

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Тришин П.Р.
ТЕКСТИ (конспект) лекцій з дисципліни

**«Автоматизовані системи технологічної підготовки
виробництва»**

для студентів всіх форм навчання
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
спеціалізації «**Технології машинобудування**»
галузі знань «Механічна інженерія»

Тексти (конспект) лекцій з дисципліни «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. доц. Тришин П.Р., ст. викл. Кучугуров М.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 67 с.

Укладач – Тришин П.Р., ст. викл. каф. ТМБ
Кучугуров М.В., ст. викл. каф. ТМБ

Рецензент – Логомінов В.О. канд.техн.наук, доц. каф. ТМБ

Відповідальний за випуск – доц., к.т.н. Дядя С.І.

Затверджено на
засіданні кафедри
«Технології
машинобудування»
Протокол № 1 від
06.08.2024р.

Рекомендовано до
видання НМК
машинобудівного
факультету
протокол № 1
від 27.08.2024р.

ЗМІСТ

Тема 1. Основи роботи в модулі обробки NX CAM	4
Тема 2. Чорнове фрезерування, операція CAVITY_MILL в NX CAM	15
Тема 3. 2,5 осьове фрезерування – обробка плоских граней в NX CAM	23
Тема 4. 2,5 осьове фрезерування – обробка по Z рівням в NX CAM	35
Тема 5. 2,5 осьове фрезерування – обробка з використанням границь – PLANAR_MILL	41
Тема 6. Обробка отворів в NX CAM	47
Тема 7. 3 осьова обробка в NX CAM, контурні операції	58
Тема 8. Високошвидкісна обробка в NX CAM	61
Література	67

ТЕМА 1. ОСНОВИ РОБОТИ В МОДУЛІ ОБРОБКИ NX CAM

Запуск NX CAM і головне вікно

Будемо розглядати роботу NX під управлінням ОС Windows. Як і більшість програм, запуск NX здійснюється з меню Пуск: «Всі програми - Siemens NX8.0 - NX8.0».

Інтерфейс в NX побудований на основі Ролей: в залежності від завдання ви вибираєте ту чи іншу роль, в NX буде завантажений інтерфейс для обраної ролі. Ви можете створити свою роль і налаштувати інтерфейс для себе. У даному конспекті лекцій використовується роль - Розширена з повним меню.

Вікно NX після відкриття моделі буде виглядати, як на рис. 1.1. Вважаючи, що читач вже познайомився з інтерфейсом NX, вивчаючи модуль CAD, опишемо тільки ті елементи, які відносяться до обробки.

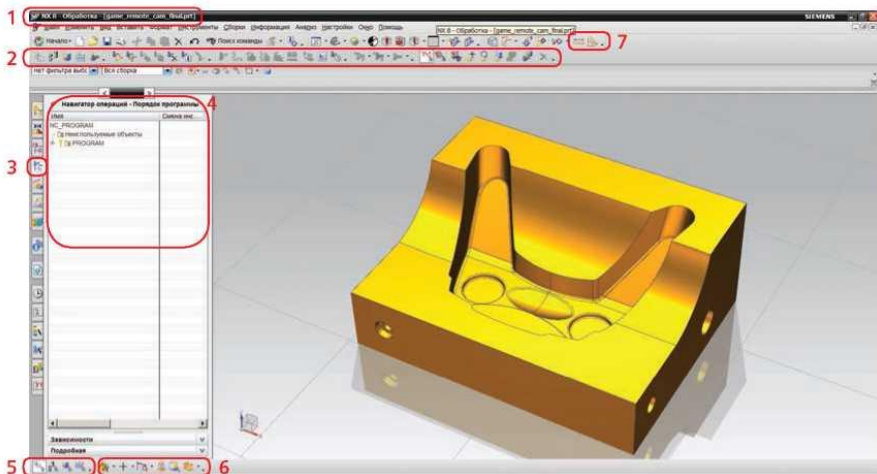


Рисунок 1.1 – Вікно програми NX CAM

1. У заголовку, крім назви системи, відображаються назва модуля (в даному випадку «Обробка») і ім'я робочої деталі.
2. Панелі інструментів модуля «Обробки» (видно, тільки якщо ви перебуваєте в цьому модулі).

3. Команда виклику навігатора операцій на панелі ресурсів. Так як дана модель збережена з активним модулем обробки, цей модуль вже є обраним при відкритті моделі. Дану команду не видно, поки ви не ввійшли в модуль обробки.

4. Вікно для відображення інформації поточного навігатора, в даному випадку навігатора операцій. Вікно є основним засобом відображення інформації за операціями обробки (буде детально розглянуто пізніше).

5. Панель перемикання видів навігатора операцій.

6. Панель інструментів CAD, доступна з модуля САМ і не вимагає CAD-ліцензії. У ній зібрані інструменти, корисні для підготовки моделі до обробки.

7. Команди вимірювання (ці інструменти використовуються і в CAD, але згадаємо про них, так як вони досить часто використовуються і в САМ).

Головне меню, панель вибору, рядок статусу та підказки також доступні і активно використовуються.

Етапи розробки керуючих програм

Розробка керуючих програм в NX САМ проводиться в кілька етапів. Послідовність роботи показана на рис. 1.2. Не всі етапи є обов'язковими.

Робота починається з Вибору оточення обробки (ініціалізація). Для різних видів обробки використовуються різні шаблони для ініціалізації. На цьому етапі створюються ті об'єкти, які необхідні для даного виду обробки.

Наступний етап - Аналіз геометрії. Він необхідний, якщо технолог моделі не створював, а отримав її від конструктора або стороннього замовника. На даному етапі аналізуються габаритні розміри деталі, розміри елементів (ширина паза, діаметр отвору і ін.), радіус закруглення елементів моделі, наявність і величина ухилів (для оснащення).

