

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Донбаська державна машинобудівна академія

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

за дисципліною

"CAD / CAM системи"

**(Для самостійної підготовки магістрів усіх форм навчання спеціальності
151)**

Краматорськ 2018

УДК 621.365

Конспект лекцій для самостійної підготовки з дисципліни "CAD / CAM системи" (для студентів спеціальності 151) / Упоряд.: В.Г.Макшанцев. - Краматорськ: ДДМА, 2018. -93с.

Викладено основні напрямки автоматизації підготовки машинобудівного виробництва. Представлений сучасний рівень комплексного вирішення конструкторських і технологічних задач технологічного проектування за допомогою інтегрованих систем автоматизованого проектування CAD / CAM.

Укладач

В.Г.Макшанцев, доц

Відповідальний за випуск

В.Г.Макшанцев, доц

Лекція №1. Технологічна підготовка та шляхи її вдосконалення

Питання:

1. Аналіз системи ТПП як об'єкта проектування
2. Основні завдання автоматизації технологічного проектування
3. Рівні автоматизації проектування

1 Аналіз системи ТПП як об'єкта проектування

Технологічна підготовка виробництва (ТПП), що є складовою частиною технічної підготовки виробництва, являє собою складнісний комплекс організаційно-технічних заходів і інженерно-технічних робіт, спрямованих на підготовку виготовлення нових виробів. При цьому головним завданням ТПП є забезпечення випуску нового виробу в короткі терміни і з найменшими витратами.

Зміст, обсяг і організація технологічної підготовки виробництва багато в чому залежать від його типу і масштабу. В одиничному і дрібносерійного виробництва технологічна підготовка становить 25%, в серійному - до 50%, у великосерійному і масовому - до 70% всього обсягу робіт з технічної підготовки виробництва нових виробів.

Якість технологічної підготовки суттєво впливає на організацію і техніко-економічні показники виробництва, на якість продукції, що випускається. Високий рівень технологічної підготовки скорочує трудомісткість виготовлення деталей і складання виробу, а отже, скорочує і тривалість виробничого циклу, знижує собівартість продукції, зменшує витрату металу на виготовлення деталей, підвищує якість машин, знижує виробничий брак і т.д.

Зазвичай виділяють сім функцій системи ТПП:

1. організація і управління ТПП;
2. конструкторсько-технологічний аналіз виробу;
3. організаційно-технічний аналіз виробництва;
4. проектування технологічних процесів;
5. проектування засобів технологічного оснащення.
6. забезпечення засобами технологічного оснащення;
7. налагодження технологічного комплексу.

Ці функції в сукупності представляють собою структурну основу системи ТПП (рис. 1.1).

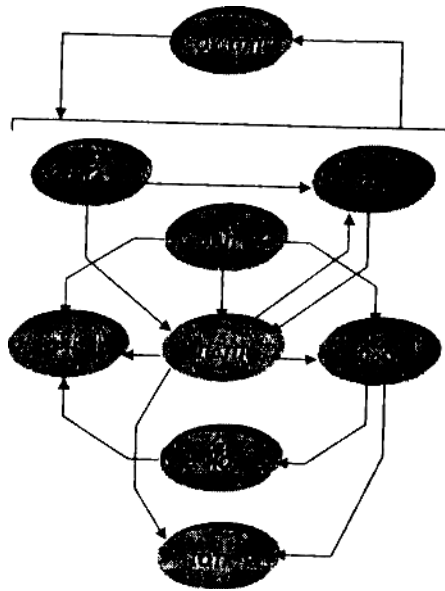


Рисунок 1. 1. Схема інформаційних зв'язків блоків системи ТПП:

ОУ - організація і управління ТПП;

КТА - конструкторсько-технологічний аналіз виробу;

ВІД - забезпечення технологічності; АЛ- аналіз виробництва;

ПРТП - проектування технологічних процесів; РН - розробка нормативів;

ПрО - проектування оснащення; ІВ - виготовлення оснащення;

ОТК - налагодження технологічного комплексу.

Зв'язок між блоками системи ТПП може бути розглянута з функціональної, організаційної та інформаційної сторін. Характер зв'язків визначається складом завдань, що забезпечують ті чи інші функції системи ТПП.

Так, функція організації та управління ТПП характеризується наступними завданнями:

1. планування, контроль і управління вирішенням усіх завдань ТПП;
2. аналіз робіт по виконанню плану;
3. оперативне планування всередині підрозділів;
4. розробка виробничої документації та забезпечення нею всіх підрозділів.

При конструкторсько-технологічному аналізі виробу виробляється:

1. кодування конструкторської документації;
2. розробка відомостей і карт конструкторсько-технологічного аналізу;
3. розрахунок рівня стандартизації та уніфікації;
4. структурний аналіз виробу.

Забезпечення технологічності конструкції виробу передбачає:

1. визначення нормативних показників технологічності;
2. формування карт технологічного аналізу на деталі і вузли виробу;
3. проведення експертизи виробу на технологічність.

При організаційно-технологічному аналізі виробництва виконуються такі роботи:

1. розраховуються коефіцієнт технічного рівня і виробничнедержавні потужності;
2. розробляються план впровадження засобів автоматизації та механізації та план оргтехмероприятий;
3. складаються виробничо-технологічні планування;
4. розробляються технологічні проекти;
5. контролюється виконання планів впровадження нової техніки і оргмероприятій.

При проектуванні технологічних процесів здійснюється:

1. проектування уніфікованих (типових і групових) технологічних процесів на всі види передбачуваних робіт (заготівельні роботи, процеси складання, механічної обробки, термообробки, хіміко-термічні покриття та ін.);
2. проектування одиничних технологічних процесів;
3. проектування типових технологічних операцій (ТТО);
4. проектування технологічних процесів з використанням ТТО;
5. розробка технологічних інструкцій;
6. розробка програм для верстатів з ЧПУ.
7. розробка технічних завдань на спеціальну технологічно оснащення і інструмент;
8. розробка заявок на спеціальне обладнання;
9. розробка технічних завдань на організацію нових і реконструкцію діючих ділянок.

При розробці технологічних нормативів проводиться:

1. розрахунок зведених норм і складання відомостей необхідної кількості комплектуючих виробів і кріплення;
2. розрахунок подетальної і зведених норм витрат основних і дорогоцінних матеріалів;
3. розрахунок потреби і складання відомостей витрати допоміжних матеріалів;
4. розробка норм часу і розцінок на окремі деталі з розподілом по цехам і за технологічними ознаками;
5. розробка відомостей норм часу і розцінок на виріб в цілому з розподілом по цехам, за операціями, за видами робіт.

Проектування засобів технологічного оснащення включає:

1. проектування засобів технологічного оснащення;
2. проектування засобів механізації та автоматизації;
3. розробку нормативно-технічних документів.

Забезпечення коштами технологічного оснащення виконується в кілька етапів:

1. Технологічна підготовка виробництва оснастки.
2. Планування і управління процесом забезпечення та виготовлення оснащення.
3. Виготовлення засобів технологічного забезпечення.
4. Забезпечення нормалізованим інструмент.
5. Забезпечення універсальними збірними пристроями

При налагодженні технологічного комплексу проводиться:

1. впровадження технологічних процесів;
2. коригування технологічної документації;
3. контроль дотримання технологічної дисципліни.

Прийняті на підприємстві методи вирішення перерахованих завдань визначають, з одного боку, обсяг і тривалість робіт з підготовки виробництва, з іншого - техніко-економічні характеристики проєктованих технологічних процесів. Найбільш трудомісткими функціями системи ТПП, за даними підприємства серійного машинобудування, є:

- проєктування технологічних процесів, що становить 17% від загального обсягу робіт з підготовки виробництва;
- проєктування засобів технологічного оснащення - 10%;
- розробка технологічних нормативів - 14%;
- забезпечення коштами технологічного оснащення - до 35%.

На рис. 1 показано схема інформаційних зв'язків між блоками системи ТПП. Її аналіз показує велику інформаційне значення п'ятого блоку - проєктування технологічних процесів. Дійсно, тільки після розробки всіх процесів виготовлення деталей і складання виробу можна розробляти технологічні нормативи і складати відомості необхідних матеріалів, проєктувати і виготовляти технологічне оснащення, приступати до виготовлення дослідної партії виробів. По трудомісткості цих функцій складають майже 75% всього обсягу по підготовці виробництва.

З функціональної точки зору значення блоку проєктування технічних процесів також велике. Розроблені технологічні процеси визначають методи забезпечення точності при складанні і при виготовленні деталей, форму організації виробництва і, слідчий-трудомісткість процесів. Види заготовок і припуски на обробку характеризують коефіцієнт використання матеріалу при механічній обробці. Розробка уніфікованих операцій і технологічних процесів в значній мірі визначає обсяг робіт практично за завданнями ТПП. Від прийнятого рівня оснащеності, видів застосовуваної технологічної оснастки і спеціального інструменту залежить обсяг роботи в конструкторських підрозділах відділу головного технолога і в інструментальному цеху. Обґрунтоване нормування всіх елементів технологічних процесів в основному визначає собівартість виробу.

2 Основні завдання автоматизації технологічного проєктування

Однією з особливостей сучасного розвитку машинобудівного виробництва є постійне зростання обсягів і складності проєктних робіт в сфері технологічної підготовки виробництва (ТПП). Це пов'язано з наступними причинами:

- збільшується номенклатура і складність випущених машин і приладів, які характеризуються більш високою якістю, оснащеністю електронікою, використанням нових конструкційних матеріалів;
- підвищуються вимоги до якості технологічних рішень, що забезпечують конкурентоспроможність виробів за рахунок зниження собівартості продукції і підвищення її якості;
- розширюється асортимент обладнання з ЧПУ, що вимагає додаткової розробки керуючих програм і детального проєктування операційної технології;
- значно скорочуються терміни підготовки виробництва для випуску нових виробів.

У цих умовах надзвичайно важливим напрямом вдосконалення ТПП є її автоматизація, заснована на використанні різних підсистем САПР ТП, автоматизованих банків даних та експертних

систем для вирішення всього комплексу технологічних завдань.

З появою персональних ЕОМ і програмно-технічних засобів обробки графічної інформації коло розв'язуваних технологічних завдань значно розширився і стало можливим об'єднувати різні етапи конструкторської та технологічної підготовки виробництва в інтегровані системи автоматизації проектування, які називають САД-САМ-системами.

3 Рівні автоматизації проектування

Організаційно-технічні системи, орієнтовані на комплексну автоматизацію проектних робіт в сфері технологічної підготовки виробництва, в даний час називають САПР ТП. Однак вони на різних підприємствах можуть істотно відрізнятися один від одного, і в першу чергу, за рівнем автоматизації.

Автоматизація низького рівня - коли автоматизовано тільки оформлення технологічної документації (маршрутні, операційні карти і інші документи) - Бланки технологічних карт виводяться на екран монітора, і технолог в режимі діалогу заповнює цей документ, використовуючи заздалегідь підготовлені форми, формулювання операцій і переходів і відомості про технологічному оснащенні, що подаються в електронному вигляді.

Автоматизація середнього рівня - досягається, коли додатково створюються і використовуються бази даних, проектні та розрахункові модулі. Чим більше заповнена база даних, тим ефективніше починає працювати САПР ТП. Робота проектних модулів заснована на використанні інформаційно-пошукової системи (ІПС), при цьому умови пошуку формує технолог, використовуючи режим діалогу на етапі введення вихідної інформації та оцінки проміжних і остаточних рішень.

Розрахункові модулі, наприклад модулі розрахунку припусків, розрахунку режимів різання і норм часу, починають працювати, коли сформовані бази даних з нормативно-довідковою інформацією (рис. 1.2).

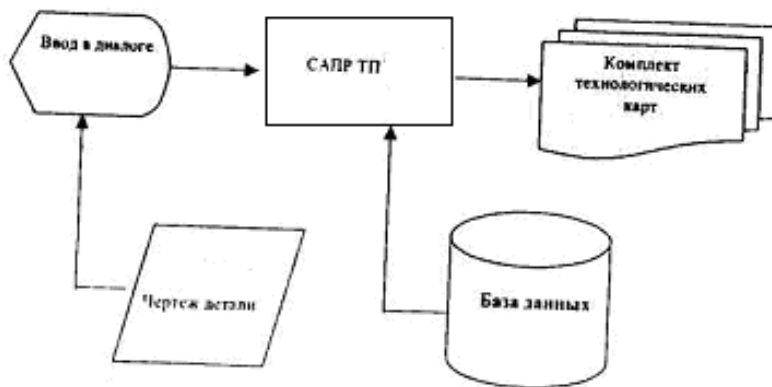


Рисунок 1.2 - Автоматизація проектування ТП при ручному введенні інформації про деталі

Автоматизація високого рівня - досягається при заповненні бази даних. У цьому випадку стає можливим автоматизоване прийняття складних логічних рішень, пов'язаних, наприклад, з вибором структури процесу і операцій, призначенням технологічних баз і іншими подібними завданнями. Процес прийняття таких рішень повністю автоматизувати не вдається, тому режим діалогу частково залишається на третьому рівні автоматизації.

Проектування в САПР ТП являє собою складний процес переробки конструкторської інформації, заданої в кресленні деталі, в технологічну, яка потім фіксується в технологічній документації.

Найбільший ефект від застосування систем третього рівня досягається при спільному використанні підсистем автоматизації конструювання (САПР К) і технологічного проектування (САПР ТП). Для цього використовуються спеціальні програмні комплекси-конвертори, які перетворюють

графічні моделі деталей, представлені у вигляді файлів формату передачі даних IGES або STEP (стандарт ISO 10303) в масив даних про конструкторсько-технологічної інформації про деталі, необхідної для вирішення всього комплексу завдань в рамках САПР ТП (рис.1.3).

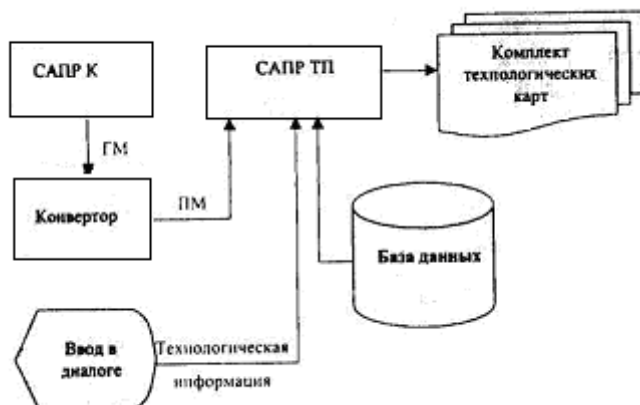


Рисунок 1.3 - Автоматизація проектування ТП при використанні графічних моделей деталей.

Методичні підходи опису геометричних об'єктів і складання вихідних програм носять загальний характер. Кожна з існуючих САП, маючи свої переваги і недоліки, відрізняється від інших операторами вхідного мови, відповідними встановленим в них синтаксису, однак методичні підходи опису геометричних об'єктів і розробки програм є аналогічними описаним вище.

САП входять до складу автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва для ГПС. Цю систему необхідно мати вже на першому рівні автоматизації ГАУ.

З урахуванням особливостей систем управління і технологічної підготовки виробництва САП в умовах ГАУ повинна відповідати таким вимогам:

- дозволяти вести розробку керуючих програм безпосередньо за кресленням деталі без наявності технології;
- надавати можливість контролю керуючих програм в процесі їх розробки без виходу на верстати з ЧПУ;
- надавати можливість опису обробки деталі мінімальною кількістю операторів.

Якщо креслення деталі виконаний за допомогою системи автоматизованого проектування, то при розробці керуючих програм використовується математичний опис геометрії деталі (математична модель) шляхом її непосредственного сприйняття САП. У цьому разі робоче місце технолога-програміста пов'язане з інтегрованою САПР більш високого рівня (системою CAD CAM)

Лекція №2. Сучасні напрямки автоматизації підготовки виробництва виробів

Питання:

1. Інтегровані системи підготовки виробництва
2. CAD / CAM-система SIMATRON
3. Комплексна система автоматизації технологічної підготовки виробництва TECHCARD

1 Інтегровані системи підготовки виробництва

Серійне виробництво відрізняється значною трудомісткістю робіт з технологічної підготовки,

викликані частою сменяемістю об'єктів виробництва та великою номенклатурою виготовлених деталей.

При використанні верстатів з ЧПУ в багато-виробництві з часто мінливою номенклатурою виробів, що випускаються (ВЕРСТАТОІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ, експериментальні, ремонтні виробництва) машинобудівні підприємства відчувають величезні труднощі в технологічній підготовці виробництва. Це викликано тим, що для розробки УП потрібно детальна розробка технологічної операції (розбивка на переходи і проходи, розрахунок величин робочих і холостих ходів, а також траєкторії переміщених інструменту). Разом з тим в роботі технолога-програміста велику частку займає нетворчих працю:

- інформаційно-пошукові роботи, до яких можна віднести збір необхідної інформації про верстати, сортаменті заготовок, інструменті, пристроях, режимах обробки і т.п. ;
- розрахунки між операційних припусків, режимів різання, норм часу, норм витрати матеріалів і ін. ;
- робота з оформлення технологічної документації.

До творчої роботи технолога-програміста відноситься вибір технологічних баз, маршруту обробки, структури операції, виду технологічеський оснастки. Ця робота важко піддається формалізації. Прагнення до скорочення тривалості циклу підготовки виробництва привело до розробки маршрутних технологічних карт замість операційних або до розробки тільки технологічних маршрутів. Проте в цьому випадку не гарантується оптимальність технологічного процесу обробки і якості виробів, так як багато питань обробки і контролю деталей вирішуються робочим-оператором або майстром, а правильність цих рішень визначається їх знаннями та досвідом.

Одне з найважливіших напрямків підвищення рівня розв'язуваних технологічних завдань на сучасному етапі - використання комп'ютерів для технологічної підготовки виробництва. Концепція використання комп'ютерних технологій в підготовці виробництва заснована на автоматизації нетворчих робіт і зосередження праці технолога-програміста на вирішенні складних інженерних завдань. Технолог повинен працювати з комп'ютером в режимі діалогу, використовуючи його для виконання необхідних розрахунків. Такий підхід до вирішення завдань технологічній підготовки дозволяє підвищити творчу віддачу технолога.

Найбільший ефект від використання комп'ютерних технологій можна отримати при комплексному вирішенні конструкторських і технологічних завдань - використання інтегрованих систем автоматизованого проектування CAD / CAM.

В даний час існує велика кількість інтегрованих CAD / CAM систем, в яких геометрична інформація з робочого креслення деталі використовується для автоматизованого програмування обробки на верстатах з ЧПУ. Це CIMATRON, SolidWorks / CAMWorks, UNIGRAPHICS, DELCAM і ін.

При використанні систем CAD / CAM для вирішення зазначених завдань слід відзначити наступні тенденції:

- прагнення до високого ступеня автоматизації виконуваних робіт;
- зменшення кількості вхідних параметрів і скорочення витрат на підготовку вихідних даних;
- раціональне поєднання при проектуванні інтерактивного і алгоритмічного методів шляхом формалізації окремих кроків при роботі в діалоговому режимі;
- високий рівень інтелектуалізації інтерфейсу;
- широке використання засобів графічного побудови та контролю.

Прояв цих тенденцій виражається в автоматичному розрахунку геометрії і технологічних режимів

різання з оптимізацією часу обробки, застосування стандартних підпрограм, використанні принципу інтегрованої системи підготовки виробництва, при якому одні й ті ж вихідні дані використовуються багаторазово для вирішення завдань конструювання різних деталей, розробки нових технологічних процесів, підготовки керуючих програм.

Загальна схема інтегрованої системи підготовки виробництва приведена на рис. 2.1. Вихідні дані для вирішення завдань конструювання, розробки технологічної документації і керуючих програм в таких системах вводяться один раз на першому етапі, а додаткові дані задаються проектувальником при роботі в режимі діалогу. Перевага такого підходу полягає в тому, що трудомістке опис деталі проводиться один раз, а використовується багаторазово. Це дозволяє скоротити трудомісткість підготовки вихідних даних і зменшити ймовірність появи помилок суб'єктивного характеру. Використання інтегрованих систем CAD / CAM особливо ефективно при підготовці виробництва та програмуванні обробки геометрично складних деталей. Створенню таких систем повинні передувати роботи з уніфікації конструктивних рішень та впорядкування процесів конструювання і технологічної підготовки. Доцільно застосування спеціалізованих (об'єктно-орієнтованих) інтегрованих підсистем для конструювання, розробки технології і УП виготовлення деталей однорідних технологічних груп.

Структурна схема автоматизованого проектування і виготовлення деталей на верстатах з ЧПУ приведена на рис.2.2

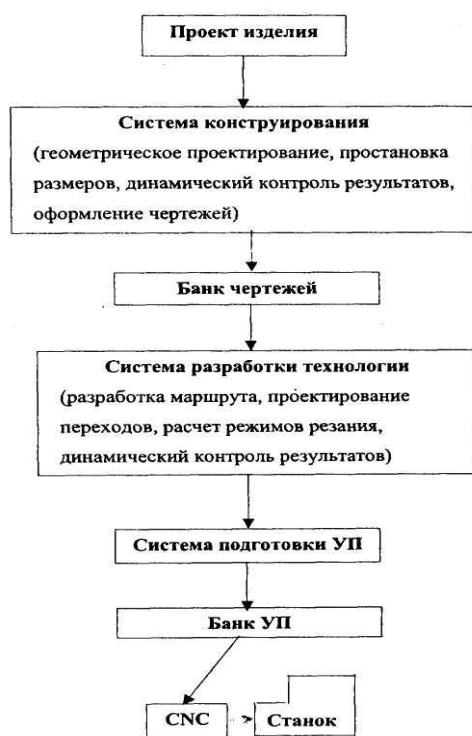


Рис.2.1- Загальна схема структури інтегрованої системи підготовки виробництва



Рисунок 2.2 - Структура системи проектування і виготовлення деталей на верстатах з ЧПУ

Головним напрямком комплексної автоматизації промислового виробництва в останні роки стало широке впровадження сучасних комп'ютерних технологій, особливо в сфері технічної підготовки виробництва. Використання інтегрованих САПР (CAD / CAM / CAE-систем) дозволяє автоматизувати всі етапи проектування, конструювання та технологічної підготовки виробництва. Причому автоматизація проектування технологічних процесів в цих системах є продовженням

процесів тривимірного моделювання виробів, інженерних розрахунків автоматизованого отримання креслень, управління проектами і технічним документообігом.

Незважаючи на велике різноманіття САПР на ринку інформаційних технологій, стосовно автоматизації технологічної підготовки виробництва найбільшого поширення набули системи TECHCARD (розробник - НВП «Інтермех», Білорусь), T-FLEX / Техно Про (розробники - фірми «Топ Системи» і «Вектор», Росія) і КОМПАС-АВТОПРОЕКТ (фірма АСКОН, Росія). Ці системи в більшій мірі, ніж інші САПР, враховують специфіку і традиції технологічної підготовки виробництва, що склалися в країнах СНД.

Всі ці системи мають подібні за призначенням модулі і передбачають послідовну передачу даних від систем автоматизованого конструювання до технологічного проектування, що включає розробку технологічних процесів, проектування оснащення та управляючих програм для верстатів з ЧПУ.

2 CAD / CAM-система CIMATRON

Система Cimatron. це інтегрована CAD / CAM система, надає повний набір засобів для конструювання, аналізу, черчення і підготовки управляючих програм для верстатів з ЧПУ. Зручність і швидкість освоєння системи, простота в навчанні, єдиний для всіх підсистем і дружественний інтерфейс, інтелектуальна обробка помилок, гнучкість і єдина база даних. ось деякі з найбільш важливих властивостей системи Cimatron.

Додаткові функції можуть бути розроблені на мові програмування Сі з використанням великої бібліотеки підпрограм.

Cimatron може обмінюватися даними з іншими CAD / CAM системами за допомогою стандартної інтерфейс даних, таких як IGES, VDA, DXF, DWG, PTC, ACIS, STEP, JAMA-IS, а також інших.

Cimatron функціонує на IBM-сумісних персональних комп'ютерах з процесором Pentium / Pentium Pro під управлінням Windows NT (Sp3 і вище), Windows 2000 і Windows 98.

Модульна структура програмного забезпечення дозволяє ВИБІР необхідної конфігурації.

За допомогою Cimatron можна:

- Створити плоску (2D) геометрію в модулі Ескізнюк (Sketcher).
- створити Деталь (Part) в підсистемі моделювання деталей.
- Створити складальну одиницю (Збірку), що складається з інших складальних одиниць (підборок) і деталей, використовуючи підсистему Складання (Assembly).
 - Автоматизувати процес проектування прес-форм з використанням підсистеми Проектування Прес-форм (MoldDesign).
 - створити Каталог (Catalog) деталей.
 - використовувати підсистему Електрод (Electrode) для автоматизації проектування електродів для електроерозійної прошивної обробки ..
- Створити креслення в підсистемі Креслення (Drafting).
- Підготувати керуючу програму для фрезерних / свердлильних операцій на верстатах з ЧПУ (NC)
- використовувати Засоби розробки додатків користувача Cimatron (Software Development Kit) для створення Ваших власних додатків.

Комп'ютерна модель виробу в Cimatron IT

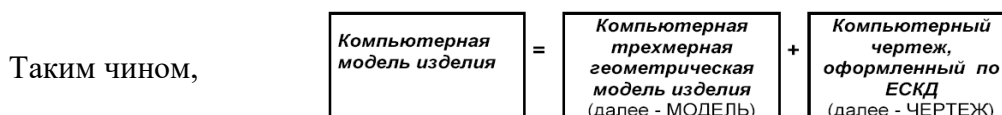
Основним документом, необхідним для однозначного опису спроектованого виробу, за існуючими стандартами є креслення.

Традиційні засоби створення креслення орієнтовані на створення плоских проекцій віртуальної моделі виробу, які оформляються відповідно до діючих стандартів.

Віртуальна модель виробу може існувати тільки в уяві конструктора, і для її графічного опису створюються проекційні види, розрізи, перерізи, які можна виконати з використанням звичних інструментів (олівця, лінійки, циркуля). При цьому навіть досвідченому конструктору не вдається повністю уникнути помилок, усунення яких перетворюється в болісну рутину.

Застосування двовимірної САД системи лише автоматизує традиційний процес створення креслення, але не виключає появу згаданих вище помилок. Конструктор приречений на опис виробу за допомогою проекцій, за якими в подальшому при читанні креслення відтворюється модель виробу.

Cimatron дозволяє створити комп'ютерну тривимірну геометричну модель виробу, існуючого в уяві конструктора, доповнювати і змінювати цю модель, показати її з потрібним ступенем деталізації колегам і замовнику. При цьому віртуальна модель об'єкта документується (тобто запам'ятовується в файлі) і починає існувати поза уяви конструктора. Ця обставина дозволяє перенести тяжкість розробки нового виробу в сферу створення його тривимірної моделі, так як створення креслень при наявності моделі виконується досить просто і, як правило, зводиться до додавання негеометричних інформації і до оформлення креслень відповідно до стандартів, що не викликає особливих проблем. Крім того, оскільки креслення будується на основі проекцій моделі на площину креслення, зберігається асоціативний зв'язок креслення з моделлю,



У Cimatron ІТ модель і креслення містяться в одному * .pfm файлі, при цьому і модель і креслення можуть мати посилання на інші * .pfm - файли.

3 Комплексна система автоматизації технологічної підготовки виробництва TECHCARD

4.1

Система TECHCARD, розроблена в НПП «Інтермех» (м.Мінськ), включає в себе базове програмне забезпечення для реалізації завдань технологічного проектування та інформаційне забезпечення для різних видів виробництва. Базовий комплект поставки системи содержит наповнені бази даних на такі види виробництва, як механічна обробка, зварювання, складання, термообробка, гальваніка, фарбування, консервація, холодне штампування, лиття.

До складу TECHCARD входять системи, які можуть функціонувати як автономно, так і в загальному комплексі. Комплексна організація системи дозволяє уніфікувати методи проектування, використовувати єдину базу даних, спрощує освоєння і використання системи. TECHCARD включає в себе:

- систему організації та ведення архіву конструкторської та технологічної документації, що дозволяє централізовано зберігати документацію і забезпечує зв'язок між конструкторськими і технологічними службами;
- окреме автоматизоване робоче місце расцеховщика, призначене для проектування расцеховочного маршрутів і створення зведених відомостей;
- систему автоматизованого проектування технологічних процесів (ТП) обробки деталей для різних видів виробництва, що забезпечує формування комплекту технологічної документації;

- систему автоматизованого проектування і оформлення операційних ескізів та інших зображень, використовуваних в технологічних документах. (TECHCARD може працювати з ескізами створеними в AutoCAD, AutoCAD LT, SolidWorks і в ряді інших систем.

Інформаційне забезпечення системи включає в себе базу даних технологічного призначення:

- ілюстрований класифікатор і паспортні дані обладнання, а також способи його розміщення по цехах і ділянках;
- ілюстрований класифікатор і анкети технологічної оснастки (пристроїв, різального, допоміжного, вимірювального інструмента);
- застосовувані основні і допоміжні матеріали і види заготовок із зазначенням сортаменту;
- технологічні операції згідно з класифікатором і відповідні їм параметри, сценарії до операцій і прив'язки;
- типові переходи і сценарії до переходів;
- довідкові дані для заповнення параметрів операційної технології;
- нормативно-довідкову інформацію, представлену у вигляді технологічних таблиць і формул, для автоматизованого розрахунку режимів обробки і визначення норм часу на переходи операції (в процесі проектування з залученням вбудованої експертної системи);
- бібліотеку типових технологічних процесів на різні види виробництв.

Вже згадана система забезпечує реалізацію наступних основних завдань:

- перегляд конструкторського архіву за складом виробів, ведення супровід архіву документів (креслень, специфікацій, технологічних процесів, текстових документів і т.д.), організацію різних вибірок, складання звітів;
- створення будь-яких нових і редагування наявних в базі даних форм бланків технологічної документації;
- проектування технологічного процесу обробки літали для різних видів виробництв в діалоговому режимі; - надання гнучкої підсистеми розрахунків: розрахунки виконуються по налаштованим сценаріям із залученням вбудованої експертної системи, що використовує базу даних, технологічні таблиці і формули;
- проектування технологічного процесу обробки деталі;
- автоматизоване складання і редагування операційних ескізів із забезпеченням передачі параметрів технологічного процесу в графічну систему і отриманням в складі одного бланка (операційної карти) тексту і графічного зображення; - перегляд комплексу документів з можливістю внесення зауважень, управління оформленням і висновком комплексу на друк;
- ілюстрування графічними зображеннями класифікаторів, довідників, сценаріїв, анкет оснащення і паспортів обладнання;
- формування зведеної відомості матеріалів на виріб і відомості расцеховочного маршрутів;
- формування діаграми зведених післяопераційних норм часу на виріб (вузол).

Послідовність роботи при проектуванні техпроцесу. До моменту початку проектування ТП в архіві вже повинна знаходитися інформація по конструкторському документу. Ці відомості, серед яких позначення і найменування деталі, марка матеріалу, маса, передаються в модуль проектування ТП при створенні нових технологічних процесів.

Залежно від того, як організована технологічна підготовка виробництва на підприємстві, користувач може або відразу приступити до проектування техпроцесу, або попередньо створити расцеховочномаршрут на деталь. Якщо створенням расцеховок займається спеціальна служба, то для цього може бути використано окреме робоче місце расцеховщика, вартість якого значно менше робочого місця технолога.

Лекція №3 CAD / CAM-система: SolidWorks CAMWorks

Питання:

1. SolidWorks - світовий стандарт автоматизованого проектування
2. CAMWorks - механообработка для SolidWorks

1 SolidWorks - світовий стандарт автоматизованого проектування

Розробником САПР SolidWorks є SolidWorks Corp. (США), незалежний підрозділ транснаціональної корпорації Dassault Systemes (Франція) - світового лідера в області високотехнологічного програмного забезпечення. Розробки SolidWorks Corp. характеризуються найвищими показниками якості, надійності і продуктивності, що в поєднанні з кваліфікованою підтримкою робить САПР SolidWorks кращим рішенням для промисловості.

ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ.

Комплексні рішення SolidWorks базуються на передових технологіях гібридного параметричного моделювання.

Твердотельное і поверхневе параметричне моделювання
двунаправленна асоціативність моделі і креслення; управління моделлю і пошук елементів за допомогою дерева конструювання Feature Manager; можливість створення декількох виконань виробу в єдиному файлі моделі;

багатотільних деталі; створення масивів елементів - кругових і лінійних, керованих таблицями і ескізами;

моделювання поверхонь: обрізка, подовження і зшивання, перетворення замкнутого обсягу поверхонь в тверде тіло; вирізи і додавання матеріалу з використанням поверхонь;
створення допоміжних площин, осей, координатних систем, кривих, ескізів, 3D-сплайнів;
використання технологій Windows: контекстні меню, cut-and-paste, drag-and-drop.

проектування деталей

єдина бібліотека фізичних властивостей матеріалів, текстур і штриховок;

моделювання на основі об'ємних елементів; управління історією побудови моделі; ручне та автоматичне образмеріваніє; динамічний внесення змін в режимі реального часу;

технологія (SWIFT™): за допомогою функцій SketchXpert, FeatureXpert, FilletXpert, DraftXpert, і MateXpert автоматично визначаються і вирішуються проблеми, що виникають при моделюванні у початківців користувачів;

моделювання просторових трубопроводів і каналів з Використання 3-х мірних ескізів;

використання бібліотек стандартних елементів; автоматична генерація отворів з Цековки, зенковкой, різбових і т.п.

проектування зборок

робота в контексті збірки; проектування "знизу вгору", "зверху вниз";

взаємне визначення положення деталей у складі зборки, автосопряження (SmartMates), автокріпежі (SmartFasteners);

спеціальний режим для роботи з великими збірками (десятки / сотні тисяч компонентів); легковагі збірки і підзборки;

кругові, лінійні і похідні масиви компонентів, вирізи і отвори як елементи збірки;

об'єднання деталей зборки в одну, зварювання в збірці;

можливість контекстної підміни компонентів, реструктуризація збірок (формування і розпуск підзборок).

Проектування виробів з урахуванням специфіки виготовлення

Листовий матеріал - отримання розгортки, в тому числі для циліндричних, конічних і лінійчатих листових деталей; моделювання "від деталі до розгортці" і "від розгортки до деталі"; автоматичне додавання вирізів для зняття напружень в гострих кутах; поповнюються бібліотеки

стандартних виштамповок і вирізів в листових деталях; настроюються таблиці згинів;

Прес-форми і штампи - аналіз ухилів; формування ліній та поверхонь роз'єму; автоматична генерація матриці і пуансона; завдання ізотропної і анізотропної усадки при проектуванні ливарних і прес-форм;

Зварні конструкції - проектування рамних або ферменних конструкцій по довільному набору плоских або тривимірних ескізів в файлі деталі; використання специфічних конструкційних елементів: оброблення під зварювання, кінцеві заглушки, косинки і елементи зварювального шва.

