Д., Осипов В.А., Петренко В.П. и др. Расчет технологических размеров цепей // Химическое и нефтяное машиностроение. - М.: Машиностроение, 1985. - N 1. - С. 35-36.
7. Осипов В.А., Гришкович А.В. Алгоритм расчета глубины резания // Химическое и нефтяное машиностроение. - М.: Машиностроение, 1991. - N 11. - С. 24-26.

8. Евтухов В.Г., Осипов В.А. Повышение точности формообразования цилиндрических поверхностей. - В кн.: Современные технологии и оснастка машиностроительного производства. Тематический сборник научных трудов: Киев, 1994. с. 73-79.

9. Осипов В.А., Показатель точностного уровня технологических операций // Вестник Сумского государственного университета, -я I. Вып. I, Сумы, 1994. с.49-52

10. А.с. 900990 СССР, Способ обработки деталей из заготовок с неравномерным припуском / Осипов В.А. и др. - Оpubл. в БИ, 1982, N 4.

11. А.с. 1000155 СССР, Способ обработки деталей из заготовок с неравномерным припуском / Осипов В.А. и др. - Оpubл. в БИ, 1983, N 8.

12. Осипов В.А., Залора В.А., Захаров Н.В. Проектирование технологических операций на основе их формализованной модели. / В кн.: "Компьютер: наука, техника, технология, образование, здоровье". Материалы международной научно-технической конференции. - Харьков - Милколыц, ХПУ - МУ, 1994, часть I, 176 с., с.75.

13. Осипов В.А., Залора В.А., Захаров Н.В. Математическое обеспечение в задачах САПР технологического назначения. / В кн. "Высокие технологии: моделирование, оптимизация, диагностика". Материалы международной научно-технической семинара. - Харьков, ХПУ, 1994г. 278 с., с.161-164

АННОТАЦИЯ

Осипов В.А. Синтез структур технологических операций одноинструментальной обработки деталей (на примере тел вращения). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.02.08 - технология машиностроения, 05.03.01 - процессы механической и физико-технической обработ-

ки, металлорежущие станки и инструмент, Харьковский политехнический университет, Харьков, 1994.

Защита математическая модель технологической операции, позволяющая комплексно учитывать структурно-функциональные связи при формоизменении детали в рациональную заготовку, и на ее основе - формализованный метод синтеза рациональных структур операций технологических процессов одноинструментальной обработки. Осуществлено промышленное внедрение данного метода. Опубликовано : монография, 25 научных работ и 5 авторских свидетельств на изобретения.

Ключеві слова:

технологія, проектування, модель, метод.

SUMMARY

Osipov V.A. Structure synthesis of single-tool-cutting production operations (illustrated by an example of bodies of rotation). Dissertation for the degree of Kandidat of technical sciences, speciality: 05.02.08 - manufacturing engineering, 05.03.01 - processes of machining and physicotchnical treatment, metall-cutting machines and tools, Kharkov Politechnical University, Kharkov, 1994. Proposed is a mathematical model of the production operation which provides for integrated taking into account structural and functional connections characteristic of shaping into a rational blank, as well as a formalized method of rational structure synthesis of single-tool-cutting production operations. The method described has been introduced into production practice. Publications: a monograph, 25 scientific papers, 5 patents.



AB 31.281