Підготовка моделі до обробки іноді необхідна - на цьому етапі можна прибрати елементи, які будуть отримані на інших операціях (наприклад, електроерозійної обробкою), додати ухили, припуски, модифікувати елементи моделі з урахуванням полів допусків розмірів і т. д. Фактично це CAD-операції для задач САМ; вони також будуть

розглянуті далі. Правильно модифікувати не саму конструкторську модель, а її асоціативну копію.



Рисунок 1.2 – Этапы разработки керуючої програми в NX CAM

Важливий етап - Створення або редагування батьківських груп. Це відмінна риса NX CAM; об'єкти, задані в батьківських групах, успадковують - використовують їх операціями. Такий підхід дозволяє модифікувати відразу всі операції, що використовують конкретну батьківську групу, шляхом модифікації об'єктів цієї групи. Батьківські групи визначаються для 4 категорій: Програма, Інструмент, Геометрія, Метод. Детально це розглянуто в наступному розділі.

Далі йде етап Створення або редагування операцій обробки. Операції бувають різного типу і використовують різні батьківські групи. На це звернемо увагу при розгляді конкретних операцій.

Операції з конкретними параметрами можна зберегти в проекті, не генеруючи їх. Це корисно, якщо процес генерації операцій займає чимало часу.

Генерування траєкторій винесено в окремий етап, причому воно може здійснюватися відразу для групи операцій.

Перевірка траєкторій необхідна для того, щоб виявити можливі проблеми, наприклад, заріз або зіткнення інструменту з оснащенням. У NX CAM є кілька інструментів перевірки траєкторій, в тому числі і симуляція роботи верстата, здійснювана в кодах керуючої програми.

Етап постпроцесування траєкторії не залежить від конкретного верстата. Для того щоб траєкторія була відпрацьована верстатом, вона повинна бути Постпроцесована (або перетворена в формат конкретного верстата). Саме на цьому етапі виходить керуюча програма (УП), причому одна УП може включати кілька траєкторій, створених різними операціями. Однак постпроцесор неправильно розглядає як простий конвертор - він може виконувати додаткові перевірки, обчислення, може аналізувати деякі умови і залежно від цього модифікувати інформацію, що виводиться.

Разом з керуючою програмою в цех зазвичай передається Цехова документація. Зазвичай це карта налагодження із зазначенням нульової точки програми, порядку операцій і різної атрибутивною інформацією (розробник, дата, код деталі, час обробки і т. д.), а також список інструментів із зазначенням номерів осередків магазину, що необхідно для правильної наладки верстата.

Для роботи з об'єктами обробки в NX служить спеціальний навігатор операцій.

Наслідкування параметрів в навігаторі операцій

Навігатор операцій відіграє дуже важливу роль, тому докладне знайомство з модулем обробки почнемо з нього. Одна з функцій навігатора операцій - відображати зв'язки між об'єктами обробки. Важливу роль при цьому відіграє поняття батьківських і дочірніх об'єктів. Дочірні об'єкти успадковують інформацію батьківських. Такий підхід дозволяє легко модифікувати один з параметрів (наприклад, припуск на обробку) відразу для декількох дочірніх об'єктів (операцій), змінивши його в батьківському об'єкті. Активне

використання батьківських об'єктів дозволить в подальшому більш ефективно використовувати модуль.

Навігатор має 4 види: вид програм, вид інструментів, вид геометрії і вид методів. Панель перемикання видів позначена цифрою 5 на рис. 1.1. Детальніше ця панель показана на рис. 1.3, цифрами позначені команди перемикання видів: 1 - Вид програм, 2 - Вид інструментів, 3 - Вид геометрії, 4 - Вид методів обробки.



Рисунок 1.3 – Панель навігатора операцій

На рис. 1.4 представлений вид геометрії навігатора операцій. Нам на даному етапі важливо, що в ньому відображаються об'єкти з урахуванням їх батьківських зв'язків. Якщо у вас вид не такий, розгорніть вкладені об'єкти.

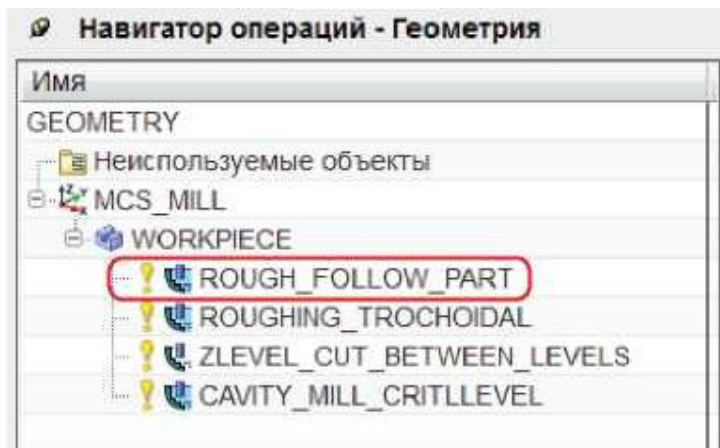


Рисунок 1.4 – Навігатор операцій – вид Геометрія

На рисунку видно, що операція `ROUGH_FOLLOW_PART` успадковує параметри від об'єкта `WORKPIECE` (який, в свою чергу, успадковує параметри від об'єкта `MCS_MILL`). Як буде показано далі, в об'єкті (або батьківській групі) `MCS_MILL` зазвичай задаються система координат верстата і площина безпеки. Батьківська група `WORKPIECE` найчастіше описує оброблювану геометрію, геометрію заготовки і деякі інші геометричні об'єкти. Таким чином, відразу видно, що всі операції цього проекту використовують одну і ту ж оброблювану геометрію і систему координат.

У операції є 4 типи батьків і кожен вид навігатора показує ті ж операції в залежності від цих об'єктів.

Навігатор операцій набуває виду, як на рис. 1.5.