Експрес-аналіз міцності деталей і кінематики механізмів

визначення напружень, деформацій, розрахунок коефіцієнта запасу міцності (SolidWorksSimulationXpress) імітація роботи механізмів, пошук взаємопроникнень і аналіз колізій між ланками; контактні взаємодії, гравітація, пружини, кулачки.

оформлення креслень

автоматичне створення креслярських видів за 3D моделі: розрізи, перетини (прості, ступінчасті і розгорнуті), місцеві види, изометрія; шаблони креслень з зумовленими креслярськими видами;

повна підтримка вимог ЕСКД; допуски і посадки з вбудованою бази даних;

створення багатолстових креслень, перенесення і копіювання видів з листа на лист; легковагі креслення;

автоматичне відображення розмірів моделі, простановка довідкових розмірів та іншої інформації (шорсткість, допуски відхилення форм, бази);

настройка на стандарти підприємства з використанням блоків, форматок, написів; автоматичне заповнення основного напису і специфікації (найменування, позначення, матеріал і т.д.)

трансляція даних

більше 20 вбудованих трансляторів (IGES, VDAFS, STEP, Parasolid, ACIS, STL, VRML, DXF, DWG, Pro / ENGINEER, CADKEY, Uni-graphics, Solid Edge, Inventor, AutoCAD, Mechanical Desktop, Adobe PDF і т.д.);

редагування і автоматична зшивання імпортованих поверхонь;

доступного режиму для користувачів AutoCAD (модуль XchangeWorks), імпорт і експорт креслень з AutoCAD зі збереженням кольору, шрифтів і шарів.

Інтерфейс прикладного програмування

запис і відтворення макросів;

вбудований редактор проектів Visual Basic for Applications;

написання призначених для користувача програм на Visual Basic, Visual C ++ і інших об'єктно-орієнтованих мовах.

SolidWorks існує в трьох конфігураціях:

власне SolidWorks;

SolidWorksProfessional;

SolidWorksPremium.

Основні функціональні особливості показані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Можливості проектування

Гібридне параметричне моделювання: 2D і 3D ескізи, тверді тіла (бобишки і отвори, елементи по перетинах і траєкторією, заокруглення, фаски і т.д.), поверхні (зшивання, обрізування, подовження, скруглення, стикування по 2-й похідної), довідкова геометрія (площині, осі, системи координат); дерево конструювання; робота з конфігураціями; масиви елементів; двунправленна асоціативність моделі і креслення; технології Windows: drag-and-drop, cut-and-paste, контекстні меню, спливаючі підказки.

Проектування деталей: єдина бібліотека фізичних властивостей матеріалів, текстур і штриховок; моделювання на основі об'ємних елементів; управління

історією побудови моделі; ручне та автоматичне образмеріваніе; динамічний внесення змін в режимі реального часу.

Проектування збірок: проектування "знизу вгору" і "зверху вниз", контекстне редагування, автосопряження, режим для роботи з великими збірками; масиви компонентів, вирізи і отвори в контексті збірки; об'єднання і поділ деталей; контекстна заміна компонентів, реструктуризація збірок.

Проектування виробів з урахуванням специфіки виготовлення: Листовий матеріал - побудова розгортки; моделювання "від деталі до розгортки" і "від розгортки до деталі"; вирізи для зняття напружень; настроюються таблиці згинів; Прес-форми і штампи - аналіз ухилів; лінії і поверхні роз'єму; генерація матриці і пуансона, знаків, повзунів і т.д .; Зварні конструкції - проектування рамних або ферменних конструкцій по набору 2D або 3D ескізів; оброблення під зварювання, заглушки, косинки і ін. елементи.

Бібліотека проектування: конструктивні елементи, стандартні деталі (кріплення по ГОСТ), стандартні вузли, елементи листових деталей і т.п .; майстер отворів (з Цековки, зенковкой, гладкі, нарізні).

Експрес-аналіз: масово-інерційні характеристики, імітація роботи механізмів, аналіз інтерференції; контактні взаємодії, гравітація, пружини, кулачки; MoldflowXpress: аналіз вилита прес-форм; SolidWorks Simulation Xpress: визначення напружень, деформацій, розрахунок коефіцієнта запасу міцності.

Оформлення креслень по ЕСКД: створення креслярських видів за 3D моделі: розрізи, перерізи, місцеві види і т.п .; автообразмеріваніе, простановка баз, шорсткостей, допусків на розміри, відхилень форми; нанесення технічних вимог, створення таблиць, автоматичне заповнення основного напису.

Трансляція даних: транслятори IGES, VDAFS, STEP, Parasolid, ACIS, STL, VRML, DXF, DWG, Pro / ENGINEER, CADKEY, Unigraphics, Solid Edge, Inventor, AutoCAD, MDT, IDF, PDF.

API SDK - API Help, макроси, редактор VBA, підтримка Visual C ++ і ін. Мов.

DWGEDitor - програмне забезпечення, призначене для виконання таких функцій, як відкриття, редагування, збереження, друк dwg файлів, створених за допомогою будь-яких інших програмних комплексів. Система дозволяє працювати як з 3D-моделями в форматі dwg / dxf, так і виконувати ряд конструкторсько-технологічних завдань, які потребують застосування 3D-моделювання. При цьому коректно зачитуються шрифти, технічні вимоги, розміри, параметри шорсткості, позначення базової поверхні та ін. При відкритті dwg файлів зберігаються такі параметри, як колір і товщина геометричних об'єктів, програма коректно переносить необхідні шари. Виконання найпростіших геометричних побудов за допомогою альтернативно розташованих команд є однією зі складових програмного забезпечення. Кожна мережева ліцензія.

eDrawings - створення інтерактивних моделей і креслень в форматах EXE, HTML і STL; перегляд і друк документів SolidWorks та інших САПР.

Toolbox - бібліотеки стандартних виробів (кріплення, підшипники, прокатний сортамент, кулачки, шківни, шестерні і т.п. по стандартам ГОСТ, ISO, ANSI, BSI, DIN, JIS, CISC, PEM®, SKF®, Torrington®, Truarc® , Unistrut®), автокріпежі, проектувальні розрахунки балок і підшипників.

FeatureWorks - розпізнавання імпортованої геометрії.

Utilities - поелементне порівняння деталей.

Task Scheduler - планувальник завдань (групова друк, імпорт / експорт файлів, запуск програм і т.п. згідно з розкладом).

PhotoWorks - створення фотореалістичних растрових зображень по 3D моделям з урахуванням текстур, освітлення і т.п.

Animator - створення мультиплікації (анімації) на основі 3D моделей.

3D Instant Website - створення інтерактивних 3D моделей для ІЕТР або публікації в Інтернет.

eDrawings Professional - перегляд і узгодження документів (червоний олівець, простановка розмірів, динамічний перетин, авторазнесені збірок, перегляд конфігурацій моделі, масово-інерційних характеристик, результатів експрес-аналізу COSMOSXpress, MoldflowXpress).

Routing - проектування трубопроводів і електроджгутів з використанням бібліотек стандартних елементів.

SolidWorks Simulation - розрахунок на міцність конструкцій в пружною зоні, постановка і рішення контактних задач, розрахунок збірок; спадкоємність результатів розрахунків Simulation Xpress.

SolidWorks Simulation - рішення задач кінематики та динаміки.

2 CAMWorks - механообработка для SolidWorks

CAMWorks - одна з найдосконаліших і інтелектуальних систем для створення керуючих програм по механообробці твердих тіл. У CAMWorks реалізована повна асоціативність з усіма змінами геометрії в середовищі SolidWorks. CAMWorks є золотим партнером SolidWorks, що означає:

- Дерево механообробки CAMWorks, є одним помахом клавіші миші з середовища SolidWorks. Генерація траєкторії інструменту здійснюється, не покидаючи середовища SolidWorks.
- Для генерації траєкторії інструменту CAMWorks використовує геометрію моделі, створену в SolidWorks. Таким чином, користувач може бути впевнений, що він обробляє ту ж саму деталь, яка була змодельована.
- Виняток втрати часу і точності при використанні стандартних трансляторів, таких як IGES або SAT.

Простота використання

CAMWorks використовує інтерфейс SolidWorks, що значно полегшує навчання і роботу. Дерево механообробки CAMWorks побудовано аналогічно дереву побудови елементів SolidWorks Feature Manager. Елементи Древа можуть бути розгорнуті, переміщені, перейменовані і пригнічені використовуючи ті ж процедури, що і в SolidWorks. Крім того, є можливість використання діалогової допомоги, керівництва для початківців, навчальних методик, що допоможе користувачеві генерувати керуючі програм і коди, починаючи буквально з першого дня освоєння системи.

Кращий в своєму класі

CAMWorks - кращий вибір в своєму класі для тих користувачів, які хочуть використовувати оптимальну систему моделювання (SolidWorks) і інтелектуальну систему механообробки

Інтелектуальна механообробка

CAMWorks включає в себе Технологічну базу даних, що дозволить Вам аналізувати і зберігати параметри використовуваних підходів і методів механічної обробки. Збережені дані можуть викликатися і використовуватися в CAMWorks для полегшення і прискорення процесу генерації траєкторій різання і їх передачі на верстати з ЧПУ в вигляді машинних кодів. Можливість ручної корекції автоматичних функцій означає, що користувач завжди може контролювати коректність процесу створення керуючої програми. Крім того, CAMWorks автоматично генерує технологічні операції і геометрію заготовки.

Технологічна база даних

CAMWorks поставляється з Технологічною базою даних, яка містить найбільш поширені елементи, необхідні при підготовці керуючих програм. Ці бази даних є редагованими, Користувач при бажанні може змінити будь-які необхідні елементи або додати нові, а також співвіднести наявні бази даних із існуючими на конкретному підприємстві. Технологічна інформація, що міститься в Базі даних, підрозділяється на наступні категорії:

- Верстати. Можуть бути занесені характеристики всіх верстатів с ЧПУ вашого парку і пов'язаних з ними стійок (контролерів).
- Інструменти. Поповнювана бібліотека може містити набір інструментів і пристосувань конкретного цеху або підприємства.
- Інформація про параметри різання, матеріалами заготовки та різального інструменту для розрахунку подачі різання і швидкості обертання шпинделя.
- Елементи і операції. Операції і їх поєднання для кожної комбінації типів оброблюваних елементів, кінцевих умов і розмірів.

Автоматичне розпізнавання елементів

CAMWorks є елементно-орієнтованою системою для механічної обробки. Для того, щоб зробити його ще більш потужної, CAMWorks надає можливість автоматичного розпізнавання багатьох оброблюваних елементів.

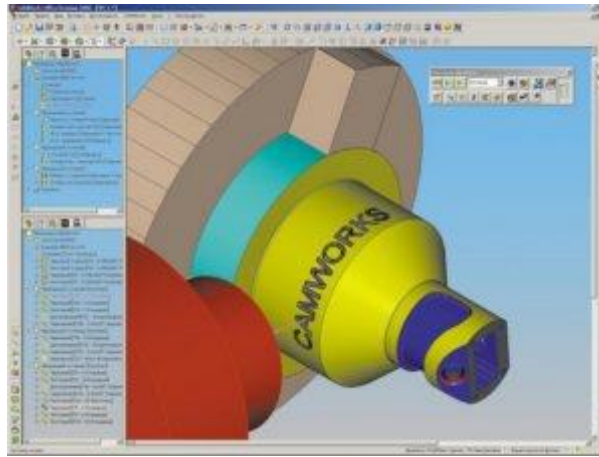
- Функція Автоматичного розпізнавання елементів (Are) аналізує форму деталі і намагається розпізнати оброблювані елементи такі, як точіння по зовнішньому профілем, торці, отвори і канавки.
- Are розпізнає елементи в моделі деталі SolidWorks або на імпортованих твердотільних деталях.
- Are допоможе зберегти значну частину часу, автоматично визначаючи елементи моделі.

Елементи інтерактивного контуру

Для визначення елементів, які не розпізнаних автоматично, CAMWorks надає інтерактивний Майстер контурів. Процес визначення елементів подібний аналогічного в SolidWorks. Цей Майстер проводить користувача через визначення оброблюваних елементів, наприклад, зовнішні і внутрішні канавки. Елементи можуть модифікуватися в будь-який час шляхом додавання / видалення фрагментів і оброблюваних областей.

Елементи 3-осьовий обробки

Елементи 3-осьовий обробки вибираються інтерактивно, вказуючи поверхні для обробки і обмежують поверхні.

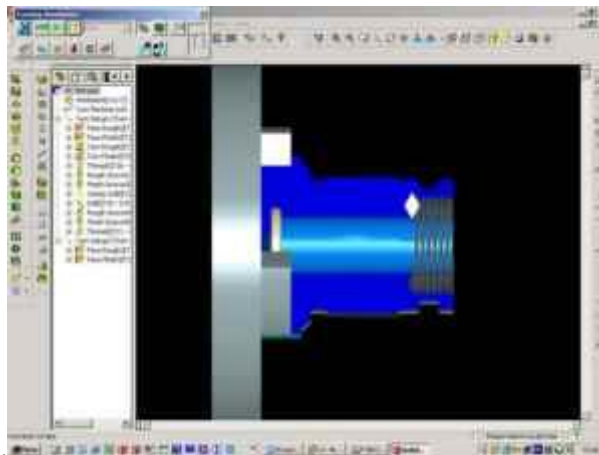


- Можливі чотири варіанти вибору: індивідуально, "у вікні", прилеглі поверхні, вибір за все.
- Вибір зі списку контурів для зовнішніх і внутрішніх кордонів траєкторій інструменту.
- Використання копіювання для швидкого створення схожих операцій.
- Команда перевизначення використовується для модифікації створених операцій механічної обробки.

операції механообробки

Після того, як елементи, які повинні бути оброблені, визначені, автоматично генерується план обробки деталі. Операції механообробки включають чорнову і чистову обробку, свердління, і т.д. Операції пов'язані з елементами механообробки. Дерево механообробки дозволяє переглянути будь-яку бажану операцію. Перед генерацією траєкторії різання, над операціями можуть бути виконані наступні дії:

- Придушити, видалити і перейменувати.
- Об'єднати подібні операції.



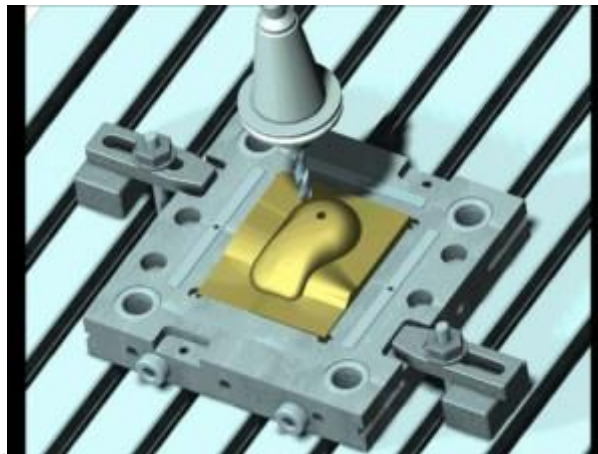
- Змінити параметри обробки.
- Додати елементи механообробки.
- Змінити порядок обробки.

2-х і 4-х осьовий точіння

2-х і 4-х осьовий точіння включає автоматичну чорнову, чистову обробку, операції по одній точці (свердління, розточування, розгортка, відведення), канавки. Алгоритми обробки використовують настройки з останніх траєкторій. Цикли різання надають швидко і безпомилкову обробку ромбічними, плоскими, круглими, відрізними різцями прямий і зворотній конфігурації.

3-х осьовий фрезерування

3-х осьовий фрезерування забезпечує швидку, безпомилкову обробку поверхонь, використовуючи сферичні, кінцеві безрадіусні і радісно фрези. Геометрія може оброблятися з припуском, заданим користувачем. Наступний алгоритм використовує дані і метод обмеження з останнього алгоритму для обробки елементів геометрії.



4/5-осьовий фрезерування

Модуль 4/5-осьовий безперервної обробки CAMWorks дозволяє створити траєкторії обробки таких складних деталей, які не можуть бути ефективно виготовлені на 3-осьових верстатах. Це можуть бути формотворчих поверхні прес-форм і штампів, гвинти, лопатки турбін, ріжучий інструмент і ін. Модуль 4-осьової безперервної обробки CAMWorks створений для оброблення різного рівня складності з обертанням заготовки як при виготовленні кулачків і розподільних валів, ходових гвинтів і лопаток

Додаткові можливості та інструменти

CAMWorks надає і кілька інтегрованих способів і візуальних засобів для підвищення зручностей роботи, наприклад:

перенумерація операцій до генерації траєкторії інструменту, з використанням технології drag and drop.

- Графічне відображення траєкторії інструменту.
- Імітація видалення матеріалу заготовки може значно знизити потребу в тестових прогонах верстата.
- Команда покрокового відображення траєкторії інструменту включає можливість відображення кожного окремого переміщення інструменту або задаючи кількість переміщень, або вибираючи все.
- Команда "Reorder Tool" призначає послідовні номери інструменту для тих технологічних середовищ, які вимагають послідовного порядку завдання номерів інструментів.
- Повністю інтегрований постпроцесор підтримує велику кількість верстатів з ЧПУ.
- Універсальний генератор постпроцесорів може бути використаний для створення постпроцесора для будь-якої керуючої стійки

Лекція №4. Технологічна підготовка виробництва деталей на верстатах з ЧПУ

Питання:

1. Особливості підготовки виробництва.
2. Розробка керуючих програм для верстатів з ЧПУ.

1 Особливості підготовки виробництва, основні етапи підготовки виробництва виробів на верстатах з ЧПУ - конструкторська і технологічна підготовка.

конструкторська підготовка виробництва деталей на верстатах з ЧПУ за обсягом і змістом робіт істотно не відрізняється від конструкторської підготовки на традиційних верстатах. При розробці конструкції виробу, що підлягає виготовленню на верстатах з ЧПУ, конструктору необхідно враховувати технологічні можливості верстатів по виготовленню складнопро-профільними і точних деталей, а також основні вимоги, що пред'являються до конструкції деталей системами автоматизованого проектування технології і керуючих програм для верстатів з ЧПУ.

технологічна підготовка виробництва деталей на верстатах з ЧПУ за змістом, обсягом і методам істотно відрізняється від технологічної підготування на верстатах з ручним керуванням і включає наступні види робіт: - відбір номенклатури деталей в залежності від складності конструкції їх точності і програми випуску;

- опрацювання креслень деталей на технологічність, спрямована на уніфікацію конструктивних елементів, забезпечення можливості використання стандартного інструменту невеликий номенклатури;
- розробка технологічного маршруту обробки заготовки деталі з урахуванням існуючого досвіду виготовлення аналогічних, вибір моделей верстатів з ЧПУ;
- розробка технологічної документації та програмних карт;
- розробка керуючих програм для верстатів з ЧПУ;
- проектування і виготовлення спеціального технологічного оснащення;
- відлагодження і коригування програм.

Основні правила побудови технологічних процесів обробки на верстатах з ЧПУ відповідають загальним принципам механічної обробки деталей. Специфічні особливості проектування зумовлені високою продуктивністю верстатів за рахунок автоматизації всього циклу обробки заготовок деталей, концентрацією обробки на одній операції без перевстановлення заготовок, більш високою точністю і ідентичністю оброблених поверхонь, необхідністю розробки керуючих програм на верстатах з ЧПУ.

Схема послідовності і особливостей технологічної підготовки обробки деталей на верстатах з ЧПУ приведена на рис. 4.1.

Технологическая подготовка изготовления деталей на станках с ЧПУ

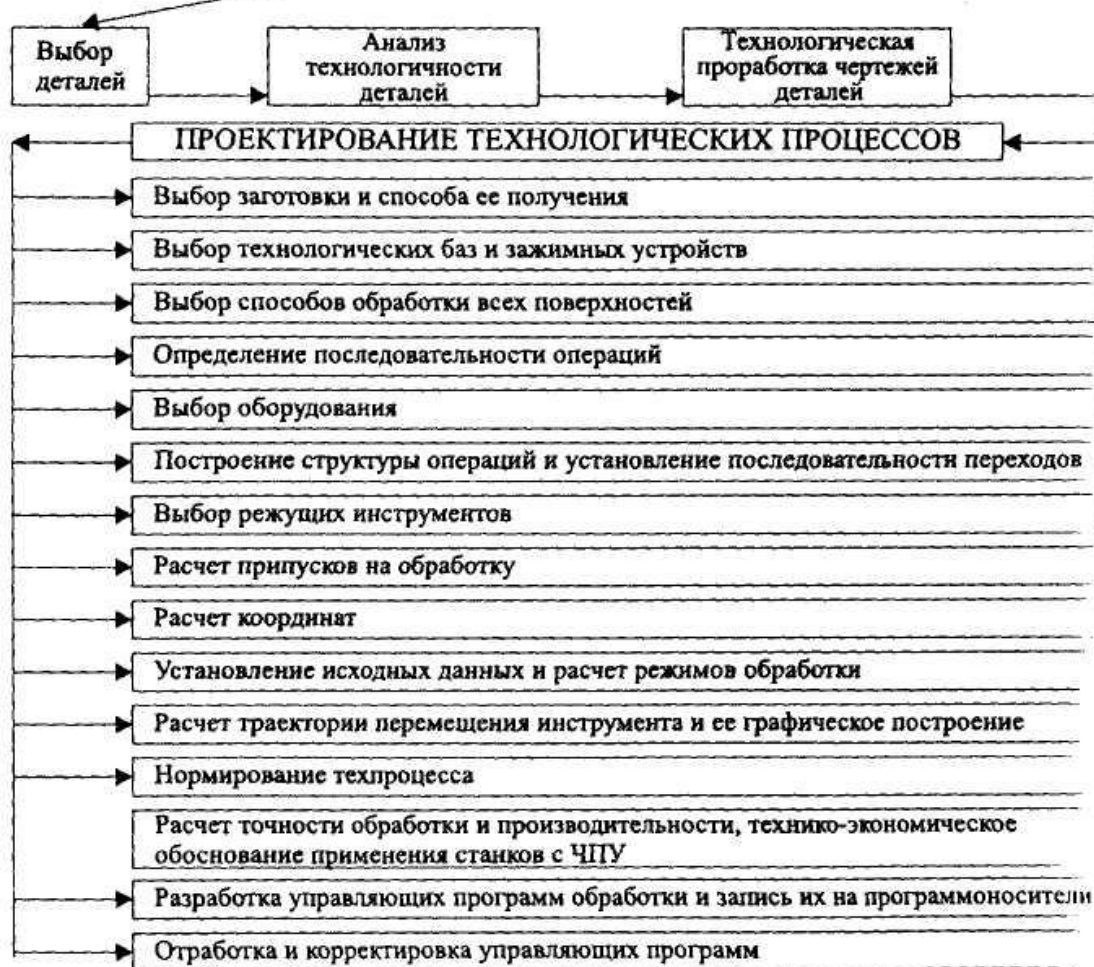


Рисунок 4.1-Схема технологической подготовки обработки заготовок деталей на верстаках с ЧПУ

Выбор деталей для обработки на верстаках с ЧПУ. Экономическая целесообразность использования верстаков с ЧПУ в первую очередь определяется номенклатурой деталей, которая устанавливается технико-экономическим расчетом путем сравнения суммарных или приведенных затрат за несколько вариантов обработки. При определении эффективности необходимо учитывать изменения, которые вносятся при использовании верстаков с ЧПУ в организацию производства. При выборе номенклатуры деталей учитываются:

- сложность конфигурации обрабатываемых поверхностей, объем и номенклатура выпуска деталей (обычно, что обработка сложных поверхностей на верстаках с контурными системами ЧПУ более эффективна, чем простых);
- точность межцентровой выдержки в деталях (с повышением точности повышается эффективность обработки на верстаках с позиционной системой ЧПУ);
- относительное размещение обрабатываемых поверхностей с точки зрения удобства выполнения технологических операций;
- обрабатываемость материала заготовки;
- возможность унификации технологических баз;
- трудоемкость обработки на верстаках без ЧПУ;
- возможность конструктивной унификации обрабатываемых поверхностей или их элементов с целью

створення умов для розробки групових процесів і уніфікованих елементів програм;

- можливість створення ділянки верстатів з ЧПУ і організації багатOVERSTATного обслуговування.

- Аналіз технологічності деталі. Основними завданнями опрацювання конструкції деталі на технологічність є:

- створення зручних баз;
- можливість заміни установок позиціями;
- перевірка відповідності проставляння розмірів вимогам розробки програми в залежності від способу відліку координат системою ЧПУ;
- створення можливості обробки максимальної кількості поверхонь одним інструментом.

Для забезпечення зазначених вимог необхідно:

- перевірити простановку розмірів на кресленнях деталей, лінійні розміри проставити від єдиних баз, тобто застосувати координатний спосіб проставляння, при необхідності вибрати координати центрів дуг сполучень поверхонь;

- форми деталей задавати поєднанням простих геометричних фігур;
- криволінійні контури і криві сполучень повинні складати прості математичні криві, краще дуги окружності;

- внутрішні радіуси сполучень контурів повинні бути одного розміру з стандартного ряду діаметрів для всіх ділянок деталей, щоб можна було вести обробку по одній програмі без зміни інструменту;

- праві і ліві деталі слід проектувати як дзеркальне відображення одне за одним, це полегшує програмування.

Вибір номенклатури деталей для обробки на верстатах з ЧПУ на підприємствах проводиться з урахуванням складності їх конструкції, серійності izdelannya, можливостей концентрації операцій, виключення розмічальних і слюсарних робіт, заміни дорогого спеціального обладнання і технологічної оснастки.

При виборі номенклатури деталей керуються тем, що використання верстатів з ЧПУ економічно виправдано:

- в одиничному, дрібносерійному і среднесерійном виробництвах, в багатономенклатурних поточних лініях, в цехах і на ділянках з непотокове характером виробництва;
- для виконання всіх видів складних операцій механічної обробки,
- для виконання робіт, що вимагають повторюваності розмірів, з жорсткими допусками як для деталей всередині однієї партії, так і в партіях деталей, оброблюваних в різний час;
- для обробки партії щодо складних деталей, де найбільш імовірні помилки верстатника;
- для виготовлення деталей машин, конструкція яких піддається змінам;
- для виготовлення деталей зі складними переміщеннями інструменту при великому питомій вазі неодружених переміщень;
- для обробки заготовок деталей, коли потрібні при виготовленні на верстатах з ручним керуванням складні копії, шаблони, пристосування, велика кількість розмічальних операцій і т. п.

На верстатах токарної групи доцільно обробляти ступінчасті вали з числом ступенів більше трьох, шестерні, кришки підшипників і циліндрів, маточини коліс, циліндри, барабани зчеплення, шківів, фланці, кільця підшипників, осьовий різальний інструмент складної форми, оправки, цанги,

деталі прес-форм і штампів та ін.

На верстатах фрезерної групи доцільно обробляти корпусні деталі, важелі і кронштейни, золотникові коробки, призми, кулачки і копіри, деталі штампів і прес-форм, пуансони і матриці штампів і прес-форм і ін. Верстати цієї групи часто використовують на першій операції для обробки поверхонь, службовців базою при подальшій обробці на обробних центрах.

На багатоопераційних верстатах свердлильно-розточний групи доцільно обробляти картери маховиків, задніх мостів, рульового управління, коробок передач і відбору потужності, корпуси редукторів і насосів, кришки редукторів і картерів, блоки циліндрів і головки блоку і інші деталі, що вимагають обробки з двох і більше боків.

Попередньо відібрані деталі піддаються аналізу на технологічність конструкції з метою:

- скорочення типорозмірів використовуваного ріжучого інструменту;
- підвищення точності базування, зменшення ступеня деформації заготовок деталей при обробці;
- зменшення обсягу слюсарно-доводочних операцій при подальшій обробці, складанні деталей і вузлів;
- зменшення кількості переустановлень заготовок і потрібної оснастки;
- скорочення часу на розрахунок і підготовку програм;
- застосування стандартного інструменту замість спеціального.

При опрацюванні на технологічність слід враховувати наступне:

- отвори деталей, оброблюваних на верстатах свердлильно-розточний групи, повинні бути, по можливості, уніфіковані за діаметрами, фаскам, різьбленням і інших елементів;
- конструкція деталей повинна забезпечувати швидке і зручне їх закріплення на верстаті. У конструкції деталей, оброблюваних на фрезерних, свердлильних, розточувальних верстатах з ЧПУ, що не мають елементів зовнішнього або внутрішнього контура, які могли б бути використані для базування, необхідно передбачати два максимально рознесених по габариту заготовки деталі базових отвори, розташованих в допустимих місцях зони вільного доступу ;
- для скорочення типорозмірів ріжучого інструменту сполучення зовнішніх і внутрішніх поверхонь повинні здійснюватися, якщо можливо, однаковими (типовими) для даної деталі радіусами;
- на деталях типу тіл обертання розміри фасок і канавок повинні бути, по можливості, уніфікованими;
- для скорочення витрат на програмування бажано спрощення геометричних образів, тобто деталь повинна містити однотипні геометричні елементи, що містять ділянки прямих, дуг кіл та інших нескладних кривих другого порядку;
- праві і ліві деталі не повинні відрізнятися один від одного за розмірами;
- деталі, по можливості, повинні мати симетричну форму;
- простановка всіх розмірів повинна проводитися в прямокутній системі координат від єдиних конструкторських баз деталі. Бажана простановка розмірів до всіх центрів кіл, якщо це не вимагає від конструктора додаткових трудомістких обчислень;
- на кресленнях деталей допускаються вказівки про обробку складних поверхонь на верстатах з ЧПУ.

Типізація і групування деталей здійснюються з метою забезпечення можливості використання групових методів обробки. Для вироблення єдиних технологічних рішень з кожної групи вибирають деталь-представник, для неї розробляють технологічний процес і керуючу програму. Для інших

деталей групи часто обмежуються розробкою тільки керуючих програм. Це знижує витрати на технологічне оснащення та налагодження обладнання.

Типізація і групування деталей, як правило, виконуються в три етапи:

- класифікація деталей по конструктивно-технологічними характеристиками;
- класифікація поверхонь, що підлягають обробці;
- групування деталей і вибір типових представників груп.

Однією з головних особливостей побудови технологічних процесів обробки деталей на верстатах з ЧПУ і ГПМ є максимальна кінцентрація технологічних переходів при одній установці деталі. При цьому досягається висока точність відносного розташування поверхонь, що обробляються з однієї установки деталі. Це пояснюється тим, що при обробці декількох поверхонь з одного установки похибка перевстановлення не впливає на точність їх відносного розташування.

Розробку технологічних процесів обробки деталей на верстатах з ЧПУ здійснюють в такій послідовності:

- визначення технологічного стану заготовки;
- вибір способу обробки поверхні деталі;
- складання технологічного маршруту обробки заготовки деталі;
- вибір обладнання;
- вибір структури операції;
- встановлення раціональної послідовності переходів в операції;
- розрахунок припусків на обробку;
- розрахунок режимів різання і норм часу;
- вибір оснащення;
- розрахунок завантаження устаткування.

При розробці технологічних процесів обробки деталей враховують можливості верстатів з ЧПУ в частині:

- максимальної автоматизації всього процесу обробки;
- максимальної концентрації обробки поверхонь за одну установку заготовки деталі;
- виконання на одному верстаті напівчистої і чистої обробки;
- використання декількох інструментів, причому із здійсненням обробки кожним інструментом послідовно без суміщення переходів;
- внесення змін до послідовності обробки заготовки деталі шляхом зміни керуючої програми;
- обробки заготовки деталі без використання спеціального оснащення;
- обмеження за розмірами і масою використовуваних інструментів.

Зазначені особливості дозволяють здійснювати процес обробки деталей з використанням верстатів з ЧПУ при значно меншій кількості операцій, ніж із застосуванням універсального обладнання. При цьому усуваються пробні проходи, розмічальні операції, скорочуються затрати на контроль і міжопераційні переміщення заготовок деталей.

Технологічна підготовка для верстатів з ЧПУ вимагає розробки процесу по переходах з ретельно встановленими режимами різання, що особливо важливо для контурної системи ЧПУ.

При розробці технологічного процесу встановлюються не тільки вид і шлях інструменту, але і його початкове положення, характер траєкторії на ділянці підходу і врізання.

У контурних системах ЧПУ зазвичай використовується відносний (в збільшеннях) спосіб відліку координат опорних точок еквідистанти оброблюваного контуру, в позиційних - абсолютний спосіб відліку. При відносному способі відліку координат за нульове положення приймають положення виконавчого органу, яке він займає перед початком переміщення до наступної опорної точки, тобто переміщення «від точки до точки».

Перша опорна точка при відносному способі відліку називається вихідною точкою або старт-точкою. Вона вивіряється при налаштуванні верстата і грає роль початку координат, від якого розраховується програма обробки конкретної деталі. При абсолютному способі точка початку відліку доординат називається «плаваючим нулем». Особливістю технологічної підготовки є необхідність точного розрахунку траєкторії інструмента на всьому шляху його руху і завдання напряму переміщення.

Технологічне оснащення для верстатів з ЧПУ повинна забезпечити виконання наступних специфічних вимог:

1. Для ріжучого інструменту:

- високу ріжучу здатність і стабільну стійкість інструменту;
- можливість обробки одним інструментом декількох поверхонь заготовки деталі при одній її установці;
- мінімальні витрати часу на зміну інструменту;
- високу точність обробки після зміни інструменту;
- можливість регулювання при налаштуванні інструменту на розмір.

2. Для допоміжного інструменту:

- високу точність установки в шпindelь верстата при автоматичній зміні;
- швидкозмінний і точність закріплення;
- високу статичну і динамічну жорсткість;
- обмеження по масі;
- наявність поверхонь захоплення при заміні інструменту;
- високу точність виготовлення;
- наявність конструктивних елементів для регулювання розмірів ріжучого інструменту;
- можливість настройки поза верстата.

3. Для пристосувань:

- ув'язку положення пристосування з осями координат верстата;
- наявність базових поверхонь для настройки ріжучого інструменту;
- швидкодія і зручність обслуговування;
- відсутність елементів пристосування, що заважають відносним переміщенням робочих органів верстата.

При впровадженні верстатів з ЧПУ розробляється наступна технологічна документація:

- операційно-технологічні карти;
- схеми руху ріжучого інструменту;
- розрахунково-технологічні карти;
- карти налагодження інструменту;
- керуючі програми.

Із зазначеного переліку документів розробка схеми руху ріжучого інструменту і розрахунково-технологічної карти необхідна для підготовки керуючої програми.

Правила оформлення документів на технологічні процеси і операції обробки різанням регламентуються ГОСТом.

