

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

Кафедра ПЗ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
з дисципліни «CAD/CAM/CAE-системи в проектуванні та
виробництві наукоємної продукції»
для студентів освітнього ступеня магістр
за спеціальностями
121 «Інженерія програмного забезпечення»
122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»
денної форми навчання

ЧАСТИНА 2

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «CAD/CAM/CAE-системи в проектуванні та виробництві наукоємної продукції» для студентів освітнього ступеня магістр за спеціальностями 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» денної форми навчання. Частина 2. / Укл. А.В. Пархоменко, М.О. Андрєєв, ЄМ. Федорченко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 42 с.

Укладачі: А.В.Пархоменко, к.т.н., доцент кафедри ПЗ;
М.О. Андрєєв, асистент кафедри ПЗ,
Є.М.Федорченко, ст.викл. кафедри ПЗ.

Рецензент: Г. Н. Шило, к.т.н., доцент кафедри ІТЕЗ.

Відповідальний
за випуск: С.О. Субботін, д.т.н., професор кафедри ПЗ

Затверджено
на засіданні кафедри
програмних засобів
Протокол № 1
від “16” серпня 2016 р.

Рекомендовано до видання
НМК факультету
комп'ютерних наук і технологій
Протокол № 1
від “22” серпня 2016 р.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. Дослідження структурних та функціональних особливостей системи NX7.....	8
1.1 Основи побудови інтерфейсу	8
1.2 Завдання до роботи.....	15
1.3 Зміст звіту	15
1.4 Контрольні запитання	15
2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. Розробка програми обробки деталі методом фрезерування.....	16
2.1 Основні теоретичні відомості	16
2.1.1 Фрезерування	16
2.1.2 Технологічні основи обробки деталей на фрезерних верстатах з ЧПУ.....	18
2.2 Розробка програми обробки деталі	19
2.3 Завдання до роботи.....	25
2.4 Зміст звіту	26
2.5 Контрольні запитання	26
3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3. Розробка програми обробки деталі методом свердління	27
3.1 Основні теоретичні відомості.....	27
3.2 Розробка програми обробки деталі	29
3.3 Завдання до роботи.....	35
3.4 Зміст звіту	35
3.5 Контрольні запитання	36
4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. Розробка програми токарної обробки деталі.....	37
4.1 Основні теоретичні відомості.....	37
4.1.1 Короткий опис токарної обробки	37
4.1.2 Різновиди точіння.....	38
4.2 Розробка програми обробки деталі	38
4.3 Завдання до роботи.....	41
4.4 Зміст звіту	41
4.5 Контрольні запитання	41
ЛІТЕРАТУРА.....	42

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

NX – флагманська CAD/CAM/CAE-система від компанії Siemens PLM Software (до 1-го жовтня 2007 року UGS PLM Software, підрозділ Siemens Automation & Drives). NX широко використовується в галузях, де випускаються вироби з високою щільністю компонування та великою кількістю деталей (енергомашинобудування, транспортне машинобудування), а також вироби зі складними формами (авіабудування, автомобілебудування).

NX підтримує широкий спектр операційних систем, включаючи Windows, UNIX і Linux. Програма використовує ядро геометричного моделювання Parasolid. Основними конкурентами програми є CATIA від Dassault Systemes і Pro/ENGINEER від Parametric Technology Corporation.

Система NX7 має модульну структуру. Усі функціональні модулі викликаються з керуючого модуля Gateway. Кожен користувач системи обов'язково повинен мати модуль Gateway, тоді як всі інші модулі є необов'язковими і можуть бути підібрані для задоволення індивідуальних потреб користувача. У Gateway не проводиться ніяких геометричних побудов або операцій над математичними моделями. Його основне призначення – забезпечити взаємодію між усіма модулями на принципі майстер-моделі. Модуль Gateway реалізує практично непомітний перехід від твердотільного або поверхневого моделювання до оформлення креслення, інженерного аналізу, формування керуючих програм верстатів з ЧПУ. Gateway управляє доступом до баз даних, режимами відображення моделей, компонуванням видів, шарами й атрибутами об'єктів, реалізує імпорт/експорт моделей. Функціонал Gateway забезпечує створення макрокоманд, налаштування меню та панелей інструментів, зв'язок з електронними таблицями, вбудовану систему підказок.

Виготовлення виробів зі складною геометрією зовнішніх обводів вимагає відповідного програмного забезпечення для розрахунків керуючої програми для верстата з ЧПУ. Залежно від складності деталі застосовуються токарна, фрезерна обробка на верстатах із трьома або п'ятьма ступенями свободи, електроерозійна обробка дротом, тощо.

САМ-модулі системи NX7 є одними з кращих у світі. Генератор програм ЧПУ виконаний на основі процесів обробки, що добре себе

зарекомендували. Він включає правила обробки, призначені для створення програм з мінімальною участю технолога-програміста.

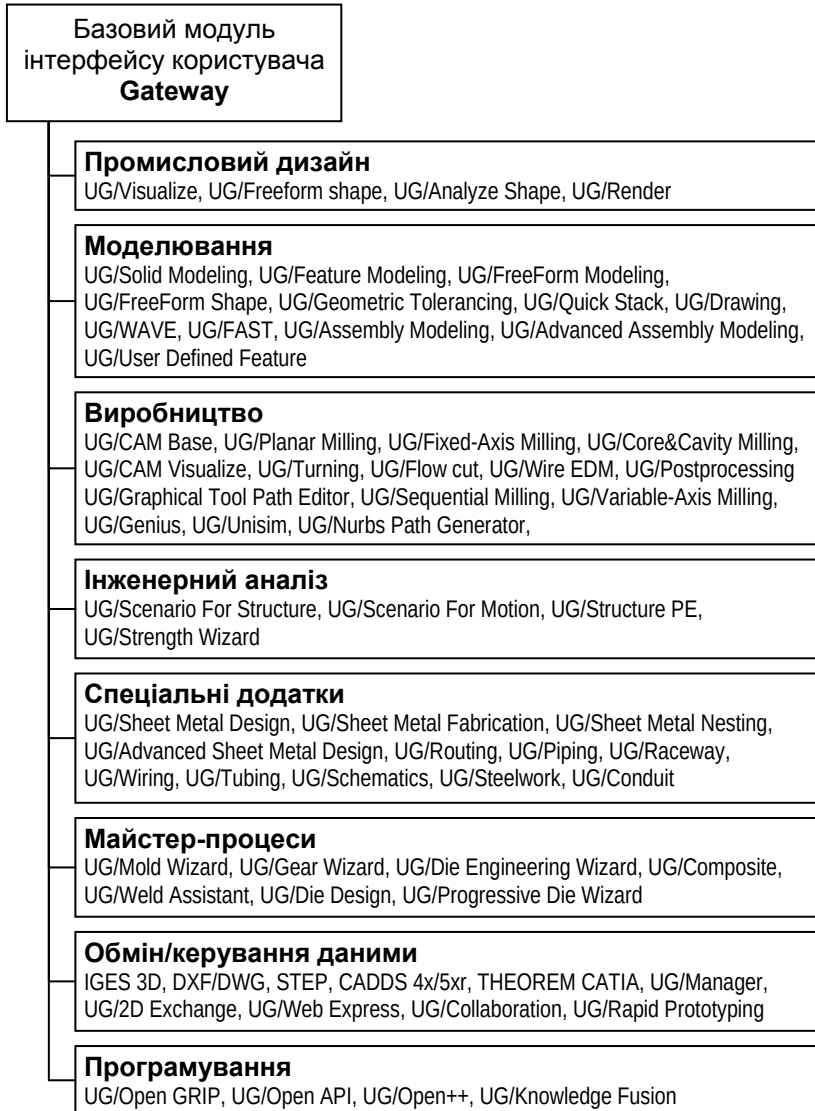


Рисунок - Структура системи NX7

Концепція майстер-моделі є базою, на якій будується розподіл даних між модулем проектування та іншими модулями NX7. Повний набір операцій, за допомогою яких був змодельований об'єкт, гарантує, що будь-яка спроектована конструкція може бути виготовлена. Асоціативний зв'язок між параметричною моделлю та сформованою траєкторією інструмента робить процес оновлення траєкторії швидким і легким.

Модуль токарної обробки надає технологу потужні функціональні можливості для чорнової та чистової обробки, проточки канавок, нарізування різьб і свердління на токарному верстаті. Автоматичне визначення області обробки дозволить швидко одержати результат, особливо у випадку послідовних операцій. Велику інформативність надає можливість анімації процесу обробки. Інструмент токарної обробки можна легко визначити самостійно за допомогою набору параметрів або вибрати із задалегідь сформованої бібліотеки інструментів.

Для фрезерної обробки робоче місце технолога (залежно від складності виконуваних робіт) може оснащуватися різним набором інструментів з різних модулів. Такий підхід дозволяє одержати найбільш оптимальне співвідношення вартості та ефективності, та дати інженеру можливості формування таких траєкторій інструмента, які можуть бути реалізовані на верстатному парку підприємства.

На етапі попереднього видалення матеріалу можна визначити різні способи врізання в заготовку та стратегії обробки. При цьому задається перекриття діаметра фрези на наступних проходах, заглиблення по висоті при переході на наступну зону, зазор до вертикальних стінок, нижня границя обробки. Генератор високошвидкісної обробки забезпечує можливість кругового і спірального підходу до деталі, спіральну траєкторію шаблону обробки, затримку в кутах, керування одночасною обробкою декількох кишень, сплайн-інтерполяції вихідної траєкторії.

На етапі чорнової обробки можна створити необхідну траєкторію на найскладніших елементах. Якщо оброблювана геометрія була створена в інших системах і має багато перекриттів і розривів між поверхнями, інструменти системи дозволять скорегувати ці розриви, або обробити із заданою точністю. Таким чином, процес чорнової обробки практично повністю автоматизований.

На етапі чистової обробки пропонується широкий набір засобів одержання траєкторій інструмента для 3-х і 5-координатної обробки, (повна свобода просторової орієнтації вісі фрези). Система має інтелектуальні функції вибору області обробки; містить безліч методів і шаблонів обробки, включаючи обробку вздовж границь, концентричних кіл, радіальну обробку, зигзагом, вздовж заданої траєкторії, спіральну та довільну. Крім того, є методи контролю режимів різання при русі інструменту вгору/вниз, а також по спіралі. Можна визначити й зберегти границі необроблених областей.