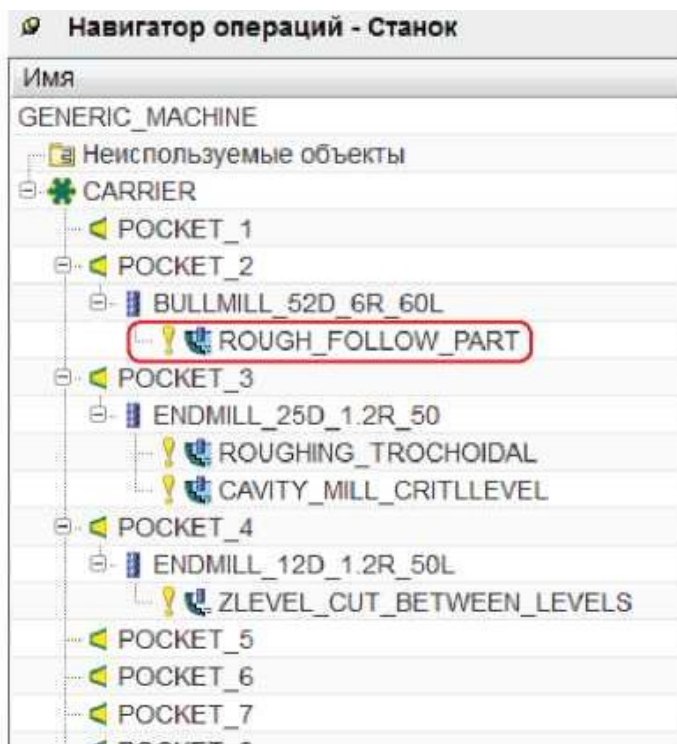


Рисунок 1.5 – Навігатор операцій – Вид верстата

Об'єкт верхнього рівня - це верстат (якщо верстат не заданий, то зазначено `GENERIC_MACHINE` - абстрактний верстат). Цей верстат має магазин інструментів `CARRIER` з 20 осередками для інструментів (`POCKET_X`). Кармани 2-4 містять інструменти. Інструменти є батьківськими об'єктами для операцій.

На малюнку видно, що операція `ROUGH_FOLLOW_PART` використовує інструмент `BULLMILL_52D_6R_60L`, який знаходиться в кармані `POCKET_02` магазину інструментів. При виведенні керуючої програми номер інструменту в цій операції буде відповідати номеру комірки `POCKET_02`. Міняти інструмент в операції можна простим перетягуванням операції на інший інструмент. Також можна перетягувати інструмент (разом з операціями) в іншу клітинку магазину.

Вид методів (рис. 1.6) показує, що наша операція `ROUGH_FOLLOW_PART` використовує метод `MOLD_ROUGH_HSM`. Для кращого розуміння скажімо, що в методі зазвичай задають інформацію про допуск і припуск. В даному випадку метод `MOLD_ROUGH_HSM` містить чорнові настройки цих параметрів, а `MOLD_FINISH_HSM` - чистові.

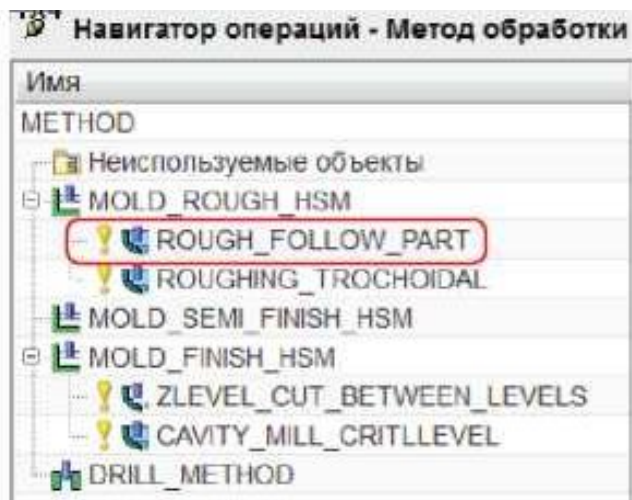


Рисунок 1.6 – Навігатор операцій – Вид методу обробки

І нарешті, вид програм (рис. 1.7) показує порядок виведення операцій в керуючу програму і угруповання операцій. Ви можете генерувати операції в будь-якому порядку, а потім їх упорядкувати, використовуючи вид програм навігатора операцій (зауважимо, що результат деяких операцій залежить від попередніх операцій, тому після такого переупорядкування може знадобитися повторна генерація траєкторій). Для ілюстрації угруповання в даному випадку операції об'єднані в групи по дві. Якщо ви відправите на постпроцесор групу 1, то в одну УП будуть виведені дві операції, а якщо групу PROGRAM - то всі чотири.

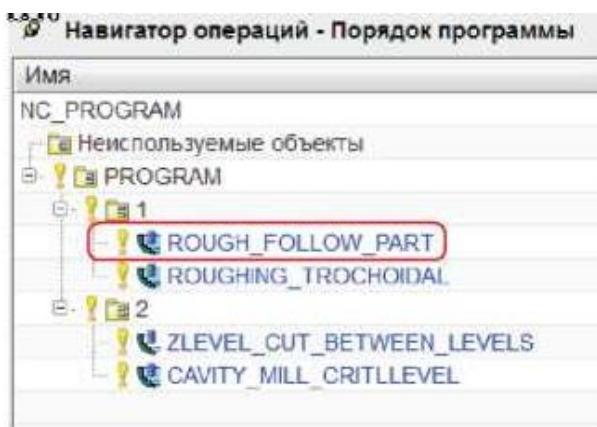


Рисунок 1.7 – Навігатор операцій – Вид програм

Траєкторію руху інструменту в кожній операції можна побачити, просто вибравши операції в навігаторі операцій (за замовчуванням зазвичай активна опція «автовідрисовка»).

