

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для практичних робіт з дисципліни
**ОК 8 CAD/CAM/CAE ВІД КОНЦЕПЦІЇ ДО
ВИРОБУ**

освітня програма (спеціалізація)
Технології машинобудування
спеціальність G9 Прикладна механіка
галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво
ступінь вищої освіти Магістерський

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни ОК 9 CAD/CAM/CAE від концепції до виробу для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка», галузь знань галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво, освітня програма «Технології машинобудування» / Укл.: Є.В. Вишнепольський - Запоріжжя: НУЗП, 2025 – 70 с.

Укладачі: Вишнепольський Є.В., Гончар Н. В., к.т.н., доцент

Рецензент: Гончар Н. В., к.т.н., доцент

Відповід. за випуск Дядько С. І., к.т.н., доцент

Конспект лекцій погоджено:

Завідувач кафедри _____ Сергій ДЯДЯ
(і'мя прізвище)
на якій виконується освітній компонент 05.05. 2025

Гарант освітньої програми _____ Павло ТРІШИН
(і'мя прізвище)
05.05 2025

Схвалено науково-методичною комісією
машинобудівного факультету
(найменування факультету)

Протокол від «26» 08. 2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії _____ Василь ГЛУШКО
(і'мя прізвище)
26.08. 2025

ЗМІСТ

Вимоги з техніки безпеки.....	4
Практична робота №1 Розробка токарної операції в NXCAM .	5
Практична робота №2 Створення операції технічного контролю в NXCAM	17
Практична робота №3 Симуляція роботи верстата	22
Практична робота №4 Перенесення заготовки та 5-осьова позиційна обробка	32
Практична робота №5 Розробка технологічної операції 5 - осьової безперервної обробки в NXCAM	43
Практична робота №6 Розробка технологічної операції 5 - осьової безперервної обробки в NXCAM(продовження).....	59
Перелік джерел.....	70

Вимоги з техніки безпеки

1. У аудиторіях, слід строго виконувати правила внутрішнього розпорядку.
2. Обов'язково знімати верхній одяг.
3. Зайві речі: сумки, парасольки та інше, залишати у відповідному для цього місці.
4. Дотримуватися робочої тиші.
5. При огляді та вивчені конструкції двигунів на макети не спиратись.
6. При використанні місцевого освітлення, напруга не повинна перевищувати 36В, а лампа повинна мати захисну сітку.

Забороняється

1. Залишати своє робоче місце без відома викладача.
2. Вмикати і вимикати(крім аварійних випадків) устаткування і механізми, робота на яких не доручена.
3. Працювати та ремонтувати несправне устаткування.
5. Торкатися до струмопровідних частин, електричних дротів(навіть ізольованих), кабелів, клем, наступати на переносні дроти на підлозі.
6. Відволікатися сторонніми справами і розмовами, ходити по приміщенню, відволікаючи інших.
7. Виконувати розпорядження адміністрації, якщо воно суперечить правилам охорони праці і може призвести до нещасного випадку.

Практична робота №1

Розробка токарної - фрезерної операції в NXCAM

1.1 Мета роботи

1.1.1 Ознайомлення з основними елементами інтерфейсу модуля NXCAM токарний-фрезерної операції.

1.1.2 Навчитися розробці токарної - фрезерної операції в NXCAM

1.2 Матеріально - технічне забезпечення

1.2.1 ЕОМ.

1.2.2 Програмне забезпечення NXCAM.

1.3 Загальні положення і відомості

Складніші токарно-фрезерні верстати (рис. 1.1), окрім головного токарного шпинделя(1), можуть мати другий токарний шпиндель - контршпиндель(2), в них забезпечується можливість перехоплення деталі для обробки її з протилежного боку. Окрім основної револьверної голівки(3), верстати можуть мати другу револьверну голівку, що дає можливість паралельної роботи двома інструментами. Деякі верстати замість револьверної голівки (чи додатково) мають фрезерний шпиндель(4) з можливістю його повороту. У такий шпиндель може встановлюватися як токарний, так і фрезерний інструмент, і з'являється можливість поєднувати токарну і безперервну 5-осьову обробку на одному верстаті.

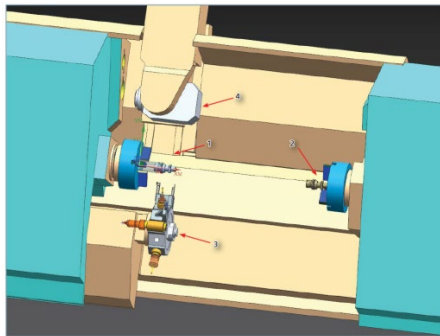


Рисунок 1.1 - Вузли токарно-фрезерного багатфункціонального верстата

1.4 Порядок виконання практичної роботи

1.4.1 Відкрийте файл NX9_Millturn_Part.prt. Виконайте Файл - Новий. Виберіть вкладку Обробка, Шаблон - Токарно-фрезерна (Express) і натисніть ОКИ.

Навігатор операцій показує знову створені об'єкти (рис. 1.2).

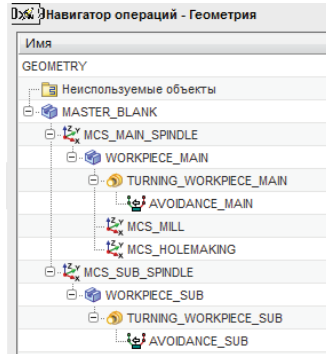


Рисунок 1.2 - Ієрархія геометричних об'єктів при ініціалізації токарно-фрезерної обробки

В порівнянні з чисто токарною обробкою, тут створюється більше методів за умовчанням (рис. 1.3).

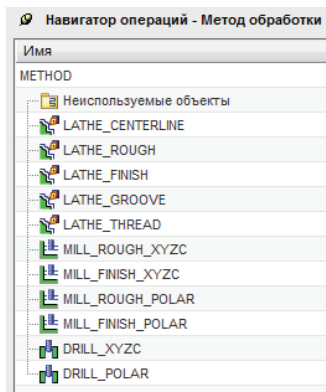


Рисунок 1.3 - Методи обробки, створені за умовчанням

1.4.2 Перемкніть навігатора операцій послідовно на різні види і

подивіться, які об'єкти створені. Переконайтеся, що створені два різці для зовнішнього точіння з різною геометрією різальної пластини і програмна група 1234.

1.4.3 Встановіть MSC_MAIN_SPINDLE, як показано на рис. 1.4, в цю ж точку перенесіть робочу систему координат (відповідність осей повинна витримуватися, як прийнято в токарній обробці). Створіть циліндр діаметром 127 мм, завдовжки 150 мм, розташований в точці X=-148. Створіть новий компонент складання і перенесіть туди знову створений циліндр. Це буде заготовка. Виконайте команду Додати компонент в модулі складання і додайте ще раз NX9_Millturn_Part, спосіб позиціонування задайте Переміщення, задайте зміщення 1250 мм.

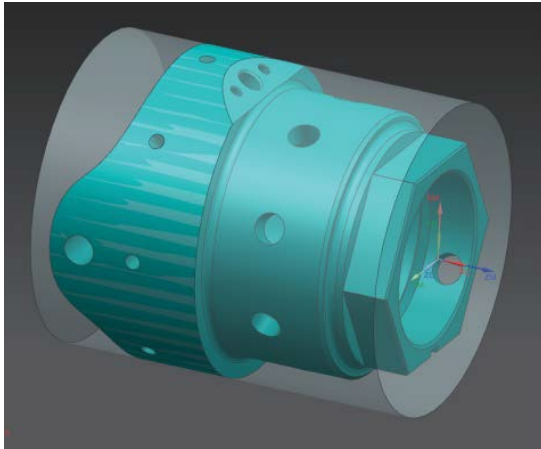


Рисунок 1.4 - Розташування СКС і РСК відносно деталі

1.4.4 Повинно бути як на рис. 1.5, в лівій частині малюнка показаний навігатор складання, що містить два компоненти NX9_Millturn_Part(деталь) і компонент NX9_turnmill_blank1 (заготовка). Задайте заготовку в геометричній групі MASTER_BLANK, задайте деталь, встановлену в головному шпинделі в геометричній групі WORKPIECE_MAIN, а деталь в контршпинделі - в геометричній групі WORKPIECE_SUB.

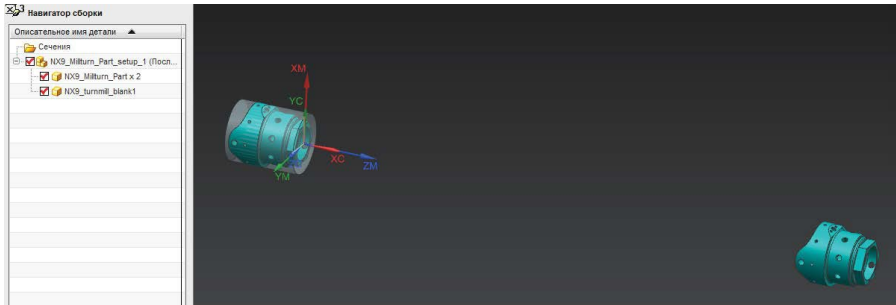


Рисунок 1.5 - Другий компонент -деталь - доданий і позиціонується в контршпиндель

1.4.5 Систему координат MSC_SUB_SPINDLE прив'яжемо до лівого торця деталі, встановленої в контршпинделі. Оскільки лівий торець деталі не має характерної точки для прив'язки, задамо СК зміщенням від поточної позиції на 1180 міліметрів по осі XC (вважаючи, що тут буде торець заготовки після передачі її з головного шпинделя).

Після цього вимкніть відображення компонентів в навігаторові складання і виберіть геометричну групу TURNING_WORKPIECE_MAIN . Будуть відображені токарні контури деталі і заготовки.

1.4.6 Створіть токарні операції самостійно. Альтернативно можна відкрити файл NX9_Millturn_Part_setup_2.prt, де ці операції створені і збережені. Результат показаний на рис. 1.6. Виконаємо фрезерні операції в головному шпинделі.

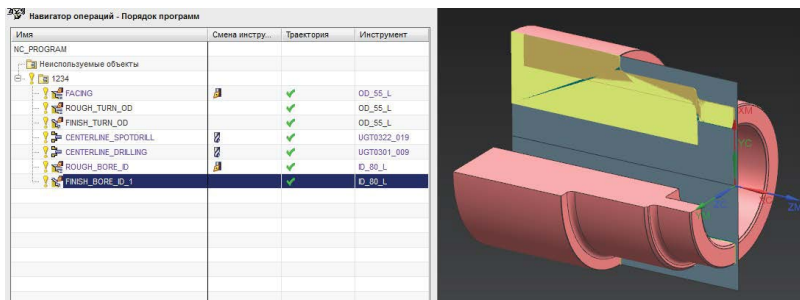


Рисунок 1.6 - Поточний стан заготовки після токарних операцій

Токарні контури на цьому етапі краще приховати (для наочності). Це можна зробити, приховавши автоматично створені об'єкти в Навігаторі моделі. Які це об'єкти, можна з'ясувати, вибравши їх по черзі. Для прикладу на рис. 1.7 вибраний зафарбований контур деталі.

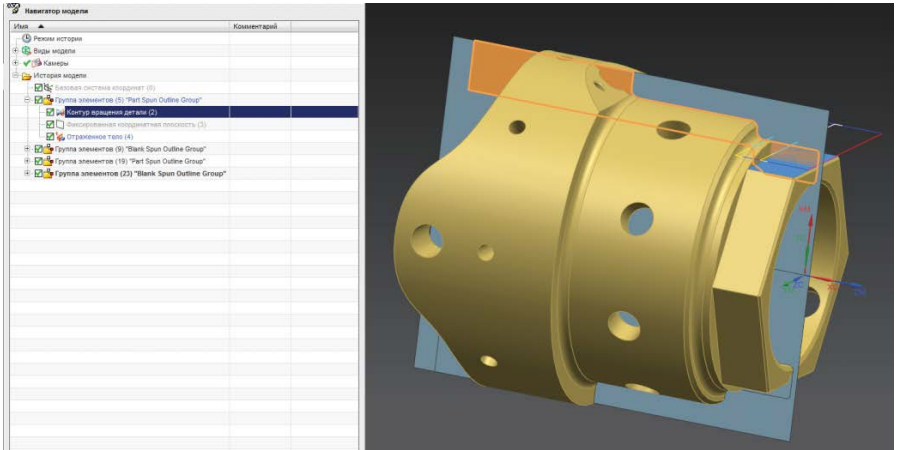


Рисунок 1.7 - Токарні контури можна приховати в Навігаторі моделі

1.4.7 Приховайте усі токарні контури. Створіть або викличте з бібліотеки кінцеву фрезу діаметром 16 мм. Створіть операцію `SOLID_PROFILE_3D` для обробки грані, вказаної на рис. 1.8.

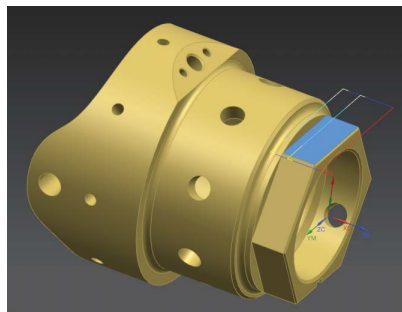


Рисунок 1.8 - Операція фрезерування грані шестигранника

Налаштування операції, на які потрібно звернути увагу, показані на рис. 1.9. Батьківська геометрія має бути MCS_MILL(1), вісь інструменту - вісь Z(2).

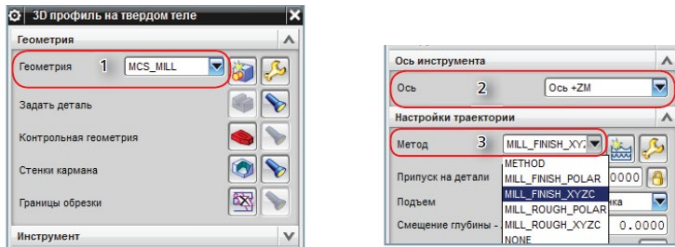


Рисунок 1.9 - Налаштування операції SOLID_PROFILE_3D для траєкторії на рис. 1.8

1.4.8 Задайте метод MILL_FINISH_XYZC і генеруйте операцію. З контекстного меню операції SOLID_PROFILE_3D виконаєте Об'єкт - Преобразование. З'явиться нове діалогове вікно (рис. 1.10).

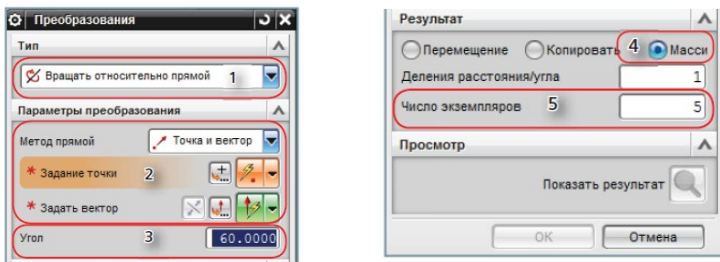


Рисунок 1.10 - Діалогове вікно команди перетворення і параметри створення масиву операцій

1.4.9 Задайте тип перетворення - Обертати відносно прямої(1), точку задайте будь-кого, що лежить на осі Z, вектор - вісь Z(2), кут - 60 градусів(3), число екземплярів - 5(4), встановіть ознаку масиву(5). Кут можна обчислювати, використовуючи параметр Ділення відстані/кута (кут = 60 і Ділення відстані/кута = 1 дають той же результат, як 360 і 6

відповідно). Операції, отримані перетворенням(а не розрахунком), мають спеціальний значок статусу (6, рис. 1.11).