При 5-координатній обробці є можливість задати вісь інструменту з використанням параметрів поверхні, додаткової геометрії, а також геометрії, що задає траєкторію різання.

Величезну економію часу при обробці дає спеціальна функція аналізу всієї геометрії деталі та пошуку точок подвійного контакту (автоматичне визначення кутових сполучень поверхонь). Процесор автоматично генерує одно- або багаторазові проходи інструмента для видалення матеріалу в цих областях.

Якщо потрібно повністю контролювати кожний крок створення траєкторії інструмента, стане у нагоді функція інтерактивного створення траєкторії інструменту зі складових частин. При цьому є можливість генерувати безліч проходів по поверхні, визначивши повний припуск для обох поверхонь.

Спеціальна функція дозволяє спостерігати за інструментом під час його руху по оброблюваній деталі. Доступні 3 режими перегляду: відтворення, динамічне видалення матеріалу та статичне видалення.

Отриману траєкторію інструмента можна редагувати в графічному або текстовому режимі, після чого переглянути зміни в обробній програмі на всій траєкторії або на обраній ділянці, змінюючи швидкість зображення й напрямок руху. Є функції, що дозволяють виконувати подовження або обрізку траєкторії до певних границь (струбцина, затискний пристрій або вилучення на самій деталі).

Для того щоб програму можна було запустити на певному верстаті, необхідно її переписати в машинних кодах даного верстата. У системі NX7 існує спеціальний модуль для визначення постпроцесорів для будь-яких керуючих стійок і верстатів зі ЧПУ. Програма постпроцесора створюється у вигляді вихідного тексту мовою TCL, що відкриває широкі можливості по внесенню в постпроцесор будь-яких необхідних унікальних змін.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Дослідження структурних та функціональних особливостей системи NX7

Мета роботи: ознайомитись з середовищем системи NX7 та дізнатись про можливості системи.

1.1 Основи побудови інтерфейсу

Для початку роботи у середовищі NX7 запустіть її з ярлика на робочому столі. Відкриється головне вікно програми. (рис. 1.1).

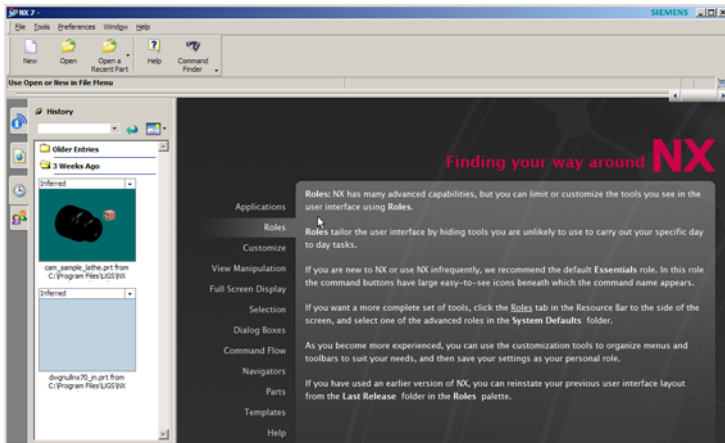


Рисунок 1.1 – Головне вікно програми

Після запуску на екрані з'являється первинне (головне) вікно, у якому містяться вторинні вікна та компоненти. До них відносяться графічне вікно, інформаційне вікно, різні діалогові вікна, інструментальні панелі (рис. 1.2).

1 Заголовок – стандартний заголовок програми у системі, де вказана назва програми та версія;

2 Головне меню – заголовки об'єднаних за призначенням наборів функцій;

3 Інструментальна панель – група іконок, що надає змогу прямо звернутися до потрібної функції, не переходячи до неї через усі меню;

4 Додаткове меню – тут відображено історію завантажених деталей, навігатор Інтернет, налаштування ролей тощо;

5 Робоча область – місце де відображаються завантажені деталі, та усі процеси програми.

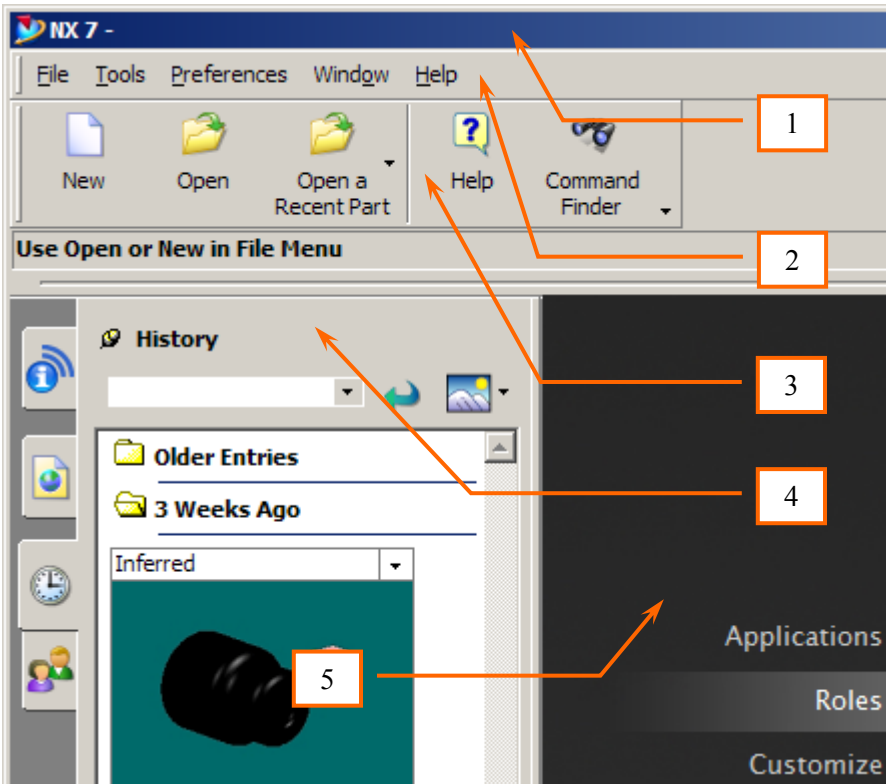


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд програми

Для налагодження вигляду панелей меню можна скористуватись контекстним меню (рис. 1.3).

Для початку роботи завантажте файл деталі ..\UGS\NX7.0\MACH\Samples\ufd_face_mill_case1.prt, натиснувши на інструментальній панелі кнопку **Open**. Зауважте, що у шляху до файлу та в його імені не повинно бути кириличних літер, інакше відкрити деталь буде неможливо. Після цього у робочій області відобразиться деталь, а панелі меню контекстно зміняться.

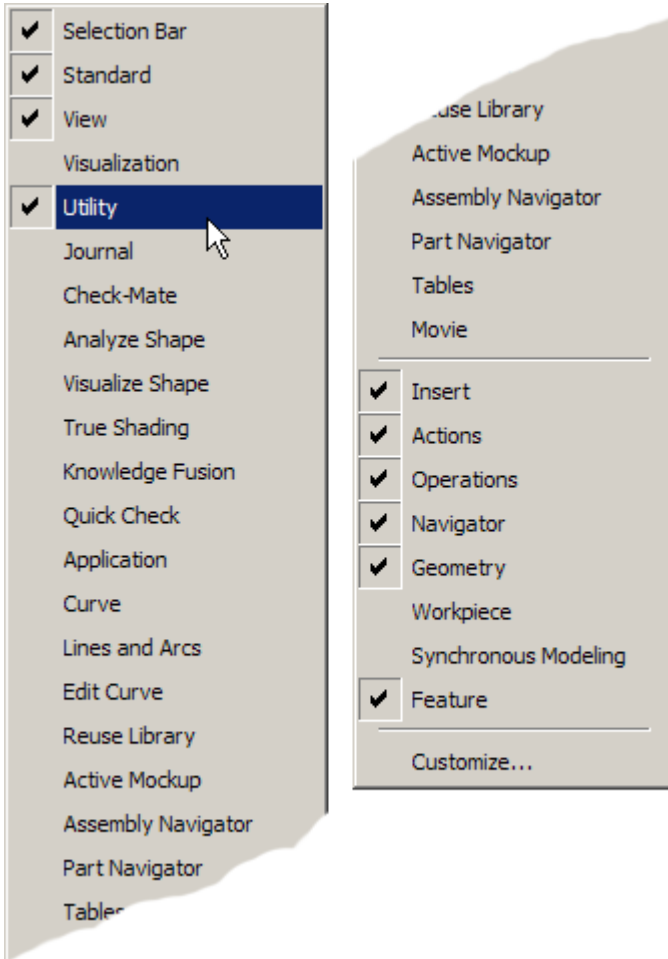


Рисунок 1.3 – Контекстне меню

Слід розуміти, що для різних деталей використовуються різні види обробки, тому коли обираєте будь-яку панель будьте уважні та використовуйте процеси відповідні до деталей.

Усі панелі меню можна пересувати згідно потреб користувача, для цього треба потягнути будь-яку панель за область зліва, помічену лінією або крапками, та пересунути її (рис. 1.4).

Рисунок 1.4 –Панель **Standard**

На панелі **Standard** Вам доступні кнопки **Start**, створення, завантаження, запису файлу, друку. У наступній групі доступні кнопки вирізання, копіювання, вставки та видалення операції. Далі йдуть кнопки відміни та повтору виконаних дій, інформація та пошук. Це – стандартний набір панелі **Standard**, але його можна редагувати за власним смаком.

У головному меню Ви маєте змогу використовувати будь-які команди середовища, які також містяться на панелях (рис. 1.5).

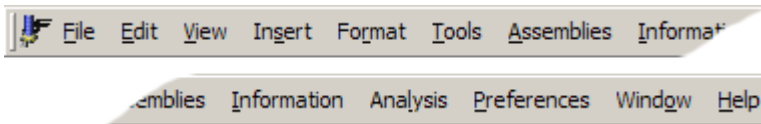


Рисунок 1.5 – Головне меню

File – містить основні команди для роботи з файлами.

Edit – редагування об'єктів.

View – керування зображенням (масштабування, панорамування, режими візуалізації).

Insert – вставка ескізів, кривих, специфікацій, операцій, програм, інструментів, геометрії, методів обробки.

Format – налаштування шарів, систем координат, групування деталей.

Tools – набір спеціальних інструментів.

Assemblies – керування складаннями, створення звітів, та компонентів.

Information – інформаційне меню, що надає змогу отримати інформацію стосовно проекту, примітивів та об'єктів (дані про деталь, збірку, компонент тощо).