2 Розробка керуючих програм для верстатів з ЧПУ

Одним з основних умов успішного впровадження та ефективної експлуатації верстатів з ЧПУ є оперативне і економічне забезпечення їх керуючими програмами (УП).

Практика показує, що на один верстат з ЧПУ щорічно розробляється в середньому 20 .. 40 УП. Для нормальної експлуатації верстата з ЧПУ необхідно мати бібліотеку, яка містить близько 60 УП в умовах виробництва з повторюється номенклатурою оброблюваних деталей і близько 110 УП - в умовах виробництва зі змінною номенклатурою. Ці показники свідчать про важливість завдань оперативної підготовки УП з мінімальними витратами.

Методи розробки УП

Існують наступні методи підготовки УП:

- ручний;
- автоматизований за допомогою пристрою ЧПУ у вбудованій мікроЕОМ - цехове програмування;
- автоматизований поза верстата з використанням персонального комп'ютера і відповідних систем програмування.

ручне програмування засноване на використанні технологічної інформації, взятої з операційних карт обробки, і геометричної інформації, взятої з креслення деталі. Потім, користуючись довідниками, інструкції з програмування і виконуючи необхідні розрахунки, технолог-програміст кодує кожну команду на виконання допоміжних дій, технологічних переходів, контрольних та ін. операцій і записує результати в карту кодування інформації. Вміст карти переноситься на программоноситель для можливості передачі його пристрою ЧПУ. Схема розробки УП ручним методом наведена на рис. 4.2.



Рисунок 4.2-Схема розробки керуючих програм ручним способом

Цим методом розробляють керуючі програми обробки заготовок деталей простої геометричної форми. Для розробки керуючих програм обробки складнопрофільних деталей ручної метод нерациональний, оскільки трудомісткість програмування зростає настільки, що використання верстатів з ЧПУ для обробки цих деталей стає неефективним, а для деталей, що мають просторово задані поверхні, - практично важко здійснюваним.

Значна трудомісткість розробки керуючих програм ручним методом стала причиною автоматизації програмування за допомогою ЕОМ.

Цехове програмування. В індивідуальному і дрібносерійному виробництві при неповторюючих партіях деталей з відносно простою геометричною формою часто обмежуються розробкою тільки УП. При цьому керуючі програми розробляють безпосередньо біля верстата (цехове програмування), використовуючи при цьому клавіатури так само оператора і можливості систем CNC в частині побудов і перетворень контурів поверхонь деталей, постійних циклів, підпрограм і т.п.

За останні роки в зв'язку з розвитком мікропроцесорних систем ЧПУ для управління металорізальними обладнаннями і оснащенням їх пристроями (символьно-цифровою клавіатурою, дисплеями, потужними мікроЕОМ) для роботи в режимі діалогу спостерігається стійка тенденція розробки керуючих програм автоматизованим способом безпосередньо біля верстата з ЧПУ. При цьому верстат з ЧПУ на період розробки УП виконує функції комп'ютера. Пристрої ЧПУ мають вузькоспеціалізоване програмне забезпечення. Для прискорення робіт з програмування технологічних операцій сучасні пристрої ЧПУ (типу Heidenhain, Sinumerik, Fanuc, 2C42, 3C170 і ін.) Мають широкий набір постійних і технологічних циклів обробки, підпрограм.

До постійних циклів належать: свердління, зенкування, нарізування різьблення, розточування, глибоке свердління, свердління двох робочих глибин, зенкування на зворотному ходу і ін.

До технологічних циклів належать: однопрохідний поздовжній цикл, однопрохідний поперечний цикл, багатопрохідний чорновий поздовжній цикл, багатопрохідний чорновий поперечний цикл, багатопрохідний цикл нарізування торцевих або циліндричних канавок, багатопрохідний цикл різьбонарезання.

Крім того, пристрої ЧПУ дозволяють виконувати функції перетворення геометричних елементів: дзеркальну обробку, послідовність точок на прямій або окружності, послідовність точок в формі матриць і ін

За допомогою функції по визначенню геометричних елементів контуру деталі пристроєм ЧПУ можуть бути обчислені точки, прямі і окружності, які потрібні для складання програми, але відсутні безпосередньо на кресленні деталі.

Цей метод розробки УП передбачає оснащення верстатів оперативними пристроями ЧПУ і використовується при виготовленні деталей простої і середньої по складності геометричних форм.

До переваг методу програмування безпосередньо біля верстата слід віднести наступне:

- не потрібні послуги технолога-програміста, тобто потрібні менші організаційні витрати при впровадженні верстатів з ЧПУ;
- краще використовуються технологічні знання і досвід виробників;
- зменшуються витрати на коригування програм, так як при їх розробці можна врахувати поточний (на момент початку обробки заготовки деталі) стан верстата з ЧПУ, фактичну номенклатуру застосовуваних інструментів і пристосувань.
- збільшується гнучкість виробництва.

Однак при використанні цього методу мають місце простої верстатів з ЧПУ, пов'язані з розробкою і введенням УП, потрібні оператори верстатів з ЧПУ вищої кваліфікації.

Системи автоматизованого програмування (САП). При розробці УП застосовують персональні комп'ютери, тому що вони доступніші технологу-програмісту, займають мало місця, їх можна розташовувати безпосередньо в цехових службах. Крім того, персональні комп'ютери

використовуються також в якості керуючих машин, що дозволяє ефективно використовувати їх у складі ГПС.

В якості спеціального програмного забезпечення служать системи автоматизованого програмування (САП). Укрупнена схема, відража основні етапи розробки УП за допомогою САП, представлена на рис. 4.3.

В залежності від обсягу і виду вирішуваних завдань САП поділяються на системи загального призначення (універсальні) і спеціалізовані. САП загального призначення орієнтовані на універсальний підхід до вирішення завдань розробки УП для широкого класу деталей і різних типів верстатів в ЧПУ. Спеціалізовані САП орієнтовані на розробку УП для окремих типів верстатів з ЧПУ.

Розробка керуючої програми відбувається в діалоговому режимі роботи з використанням спеціального меню і екранних форм (інтерактивний режим), або вхідної мови системи в залежності від архітектури



Рисунок 4.3. Схема розробки керуючих програм за допомогою систем автоматизованого проектування

САП. Технолог-програміст може вести діалог з САП за допомогою клавіатури і пристрої типу

«миша».

Технолог-програміст на основі креслення деталі і даних технології розробляє вихідну програму (ПП) з використанням персонального комп'ютера. Вихідна програма, будучи математичною моделлю для програмування обробки, задається в діалоговому режимі послідовно з декомпозицією складних поверхонь деталей на геометричні елементи. При цьому діалог складається в послідовності запитів і вказівок, що містяться в меню і дозволяють описувати геометрію оброблюваних поверхонь деталей, послідовність рухів ріжучих інструментів, технологічні режими обробки, параметри інструменту та іншу інформацію.

При розробці вихідної програми в інтерактивному режимі з використанням меню і екранних форм САП, як правило, включає наступні основні модулі:

- базу даних геометричній інформації і керуючих програм;
- геометричний редактор для побудови плоских та об'ємних поверхонь;
- засоби формування траєкторією інструменту для різних видів обробки;
- кошти об'єднання траєкторій інструменту в інваріантну програму на мові системи;
- редактор тексту інваріантної програми, що забезпечує її візуалізацію;
- засоби візуалізації інваріантної програми;
- набір постпроцесорів, що транслюють інваріантну програму в керуючу програму верстата з ЧПУ;
- генератор постпроцесорів.

База даних САП забезпечує зберігання, оновлення, видалення та інші функції обробки інформації, створюваної в процесі моделювання і підготовки керуючих програм.

Геометричний редактор призначений для формування в інтерактивному режимі плоских і об'ємних геометричних примітивів: крапок, відрізків прямих, багатокутників, дуг кіл, плоских і пространських кривих. З використанням цих примітивів описуються поверхності оброблюваних заготовок деталей.

Типова послідовність дій технолога-програміста при розробці керуючих програм з використанням таких САП містить наступні операції:

- в архіві даних створюється папка (файл), в якій буде розміщуватися інформація по оброблюваній деталі;
- описується геометрія деталі з використанням геометричного редактора системи. При цьому лінії, що описують поверхні деталі, є складовими, освіченими відрізками прямих, кіл, інших кривих, передбачених в редакторі системи. Лінії, що описують зони обробки, об'єднують в контури. При необхідності використовуються перетворення, містять копіювання, перенесення, поворот, дзеркальне відображення і ін .;
- виконуються допоміжні побудови в геометричному редакторі, наприклад, побудова контурів, що обмежують зону обробки, проєкцій кривих на площині, контурів притисків, що закріплюють заготовку деталі на столі верстата, і т. п .;
- до контурів поверхонь деталей будуються еквідистанти, що визначають межу переміщення інструменту з урахуванням органічній зони обробки. Будуються ділянки траєкторій підходу інструмента до оброблюваної контуру і відходу від нього. Для кишень визначаються області, оброблювані фрезою даного радіуса;
- формуються програми опису траєкторії переміщення інструменту при обробці заготовки деталі;
- до описаної траєкторії переміщення інструменту додаються відрізки, що з'єднують її з вихідною точкою, а також технологічні параметри (подача, частота обертання шпинделя, включення мастильно-

охолодні-ющей рідини та ін.). Керуючі програми записуються в інваріантному коді;

- керуюча програма проглядається в редакторі програм і при необхідності коригується. Потім на екрані дисплея імітується переміщення інструменту, тобто здійснюється перегляд програми в динаміці;
- виробляється постпроцесування програми певним постпроцесором, в результаті чого виходить остаточна керуюча програма в кодах пристрою ЧПУ конкретного верстата;
- редагування керуючої програми.

Відповідно до цього, головне меню САП має містити пункти:

- робота з архівом даних;
- геометричний редактор і обробка;
- побудова вихідної програми;
- редагування вихідної програми;
- візуалізація;
- постпроцесори;
- редагування керуючої програми.

Для опису поверхонь деталі в геометричному редакторі його меню може містити наступні основні розділи: утиліти редактора, маркер, відрізок, дуга, крива, контури, виміряти, перетворити, перетину, модифікувати, текст, примітиви, введення / висновок і ін.

При описі геометрії деталі проставляються всі опорні точки, що входять в елементи контурів поверхонь деталей дві крайні точки відрізка прямої, три точки дуги кола, базові точки кривої лінії - початкова і кінцева проміжні точки, що задають характеристическую ламану кривою.

Спосіб побудови кривих визначається вибором одного з пунктів меню: еліпс, спіраль Архімеда, евольвента, крива 2-го порядку, завдання кривої в параметричному вигляді, інтерполяція, перетворення сплайна і ін. Інтерполяція дозволяє по заданій множині опорних точок, що характеризують криву лінію провести сплайн так, що відстань до нього від будь-якої опорної точки описуваної кривої буде менше значення точності з таблиці параметрів. Кількість вузлів інтерполюючого сплайна вибирається автоматично.

Використання пункту меню «Перетворення сплайна» дозволяє апроксимувати із заданою точністю криву лінію в контур, який складається з гладко пов'язаних дуг кіл і відрізків і сприймається пристроєм ЧПУ.

Кінцевою метою роботи з геометричним редактором системи є створення набору контурів, що описують поверхні оброблюваної заготовки деталі. Умовою можливості об'єднання двох простих елементів в контурі є співвходіння координат хоча б одного з кінців елемента. Один і той же елемент може входити в будь-яке число контурів. Геометричний редактор дозволяє також модифікувати контури, отримані в результаті інших побудов. При цьому система пропонує всі можливі варіанти розташування, перетину, сполучення або торкання вказуються програмістом геометричних примітивів (точок, дуг кіл, кривих ліній) і йому необхідно визначити тільки ті, які забезпечують правильність опису геометрії деталі.

З метою зручності роботи технолога-програміста основне меню геометричного редактора САП, як правило, містить розділ «Програми редактора», в якому формалізовані і об'єднані додаткові геометричні операції з контурами і групами контурів, пов'язаними з побудовою траєкторії обробки. Наприклад: побудова контуру, еквідистантним до одного або

декількох вихідним контурам; скруглення ділянок контуру; вписування фрези в контур, еквідистантно зрушений на радіус фрези відносно заданого контуру; вписування токарного різця в контур при побудові траєкторії руху розрахункової точки токарного різця при бесподрезной обробці контуру з урахуванням обмежень; побудова траєкторії підходу (відходу) інструменту до контуру і ін.

При побудові траєкторії підходу-відходу інструменту до контуру повинні бути забезпечені наступні умови:

- фреза плавно по дотичній підходить до точки початку обробки контуру з тим, щоб уникнути підрізів стінок заготовки деталі, викликаних деформацією фрези при обході ділянки контуру;

- при програмуванні обробки контуру з використанням корекції на радіус інструменту перед початком обробки в траєкторії руху інструменту повинен бути врахований відрізок прямої, на якому включається корекція. Цей відрізок повинен бути перпендикулярний до контуру в точці початку його обробки або в початковій точці лінії плавного підходу інструмента до контуру. Аналогічно, ділянку відходу інструменту від контуру повинен мати відрізок плавного виходу і наступний за ним прямолінійна ділянка виключення корекції.

У деяких САП вхідна мова може бути алгоритмічним і по своїй суті близьким до формульно-словесному способу опису обробки. Основна перевага цього способу полягає в тому, що запис процесу обробки виходить вельми наочної і зрозумілої для широкого кола фахівців, знайомих зі звичайною математичної символікою і різними способами геометричних побудов. З іншого боку, у вхідній мові САП є суворі правила запису процесів обробки, блацію чому усувається небезпека неоднозначного розуміння зробленого запису. Такі САП найбільш зрозумілі технологам-програмістам високої кваліфікації.

Наявні в даний час системи відрізняються вхідними мовами і певним рівнем інтелектуалізації інтерфейсу, що характеризують їх можливості і сфери застосування. Найбільший розвиток отримали АРТ-подобні мови (на базі системи АРТ -Automatically Programmed Tools).

Вхідна мова САП містить, як правило, такі типи операторів:

- геометричні, які включають різні способи опису точок, прямих, кіл, векторів, площин, контурів, упорядкованих множин точок, а також кошти переходу з однієї системи координат в іншу;

- оператори руху, що описують як позиційні переміщення інструменту з точки в точку. так і переміщення уздовж контурів, що складаються з відрізків прямих, дутий кіл та інших кривих;

- оператори перетворення, що дозволяють здійснювати зрушення, поворот, дзеркальне відображення і масштабування довільних частин траєкторії руху інструменту;

- оператори управління, призначені для управління шпинделем, подачею, завантаженням і зміною інструменту і заготовок, охолодженням, технологічним зупинкою і т.п .;

- спеціальні оператори, що включають опис початку і кінця програми, опис та виклик підпрограм, умовних і безумовних переходів, коментарів та інших.

Кожен оператор утворюється з основних елементів відповідно до правил, встановлених синтаксисом вхідної мови.

Всі слова вхідного мови можна розділити на дві групи: головні слова і додаткові.

Головні - визначають тип змінної, додаткові - уточнюють змінну в разі неоднозначності її визначення.

За допомогою головних слів визначають наступні типи змінних:

- геометричні величини і поверхні;
- стандартні функції (Sin, Cos і т.п.);
- оператори управління (включення шпинделя, прискорена подача, виклик постійного циклу і т.п.);
- оператори переміщення (початок обробки і т.п.);
- параметри обробки.

Додаткові слова (модифікатори) зазвичай використовуються в якості визначників або селектор (умов вибору). Розрізняють модифікатори положення геометричного елемента або ріжучого інструменту (зліва, справа, і т.п.), переміщення (за годинниковою стрілкою, проти годинникової стрілки і т.п.), дії (ВКЛ, ВИКЛ, ОТМЕН тощо) і деякі інші.

При описі процесу обробки на верстатах з ЧПУ доводиться виконувати дії з різними об'єктами - змінними, функціями і т. П. Для зручності виконання цих дій вводяться умовні позначення (ідентифікатори). Ідентифікатор визначається об'єкту в момент його визначення з тим, щоб мати можливість посилатися на цей об'єкт у разі використання його в наступних операторах. Ідентифікатори використовують для позначення простих скалярних і геометричних змінних, індексованих скалярних і геометричних змінних, оброблюваного контуру, підпрограм і ін.

Лекція №5 Основи програмування пристроїв ЧПУ

Питання

1. Системи числового програмного керування
2. Способи завдання програмної інформації
3. Автоматична підготовка УП для УЧПУ

1. Система числового програмного керування

Системи ЧПУ ділять на:

позиційні системи, здійснюють установку робочого органу в заданій точці просторів, причому траєкторія руху визначається самим УЧПУ,

контурні системи, що забезпечують переміщення робочого органу по заданій в УП траєкторії із заданою контурній швидкістю.

позиційні системи характерні для операцій свердління, точкового зварювання, відрізки, коли траєкторія значення не має, і рух виконується зазвичай по прямій з почерговим або одночасною зміною координат.

контурні системи ЧПУ використовуються при обробці поверхонь на токарних і фрезерних верстатах, коли необхідна поверхню відтворюється спільним переміщенням інструмента і заготовки. Контурні системи ЧПУ включають зазвичай і функції позиційних систем.

Для жорсткої синхронізації переміщення по координатам і обертання шпинделя в УЧПУ_ в якості тактового задатчика (замість таймера в ЕОМ) використовуються імпульси від датчика швидкості обертання приводу головного руху. Управління приводами верстата відбувається переважно імпульсами, тому УЧПУ є імпульсним пристроєм, оснащеним УСО з імпульсними входами-виходами.

Бурхливий розвиток електроніки зумовило постійне ускладнення УЧПУ. Найпростішими є системи ЧПУ класу NC (Numeric Control).

Наступним поколінням УЧПУ були системи класу SNC (Stored Numeric Control), побудовані на інтегральних мікросхемах, що мають більшу надійність і можливості і менші габарити, що і призвело до зростання потужності команд вхідного мови, спрощення програмування і скорочення розмірів УП. Системи цього класу мали ОЗУ, достатню для запам'ятовування всієї УП; це зробило можливим одноразовий введення УП в ОЗУ і багаторазове її виконання при обробці серії деталей, експлуатаційні характеристики цих систем значно покращилися.

Використання керуючої ЕОМ в якості УЧПУ замість спеціальних блоків управління привело до створення систем класу DNC (Direct Numeric Control). Зважаючи на високу вартість ЕОМ тих часів і її великих габаритів ЕОМ розміщувалася поза зоною обробки і керувала декількома верстатами одночасно.

Використання універсальної ЕОМ в якості УЧПУ дозволило:

- реалізувати алгоритми управління у вигляді програм ЕОМ, що зумовило гнучкість системи;
- будувати УП з потужних команд з використанням підпрограм-циклів, що спрощує програмування і робить УП короткою;
- завантажувати УП з перфострічки, магнітного диска або передавати по мережі з архіву.

З появою мікроЕОМ з'явилася можливість розмістити УЧПУ безпосередньо на верстаті стосовно цього конкретного верстата. Системи цього класу називаються CNC (Computer Numeric Control) і мають наступні особливості:

- використовуються однотипні ЕОМ для управління різноманітними верстатами, що дозволяє уніфікувати УЧПУ, знизити їх вартість, підвищити надійність і спростити програмування УЧПУ;
- алгоритми управління, що враховують специфіку верстата, включені в мікросхему ПЗУ, що забезпечує надійність їх зберігання і гнучкість УЧПУ завдяки простоті заміни однієї мікросхеми ПЗУ на іншу.

З'єднання за допомогою обчислювальної мережі окремих систем УЧПУ (CNC), керуючих верстатами, роботами, транспортними пристроями і т.д., з ЕОМ, що зберігає архіви УП і взаємопов'язаних роботу окремих одиниць обладнання з ЧПУ, привело до створення гнучких виробничих систем. У цих системах, центральна ЕОМ синхронізує роботу всіх УЧПУ, що входять в ГПС, контролює справність вузлів, служить пультом оператора, пов'язана з мережі з системами управління національних органів: автоматичними системами управління виробництвом (АСУВ) системами автоматичного проектування і ін., Що забезпечує безперебійне постачання сировиною, інструментом і т.д.

Зростання потужності ЕОМ, використовуваних як УЧПУ класу CNC, привів до створення систем класу HNC (Handled Numeric Control), оснащених потужним процесором, магнітним диском і якісним дисплеєм, що допускають простий ручне введення і налагодження УП на верстаті з використанням допоміжних інструментів програмування.

Чим могутніше УЧПУ, тим потужніше оператори його вхідного мови (аж до CLDATA), коротше і зрозуміліше УП, в ній менше помилок, простіше ручне і автоматизоване програмування УЧПУ.

2 Способи завдання програмної інформації

Програмна інформація про будь-якої технологічної операції складається з двох частин:

-з інформації про зміст команди (включення або відключення органів управління, величина переміщення та ін.)

-з адреси, тобто назви робочого органу, якому ця команда призначена.

Сукупність закодованих команд, що містять всю інформацію, необхідну для обробки певного ділянки деталі, становить зміст одного кадру програми.

У практиці програмного управління використовуються три основних способи завдання програми:

- 1) кадрами постійної довжини;
- 2) кадрами змінної довжини - табуляційний спосіб;
- 3) адресний спосіб;
- 4) іноді застосовується адресно-табуляційний спосіб.

1) При записі програми кадрами постійної довжини кожній команді відведено певне число рядків в межах кадру. Адреси визначаються місцем числової інформації в кадрі. Перевагою такої системи запису є можливість одночасного зчитування всієї інформації, яку воно містить кадрі.

2) Для запису програми кадрами змінної довжини кодуються команди також розташовуються в певному порядку, однак кожна команда в залежності від обсягу інформації може займати різне число рядків ПЛ. Зчитування інформації здійснюється послідовно.

Для поділу інформації, що відноситься до різних командам всередині кадру, застосовують спеціальний табуляційний знак - ТАВ, який кодується на певній рядку після числової інформації. Знак «ТАВ» використовується для подачі команди, по якій перемикається вихід пристрою, що зчитує для направлення інформації на наступний виконавчий механізм верстата або наступний елемент ЗУ. У разі відсутності будь-якої команди в даному кадрі додатково кодується ще один ТАВ відразу слідом за попереднім ТАВ.

При табуляційном способі на перфоленте не залишається невикористаною площі.

3) При адресному способі записи програми перед кожною командою кодується її адресу, який викликає необхідні перемикання на виході пристрою, що зчитує для направлення числової інформації до відповідних виконавчих механізмів або комірок пам'яті.

Інформація зчитується послідовно.

Цей спосіб особливо зручний для верстатів, в яких супу може виконувати велике число різноманітних команд, але при обробці (конкретних) деталей потрібно одночасне виконання лише невеликої частини з них. (Цей спосіб найбільш широко вживається).

Для запису інформації на п'ятідорожечной перфоленте використовують буквено-цифровий код БЦК-5, а на восьмідорожечной - двійково-десятковий код згідно з ГОСТ 13052-74, створений на основі міжнародного двійкового коду ISO-7bit.

Числовим програмним управлінням металорізальними верстатами називають управління робочими органами верстата при обробці заготовки по керуючій програмі, яка є послідовністю команд в алфавітно-цифровому коді (в символній формі) на спеціальній мові. Принципова відмінність систем ЧПУ від інших систем управління полягає в способі розрахунку послідовності керуючих сигналів і передачі їх робочим органам верстата.

На кресленні технологічна інформація представлена у вигляді графічних зображень (контур), чисел (розміри), умовних знаків (шорсткість), тексту і т.д. В раніше розроблених системах управління програма обробки втілюється в фізичних аналогах: копіях, кулачках; пунтнього упорах, положенні штекерів комутаційної панелі і т. п. Їх виготовлення є досить трудомістким процесом і супроводжується похибками розрахунок профілю копіїв і похибками їх виготовлення. При експлуатації копіїв зношуються, що вносить додаткову похибку.

У системах з ЧПУ керуюча програма включає в себе:

- технологічні команди, подібні командам ПЛК (вибір інструменту, завдання швидкості обертання шпинделя і подачі, включення-виключення подачі МОР і т.п.);

- геометричні команди переміщення робочого органу за деякою траєкторією, відсутні в ПЛК (завдання координат послідовних положень РО);
- підготовчі команди, службовці для управління самим пристроєм управління і завдання режимів його роботи.

Кожна команда - це сукупність символів і цифр, легко доступна розумінню людини (технолога-програміста пристроїв ЧПУ), що спрощує програмування і зменшує число помилок в програмі.

Нижче наведені основні терміни, що вживаються при програмуванні УЧПУ.

Нульова точка (нуль деталі) - точка деталі, координати якої прийняті за нульові в системі координат, пов'язаної з деталлю. Від нуля деталі відкладаються розміри оброблюваних поверхонь.

Нульова точка верстата (Нуль верстата) - точка в просторі, що має нульові координати в системі координат, пов'язаної з верстатом (зазвичай збігається з базовою точкою затискного пристосування). Осі координат системи верстата зазвичай паралельні напрямних верстата і осі обертання шпинделя.

Центр інструменту - нерухома відносно державки точка інструменту, для якої ведеться розрахунок траєкторії. Для різця це його вершина, для фрези - точка перетину осі фрези з її торцем.

Система координат верстата визначається конструкцією верстата, а у кожній деталі може бути одна або кілька своїх систем координат, які визначаються, виходячи зі зручності опису проробляємих поверхонь. Геометричні команди УП задаються в системі координат деталі і в процесі виконання УП переводяться в систему координат верстата.

вихідна точка (Верстата) - точка в системі координат верстата, яка використовується як початкова точка роботи УП, що зв'язує нуль верстата і нуль деталі.

розрахункова траєкторія - траєкторія центру інструменту, яка розраховується з геометрії оброблюваних поверхонь з урахуванням геометрії інструменту. У найпростішому випадку розрахункова траєкторія збігається з контуром деталі (наприклад, при точінні, коли центром інструменту є вершина різця). Це може бути еквідистанта рис. 5.1, а) або більш складна крива (рис. 5.1, б).

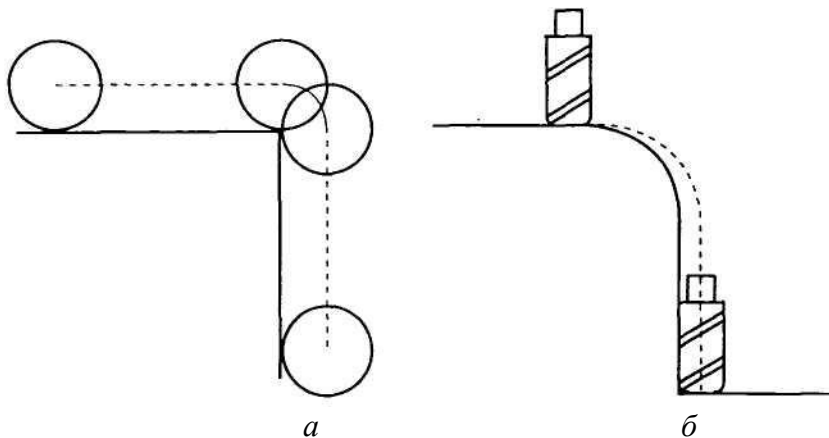


Рисунок 5.1 Приклади розрахункових траєкторій

опорна геометрична або технологічна точка це точка розрахункової траєкторії, в якій відбувається зміна закону, що описує траєкторію, або зміна умов обробки.

Кадр керуючої програми - частина УП, виконувана як єдине ціле (підведення інструмента, прохід і т.д.).

блок або *глава керуючої програми* - сукупність кадрів, які виконуються при одній настройці технологічної системи.

Головний кадр керуючої програми - перший після зупинки обробки задає нові

настройки технологічної системи, необхідні для продовження обробки. Решта кадри блоку (глави) задають послідовна зміна налаштувань, визначених головним кадром.

Постійний цикл - часто зустрічається послідовність команд УП, оформлена у вигляді стандартної підпрограми УЧПУ, яка викликається однією макрокомандою УП (наприклад, підпрограми точіння циліндричної поверхні, нарізування різьблення, ^ свердління отворів). Використання циклів спрощує програмування і зменшує довжину УП.

Інтерполятор - блок УЧПУ, відповідальний за обчислення координат проміжних точок траєкторії, яку повинен пройти інструмент між точками, заданими в УП. Інтерполятор має в якості вихідних даних команду УП переміщення інструменту від початкової до кінцевої точки по контуру у вигляді відрізка прямої, дуги окружності і т.п., наприклад:

Нижче наведена найпростіша програма на універсальному зикє програмування УЧПУ CLDATA (Catter Location Data-дані про становище ріжучої кромки для зовнішнього точіння циліндричної поверхні і підрізування торця (рис. 5.2) з коментарями складена відповідно до стандарту ISO.

Координати точок траєкторії задаються від нульової точки деталі, якої в розглянутому прикладі служить точка перетину осі деталі з її правим торцем, вісь Z спрямована по осі деталі вправо, вісь X-по радіусу.

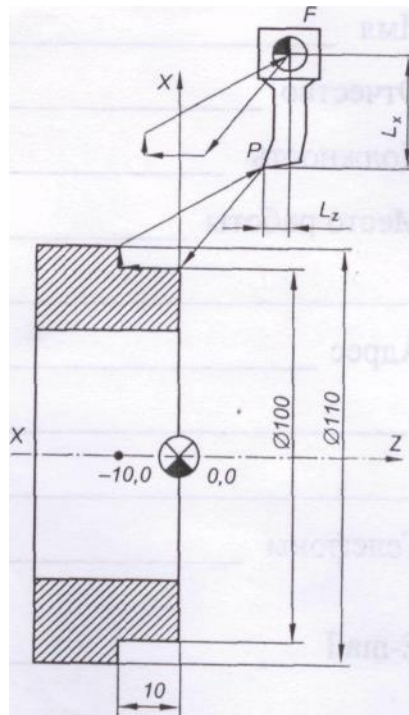


Рисунок 5.2 - Деталь

- N10 G90 C95 S670 M4 - координати точок траєкторії - абсолютні (G90), встановити частоту обертання шпинделя: встановити частоту обертання (G95) 670 об / хв (S670), обертання проти годинникової стрілки (M4);
- N15 G0 X50 Z1.5 T11 M8 - швидке підведення інструменту: позиціонування (G0) інструмент з кодом 11 (T11) в точку з координатами X = 50 мм (X50), Z = 1,5 мм (Z1.5), 1,5 мм - Заходне ділянку, включити охолодження з кодом 8 (M8);
- N20 G1 Z-10 F0.35 - робочий хід - точіння: лінійна інтерполяція (G1) (траєкторія - відрізок прямої) з попередньої точки X = 50 мм, Z = 1,5 мм в точку з тією ж координатою X і координатою Z = -10 мм (Z-10) з

- осьовим подачею $S = 0,35$ мм / об (F0.35);
- N25 C95 S837 M4 - завдання частоти обертання шпинделя: встановити частоту обертання (G95) 837 об / хв (S837), обертання проти годинникової стрілки (M4);
- N30 G1 X56 F0.3
- підрізування торця вгору на $5 + 1$ мм: лінійна інтерполяція (G1) в точку
 - $X = 56$ мм, $Z = -10$ мм (X56) з радіальної подачею $S = 0,3$ мм / об (F0.3);
- N35 go X70 Z30
- швидке відведення інструменту вправо, позиціонування в точку $X = 70$ мм
 - $Z = 30$ мм (Z30);
- N40 M02
- кінець програми.

Програма набивається на перфоленте або записується на магнітну стрічку або диск, після чого команди вводяться в УЧПУ, розшифровуються, УЧПУ видає накази робочим органам верстата, очікує закінчення виконання поточної команди і переходить до наступної. Кожна команда передбачає автоматичне виконання системами управління верстата складних дій, пов'язаних з переміщеннями робочих органів за часом в умовах збурень з боку зовнішнього середовища (коливання напруги харчування, твердості заготовки, тертя і т.д.). Команди виконуються послідовно, перехід до наступної команді можливий тільки після завершення виконання поточної.

3 Автоматична підготовка УП для УЧПУ

Складання УП обробки складних деталей вимагає високої кваліфікації програміста, а помилки в ній ведуть до поломок дорогого обладнання і травм людей. Тому ручне програмування замінюється на автоматизоване, при якому людина в діалозі з системою автоматизації програмування УЧПУ (САП), встановленої на ЕОМ загального призначення, вирішує технологічні завдання, а САП виконує детальне копітка оформлення команд для УЧПУ.

На рис. 5.3 приведена схема створення і виконання програми для УЧПУ. Геометрія деталі і технологічна інформація задаються або у вигляді операторів опису вихідних даних для САП (зазвичай це один з варіантів загальноприйнятого мови АРТ), або в діалозі з програмою підготовки даних зображенням геометрії деталі в графічному редакторі і вибором інформації з пропонованих ЕОМ таблиць і меню.

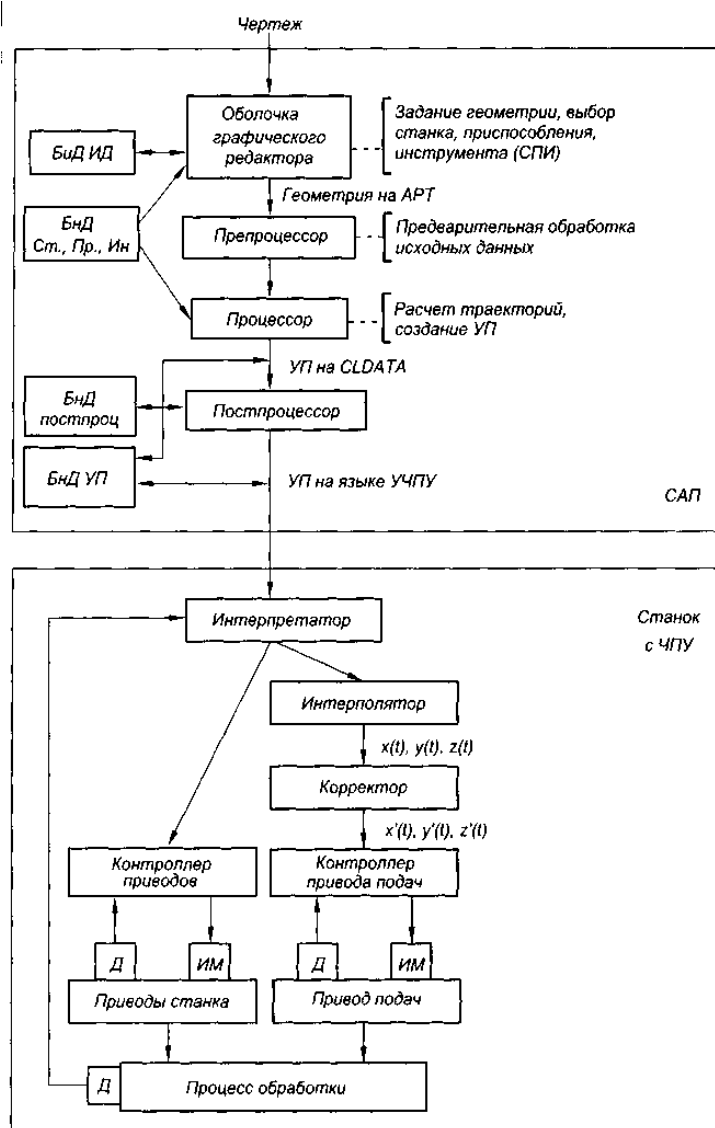


Рисунок 5.3- Схема створення і виконання програми для УЧПУ

Будь-САП є набором програм, що включає такі програми, як препроцесор, процесор і постпроцесор.