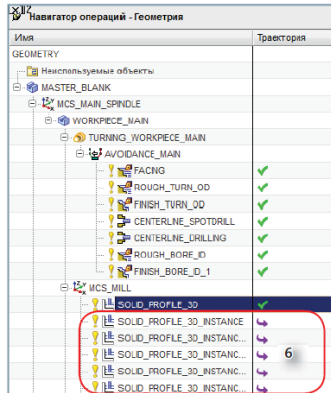


Рисунок 1.11 - Операції, отримані перетворенням, мають спеціальний значок статусу

1.4.10 Створіть операцію FLOOR_WALL як на рис. 1.12. Вісь інструменту можна спеціально не вказувати, вона за умовчанням буде встановлена перпендикулярно першій вказаній грані.

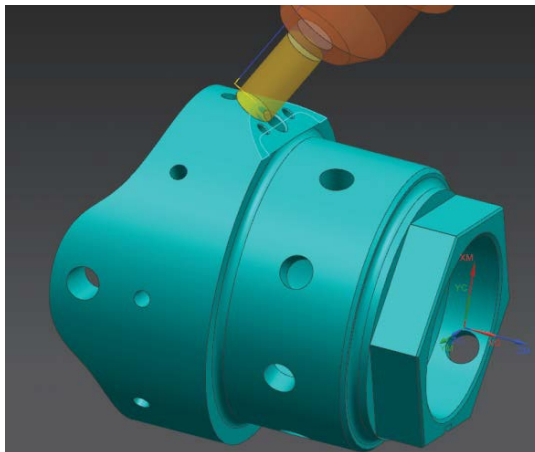


Рисунок 1.12 - Операція фрезерування похилої грані

1.4.11 Відкрийте діалогове вікно геометричної групи TURNING_WORKPIECE_SUB (рис. 1.13). Межа деталі(1) розраховується автоматично на основі 3D-деталі, встановленої в контршпиндель. Межа заготовки(2) не задана, оскільки ми не задавали 3D-заготовку для контршпинделя. Виконайте команду завдання межі заготовки(2), з'явиться нове діалогове вікно. У ній вкажіть спосіб створення заготовки - з робочого простору(3) і включите прапор Автоматичне позиціонування(4). Система при цьому автоматично розраховує перенесення заготовки, керуючись старим і новим положеннями компонента.

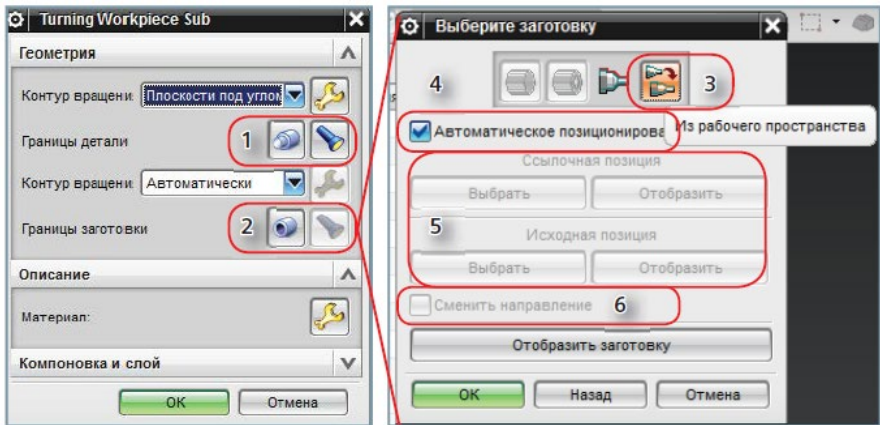


Рисунок 1.13 - Заготовка в контршпинделі задана значенням 3 робочого простору, що забезпечує її перенесення з головного шпинделя

1.4.12 Для операцій на контршпинделі створіть копії інструменту OD_55_L і ID_80_L, копії працюватимуть з іншою орієнтацією (повернений навкруги осі утримувача на 180°). Переіменуйте їх в OD_55_L_SUB і ID_80_L_SUB. Для зміни орієнтації інструменту в операції є два параметри (рис. 1.14), вже відомий нам Переорієнтовувати утримувач інструменту, задаючи кут в плані, і Повернути інструмент відносно утримувача, який зазвичай використовується при роботі в контршпинделі.

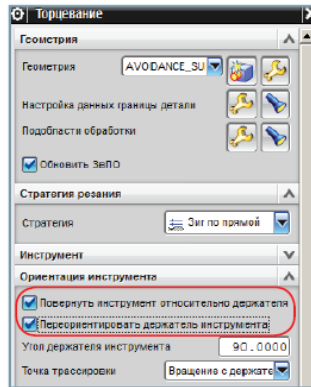


Рисунок 1.14 - Параметры переориентации инструмента в диалоговом окне операции

1.4.13 Створіть операції підрізування торця і чорнового розточування як на рис. 1.15 і 1.16. Для цих операцій використайте нові початкову і кінцеву точки, задані в групі AVOIDANCE_SUB. Також звернете увагу, що кут проходів в операції чорнового розточування дорівнює 0° , а не 180° , як в головному шпинделі, що забезпечує проходи зліва направо. Виконайте візуалізацію знімання матеріалу в 2D як на рис. 1.16.

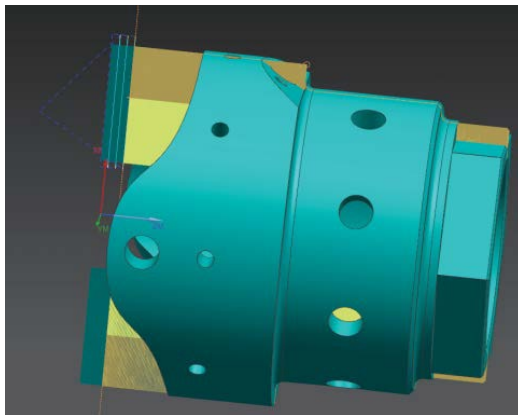


Рисунок 1.15 - Операція торцювання в контршпинделі

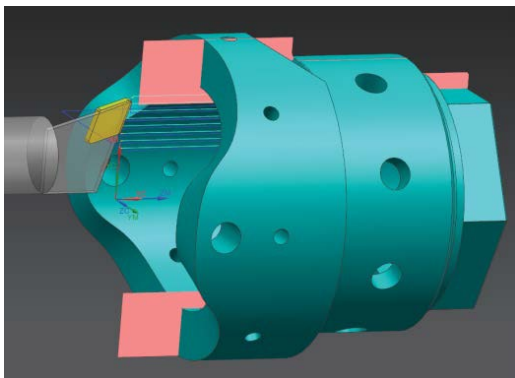


Рисунок 1.16 - Операція чорнового розточування в контршпинделі

1.4.14 Створіть систему координат MCS_MILL_SUB з батьківським об'єктом як на рис. 1.17. Орієнтуйте її як на рис. 1.18, оскільки в 3-осьових фрезерних операціях інструмент зазвичай виконує обробку з боку осі Z. Ця СК використовуватиметься тільки для розрахунку, для виведення в УП використовуватимемо батьківський об'єкт MCS_SUB_SPINDLE.

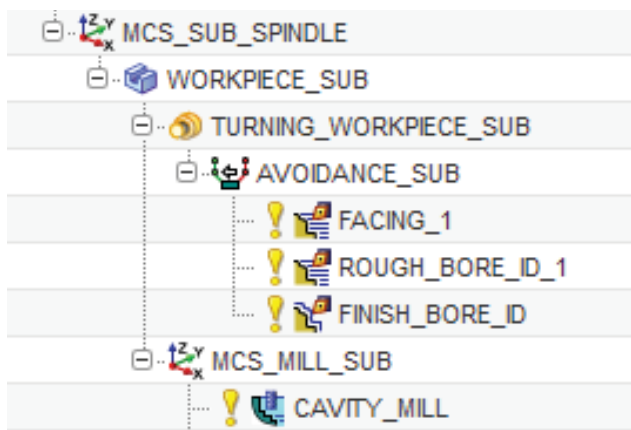


Рисунок 1.17 - Розташування нової системи координат в навігаторі операцій, використовуваною для фрезерування в контршпинделі

1.4.15 Створіть операцію чорнового фрезерування CAVITY_MILL як на рис. 1.18. Операція правильно розпізнає заготовлю, оскільки вона береться з WORKPIECE_SUB, яка, у свою чергу, наслідує з групи MASTER_BLANK з урахуванням змін, виконаних в WORKPIECE_MAIN.

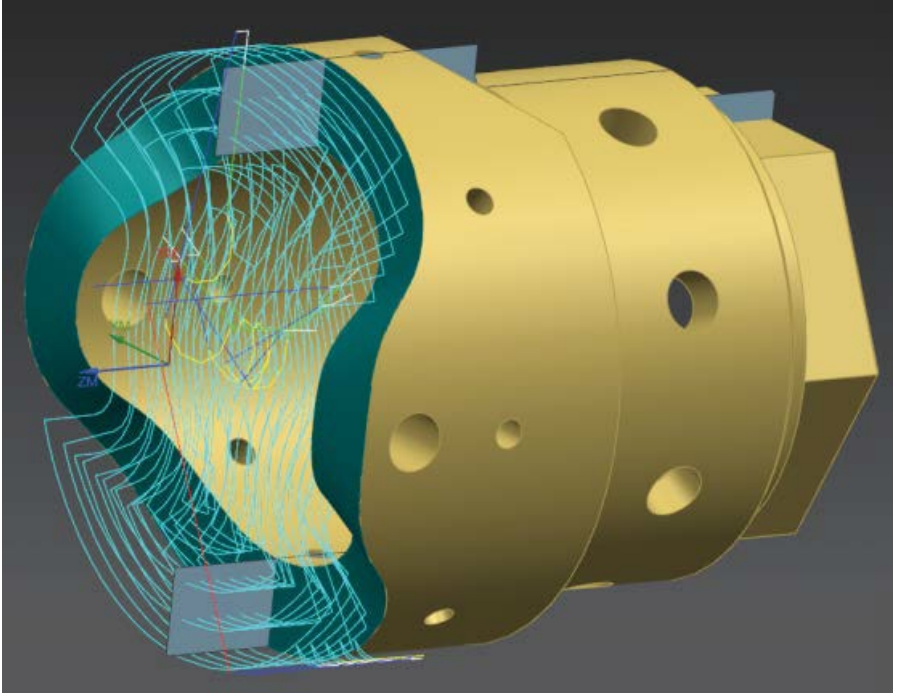


Рисунок 1.18 - Операція чорнового фрезерування CAVITY_MILL використовує нову СКС

1.4.16 Створіть операцію VARIABLE_CONTOUR як на рис. 1.19. Використайте ті ж інструмент і систему координат. Обробка закінчена.

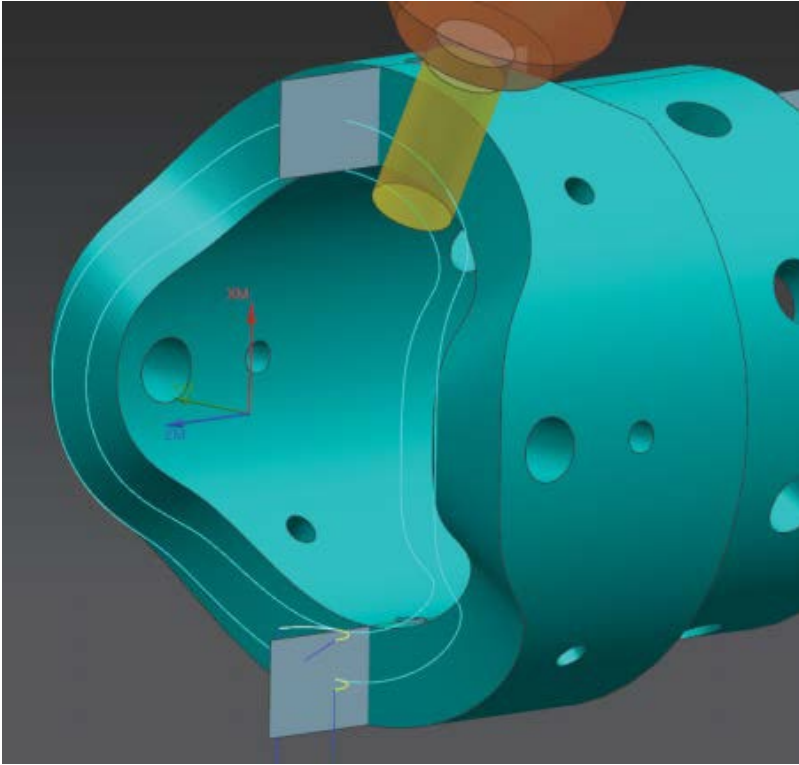


Рисунок 1.19 - Операція VARIABLE_CONTOUR для чистової обробки поверхні кулачка

1.4.17 Оформити звіт, який має складатися з:

- найменування роботи;
- переліку виконаних робіт;
- рисунків заготовки та того, що отримали після обробки.

1.4.18 Відповісти на запитання викладачів та захистити звіт.

1.5 Контрольні питання

1.5.1 Які функції виконує модуль токарний-фрезерної обробки NXCAM.

1.5.2 З чого починається робота у модулі NXCAM токарно-фрезерна обробка.

Практична робота №2

Створення операції технічного контролю в NXCAM

2.1 Мета роботи

2.1.1 Ознайомлення з основними елементами інтерфейсу підмодуля NXCAM для розробки рперацій технічного контролю.

2.1.2 Навчитися розробці операції технічного контролю в NXCAM

2.2 Матеріально - технічне забезпечення

2.2.1 ЕОМ.

2.2.3 Програмне забезпечення NXCAM.

2.3 Загальні положення і відомості

Операція дозволяє додати в УП команди управління вимірювальним щупом. Вимірювальні операції підтримуються при симуляції рухів щупа з контролем зіткнень.

Операція може служити основою для реалізації різних схем адаптивної обробки. Головне достоїнство в тому, що за результатами виміру можна автоматично скоректувати процес обробки, не знімаючи деталі з верстата.

Приклади вирішуваних завдань : присутність деталі на верстаті; ідентифікація деталі; установка нульової точки, виходячи з фактичного положення деталі; установка нульової точки для перерозподілу припуску на заготовки; вимір деталі, зміна величини корекції інструменту і повторна обробка; контроль інструменту (рис. 2.1).

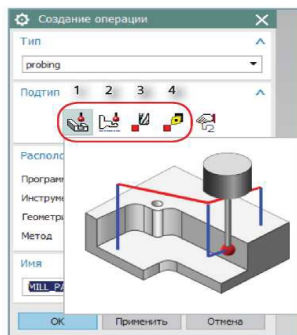


Рисунок 2.1 - Розташування операцій вимірювання PROBING

У NX вимірювальні операції зібрані як підтипи: операція виміру фрезерної деталі - MILL_PART_PROBING; операція виміру токарної деталі - TURN_PART_PROBING; операція виміру фрезерного інструменту - MILL_TOOL_PROBING; операція виміру токарного інструменту - TURN_TOOL_PROBING.