Створення нового проекту

Перш ніж розглядати етап ініціалізації, поговоримо про принцип майстер-моделі. Він грає важливу роль при роботі не тільки в NX CAM, а й в NX в цілому. Полягає цей принцип в тому, що будь-яка модель деталі або збірки, створена один раз, використовується в наступних додатках в ролі вихідних даних. Вихідна модель при цьому не змінюється, а використовується посилання або асоціативна копія.

Однак зміни цієї моделі конструктором асоціативно враховуються в наступних додатках, в тому числі в САМ (рис. 1.8).

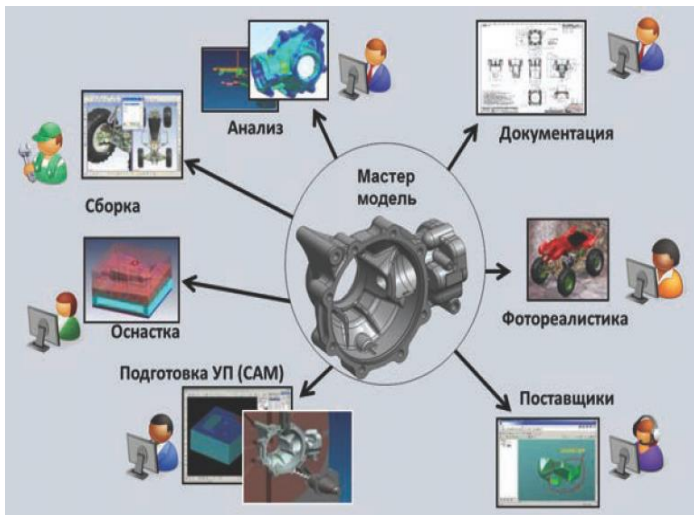


Рисунок 1.8 – Принцип майстер-моделі

Концепція майстер-моделі забезпечує:

- паралельну колективну роботу, що істотно скорочує цикл розробки і виготовлення виробів;
- поділ відповідальності через права доступу;
- асоціативне оновлення даних при зміні вихідної моделі.

Для завдань САМ це відноситься не тільки до оброблюваної деталі, але і до моделей оснащення, інструменту, верстатів для модуля симуляції і ін.

Принцип майстер-моделі використовується на етапі ініціалізації описаним далі способом.

Ініціалізація

При першому вході в модуль обробки проводиться вибір оточення обробки або ініціалізація. При ініціалізації ряд об'єктів обробки створюється автоматично. Так як для різних видів обробки

потрібні різні об'єкти, на цій стадії і уточнюємо вид обробки. У NX є кілька способів ініціалізації. Не будемо їх перераховувати, а опишемо тільки один як рекомендований.

Вікно «Шаблони» (рис. 1.9) містить список шаблонів на різні види обробки. Шаблон «Загальні настройки» - найбільш загальний (для фрезерування), на цьому етапі будемо використовувати його. Зверніть увагу на деякі поля у цьому діалоговому вікні.

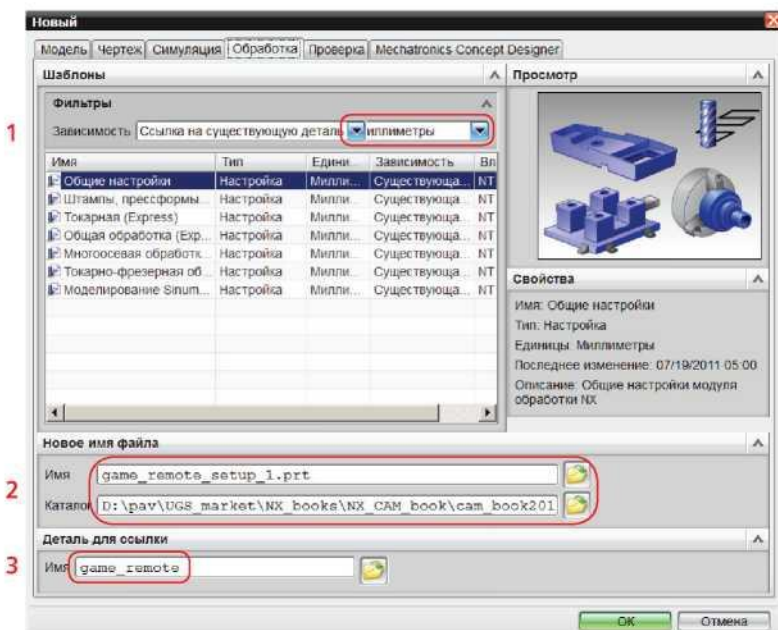


Рисунок 1.9 – Вікно вибору шаблону обробки

1. Якщо ви зберігаєте файл обробки в іншому каталозі, то при повторному відкритті необхідно буде змінити опції завантаження збірки. За замовчуванням система шукає всі компоненти в тому ж каталозі.

2. Одиниці виміру (в нашому випадку міліметри).

3. Ім'я нового файлу, який буде містити дані по обробці. За замовчуванням ім'я збірки створюється на основі імені деталі шляхом додавання суфікса `_setup_1`. Безумовно, ім'я можна змінити як на етапі

створення, так і в подальшому. У діалоговому вікні можна вказати каталог для нового файлу. За замовчуванням це той же каталог, з якого відкрита вихідна деталь.

4. Ім'я вихідної деталі.

Примітка. Залежно від налаштувань за замовчуванням іноді потрібно змінити контрольний набір компонента. Якщо модель не видно на екрані або видно допоміжні побудови, змініть контрольний набір на «Модель» або «Вся деталь».

В результаті цього NX виконає ряд дій.

Буде створена батьківська збірка, що містить оброблювану деталь як компонент; вся інформація по обробці буде записуватися в файл збірки.

Таким чином, виконується концепція майстер-моделі, яка в подальшому дозволить автоматично оновлювати інформацію по обробці при зміні оброблюваної деталі.