Препроцесор САП призначений для попереднього аналізу вихідних даних. Процесор САП розраховує траєкторію, опорні точки і формує УП зазвичай на CLDATA - мовою програмування якогось абстрактного УЧПУ; прийнятого за стандартне. Якщо реальне УЧПУ верстата вимагає УП на своєму вхідному мовою, УП перекладається в цю мову в постпроцесорі САП. Далі УП завантажується в УЧПУ і виконується.

У ПЗУ УЧПУ поміщені у вигляді підпрограм послідовності керуючих сигналів, необхідні для виконання верстатом основних дій, пов'язаних з обробкою заготовки. УЧПУ є інтерпретатором, який розшифровує чергову команду УП і запускає відповідну підпрограму виконання цієї команди (наприклад; підпрограму управління швидким підведенням інструменту в потрібну точку GO), що приводить до спрацьовування реле, муфт, колійних перемикачів і т.д. і забезпечує виконання різних технологічних команд (зміна інструменту, перемикання частот обертання шпинделя, переміщення супорта і т.д.).

Оператори по черзі розшифровуються в пристрої управління (УУ), що видає в міру потреби керуючі імпульси на контролери приводу головного руху, закріплення інструменту і т.д.

Геометричні команди передаються в інтерполятор, задає приводу подач

необхідні закони зміни координат центру інструменту. Коректор враховує особливості реальної геометрії інструменту, після чого керуючі імпульси надходять на привід подач.

При обробці відповідні датчики контролюють спрацьовування муфт і електроприводів, положення супорта, крутного моменту приводу головного руху, сил різання, рівня вібрацій і т.д.

Результатом роботи інтерполятора є послідовності керуючих імпульсів для приводу подач, що видаються в потрібні моменти часу забезпечують потрібні швидкість і величину переміщення супорта, або необхідні закони $X(t)$, $Y(t)$, $Z(t)$ зміни координат робочого органу в часі. Саме інтерполятор є задатчиком для системи автоматичного управління багатокординатно приводом подач, що відтворює необхідну траєкторію.

Для забезпечення точності відтворення траєкторії порядку 1 мкм (точність датчиків положення і точність позиціонування супорта становлять близько 1 мкм) інтерполятор видає керуючі імпульси кожні 5 ... 10 мс, що вимагає від нього високої швидкодії.

З метою спрощення алгоритму роботи інтерполятора заданий криволінійний контур формується зазвичай з відрізків прямих ліній або з дуг кіл, причому часто кроки переміщень по різних осях координат виконуються не одночасно, а по черзі. Проте за рахунок високої частоти видачі керуючих впливів і інерційності механічних вузлів приводу відбувається згладжування ламаної траєкторії до плавного криволінійного контуру. УП складається в розрахунку на певний стандартний інструмент, реальний інструмент має відмінні розміри і зношується при роботі. Формування нового варіанту УП для кожного інструменту занадто багато роботи, зберігання великої кількості варіантів УП незручно. У верстатах із ЧПУ передбачена можливість корекції: настройки УЧПУ вручну або командами УП на конкретний інструмент. При виконанні УП кожна команда буде автоматично скоректована для обліку реального вильоту інструменту (шляхом паралельного перенесення) і радіусу ріжучої кромки (розрахунком еквідистанти). На рис. 3.64 показана траєкторія вершини різця, задана в УП, і траєкторія базової точки F резцедержателя, зрушена вгору на Lx - виліт різця по осі X і вправо на Lz - виліт різця по осі Z .

Можлива автоматична корекція траєкторії з урахуванням зносу інструменту (корекція вильоту) або корекція подачі при неприпустимому зростанні сил різання, моменту приводу шпинделя, вібраціях (адаптивне управління). В цьому випадку відбувається багаторівнева корекція, змінюється під час обробки.

САП ЧПУ спирається на банки даних (БНД), що містять такі компоненти:

- схеми і налагодження для обробки типових поверхонь (зовнішнє / внутрішнє точіння, нарізування різьблення, виконання канавок, свердління, фрезерування паза і т.д.);

- бібліотеку найпростіших графічних елементів для геометричних зображень (кола, еліпси, прямокутники, отвори, зуби, шестерні і т.д.);

- технічні характеристики верстатів, пристосувань, інструментів;

- дані для розрахунку режимів обробки;

- архів раніше розроблених переходів, операцій;

- архів готових УП;

- архів постпроцесорів для різних УЧПУ.

Верстати з УЧПУ, а значить і САП, спеціалізовані:

- токарні верстати - 2-координатні в площині XZ ;

- фрезерні, свердлильні верстати - 2,5-координатні, об'ємні фігури задаються перетином в площині XY і висотою Z . 2,5-координатні верстати - це значить, що одночасно управляються дві координати (X і Y), після чого обробка в площині $ХОУ$ зупиняється і проводиться перестановка по осі Z в нову площину $ХОУ$;

- свердлильно-розточувальні багатоінструментніе обробні центри - 3-координатні.

САП дозволяє змодельовати і зобразити на екрані траєкторію інструмента і процес знімання металу, що зручно для контролю УП. САП допускає корекцію УП вручну на будь-якому етапі підготовки.

Існує безліч САП ЧПУ, найпростіші з яких передбачають введення вихідних даних на вхідній мові типу АРТ, розрахунок траєкторій, генерацію УП на CLDATA і переведення її (якщо потрібно) у вхідний мову УЧПУ. Більш складні САП здатні в діалозі з технологом за кресленням деталі, виконаному на одному зі стандартних пакетів машинного креслення, сформувати технологічний процес, спроектувати окремі операції з вибором потрібного верстата, пристосування, інструмента, розрахувати послідовність переходів і проходів, розрахувати режими обробки і т.д .

Застосування САП, створених за участю і на основі досвіду кваліфікованих технологів-програмістів, значно спрощує програмування УЧПУ і підвищує якість програм, що створює передумови для широкого застосування обладнання з ЧПУ.

Лекція 6 Стандарт мови керуючих програм ISO-7bit

Питання:

- 1. Міжнародний код ISO-7bit**
- 2. Підготовчі функції**
- 3. Опис G - функцій**
- 4. Допоміжні функції (M-коди)**
- 5. Додаткові функції і символи**

1 МІЖНАРОДНИЙ КОД ISO-7bit

Стандарт мови керуючих програм ISO-7bit прийнятий в 70-х роках практично не змінився. Мова ISO-7bit є чинним стандартом і жодна система в світі не випускається без нього. Як правило, всі CAD-CAM системи генерують вихідний файл у форматі мови ISO-7bit.

Код ISO-7bit є адресним. У коді застосовують двійковий-десяткову систему числення.

Для позначення адрес використовують великі літери латинського алфавіту.

Для кодування знаків і заголовних букв всього латинського алфавіту, а також кодування ознак всіх складових частин коду застосовують сім довічних розрядів (7bit).

Правильність інформації, записаної на кожному рядку ПЛ, контролюється на парність числа пробивок. Для контролю парності застосовується 8-я доріжка ПЛ.

1) Першою інформацією на перфокарте є слово «початок програми» -%.

2) Перше слово кадру має на початку буквений символ, а потім цифри (№021, F356, T17 і т.д.).

При кодуванні інформації в кадрі дотримуються наступні загальні правила:

3) В одному кадрі може бути тільки одна команда для однієї адреси;

4) Якщо деякі адреси не відповідають даному конкретному верстату, вони можуть бути повністю опущені;

5) Кожен кадр повинен складатися з слів:

порядковий номер кадру (№021) (всього 1000 номерів)

підготовча функція (G81) - 100 команд;

-размерние слова (абсолютні значення координат або збільшення щодо попереднього значення);

подача F (100 команд);

-швидкість шпинделя S (100 команд);

-номер інструменту T (100 команд);

-Допоміжні команди.

6) Табуляційний знак ставиться перед кожним словом (перед порядковим номером кадру і в кінці кадру не ставиться);

7) За останнім словом кадру йде слово «кінець кадру», LF.

2 Підготовчі функції (G -коди)

G00 - швидке позиціонування.

Функція G00 використовується для виконання прискореного переміщення ріжучого інструменту до позиції обробки або до безпечної позиції. Прискорене переміщення ніколи не використовується для виконання обробки, так як швидкість руху виконавчого органу верстата дуже висока. Код G00 скасовується кодами: G01, G02, G03.

G01 - лінійна інтерполяція.

Функція G01 використовується для виконання прямолінійних переміщень із заданою швидкістю (F). При програмуванні задаються координати кінцевої точки в абсолютних значеннях (G90) або збільшеннях (G91) з відповідними адресами переміщень (наприклад X, Y, Z). Код G01 скасовується кодами: G00, G02, G03.

G02 - кругова інтерполяція за годинниковою стрілкою.

Функція G02 призначена для виконання переміщення інструменту по дузі (кола) в напрямку годинникової стрілки із заданою швидкістю (F). При програмуванні задаються координати кінцевої точки в абсолютних значеннях (G90) або збільшеннях (G91) з відповідними адресами переміщень (наприклад X, Y, Z).

Параметри інтерполяції I, J, K, які визначають координати центру дуги кола в обраній площині, програмуються в збільшеннях від початкової точки до центру кола, в напрямках, паралельних осях X, Y, Z відповідно.

Код G02 скасовується кодами: G00, G01, G03.

G03 - кругова інтерполяція проти годинникової стрілки.

Функція G03 призначена для виконання переміщення інструменту по дузі (кола) в напрямку проти годинникової стрілки із заданою швидкістю (F). При програмуванні задаються координати кінцевої точки в абсолютних значеннях (G90) або збільшеннях (G91) з відповідними адресами переміщень (наприклад X, Y, Z).

Параметри інтерполяції I, J, K, які визначають координати центру дуги кола в обраній площині, програмуються в збільшеннях від початкової точки до центру кола, в напрямках, паралельних осях X, Y, Z відповідно.

Код G03 скасовується кодами: G00, G01, G02.

G04 - пауза.

Функція G04 - команда на виконання витримки до заданого часу. Цей код програмується разом з X або P адресою, який вказує тривалість часу витримки. Зазвичай, це час становить від 0.001 до 99999.999 секунд. Наприклад G04 X2.5 - пауза 2.5 секунди, G04 P1000 - пауза 1 секунда.

G17 - вибір площині XY.

Код G17 призначений для вибору площині XY в якості робочої. Площина XY стає визначальною при використанні кругової інтерполяції, обертанні системи координат і постійних циклів свердління.

G18 - вибір площині XZ.

Код G18 призначений для вибору площині XZ в якості робочої. Площина XZ стає визначальною при використанні кругової інтерполяції, обертанні системи координат і постійних циклів свердління.

G19 - вибір площині YZ.

Код G19 призначений для вибору площині YZ в якості робочої. Площина YZ стає визначальною при використанні кругової інтерполяції, обертанні системи координат і постійних циклів свердління.

G20 - введення дюймових даних.

Функція G20 активізує режим роботи з дюймовими даними.

G21 - введення метричних даних.

Функція G21 активізує режим роботи з метричними даними.

G40 - скасування корекції на радіус інструменту.

Функція G40 скасовує дію автоматичної корекції на радіус інструменту G41 і G42.

G41 - ліва корекція на радіус інструменту.

Функція G41 застосовується для включення автоматичної корекції на радіус інструменту знаходиться зліва від оброблюваної поверхні (якщо дивитися від інструменту в напрямку його руху щодо заготовки). Програмується разом з функцією інструменту (D).

G42 - права корекція на радіус інструменту.

Функція G42 застосовується для включення автоматичної корекції на радіус інструменту знаходиться праворуч від оброблюваної поверхні (якщо дивитися від інструменту в напрямку його руху щодо заготовки). Програмується разом з функцією інструменту (D).

G43 - корекція на положення інструменту.

Функція G43 застосовується для компенсації довжини інструменту. Програмується разом з функцією інструменту (H).

G52 - локальна система координат.

СЧПУ дозволяє встановлювати крім стандартних робочих систем координат (G54-G59) ще й локальні. Коли СЧПУ верстата виконує команду G52, то початок діючої робочої системи координат зміщується на значення вказане за допомогою слів даних X, Y і Z. Код G52 автоматично скасовується за допомогою команди G52 XO YO ZO.

G54 - G59 - заданий зсув.

Зсув робочої системи координат деталі щодо системи координат верстата.

G68 - обертання координат.

Код G68 дозволяє виконати поворот координатної системи на певний кут. Для виконання повороту потрібно вказати площину обертання, центр обертання і кут повороту. Площина обертання встановлюється за допомогою кодів G17, G18 і G19. Центр обертання встановлюється щодо нульової точки активної робочої системи координат (G54 - G59). Кут обертання вказується за допомогою R. Наприклад: G17 G68 X0. Y0. R120.

G69 - скасування обертання координат.

Код G69 скасовує режим обертання координат G68.

G73 - високошвидкісний цикл переривчастого свердління.

Цикл G73 призначений для свердління отворів. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі з періодичним виведенням інструменту. Рух в початкове положення після обробки йде на прискореній подачі.

G74 - цикл нарізування лівої різьби.

Цикл G74 призначений для нарізування лівої різьби мітчиком. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі, шпиндель обертається в заданому напрямку. Рух в початкове положення після обробки йде на робочій подачі зі зворотним обертанням шпинделя.

G80 - скасування постійного циклу.

Функція, яка скасовує будь-постійний цикл.

G81 - стандартний цикл свердління.

Цикл G81 призначений для зацентровки і свердління отворів. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі. Рух в початкове положення після обробки йде на прискореній подачі.

G82 - свердління з витримкою.

Цикл G82 призначений для свердління і зенкування отворів. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі з паузою в кінці. Рух в початкове положення після обробки йде на прискореній подачі.

G83 - цикл переривчастого свердління.

Цикл G83 призначений для глибокого свердління отворів. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі з періодичним виведенням інструменту в площину відводу. Рух в початкове положення після обробки йде на прискореній подачі.

G84 - цикл нарізування різьблення.

Цикл G84 призначений для нарізування різьблення мітчиком. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі, шпиндель обертається в заданому напрямку. Рух в початкове положення після обробки йде на робочій подачі зі зворотним обертанням шпинделя.

G85 - стандартний цикл растачивання.

Цикл G85 призначений для розгортання та розточування отворів. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі. Рух в початкове положення після обробки йде на робочій подачі.

G86 - цикл растачивання з зупинкою обертання шпинделя.

Цикл G86 призначений для розточування отворів. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі. В кінці обробки відбувається зупинка шпинделя. Рух в початкове положення після обробки йде на прискореній подачі.

G87 - цикл растачивання з відведенням вручну.

Цикл G87 призначений для розточування отворів. Рух в процесі обробки відбувається на робочій подачі. В кінці обробки відбувається зупинка шпинделя. Рух в початкове положення після обробки йде вручну.

G90 - режим абсолютного позиціонування.

У режимі абсолютного позиціонування G90 переміщення виконавчих органів виробляються щодо нульової точки робочої системи координат G54-G59 (програмується, куди повинен рухатися інструмент). Код G90 скасовується за допомогою коду відносного позиціонування G91.

G91 - режим відносного позиціонування.

У режимі відносного (інкрементального) позиціонування G91 за нульове положення кожен раз приймається положення виконавчого органу, яке він займав перед початком переміщення до наступної опорної точки (програмується, на скільки повинен переміститися інструмент). Код G91 скасовується за допомогою коду абсолютного позиціонування G90.

G94 - швидкість подачі в дюймах / міліметрах за хвилину.

За допомогою функції G94 зазначена швидкість подачі встановлюється в дюймах за 1 хвилину (якщо діє функція G20) або в міліметрах за 1 хвилину (якщо діє функція G21). Програмується разом з функцією подачі (F). Код G94 скасовується кодом G95.

G95 - швидкість подачі в дюймах / міліметрах на оборот.

За допомогою функції G95 зазначена швидкість подачі встановлюється в дюймах на 1 оборот шпинделя (якщо діє функція G20) або в міліметрах на 1 оборот шпинделя (якщо діє функція G21). Тобто швидкість подачі F синхронізується зі швидкістю обертання шпинделя S. Код G95 скасовується кодом G94.

G98 - повернення до початкової площини в циклі.

Якщо постійний цикл верстата працює спільно з функцією G98, то інструмент повертається до початкової площини в кінці кожного циклу і між усіма робочою отворами. Функція G98 скасовується за допомогою G99.

G99 - повернення до площини відведення в циклі.

Якщо постійний цикл верстата працює спільно з функцією G99, то інструмент повертається до площини відведення між усіма робочою отворами. Функція G99 скасовується за допомогою G98.

3 ОПИС G - ФУНКЦІЙ

G00 - швидкий ход. G01 - лінійна інтерполяція. G02 - кругова інтерполяція за годинниковою стрелкою. G03 - кругова інтерполяція проти годинникової стрелки. G04 - пауза. G06 - параболічна інтерполяція. G08 - разгон. G09 - торможеніє. G10-G16 - не визначені. площина

інтерполяції визначається G-функціями: G17 - площину XY.G18 - площину XZ.G19 - площину YZ.G40 / G41 / G42 / G43 / G44 - корекція на радіус інструмента.G40 - скасування компенсації на радіус інструмента.G41 - компенсація зліва. G42 - компенсація справа.G43 - компенсація позитивна.G44 - компенсація отрицательна.G52 - локальне зміщення робочої системи координат.G53 - скасування заданого зміщення.G54-G59 - заданий зміщення.G61 - режим точного останова.G64 - режим різання (cutting mode) .G70 - обробка отворів, з центрами розташованими на одній окружності.G70.1 - скасування обробки центрального отвору.

G80 - скасування постійного цикла.G81 - цикл багатопрохідного свердління отвору на задану глибину.G82 - цикл свердління отвору на задану глибину, з витримкою на дні отверстія.G83 - цикл переривчастого свердління глибоких отворів з розбивкою повної глибини отвору на відрізки.

G85 - цикл розточення з затримкою інструменту на дні отвори і поверненням на робочій подаче.G86 - цикл розгортки з поверненням на швидкому ході і зупинкою шпінделя.G87 - цикл переривчастого свердління глибоких отворів з розбивкою повної глибини отвору на відрізки і дробленням стружки.G88 - цикл розточування з відведенням резца.G90 - абсолютний розмір.G91 - розмір в приращеннях.G92 - установка абсолютних накопичувачів положення.G93 - швидкість подачі в функції, зворотної часу.G94 / G95 - режим хвилинної і зворотному подач.G96 - постійна швидкість різання.G97 - обороти в хвилини .G98 / G99 - вибір точки повернення з жорсткого (постійного) циклу.

G00 - швидкий хід

Переміщення в запрограмовану точку з максимальною швидкістю (наприклад, з найбільшою швидкістю подачі). Попередньо запрограмірована швидкість переміщення ігнорується, але не скасовується. Переміщення по осях координат можуть бути координовані.

Використовується для швидкого виконання переміщень. Модальна функція групи 01. Кожна вісь при цьому має окремий меж швидкості. Осі з найбільшим часом відпрацювання заданого переміщення виходять в задану координату останніми. Швидкі переміщення не забезпечують сполучення сусідніх кадрів.

G01 - лінійна інтерполяція, швидкість задається параметром F

Вид управління, при якому забезпечується постійне відношення між швидкостями по осях координат, пропорційне відношенню між відстанями, на які повинен переміститися виконавчий орган верстата за двома або більше осями координат одночасно.

Модальна функція активна до скасування її введенням іншої G-функції. Контроль сегментації руху виконується параметром I13. Швидкість переміщення визначається контурній швидкістю F. При лінійної інтерполяції виконується сполучення сусідніх кадрів. Якщо до складу кадру з G01 входить функція G04 то при гальмуванні буде введена заборона на поєднання з наступним кадром. Якщо активна функція G61, то сполучення не виконується, поки не виконається її скасування за допомогою G64.

приклад:

G01X_Y_Z_G01X10Y10Z10

G02, G03 - кругова інтерполяція

Вид контурного керування для отримання дуги окружності, при якому векторні швидкості по осях координат, що використовуються для утворення дуги, змінюються пристроєм управління.

G02 - кругова інтерполяція за годинниковою стрілкою.

Кругова інтерполяція, при якій рух виконавчого органу направлено за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку позитивного напрямку осі, перпендикулярної до оброблюваної поверхні.

Необхідно ставити три складові:

- початкову точку дуги;
- кінцеву точку дуги;
- центр дуги.

Площина інтерполяції визначається G-функціями:

G17 - площину XY; G18 - площину XZ; G19 - площину YZ.

Вектори I, J і K це дійсні числа які визначають початкову точку обробки (дуги), тобто це проекція на вісь "X" (для вектора "I") від початкової точки дуги до центру радіусу. Для вектора "J" - проекція на вісь "Y". Для вектора "K" - проекція на вісь "Z". Вектори I, J, K - мають знак.

приклад:

G02X_Y_I_J_FG02X10Y10I10J10F10G17G02X_Y_I_J_F_ - для площині "XY"
G17G02X10Y10I10J10F10 - для площині "XY"

G03 - кругова інтерполяція проти годинникової стрілки

Кругова інтерполяція, при якій рух виконавчого органу направлено проти годинникової стрілки, якщо дивитися з боку позитивного напрямку осі, перпендикулярної до оброблюваної поверхні.

приклад:

G17G03X_Y_I_J_F_ - для площині "XY" G17G03X10Y10I10J10F10 - для площині "XY"

G04 - пауза після кадрів руху, з такими G-функціями як G00, G01, G02, G03

Вказівка про тимчасову затримку, конкретне значення якої задається в керуючій програмі або іншим способом. Застосовується для виконання тих чи інших операцій, що протікають певний час і не вимагають взаємодії про виконання.

в програмі може вводиться затримка, величина якої визначається параметром X. Діапазон - від 0.001 до 99999.999 секунд.

приклад:

G04X_G04X10

G06 - параболіческая інтерполяція.

Вид контурного керування для отримання дуги параболі, при якому векторні швидкості по осях координат, що використовуються для утворення цієї дуги, змінюються пристроєм управління.

G08 - розгін.

Автоматичне збільшення швидкості переміщення на початку руху до запрограмованого значення.

G09 - гальмування.

Автоматичне зменшення швидкості переміщення щодо запрограмованої при наблизенні до запрограмованої точки.

G17 / G18 / G19 - вибір площини інтерполяції

Завдання площині таких функцій, як кругова інтерполяція, корекція на фрезу і інших.

Треба ставити площину при виконанні кругової інтерполяції, для осей X і Y - це G17. Для Z і X - G18, для Y і Z - це G19.

Система одиниць вимірювання

При включенні системи активна відразу метрична система.

G40 / G41 / G42 - корекція на радіус інструменту

ЧПУ зміщує інструмент нормально до поверхні заготовки відносно напрямку руху інструменту в площині компенсації. Це дозволяє технологу-програмісту компенсувати зміну розміру у різних фрез без виконання складних тригонометричних розрахунків. Звичайні фрезерні верстати використовують для цього G42.

G40 - скасування компенсації на радіус інструменту.**G41 - компенсація зліва.**

Корекція на фрезу при контурному управлінні. Використовується, коли фреза знаходиться зліва від оброблюваної поверхні, якщо дивитися від фрези в напрямку її руху щодо заготовки.

G42 - компенсація справа.

Корекція на фрезу при контурному управлінні. Використовується, коли фреза знаходиться праворуч від оброблюваної поверхні, якщо дивитися від фрези в напрямку її руху щодо заготовки.

G43 - корекція на положення інструменту - позитивна.

Вказівка, що значення корекції на стан інструменту необхідно скласти з координатою, заданої у відповідному кадрі або кадрах.

G44 - корекція на положення інструменту - негативна.

Вказівка, що значення корекції на стан інструменту необхідно відняти від координати, заданої у відповідному кадрі або кадрах.

При введенні в дію компенсації на радіус треба правильно ставити величину початкового переміщення. На початку руху інструмент повинен переміститися на відстань, яка дорівнює загальній кількості величини зміщення + початкове рух в площині компенсації. Інструмент повинен бути позиціонується так, щоб при включеній компенсації інструмент почав різання перпендикулярно до поверхні заготовки. Отже, вісь (центр) інструменту повинна бути віддалена від точки першого контакту з поверхнею заготовки на відстань, що не менше радіуса цього інструменту. Компенсація радіуса - модальна функція - це значить, що після того, як компенсація на радіус введена один раз, вона діє до моменту її скасування функцією G40.

1. Перед включенням кадру з компенсацією треба виконати кадр переміщень з нульовим компонентом - без компенсації, в площині компенсації (тобто XY) .2. Виконати початкові переміщення по осях з ненульовим компонентом компенсації в площині компенсації (G17 /

G18 / G19), або відразу ж після блоку G41 або G42. Дія компенсації прив'язане до цього кадру.

Будь-який рух в площині компенсації з нульовим компонентом (тобто з компенсацією рівною нулю) виконує приховану скасування компенсації (результуючу настройку осей).

Технолог-програміст повинен враховувати цей ефект, коли виходить за межі поточної площині, як буває при значних змінах при фрезеруванні гнізд.

При виключенні компенсації функцією G40 треба правильно ставити переміщення для виходу з контуру. Якщо таке переміщення ігнорировано, то ЧПУ не скасує компенсацію до тих пір, поки не буде виконано блок з ненульовим компонентом в площині компенсації.

Не можна скасовувати компенсацію в будь-якому кадрі, в якому ще йде обробка виробу.

Скасування компенсації може виконуватися як рух однієї або двох осей.

Коли компенсація на радіус активна, система ЧПУ розглядає віртуальну фрезу з нульовим діаметром.

При компенсації радіусу фрези використовує зберігається в пам'яті значення діаметра і розраховує зміщення траєкторії центру фрези з урахуванням цього діаметра. Необхідно враховувати дію компенсації на кілька кадрів вперед.

Вимоги, які треба враховувати при введенні компенсації:

площина

Для компенсації треба призначити кілька параметрів. По-перше, площина вип-я компенсації - може бути обрана будь-яка площина в просторі XYZ шляхом завдання G-функції G17, G18, G19. Наприклад, G17 при описі вектора, паралельного осі Z, в негативному напрямку визначає в площині XY компенсацію при обході зліва і справа. Ці ж функції визначають площину кругової інтерполяції.

напрямок

Напрямок обходу контуру при компенсації визначається функціями G41 і G42. Ці функції також включають (активують) компенсацію. Скасування компенсації виконується функцією G40.

Як ЧПУ вводить (виконує) компенсацію

Будь-яка зміна компенсації вводиться поступово і лінійно після переміщення, виконаного після такої зміни. Зміна може включити або вимкнути компенсацію або змінити радіус компенсації. Всі ці зміни розглядаються однаково - як зміни радіуса компенсації. Коли компенсація виключена - це еквівалентно нульового радіусу інструменту. Коли змінено напрям обходу (зміщення) зліва направо або навпаки, то змінюється координата кінцевої точки переміщення - збільшується або зменшується так, що наступне переміщення почнеться з урахуванням компенсації. Траєкторія руху до цієї точки не змінюється. У разі, якщо зміна компенсації вводиться через лінійне переміщення, то траєкторія інструменту з урахуванням компенсації знаходиться на діагоналі по відношенню до траєкторії, заданої в NC-програму.

Швидкість руху з компенсацією

Швидкість руху центру інструменту по еквідистанти залишається такою ж, яка запрограмована F-функцією. Для руху по колу (дузі) це означає, що швидкість ріжучої кромки інструменту (яка контактує з виробом) буде запрограмованою в кадрі з F-функцією на величину співвідношення R_{tool} / R_{arc} . Тут R_{tool} - радіус інструменту, R_{arc} - радіус траєкторії руху.

Обробка (обхід) внутрішніх кутів

При обході внутрішніх кутів виконується безперервний рух "blended". Чим більше час розгону (TA - це внутр. Параметр РМАС), тим більше радіус заокруглення кута. Скруглення кута починається і закінчується на відстані $F \cdot TA / 2$ по відношенню до компенсованого руху з зупинкою. Чим більшу частку при переході без зупинки становить розгін по S-подібної кривої, тим менше радіус на вугіллі заокруглення. Якщо виконується повний останов на внутрішньому куті, РМАС зупинить рух на компенсованому вугіллі, але з урахуванням зупинки.

Обробка (обхід) зовнішніх кутів

При обході зовнішніх кутів ЧПУ вводить рух по дузі, щоб врахувати додаткове відстань обходу навколо кута. Початкова і кінцева точка дуги - це точки зміщення відносно запрограмованої координати кута, перпендикулярні до траєкторії вздовж кожної суміжній боку кута, по величині рівні компенсації на радіус фрези. Центр цієї дуги знаходиться на запрограмованій координаті кута (зовнішній кут зі зміною кута менш ніж 1 кутовий градус не вводить рух по дузі, він просто обходить кут з урахуванням параметрів TA і TS). Якщо на вугіллі виконується повний останов (наприклад Step, або затримка dwell), то перед зупинкою РМАС включає додатковий рух по дузі навколо цього кута.

G50 / G50.1 - Дзеркальна обробка.

G50 - включає дзеркальну обробку по осях "X" "Y" або по двох осях одночасно.

приклад:

G50X0 - дзеркало по осі "X"; G50Y0 - дзеркало по осі "Y"; G50X0Y0 - дзеркало по осі "X" і "Y";
G50.1 - скасовує дзеркальну обробку.

G51 / G51.1 - Масштабування осей координат.

G51 - включає масштабування. Масштабування проводиться від нуля робочої системи координат. X_Y_Z_ - це кратність масштабування по осі X, Y, Z відповідно. При виконанні кругової інтерполяції з параметрами I, J, K кожен з цих параметрів масштабується.

приклад:

G51X2Y2Z2;
...; ...;
G51.1 - скасовує масштабування.

Вибір робочої системи координат

Кожна система задається шляхом введення відстаней - зсувів робочого нуля по кожній осі верстата щодо нуля верстата. Значення зсувів запам'ятовуються на екранній сторінці OFFSET (OFS) програми ЧПУ. Для верстата робоча система координат включається по номеру інструменту.

приклад:

T3G00X20.0Z100X40Z20

В даному прикладі позиціонування виконується в точки $X = 20$, $Z = 100$ і $X = 40$ і $Z = 20$ у 3-й системі координат. Фактичний стан інструменту залежить від величини зсуву (OFS), заданої для обраної системи координат.

G52 - установка локальної системи координат

При програмуванні в робочій системі координат іноді зручно мати загальну систему всередині всіх робочих систем координат. Ця система називається локальною. Локальна система (X 'Y') координат зміщена щодо робочої системи (Work CS) XY на вектор A, який робить поточний стан інструменту в локальній системі збігається з координатами в кадрі, що містить функцію G52 (G52X100Y100). Коли задана локальна система, всі величини переміщення в абсолютній системі відліку (G90) є значеннями координат локальної системи. Скасування локальної системи виконується кадром: G52X0Y0 Локальна система координат діє на всі робочі системи координат.

приклад:

G52X_Y_Z_G52X100Y100Z100

G53 - скасування заданого зсуву.

Скасування будь-який з функцій G54 - G59. Діє тільки в тому кадрі, в якому вона записана.

G54-G59 - заданий зсув

Зміщення нульової точки деталі щодо вихідної точки верстата.

G61 - режим точного зупинки

Включає останов між кадрами, що скасовує обрізка кутів між кадрами. Після включення G61 в кінці кадру включається гальмування і контроль відповідності заданої в кадрі позиції виконується після кадру. Дія G61 скасовується при включенні G64 - режим різання. При включенні ЧПУ активна G64.

G64 - режим різання

Якщо активна функція G64, гальмування в кінцевій точці кадру не виконується і тому різання плавно переходить в наступний кадр. Ця команда діє, поки вона не замінюється (в програмі) на функцію точного зупинки G61. Однак в режимі виконання G64 подача сповільнюється до нуля і виконується контроль виходу в задану в кадрі позицію - в наступних випадках:

1. Режим (прискороного) позиціонування G00
2. Наступний кадр не містить команд на переміщення (по будь-якої осі).

G65 - візит на еквідістанту по радіусу

G65X_Y_X_Y_ - точка на контурі. По даної функції здійснюється візит на еквідістанту по радіусу перпендикулярно осі "X" або "Y". При недотриманні цих умов система видасть повідомлення про помилку. Відстань від вихідної точки до точки на контурі повинно бути не менше радіуса фрези. Параметри "X" "Y" в функції G65 - обов'язкові.

приклад:

T1G90G00X40Y0 вихідна точка.G41 вкл. корекції на радіий. інстр.G65X20Y0 Захід на еквідістанту по радіий. перпендік. осі YG01Y-20X-20Y20X20Y0G66X40Y0 Вихід з еквідістанти по рад.G40 Скасування корекції на радіий. інстр.

G66 - функція виходу з еквідистанти по радіусу

G66X_Y_X_Y_ - точка повернення з еквідистанти по радіусу. Після даної функції повинна бути функція скасування корекції G40. Приклад дивись вище в G65.

G67 - Функція включення обходу зовнішніх кутів по радіусу

Приклад: G67

Ця функція може включатися в будь-якому місці програми. Включена за замовчуванням.

G68 - Функція виключення обходу зовнішніх кутів по радіусу.

Приклад: G68

G80-88 - жорсткі цикли обробки

Жорсткі цикли спрощують обробку, тому що одна G-функція в кадрі виконує операції, які вимагають програмування декількох кадрів. Жорсткий цикл містить послідовність з шести операцій, як показано нижче:

3. Позиціонування осей.
4. Прискорений рух в початкове положення.
5. Обробка отверстія.
6. Обробка дна отверстія.
7. Повернення в опорну точку.
8. Повернення у вихідне положення.

Жорсткий цикл має площину позиціонування і вісь свердління. Площина позиціонування визначається функцією G17. Вісь Z призначається як вісь свердління. Якщо інструмент повинен бути виведений в опорну точку або в початкове положення - то це задається відповідно функціями G98 або G99.

Застосування G99 для першого проходу свердління і застосування G98 для останнього ходу свердління. Якщо цикл повторюється L раз, як зазначено в режимі G98, то інструмент повертається на вихідне положення після першого проходу свердління, в режимі G99 вихідне положення не змінюється навіть після виконання свердління.