Тут же є присутнім GENERIC_MOTION як споріднена операція. Операція PROBING побудована на основі операції GENERIC_MOTION і тому має аналогічний інтерфейс.

2.4 Порядок виконання практичної роботи

2.4.1 Відкриємо приклад probe_mill_setup1.prt. У прикладі є дві вимірювальні операції. Відкрийте діалогове вікно операції PROBE_BLANK (рис. 2.2).

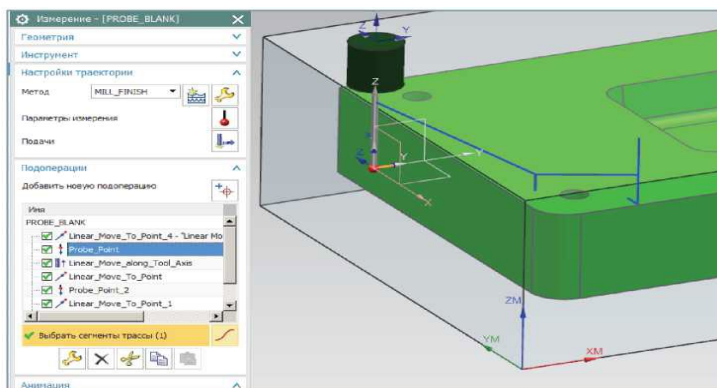


Рисунок 2.2 - Приклад операції вимірювання для програмної прив'язки у кут заготовки (включаючи діалогове вікно операції)

2.4.2 Виконайте верифікацію операції для наочності.

2.4.3 Додайте постпроцесор probing_cycles_fanuc.pui в список. Виконайте постпроцессирование операції, використовуючи одиниці виведення - міліметри. Текст УП показаний на рис. 2.3.

```

N0010 X-10. Y127. Z121.6
N0020 G65 P9810 X-10. Y126.489 Z73.7948 F400. M00
N0030 P9811 X0.0 S02
N0040 G65 P9810 X-10. Y126.489 Z113.7948 F400. M00
N0050 G65 P9810 X10. Y10. Z111.6 F400. M00
N0060 P9811 Z101.6 S02
N0070 G65 P9810 X50.8 Y-10. Z111.6 F400. M00
N0080 G65 P9810 X50.8 Y-10. Z93.98 F400. M00
N0090 P9811 Y0.0 S02
N0100 G65 P9810 X50.8 Y-10. Z133.98 F400. M00

```

Рисунок 2.3 - Текст УП з виведенням вимірювальних циклів виміру точки

В даному випадку кожна підоперація виводиться окремим кадром, але це необов'язково і визначається постпроцесором.

2.4.4 Відкрийте діалогове вікно підоперації Probe_point (рис. 2.4).

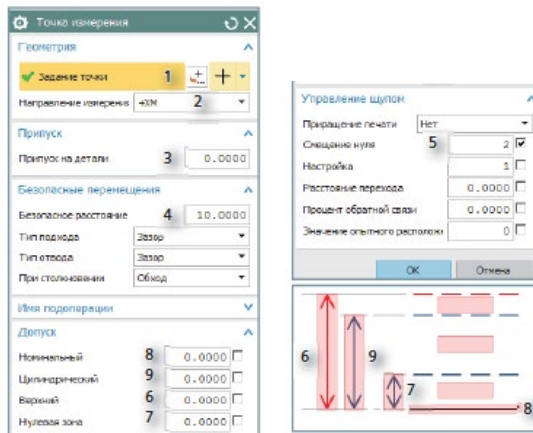


Рисунок 2.4 - Діалогове вікно підоперації виміру точки (Probe_point)

2.4.5 Приховайте заготовлю як компонент складання.

2.4.6 Створіть нову операцію MILL_PART_PROBING. Операція складатиметься з трьох підоперацій: лінійне переміщення в точку, вимір циліндра і лінійне переміщення уздовж осі інструменту.

2.4.7 При створенні першої підоперації прив'язуйтеся до центру отвору (1 на рис. 2.5) і задавайте зміщення по Z(2). Це створює асоціативну точку, пов'язану з отвором (точка, введена координатами, є неасоціативною).

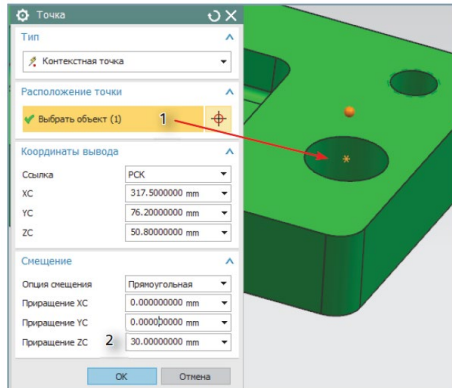


Рисунок 2.5 - Завдання точки з прив'язкою до отвору при измерении цилиндра

2.4.8 Додайте підоперацію Вимір циліндра (рис. 2.6). У діалоговому вікні підоперації вкажіть циліндричну грань(3), цикл автоматично набрав значення внутрішня(4).

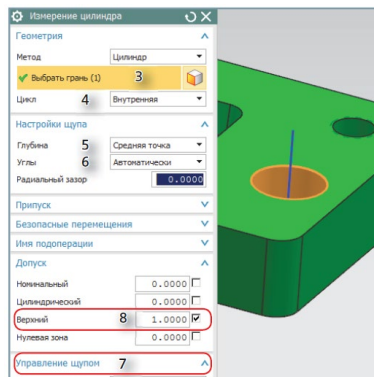
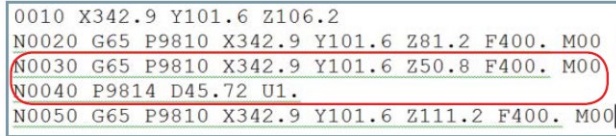


Рисунок 2.6 - Діалогове вікно підоперації виміру циліндра

2.4.9 Задайте Верхній допуск 1 мм і встановіть галочку як ознаку його використання. Завершіть підоперацію. Створіть підоперацію Лінійне переміщення уздовж осі інструменту.

2.4.10 Згенеруйте операцію і виконайте її постпроцессирование (рис. 2.7).



```

0010 X342.9 Y101.6 Z106.2
N0020 G65 P9810 X342.9 Y101.6 Z81.2 F400. M00
N0030 G65 P9810 X342.9 Y101.6 Z50.8 F400. M00
N0040 P9814 D45.72 U1.
N0050 G65 P9810 X342.9 Y101.6 Z111.2 F400. M00
  
```

Рисунок 2.7 - Текст УП з виведенням вимірювальних циклів виміру циліндра

2.4.11 Оформити звіт, який має містити:

- найменування роботи;
- загальні відомості про етапи створення операції PROBING

2.4.6 Відповісти на запитання викладача та захистити звіт.

2.5 Контрольні питання

2.5.1 Етапи створення операції PROBING

2.5.2 Етапи вимірювання циліндру.

Практична робота №3

Симуляція роботи верстата

3.1 Мета роботи

3.1.1 Ознайомлення з основними елементами інтерфейсу підмодуля NXCAM для симуляції верстату.

3.1.2 Навчитися видам симуляції роботи верстатів.

3.2 Матеріально - технічне забезпечення

3.2.1 ЕОМ.

3.2.3 Програмне забезпечення NXCAM.

3.3 Загальні положення і відомості

Симуляція руху вузлів верстата в NX інтегрована з постпроцесором і здійснюється в кодах верстата (G- кодах), що дозволяє уникнути процесу відладки програм на верстаті і звільнити верстат для продуктивної роботи. Дуже часто програмування фрезерних операцій ведеться без прив'язки до конкретного верстата. Це дозволяє легко переносити програми, що управляють, з одного верстата на інший. Для перевірки програм необхідно підключити кінематичну модель верстата.

У бібліотеці є верстати різних кінематичних схем. Для кожної кінематичної схеми доступні три постпроцесори (чи системи ЧПУ - Sinumerik, Fanuc, Heidenhain TNC) для роботи в метричній системі і три постпроцесори для роботи в дюймовій системі.

3.4 Порядок виконання практичної роботи

3.4.1 Відкрийте fl1_setup_1.prt. Відобразіть робочу систему координат(РСК), в нашому випадку вона співпадає із СКС. Вона використовується для установки деталі на стіл верстата. Переключіться на вигляд інструментів Навігатора операцій і, вибравши об'єкт GENERIC_MACHINE, викличте з контекстного меню команду Змінити.

3.4.1 У новому діалоговому вікні (рис. 3.1) виконаєте команду Викликати верстат з бібліотеки(1), в діалоговому вікні Вибір класу бібліотеки виберіть MILL (Фрезерні верстати) і знову ОКИ.

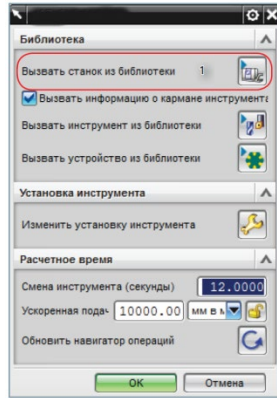


Рисунок - 3.1 - Розташування команди Викликати верстат з бібліотеки

3.4.2 У діалоговому вікні Результати пошуку виберіть верстат, як показано на рис. 3.2.

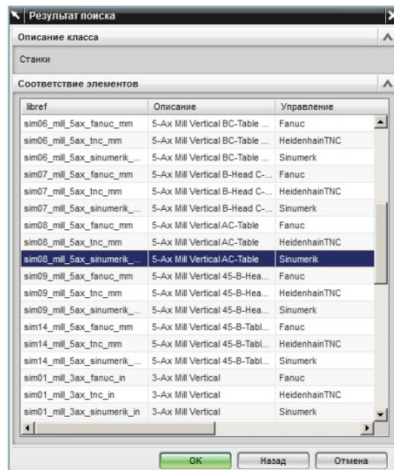


Рисунок 3.2 - Список доступных фрезерных верстатов как результат поиска у библиотеки

3.4.3 Натисніть ОК. З'явиться діалогове вікно кріплення

(позиціонування) деталі (рис. 3.3).

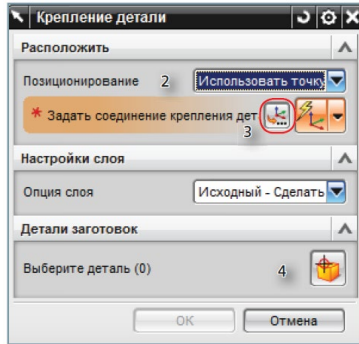


Рисунок 3.3 - Діалогове вікно кріплення (позиціонування) деталі

3.4.4 Задайте параметр Використати точку кріплення деталі(2), діалогове вікно злегка зміниться, і з'явиться пункт Задати з'єднання кріплення деталі, виконаєте команду Меню СК(3), система координат з динамічними маркерами з'явиться на місці РСК(саме для наочності вона була відображена), можна її редагувати. Активуйте поле Вибору деталі(4) і виберіть деталь. Натисніть ОК.. У графічній області з'явиться верстат зі встановленою деталлю по центру столу (рис. 3.4).

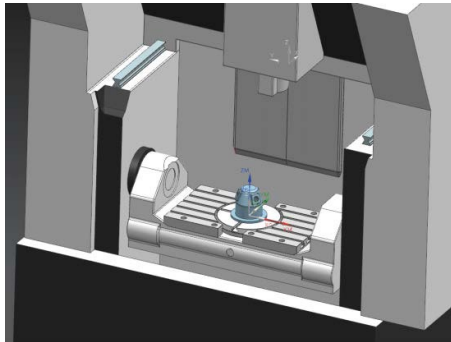


Рисунок 3.4 - Верстат зі встановленою деталлю

3.4.5 Ще раз натисніть ОКИ в найпершому діалоговому вікні. У

інформаційному вікні будуть відображені повідомлення про те, що у нового верстата інший магазин інструментів і осередку магазину перестворюють. Просто закрийте це вікно.

3.4.6 Створіть нову систему координат самого верхнього рівня і розташуйте її, як на рис. 3.6, параметр Призначення - Головна, Нульова точка - 0. У одному проекті не має бути більше однієї головної СКС. Систему координат MCS_MILL відредагуйте так: Призначення - локальна, Спеціальне виведення - Нульова точка, Нульова точка – 1 (що відповідає G54). З огляду на те, що головна СКС повинна використовуватися постпроцесором для виведення «0» програм і для прив'язки програми до деталі, постпроцесор, який працює спільно з симулятором верстата, спеціально відкоригований, щоб УП виводити не в головній, а в локальній системі координат, у якої задано спеціальне виведення - нульову точку.

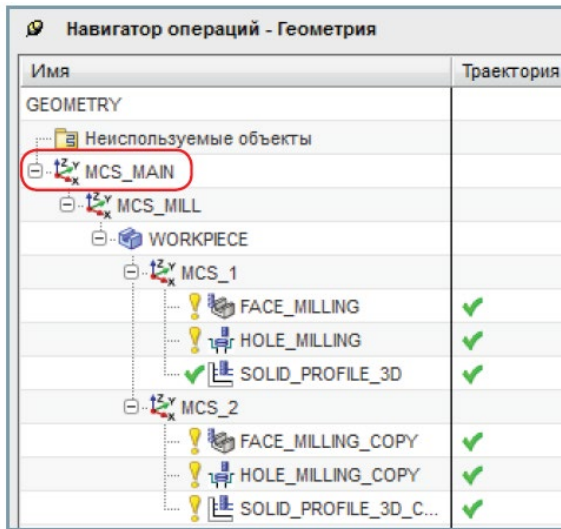


Рисунок 3.5 - СК верхнього рівня, встановлена в «нулі» верстата, потрібна для правильної роботи симуляції

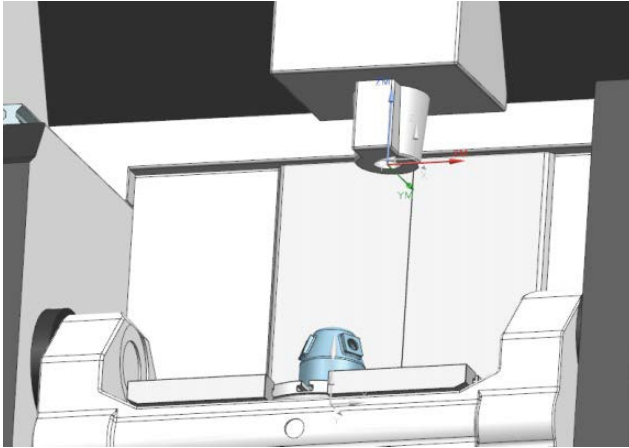


Рисунок 3.6 - Розташування «нуля» верстата для вибраного верстата

3.4.7 Перемкніться на вигляд програм Навігатора операцій. Створіть групу TEST усередині групи 1234 і перенесіть туди обидві операції SOLID_PROFILE_3D (рис. 3.7).