Analysis – дозволяє зробити будь-які геометричні заміри та перевірки у проекті.

Preferences – налаштування інтерфейсу користувача, засобів візуалізації, креслярського середовища.

Window – упорядкування вікон на екрані, відкриття нових вікон або перехід між документами.

Help – довідкова система NX7, представляє собою дуже гнучкий інструмент, який містить довідку як по окремому об'єкту, так і інтерактивну довідку у Інтернет.

Після завантаження деталі Ви маєте змогу звернутися до меню **Start**, перейти до модулю **Manufacturing** (Обробка) (рис. 1.6), в якому обрати потрібний процес обробки.

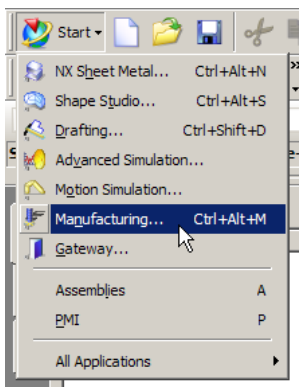


Рисунок 1.6 – Меню **Manufacturing**

При переході до модулю **Manufacturing** стане доступна панель інструментів **Insert** для виконання таких дій, як створення програм, інструментів, геометрії, методів обробки та операцій (рис. 1.7). Почнемо зі створення операцій. Натисніть кнопку **Create operation**, щоб відкрити панель **Create operation** (рис. 1.8).

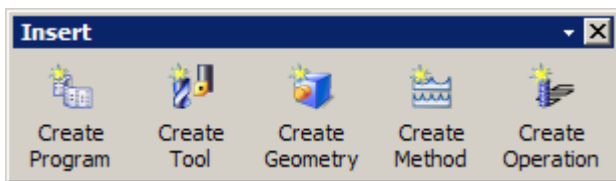


Рисунок 1.7 – Панель інструментів **Insert**

Модуль **Manufacturing** надає змогу користувачу обрати процеси фрезерування, свердління, токарної обробки та інші. У практичних роботах нас цікавитиме процес фрезерування (рис. 1.9), свердління (рис. 1.10), токарної обробки (рис. 1.11).

Також у системі NX7 є можливість створювати креслення, моделі та писати програми для роботи верстатів з ЧПУ.

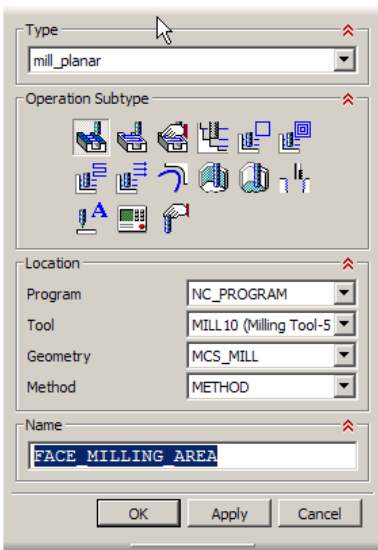
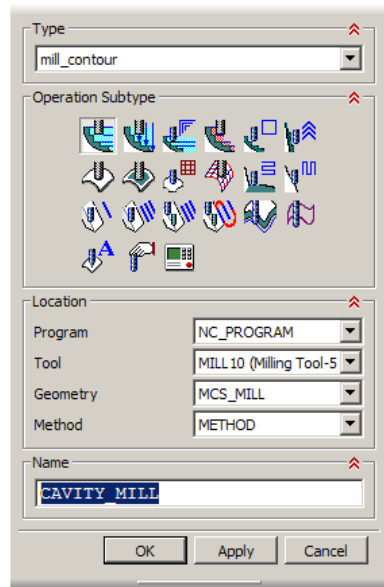
Рисунок 1.8 – Панель **Create operation**

Рисунок 1.9 – Фрезерування

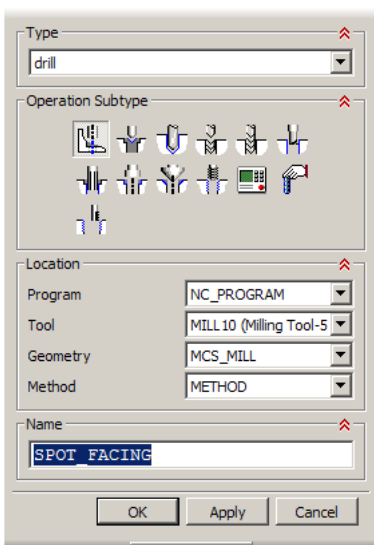


Рисунок 1.10 – Свердління

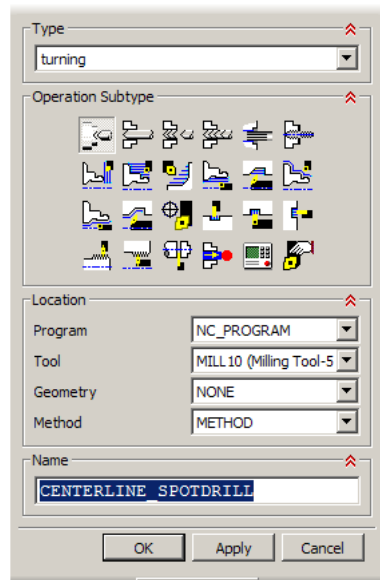


Рисунок 1.11 – Токарна обробка

Наприклад, дана частина програми фрезерування, в якій задано інструмент, діаметр та нижній радіус фрези.

```
TOOL PATH/CAVITY_MILL, TOOL, MILL2 (параметр MILL2)
TLDATA/MILL, 2.0000, 0.0000, 3.0000, 0.0000, 0.0000
(діаметр, нижній радіус, довжина, кут нахилу, кут при вершині)
```

Середовище NX7 дозволяє також додавати інструменти з необхідними для користувача параметрами. Наприклад, розглянемо створення фрези. Оберіть кнопку **Create instrument**, що викличе вікно з налаштуваннями (рис. 1.12).

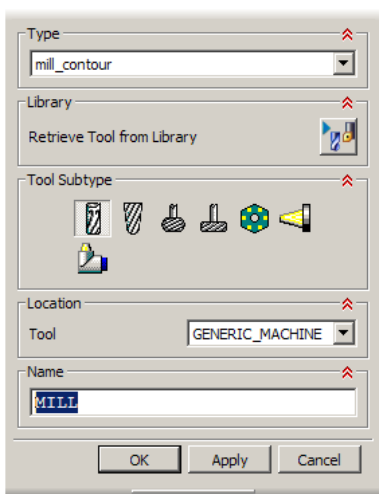


Рисунок 1.12 – Вікно створення інструменту

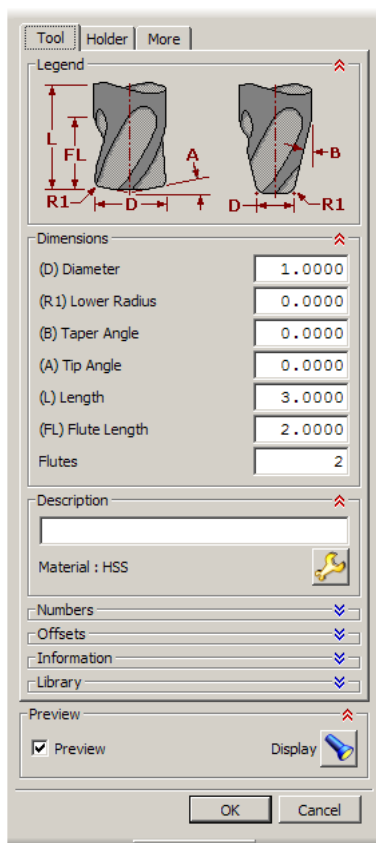


Рисунок 1.13 – Налаштування інструменту

Після цього можна більш детально налаштувати інструмент (рис. 1.13).

1.2 Завдання до роботи

1.2.1 Ознайомитися з основними теоретичними відомостями за темою роботи, використовуючи ці методичні вказівки, а також рекомендовану літературу.

1.2.2 Оформити звіт з роботи.

1.2.3 Відповісти на контрольні питання.

1.3 Зміст звіту

1.3.1 Тема та мета роботи.

1.3.2 Завдання до роботи.

1.3.3 Короткі теоретичні відомості.

1.3.4 Висновки, що містять відповіді на контрольні запитання (5 шт. за вибором студента), а також відображають результати виконання роботи та їх критичний аналіз.

1.4 Контрольні запитання

1.4.1 Призначення системи NX?

1.4.2 Які можливості надає пакет NX7?

1.4.3 Структура системи?

1.4.4 Назвіть головні елементи первинного вікна.

1.4.5 Формати файлів, що створюються в системі?

1.4.6 Які види креслення підтримує NX7?

1.4.7 Які Ви бачите розбіжності та збіги між системою NX7 та аналогічними системи проектування (наприклад AutoCAD, Solid Edge, Kompas)?

1.4.8 Як перемикати процеси обробки у NX7?

1.4.9 До яких систем відноситься система NX7?

1.4.10 Як у середовищі NX7 створити інструмент та геометрію?

1.4.11 Які процеси обробки можна моделювати у NX7?

1.4.12 Для чого NX7 генерує код програми?

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Розробка програми обробки деталі методом фрезерування

Мета роботи: практично ознайомитися з методикою розробки керуючих програм для фрезерних верстатів з ЧПУ в NX7.

2.1 Основні теоретичні відомості

2.1.1 Фрезерування

Фрезерування є одним з найбільш поширених і високопродуктивних способів механічної обробки різанням. Процес різання фрезою має багато спільного з процесом різання різцем. Утворення стружки в цьому випадку супроводжується тими ж фізичними явищами: пружною і пластичною деформацією металу, тепловиділенням, наклепом і т.д.

Кожен зуб фрези, що є багатолезовим інструментом, має такі ж ріжучі елементи, як і різець. Весь припуск заготовок послідовно зрізується зубами фрези. Основні конструктивні різновиди фрез показані на рис. 2.1.