Зауважимо, що сам файл збірки не містить геометрії, тому його іноді називають «Збірка для обробки». Використання механізму збірок для цих цілей веде до уніфікації роботи в різних модулях NX. Крім того, коли мова піде про завантаження в проект верстата, пристосування, інструментів, заданих 3D-моделями, переконаємося, що цей механізм найбільш логічний.

Примітка. Фактично при ініціалізації використовується шаблон, який можна змінити так, щоб створювалися потрібні вам об'єкти. Налаштування такого шаблону - один із засобів автоматизації програмування.

Крім цього, буде створено кілька об'єктів обробки (їх тип і кількість визначаються видом обробки). Створені об'єкти можна побачити за допомогою навігатора операцій

Об'єкти MSC_MILL і WORKPIECE створені при ініціалізації. У першому з них зазвичай задається система координат верстата, у другому - геометрія деталі, заготовки, контрольна геометрія. Крім цього, створюються методи обробки за замовчуванням, магазин інструментів та деякі інші об'єкти.

ТЕМА 2. ЧОРНОВЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ, ОПЕРАЦІЯ CAVITY_MILL В NX CAM

Операція CAVITY_MILL (перекладається як «глибинне фрезерування») служить для видалення великого обсягу матеріалу. Глибинне фрезерування ідеально для чорнкової обробки формотворним оснащенням, але використовується і для деталей інших класів. Операція видаляє матеріал плоскими рівнями, перпендикулярними фіксованою осі інструменту, тобто це 2.5-осьова операція. Може використовуватися і як чистова.

Операція має дуже багато параметрів, освоювати їх краще поетапно. Багато параметрів надалі зустрінуться і в інших типах операцій.

Команди операцій чорнкової обробки знаходяться в групі mill_contour (рис. 2.1).

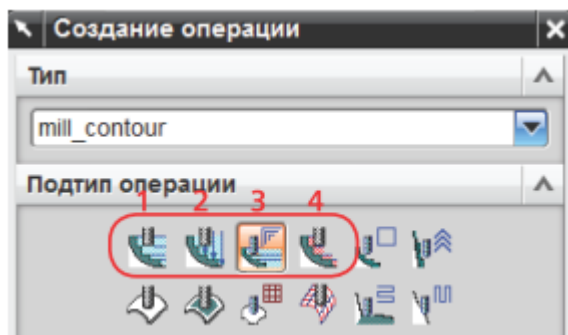


Рисунок 2.1 – Група операцій mill_contour

Таких команд чотири, а операцій - дві:

- 1 - операція глибинного фрезерування CAVITY_MILL;
- 2 - операція фрезерування зануренням PLUNGE_MILLING;
- 3 - операція CORNER_ROUGH (різновид операції CAVITY_MILL і параметром пошуку необроблених кутів);
- 4 - операція REST_MILLING (різновид операції CAVITY_MILL з контролем поточного стану заготовки).

Операція видаляє матеріал за рівнями. Вона відноситься до 2.5-координатної обробки. Операція має гнучкі способи завдання як рівнів, так і шаблону різання, використовуваного на цих рівнях.

Операція CAVITY_MILL - основи

Операція видаляє матеріал за рівнями. Вона відноситься до 2.5-координатної обробки. Операція має гнучкі способи завдання як рівнів, так і шаблону різання, використовуваного на цих рівнях.

Група параметрів Геометрія (1) задає різні об'єкти геометрії (рис. 2.2), з якими працює операція.

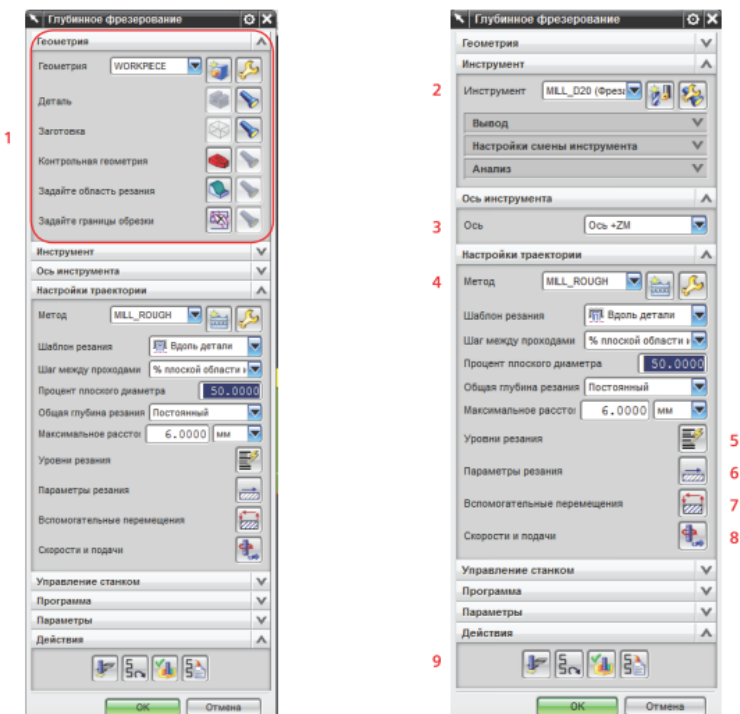


Рисунок 2.2 – Параметри операції CAVITY_MILL

Необхідно обов'язково вказати деталь і заготовку. Решта геометричні об'єкти необов'язкові. Деталь та заготовка вже задані в

батьківській групі WORKPIECE. Про те, що деталь задана, свідчить активний ліхтарик в рядку Задати деталь. Цією командою можна підсвітити заданий об'єкт. На те, що деталь задана не в самій операції, а успадковується з батьківської групи, вказує неактивна команда перед ліхтариком в рядку Задати деталь. Те ж справедливо і для заготовки. Три інші геометричні групи не задані, і ліхтарик у відповідних рядках неактивний. Це необов'язкові об'єкти.

У діалогових вікнах параметри організовані блоками. Блок параметрів можна згорнути або розгорнути (стрілочкою, розташованої праворуч в заголовку блоку).