Навігатор операцій - Порядок программы	
Имя	Смена инстру
NC_PROGRAM	
Неиспользуемые объекты	
1234	
FACE_MILLING	
HOLE_MILLING	
FACE_MILLING_COPY	
HOLE_MILLING_COPY	
TEST	
SOLID_PROFILE_3D	
SOLID_PROFILE_3D_COPY	

Рисунок 3.7 - Група програм TEST підготовлена для симуляції

3.4.8 З контекстного меню групи програм TEST виконаєте Траєкторія – Симуляція (чи виконаєте відповідну команду в панелі інструментів) З'явиться діалогове вікно управління симуляцією (рис. 3.8).

Перемкніть режим симуляції на значення Симуляція машинного коду(1) і виконаєте команду Пуск в панелі управління симуляцією(2).

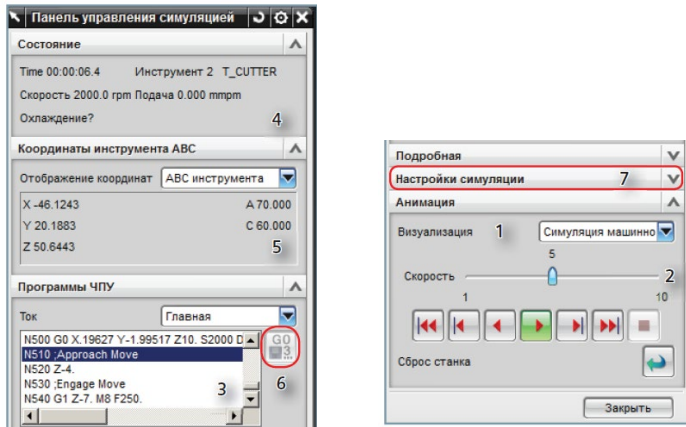


Рисунок 3.8 - Діалогове вікно управління симуляцією верстата

3.4.9 У нашому випадку стіл нахилився від нас, і нам обробка не видно. Перейдіть в навігатора складання і погасіть там відображення станини верстата і дверей механізму зміни інструменту. Це можна робити, не виходячи з симуляції. Розгорніть вид, результат показаний на рис. 3.9.

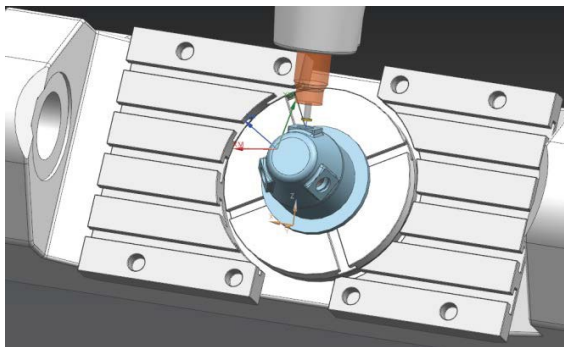


Рисунок 3.9 - Вузли верстата можна приховати при симуляції, якщо вони заважають перегляду

3.4.10 Виконайте Файл - Опції - Опції завантаження складання. З'явиться діалогове вікно завдання опцій (рис. 3.10).

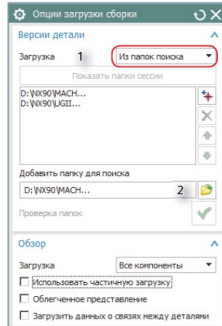


Рисунок 3.10 - Рекомендовані опції завантаження складання при відкритті стандартних прикладів симуляції верстата

3.4.11 Опцію Завантаження(1) встановіть в значення 3 каталогів пошуку. Додайте теку MACH з каталогу інсталяції NX, не забудьте приписати до імені три точки(2), що означає пошук в усіх вкладених каталогах. Натисніть ОК. Відкрийте приклад sim04_mill_4ax_cam_fanuc_mm.prt (рис. 3.11) з теки .simulation_samples.

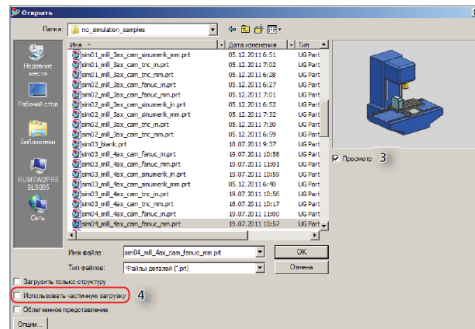


Рисунок 3.11 - Приклад верстата sim04_mill_4ax_cam_fanuc_mm.prt

3.4.12 Завантажитесь верстат зі встановленим пристосуванням, деталлю і заготівлею (рис. 3.12). Це 4-осьовий фрезерний верстат з поворотною віссю А, в цьому прикладі поворотна вісь використовується в позиційному режимі.

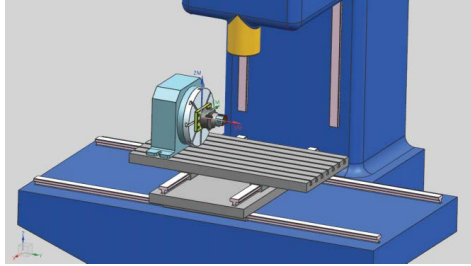


Рисунок 3.12 - Приклад містить верстат зі встановленим пристосуванням, деталлю і заготівлею

3.4.13 Якщо включений прапор Перегляд(3), то в діалоговому вікні доступне зображення прикладу, що дозволяє орієнтуватися в прикладах при виборі. Також рекомендується зняти прапор Використати часткове завантаження(4). Натисніть ОКІ.

3.4.14 Переключіться на вигляд програм навігатора операцій. Виберіть PROGRAM_GROUP і з контекстного меню виконаєте Траєкторія - Симуляція. З'явиться вже знайоме нам діалогове вікно симуляції. Переключіться в режим симуляції машинного коду. Розкрийте групу параметрів Налаштування симуляції (рис. 3.13) і включіть параметри Показати траєкторію(1) і Показати 3D-удаление матеріалу(2).

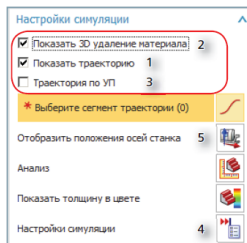


Рисунок 3.13 - Параметры Наилштування симуляції основного діалогового вікна управління симуляцією

3.4.15 Ряд налаштувань міститься в окремому діалоговому вікні, яке викликається при виконанні команди Налаштування симуляції(4). Діалогове вікно показане на рис. 3.14. Включіть опцію Виявлення зіткнень(6), при включенні цієї опції з'являється команда Задати пари зіткнень(7). Виконайте команду Задати пари зіткнень. З'явиться ще одне діалогове вікно (рис. 3.15).

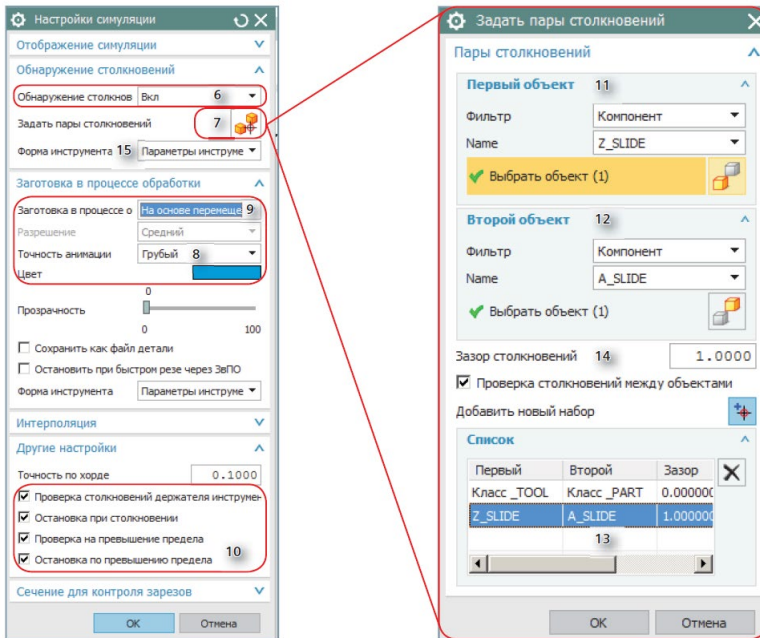


Рисунок 3.14 - Додаткове діалогове вікно налаштувань симуляції

Рисунок 3.15 - Додаткове діалогове вікно завдання об'єктів для перевірки зіткнень

3.4.16 Задайте перший і другий об'єкти, як показано на рис. 3.15. Можна вказувати на екрані або вибирати зі списку. Зверніть увагу, що при виборі зі списку об'єкти підсвічують. Натисніть ОКИ в обох діалогових вікнах, щоб повернутися у вікно управління симуляцією.

3.4.17 Виконайте команду Відобразити положення осей верстата (5

на рис. 3.13). Виконайте симуляцію (рис. 3.16).

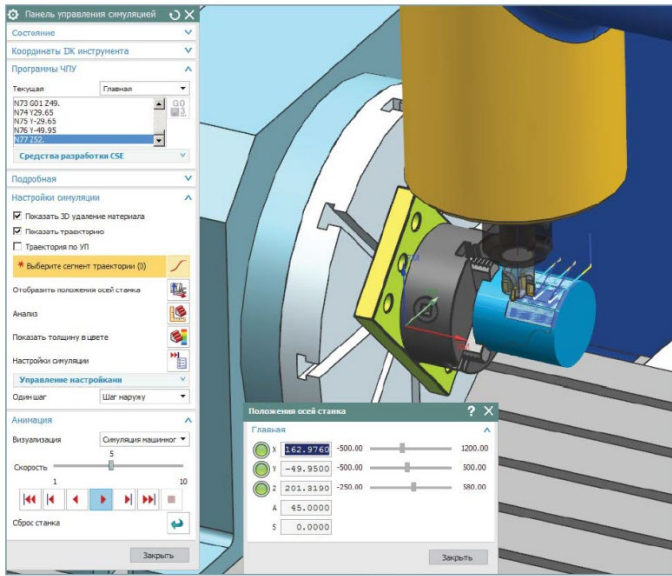


Рисунок 3.16 - Процес симуляції роботи верстата (приклад)

3.4.18 Зверніть увагу на індикацію поточного положення осей верстата відносно його меж в окремому вікні Положення осей верстата. У цьому ж вікні є значки статусу, схожі на сигнали світлофора, перевищення межі переміщення буде відмічено червоним сигналом «світлофора».

3.4.19 Оформити звіт, який має містити:

- найменування роботи;
- загальні відомості про етапи створення операції PROBING

3.4.20 Відповісти на запитання викладача та захистити звіт.

3.5 Контрольні питання

3.5.1 Етапи створення симуляції верстата

Практична робота №4

Перенесення заготовки та 5-осьова позиційна обробка

4.1 Мета роботи

4.1.1 Ознайомлення з основними елементами інтерфейсу підмодуля NXCAM для перенесенню заготовки

4.1.2 Навчитися та 5 - осьової позиційної обробки.

4.2 Матеріально - технічне забезпечення

4.2.1 ЕОМ.

4.2.3 Програмне забезпечення NXCAM.

4.3 Загальні положення і відомості

Часто призматичні деталі вимагають обробки з різних сторін. Така обробка може виконуватися з декількома установками на різних верстатах, а за наявності 5-осьового верстата може виконуватися на одному верстаті, коли поворотні осі є настановними. У подібних випадках говорять про 5-осьову позиційну обробку або про 3+2-осеву обробку.

Відмінностей на рівні операцій в NX немає, відмінності проявляються в ієрархії геометричних груп і їх параметрах. Як показує статистика, близько 70% 5-осьових верстатів використовуються саме для 5-осьової позиційної обробки. Виготівників притягає можливість обробки складних виробів з одного установа. Це істотно економить час, підвищує точність, унеможливає помилки при зміні програм і перепозиціонуванні. А необхідними умовами для цього послужили зниження цін на 5-осьові верстати і доступне програмування таких операцій в системах підготовки програм для верстатів з ЧПУ.

При цьому виді обробки поворотні рухи виконуються поза процесом різання. Це як би набір 3-осьових траєкторій, що виконуються для різного положення осі інструменту. В цьому випадку жорсткість технологічної системи істотно вища, оскільки поворотні осі затиснуті в процесі різання.

4.4 Порядок виконання практичної роботи

4.4.1 Відкрийте приклад ipw_transfer_setup_1.prt (рис. 4.1).

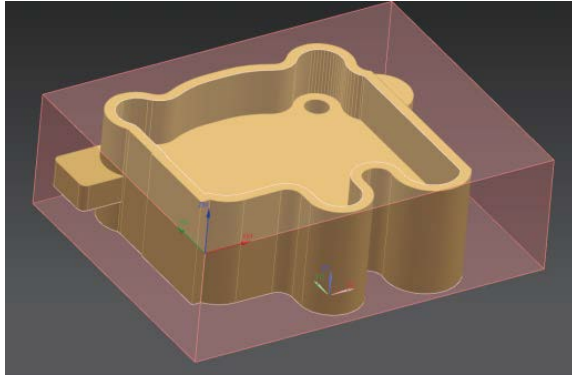


Рисунок 4.1 - Деталь і заготівля на першому установе в окремому САМ- проекті

У ній заготівля задана традиційним чином і створені операції фрезерування і свердління.

4.4.2 Виконайте верифікацію операцій. Результат обробки показаний на рис. 4.2.

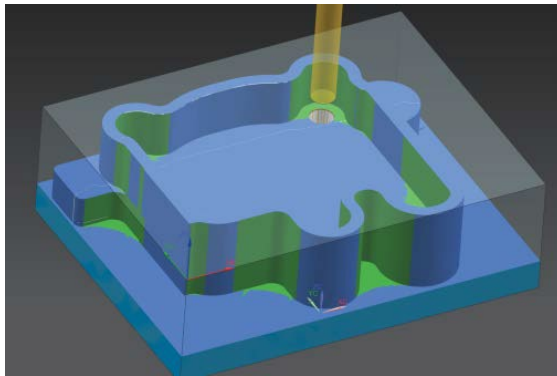


Рисунок 4.2 - Верифікація операцій на першому установе

Вважаємо, що заготівля закріплена в лещатах, її нижня частина недоступна для обробки.

4.4.3 Закінчувати обробку будемо з другого установка, перевернувши деталь на 180°. Відкрийте приклад `ipw_transfer_setup_2.prt`.

Відкрийте діалогове вікно геометричної групи WORKPIECE і натисніть на ліхтарик, щоб показати заготовку (рис. 4.3).

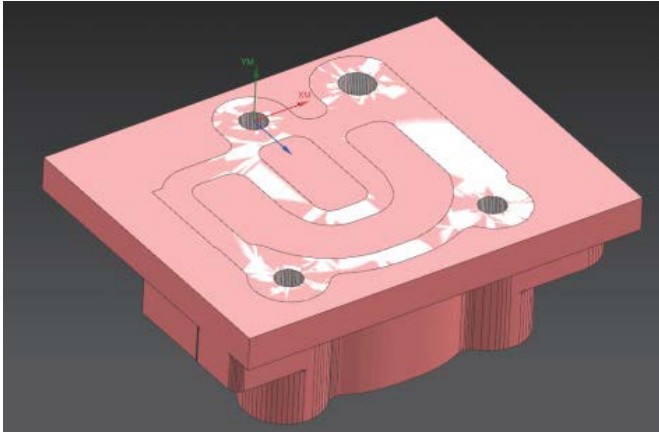


Рисунок 4.3 - Заготівля автоматично вирівняна по новому положенню деталі на другому установе

4.4.4 У групі WORKPIECE виконаєте команду Задати заготовку. У новому діалоговому вікні видно, що заготівля задана як ЗвПО - Заготовка в процесі обробки (рис. 4.4).