Параметри свердління вказуються і виконуються в одному кадрі після символу. Ця команда дозволяє запам'ятати дані в ЧПУ.

G80 - скасування жорсткого циклу

G81 - цикл свердління отвору на задану глибину

Якщо задана ця G-функція, то інструмент переміщається на швидкому ході в точку із заданими координатами X і Y. Після цього виконується свердління із заданою подачею на задану глибину - координата Z. Потім інструмент відразу відводиться вгору по Z з вкоріненою подачею. Координата повернення вгору по осі Z - це задана координата по Z, якщо цей жорсткий цикл був викликаний при активній функції (режимі) G98.

Якщо ж був активний режим G99, то координата точки повернення вгору по Z - це величина параметра R, зазначена в кадрі, що містить функцію G81.

Цей цикл буде повторюватися в будь-якому кадрі, в який входять координати X і Y (рух по X і Y), поки цей режим не буде скасовано функцією G80. G80 - це скасування жорстких циклів.

Синтаксис: G81 X_Y_Z_R_F_L_X, Y - координати отвори по осях X і Y, Z - глибина свердління, R - вихідне положення по осі Z, F - величина робочої подачі, L - число проходів.

Приклади програмування G99G81X-3Y-2.7Z-5R1F25L2X-2.75X-2.5X-2.25G80

G98G81X-3Y-2.7Z-5R1F25L2X-2.75X-2.5X-2.25G80

G82 - цикл свердління з затримкою інструменту на дні отвори

Якщо задана ця G-функція, то інструмент переміщається на швидкому ході в точку із заданими координатами X і Y. Потім швидко переміщення по осі Z в опорну площину з координатою R. Після цього виконується свердління із заданою подачею на задану глибину - координата Z. після цього, коли інструмент знаходиться "на дні" отвори, починається відлік витримки часу, величина якого задана параметром P. Потім інструмент відводиться вгору по Z з вкоріненою подачею. Координата повернення вгору по осі Z - це задана координата по Z, якщо цей жорсткий цикл був викликаний при активній функції (режимі) G98.

Якщо ж був активний режим G99, то координата точки повернення вгору по Z - це величина параметра R, зазначена в кадрі, що містить функцію G81.

Цей цикл буде повторюватися в будь-якому кадрі, в який входять координати X і Y (рух по X і Y), поки цей режим не буде скасовано функцією G80.

G80 - це скасування жорстких циклів.

Синтаксис: G82 X_Y_Z_R_F_L_P_X, Y - координати отвори по осях X і Y, Z - глибина свердління, R - вихідне положення по осі Z, F - величина робочої подачі, L - число проходів, P - час в секундах затримки на дні отвори.

Приклади програмування: G99G82X-3Y-2.7Z-5R1F25L1P2X-2.75X-2.5X-2.25G80

G98G81X-3Y-2.75Z-5R1F25L1P2X-2.75X-2.5X-2.25G80 Даний цикл відповідає малюнків вище.

G83 - цикл переривчастого свердління глибоких отворів з розбивкою повної глибини отвору на відрізки

Якщо задана ця G-функція, то інструмент переміщається на швидкому ході в точку із заданими координатами X і Y. Потім - в координату R по осі Z. Після цього виконується свердління із заданою подачею на глибину K вниз відносно початкової точки, заданої параметром R. Потім інструмент відводиться вгору по Z з прискореною подачею. Координата повернення вгору по осі Z задається параметром R.

Потім інструмент переміщається на швидкій подачі на висоту останнього проходу свердління плюс величина параметра R. Потім - звичайне свердління на глибину K нижче попереднього проходу. Цей жорсткий цикл буде повторюватися до тих пір, поки отвір НЕ буде оброблено на повну глибину. Координата повернення вгору по осі Z - це задана координата по Z, якщо цей жорсткий цикл був викликаний при активній функції (режимі) G98.

В іншому випадку повернення відбувається в положення по осі Z, заданий параметром R, зазначеним в кадрі з G83, якщо активний режим G99.

Цей цикл буде повторюватися в будь-якому кадрі, в який входять координати X і Y (рух по X і Y), поки цей режим не буде скасовано функцією G80. G80 - це скасування жорстких циклів.

Синтаксис: G83 X_Y_Z_R_F_L_K_I_QX, Y - координати отвори по осях X і Y, Z - глибина свердління, R - вихідне положення по осі Z, F - величина робочої подачі, L - число повторів циклу, K - глибина одного проходу, НІКОЛИ НЕ МАЄ 0, I - глибина першого проходу (якщо цей параметр не вказується, то значення першого проходу дорівнює глибині кожного проходу), Q - величина не доходу в кожному проході по "Z" (якщо цей параметр не вказується, то значення встановлюється системою за замовчуванням).

Приклади програмування: G99G83X-2Y-1Z-6K1R1F25I4Q0.05X30Y20X20.2Y-17.432G80

G98G83X-2Y-1Z-6K1R4F25I4Q0.08X100Y27G80

G85 - цикл розточення з затримкою інструменту на дні отвори і поверненням на робочій подачі

Якщо задана ця G-функція, то інструмент переміщається на швидкому ході в точку із заданими координатами X і Y. Потім швидко переміщення по осі Z в опорну площину з координатою R. Після цього виконується свердління із заданою подачею на задану глибину - координата Z. після цього, коли інструмент знаходиться "на дні" отвори, починається відлік витримки часу, величина якого задана параметром P, якщо параметр P не заданий витримки часу не буде. Потім інструмент відводиться вгору по Z на робочій подачі. Координата повернення вгору по осі Z - це задана координата по Z, якщо цей жорсткий цикл був викликаний при активній функції (режимі) G98.

Якщо ж був активний режим G99, то координата точки повернення вгору по Z - це величина параметра R, зазначена в кадрі, що містить функцію G85.

Цей цикл буде повторюватися в будь-якому кадрі, в який входять координати X і Y (рух по X і Y), поки цей режим не буде скасовано функцією G80. G80 - це скасування жорстких циклів.

Синтаксис: G85 X_Y_Z_R_F_L_P_X, Y - координати отвори по осях X і Y, Z - глибина свердління, R - вихідне положення по осі Z, F - величина робочої подачі, L - число проходів, P - час в секундах затримки на дні отвори.

Приклади програмування: G99G85X-3Y-2.7Z-5R1F25L1P2X-2.75X-2.5X-2.25G80

G98G85X-3Y-2.75Z-5R1F25L1 (без витримки часу) X-2.75X-2.5X-2.25G80

G86 - цикл розгортки з поверненням на швидкому ході і зупинкою шпинделя

Якщо задана ця G-функція, то інструмент переміщається на швидкому ході в точку із заданими координатами X і Y. Потім швидко переміщення по осі Z в опорну площину з координатою R. Після цього виконується свердління із заданою подачею на задану глибину - координата Z. після цього, коли інструмент знаходиться "на дні" отвори, починається відлік витримки часу, величина якого задана параметром P, якщо параметр P не заданий витримки часу не буде. Зупиняється шпиндель, потім інструмент відводиться вгору по Z на швидкому ході, включається шпиндель. Координата повернення вгору по осі Z - це задана координата по Z, якщо цей жорсткий цикл був викликаний при активній функції (режимі) G98.

Якщо ж був активний режим G99, то координата точки повернення вгору по Z - це величина параметра R, зазначена в кадрі, що містить функцію G86.

Цей цикл буде повторюватися в будь-якому кадрі, в який входять координати X і Y (рух по X і Y), поки цей режим не буде скасовано функцією G80. G80 - це скасування жорстких циклів.

Синтаксис: G86 X_Y_Z_R_F_L_P_X, Y - координати отвори по осях X і Y, Z - глибина свердління, R - вихідне положення по осі Z, F - величина робочої подачі, L - число проходів, P - час в секундах затримки на дні отвори.

Приклади програмування: G99G86X-3Y-2.7Z-5R1F25L1P2X-2.75X-2.5X-2.25G80

G98G86X-3Y-2.75Z-5R1F25L1 (без витримки часу)
X-2.75X-2.5X-2.25G80

G87 - цикл переривчастого свердління глибоких отворів з розбивкою повної глибини отвору на відрізки і дробленням стружки

Якщо задана ця G-функція, то інструмент переміщається на швидкому ході в точку із заданими координатами X і Y. Потім - в координату "R" по осі Z. Після цього виконується свердління із заданою подачею на глибину "K" вниз відносно початкової точки, заданої параметром "R". Потім інструмент відводиться вгору по Z на робочій подачі на величину "Q". Потім - звичайне свердління на глибину "K" нижче попереднього проходу. Цей жорсткий цикл буде повторюватися до тих пір, поки отвір НЕ буде оброблено на повну глибину. Координата повернення вгору по осі Z - це задана координата по Z, якщо цей жорсткий цикл був викликаний при активній функції (режимі) G98.

В іншому випадку повернення відбувається в положення по осі Z, заданий параметром "R", зазначеним в кадрі з G87, якщо активний режим G99.

Цей цикл буде повторюватися в будь-якому кадрі, в який входять координати X і Y (рух по X і Y), поки цей режим не буде скасовано функцією G80.

G80 - це скасування жорстких циклів

Синтаксис X, Y - координати отвори по осях X і Y, Z - глибина сверлення. R - вихідне положення по осі Z F - величина робочої подачі. L - число повторів циклу. K - глибина одного проходу, НИКОЛИ НЕ МАЄ 0.1 - глибина першого проходу (якщо цей параметр не вказується, то значення першого проходу дорівнює глибині кожного проходу). Q - величина не доходу в кожному проході по "Z" (якщо цей параметр не вказується, то значення встановлюється системою за замовчуванням) G87 X_Y_Z_R_F_L_K_I_Q

Приклади програмування G99G87X-2Y-1Z-6K1R1F25I4Q0.05X30Y20X20.2Y-17.432G80G98G87X-2Y-1Z-6K1R4F25I4Q0.08X100Y27G80

G88 - цикл розточення отвору на задану глибину

Якщо задана ця G-функція, то інструмент переміщається на швидкому ході в точку із заданими координатами X і Y. Після цього виконується розточування із заданою подачею на задану глибину - координата Z. Після досягнення кінцевої глибини шпиндель орієнтується і різець відводиться на швидкому ході на величину "Q" уздовж осі "X". Залежно від знака параметра "Q", різець відводиться в + X або в -X. Потім інструмент відразу відводиться вгору по Z з вкоріненою подачею. Координата повернення вгору по осі Z - це задана координата по Z, якщо цей жорсткий цикл був викликаний при активній функції (режимі) G98.

Якщо ж був активний режим G99, то координата точки повернення вгору по Z - це величина параметра R, зазначена в кадрі, що містить функцію G88. Далі знову запускається шпиндель.

Цей цикл буде повторюватися в будь-якому кадрі, в який входять координати X і Y (рух по X і Y), поки цей режим не буде скасовано функцією G80.

G80 - це скасування жорстких циклів

Сінтаксис G88 X_Y_Z_R_F_Q_X, Y - координати отвори по осях X і Y. Z - глибина растачивання. R - вихідне положення по осі ZF - величина робочої подачі. Q - відведення різця.

Приклади програмування G99G88X-3Y-2.7Z-5R1F25Q1X-2.75X-2.5X-2.25G80G98G88X-3Y-2.7Z-5R1F5Q-2X-2.75X-2.5X-2.25G80

G70 - обробка отворів, з центрами розташованими на одній окружності

При цьому обробляються отвори з центрами, розташованими рівномірно по колу. Перед цією G-функцією повинен бути запрограмований жорсткий цикл свердління (тобто G81, G82, G83, G85), так як цей цикл визначає метод свердління отворів, що лежать на колі.

Параметри X_ і Y_ задані в рядку кадру з G81-G85 визначають координати центру. Функції G81-85 і функція G70 повинні програмуватися в різних рядках програми.

Сінтаксис G70 I_J_L_, где I - радіус кола повинен бути більше нуля, J - кут, утворений віссю X і вектором з центру кола в початкову точку, L - число точок / центрів на окружності

Приклад програмування G83 X_Y_Z_R_L_ H83
G70 I30 J45 L8G80

Наведена вище програма спочатку свердлить центральний отвір, потім обсервіває отвори на окружності як показано на малюнку по циклу свердління.

У циклі свердління повинен бути зазначений параметр "H", що дорівнює номеру циклу свердління.

Приклад: G81X_Y_Z_R_ H81G70I50J25L3G80

Скасування обробки центрального отвору.

Для скасування свердління центрального отвору необхідно включити в програму функцію G70.1

Приклад: G70.1G99G81X_Y_Z_R_ H81G70I40J30L12G80

G71 - обробка отворів на дузі

Якщо задана функція G71, інструмент буде розташовуватися в точках, рівномірно розподілених на дузі. Завданням G71 повинен передувати жорсткий цикл (тобто G81, G82, G83, G85) визначає метод свердління в циклі обробки отворів. Параметри X_ і Y_ в рядку, що містить функції G81-G85, визначають координати центру отвори.

G81-G85 і G71 повинні задаватися в різних рядках (кадрах) програми.

Сінтаксис G71 I_J_K_L_, где I - радіус кола повинен бути більше нуля, J - кут, утворений віссю X і вектором з центру кола в початкову точку, L - число точок / центрів на окружності, K - кут між двома сусідніми точками на колі.

У циклі свердління повинен бути зазначений параметр "H", що дорівнює номеру циклу свердління.

Приклад програмірованія G70.1 G81 X_Y_Z_R_L_H81 G71 I3 J0 L8 K5 G80 G70.1 - центральний отвір не свердлити.

G72 - обробка ряду отворів лежать на похилій лінії (прямий)

При цьому інструмент повинен розташовуватися в точках, рівномірно розподілених на відрізьку прямої. Завданням цієї G-функції має передувати завдання жорсткого циклу G81-G85, тому що жорсткий цикл задає спосіб свердління ряду отворів. Параметри X_ і Y_ визначаються в кадрі з G81-G85, визначають початкову точку ряду. Жорсткий цикл G81-G85 і цикл свердління ряду отворів G72 повинні задаватися в різних кадрах.

Сінтаксис G72 I_J_L_, де: I - відстань між центрами отворів, завжди > 0, J - кут утвореної віссю X і похилій прямій, L - число точок на відрізьку прямої.

У циклі свердління повинен бути зазначений параметр "H", що дорівнює номеру циклу свердління.

Приклад програмірованія G81 X_Y_Z_R_L_H81 G72 I1 J45 L5 G80

G90 - абсолютний розмір.

Відлік переміщення проводиться щодо обраної нульової точки.

G91 - розмір в збільшеннях

Відлік переміщення проводиться щодо попередньої запрограмованої точки.

Відлік і індикація координат може виконуватися в абсолютній (G90) або відносній (G91) Система. При включенні ЧПУ активна функція G90 абсолютного відліку. У режимі з G90 все переміщення осей відраховуються від нуля програми. Знаки + і - абсолютних координат вказують положення осей щодо нуля програми.

У відносному режимі - G91 все переміщення відраховуються від поточного положення осей. Задані в кадрі переміщення - це відстані, які треба пройти. Знаки + і - вказують напрямки руху.

Сінтаксис G90 G91

G93 - швидкість подачі функції, зворотної часу

Вказівка, що число, наступне за адресою F, дорівнює зворотному значенню часу в хвилинах, необхідного для обробки кадру.

G94 - Включення хвилинної подачі

Включена за замовчуванням.

Приклад: T7S400M03 G54 - включення подачі мм / мін G01 X30 Y20 Z40 M05

G95 - включення зворотному подачі

(Для верстатів обладнаних додатковим датчиком)

Приклад: T7S300M03

G55 - вкл. зворотному подачі G01 X89 Y48 Z30 M05

G96 - постійна швидкість різання.

Вказівка, що число, наступне за адресою S, так само швидкості різання в метрах за хвилину.

При цьому швидкість шпинделя регулюється автоматично з метою підтримки запрограмованої швидкості різання.

G97 - обороти в хвилину.

Вказівка, що число, наступне за адресою S, так само швидкості шпинделя в оборотах на хвилину.

G98 / G99 - вибір точки повернення з жорсткого (постійного) циклу

Використовується в кадрах з жорсткими циклами, щоб задати точку повернення.

G98 задає повернення в початкове положення; G99 задає повернення в опорну точку або зону безпечного відведення. G98 викликає рух інструменту в те положення, звідки він почав цикл. G99 викликає рух інструменту в точку, яка визначається R-параметром в кадрі з функцією жорсткого циклу.

За замовчуванням включена функція G99.

Сінтаксис G98 / G99

Прімер N4X0Y0N5G98N6G81X1Y1R0.1Z-3..N4Z5N5G99N6G81X1Y1R0.1Z-3

Допоміжні функції (M-коди)

M00 - програмований останов

Коли СЧПУ виконує команду M00, то відбувається зупинка. Всі осьові переміщення зупиняються, при цьому шпиндель (у більшості верстатів) продовжує обертатися. Робота за програмою відновлюється з наступного кадру після натискання кнопки "Старт".

M01 - останов з підтвердженням

Код M01 діє аналогічно M00, але виконується тільки після підтвердження з пульта управління верстата. Якщо клавіша підтвердження натиснута, то при читанні кадру з M01 відбувається зупинка. Якщо ж не натискати жодної клавіші, то кадр M01 пропускається і виконання УП не переривається.

M02 - завершення програми.

Код M02 вказує на завершення програми і призводить до останову шпинделя, подачі і виключення охолодження.

M03 - обертання шпинделя за годинниковою стрілкою.

За допомогою коду M03 включається пряме обертання шпинделя із запрограмованим числом оборотів (S). Код M03 діє до тих пір, поки він не буде скасований за допомогою M04 або M05.

M04 - обертання шпинделя проти годинникової стрілки.

За допомогою коду M04 включається зворотне обертання шпинделя із запрограмованим числом оборотів (S). Код M04 діє до тих пір, поки він не буде скасований за допомогою M03 або M05.

M05 - останов шпинделя.

Код M05 зупиняє обертання шпинделя, але не зупиняє осьові переміщення.

M06 - зміна інструменту.

За допомогою коду M06 інструмент, закріплений в шпинделі, змінюється на інструмент, що знаходиться в положенні готовності в магазині інструментів.

M07 - включення охолодження №2.

Код M07 включає подачу MOP в зону обробки в розпиленому вигляді, якщо верстат має таку змогу.

M08 - включення охолодження №1.

Код M08 включає подачу MOP в зону обробки у вигляді струменя.

M09 - відключення охолодження.

Код M09 вимикає подачу MOP і скасовує команди M07 і M08.

M10 - затискач.

Код M10 ставитися до роботи з затискним пристосуванням рухомих органів верстата.

M11 - разжим.

Код M11 ставитися до роботи з затискним пристосуванням рухомих органів верстата.

M19 - останов шпинделя в заданій позиції.

Код M19 викликає останов шпинделя при досягненні ним певного кутового положення.

MO3 - кінець інформації.

Код MO3 інформує СЧПУ про завершення програми, призводить до останову шпинделя, подачі і виключення охолодження.

M98 - виклик підпрограми.

Код M98 призначений для виклику підпрограми. Програмується разом з (P), яке позначає номер підпрограми, що викликається. Наприклад M98 P1234.

M99 - кінець підпрограми.

За допомогою команди M99 по закінченню підпрограми здійснюється повернення до головної програми, з якої була викликана підпрограма.

Додаткові функції і символи

X, Y, Z - команди осьового переміщення.

A, B, C - команди кругового переміщення навколо осей X, Y, Z відповідно.

I, J, K - параметри кругової інтерполяції паралельні осях X, Y, Z відповідно.

R - При кругової інтерполяції (G02 або G03) R визначає радіус, який з'єднує початкову та кінцеву точки дуги. У постійних циклах R визначає положення площини відведення. При роботі з командою обертання R визначає кут повороту координатної системи.

P - При постійних циклах обробки отворів P визначає час витримки на дні отвори. Спільно з кодом виклику підпрограми M98 - номер підпрограми, що викликається.

Q - У циклах переривчастого свердління Q визначає відносну глибину кожного робочого ходу інструменту. У циклі растачивання - відстань зсуву розточувального інструменту від стінки обробленого отвору для забезпечення акуратного виведення інструменту з отвору.

D - значення корекції на радіус інструменту.

H - значення компенсації довжини інструменту.

F - функція подачі.

S - функція головного руху.

T - значення визначає номер інструменту, який необхідно перемістити в позицію зміни, шляхом повороту інструментального магазину.

N - нумерація кадрів УП.

/ - пропуск кадру.

(...) - коментарі в УП.

Приклад тексту керуючої програми для верстата СЧПУ

O0001	N26 G01 Z-10. F62.5
N1 G21	N27 X-3.3 F500.
N2 (6 MM 4 FLUTE HSS EM)	N28 Y4.
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0	N29 X-.929
N4 T08 M06	N30 G02 X.149 Y6.851 I6.929 J-.992
N5 S200 M03	N31 G00 Z10.
N6 G90 G54 G00 X-.929 Y4.	N32 X-.929 Y4.
N7 G43 Z10. H08 M08	N33 Z0
N8 G01 Z-10. F62.5	N34 G01 Z-15. F62.5
N9 G17 G02 X.149 Y6.851 I6.929 J-.992 F500.	N35 G02 X.149 Y6.851 I6.929 J-.992 F500.
N10 G01 X-3.3	N36 G01 X-3.3
N11 Y4.	N37 Y4.
N12 X-.929	N38 X-.929
N13 G00 Z10.	N39 G00 Z10.
N14 X15.873 Y6.851	N40 X15.873 Y6.851
N15 G01 Z-10. F62.5	N41 Z0
N16 G02 X16.951 Y4. I-5.851 J-3.842 F500.	N42 G01 Z-15. F62.5
N17 G01 X19.322	N43 G02 X16.951 Y4. I-5.851 J-3.842 F500.
N18 Y6.851	N44 G01 X19.322
N19 X15.873	N45 Y6.851
N20 G02 X16.951 Y4. I-5.851 J-3.842	N46 X15.873
N21 G01 X19.322	N47 G02 X16.951 Y4. I-5.851 J-3.842
N22 Y6.851	N48 G01 X19.322
N23 X15.873	N49 Y6.851
N24 G00 Z10.	N50 X15.873
N25 X.149	N51 G00 Z10.

N52 X.149
N53 Z0
N54 G01 Z-15. F62.5
N55 X-3.3 F500.
N56 Y4.
N57 X-.929
N58 G02 X.149 Y6.851 I6.929 J-.992
N59 G00 Z10.
N60 Z50. M09
N61 G91 G28 Z0
N62 (1MM 4 FLUTE CARB EM)
N63 T02 M06
N64 S66 M03
N65 G90 G54 G41 D22 G00 X8.011 Y9.351
N66 G43 Z5. H02 M08
N67 G01 Z-1. F2ep0.833
N68 X-4.3 F166.667
N69 G03 X-5.8 Y7.851 I0 J-1.5
N70 G01 Y3.
N71 G03 X-4.3 Y1.5 I1.5 J0
N72 G01 X0
N73 G03 X1.5 Y3. I0 J1.5
N74 G01 Y3.008
N75 G02 X6. Y7.508 I4.5 J0
N76 G01 X10.022
N77 G02 X14.522 Y3.008 I0 J-4.5
N78 G01 Y3.
N79 G03 X16.022 Y1.5 I1.5 J0
N80 G01 X20.322
N81 G03 X21.822 Y3. I0 J1.5
N82 G01 Y7.851
N83 G03 X20.322 Y9.351 I-1.5 J0
N84 G01 X8.011
N85 G00 Z5.
N86 Z4.
N87 G01 Z-2. F20.833
N88 X-4.3 F166.667
N89 G03 X-5.8 Y7.851 I0 J-1.5
N90 G01 Y3.
N91 G03 X-4.3 Y1.5 I1.5 J0
N92 G01 X0
N93 G03 X1.5 Y3. I0 J1.5
N94 G01 Y3.008
N95 G02 X6. Y7.508 I4.5 J0
N96 G01 X10.022
N97 G02 X14.522 Y3.008 I0 J-4.5
N98 G01 Y3.
N99 G03 X16.022 Y1.5 I1.5 J0

N100 G01 X20.322
N101 G03 X21.822 Y3. I0 J1.5
N102 G01 Y7.851
N103 G03 X20.322 Y9.351 I-1.5 J0
N104 G01 X8.011
N105 G00 Z5.
N106 Z3.
N107 G01 Z-3. F20.833
N108 X-4.3 F166.667
N109 G03 X-5.8 Y7.851 I0 J-1.5
N110 G01 Y3.
N111 G03 X-4.3 Y1.5 I1.5 J0
N112 G01 X0
N113 G03 X1.5 Y3. I0 J1.5
N114 G01 Y3.008
N115 G02 X6. Y7.508 I4.5 J0
N116 G01 X10.022
N117 G02 X14.522 Y3.008 I0 J-4.5
N118 G01 Y3.
N119 G03 X16.022 Y1.5 I1.5 J0
N120 G01 X20.322
N121 G03 X21.822 Y3. I0 J1.5
N122 G01 Y7.851
N123 G03 X20.322 Y9.351 I-1.5 J0
N124 G01 X8.011
N125 G00 Z5.
N126 Z2.
N127 G01 Z-4. F20.833
N128 X-4.3 F166.667
N129 G03 X-5.8 Y7.851 I0 J-1.5
N130 G01 Y3.
N131 G03 X-4.3 Y1.5 I1.5 J0
N132 G01 X0
N133 G03 X1.5 Y3. I0 J1.5
N134 G01 Y3.008
N135 G02 X6. Y7.508 I4.5 J0
N136 G01 X10.022
N137 G02 X14.522 Y3.008 I0 J-4.5
N138 G01 Y3.
N139 G03 X16.022 Y1.5 I1.5 J0
N140 G01 X20.322
N141 G03 X21.822 Y3. I0 J1.5
N142 G01 Y7.851
N143 G03 X20.322 Y9.351 I-1.5 J0
N144 G01 X8.011
N145 G00 Z5.
N146 Z1.
N147 G01 Z-5. F20.833

Лекція 7 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА верстатах з ЧПУ

Питання:

- 1 Система координат і базові точки фрезерного верстата**
- 2 Програмування розмірних переміщень**
- 3. Розробка розрахунково-технологічної карти**
- 4 Лінійна інтерполяція**
- 5 Програмування кругової інтерполяції**
- 6 Програмування стану верстата**

На верстаті з ЧПУ реалізується якась частина технологічного процесу з виготовлення деталі. У зв'язку з тим, що верстат з ЧПУ працює по керуючій програмі без участі людини, в керуючу програму необхідно закласти всі особливості механообробки. Для цього необхідно:

- знати характеристику верстата (потужність головного приводу, максимальну масу заготовки, установлюваної на верстаті, діапазон регулювання частоти обертання приводу, діапазон

регулювання подач, величину відпрацьовується мінімального переміщення, кількість інструментів в інструментальній головці, величини швидкостей холостого і робочого переміщення, яка застосовується систему координат, положення нуля верстата, наявність і можливості додаткового обладнання і т. д.);

- знати характеристику пристрою ЧПУ (мова програмування, число керованих осей і число одночасно працюючих осей, величину мінімального відпрацьовується переміщення, наявність вбудованих циклів і макроциклів, список функцій верстата, які можуть бути перепрограмовані, наявність спеціальних функцій при високій швидкості обробки і ін.);

- вміти виконати розрахунок або за довідниками зробити вибір режимів різання з урахуванням наявного припуску;

- мати відомості про застосовуваний ріжучому і допоміжному інструменті (параметри державки, виліт, кути заточування, для відрізного різця ширину леза, наявність центрового отвори у фрези, величину перемички у свердла і т. П.);

- знати способи досягнення заданої точності і шорсткості оброблюваної заготовки;

- знати особливості завдання переміщень і способи формування окремих конструкторсько-технологічних елементів на верстаті з ЧПУ;

- знати особливості програмування для конкретного верстата; • вміти розробляти і читати необхідну технологічну документацію (розрахунково-технологічну карту, карту кодування інформації (ККІ) і карту наладки (КН) відповідно до ГОСТ 3.1404-86).

Спочатку визначають систему координат і базові точки верстата з ЧПУ.

1 Система координат і базові точки фрезерного верстата

У якості єдиної системи координат для всіх верстатів з ЧПУ відповідно до ГОСТ 23597-79 прийнята стандартна (права) система координат, при якій осі X, Y, Z вказують позитивні переміщення інструментів щодо рухомих частин верстата (рис. 7.1.). Система координат верстата є головною розрахунковою системою, в якій визначаються граничні переміщення, початкові і поточні положення робочих органів верстата. Нульова (базова) точка системи координат верстата (синонім «Нуль верстата») позначається буквою М.

Нуль верстата - точка, прийнята за початок координат верстата, - таке певне положення робочих органів, в яке вони можуть бути переміщені за допомогою клавіш на пульті управління, верстатом або відповідними командами керуючої програми.

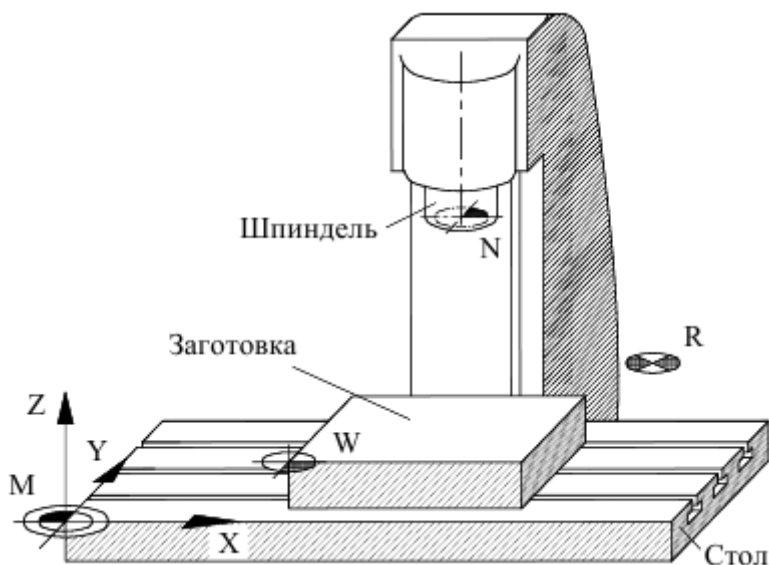


Рисунок. 7.1.- Нулі фрезерного верстата

Досить часто базова точка має матеріальне вираження. Це може бути перетин площин (рис. 7.1), або точний отвір в центрі столу. Крім нуля верстата є ще кілька базових точок:

- точка R - точка вихідного стану. Дана точка фіксується граничними вимикачами. Вихід в цю точку необхідний при кожному включенні верстата або збої живлення;

- точка W - нуль заготовки. Положення точки W визначається програмно в залежності від конфігурації заготовки або необхідності полегшення програмування. Точка має іншу назву плаваючий нуль;

- точка N - нуль інструменту. У багатьох моделях верстатів дана точка має матеріальне вираження - точка перетину торця шпинделя з його віссю (рис. 7.1).

Осі координат орієнтовані на верстаті певним чином.

Вісь Z завжди пов'язана з елементом, що обертається верстата - шпинделем.

Ось X пов'язана з напрямком найбільшого переміщення виконавчого органу верстата.

Щодо системи координат верстата визначаються підсистеми заготовки, інструменту та ін.

2 Програмування розмірних переміщень

Згідно з розробленим технологічним процесом для даної деталі маємо операційний ескіз для верстата з ЧПУ, на якому показані поверхні, які повинні бути оброблені на даній операції. Для обробки цих поверхонь необхідно розробити керуючу програму (УП). В УП необхідно запрограмувати траєкторію руху ріжучого інструменту, режими різання і інші технологічні параметри. Траєкторія руху програмується у вигляді елементарних переміщень. Елементарними переміщеннями є відрізок прямої по одній, двом або трьом координатам (осях) і чверть дуги окружності. Кожне елементарне переміщення програмується окремим кадром. Процес перекладу величини переміщення, записаного в кадрі, в рух верстата називають інтерполяцією. Розрізняють лінійну інтерполяцію - рух по прямій,

Якщо підготовка керуючої програми буде виконуватися вручну (без застосування ЕОМ), то для створення керуючої програми необхідно розробити розрахунково-технологічну карту, яка містить траєкторію руху інструменту і всю необхідну технологічну інформацію.

3. Розробка розрахунково-технологічної карти

Розрахунково-технологічна карта (РТК) являє собою операційний ескіз, на який нанесена траєкторія руху інструменту у вигляді послідовності елементарних ходів. Початок і кінець елементарного ходу позначається опорною точкою з номером. В опорній точці змінюється або напрямок руху подачі, або технологічний стан верстата (включається МОР, змінюються режими різання і т. Д.). Початком і кінцем траєкторії є вихідна точка верстата, з якої починається рух інструменту (столу, супорта) і в якій закінчиться рух інструменту. Траєкторія показує або переміщення вершини різця, або центру торця фрези. При фрезеруванні контуру деталі кінцевий фрезою замість траєкторії будують еквідистанту - криву, рівновіддаленість від траєкторії на величину, рівну радіусу фрези.

Структура елементарних ходів залежить від моделі використовуваного верстата, можливостей пристрою ЧПУ. При використанні більш розвиненої системи УЧПУ можливий рух по прямій або дузі кола одночасно за трьома координатами.

Крім траєкторії руху інструменту на РТК наносять осі координат, комплекти баз, що застосовуються нульові точки верстата, режими різання, місця розташування притисків. Оброблювані на даній операції поверхні обводять товстими лініями.

Заготівля буде розташовуватися в певному місці робочого простору верстата, тому при розробці РТК повинні бути враховані зони, в яких повинні бути заборонено рух інструменту. Це місця, близькі до шпинделя, супорта, столу. Розміри зон визначені для кожної моделі верстата. При розробці РТК оперують робочою зоною верстата, в якій дозволено рух інструменту. Її розміри

обмежуються уставками верстата і враховуються при розробці РТК.

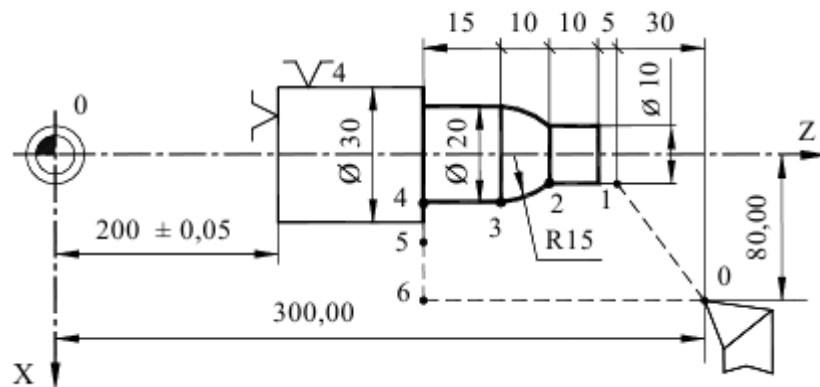


Рисунок. 7.2. Траєкторія руху різця при токарній обробці заготовки.