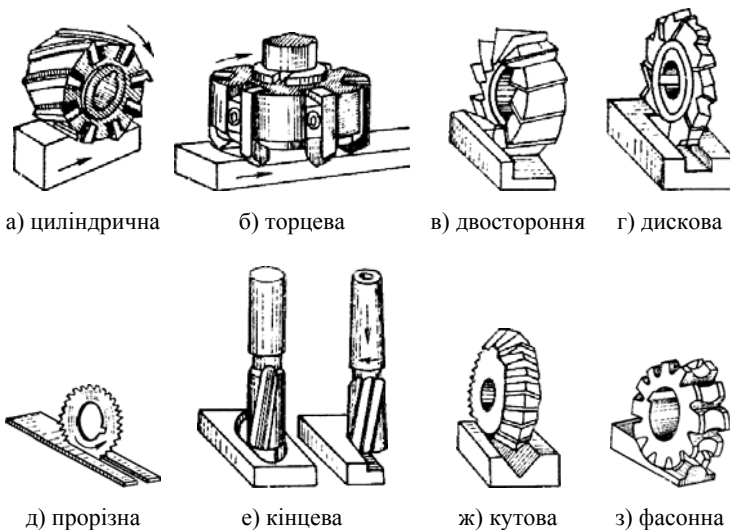


Рисунок 2.1 – Види фрез та форми поверхонь, що ними обробляються

У порівнянні з процесом точіння процес фрезерування має такі особливості:

- у роботі одночасно беруть участь кілька лез, тому фрезерування є більш продуктивним способом обробки, ніж точіння;
- кожен зуб фрези знаходиться в контакті із заготовкою та виконує роботу різання тільки на деякій частині обороту, а потім продовжує рух, не торкаючись заготовки, до наступного врізання. Оскільки корпус фрези здебільшого має значну масу, це сприяє кращому охолодженню лез;
- товщина стружки змінюється до деякого максимуму за цілком визначеним законом, внаслідок чого сили різання мають змінні значення.

Розрізняють два способи фрезерування:

- зустрічне (напрями обертання і руху подачі протилежні);
- попутне (напрями обертання і руху подачі збігаються).

Фрезеруванням обробляються горизонтальні, вертикальні, похилі площини, фасонні поверхні, уступи і пази різного профілю.

За типом фрези розрізняють такі основні види фрезерування:

- кінцеве (пази, канавки, підсікання; колодязі (наскрізні пази), кармани (пази, сторони яких виходять більш, ніж на 1 поверхню), вікна (пази, які виходять тільки на одну поверхню);
- торцеве (для великих поверхонь);
- фасонне (для профільних поверхонь – шестірень, черв'яків, багетів, віконних рам);
- існують також спеціалізовані фрези для відрізки (дискові).

Плате (Planar Milling) та глибинне (Cavity Milling) фрезерування використовуються для створення траєкторії інструмента, який видаляє матеріал з плоских рівнів. Цей тип операцій в основному використовується для попереднього видалення матеріалу з метою підготовки деталі до подальшої чистової обробки з використанням операцій фрезерування областей, таких як фрезерування поверхонь.

Глибинне і плате фрезерування схожі, тому що видаляють матеріал із плоских рівнів, які розташовані перпендикулярно осі інструмента. Але ці операції відрізняються методами, що використовуються для завдання матеріалу.

Плате фрезерування використовує для завдання матеріалу межі обробки, а глибинне – грані та криві.

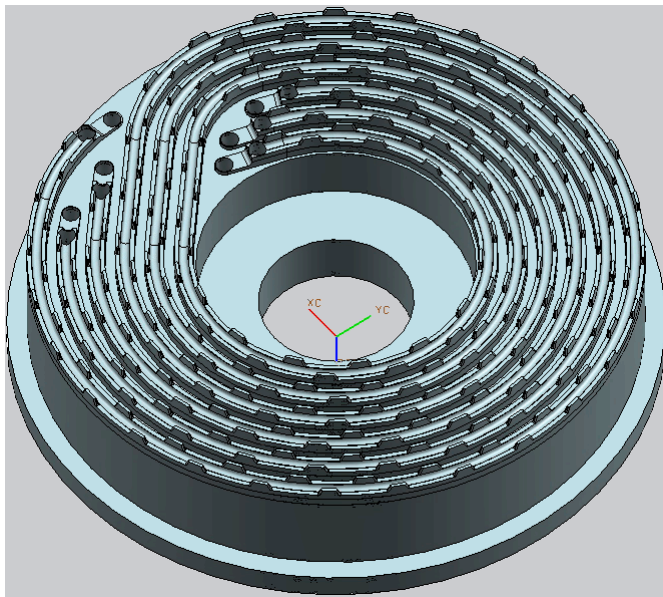


Рисунок 2.2 – Глибинне фрезерування

Плоске фрезерування застосовується для деталей, які мають вертикальні стінки, плоскі острови і нижню межу обробки. Глибинне фрезерування застосовується для деталей які мають похилі стінки і контурну нижню межу обробки, як показано нижче (рис. 2.2).

2.1.2 Технологічні основи обробки деталей на фрезерних верстатах з ЧПУ

Деталі, що обробляються на верстатах з ЧПУ, можна розглядати як геометричні об'єкти. При обробці деталі інструмент і заготовка переміщуються один відносно одного вздовж визначеною траєкторії. Програма обробки деталі задає (описує) рух визначеної точки інструмента – центра ріжучої кромки.

Траєкторія переміщення інструмента складається зі шляху підведення фрези до оброблюваної поверхні, шляху врізання, робочого ходу і відводу від оброблюваної поверхні.

Якщо прийняти, що радіус інструмента під час обробки деталі вздовж контуру лишається постійним (знос відсутній), то траєкторія

центра інструмента при контурній обробці є еквідистантою контуру деталі.

Під еквідистантою розуміють таку траєкторію інструмента, при якій забезпечується обробка заданого контуру. Рух по еквідистанті відноситься тільки до траєкторії робочих ходів.



Для повної обробки деталі траєкторія руху центра інструмента повинна бути неперервною, тому вона може складатися з окремих ділянок, які послідовно переходять одна в одну, причому ці ділянки можуть бути ділянками контуру деталі, чи ділянками еквідистанти.

До геометричних елементів контуру деталі відносяться відрізки прямих, дуги, кола, криві другого та вищого порядків. Точки перетинання елементів, чи переходу одного елемента в інший називаються геометричними опорними точками. Ці точки в більшості випадків є визначальними при завданні положення елементів контуру в просторі. Це положення задається в системі координат з визначеним початком координат.

На початку програмування в системі координат деталі задають положення базових елементів заготовки. Відносно нуля деталі задаються при програмуванні всі опорні точки, що визначають траєкторію руху центра інструмента при обробці.

При установці деталі на верстат положення нуля деталі буде зафіксовано відносно координатної системи верстата.

При обробці деталі інструмент може переміщатися в одній площині – плоска (2,5-координатна) обробка, чи мати складний рух у просторі – об'ємна обробка (3, 4, 5-координатна).

2.2 Розробка програми обробки деталі

Запустіть систему NX7. Перед вами буде відображено головне вікно програми.

Крок 1: Відкрити файл `..\UGS\NX7.0\MACH\Samples\ufd_face.prt` (рис. 2.3).

Крок 2: На панелі інструментів **Standard** натисніть кнопку **Start**, запустить модуль **Manufacturing** (рис. 2.4).



Крок 3: Виберіть команду **Create Operation** (Створення операцій) на панелі інструментів **Insert**. У діалоговому вікні

необхідно виставити значення змінних як на рис. 2.5. Далі натисніть кнопку **OK**, запуститься додаток **Cavity Mill** (глибинне фрезерування (рис. 2.6).

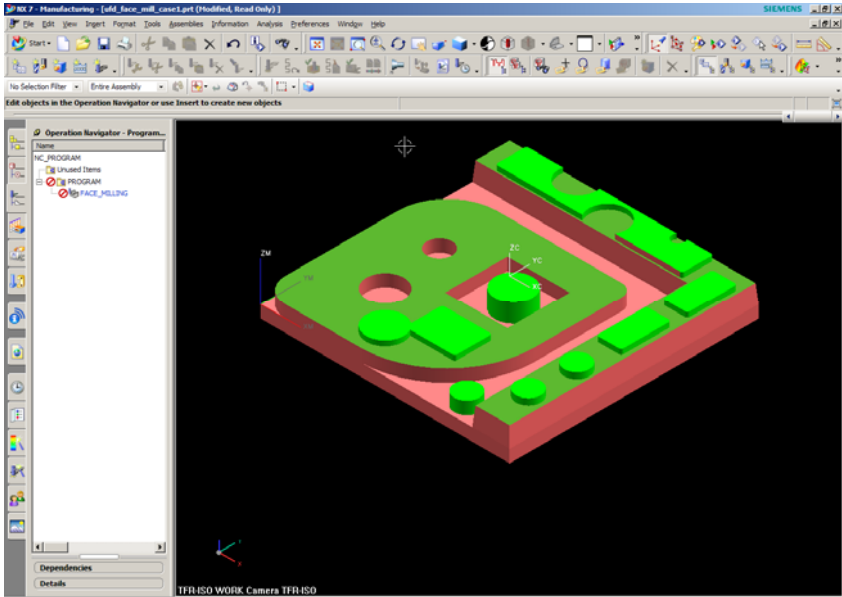


Рисунок 2.3 – Завантажена деталь

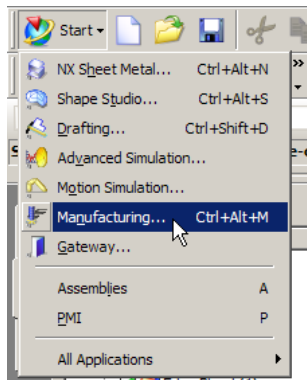


Рисунок 2.4 – Вибір модуля обробки

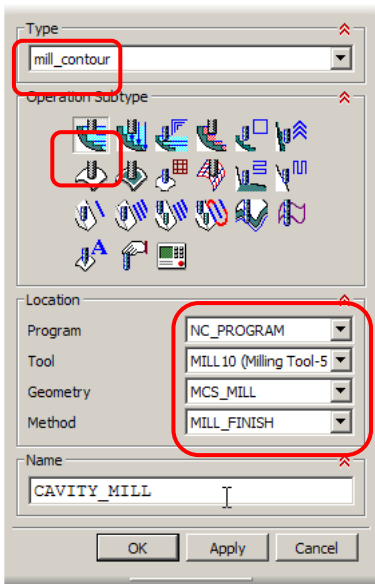


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд панелі **Create Operation**