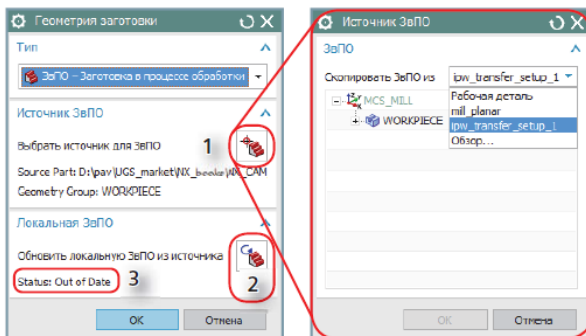


Рисунок 4.4 - Для завдання заготовки на другому установе вказується файл і геометрична група WORKPIECE першого установка

4.4.5 Команда Вибрати джерело для ЗвПО(1) дозволяє вказати іншу геометричну групу WORKPIECE, яка може знаходитися як в робочій деталі, так і в іншому файлі. У другому випадку можна буде вибрати ім'я файлу. В даному випадку ім'я джерела вказане прямо в основному вікні.

4.4.6 Виконайте команду Вибрати джерело для ЗвПО, в новому діалоговому вікні можна змінити джерело. Ми бачимо, що в даному випадку заготівля прочитується з файлу ipw_transfer_setup_1. Також видно структура геометричних груп першого установа. У загальному випадку проект міг містити декілька установов, і необхідно вибрати потрібну нам геометричну групу. Ми цього робити не будемо, натисніть Відміна.

4.4.7 Відкрийте приклад fl1_setup_1.prt. На рис. 4.5 показана корпусна деталь. Вимагається обробити два фланці, розташованих під кутом до основного тіла.

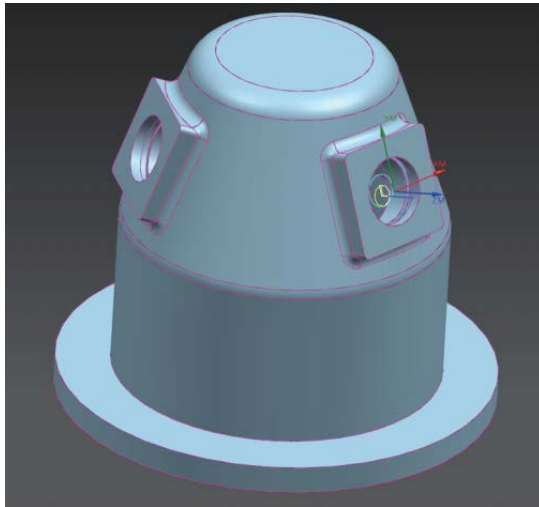


Рисунок 4.5 - Корпусна деталь, де застосовується 5-осьова позиційна обробка

Організація геометричних об'єктів в навігаторові операцій показана на рис. 4.6.

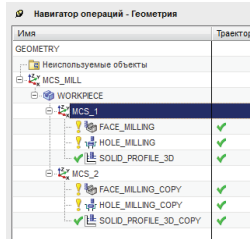


Рисунок 4.6 - Організація геометричних об'єктів в навігаторові операцій для 5-осьової позиційної обробки

4.4.8 Двічі клацніть по об'єкту MCS_MILL, відкриється нове діалогове вікно (рис. 4.7).

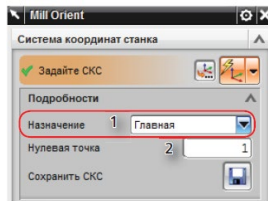


Рисунок 4.7 - Установки для батьківської(головною) СКС

Розкрийте групу параметрів Подробиці. Параметр Призначення(1) заданий Головна, а параметр Нульова точка(2) рівний 1. Головна система координат має бути тільки одна. Нульова точка визначає номер використаної G- функції (1 - це G54, 2 - G55 і т. д.).

4.4.9 Тепер двічі клацніть по об'єкту MCS_1, відкриється нове діалогове вікно (рис. 4.8).

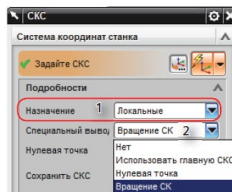


Рисунок 4.8 - Установки для вкладки(локальною) СКС

На рис. 4.9 і 4.10 показаний фрагмент УП для системи ЧПУ Sinumerik для першого і другого випадків. Кадр, де задані поворотні рухи, однаковий(1), проте в другому випадку додатково виводяться команди перенесення нульової точки і розвороту площини обробки TRANS і AROT(2), і надалі виводяться координати відносно локальної системи координат(3).

```

N380 ;Initial Move
N390 GO A70. C60. 1
N400 CYCLE832(_cantolerance,0,1)
N410 COMPOF
N420 TRAFOOF
N430 G54
N440 ORIMKS
N450 ORIAXES
N460 GO X.196 Y76.044 Z95.323 S2000 D2 M3
N470 ;Approach Move
N480 Z31.323
N490 ;Engage Move
N500 G1 Z78.323 M8 F250.
N510 X.393 Y80.039
N520 G3 X0.0 Y72.049 I-.196 J-3.995
N530 ;Cutting
N540 I0.0 J5.99
N550 ;Retract Move

```

Рисунок 4.9 - Приклад УП, де виводяться тільки команди поворотних осей

```

N380 ;Initial Move
N390 GO A70. C60. 1
N400 CYCLE832(_cantolerance,0,1)
N410 COMPOF
N420 TRAORI
N430 G54
N440 ORIMKS
N450 ORIAXES
N460 TRANS X46.32056 Y-26.74319 Z102.51506
N470 AROT X53.94761
N480 AROT Y54.46865
N490 AROT Z30.64234
N500 GO X.19627 Y-1.99517 Z10. S2000 D2 M3
N510 ;Approach Move
N520 Z-4.
N530 ;Engage Move
N540 G1 Z-7. M8 F250.
N550 X.39254 Y2.00001
N560 G3 X0.0 Y-5.99035 I-.19627 J-3.99518
N570 ;Cutting
N580 I0.0 J5.99035
N590 ;Retract Move

```

Рисунок 4.10 - Приклад УП, де виводяться команди поворотних осей і трансформації координат

4.4.10 Відкрийте ipw_Workpart_setup_1.prt.

Тут є пристосування типу Tombstone, що дозволяє виконувати обробку декількох деталей одночасно. Зазвичай така обробка виконується на горизонтально-фрезерних оброблювальних центрах. Це дві однакові деталі, але вони встановлені в положення першого і другого установов

відповідно(рис. 4.11).

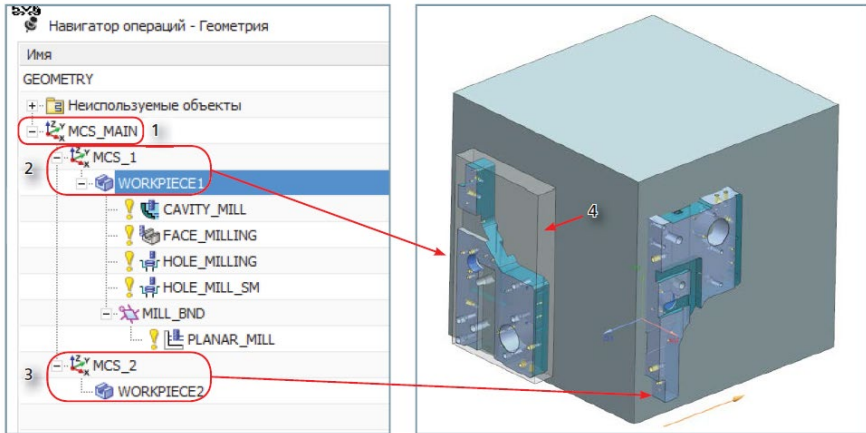


Рисунок 4.11 - Два установка в одному САМ- проекті

4.4.11 Двічі клацніть по об'єкту WORKPIECE2, в діалоговому вікні (рис. 4.12), що з'явилася, виконаєте команду Задати заготовку, задайте тип заготовки як ЗвПО - Заготовка в процесі обробки(1).

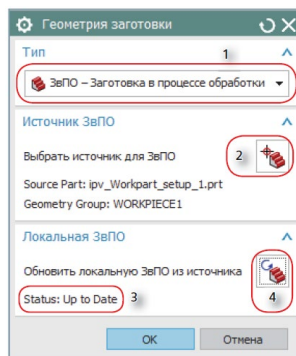


Рисунок 4.12 - Для завдання заготовки на другому установе вказується інша геометрична група WORKPIECE цього ж файлу, де задана заготівля першого установе

4.4.12 Виконайте команду Вибрати джерело для ЗвПО(2), в новому діалоговому вікні параметр Скопіювати ЗвПО з вказує на Робочу деталь, це нас влаштовує.

4.4.13 Вкажіть WORKPIECE1 і натисніть ОК.. Статус нового положення ЗвПО(3) має значення None(Hi). Виконайте команду Відновити локальну ЗвПО з джерела(4). ЗвПО буде відображена в новому положенні (рис. 4.13), а статус оновиться до значення Up_to_date (оновлено). Натисніть ОКИ двічі.

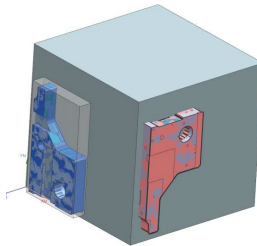


Рисунок 4.13 - Заготівля автоматично вирівняна по положенню деталі на другому установе

4.4.14 Скопіюйте операцію CAVITY_MILL з WORKPIECE1 в WORKPIECE2. У копії замініть інструмент на EM_50MM (оскільки колишній інструмент занадто великий для доопрацювання) і генеруйте операцію. В даному випадку також корисно включити параметр Обрізка по силуетних лініях в діалоговому вікні Параметри різання - Обмеження. Регенеруйте операцію, результат показаний на рис. 4.14. Як бачимо, операція враховує ЗвПО.

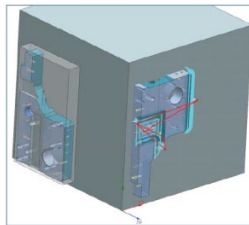


Рисунок 4.14 - Траєкторія обробки показує, що коректна заготівля використовується

4.4.15 Відкрийте приклад Floor_wall_multiaxis_setup_1.prt (рис. 4.15).

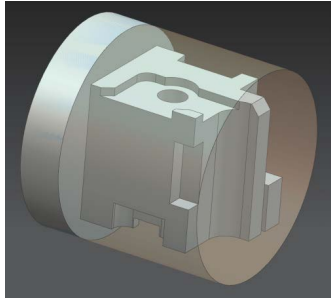
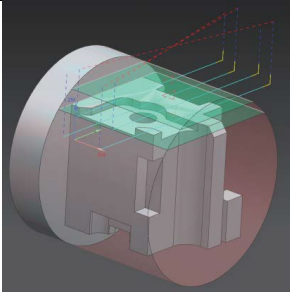
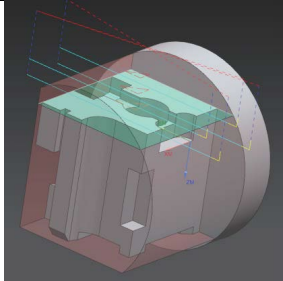
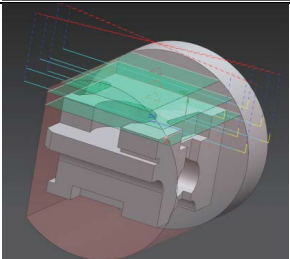
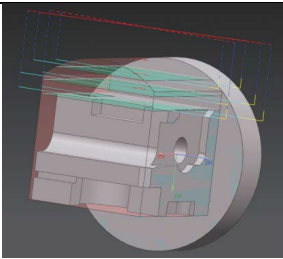


Рисунок 4.15 - Деталь для ілюстрації операції FLOOR_WALL_IPW при використанні 5-осьової позиційної обробки

У прикладі вже є операції обробки. Перші чотири показані в таблиці. 4.1. Кожна наступна виконується після повороту деталі навколо осі X.

Таблиця 4.1 Операцій створених в прикладі

1		3	
2		4	

4.4.16 Відкрийте приклад side_slot_setup_1.prt. Створіть операцію GROOVE_MILLING з установками як на рис. 4.16.

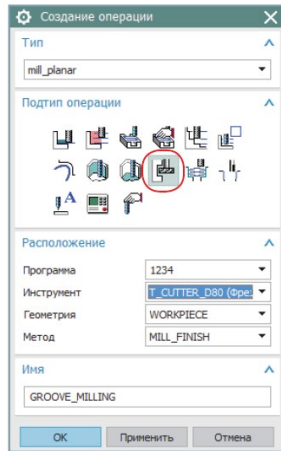


Рисунок 4.16 - Розташування операції GROOVE_MILLING

4.4.17 Діалогове вікно операції (рис. 4.17) містить можливість за-
вдання геометрії бічного паза як окремого типу об'єкту. Виконайте ко-
манду Задати геометрію бічного паза(1) і вкажіть дно бічного паза(з то-
чки зору осі Z це стінка).

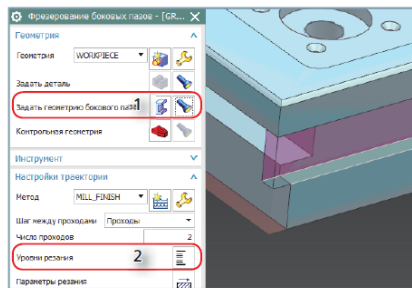


Рисунок 4.17 - Діалогове вікно операції GROOVE_MILLING

Генеруйте операцію, результат показаний на рис. 4.18.

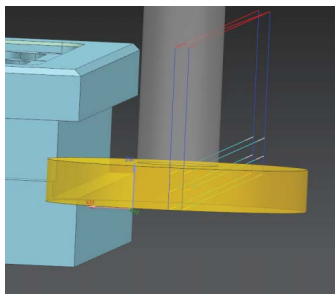


Рисунок 4.18 - Результат операції GROOVE_MILLING

4.4.18 Оформити звіт, який має містити:

- найменування роботи;
- загальні відомості про етапи створення операцій 5 - осьової позиційної обробки

4.4.19 Відповісти на запитання викладача та захистити звіт.

4.5 Контрольні питання

4.5.1 Ознайомлення з основними елементами підмодуля NXCAM для перенесення заготовки

4.1.2 Як виконувати 5-осьову позиційну обробку.

Практична робота №5

Розробка технологічної операції 5 - осьової безперервної обробки в NXCAM

5.1 Мета роботи

5.1.1 Ознайомлення з основними елементами інтерфейсу підмодуля NXCAM 5 - осьової безперервної обробки

5.2 Матеріально - технічне забезпечення

5.2.1 ЕОМ.

5.2.3 Програмне забезпечення NXCAM.

5.3 Загальні положення і відомості

При цьому виді обробки повороти органів верстата виконуються в процесі різання. Таким чином, кадр УП при 5-осьовій безперервній обробці містить до 5 координат.