У блоці Інструмент (2) зазначений заданий інструмент. Він також успадковується з батьківської групи. Але поряд з назвою є команди Змінити і Створити новий, щоб створити або змінити інструмент можна було прямо з операції. У блоці Вісь інструменту (3) зазначена Вісь + ЗМ. Це основний режим операції; вісь інструменту розташована по осі Z системи координат верстата (СКС).

Самий великий блок - Налаштування траєкторії (4). Ряд параметрів вказано прямо в блоці, але так як параметрів багато, то Рівні різання (5), Параметри різання (6), допоміжні переміщення (раніше - Параметри без різання) (7) і Швидкості і подачі (8) винесені в окремі діалогові вікна і викликаються з основного вікна операції. Блок параметрів Дія (9) містить команди Генерувати, Перевернути. Перевірка, Список. Причому для нової операції активна тільки команда Генерувати. Якщо операцію вже згенеровано і викликано на редагування, то доступні всі команди.

Рівні різання і шаблон різання

Рівні різання визначають площини, в яких буде виконуватися обробка, шаблон різання визначає закон руху інструменту в рівнях. У NX досить гнучко задаються як рівні різання, так і шаблон різання.

За замовчуванням Тип діапазону заданий Автоматично і створюється кілька діапазонів рівнів. Маркери у вигляді великих трикутників - це межі діапазонів; вони відповідають рівням плоских горизонтальних граней моделі і визначаються автоматично. Потім всередині діапазонів призначаються додаткові рівні виходячи із заданої глибини різання (вони показані малими трикутниками). Мітка діапазону, яка активна в даний момент, показана динамічним

маркером у вигляді площині зі стрілочкою. Управління рівнями досить гнучке - воно дозволяє видаляти існуючі діапазони і створювати нові, призначати різний крок в різних діапазонах, працювати тільки по межах діапазонів і т. д.

Закон руху інструменту в рівнях - це Шаблон різання. Шаблиони задаються в основному діалоговому вікні операції в групі 4 (рис. 2.2). Можливі значення шаблону різання показані на рис. 2.4.

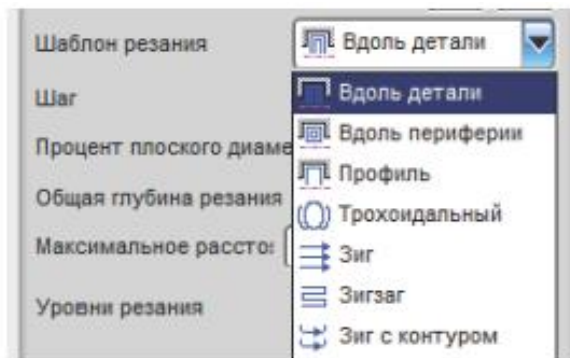


Рисунок 2.4 – Шаблиони різання операції CAVITY_MILL

Шаблон Уздовж деталі - це еквідистантна обробка з заданим кроком між проходами. Це найбільш часто використовуваний шаблон для відкритих областей різання, тобто областей, де можливий підхід інструменту збоку. Шаблон Зигзаг - це обробка рядками вздовж заданого напрямку (зазвичай вздовж осі X або Y, хоча можливо і завдання довільного напрямку). На деяких верстатах (в основному застарілих) така траєкторія виконується швидше, ніж еквідистантна. Відзначимо, що для деякого типу деталей такий шаблон краще підходить.

Шаблон Профіль - це одноразовий прохід по оброблюваній геометрії. Такий шаблон може застосовуватися і для чистової обробки. Шаблон Трохоїдальний використовується при високошвидкісній обробці для усунення проходів на повну ширину фрези. Траєкторія на відкритих ділянках схожа на шаблон Уздовж деталі, але на ділянках типу пазів, де інструмент може відчувати перевантаження, еквідистантно руху замінюються на плоску спіраль (трохоїда). Шаблон Зіг дозволяє витримувати напрямок різання

(попутне, зустрічне фрезерування), але істотно збільшує довжину холостих ходів (рухів без різання). Крім того, при використанні цього шаблону можливі занурення інструменту в матеріал там, де підхід збоку неможливий.

Крім типу шаблону є ще параметри шаблону, основним з яких є Крок проходів. Він задається в основному діалоговому вікні операції там же, де і тип шаблону. Частіше за інших використовується завдання кроку або через відсоток плоского діаметра інструмента, або явним значенням. Плоский діаметр - це діаметр інструмента за вирахуванням 2 радіусів в кутку. Перевагою завдання кроку через параметри інструменту є можливість його автоматичного перерахунку при зміні інструменту в операції. Зверніть увагу, що в залежності від способу завдання кроку нижче відображається один з параметрів: або відсоток плоского діаметра, або максимальну відстань. Цим мінімізується число одночасно відображаються параметрів, що полегшує роботу з системою. Такий підхід застосовується в NX повсюдно.

Інші параметри шаблону описуються в Параметрах різання (група параметрів, позначена цифрою 6 на рис. 2.2) і будуть розглянуті окремо нижче.

Параметри різання

Рухами різання є руху, коли інструмент контактує з деталлю, на відміну від допоміжних рухів (рухів без різання), до яких відносимо врізання, відведення, переходи деякі інші типи рухів між рухами різання. Рухи різання за замовчуванням позначені блакитним кольором.

Ця група параметрів позначена на рис. 2.2 цифрою 6. При виборі команди Параметри різання відкривається нове діалогове вікно (рис. 2.5).

Діалогове вікно має кілька вкладок, організованих в звичному стилі Windows. Більшість параметрів супроводжуються контекстно-залежними рисунками. Перша вкладка Стратегія задає додаткові параметри шаблону різання. В даному випадку задано попутне напрямком різання, що ілюструється відповідним рисунком. Інші параметри цієї вкладки поки можна не розглядати.