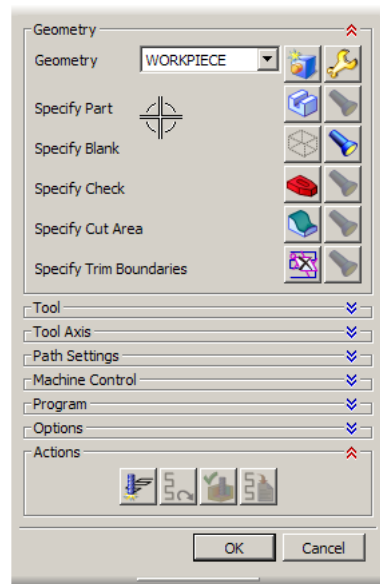


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд панелі **Cavity Mill**

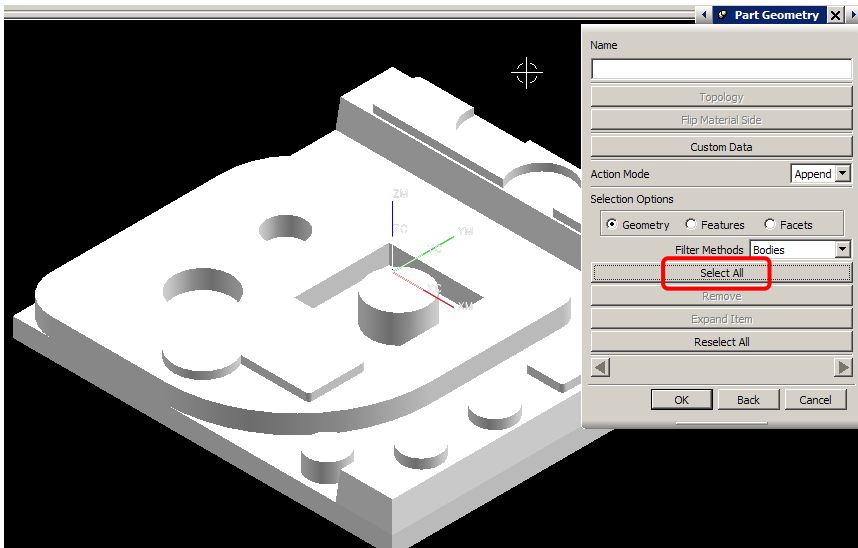


Рисунок 2.7 – Вибір деталі

На панелі **Cavity Mill** в списку **Geometry** оберіть **WORKPIECE**.

Крок 4: Щоб продовжити роботу програми налаштуйте геометрію деталі. Натисніть кнопку **Specify Part** (Задати деталь) та побачите можливі способи завдання деталі. Натиснувши кнопку **Select All** (Вибрати все), натисніть **OK**, як у прикладі (рис. 2.7).



Після цього знов відкриється панель **Cavity Mill**, на якій можна налаштувати інструмент, спосіб виведення даних, зміну інструмента, осі обробки та багато інших опцій у меню із вкладеними підменю.

Тепер для створення траєкторії натисніть у групі **Actions** на першу (єдину активну) кнопку **Generate** (Генерувати). Це призведе до того, що система NX побудує траєкторію руху фрези та надасть можливість використати інші дії (рис. 2.8).



Після побудови траєкторії система NX може вивести вікно **Tool Path Generate** із попередженням щодо обраного типу обробки. Натисніть у ньому **OK** і закрийте вікно **Information**.

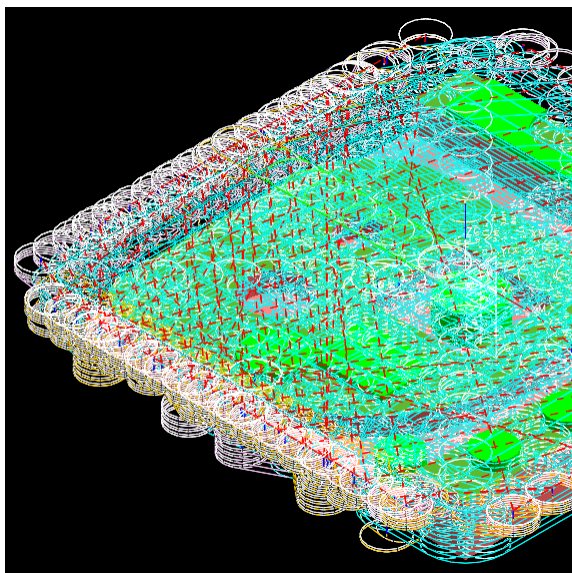


Рисунок 2.9 – Побудована траєкторія руху фрези

Тепер можна переглянути анімацію фрезерування деталі. Для цього у групі **Actions** натисніть кнопку **Verify** (Верифікація) (рис. 2.9).

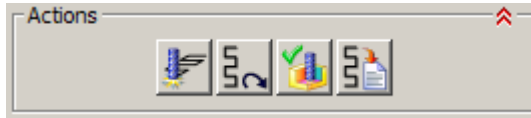


Рисунок 2.9 – Група інструментів **Actions** після побудови траєкторії

Це призведе до переходу на панель налаштування анімації, що візуалізує процес фрезування (рис. 2.10).

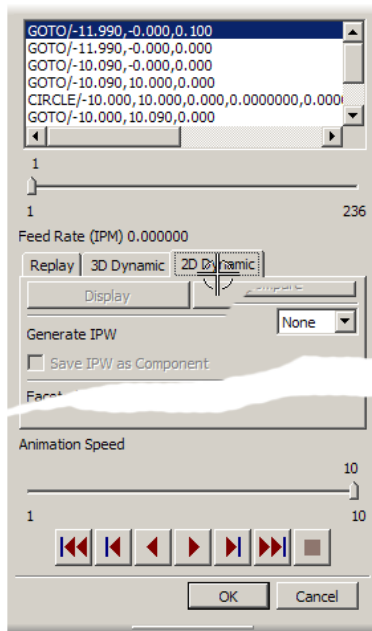


Рисунок 2.10 – Вікно налаштування візуалізації фрезерної обробки

Встановіть швидкість анімації (**Animation Speed**) 5, та натисніть кнопку **Play** (позначена трикутником). На екрані з деталлю з'явиться спрощене зображення фрези (циліндр), яке рухатиметься вздовж створеної траєкторії по всіх відмічених робочих областях (у даному випадку – **WORKPIECE**) (рис. 2.11). У верхній частині панелі є область, де виведено код програми.

Закрийте панель **Tool Path Visualization**, натиснувши **OK**.

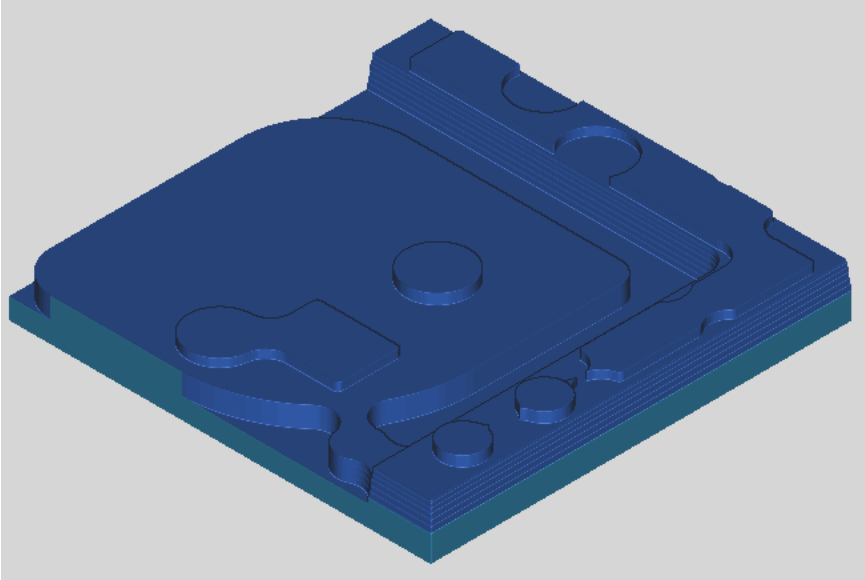


Рисунок 2.11 – Візуалізація фрезерування

Крок 5: Для отримання повного коду програми та налаштувань у вигляді тексту, натисніть кнопку **List** (Лістинг програми) (останню у групі **Actions**), щоб відкрити вікно з кодом програми (рис. 2.12)

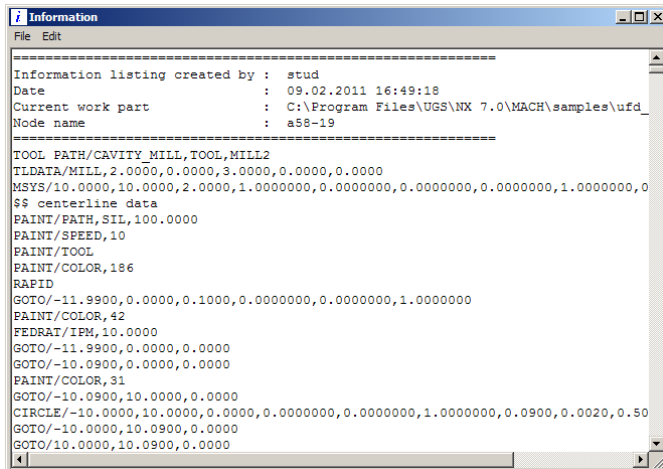


Рисунок 2.12 – Виведення інформації стосовно операції

2.3 Завдання до роботи

2.3.1 Ознайомитися з основними теоретичними відомостями за темою роботи, використовуючи ці методичні вказівки, а також рекомендовану літературу.

2.3.2 Ознайомитися з методикою розробки керуючих програм для верстатів з ЧПУ в САПР NX7.

2.3.3 Створити керуючу програму для верстата ЧПУ, по обраній 3D моделі.

2.3.4 У розроблений керуючий програмі, змінити за узгодженням з викладачем наступні команди: швидкість подачі, швидкість обертання фрези, радіуси обходу виступаючих елементів деталі та продемонструвати результати.

2.3.5 Використовуючи алгебраїчні та тригонометричні функції мови макропрограмування написати керуючу програму для фрезерування будь-яких видів внутрішніх і зовнішніх бобишек. Вихідні дані наведені на рис.2.13.