Традиційно подібні операції потрібно при обробці турбінних лопаток, крильчаток, шнеків, гвинтів і інших типів виробів складної конфігурації.

Вісь інструменту в таких проектах по-різному пов'язана з геометрією оброблюваної моделі або іншими об'єктами (по нормалі до поверхні, під кутом до поверхні, до точки, лінії і т. д.). Окремо виділяють операції, де обробка стінок здійснюється бічною стороною фрези. У NX можливе використання так званих поверхонь, що управляють, які не є оброблюваними. Усі ці випадки і розглянемо в цій главі.

Операції 5-осьової безперервної обробки зібрані в окрему вкладку - тип `mill_multi_axis` (рис. 5.1).

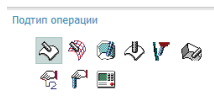


Рисунок 5.1 - Розташування команд операцій 5-осьової безперервної обробки

Основною операцією є операція Контурна зі змінною віссю інструменту (ОИ) - `VARIABLE_CONTOUR(1)`, залежно від методу управління ці операції можуть сильно відрізнятися один від одного. Операція

Зі змінною віссю по потоку - VARIABLE_STREAMLINE(2) є різновидом операції VARIABLE_CONTOUR, але із-за високої затребуваності розглянемо її окремо. Операція Профіль по контуру - CONTOUR_PROFILE(3) служить для обробки лінійчастих поверхонь бічною стороною фрези. Операція 5-осьова по Z- рівням - ZLEVER_5AXIS(4) забезпечує обробку з постійною Z, але з можливістю відхилення осі інструменту від стінки. Усі ці операції можна назвати високорівневими. Існує ще низькорівнева операція: Послідовне фрезерування - SEQUENTIAL_MILL(5). Ця операція складається з підоперацій, де на кожному кроці задаються позиція і орієнтація інструменту. Операція раніше грала велику роль, але з розвитком високорівневих операцій (особливо операції Профіль по контуру, а також модуля обробки моноколіс) потреба в ній знижується. Операція вже давно не розвивається.

5.4 Порядок виконання практичної роботи

5.4.1 Відкрийте приклад vx_0mm_setup_1.prt. У прикладі вже створений інструмент - кульова фреза, такі фрези частіше використовуються на 5-осьових операціях.

5.4.2 Виконайте команду створення операції VARIABLE_CONTOUR, з'явиться діалогове вікно операції (рис. 5.2).

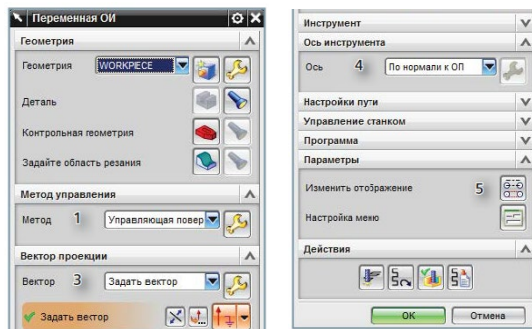


Рисунок 5.2 - Діалогове вікно операції VARIABLE_CONTOUR

5.4.3 Перемкніть метод управління на значення поверхня(1), що Управляє. Це найбільш потужний і затребуваний метод в цій операції. При перемиканні методу управління відразу ж відкриється діалогове

вікно завдання геометрії (рис. 5.3), що управляє.

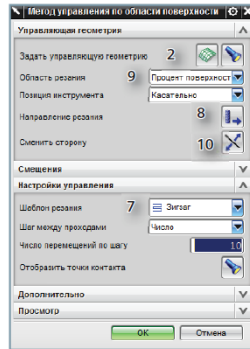


Рисунок 5.3 - Діалогове вікно завдання геометрії, що управляє

5.4.4 Виконайте команду Задати геометрію(2), що управляє, і вкажіть верхню криволінійну поверхню нашої моделі. Натисніть ОКИ двічі, щоб повернутися в основне діалогове вікно.

5.4.5 У основному діалоговому вікні Вектор проєкції(3) встановите на значення Задати вектор і виберіть напрям - Z, Вісь інструменту(4) встановите на значення По нормалі до ОП (ОП - оброблювана поверхня).

5.4.6 Виконайте команду Змінити відображення(5) і задайте параметр відображення Інструменту(6) значенням 3D, нижче в полі Частота вкажіть значення 10 (рис. 5.4).

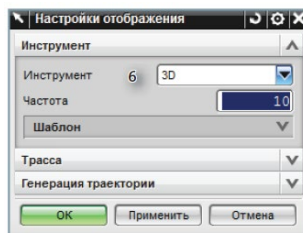


Рисунок 5.4 - Діалогове вікно налаштувань відображення інструменту

Це означає, що інструмент відображатиметься не в кожній точці, а в кожній 10-ій точці (це наочніше).

5.4.7 Натисніть ОКИ в цьому діалоговому вікні і Генерувати в основному діалоговому вікні. Траєкторія буде розрахована і відмалювана разом з інструментом (рис. 5.5). Виконайте анімацію траєкторії (без знімання матеріалу).

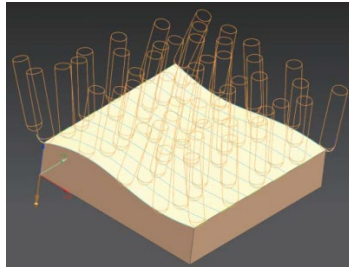


Рисунок 5.5 - Траєкторія відображена разом з інструментом, розташованим по нормалі до поверхні

Інструмент в кожній точці поверхні розташовується по нормалі до поверхні.

5.4.8 Натисніть ОКИ, щоб зберегти траєкторію в навігаторові операцій. Розберемо параметри діалогового вікна завдання геометрії, що управляє. Шаблон різання(7) нам вже знаком. Створіть копію операції і в копії змініте його на ZIG. Згенеруйте операцію (рис. 5.6).

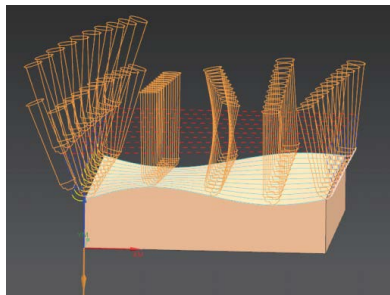


Рисунок 5.6 - Траєкторія, створена шаблоном ЗИГ

Тепер в траєкторії дотримується напрям різання, переходи між проходами здійснюються з підйомом на площину безпеки. Напрямок проходів або стартовий кут можна змінити, виконавши команду Напрямок різання(8).

5.4.9 Створіть копію операції і в копії відкрийте діалогове вікно завантаження геометрії, що управляє, виконайте команду Напрямок різання. На геометрії, що управляє, будуть відображено 8 стрілок: в кожному з кутів показані дві стрілки (рис. 5.7).

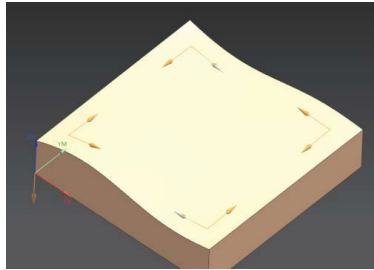


Рисунок 5.7 - Маркери команди Напрямок різання

Вибором стрілки ви визначаєте і початковий кут, і напрям проходів.

5.4.10 Виберіть стрілку у ближньому до початку координат куту, Y, що йде у напрямі осі. Згенеруйте операцію, результат показаний на рис. 5.8.

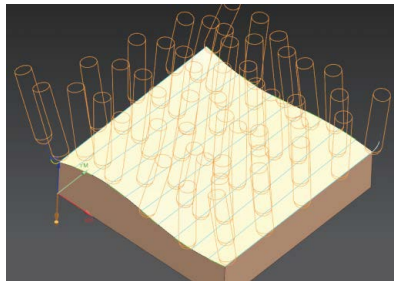


Рисунок 5.8 - Траєкторія з проходами уздовж напрямку осі Y

Можна обробляти тільки частину геометрії, що управляє. Для цього

використовується параметр Область різання(9), що задається через відсоток поверхні.

5.4.11 Знову зробіть копію першої операції, назвіть її VARIABLE_CONTOUR_PERCENT, в копії відкрийте діалогове вікно завдання геометрії, що управляє, і перемкніть Область різання на значення Відсоток поверхні (навіть якщо це значення встановлене, виберіть її наново), з'явиться діалогове вікно (рис. 5.9).

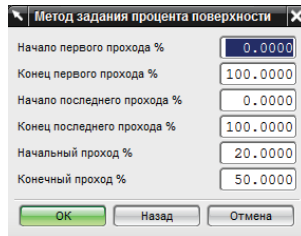


Рисунок 5.9 - Завдання Області різання через параметри Відсоток поверхні

Параметри цього діалогового вікна задають: перші два - почало і кінець першого проходу у відсотках від реальної геометрії (0-100 - це повний прохід), наступні два - почало і кінець останнього проходу, останні два - позицію першого і останнього проходів в поперечному напрямі.

5.4.12 Задайте значення, як на малюнку, траєкторія виглядатиме, як на рис. 5.10.

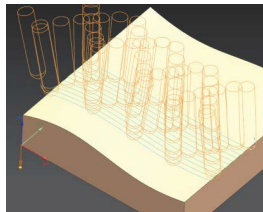


Рисунок 5.10 - Траєкторія в області різання, заданої відсотками поверхні (в даному випадку 20-50%)

5.4.13 Зробіть копію першої операції, задайте вісь інструменту Під

кутом до ОП. З'явиться діалогове вікно для завдання кутів (рис. 5.11). NX може працювати з діапазоном допустимих кутів, згладжуючи різкі коливання осі інструменту.

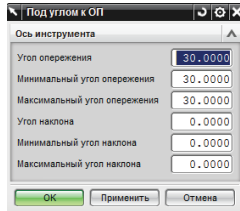


Рисунок 5.11 - Діалогове вікно для завдання кутів випередження і нахилу

5.4.14 Для наочності задамо фіксований кут випередження 30° . Задайте значення, як показано. Також для наочності залишимо тільки один прохід. Для цього в діалоговому вікні параметрів поверхні, що управляє, Область різання задайте через Відсоток поверхні і задайте Початковий і Кінцевий прохід 0%. Число переміщень по кроку встановите 0 (при значенні 1 у нас буде один прохід на початку діапазону і один - у кінці. Оскільки у нас почало і кінець діапазону співпадають, то досить тільки одного проходу). Згенеруйте операцію. Збережіть приклад і закрийте його.

5.4.15 Відкрийте приклад blade_setup_1.prt, в навігаторові операцій виберіть операцію VARIABLE_CONTOUR_ZIG (рис. 5.12).

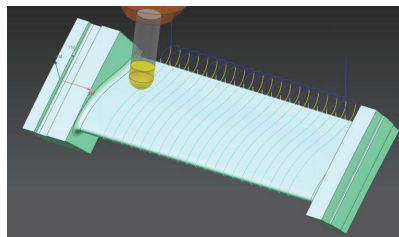


Рисунок 5.12 - Операція для обробки центральної частини пера лопатки

Інструмент має радіус більше, ніж радіус скруглення пера і

хвостовика. Перо лопатки утворене двома гранями (1 і 2 на рис. 5.13).

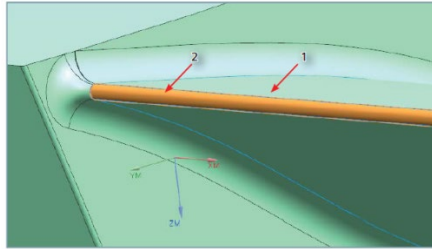


Рисунок 5.13 - Для завдання геометрії, що управляє, використані дві грані

У діалоговому вікні завдання геометрії, що управляє, ці грані відображені в списку (рис. 5.14).

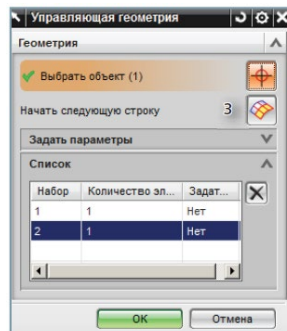


Рисунок 5.14 - Дві грані геометрії, що управляє, в діалоговому вікні показані списком

Грань 2 вибрана і тому підсвічується в графічній області. Вісь інструменту задана По нормалі до ОП (пізніше змінимо цю установку). Детальніше розберемо вектор проекції. Вектор проекції в даному випадку не може бути фіксованим, як в попередньому прикладі, оскільки необхідно обробити замкнуту поверхню з усіх боків. Найкращий результат дає значення У напрямку до тієї, що управляє (рис. 5.15).

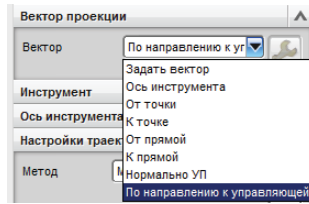


Рисунок 5.15 - Вектор проекції заданий У напрямку до тієї, що управляє

Що управляє (УП) і оброблювана поверхні (ОП) в даному випадку співпадають. Опція У напрямку до тієї, що управляє схожа на Нормально УП, тобто проектування здійснюється по нормалі до поверхні в точці контакту, але проектування йде без урахування інших граней моделі (як би з невеликої відстані), що зазвичай дає кращий результат.

5.4.16 Виберіть операцію VARCONTOUR_FILLET і виконайте її верифікацію(рис. 5.16).

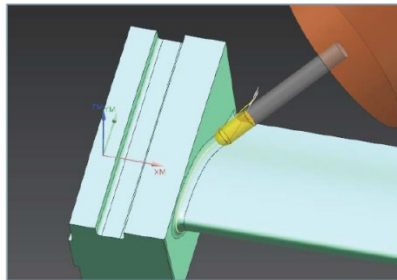


Рисунок 5.16 - Операція обробки скруглення пера і хвостовика лопатки

5.4.17 Відкрийте діалогове вікно операції. Основні відмінності від попереднього випадку полягають в тому, що при завданні Відсотка поверхні Початковий і Кінцевий прохід рівний 50%(1), Число переміщень по кроку дорівнює 0(2). Вісь інструменту задана просто По нормалі до УП, зменшити або збільшити кут можна, просто змінивши значення поверхні (рис. 5.17), що утворює при завданні відсотка. Спробуйте 50% і 70%.

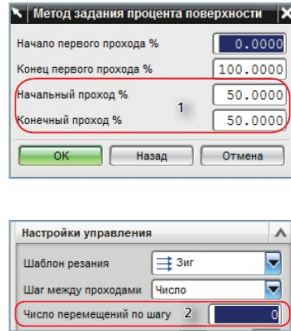


Рисунок 5.17 - Установки відсотка поверхні, які дають один прохід

5.4.18 У нашому прикладі включите шар 5, допоміжні поверхні цього шару (рис. 5.18) використовуватимемо як керівники.

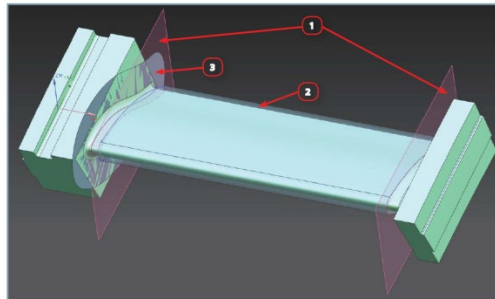


Рисунок 5.18 - Допоміжні поверхні, які використовуються як керівники

Однопрохідний варіант траєкторії показаний на рис. 5.19.