Фрагмент РТК для обробки деталі на токарному верстаті представлений на рис. 7.2. Штриховий лінією показана прискорена подача (точки 0-1 і 5-6-0), суцільною лінією (точки 1-2-3-4-5) - робоча подача / штриховий лінією показано рух різця на прискореній подачі. Розміри надані від нуля верстата до базового торця і до вершини різця. Розмір до базового торця - з допуском, так як він налаштовується з певною похибкою. Осьовий розмір до вершини різця виконується з похибкою відпрацювання даними верстатом (до сотих часток міліметра), тому після коми - два нуля. Осьові розміри між опорними точками траєкторії дані в збільшеннях.

3. 1. Особливості розробки РТК для токарних верстатів

При розробці РТК необхідно враховувати рекомендовану послідовність обробки поверхонь при точінні [3]:

- підрізання торця;
- свердління отвору. Зазвичай перед свердлінням заготовку зацентровують. Це особливо важливо, якщо отвір буде набриднений довгим і тонким свердлом. Отвір свердлиться до поздовжньої обточування тому, що під час свердління виникають значні сили різання, які, при менш жорсткою (обточеної) заготовці, приведуть до небажаних наслідків. Якщо діаметр отвору більше 20 ... 25 міліметрів, застосовують набір свердел з перепадом діаметрів 10 ... 15 міліметрів для зниження сил різання;
- чорнова обробка зовнішніх основних поверхонь;
- чорнова обробка внутрішніх основних поверхонь; • обробка додаткових поверхонь спеціальним інструментом;
- чистова обробка зовнішніх поверхонь;
- чистова обробка внутрішніх поверхонь.

На рис. 7.2 показана траєкторія руху вершини різця при остаточній обробці, коли формується остаточний профіль деталі. Така траєкторія характерна для заготовок, отриманих точним литтям. Якщо для обробки заготовки, отриманої з прутка, залишити тільки один цей прохід різця, то або різець може зламатися, або зупиниться рух супорта з-за недостатньої потужності приводу.

Це пояснюється тим, що при обробці заготовки до діаметра 10 міліметрів, Товщина шару, що зрізається буде дорівнює

$$t = D_{\text{заг}} / 2 - d_{\text{хв}} / 2 = 30/2 - 10/2 = 10 \text{ міліметрів.}$$

Для верстатів типу СТП220, МК6731, 16К20Ф3 середня товщина шару, що зрізається зазвичай становить 2-4 міліметра. Тому дану заготовку необхідно обробляти за кілька проходів, з

огляду на товщину зрізаного шару (рис. 7.3). Глибина різання ділиться на нерівні частини. Шар металу, розташований ближче до оброблюваної поверхні, повинен бути тонше для зменшення сил різання при остаточному проході. Чим точніше оброблювана поверхня, тим менше глибина різання при остаточному проході. Зазвичай діапазон глибин різання при остаточному проході становить 1 ... 0,3 міліметра. При завданні величини подачі необхідно враховувати наступні положення: при призначенні остаточного (чистового) проходу подача призначається, виходячи з необхідної шорсткості, подача на попередні проходи призначається, виходячи з потужності приводу і жорсткості системи СНІД (Верстат - Пристрій - Інструмент - Деталь). Глибина різання при остаточному проході, рівна 1 міліметру дозволить отримати розміри, орієнтовно, по 9-12-му квалітету точності і з шорсткістю Rz 40. При глибині різання, що дорівнює 0,5-0,3 міліметра, досягається точність для верстатів класу «Н» за 8-му квалітету і шорсткість Ra 2,5 ... Ra 1,6. Для отримання деталей вищої якості застосовують верстати класу точності «П», «В», «А» і використовують технологічні прийоми, характерні для тонкого точіння.

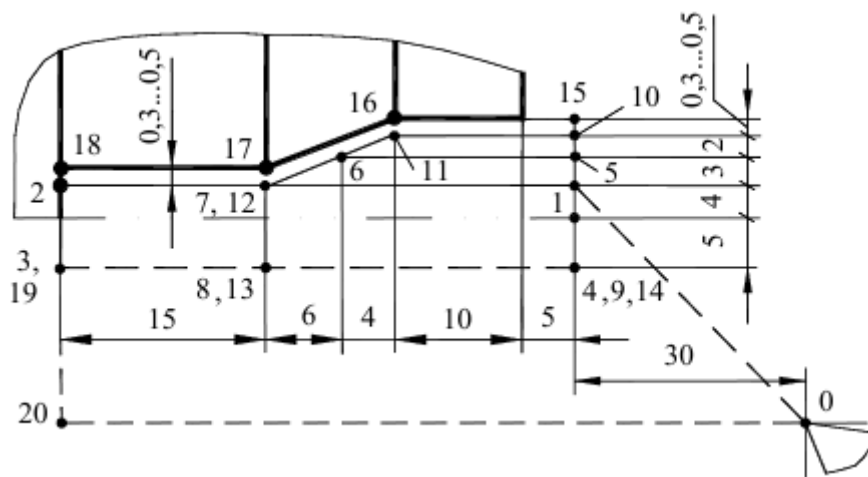


Рис.7.3 Траєкторія руху різця при завданні розмірів в збільшеннях

При розробці РТК зручно користуватися типовими переходами [2]. Найбільш поширені переходи при токарній обробці - підрізування торця заготовки, точіння зовнішнього циліндра, центрування заготовки, свердління, зенкування, розгортання отвори, розточування отвору, точіння зовнішньої або внутрішньої фасок, точіння кільцевих канавок, нарізання різьби різцем, нарізування внутрішньої різьблення мітчиком, нарізування зовнішньої різьби плашкою. Приклад типового переходу при центрування заготовки представлений на рис. 7.4. При токарній обробці обертається заготовка, а свердло не обертається. На свердлильних і багатоопераційних верстатах зазвичай обертається інструмент, а заготовка закріплена нерухомо. Розмір L вказується на кресленні, розмір L1 становить 3 ... 10 міліметрів в залежності від точності вихідної заготовки. Чим більше допуск на заготовку, тим більше вибирається розмір L1. Центрування зазвичай виконують центрувальними свердлами. Такі свердла мають більш жорстку конструкцію (рис. 7.4, а). При центрування іноді використовують короткі (30 ... 50 мм) спіральні свердла діаметром 18 ... 25 мм від підшліфовка перемички (рис. 1.22, б). Величина переміщення $L + L1$ виконується на робочій подачі. 12 мм) І довгими (понад 50 мм) Свердлами. Якщо центрування застосовується для отримання базує поверхні (наприклад, для подальшого шліфування в центрах) і важлива глибина фаски Ф центрувальними отвори або її діаметр, то величина розміру L розраховується з урахуванням цих параметрів.

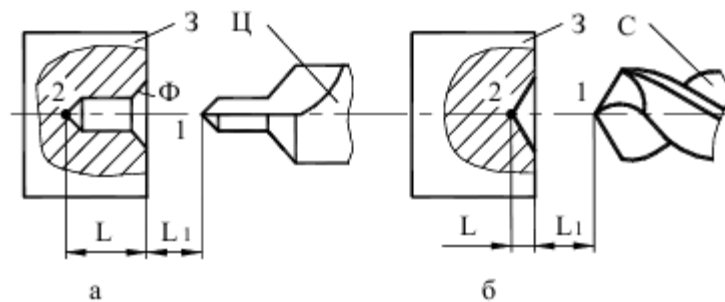


Рис.7.4 Центрування заготовок:

а - центрувальні свердлом; б - спіральним коротким свердлом;

3 - заготівля, Ц - центровочне свердло, С - спіральне свердло, Ф - фаска; L - глибина обробки, L1 - відстань до деталі

При розробці керуючих програм для верстатів з ЧПУ за допомогою систем автоматизованого проектування технологічних процесів (САПРТП) або CAD / САМ систем використовують ТЕПи (типові елементарні переходи), наявні в базі даних. У ТЕПах закладений жорсткий алгоритм послідовності обробки, що виключає появи браку і полегшує програмування. Подальшим розвитком ТЕПов стали цикли (CYCLE), або G-інструкції, часто застосовуються в зарубіжних верстатах. У розвинених системах кількість ТЕПов може досягати декількох сотень. У кожній САПР по-різному оперують з ТЕПами. Наприклад, в САПРТП-2 (розробник організація «Технотрон», Томськ) для зовнішньої обточування є наступні ТЕПи: ПНВП - поверхня зовнішня поздовжня попередня,

ПНТП - поверхня зовнішня торцева попередня, ПНКП - поверхня зовнішня контурна попередня і ін. В попередніх елементарних переходах припуск знімається не за один прохід, а за кілька проходів. Кількість проходів визначає САПР в залежності від жорсткості даного верстата. У базі даних САПРТП-2 є також ТЕПи для попередньої обробки з зачисним проходом і ТЕПи для остаточної обробки.

3.2. Особливості розробки РТК для фрезерних і багатоопераційних верстатів

Вибір послідовності обробки на фрезерному і багатоопераційним верстатах пов'язаний з усвідомленням технологічних можливостей обладнання з ЧПУ, особливостей конструкції деталі, різних технологічних прийомів обробки.

Перш за все, слід вирішити питання про кількість встановивши (положень) деталі на столі верстата, необхідних для повної її обробки фрезеруванням. Перший установ, як правило, вибирається з умови отримання необхідної точності на наступних операціях (обробка базуючих поверхонь; часто підготовку баз виконують на попередніх операціях із застосуванням верстатів з ручним керуванням). Другий і наступний встановити повинні передбачити використання оброблених на попередніх установах чистих поверхонь як проміжні баз. Кінцевою завданням є визначення схеми, що забезпечує найбільш повну обробку деталі з усіх боків з найменшим числом встановивши і з необхідною при цьому оснащення. Одночасно проводиться ескізне компоновочное проектування пристосувань для базування і закріплення заготовки у всіх положеннях.

У загальному випадку для кожного установа деталі визначається:

- послідовність обробки по зонам деталі із загальними конструктивними особливостями (зона ребер, зовнішніх і внутрішніх контурів, ділянок площин і ін.);
- послідовність обробки по її видам (чорнова, чистова) в кожній із зон;
- послідовність обробки окремих елементів деталі, що знаходяться в цій зоні, при кожному виді обробки; необхідні типорозміри ріжучого інструменту;
- сукупність елементів деталі, що знаходяться в даній зоні і об'єднаних загальним інструментом, що характеризує операцію, виконувану по окремій підпрограмме одним видом інструмента;

- можливість об'єднання декількох операцій і підпрограм в комплексну багатоінструментну програму обробки для однієї установки деталі (для верстатів, обладнаних інструментальним магазином).

Послідовність обробки по всіх зонах визначається конструкцією деталі і заготовки. В якості типової послідовності обробки по зонам для корпусної деталі, виготовленої з штампованої заготовки, може бути прийнята наступна:

- обробка торців ребер;
- обробка внутрішніх контурів і прилеглих до них плоскісток;
- обробка зовнішніх контурів і прилеглих до них площин.

При обробці на фрезерному верстаті траєкторію руху будують або по центру фрези, або будують лінію еквідистантним траєкторії руху центру фрези і віддалену від неї на величину радіуса фрези. У будь-якому випадку, при побудові траєкторії необхідно дотримуватися таких технологічних прийомів:

- підхід і відхід інструменту від оброблюваної поверхні повинен здійснюватися за спеціальними траєкторіях допоміжних переміщень, що забезпечує врізання по дотичній зі своєчасним (за 5-10 міліметрів до краю заготовки) переходом холостого ходу на робочий;
- при обробці протяжних плоских поверхонь без уступів застосовують торцеві фрези великого діаметра;
- при обробці поверхонь з уступами застосовують кінцеві фрези. Обробку пазів і вибірку колодязів малої ширини ведуть кінцевий фрезою меншого, ніж ширина паза, діаметра. Спочатку роблять прохід по центру паза, залишаючи припуск 1-0,2 міліметра по обидва боки, потім роблять остаточний прохід. Цим забезпечується мінімальна шорсткість. При глибині паза значно більшому, ніж діаметр фрези, припуск по глибині ділять на кілька частин;
- неприпустима зупинка фрези або різка зміна подачі в процесі різання, коли ріжучі кромки стикаються з оброблюваної поверхнею. У цьому випадку неминучі пошкодження оброблюваної поверхні. Перед зупинкою, різким підвищенням подачі, підйомом або опусканням інструменту необхідно забезпечити відведення інструменту від оброблюваної поверхні під малим кутом або по дотичній;
- довжина холостих (без різання) переміщень повинна бути мінімальною;
- з метою зменшення викривлення деталі і збереження її жорсткості обробка колодязя повинна починатися з середини, а уступу з крайніх шарів металу. Останній, чистовий, прохід повинен виконуватися із зняттям припусків не більше 0,2 діаметра фрези;
- траєкторія обробки торців ребер повинна будуватися так, щоб фрезерування похилих ребер торцем фрези проводилася з підйомом інструменту;
- з метою усунення впливу люфтів верстата на точність обробки необхідно передбачити додаткові петлеподібні переходи в зонах реверсу, що забезпечують вибірку люфтів;
- при обробці площині відстань між сусідніми проходами (кроками) фрези має вибиратися з урахуванням перекриття, рівного 0,1 діаметра інструмента;
- при побудові траєкторії типу «спіраль» необхідно стежити за перекриттям в гострих кутах і при необхідності призначати додаткові проходи по бісектрисах кутів;
- при обробці деталей з листа, штампованих заготовок праворежущей фрезою обхід зовнішнього контуру проводиться за годинниковою стрілкою, а внутрішнього - проти годинникової для забезпечення фрезерування з попутним подачею (рис. 7.5). Для деталей, що мають поверхневе зміцнення (кірку) або абразивні включення, застосовується обробка із зустрічною подачею.

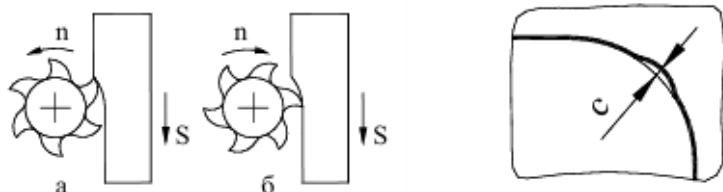


Рисунок. 7.5. Типи фрезерування:
а - зустрічне; б - попутне

Рисунок. 7.6. дефектний шар

у вигляді виїмки

У зв'язку з різкою зміною припуску або миттєвою зупинкою фрези при обробці внутрішніх

кутів на поверхні деталі можуть з'являтися дефекти у вигляді уступів і виїмок, так звані «зарізи» (рис. 7.6). Для їх запобігання необхідно передбачити:

- при невеликих зусиллях різання ввести гальмування до величини в 2-3 рази меншою, ніж робоча подача, на довжині 10-15 міліметрів перед точкою зміни напрямку руху, якщо це не передбачено програмним забезпеченням пристрою ЧПУ;
- ввести додаткову чорнову обробку контуру із залишенням припуску в кутах 1-2 міліметра;
- в разі неефективності вищенаведених заходів необхідно провести розрахунок зусиль різання і ввести необхідне предискаженієм траєкторії.

При розробці РТК користуються загальноприйнятими схемами руху фрези (рис. 1.25). Схеми по рис. 7.7, а і 7.7, в застосовуються при обробці зовнішніх контурів. Схеми по рис. 7.7, б, 7.7, г використовуються при обробці колодязів. Обробка площин проводиться за схемами «петля» і «зигзаг» (рис. 7.7, д і 7.7, е).

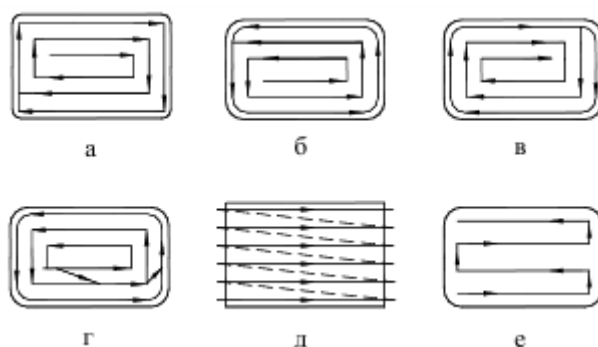


Рисунок 7.7. Схеми траєкторій руху фрези: а - еквідистанта; б - еквідистанта з рухом по колу; в - зворотна еквідистанта з рухом по колу; г - спіраль; д - петля; е - зигзаг

При обробці площин кінцевою фрезою за кілька проходів необхідно враховувати радіус округлення різальних крайок. Радіус заокруглення може варіювати від 0,3 до 5 мм залежності від варіанту виконання і діаметра фрези. Без урахування цього радіусу можливі похибки обробки (рис. 7.8 а, б), які можна виключити або меншим радіусом заокруглення (рис. 7.8, в) $r_1 < r$, або застосувавши більший діаметр фрези.

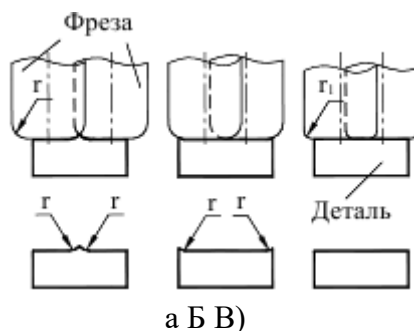


Рисунок 7.8. Похибки обліку радіуса заокруглення фрези:

- а - траєкторії не перекриваються між фрезами; б - похибки по краях заготовки; в - придатна деталь

Для деталі типу «Підстава» розроблений технологічний процес і для операції «Фрезерна з ЧПУ» розроблений операційний ескіз (рис. 7.9). На операційному ескізі тонкими лініями показаний контур деталі, жирними лініями показані оброблювані поверхні. Спеціальними значками показані бази і притиски. На попередній операції були оброблені всі зовнішні поверхні з розмірами 90 x 50 x 14. На даній операції необхідно провести обробку колодязя з розмірами згідно операційного ескізу. З огляду на, що всі розміри дані з симетричними допусками, на РТК ці розміри будуть представлені тільки цілою частиною числа. На операційному ескізі відсутні

розміри від торців деталі. Це означає, що розміри колодязя симетричні щодо осьових ліній. Даний спосіб базування передбачає вимірювання розмірів від торців деталі (рис. 7.9). В цьому випадку товщини протилежних стінок в партії деталей можуть бути не рівні один одному і відрізняться на величину допуску зовнішніх розмірів. Для цього випадку кращим є спосіб базування в самовстановлюються призмах, у яких вісь центрів по довгій стороні деталі завжди постійна. З іншого боку, на пераціонном ескізі проставлені розміри колодязя, які необхідно витримати. Значить, вони є кращими, тому схему базування змінювати не будемо. які необхідно витримати. Значить, вони є кращими, тому схему базування змінювати не будемо. які необхідно витримати. Значить, вони є кращими, тому схему базування змінювати не будемо.

У перетині деталі не дано радіус сполучення поверхонь дна колодязя і його стінок. У цьому випадку необхідно звернутися до стандарту підприємства. Зазвичай величина радіуса становить 0,3 мм. Для вибірки колодязя з суцільного матеріалу зазвичай застосовують два способи. За першим способом свердлять отвір, рівне діаметру фрези, вводять в нього фрезу, а потім проводять фрезерування по контуру. За другим способом врізання в метал виробляють по похилій лінії з кутом нахилу менше 5-15 градусів. Це краще робити фрезою, у якій на торці відсутній центровий отвір. Найчастіше - це двухперіе фрези. У зв'язку з тим, що в даному випадку глибина колодязя невелика, можна використовувати другий спосіб (рис. 7.9).

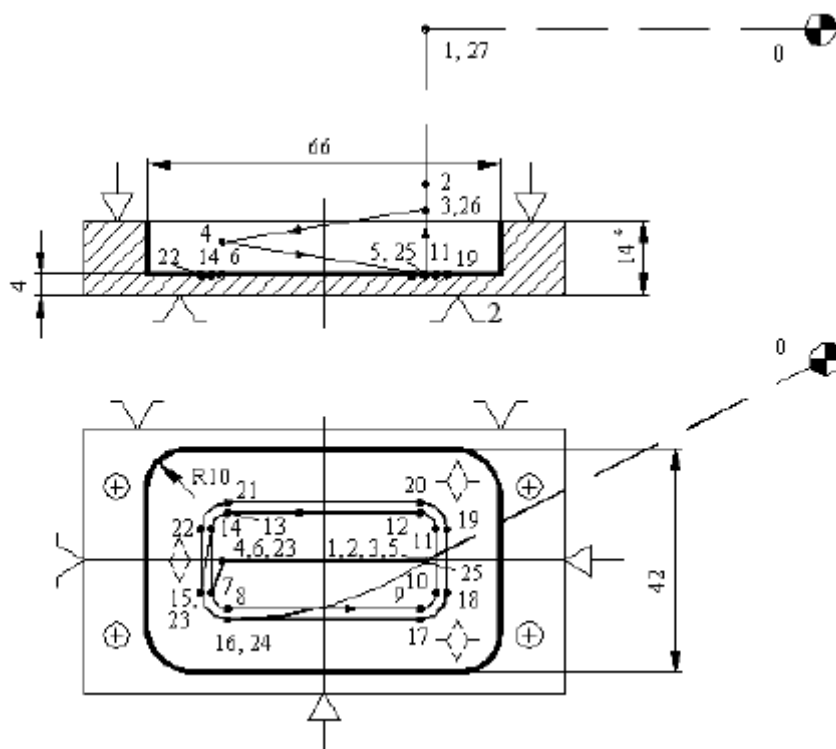


Рисунок 7.9. Траєкторія руху фрези при обробці внутрішнього контуру

Бічні стінки колодязя сполучаються радіусом R10. Для отримання цього радіуса можна використовувати фрезу діаметром 20 міліметрів. Траєкторія руху фрези при остаточному проході буде представлять собою прямокутник. Однак точність при цьому буде невелика. При переточуванні фрези дана траєкторія непридатна, оскільки величина радіуса буде менше, ніж за кресленням. Оптимальніше буде траєкторія, що передбачає в кутах колодязя рух по дузі кола. В цьому випадку діаметр фрези необхідно взяти менше, ніж $2R$, та обхід контуру в кутах колодязя проводити по дузі кола. При переточуванні фрези зміна діаметра можна компенсувати застосуванням корекції на діаметр фрези. Керуюча програма при цьому перероблятися не буде.

Дно колодязя має невелику товщину. При обробці колодязя з траєкторією руху фрези по рис. 7.9 товщина дна колодязя може бути не витримана за рахунок затягування матеріалу деталі під фрезу. Особливо це стосується тих деталей, у яких площа дна має габарити більше 60 x 40

міліметрів, А товщина дна менш 4 міліметрів. В цьому випадку, при обробці дна колодязя робиться додатковий прохід з товщиною зрізу не більше 1 міліметра (Рис. 7.10).

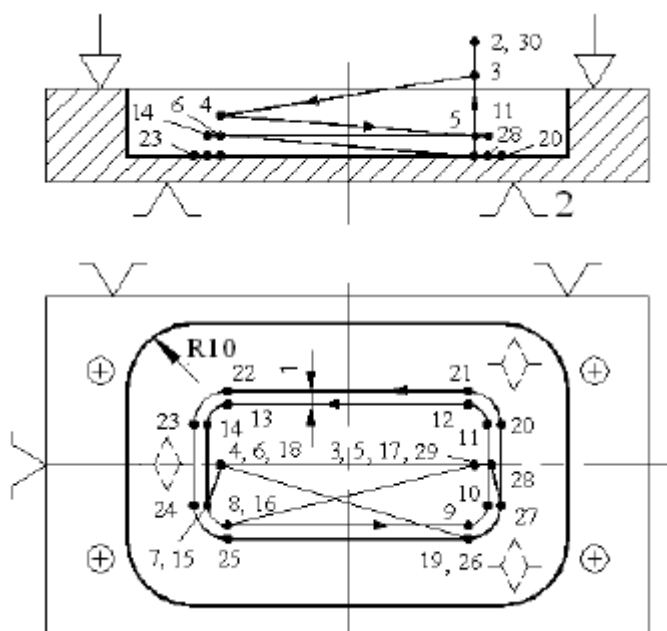


Рисунок 7.10. Фрагмент фрезерної РТК

Застосування корекції вимагає обережності, так як верстат, починаючи відпрацьовувати корекцію, виконує неконтрольовані переміщення в сторону від оброблюваної поверхні. Якщо паз має незначну ширину, фреза може врізатися в протилежну (від оброблюваної) поверхню. Це особливо характерно для величин корекцій більше 5-10 міліметрів. При відпрацюванні нових керуючих програм кадри з введеною корекцією рекомендується відпрацьовувати на малих подачах. Підведення і відведення фрези виробляється або під гострим кутом до оброблюваної поверхні (рис. 7.11, а), або по дузі кола (рис. 7.11, б).

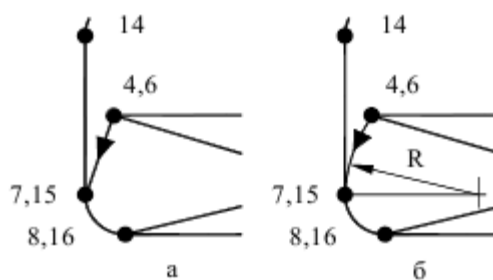


Рисунок 7.11. Підведення фрези до оброблюваної поверхні (рис. 1.29):
а - під гострим кутом; б - по дузі окружності

У другому випадку центр дуги повинен знаходитися на нормалі до оброблюваної поверхні (в одному квадраті). В опорній точці 7 був зроблений підведення фрези. Відведення фрези, після обходу по контуру, рекомендується виконувати не в точці 15, в якій контур замкнулося, а на деякій відстані від неї, наприклад, в точці 16.

Нульова точка програми відстоїть від пристосування вгору і в бік на 150-200 мм. Це необхідно для того, щоб при установці заготовки і зніманні готової деталі не поранити руки. Якщо застосовано автоматизоване пристосування, то точка початку програми вибирається також з умови безпечної роботи оператора.

Для обробки деталі по зовнішньому контуру також спочатку розробляється операційний ескіз (рис. 7.12). Деталі базують, по можливості, за двома отворами. Якщо отвори у деталі відсутні,

а технологічні отвори не допускаються, то притиски встановлюють уздовж однієї з більш протяжних сторін, обробляють протилежну сторону. Потім притиски по черзі, не допускаючи розкріплення деталі, перевстановлюють на іншу сторону і продовжують обробку контуру. В УП роблять технологічний останок, під час якого перевстановлюють притиски.

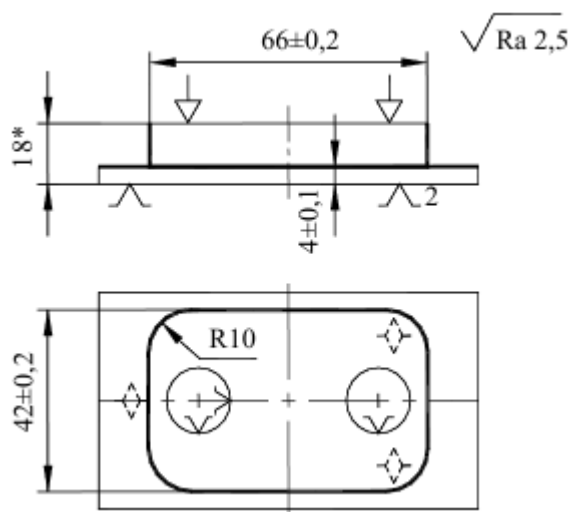


Рисунок 7.12. Операційний ескіз на фрезерну операцію для обробки зовнішнього контуру

При розробці РТК визначають максимальні межі заготовки, додають величину радіуса фрези, плюс 5 ... 10 мм і фіксують положення точки 1 (рис. 7.13) так, щоб між заготівлею і діаметром фрези була відстань L не менше 5 мм. Переміщення фрези від точки 0 до точки 1 - прискорене, починаючи з точки 1 необхідно включити робочу подачу. Для збільшення точності і зменшення шорсткості залишають припуск на остаточний прохід 0,2 ... 1 мм. Після остаточного проходу фрези (точки 11 ... 20) інструмент відводиться від деталі на робочій подачі до гарантованої відсутності контакту деталі і інструменту (точка 21). Прискорена подача повинна включатися при відсутності можливості удару фрези про заготівлю при русі до нульової точки.

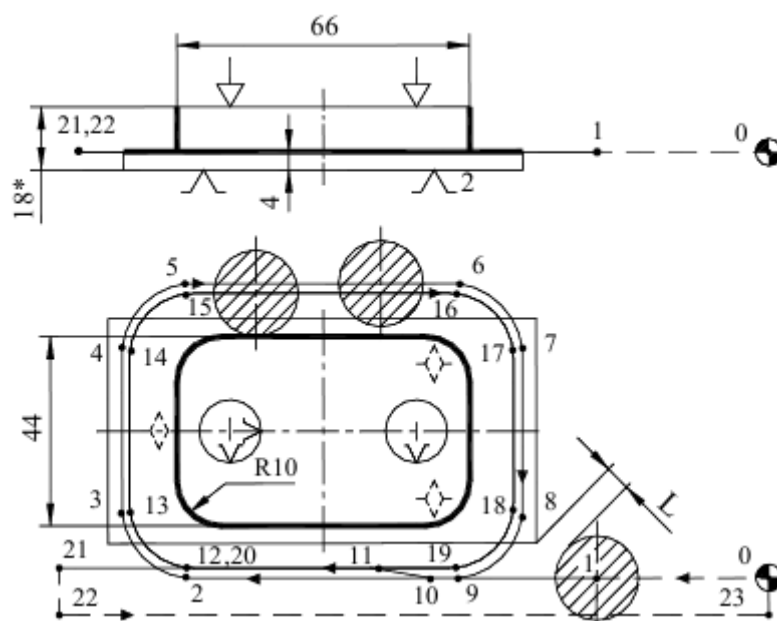


Рисунок 7.13. Траекторія руху фрези при обробці зовнішнього контуру

3. 3 Особливості розробки РТК для свердильних верстатів

При розробці РТК для свердлильних верстатів необхідно використовувати такі технологічні прийоми:

- при невисоких вимогах до точності міжцентрової відстані застосовують підготовчі функції грубого позиціонування;
- при невисоких вимогах до точності обробки однакових отворів декількома інструментами на свердлильних верстатах частіше виконують послідовно: спочатку обробляють всі отвори одним інструментом, потім наступним. Якщо вимоги до точності діаметру і форми отвори високі, то їх прагнуть робити окремо, зі зміною інструментів у кожного отвору і з переміщенням шпинделя тільки уздовж своєї осі. В іншому випадку похибка буде збільшуватися за рахунок похибки позиціонування;
- при великій кількості однакових отворів (свердління друкованих плат) необхідно використовувати постійні цикли (G81 - G89), це скоротить число опорних точок;
- при глибині свердління більше 3-х діаметрів необхідно передбачити додаткові висновки свердла з отвору для видалення стружки і охолодження свердла.

Для обробки отворів на свердлильному верстаті розроблена розрахунково-технологічна карта (рис. 7.14). Необхідно обробити 8 отворів $\varnothing 12$ H14 і глибиною 18 мм. Глибина отворів менше $3d$, оетому можна свердлити напроход, без додаткового виведення свердла. Точність по 14-му квалітету досягається свердлінням, тому буде використаний один ріжучий інструмент - свердло.

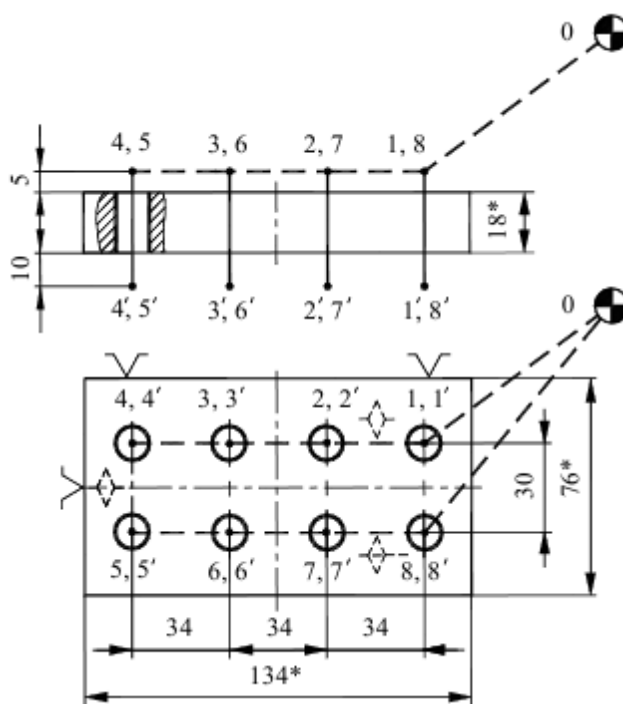


Рисунок 7.14. Траєкторія руху інструменту при свердлінні

В УП для свердління опорні точки 1,2,3,4,5,6,7,8 взяті на відстані 5 мм над деталлю (можна брати 3 мм) З умови великий інерції револьверної головки при русі на холостому ході і допуском на висоту заготовки. Робоча подача включається не доходячи 5 міліметрів до деталі. Опорні точки, позначені цифрами зі штрихом показують положення вершини свердла з урахуванням повного виходу конуса з деталі. Кут 2ϕ свердла прийнятий рівним 120 градусам.

При застосуванні свердел з кутом 2ϕ рівним 90 градусів опорні точки необхідно відсунути від деталі і врахувати при розробці УП. Для отримання більш точних і більш чистих отворів по цій же РТК спочатку свердлять, потім зенкери і розгортають отвори, дотримуючись допустимі припуски на обробку кожним інструментом. Точність міжцентрової відстані при цьому практично не покращиться. Для уточнення міжцентрової відстані отвори можна розточити по цій же РТК.

При розточуванні отворів замість дреля доцільніше застосувати координатно-розточний верстат. Пристосування можна використовувати той же, що і для фрезерування (рис. 1.31), якщо співпадуть розміри столу під засновану шпонку і кріпильні отвори.

РТК (рис. 7.14) має недолік - при переході з точки 5 в точку 6 відбувається вибір люфту в приводі подач, тому при використанні підготовчої функції G62 розмір $30 \pm 0,1$ НЕ буде витриманий. Для забезпечення цього розміру (і інших) можна використовувати підготовчі функції G60 і G61, але при цьому збільшиться час обробки за рахунок реалізації цих функцій підходу до оброблюваного отвору тільки з одного боку. Зменшити час обробки можна за рахунок реалізації в самій РТК підходу до оброблюваного отвору тільки з одного боку (рис. 7.15).