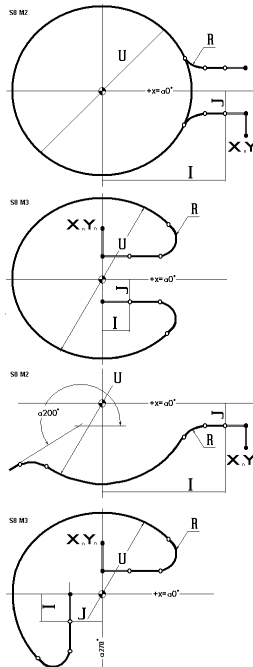


Рисунок 2.13 – Вихідні дані

- 2.3.6 Оформити звіт з роботи.
- 2.3.7 Відповісти на контрольні питання.

2.4 Зміст звіту

- 2.4.1 Тема та мета роботи.
- 2.4.2 Завдання до роботи.
- 2.4.3 Короткі теоретичні відомості.
- 2.4.4 Висновки, що містять відповіді на контрольні запитання (5 шт. за вибором студента), а також відображують результати виконання роботи та їх критичний аналіз.

2.5 Контрольні запитання

- 2.5.1 З чого складається траєкторія руху інструмента при обробці на фрезерному верстаті з ЧПУ?
- 2.5.2 Що таке еквідистанта та контур?
- 2.5.3 Які точки називають геометричними опорними та як задається їх положення?
- 2.5.4 Які існують види обробки на фрезерних верстатах з ЧПУ?
- 2.5.5 Які види фрезерування Ви знаєте?
- 2.5.6 Як у пакеті NX обрати операцію фрезерування?
- 2.5.7 Скільки об'єктів беруть участь у процесі фрезерування?
- 2.5.8 Назвіть кілька типів фрезерування.
- 2.5.9 Як залежить обробка деталі від зміни діаметру фрези?
- 2.5.10 Як у системі NX перейти до операції фрезерування після запуску пакету?
- 2.5.11 Сутність процесу фрезерування.
- 2.5.12 Що таке подача?
- 2.5.13 Як у пакеті NX в керуючій програмі змінити швидкість подачі?
- 2.5.14 Як у пакеті NX в керуючій програмі змінити швидкість обертання фрези?

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Розробка програми обробки деталі методом свердління

Мета роботи: практично ознайомитись з методикою розробки керуючих програм для свердильних верстатів з ЧПУ в NX.

3.1 Основні теоретичні відомості

Свердління – метод одержання отворів різанням. Головний рух при свердлінні – обертальний, а рух подачі – поступальний. При свердлінні отворів на свердильних верстатах інструментом виконуються обидва рухи (рис. 3.1).

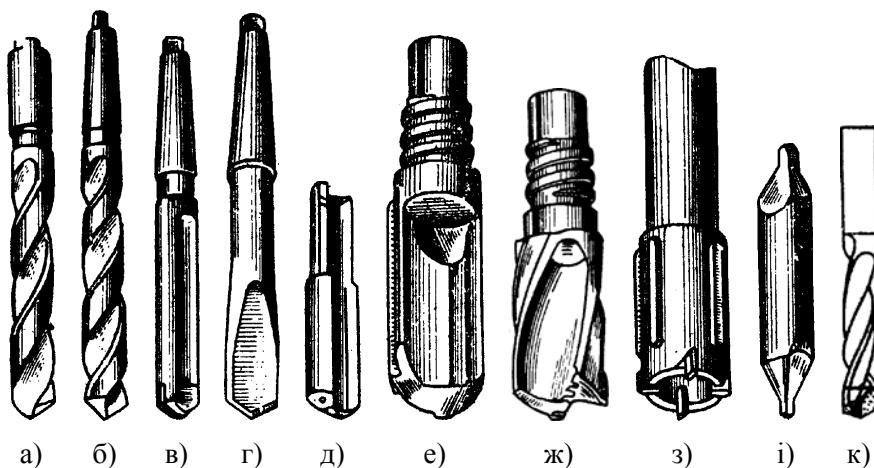


Рисунок 3.1 – Види свердел (зліва направо: а, б – спіральне, в – з прямими канавками, г – перове, д – ружейне, е – однокромочне, з внутрішнім відводом стружки для глибокого свердління, ж – двокромочне для глибокого свердління, з – для кільцевого свердління, і – центровочне, к – з твердосплавними пластинками)

Основним інструментом є спіральне свердло. Однак при свердлінні отвір виходить невеликої точності, з шорсткою поверхнею. Тому отвори додатково обробляються zenкером і розгорткою.

Зенкер в основному застосовують для збільшення діаметра і в окремих випадках для підвищення точності отворів і зменшення шорсткості поверхонь. Зенкери (рис. 3.2) мають 3-4 ріжучі кромки. При роботі зенкерами забезпечується точність обробки за 4-5 квалітетами.

Квалітет – ступінь градації значень допусків. Допуски в кожному квалітеті зростають зі збільшенням номінальних розмірів, але вони відповідають тому самому рівню точності, обумовленому квалітетом (його порядковим номером). В ЕСПД встановлено 19 квалітетів, позначуваних порядковим номером: 01 (найвища точність), 0, 1, ... 17 (найнижча точність). Допуск квалітету умовно позначають прописними латинськими літерами ІТ з номером квалітету, наприклад, ІТ6.

Розміри високоточних деталей (наприклад підшипників кочення) виконують за 5 та 6 квалітетами. Квалітети 7 і 8 є найпоширенішими і використовуються для відповідальних з'єднань у приладобудуванні й машинобудуванні. Розміри деталей, що утворюють невідповідальні з'єднання, де припустимі більші зазори і їх коливання, визначають по 11 та 12 квалітетам. Квалітети 13-17 призначені для невідповідальних розмірів деталей, що не входять у з'єднання з іншими деталями.

Для отримання більш точних отворів використовуються розгортки (рис. 3.3), що мають число ріжучих кромок, значно більше за зенкери.

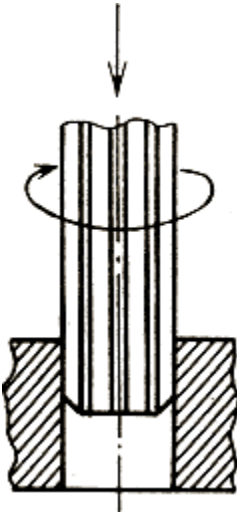


Рисунок 3.2 – Зенкер

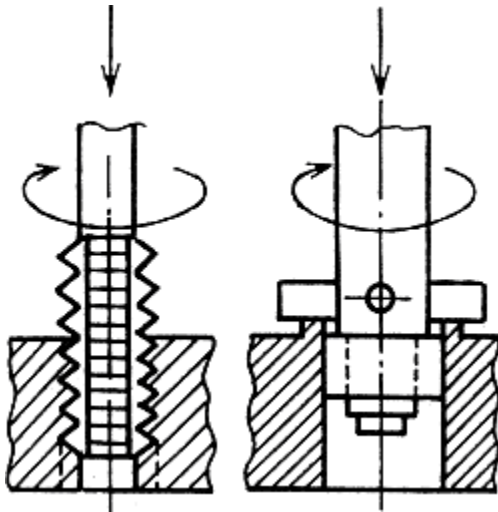


Рисунок 3.3 – Розгортка

При розгортанні знімаються тонкі шари металу і забезпечується висока точність (1-3 квалітети) і шорсткість обробки (6-9 квалітети).

Свердління проводиться на свердильних верстатах та верстатах з ЧПУ. Існують свердильні верстати різних типів: вертикально-свердильні, горизонтально-свердильні, радіально-свердильні, розточні, координатно-розточні і спеціальні.

На свердильних верстатах виконують свердління, розсвердлювання, розгортання, цекування, зенкерування, нарізання різьби і обробку складних отворів.

Свердління – отримання отворів в деталях за допомогою свердла. У залежності від необхідної точності та величини партії заготовок отвори свердлять в кондукторах або за розміткою.

Розсвердлювання – процес збільшення діаметра раніше просвердленого отвору свердлом більшого діаметра. Діаметр отвору під розсвердлювання вибирається так, щоб поперечна ріжуча кромка не брала участь у роботі.

Зенкерування – обробка існуючих отворів для надання їм більш правильної геометричної форми, підвищення точності і зниження шорсткості багатолезовим ріжучим інструментом – зенкером. Зенкером виконують циліндричні або конічні поглиблення під головки гвинтів, заклепок та ін.

Розгортання – остаточна обробка циліндричного або конічного отвору (зазвичай після зенкерування) з метою отримання високої точності і малої шорсткості обробленої поверхні.

3.2 Розробка програми обробки деталі

Крок 1: Відкрити файл Ukladchik_1.prt.

Крок 2: На панелі інструментів **Standard** натисніть кнопку **Start**, запустить модуль **Manufacturing** (рис. 3.4).

Крок 3: Тепер Ви маєте можливість створити траєкторію процесу свердління. Для цього натисніть на кнопку **Create Operation**, після чого Ви побачите панель з різними операціями, такими як фрезерування, свердління, токарна обробка та інші (рис. 3.5).

В даній роботі ми знайомимось із свердлінням, тому у списку **Type** обираємо **drill**, а у групі кнопок **Operation Subtype** (підтип

операції) натисніть кнопку **Drilling** (рис. 3.6). Змініть метод обробки у списку **Method** на **DRILL** та натисніть OK.

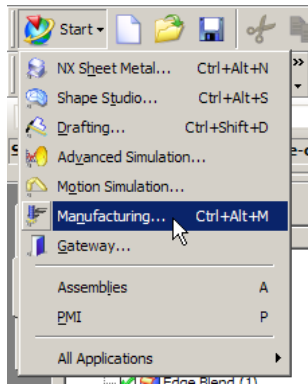


Рисунок 3.4 – Завантаження модуля обробки

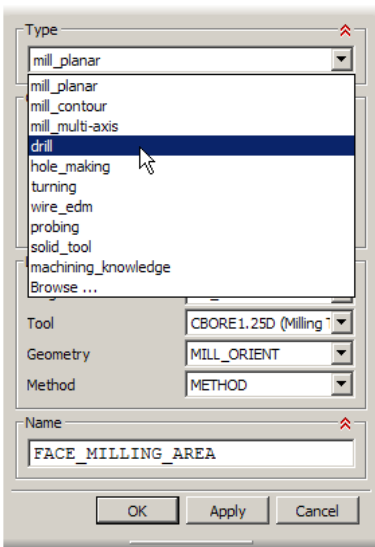


Рисунок 3.5 – Меню вибору операції

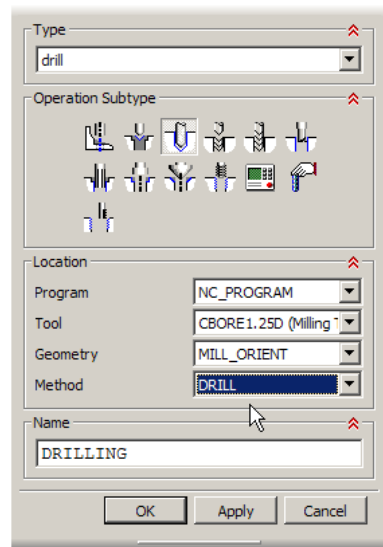


Рисунок 3.6 – Вибір операції свердління

Крок 4: На панелі **Drilling** Ви можете задати необхідний інструмент, геометрію та метод обробки. Натисніть **OK**, щоб відкрити вікно з налаштуваннями обраної операції (рис. 3.7).