У прикладі вона збережена під ім'ям VARIABLE_CONTOUR_SINGLE - DRIVE. У операції використана збірна фреза зі змінними пластинами, яка працює з кутом випередження 20°.

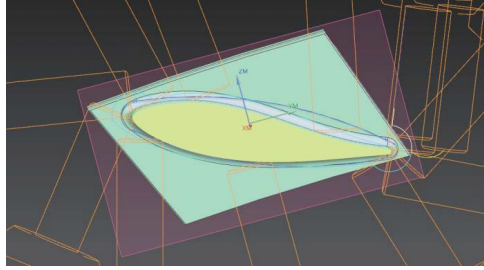


Рисунок 5.19 - Застосування кінцевих фрез для обробки лопатки можливо при використанні кута випередження інструменту

Поверхня 3 на рис. 5.18 використовується для обробки торця хвостовика. Вона побудована на основі загального ребра скруглення і торця хвостовика шляхом зміщення цієї кривої по грані. По двох кривих створена нова поверхня.

5.4.19 Траєкторія показана на рис. 5.20, діалогове вікно операції - на рис. 5.21.

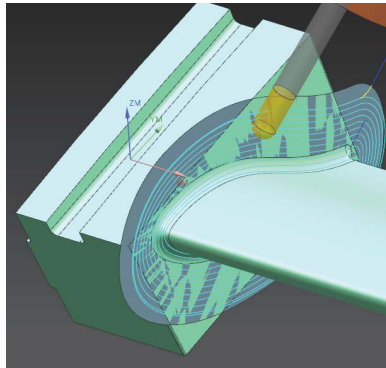


Рисунок 5.20 - поверхня, що Управляє, для обробки хвостовика

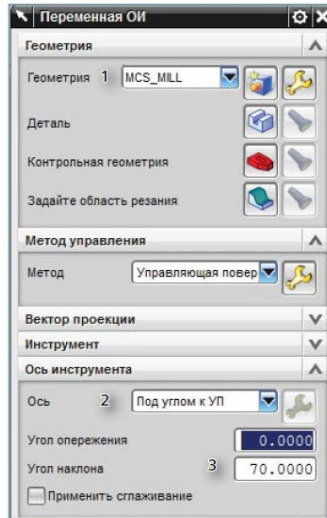


Рисунок 5.21 - Обработана геометрия не задана, щоб виключити проектування шаблону обробки

Зверніть увагу, що батьківською геометричною групою(1) є MCS_MILL (а не WORKPIECE, як в інших операціях) і не горить ліхтарик біля команди Деталь. Це зроблено для того, щоб виключити проектування на деталь, у нас не скрізь можливе проектування при використанні такої УП.. Шаблон різання не проектується і співпадає з траєкторією. Частина рухів інструменту здійснюється по повітрю, але траєкторія дуже гладка, що у більшості випадків прийнятніше. Орієнтація осі інструменту - під кутом до УП, кут нахилу осі інструменту відносно нормалі - 70° . Операція в прикладі збережена з ім'ям VARCONTOUR_ONLY_DRIVE.

5.4.20 Відкрийте вже знайомий нам приклад blade_setup_1.prt.

5.4.21 У операції STREAMLINE_BLADE_NOBALL застосовані лінії потоку, як на рис. 5.22.

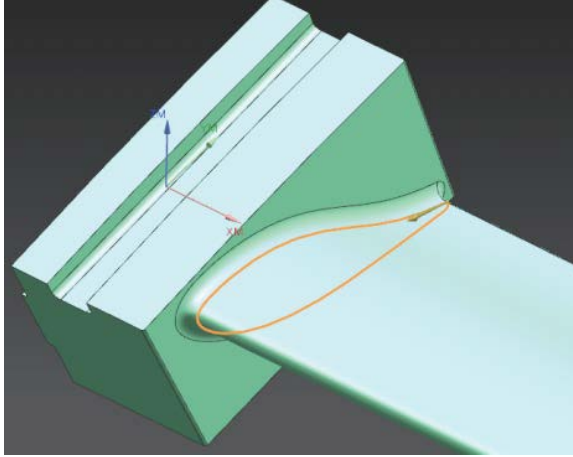


Рисунок 5.22 - Лінії потоку можна використати замість поверхонь, що управляють

Ця операція дозволила використати нешаровий інструмент без додаткових побудов (рис. 5.23).

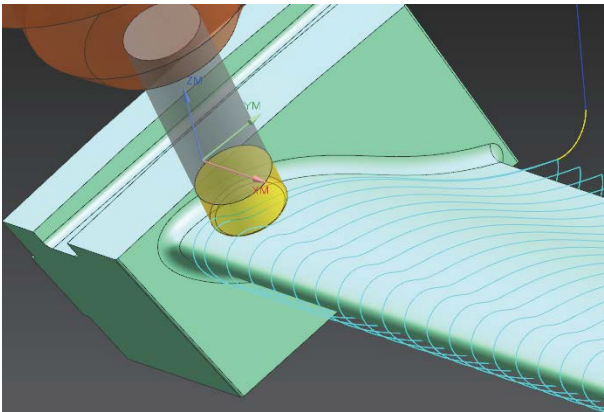


Рисунок 5.23 - Траєкторія обробки лопатки на основі операції VARIABLE_STREAMLINE

І нарешті, обробка торця хвостовика може виконуватися по двох

кривих, заданих як криві потоку (рис. 5.24), що також не вимагає створення поверхні, що управляє.

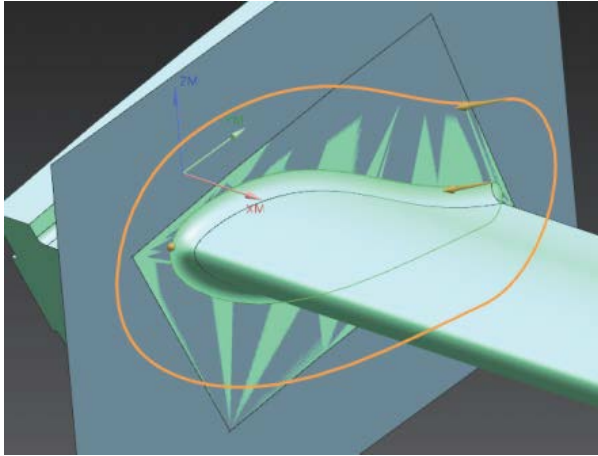


Рисунок 5.24 - Обробка торця хвостовика по двох кривих, заданих як криві потоку

5.4.22 Відкрийте приклад blade2.prt (рис. 5.25).

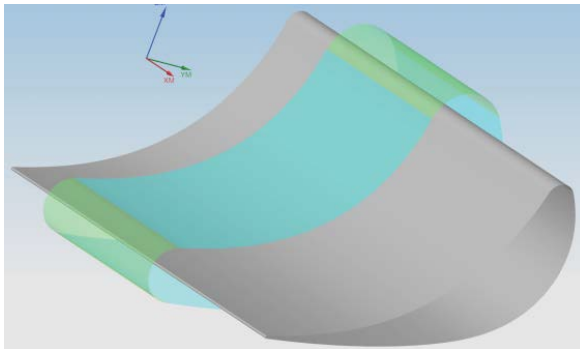


Рисунок 5.25 - геометрія, що Управляє, для управління поданням на кромках Лопатки

5.4.23 Відкрийте діалогове вікно операції VARIABLE_CONTOUR

і, далі, діалогове вікно завдання геометрії (рис. 5.26), що управляє.

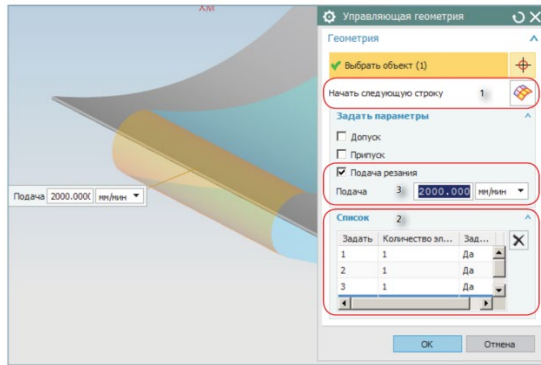


Рисунок 5.26 - Для різних граней геометрії, що управляє, можливе завдання окремого подання

5.4.24 Тут все задано, розберемо порядок дій. Закрийте діалогове вікно операції. Відкрийте діалогове вікно операції VARIABLE_CONTOUR_VAR_LEAD, тут вісь інструменту задана параметром Оптимізація по УП.

5.4.25 Виконайте команду Змінити - ключик поряд зі значенням параметра орієнтації осі інструменту. З'явиться нове діалогове вікно (рис. 5.27).

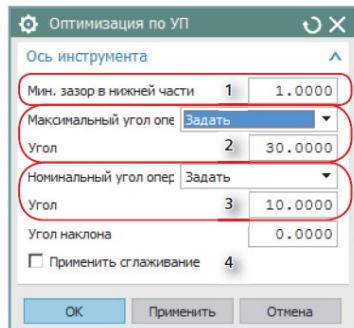


Рисунок 5.27 - Параметр осі інструменту Оптимізація по УП для використання змінного кута випередження

Основний параметр Хв. Проміжок в нижній частині інструменту(1). На рис. 5.27 показаний інструмент в одній з точок траєкторії, значення цього параметра показане стрілкою. Окрім цього, можна задати Максимальний(2) і Номінальний кути випередження(3). Спочатку замість значення Задати використайте Немає, тоді значення кутів не просяться і система при розрахунку має максимум свободи. Кути можна задати явно при необхідності.

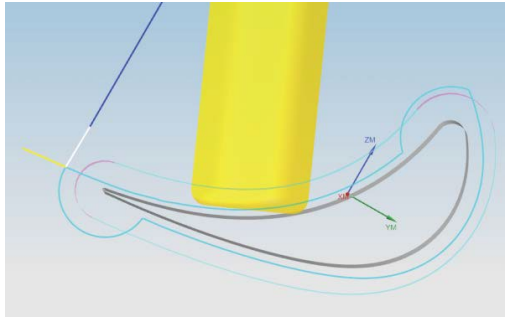


Рисунок 5.28 - Параметр Хв. Проміжок в нижній частині інструменту також корисний при використанні некульових фрез

5.4.26 Оформити звіт, який має містити:

- найменування роботи;
- загальні відомості про етапи створення операцій 5 - осьової позиційної обробки

5.4.27 Відповісти на запитання викладача та захистити звіт.

5.5 Контрольні питання

5.5.1 Ознайомлення з основними елементами 5 - осьової обробки

5.1.2 Як виконувати обробку лопаток.

Практична робота №6

Розробка технологічної операції 5 - осьової безперервної обробки в NXCAM(продовження)

6.1 Мета роботи

6.1.1 Ознайомлення з основними елементами інтерфейсу підмодуля NXCAM 5 - осьової безперервної обробки

6.2 Матеріально - технічне забезпечення

6.2.1 ЕОМ.

6.2.3 Програмне забезпечення NXCAM.

6.3 Загальні положення і відомості

Ця операція в основному призначена для обробки похилих стінок, що представляють лінійчасті поверхні, бічною стороною інструменту. Одна з тих, що утворюють лінійчасті поверхні - пряма лінія, саме в цьому на-правленні можливе позиціонування інструменту бічною стороною уздовж поверхні. Це операція з високим рівнем автоматизації. Досить задати дно кишені, і система автоматично знаходить стінки і позиціонує по них інструмент, причому вісь інструменту забезпечує плавний перехід між стінками, розташованими під кутом один до одного.

Зверніть увагу, що дно кишені в даному випадку не плоске. У операції також включено відображення інструменту для наглядно-сти, і видно, що інструмент позиційований уздовж стінок. Серед параметрів різання є Кут нахилу осі інструменту від стінки(3), що корисно при виконанні чистового проходу уздовж низу стінки при роботі поблизу високих стінок.

Параметри Допоміжні переміщення (Переміщення без різання) нам в основному вже знайомі. Відмітимо, що для 5-осьових контурних операцій є значно більше можливостей за призначенням урізувань і відведень Наприклад, можливі 4 варіанти завдання урізування по дузі.

6.4 Порядок виконання практичної роботи

6.4.1 Відкрийте приклад ufd_var_case1_setup_1.prt. 1 Виберіть операцію CONTOUR_PROFILE1, операція буде відображена (рис.6.1).

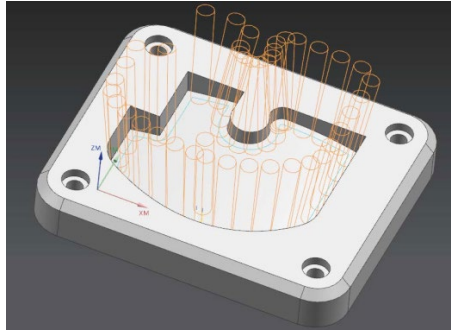


Рисунок 6.1 - Приклад деталі, де також актуальне використання операції CONTOUR_PROFILE

6.4.2 Двічі клацніть по операції. Відкриється діалогове вікно операції (рис. 6.2).

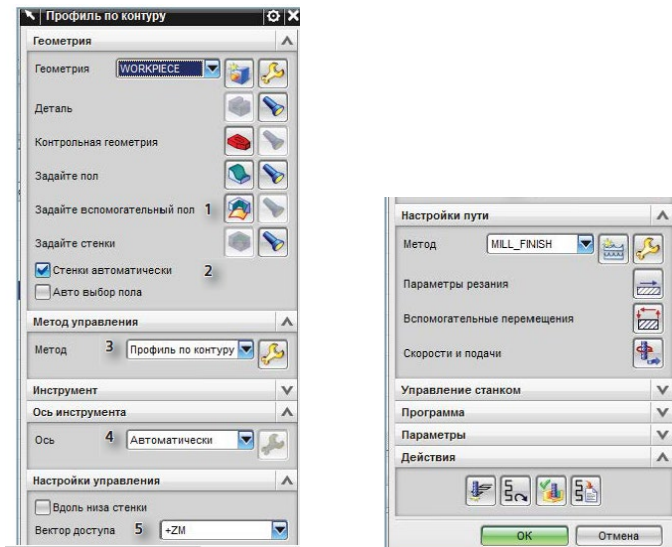


Рис. 6.2. Діалогове вікно операції CONTOUR_PROFILE

У операції заданий тільки Пол(1), при включеному прапорі Стінки авто-матически(2) можна відразу генерувати операцію. Метод

управління заданий як Профіль по контуру(3), і є команда доступу до параметрів методу управління, Вісь інструменту(4) - Автоматично, Вектор доступу(5) заданий як +ZM. Часто взагалі немає необхідності змінювати ці установки. Проте можливість внесення змін буває дуже корисна в складних випадках.

6.4.3 Створіть копію операції і в копії вимкнете прапор Стінки автоматично. Задайте стінки явно, як показано на рис. 6.3. Згенеруйте операцію, результат показаний на рис. 6.4.