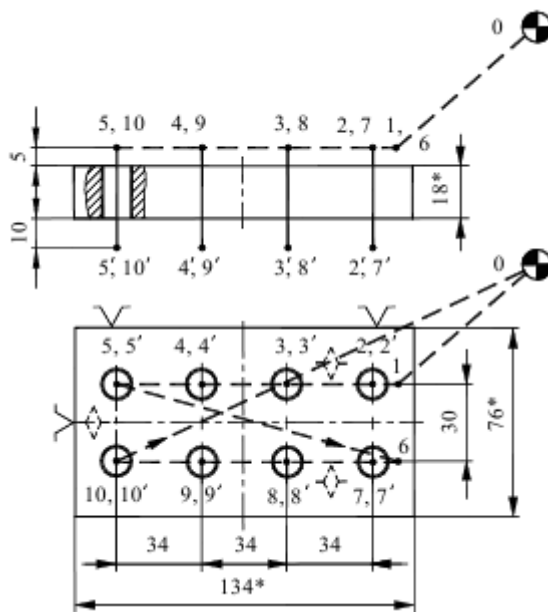


Рисунок 7.15. Траєкторія руху інструменту при свердлінні (Підхід з одного боку)

Якщо на деталі є велика кількість однакових отворів, то зручно користуватися підготовчими функціями G81 ... G89 «Постійні цикли». При цьому в першому кадрі за адресою R записується відстань від деталі для неодружених переміщень, а за адресою Z записується робітничий рух (5 мм (18 + 10) мм по рис. 7.15, відповідно, якщо плаваючий нуль поміщений на поверхню деталі).

4 Лінійна інтерполяція

Лінійна інтерполяція - розмірне переміщення робочого органу верстата по прямій лінії - задається певними словами, які становлять кадр керуючої програми. Слова записуються в послідовності адрес, заданих форматом УП даного верстата. Кадр лінійної інтерполяції містить: слово «номер кадру», одну з функцій G90 або G91, функцію G01, слово «розмірне переміщення» з адресою X (Y, Z), слово «обороти шпинделя», слово «напрямок обертання шпинделя» (за годинниковою стрілкою або проти), слово «діапазон обертання шпинделя», слово «номер інструменту» і слово «подача».

4.1 .. Завдання розмірів в збільшеннях

Для зазначених вище форматів розмірні переміщення при завданні розмірів в збільшеннях (підготовча функція G91) обчислюються наступним чином (рис. 7.16):

- для пристроїв CNC як різниця між кінцевою і початковою точкою елементарного переміщення:
 $X = X_k - X_n$,
 $Z = Z_k - Z_n$,
де x_n, Z_n - координати точок початку переміщення в міліметрах; X_k, Z_k - координати точок кінця переміщення в міліметрах;

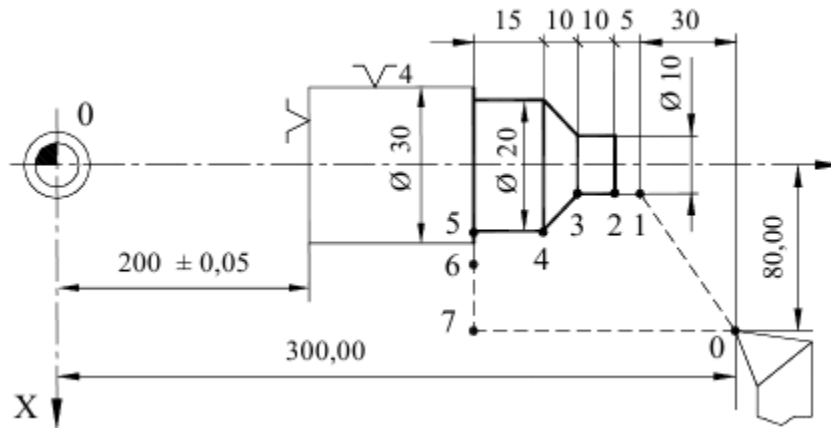


Рисунок 7.16. Траєкторія руху різця. Розміри в збільшеннях

Наприклад, переміщення різця з точки 0 в точку 4 в РТК для токарного верстата (рис. 7.16) запишеться в УП наступним чином:

```

пристрій CNC
N40G91LF
N45G1X-75Z-30F1000LF
N50Z-15F200LF
N55X + 5Z-10LF
N60Z-15LF

```

У першому з цих кадрів задаються розміри в збільшеннях. У другому кадрі задана лінійна інтерполяція і переміщення по координаті X на величину 75 міліметрів, По координаті Z на величину 30 міліметрів з прискореної подачею. У третьому кадрі задано переміщення тільки по координаті Z на 15 міліметрів з робочою подачею.

4.2. Завдання розмірів в абсолютних значеннях

При завданні розмірів в абсолютних значеннях (підготовча функція G90) чисельні значення для верстатів із ЧПУ типу CNC визначаються як положення кінцевою точкою переміщення щодо нуля верстата:

```

X = xк;
Z = Zк,

```

де x_k і Z_k - координати кінця переміщення щодо нуля верстата в міліметрах.

Попередній приклад, при збереженні всіх розмірів на рис. 7.16, запишеться як:

```

пристрій CNC
N40G90LF
N45G01X + 5Z + 270F1000LF
N50Z + 255F200LF
N55X + 10Z + 245LF
N60Z + 230LF

```

5 Програмування кругової інтерполяції

Кругова інтерполяція - розмірне переміщення робочого органу верстата по дузі кола (рис.7.17). Це переміщення задається одночасним скоординованим рухом робочого органу (шпинделя, столу або супорта) по двох осях, що створює певну площину. При програмуванні площину задається однією з функцій G17, G18, G19, яка розташована до кадру з круговою інтерполяцією. У кадрі, що задає кругову інтерполяцію, необхідно вказати: рух за годинниковою стрілкою (G02), або проти годинникової стрілки (G03), розмірне переміщення по двох осях обраної площині, радіус дуги кола або його проекції по двох осях площини, які зазвичай записуються за адресами I, J, K. Положення центру дуги кола визначається щодо початкової точки дуги кола. У пристроях ЧПУ класу

NC звичайно програмується не більше однієї чверті кола. Якщо не було задано обертання шпинделя, то його можна задати в цьому ж кадрі.

Центр кола розглядається щодо початкової точки дуги кола - опорної точки 2 (рис. 7.18). У нашому випадку проекція радіуса на вісь X дорівнюватиме самому радіусу (рис. 7.19). Тому в УП за адресою I запишеться величина радіусу, а за адресою K запишеться нуль. Нуль записується зі знаком плюс. Для визначення знаків за адресами I і K в точку початку дуги окружності подумки переноситься нульова точка верстата.

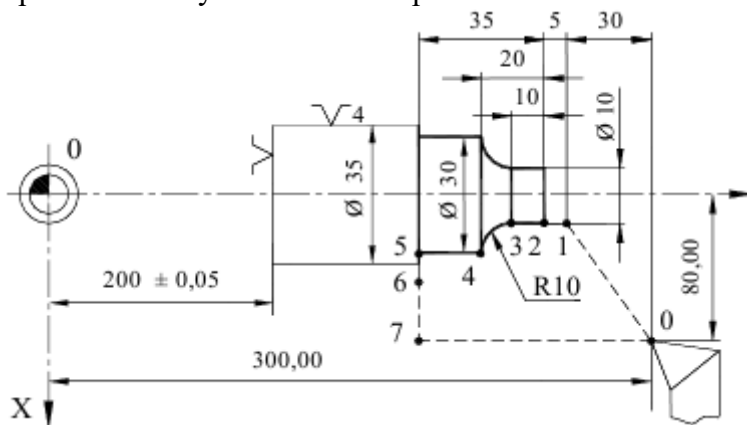


Рисунок 7.17. Траекторія руху різця. кругова інтерполяція

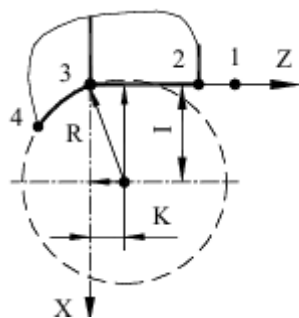


Рис.к 7.18. визначення проекцій радіусу.

Загальний випадок

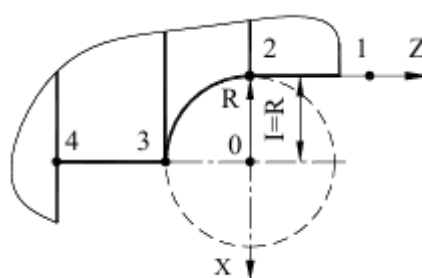


Рис.к 7.19. визначення проекцій радіусу для УП по рис. 7.17

Якщо напрямок руху по дузі збігається з напрямком осей, то ставиться знак «+», якщо не збігається, то ставиться знак мінус.

N40G91LF

N45G01X-75Z-30F1000LF

N50Z-15F200LF

N55G03X + 10Z-10I + 10K + 0LF

N60G01Z-1500LF

При завданні розмірів в абсолютних значеннях положення центру дуги кола буде визначатися щодо нуля верстата і за адресами I і K нулів не буде. Вищенаведений фрагмент програми

буде виглядати наступним чином:

N40G90LF

N45G01X + 5Z + 270F1000LF

N50Z + 255F200LF

N55G03X + 15Z + 245I + 15K + 255LF

N60G01Z + 230LF

6 Програмування стану верстата

При первинному включення станка відбувається обнуління всіх робочих органів верстата, і за замовчуванням встановлюються певні підготовчі та допоміжні функції. Перелік первинних установок визначається класом пристрої ЧПУ. Для пристроїв ЧПУ класу NC підготовчі та допоміжні функції необхідно записувати в керуючій програмі.

УЧПУ класу CNC встановлюють певні підготовчі та допоміжні функції при включенні і при обнулення (клавіша RESET) верстата, проте, перед відпрацюванням кадрів з розмірними переміщеннями необхідно робочий орган (шпиндель, стіл) встановити в заданому положенні.

Завдання розмірів в збільшеннях іноді виявляється кращим, наприклад, при фрезерної обробки. Але прийнято переміщення в вихідну точку програми задавати в абсолютних значеннях для полегшення контролю первинних переміщень. Ці початкові переміщення відпрацьовуються на прискореній подачі.

У перших кадрах програми необхідно задати скасування корекції, частоту обертання шпинделя, напрямок обертання шпинделя, діапазон оборотів шпинделя, подачу, так як багато пристроїв ЧПУ блокують переміщення, якщо не обертається шпиндель. На початку програми зазвичай задають площину, в якій буде запрограмована кругова інтерполяція. Тут же вказується, в яких одиницях буде задана подача. Якщо задається зсув вихідної точки верстата програмно, то це зміщення необхідно також задати на початку програми.

Деякі пристрої ЧПУ не дозволяють в одному кадрі програмувати кілька підготовчих або допоміжних функцій, тому їх необхідно програмувати послідовно.

У верстатах рівня CNC стан верстата при відпрацюванні УП визначається включеними підготовчими функціями (колонка PROGR

DATA в пам'яті УЧПУ, рис. 1.43) і командами керуючої програми. При обнулення верстата в пам'яті УЧПУ автоматично встановлюються підготовчі функції G01, G17, G09, G40, G53, G71, G90, G94, G96. При роботі верстата це первісний стан верстата змінюється. Підготовчі функції, відпрацьовані керуючої програмою, змінюють і дані в колонці PROGR DATA. Наприклад, при відпрацюванні верстатом функції G02 в поле індикацій замість G01 з'являється G02. Для нормальної відпрацювання УП в її початку необхідно зафіксувати необхідний стан. Для включення обертання шпинделя (без включення обертання шпинделя відпрацювання по УП неможлива) і майбутньої відпрацювання кругової інтерполяції перші кадри УП для верстата IP320ПМФ4 запишуться в такий спосіб:

% LF - початок програми;

N10G90S500M41LF - розміри в абсолютних значеннях, число оборотів шпинделя - 500, включений

1-й діапазон оборотів шпинделя;

N20G94M03LF - задана подача в мм / хв і напрямок обертання шпинделя за годинниковою стрілкою;

N30G17Z-130F2000LF - вибір площині XY, переміщення по координаті Z на прискореній подачі

в вихідну точку програми.

лекція 8

Робота в програмі SolidWorks

Питання:

1. Основні поняття SolidWorks
- 2 Інтерфейс користувача SolidWorks
3. Вікна документів SolidWorks
4. Введення в малювання ескізів

1. Основні поняття SolidWorks

Програма SolidWorks - це система автоматизованого проектування механічних вузлів на основі елементів. Вона є інструментом параметричного об'ємного моделювання, в якій використовується звичний і зручний графічний інтерфейс користувача системи Windows™. Користувач може створювати повністю асоціативні тривимірні твердотільні моделі з обмеженнями або без них поряд з використанням автоматичних або певних користувачем взаємозв'язків, що дозволяють реалізувати задум проекту.

Інтерфейс користувача SolidWorks - це "стандартний" інтерфейс Windows, в якому можна працювати точно так само, як і в інших додатках Windows.

Недоступні значки. Іноді деякі команди, значки та параметри меню виділяться сірим кольором і недоступні для вибору. Причина може полягати в тому, що користувач, ймовірно, працює в середовищі, з якої неможливий доступ до цих параметрів. Наприклад, при роботі в ескізі (в режимі Редагувати ескіз) є повний доступ до всіх інструментів ескізу. Однак такі значки, як скруглення або фаска, вже не вдасться вибрати на панелі інструментів "Елементи". Подібним чином при роботі з ескізом доступ до згаданих вище піктограм можливий, але інструменти ескізу будуть виділені сірим кольором і недоступні. Такий підхід допомагає недосвідченим користувачам в роботі, так як він обмежує вибір параметрів. Таким чином, можна вибирати все підходящі в даній ситуації параметри, крім виділених сірим кольором, які не слід використовувати.

Програма SolidWorks в графічному вигляді відображає структуру моделі на основі елементів в спеціальному вікні, яке називається деревом конструювання FeatureManager®. У дереві конструювання FeatureManager не тільки відображається послідовність, в якій створювалися елементи, воно також надає зручний доступ до всіх основних супутнім відомостями

параметричне моделювання

Розміри і взаємозв'язку, що використовуються для створення елемента, фіксуються і зберігаються в моделі. Це не тільки дає можливість здійснити задум проекту, але і дозволяє швидко і легко внести зміни в модель.

- Керуючі розміри. Це розміри, використовувані при створенні елемента. Вони включають розміри, пов'язані з геометрією ескізу, а також розміри, пов'язані з самим елементом.

- Взаємозв'язку. Вони містять таку інформацію, як паралельність, дотичність і концентричність.

- додані взаємозв'язку

- Додані в модель при її створенні, взаємозв'язку пропонують ще один спосіб з'єднання пов'язаної геометрії. Найбільш поширені такі взаємозв'язки, як концентричність, дотичність, збіг і коллинеарність.

об'ємне моделювання

Об'ємна (або твердотільна модель) - найбільш завершений тип геометричної моделі, що використовується в системах автоматизованого проектування. Вона включає всю геометрію каркаса і поверхонь, необхідну для повного опису крайок і граней моделі. На основі елементів

Точно так само як збірка складається з декількох окремих деталей, модель SolidWorks створюється з окремих складових її елементів. У цьому посібнику вони будуть називатися "елементами".

При створенні моделі за допомогою програми SolidWorks користувач працює з налаштованим і дохідливими геометричними елементами, такими як бобишки, вирізи, отвори, ребра, заокруглення, фаски і ухили. У міру створення елементів вони вставляються безпосередньо в проєктовану модель.

повністю асоціативні

- Модель повністю пов'язана з кресленнями і збірками, які на неї посилаються. Зміни, виконані в моделі, автоматично відбиваються в пов'язаних з нею кресленнях і збірках. Подібним чином можна здійснювати зміни в контексті креслення або збірки, знаючи при цьому, що зміни відповідно будуть відображені в моделі.

2 Інтерфейс користувача SolidWorks

Інтерфейс користувача SolidWorks - це "рідний" інтерфейс користувача Windows, в якому можна працювати точно так само, як і в інших SolidWorks додатках Windows. Нижче наводяться деякі найбільш важливі аспекти цього інтерфейсу.

головне вікно програми SolidWorks є стандартне вікно Windows програми та включає такі елементи (рис.8.1)

- Заголовок;
- Головне меню;
- Панелі інструментів;
- Робоча область;
- Рядок станів.

Заголовок

Тема розташований у верхній частині головного вікна програми SolidWorks. Він складається з значка програми і її назви. Під час роботи з документом SolidWorks, його назва з'являється правіше назви програми. Натисніть на значок або клацніть правою кнопкою миші по полю заголовка. З'явиться стандартне контекстне меню Windows додатки з командами управління вікном програми.

Головне меню

Головне меню програми SolidWorks 2003 знаходиться під рядком заголовка.

Воно містить пункти, доступні в даний момент. Залежно від типу активного документа (деталь, збірка або креслення), набір пунктів головного меню змінюється. Якщо не відкрито жодного з документів, головне меню містить чотири пункти: **File** (Файл), **View** (Вид), **Tools** (Інструменти) і **Help** (Довідка).

Робоча область

Робоча область займає весь вільний простір між панеллю інструментів і рядком станів. При відсутності активних документів вона порожня. Зазвичай робоча область розділена на дві частини: диспетчерську (зліва) і графічну (праворуч).

рядок станів

Рядок станів розташована в нижній частині головного вікна програми SolidWorks.

Зміст рядка станів залежить від типу активного документа і відображає таку інформацію:

- Ім'я активного документа або короткий опис того пункту меню або конструктивного елемента, на якому в даний момент знаходиться курсор. сміття миші;
- Поточні координати розташування курсора;
- Стан ескізу: **Over Defined** (Перевизначити), **Under Defined** (Визначено повному обсязі) або **Fully Defined** (Повністю визначено);
- Текст «**Editing Sketch / Part / Assembly / Drawing**» («Редагування ескізу / деталі / збірки / чертежа»).

Рядок стану можна відключити, скасувавши вибір параметра **View, Status Bar** (Вид, Рядок станів) з головного меню.

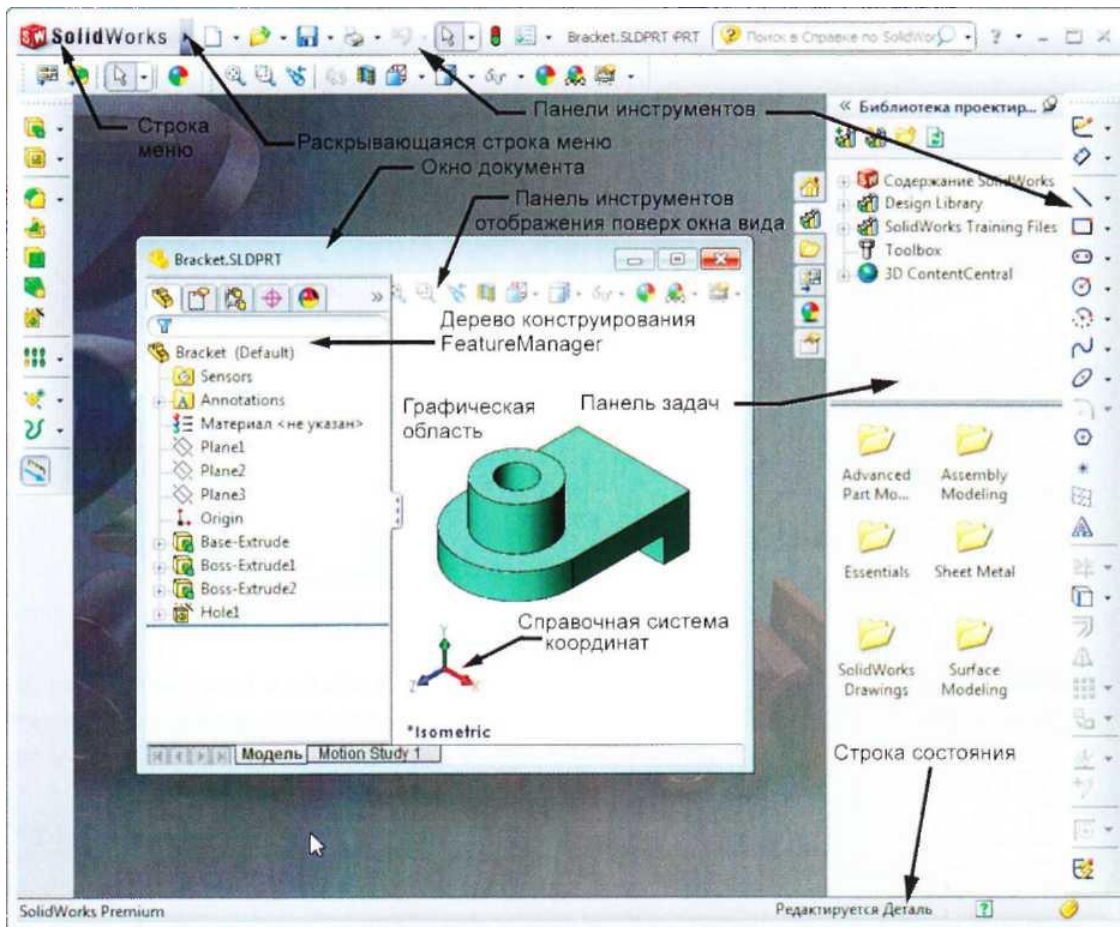


Рис.8.1. Головне вікно програми SolidWorks

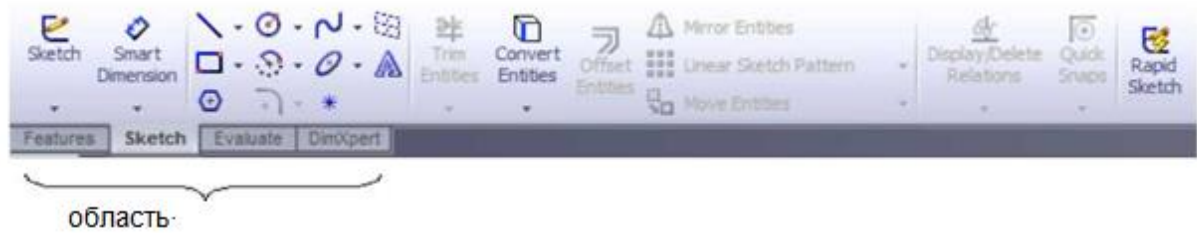
3 Вікна документів SolidWorks

Вікна документів SolidWorks містяться кілька панелі:

CommandManager (Диспетчер команд)

CommandManager - це контекстна панель інструментів, яка оновлюється автоматично в залежності від панелі інструментів, до якої потрібен доступ. За умовчанням вона містить вбудовані панелі інструментів в залежності від типу документа.

При натисканні кнопки в галузі управління CommandManager оновлюється і відображає цю панель інструментів. Наприклад, якщо натиснути кнопку Sketch (Ескіз) в галузі управління, в CommandManager з'являться інструменти ескізу.



У лівій панелі є наступне:

- FeatureManager® дерево конструювання. Містить структуру деталі, збірки або креслення. Дерево конструювання FeatureManager - унікальна частина програми SolidWorks, в якій візуально відображаються всі елементи в деталі або у роботі. У міру створення елементів вони додаються в дерево конструювання FeatureManager. В результаті дерево конструювання FeatureManager є хронологічну послідовність операцій моделювання. Дерево конструювання FeatureManager надає також доступ до редагування наявних в ньому елементів (об'єктів).

При виборі елемента в дереві конструювання FeatureManager можна відредагувати нижчележачий ескіз, елемент,

погасити і висвітлити елемент або компонент і т.д.

Диспетчер конструктивних елементів (рисунок 8.2) являє собою місце, в якому записується задум проекту побудови моделі, званий деревом проекту. До його складу завжди входять такі елементи:

- освітлення;
- Спереду, Зверху, Праворуч - базові площині;
- Вихідна точка - початок координат графічної області.

Далі йде перелік ескізів, конструктивних елементів, елементів допоміжної геометрії (осей і площин), послідовність виконання яких визначає задум цього проекту. Дерево проекту закінчується смугою відкату, яка має вигляд горизонтальної лінії жовтого кольору.



Рисунок 8.2. Диспетчер конструктивних елементів

- PropertyManager (Менеджер властивостей). відображає відповідну інформацію та надає можливості інтерфейсу користувача для безлічі таких функцій, як ескізи, заокруглення, сполучення збірок і т.д.

Диспетчер властивостей (Рисунок 8.3) конструктивних елементів дозволяє налаштовувати параметри кожного з елементів, розташованих в дереві проекту Диспетчера конструктивних елементів. Для того щоб побачити диспетчер властивостей необхідно виконати наступне:

1. Виберіть елемент Extrude 1 і натисніть праву кнопку миші.
2. Виберіть Редагувати визначення з контекстного меню.
3. У диспетчерській області відобразиться Диспетчер властивостей елемента Extrude 1, а в графічній області - результат використання даного конструктивного елемента.

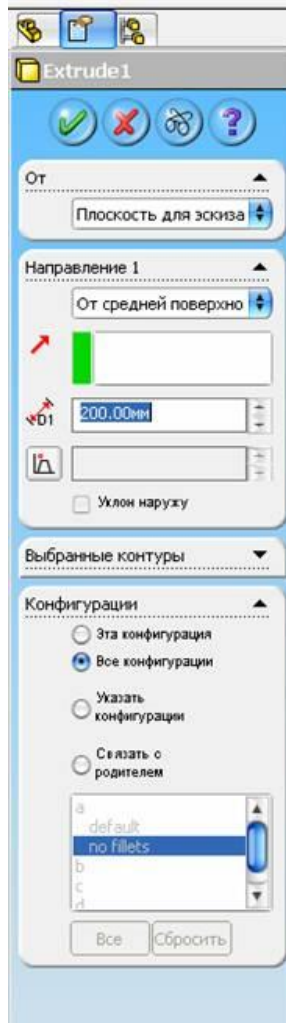


Рисунок 8.3. Диспетчер властивостей

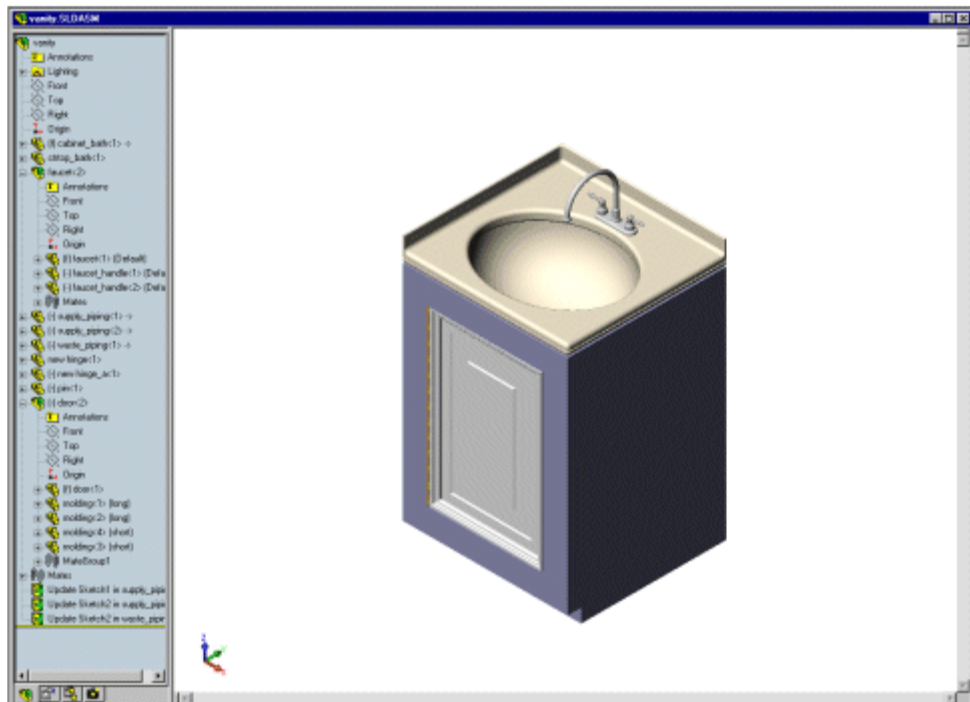
- ConfigurationManager (Менеджер конфігурації). Служить для створення, вибору і перегляду численних конфігурацій деталей і збірок в документі.

Диспетчер конфігурації (Рисунок 8.4) призначений для вибору поточної конфігурації моделі. Так як програма SolidWorks побудована за принципом завдання розмірів, то при збереженні загального задуму проекту можна задавати різні набори розмірів, створюючи, таким чином, ціле сімейство деталей, на базі загального дерева проекту.



Рисунок 8.4. Диспетчер конфігурацій.

Права панель являє собою графічну область, в якій виконуються різноманітні операції над деталлю, складанням або кресленням (Рис. 8.5).



Мал. 8.5 Робоча область

Введення в малювання ескізів

Ескізи - це двомірне малювання як основа моделювання в SolidWorks. Ескізи використовуються для всіх намальованих елементів.

Ескізи - це набори двомірної геометрії, які використовуються для створення твердотільних елементів. Типи двомірної геометрії, наприклад, лінії, кола та прямокутники, з яких складається ескіз

У кожному ескізі є кілька характеристик, які впливають на його форму, розмір та орієнтацію.

стан ескізу

У кожного ескізу є стан, що визначає готовність до використання. Можливі стани: повністю визначений, недоопределена і перевизначений.

взаємозв'язку ескізу

В геометрії ескізу застосовуються такі геометричні взаємозв'язки, як горизонтальність і вертикальність. Взаємозв'язку обмежують переміщення об'єктів.

Інструменти ескізу

Інструменти можна використовувати для зміни вже створеної геометрії ескізу. Це також включає в себе відсікання і розширення об'єктів.

За допомогою інструменту Створити можна створити новий документ SolidWorks

У меню Файл виберіть Створити.

Деталь створюється відповідно до настроювань шаблону. Однією з ключових налаштувань є одиниці, в яких вимірюється деталь., В даному випадку деталі в якості одиниць використовуються міліметри.

Для створення ескізу необхідно вибрати площину, на якій буде виконуватися малювання. За замовчуванням система пропонує три початкових площині. До них відноситься Передня площину, Верхня площина і Права площину.

При створенні нового ескізу інструмент Вставити ескіз

відкриває систему координат ескізу на поточній обраній площині або плоскій грані. Інструмент Вставити ескіз можна використовувати також для редагування існуючого ескізу.

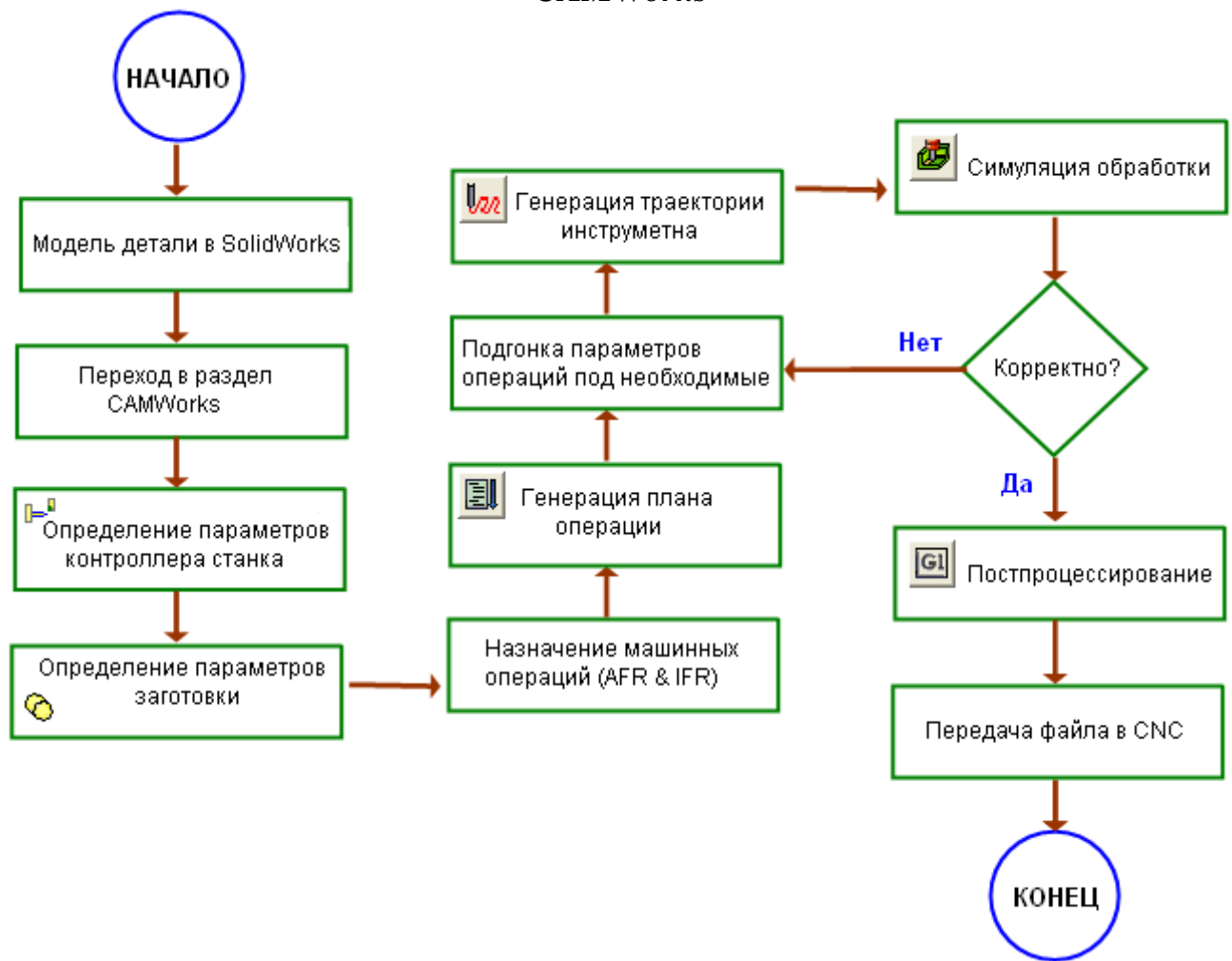
Після вибору пунктів меню Вставка, Ескіз необхідно вибрати площину або плоску грань моделі. З'явиться курсор ^ вказує на те, що потрібно вибрати грань або площина.

Довідкова система координат (Лівий нижній кут) завжди відображає орієнтацію осей координат моделі (червона-X, зелена-Y і синя-Z). Це дозволяє показати, як орієнтація виду змінилася відносно передньої площини /

SolidWorks пропонує багате розмаїття інструментів ескізу, допомогою яких можна створювати геометрію профілю.