Крок 5: Щоб продовжити роботу програми налаштуйте геометрію деталі. Наприклад натисніть кнопку **Specify Holes** (задати отвори) та побачите усі можливі способи завдання отворів для поточного процесу (рис. 3.8).

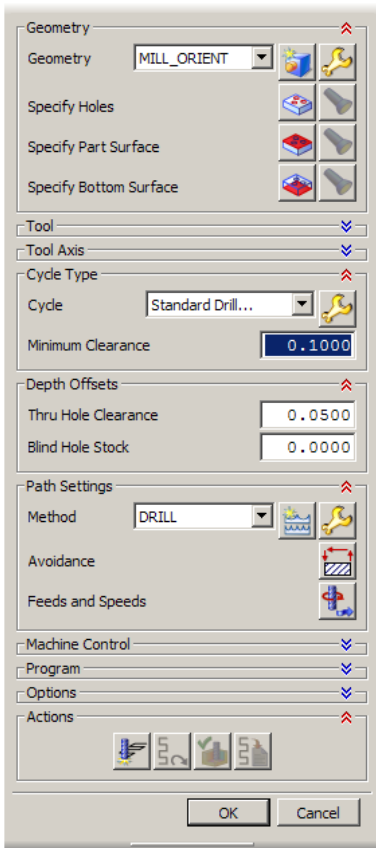


Рисунок 3.7 – Вікно налаштування операції свердління **Drilling**

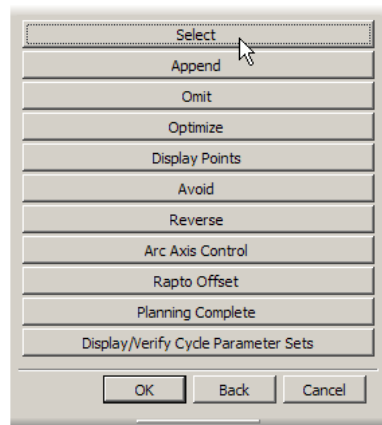


Рисунок 3.8 – Вікно налаштувань отворів

Крок 6: Натисніть кнопку **Select**, не змінюйте спосіб вибору отворів, виберіть отвори як показано на рис. 3.9 та натисніть **OK**. Також натисніть **OK** на панелі **Point**.

Крок 7: Після цього на панелі **Drilling** (рис. 3.7) можна налаштувати інструмент, спосіб виведення даних, зміну інструмента, вісі обробки та багато інших опцій у вкладених підменю.

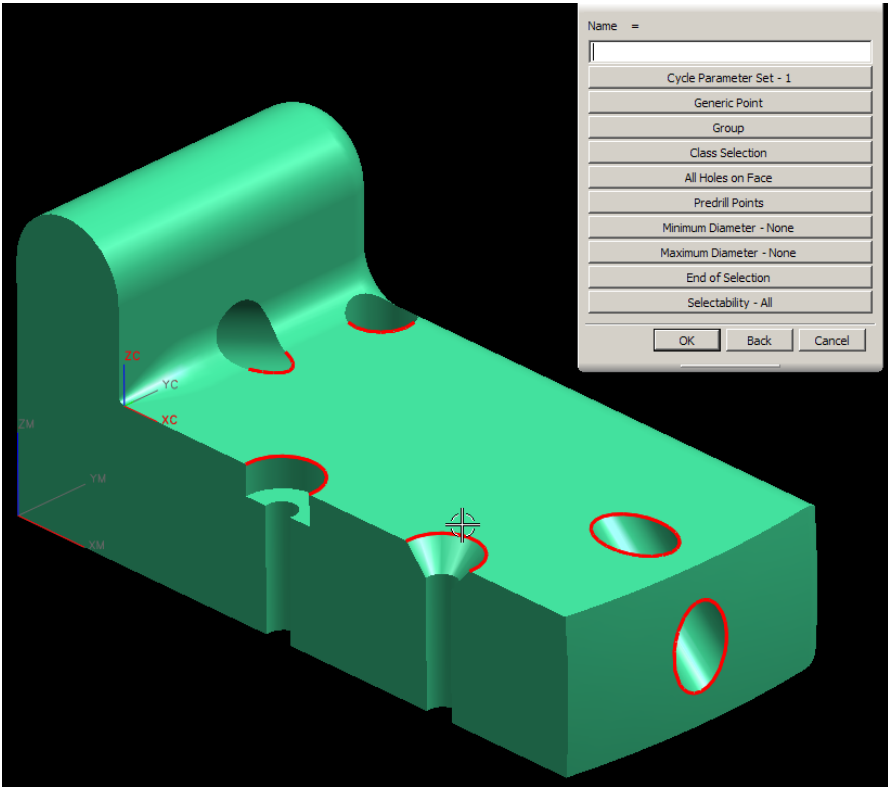


Рисунок 3.9 – Вибір отворів деталі для свердління

Крок 8: Тепер для створення траєкторії натисніть у групі **Actions** на першу (єдину активну) кнопку **Generate** (генерувати). Це призведе до того, що система NX побудує траєкторію руху свердла та надасть нам можливість використати інші дії (рис. 3.10).



Крок 9: Тепер можна передивитись анімацію свердління нашої деталі. Для цього у групі **Actions** оберіть кнопку **Verify**.



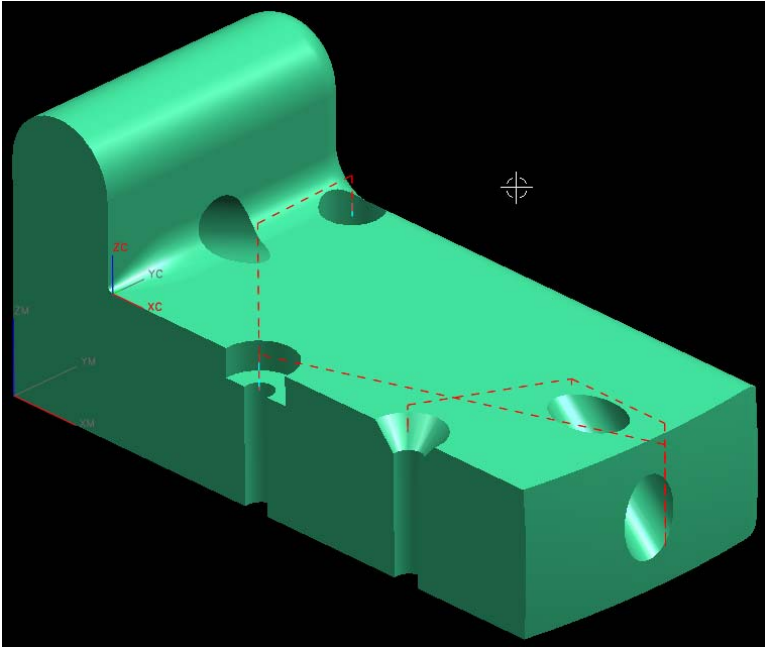


Рисунок 3.10 – Побудова траєкторії руху свердла

Крок 10: Це призведе до переходу на панель **Tool Path Visualization** (налаштування анімації), що показує візуально свердлову обробку (рис. 3.11).

Встановіть бажану швидкість анімації (**Animation Speed**) та натисніть кнопку **Play** (позначена трикутником). На екрані з деталлю з'явиться свердло, яке пройде по деталі вздовж створеної траєкторії по всіх відмічених позиціях (рис. 3.12). У верхній частині панелі є область, де виведено код програми.



Натисніть кнопку **OK** на панелі **Tool Path Visualization**.

Для отримання повного коду програми та налаштувань у вигляді тексту, натисніть на панелі **Drilling** у групі інструментів **Actions** кнопку **List** (лістинг програми). Відкриється вікно **Information** (рис. 3.13).



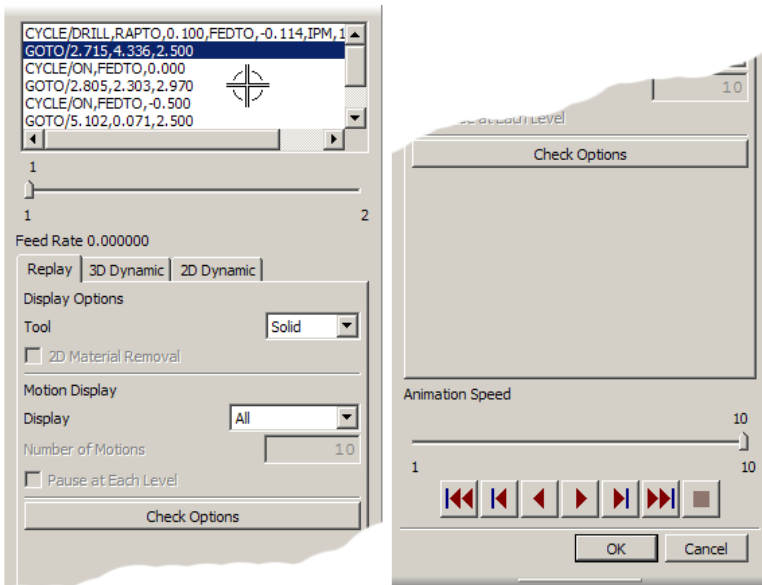


Рисунок 3.11– Вікно налаштування візуалізації свердлильної обробки

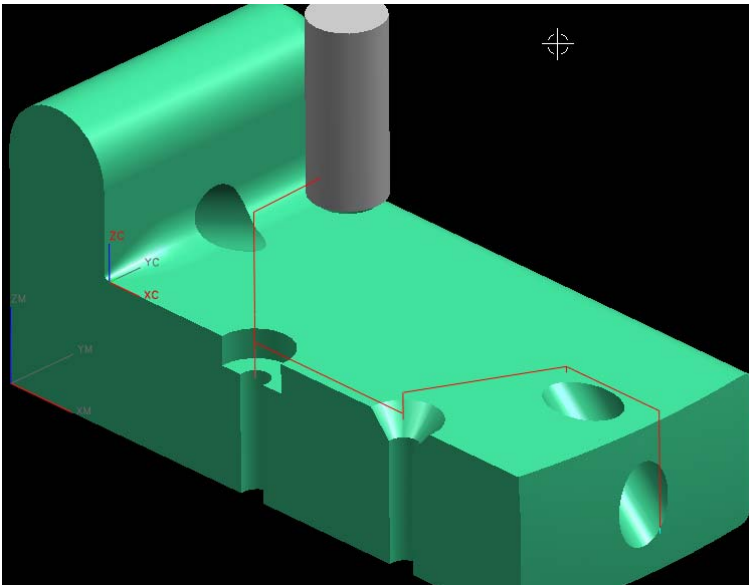


Рисунок 3.12 – Візуалізація свердління

3.4.5 Висновки, що містять відповіді на контрольні запитання, а також відображують результати виконання роботи та їх критичний аналіз.