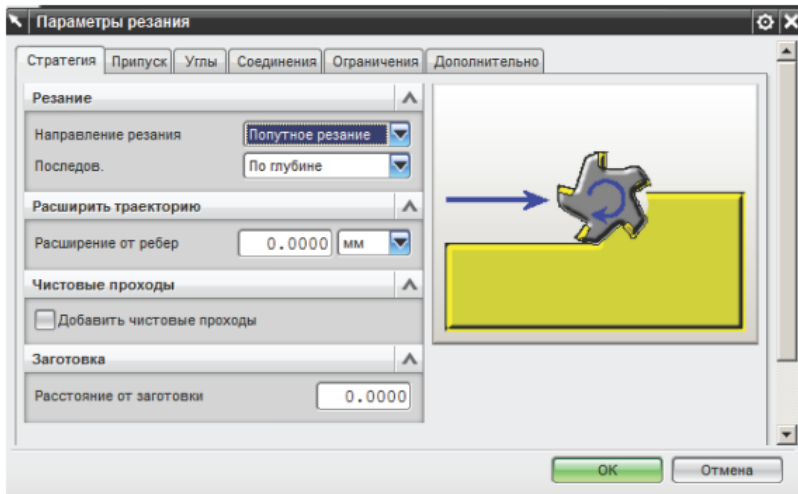


Рисунок 2.5 – Параметри різання

Вкладка Припуск дуже важлива. У ній задаються Допуск і Припуск. Допуск - це точність, з якою виконується розрахунок. У NX використовуються 2 значення допуску: допуск всередину і назовні. Для криволінійних поверхонь розрахунок ведеться як послідовність прямолінійних рухів, віддалених від кривої на величину допуску; можливо, як відхилення в тіло моделі (Допуск всередину), так і від моделі (Допуск назовні). Надмірна точність сильно збільшує час розрахунку, розмір програм. Тому точність зазвичай визначається технологічними міркуваннями.

Припуск - це величина матеріалу, який ви хочете залишити на моделі для подальшої обробки. В операції CAVITY_MILL ви можете задавати різний припуск на дно і на стінки. Є ще й інші типи припуску, наприклад контрольний припуск; він буде розглянутий, коли мова піде про контрольну геометрію.

Необхідні нам на даному етапі параметри допуску і припуску виділені рамкою. Закритий замочок показує, що значення допуску і припуску успадковуються з батьківської групи Метод. Переваги успадкування були розглянуті раніше, в даному випадку видно, що значення цих параметрів задані, хоча в явному вигляді вони не задавалися. Однак іноді потрібно змінити ці параметри в операції. При

зміні замочок буде показаний відкритим, тобто зв'язок успадкування буде розірвана.

Вкладка Кути містить параметри, що впливають на поведінку інструменту в гострих кутах траєкторії. Можливі згладжування кутів, гальмування в кутах. Для високошвидкісної обробки згладжування гострих кутів є одним з головних вимог до траєкторії.

Вкладка З'єднання містить настройки для оптимізації переходів між різними областями різання. На нашій моделі представлена одна область різання, і ці настройки не задіяні.

Вкладка Обмеження накладає обмеження на роботу інструменту в області різання:

1) облік Заготовки в процесі обробки (ЗВПО), тобто інструмент буде враховувати поточний стан заготовки, при цьому мінімізується «різання повітря». Цей параметр буде розглянуто в окремому розділі;

2) прапор Контроль зіткнень з Держателем задає обробку тільки тих ділянок моделі, які доступні для інструменту з поточним власником і заданим вильотом. У NX можливо і навпаки - визначити виліт інструменту, щоб обробити всю задану область, тоді цей прапор повинен бути знятий;

3) Обхід малих областей. Зазвичай на чорнових операціях використовується інструмент щодо великого діаметра. Часто неефективно, щоб такий інструмент занурювався в маленькі закриті області, якщо для подальшої обробки все одно буде використовуватися інструмент меншого діаметру. Параметр фактично є фільтром для виключення подібних ситуацій.

4) Нормативний інструмент. Це ще один механізм урахування попередньої обробки. Можна враховувати попередні операції (1), а можна попередній інструмент. Самих операцій при цьому може не бути. Іноді це корисно і додає гнучкості.

Доступні параметри різання залежать від Шаблону різання.

Так як в цьому випадку проходи розташовуються паралельно уздовж заданого напрямку, з'являється можливість задати цей напрям. Задати його можна явно кутом від осі X, автоматично (коли проходи будуть розташовуватися уздовж найбільшого виміру області різання) і деякими іншими способами.

Параметри інших шаблонів різання залишимо для самостійного вивчення.

Допоміжні переміщення (Параметри без різання)

Всі інші рухи, крім рухів різання, вважаються параметрами без різання. Вони повинні забезпечувати безпечні або більш ефективні переміщення між рухами різання. Деякі типи інструментів накладають обмеження на допоміжні переміщення. Наприклад, для ряду кінцевих фрез неприпустимо вертикальне врізання в матеріал і має використовуватися похиле врізання або занурення в попередньо просвердлений отвір.

На рис. 2.6 показано розшифрування кольорів для різних типів руху. Безпосередньо до рухів різання примикають врізання - жовтий колір (на початку проходу) і відведення - білий колір (в кінці проходу).