Деякі об'єкти ескізу в SolidWorks: лінія, коло, окружність по периметру, дуга із зазначенням центру, дотична дуга, дуга через 3 з точки, еліпс, парабола, сплайн і ін.


лекція 9 Загальні кроки для генерації траєкторії руху інструменту і NC коду в CAMWorks

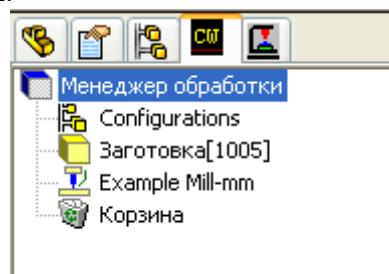


Крок 1: Імпорт моделі деталі в CAMWorks з SolidWorks


Виконати дії: Файл → відкрити → Вибираємо бажану модель деталі → ОК. Модель імпортована.

Крок 2: Перехід в дерево елементів CAMWorks

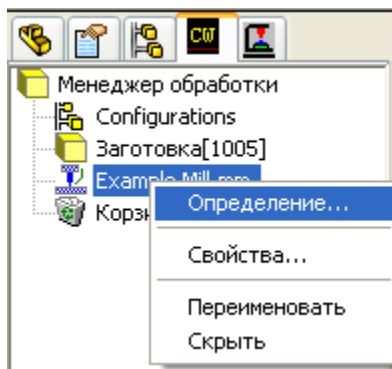
Клацніть на вкладку елементів CAMWorks . Відобразиться дерево елементів CAMWorks, спочатку в ньому відображено: Менеджер обробки, Заготівля, Конфігурація, Верстат, Кошик.



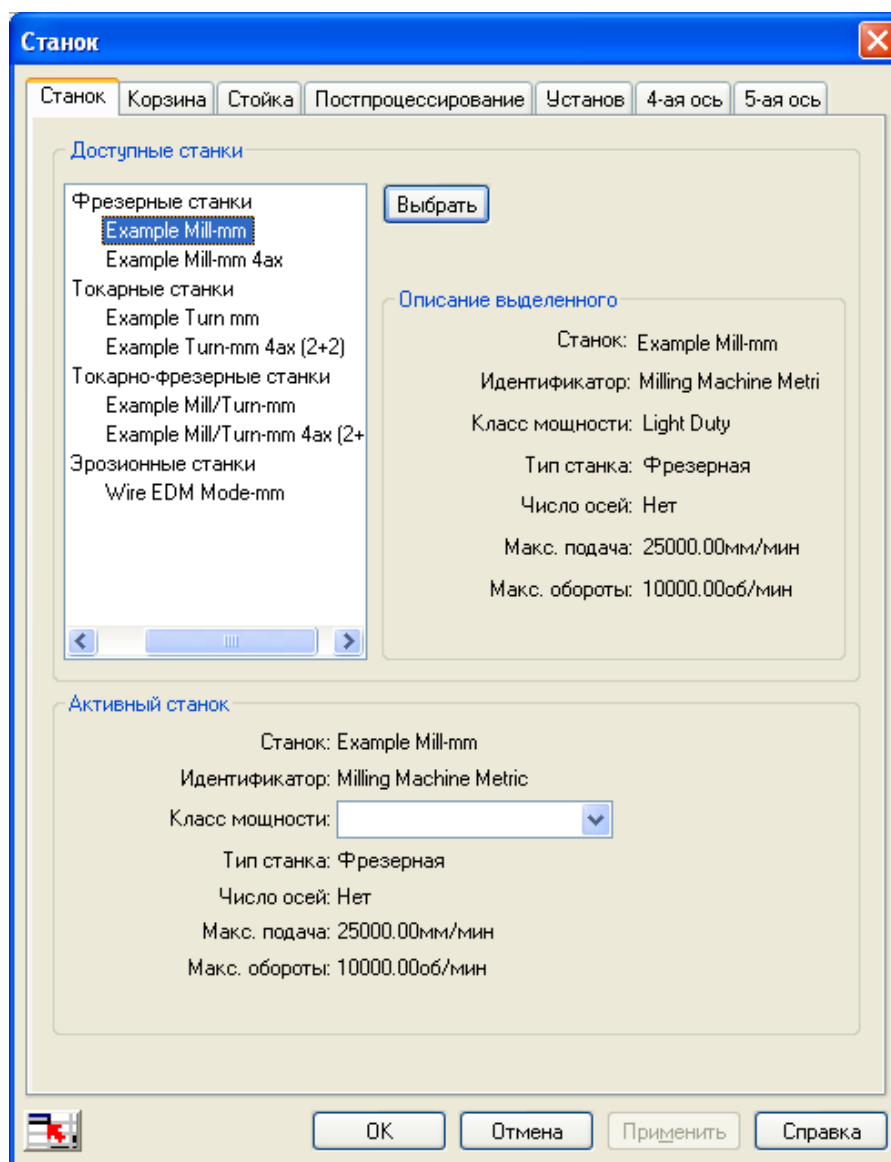
Крок 3: Визначення типу верстата

1. Клацніть правою кнопкою миші по  Example Mill-mm в дереві елементів CAMWorks;

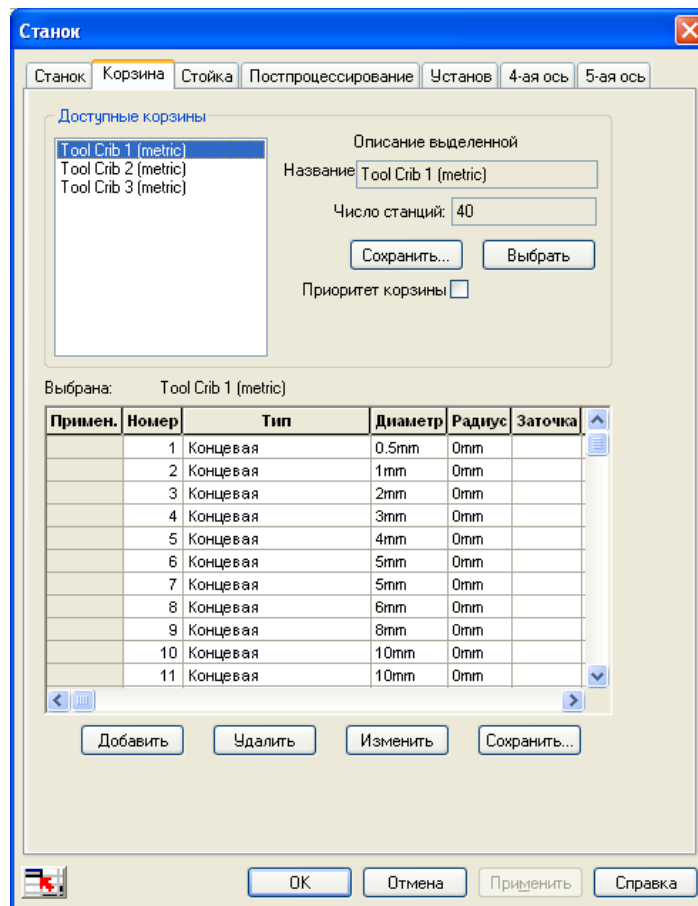
2. Виберіть Визначення ...



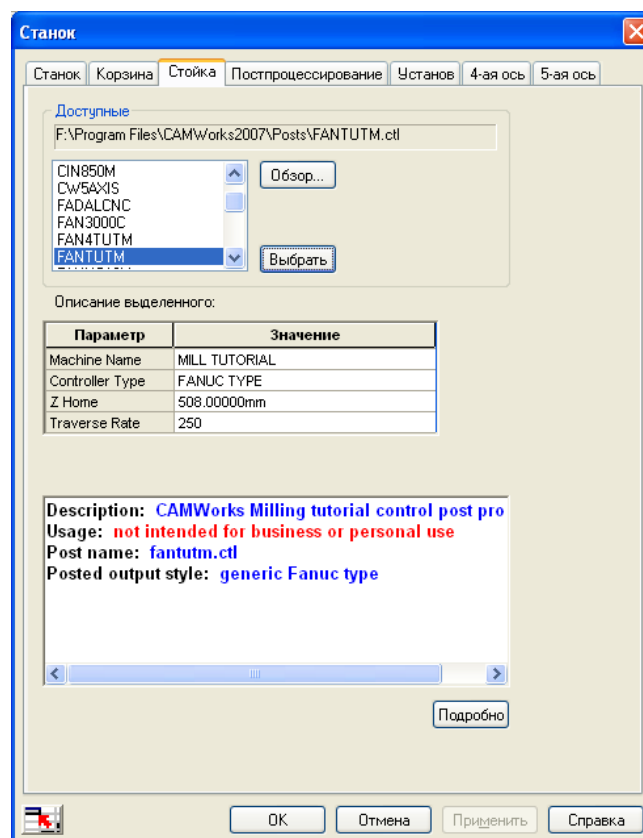
3. У вікні вибираєте необхідний тип верстата і натисніть на кнопку Вибрати.



4. Перейдіть на вкладку Кошик і виберіть першу доступну кошик і підтвердіть вибір натисканням на кнопку Вибрати.




5. Перейдіть на вкладку Стойка і виберіть стійку FANTUTM і підтвердіть вибір натисканням на кнопку Вибрати.

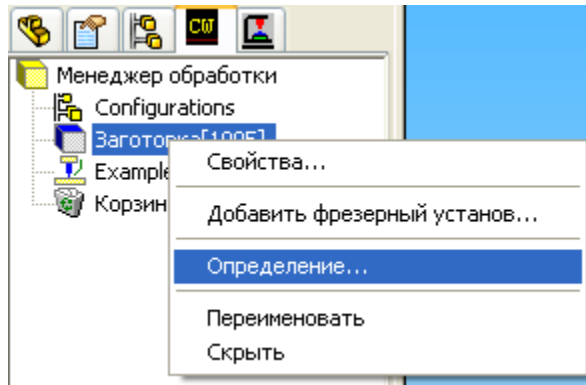


6. Закрийте вікно натисканням на кнопку ОК.

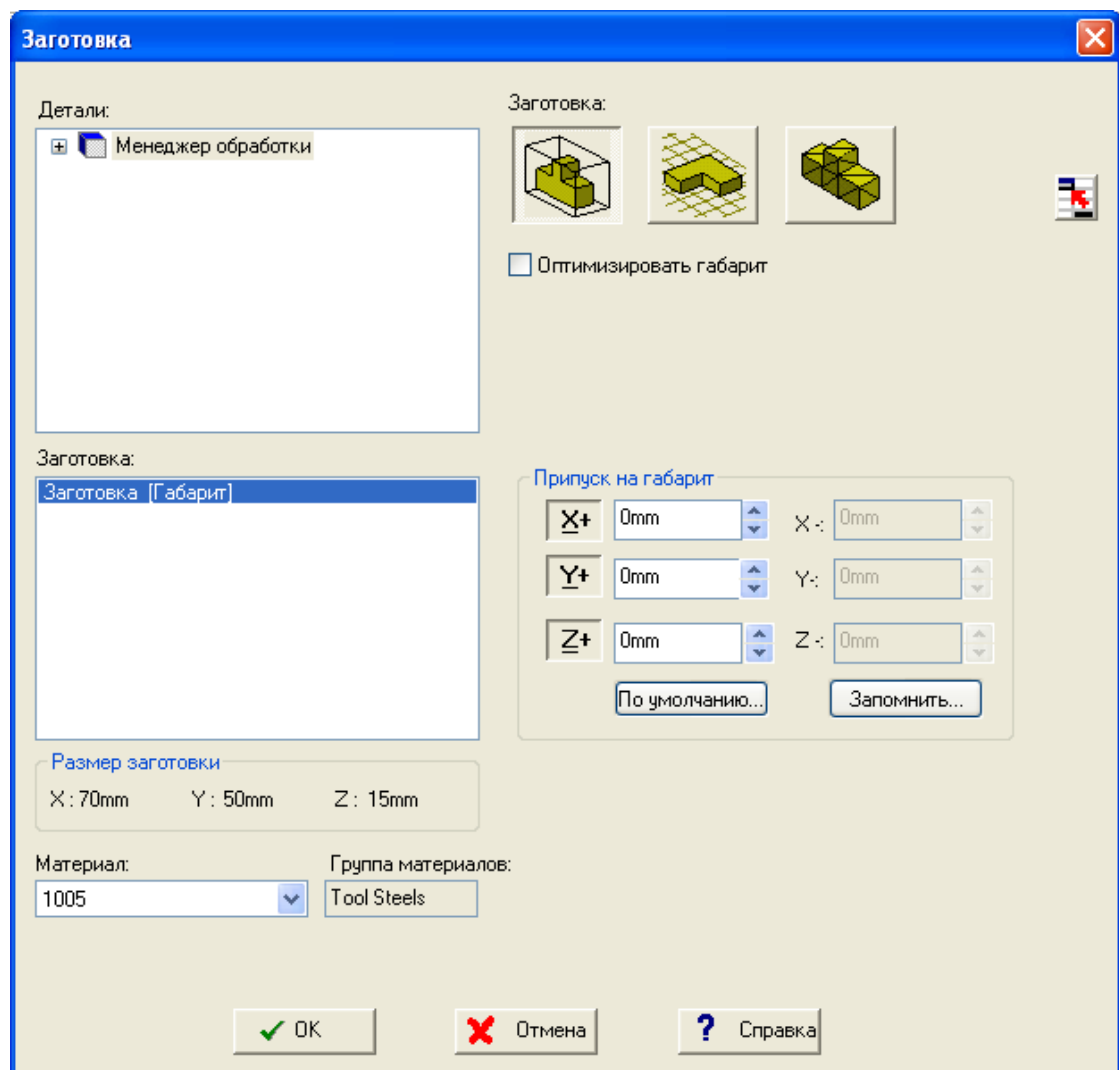
Крок 4: Визначення розмірів заготовки

1. Кладніть правою кнопкою миші по  Заготовка[1005] в дереві елементів SAMWorks;

2. Виберіть Визначення ...



3. У вікні призначте параметри заготовки.




4. Закрийте вікно натисканням на кнопку ОК.

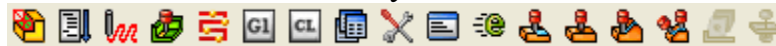
Крок 5: Розпізнавання елементів деталі

Можливі два методи розпізнавання елементів деталі:

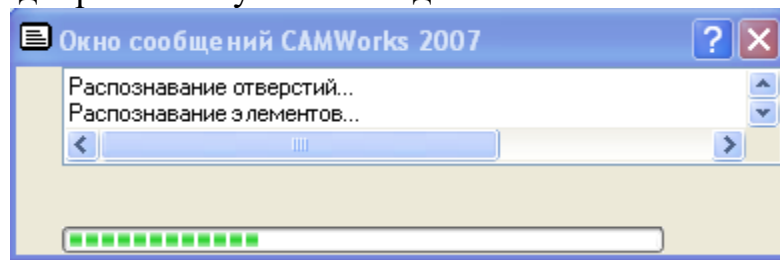
- Автоматична (AFR);
- Інтерактивна (IFR);

Використання автоматичного розпізнавання елементів (AFR)

Лівою кнопкою миші натисніть на іконку  на панелі CAMWorks:




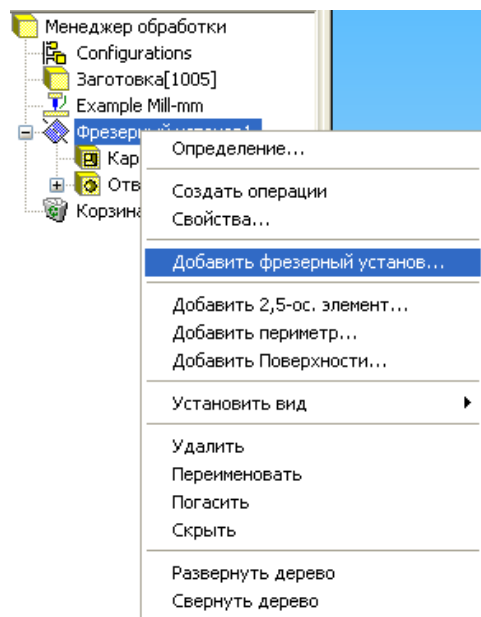
Відбудеться автоматичне розпізнавання елементів і протоколювання процесу розпізнавання буде відображатися у вікні повідомлень CAMWorks.



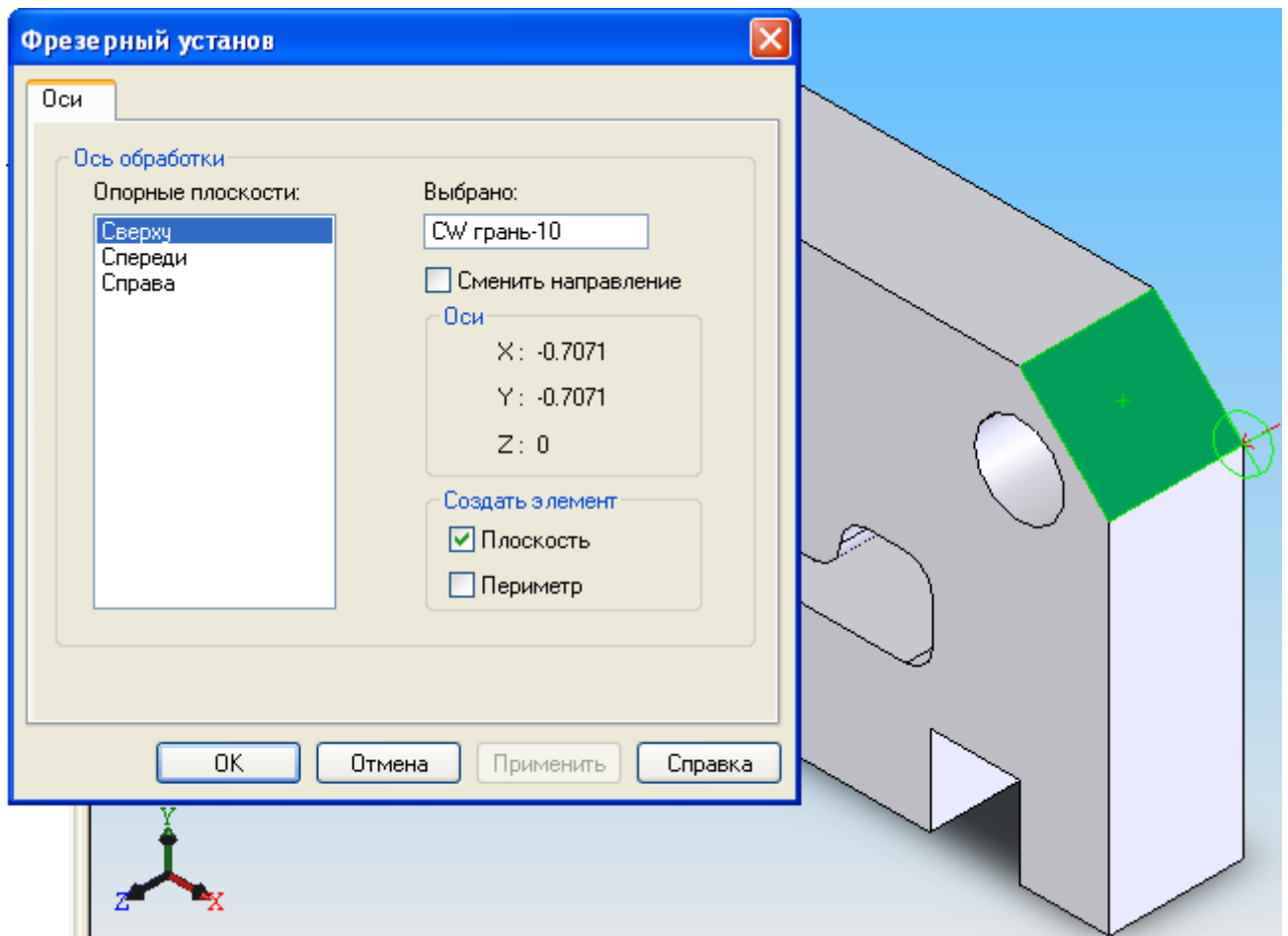
Використання інтерактивного розпізнавання елементів (IFR)


Даний вид розпізнавання елементів деталі відбувається шляхом ручного вибору елементів деталі, призначення відповідних режимів обробки і вибору відповідного інструменту, що не були створені при автоматичному розпізнаванні елементів (AFR).

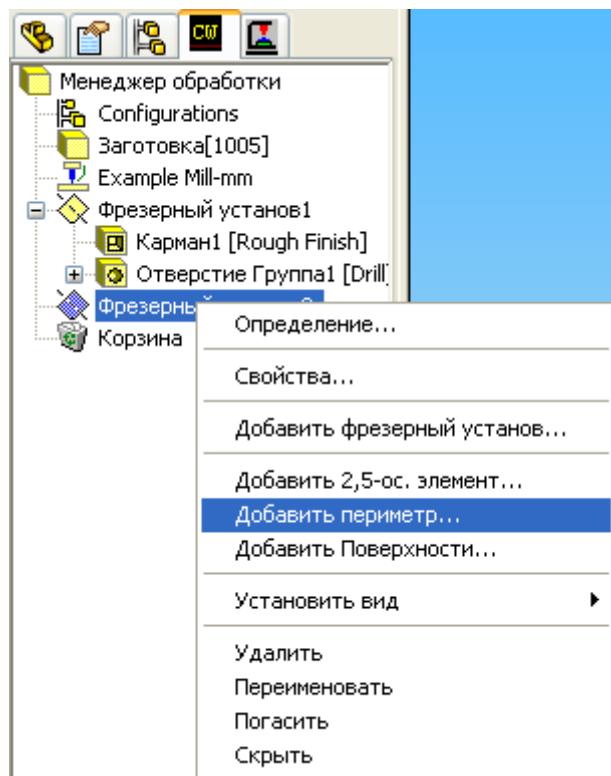
1. Клацніть правою кнопкою миші по  Фрезерный установ1 в меню оберіть Додати фрезерний установ ...



2. З'являється вікно Фрезерний установ, вибирайте площину деталі, яку потрібно обробити, на робочому аркуші SolidWorks.



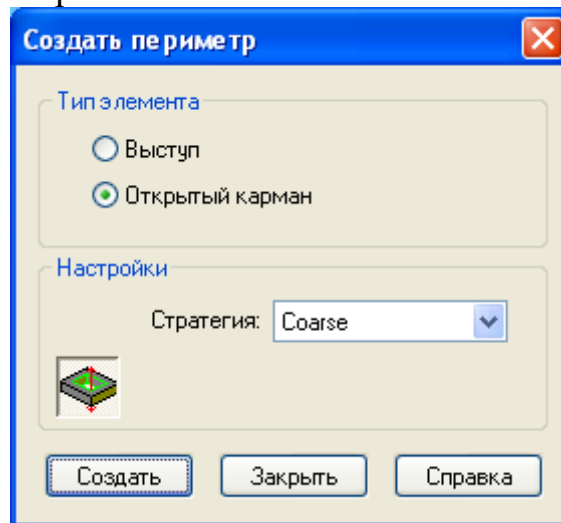
3. Тепер в який з'явився дереві елементів CAMWorks клацаємо правою кнопкою миші на  Фрезерный установ2 і в меню вибираємо Додати периметр ...




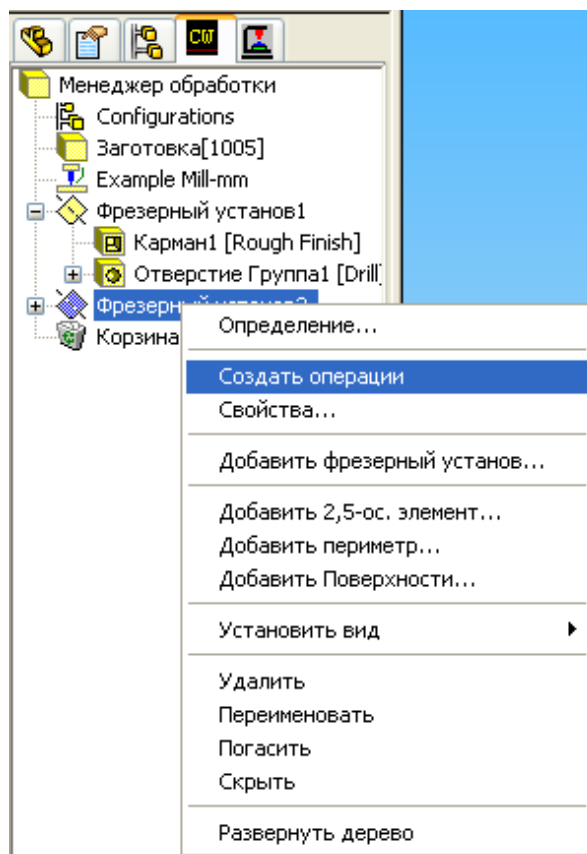
4. У вікні виберіть:

- Тип елемента - відкритий кишеню;
- Стратегія - Coarse.

Натисніть на кнопку Створити.



5. Тепер в який з'явився дереві елементів SAMWorks клацаємо правою кнопкою миші на  Фрезерный установ2 і в меню вибираємо Створити операції.



6. Тепер у вкладці дерево операцій SAMWorks  з'явилися необхідні операції для даного елемента деталі.

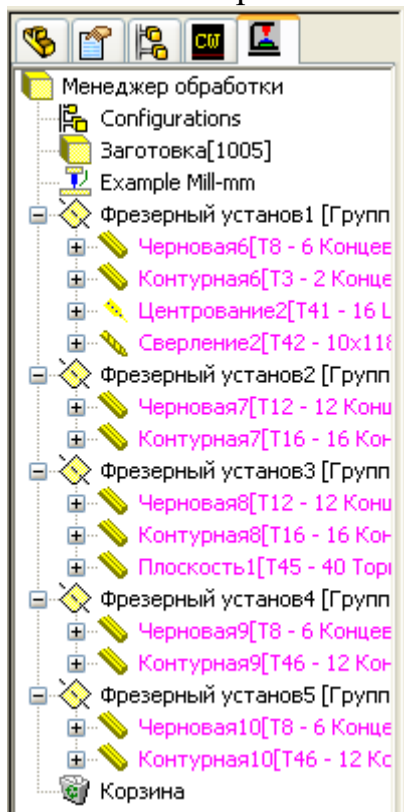
7. Аналогічно виконуєте ці дії для інших нерозпізнаних елементів деталі.

Крок 6: Генерація плану операцій

Генерація плану операцій виконується натисканням на кнопку  на панелі SAMWorks:



Після цього дерево операцій SAMWorks прийме наступний вигляд.



Крок 7: Генерація траєкторій руху інструменту

Для цього натисніть лівою кнопкою миші на кнопку  на панелі SAMWorks:



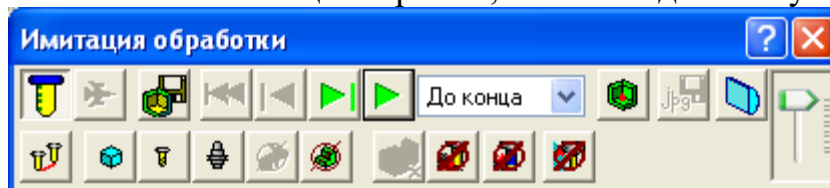
SAMWorks розрахує траєкторію руху інструменту за складеним планом операцій і геометрії деталі.

Крок 8: Симуляція обробки

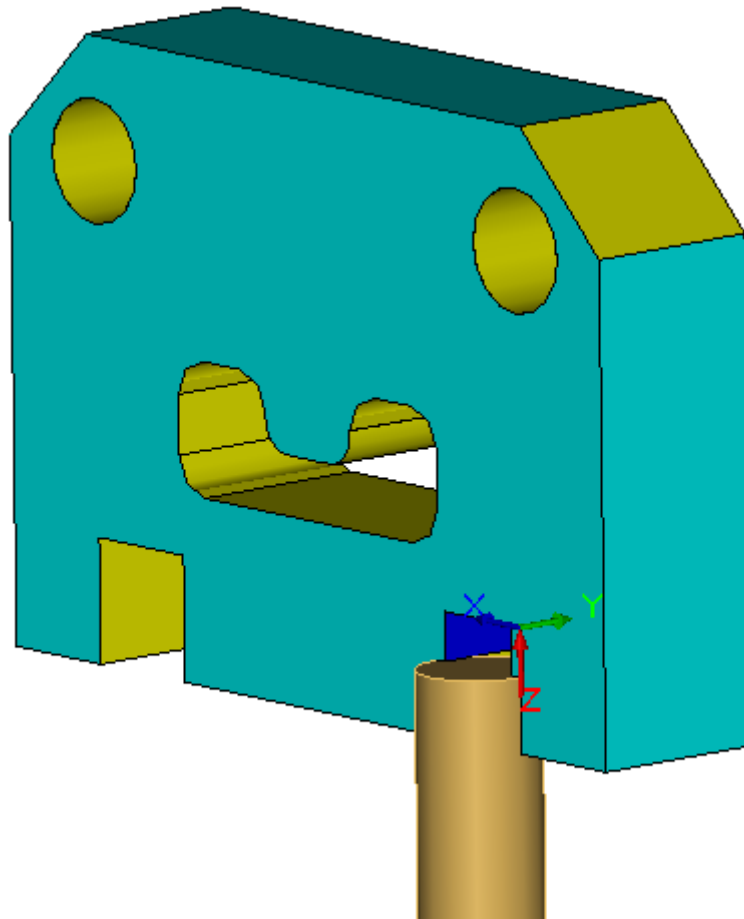
Для цього натисніть лівою кнопкою миші на кнопку  на панелі SAMWorks:




Після цього з'явиться вікно Імітація обробки, яке виглядає наступним чином.



Розпочніть процес імітації кнопкою . Процес імітації можна зупинити натисканням на кнопку .

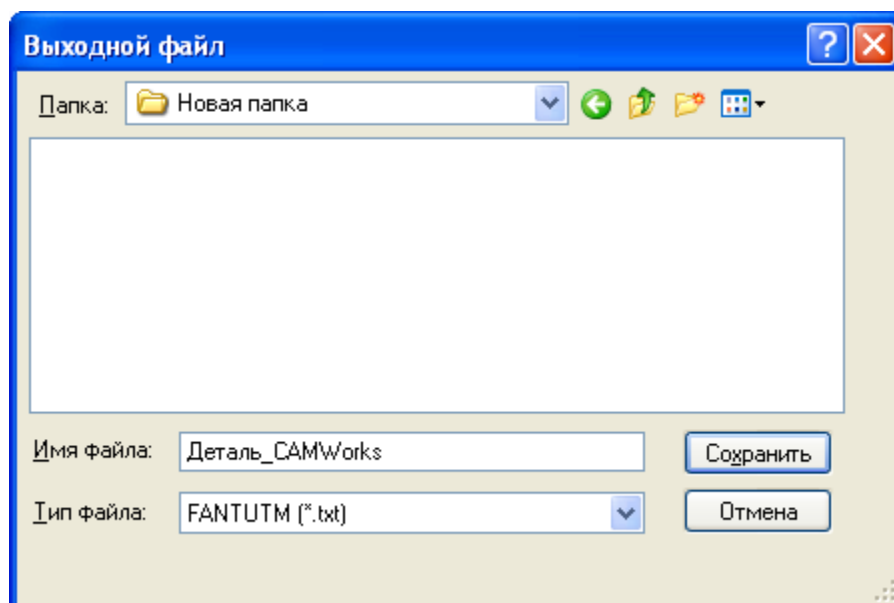


Крок 9: Постпроцесування



Постпроцесування є як б містило кроком в генерації NC програми. Для отримання NC коду за допомогою CAMWorks клацніть на кнопці  на панелі CAMWorks:

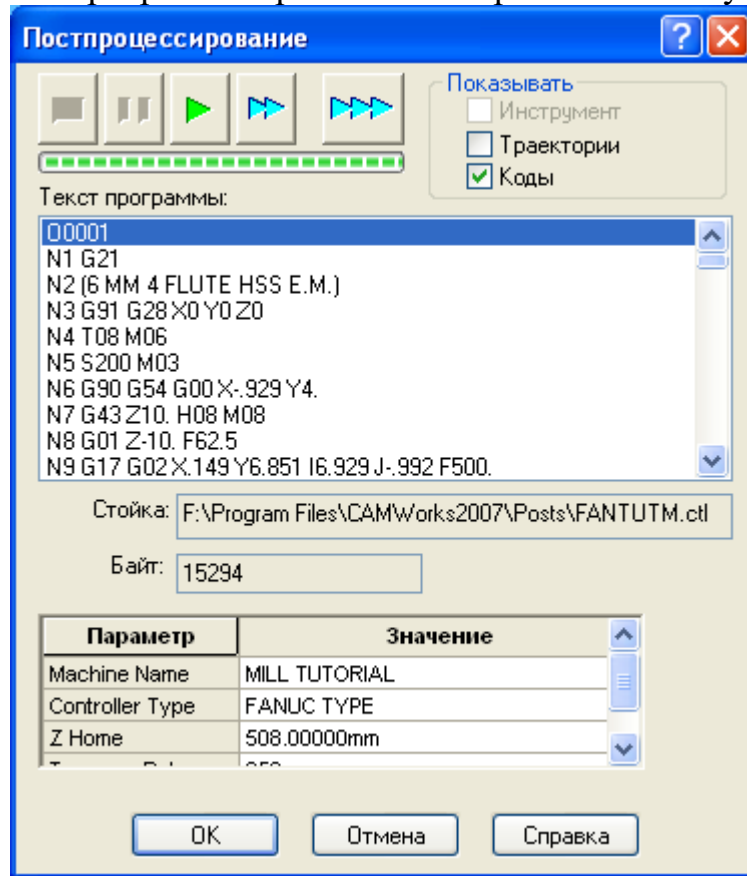


Після цього виберіть директорію для збереження NC коду і натисніть на Зберегти.



Після цього з'явиться вікно Постпроцесування, в якому можна переглянути

отриману NC програму або покроково натиснувши кнопку , Або повністю натиснувши кнопку . Програма зберігається в обраний спочатку файл.



ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Уч. пособие.-Мн.: УП «Технопринт», 2003.-910с.
2. Основы технологии автоматизированного производства в машиностроении.-Мн.: УП «Технопринт», 2003.-304с.
3. В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. Системы числового программного управления. Учебное пособие.- Москва: Логос.-2005.- 296с.
4. Ратмиров В.А. Управление станками ГПС.-М.: Машиностроение, 1987. – 272с.
5. Cimatron IT. Твердотельное моделирование деталей и сборок. Учебное пособие: Интегрированные технологии.- С.-Пб.: Bee Pitron Ltd, 2001.-95с.
6. www.bee-pitron.com
7. www.solidworks.com
8. Тику Ш. Эффективная работа: SolidWorks 2004. — СПб.: Питер, 2005. — 768 с
9. Мюррей Д. SolidWorks: 2004
10. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. - М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г.- 448 с.