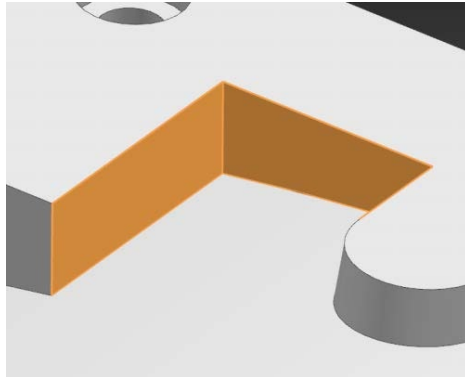


Рисунок 6.3 - Варіант завдання стінок явно в операції CONTOUR_PROFILE

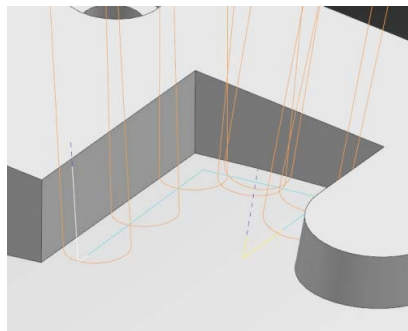


Рисунок 6.4 - Результуюча траєкторія при виборі стінок як на рис. 6.3

Операція може бути багатопрохідною. Знову створіть копію операції. Управління проходами знаходиться в Параметрах різання на окремій вкладці (рис. 6.5).

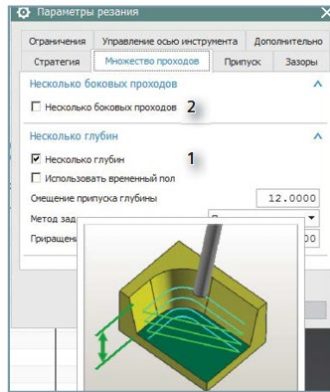


Рисунок 6.5 - Управління проходами знаходиться в Параметрах різання - Безліч проходів

Можливі як проходи по глибині(1), так і бічні проходи(2).

6.4.4 У копії задайте параметри як на малюнку і згенеруйте операцію. Результат показаний на рис. 6.6.

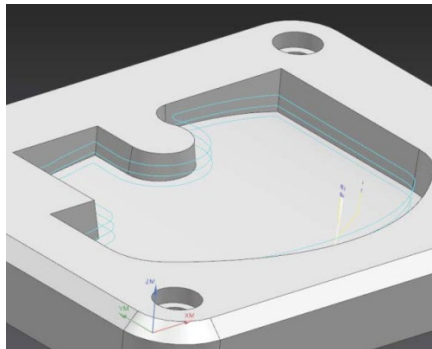


Рисунок 6.6 - Багатопохідний варіант операції
CONTOUR_PROFILE

6.4.5 Знову створіть копію першої операції і в копії переопределите інструмент на конічний. Згенеруйте операцію і виконайте її верифікацію (рис. 6.7).

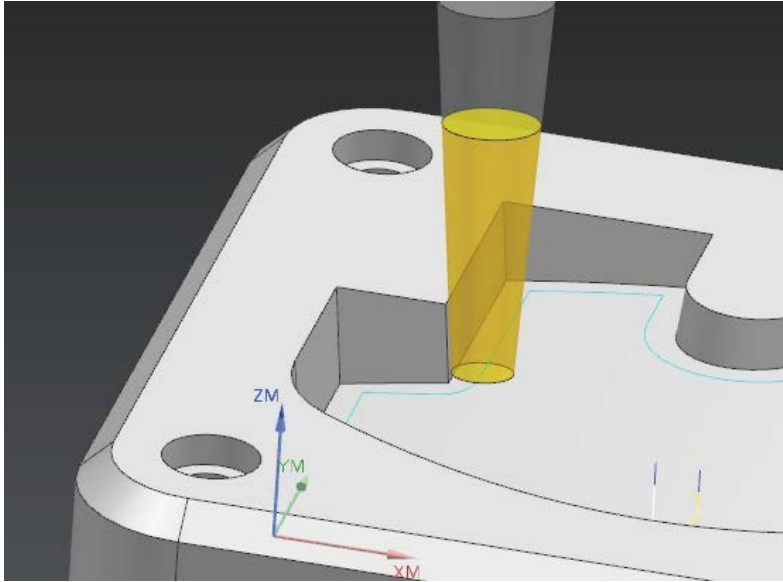


Рисунок 6.7 - Операція підтримує конічний інструмент

6.4.6 Відкрийте приклад `cont_prof_gaps_setup_1.prt`. У ній є операція `WALL_GAP - CUT`, це операція Профіль по контуру. Виберіть її. Попутно помітимо, що в операції Пол не заданий, обробляються тільки стінки.

6.4.7 Створіть три копії операції і відтворіть описані траєкторії. Альтернативно можна відкрити приклад `cont_prof_gaps_setup_1fin.prt`, де ці траєкторії створені. Знову створіть копію першої операції і в копії виконаєте команду завдання параметрів методу управління. З'явиться діалогове вікно методу управління. У цьому діалоговому вікні встановите положення Початкової(1) і Кінцевої точки(2) в значення що Задається користувачем (рис. 6.8) і задайте точки початку і кінця реза, як показано.

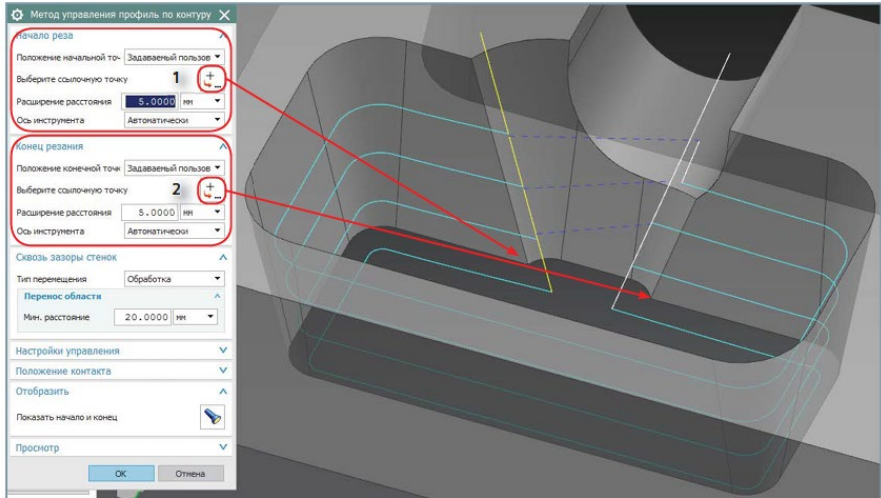


Рисунок 6.8 - Варіант операції з явним завданням початкової і кінцевої точок

6.4.8 Задайте параметр Розширення відстані для обох випадків = 5 мм (можна спочатку сгенерувати операцію для нульового розширення, щоб наочно побачити дію цього параметра). Натисніть ОКИ і сгенеруйте операцію, результат показаний на цьому ж малюнку. У операції START_POINT_MIDDLE точка підходу до контура розташована на середині щонайдовшої сторони (рис. 6.9).

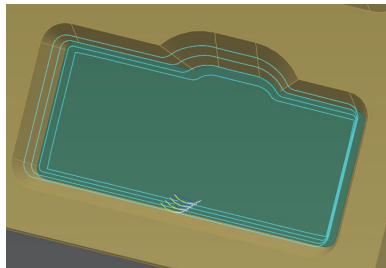


Рисунок 6.9 - Варіант операції, де точка підходу до контура розташована на середині щонайдовшої сторони

6.4.9 Створіть копію операції і в копії змініте параметр Початок області в значення Кут. Згенеруйте операцію. NX додасть руху урізування/відведення в одному з опуклих кутів (рис. 6.10). Якщо кутів декілька і потрібно використати інший кут, то явно вкажіть точку потрібного кута.

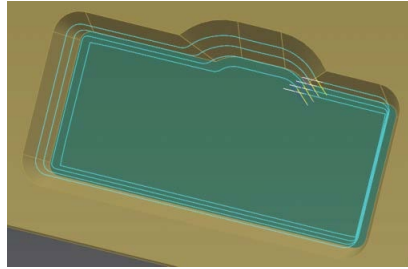


Рисунок 6.10 - Варіант операції, де точка підходу до контура розташована на опуклому вугіллі

6.4.10 Відкрийте приклад `cont_ring_height.prt` (рис. 6.11). У ній є траєкторія обробки стінок, що примикають до западини.

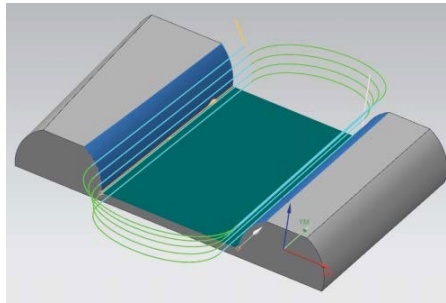


Рисунок 6.11 - Приклад, що ілюструє зміщення точки контакту по осі інструменту

6.4.11 Виконайте верифікацію наявної операції зі зніманням матеріалу. Як можна бачити, на поверхні залишається досить великий гребешок. Зробіть копію операції, в ній відкрийте діалогове вікно метода управління. Параметр Висота кільця заданий значенням Немає (рис.

6.12).

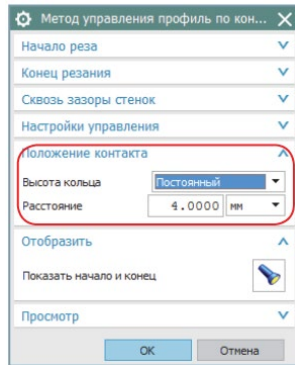


Рисунок 6.12 - Розташування параметра, задаючого зміщення точки контакту

6.4.12 Рисунок 6.13 показує положення точки контакту: а - немає смеще-ния; б - зміщення 4 мм; у - зміщення задане, але при наближенні до дна не виконується. Задайте значення Постійний і рівний 4 мм, згенеруйте операцію. Виконайте верифікацію. Величина гребінця при тому ж значенні проходів стала помітно менша за рахунок зміщення точки контакту інструменту з опуклою поверхнею. Також звернете увагу, що при наближенні до дна зміщення зменшується аж до 0 для запобігання урізуванню в дно.

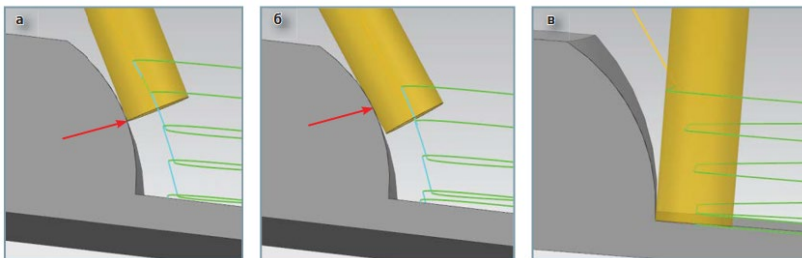


Рисунок 6.13 - Різне положення точки контакту

6.4.13 Відкрийте приклад (рис. 6.14) srf_area_11.prt.

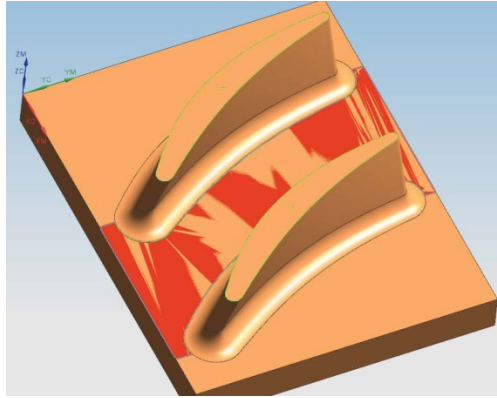


Рисунок 6.14 - поверхня, що Управляє, для обробки міжлопаткового простору

6.4.14 Відкрийте діалогове вікно операції `VARIABLE_CONTOUR_FLOOR`, переконайтеся, що Орієнтація інструменту задана значенням Інтерполяція вектору. Виконайте команду із зображенням ключика поряд з полем завдання орієнтації інструменту. З'явиться нове діалогове вікно(рис. 6.15), в нім є Список точок, де явно задана орієнтація інструмента(1).

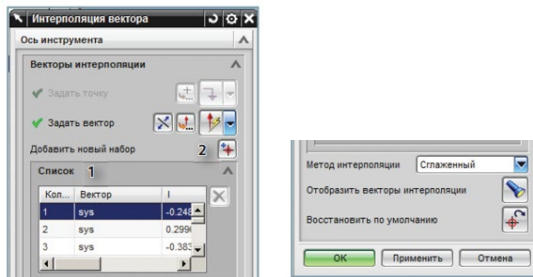


Рисунок 6.15 - Діалогове вікно для завдання орієнтації інструменту інтерполяцією вектору

У графічній області відображені усі задані вектори (рис. 6.16). Якщо вибрати один з векторів, то в цій позиції відобразяться

інструмент із заданою орієнтацією і система координат з маркерами, що дозволяють міняти вісь інструменту динамічно.

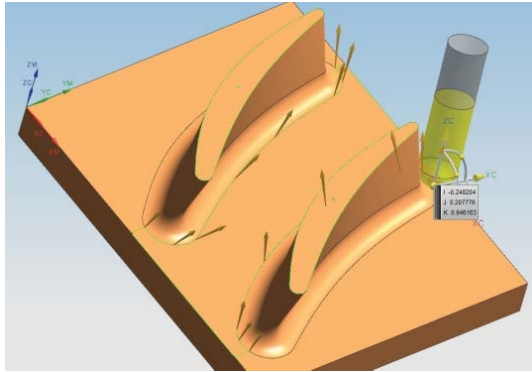


Рисунок 6.16 - Набір векторів для завдання орієнтації у вказаних точках

6.4.15 Можна додати новий вектор командою Додати новий набір(2) або видалити вектор. Втім, робота зі списком вже була розглянута раніше. Регенеруйте операцію, в установках відображення задана візуалізація осі інструменту лініями. Результат показаний на рис. 6.17.

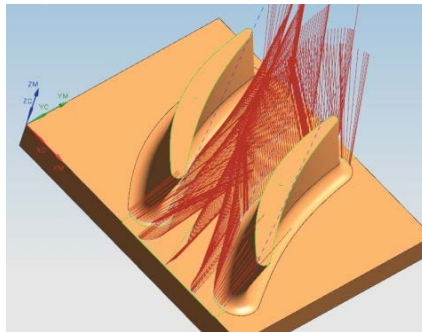


Рисунок 6.17 - Положення осі інструменту умовно показано в точках траєкторії

6.4.16 Оформити звіт, який має містити:

- найменування роботи;
- загальні відомості про етапи створення операцій

6.4.17 Відповісти на запитання викладача та захистити звіт.

6.5 Контрольні питання

6.5.1 Ознайомлення з основними елементами 5 - осьової обробки

6.1.2 Як виконувати обробку лопаток.

Перелік джерел:

1. Leu, Ming & Tao, Wenjin & Armani, Amir & Kolan, Krishna. (2017). NX 12 for Engineering Design.
2. Koh J. Siemens NX 10 Nastran: Tutorials for Beginners and Advanced Users. – onsia, 2017. Koh J. Siemens NX 10 Nastran: Tutorials for Beginners and Advanced Users. – onsia, 2017.
3. Tickoo S. Siemens NX 2021 for Designers. – CAD/CIM Technologies, 2021.