3.4.6 Оформити звіт з роботи.

3.4.7 Відповісти на контрольні питання.

3.5 Контрольні запитання

3.5.1 Що таке свердління?

3.5.2 Що таке зенкування?

3.5.3 Що таке розсвердлювання?

3.5.4 Які параметри слід вказати при створенні програми?

3.5.5 Для чого потрібна траєкторія руху свердла?

3.5.6 Покажіть як обрати отвори для свердління.

3.5.7 Що використовується для підвищення точності отвору?

3.5.8 Чим відрізняються діра від отвору?

3.5.9 Змініть у готовій програмі діаметр свердла та продивіться результат у візуалізації.

3.5.10 Як продивитись код програми?

3.5.11 Як у пакеті NX в керуючій програмі змінити швидкість обертання свердла?

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Розробка програми токарної обробки деталі

Мета роботи: практично ознайомитися з методикою розробки керуючих програм для токарних верстатів з ЧПУ в NX.

4.1 Основні теоретичні відомості

4.1.1 Короткий опис токарної обробки

Токарна обробка – це обробка різанням зовнішніх і внутрішніх циліндричних і конічних поверхонь, торцювання, відрізання, зняття фасок, прорізання канавок, нарізання внутрішніх і зовнішніх різьб на токарних верстатах. Більшість деталей машин і механізмів є тілами обертання (вали, осі і т.п.), тому точіння є одним з основних способів механічної обробки. При точінні на токарному верстаті заготовка обертається (рух різання) назустріч різцю, який переміщується в горизонтальній площині в подовжньому і поперечному напрямках (рух подачі). Для досягнення високопродуктивних режимів різання необхідно щоб матеріал різального інструменту мав велику твердість, зносо- і теплостійкість, малу крихкість і достатню механічну міцність. Матеріалом для виготовлення різців служать вуглецеві інструментальні сталі, леговані інструментальні сталі, металокераміка і металокерамічні сплави.

Точіння – одна з найдавніших технологічних операцій, яка була автоматизована за допомогою примітивного токарного верстата.

За класифікацією група токарних верстатів поділяється на 8 підгруп (типів):

- автомати і напіваавтомати одношпиндельні;
- автомати і напіваавтомати багатошпиндельні
- револьверні;
- центрувально-відрізні;
- карусельні;
- токарні і лобові;
- багаторізцеві;
- спеціалізовані.

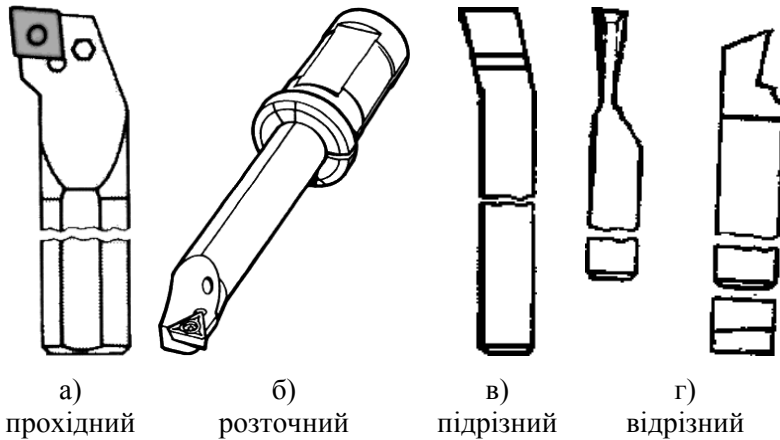


Рисунок 4.1 – Види різців

Обертальний рух заготовки називають головним рухом різання, а поступальний рух різального інструменту – рухом подачі. Розрізняють також допоміжні рухи, які не мають безпосереднього відношення до процесу різання, але забезпечують транспортування та закріплення заготовки на верстаті. Види різців представлені на рис. 4.1.

4.1.2 Різновиди точіння

Обточування – обробка зовнішніх поверхонь.

Розточування – обробка внутрішніх поверхонь.

Підрізання – обробка плоских торцевих поверхонь.

Різка – поділ заготовки на частини або відділення готової деталі від заготовки.

4.2 Розробка програми обробки деталі

Обидва модулі чорнової і чистої токарної обробки, можуть застосовуватися до довільної геометрії токарної обробки і тому містять деяку кількість загальних функціональних можливостей, які пояснюються в цьому розділі, при цьому відрізняються елементи для чорнової обробки описані в наступних розділах.

Крок 1: Відкрити файл `cam_sample_lathe.prt`, який розташований у папці `..\UGS\NX7.0\MACH\Samples\.`

Крок 2: На панелі інструментів **Standard** натисніть кнопку **Start**, запустить модуль **Manufacturing**.

Крок 3: Виберіть команду **Create Operation**. На панелі, що відкриється, необхідно виставити значення як на рис. 4.2. Далі натисніть кнопку **OK**.

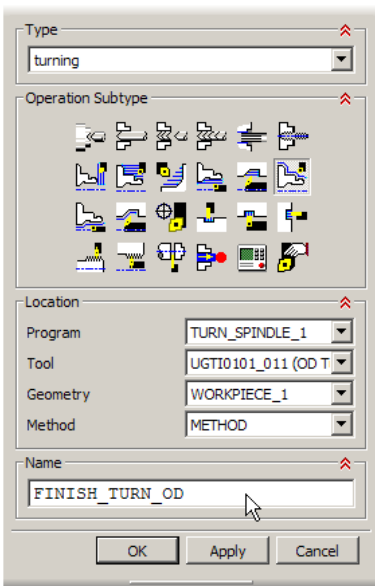


Рисунок 4.2 – Зовнішній вигляд панелі **Create Operation**

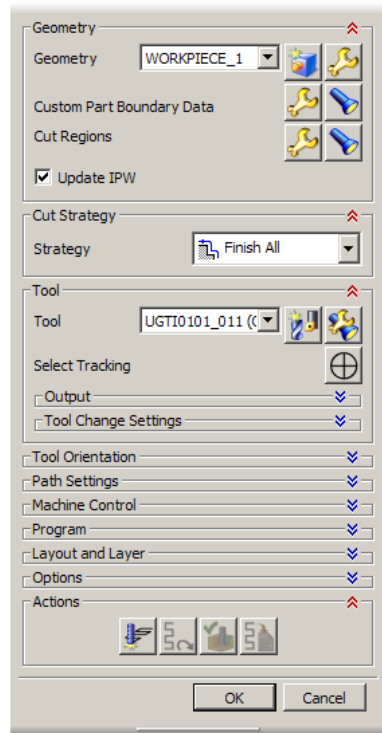


Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд панелі **Finish Turn OD**

Крок 4: Відкриється панель **Finish Turn OD** (рис. 4.3). У групі **Actions** натисніть кнопку **Generate** (генерувати) та згенеруйте траєкторію руху інструмента (рис. 4.4). Після цього Вам стане доступним візуалізація процесу. Натисніть у групі **Actions** кнопку **Verify**. Відкриється панель **Tool Path Visualization**. Перейдіть на закладку **3D Dynamic**, встановіть **Animation Speed** 1 та натисніть **OK**. Поверніться до панелі **Finish Turn OD** та змініть



4.3 Завдання до роботи

4.3.1 Ознайомитися з основними теоретичними відомостями за темою роботи, використовуючи ці методичні вказівки, а також рекомендовану літературу.

4.3.2 Створити програму для верстата ЧПУ з операцією токарної обробки, попередньо узгоджену з викладачем.

4.3.3 У розробленій керуючій програмі, змінити за узгодженням з викладачем наступні команди: швидкість подачі, швидкість обертання заготовки, глибину різання та продемонструвати результати.

4.3.4 Оформити звіт з роботи.

4.3.5 Відповісти на контрольні питання.

4.4 Зміст звіту

4.4.1 Тема та мета роботи.

4.4.2 Завдання до роботи.

4.4.3 Короткі теоретичні відомості.

4.4.4 Текст розробленої програми.

4.4.5 Висновки, що містять відповіді на контрольні запитання, а також відображують результати виконання роботи та їх критичний аналіз.

4.4.6 Оформити звіт з роботи.

4.4.7 Відповісти на контрольні питання.

4.5 Контрольні запитання

4.5.1 Що таке токарна обробка.

4.5.2 Які різновиди точіння ви знаєте?

4.5.3 Що таке чистова обробка?

4.5.4 Що таке чорнова обробка?

4.5.5 Що є головним рухом та що є рухом подачі?

4.5.6 Змініть у програмі розмір та кут нахилу різака та продивіться результат у візуалізації.

4.5.7 Чи можна замінити точіння на фрезерування та чому?

4.5.8 Як у пакеті NX в керуючій програмі змінити швидкість обертання заготовки?

4.5.9 Як у пакеті NX в керуючій програмі змінити швидкість глибини різання?

ЛІТЕРАТУРА

1. Краснов М. Unigraphics для профессионалов / М. Краснов, Ю. Чигишев. – М.: Лори, 2004. - 320 с.
2. Харченко, А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: учебное пособие для студентов вузов / А.О. Харченко. - К.: ИД «Профессионал», 2004. - 304 с.
3. Судов, Е.В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели / Е.В. Судов. – М.: ООО Издательский дом «МВМ», 2003. – 264 с.