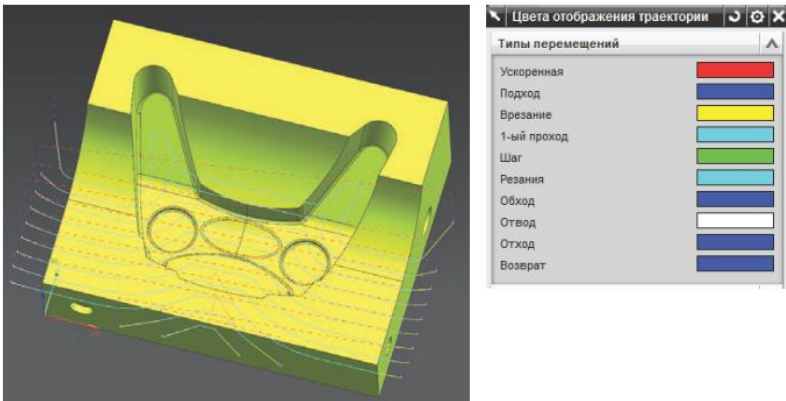


Рисунок 2.6 – Види рухів інструменту в NX CAM

Рухи підходу, відходу, обходу відображаються одним кольором - синім. Прискорені переміщення показуються червоним кольором. Ця група параметрів позначена на рис. 2.2 цифрою 7.

ТЕМА 3. 2,5 ОСЬОВЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ – ОБРОБКА ПЛОСКИХ ГРАНЕЙ В NX CAM

Цей тип операції широко використовується на призматичних деталях для обробки плоских граней моделі. Інструмент в даній операції завжди розташовується перпендикулярно грані. Зазвичай ці операції є чистовими.

Деталь є призматичною і може бути повністю оброблена з використанням тільки одного типу операцій FACE MILLING. Попутно навчимося працювати з геометричними об'єктами, які не потрібно обробляти (в даному випадку це прихвати).

Команди операції FACE_MILLING знаходяться в групі mill_planar (рис. 1.3):

- 1) FACE_MILLING_AREA - обробка граней, заданих областю різання;
- 2) FACE_MILLING - обробка граней, заданих з використанням кордонів;
- 3) FACE_MILLING_MANUAL- обробка граней з можливістю завдання різних шаблонів різання для різних граней.

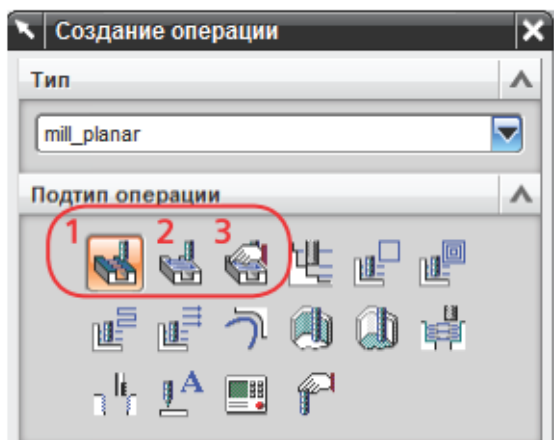


Рисунок 3.1 – Група операцій mill_planar

Розглянемо перші дві як найбільш часто використовувані.

Операція FACE_MILLING_AREA

Створивши операцію FACE_MILLING_AREA, з'явиться діалогове вікно завдання операції (рис. 3.2). В цілому вона дуже схожа на операцію, яка вивчалася раніше, але є відмінності.

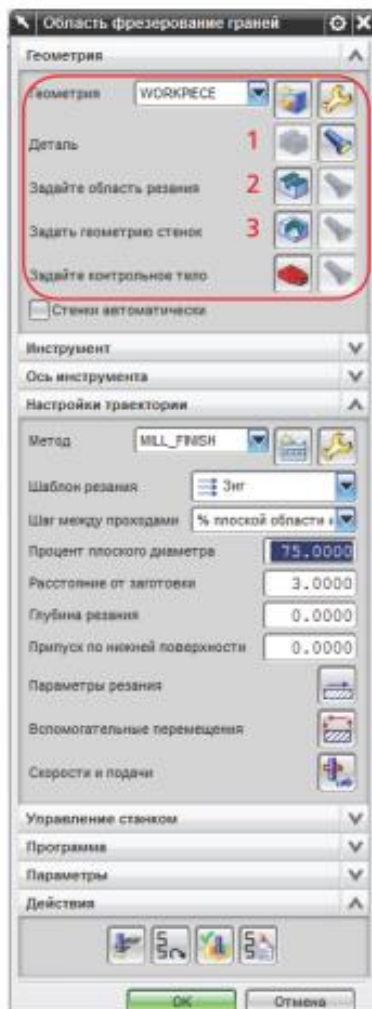


Рисунок 3.2 – Параметры операции FACE_MILLING_AREA

Нагадаємо, що група параметрів Геометрія задає різні об'єкти геометрії, з якими працює операція. Зверніть увагу, що не зазначена геометрична група, що задає заготовку. Це ознака того, що дана операція не враховує заготовку. Деталь задана в батьківській групі, про що свідчить ліхтарик близько команди завдання деталі (1). Новими є команди Задати область різання (2) і Задати геометрію стін (3). У цій операції область різання - обов'язковий елемент.

Зверніть увагу, що в діалоговому вікні завдання області різання, яке з'явилося на екрані, в поле Вибрати об'єкт присутній цифра 1 в дужках. Це означає, що обрана 1 грань.

Якщо чорнова обробка виконана раніше (наприклад, операцією CAVITY MILL), то результат нас влаштує. Якщо чорновий операції не було, то проходить корисно розширити до габаритів деталі. Такий параметр є в Параметрах різання - Розширити до зовнішніх ліній деталі.

Якщо ж сходинок занадто висока, то можна задати багатопрхідність в операції. Для цього в основному діалоговому вікні операції 2 задаються два параметра, які відносяться до шаблону різання: Відстань від заготовки і Глибина різання.

Розглянемо вплив геометричної групи Геометрія стінок. Якщо бічні грані вказати в геометрії стінок, для них буде використовуватися параметр Припуск на стінках. Для стінок, які не задані на відповідній геометрії, система використовує параметр Припуск на деталі. Крім того, завдання геометрії стінок дозволяє обійти за профілем обрані грані, виключивши з обробки інші.

Щоб цей припуск врахувати в операції, необхідно задати геометрію стін, які примикають до обраної грані. Найпростіший спосіб - зробити це автоматично (рис. 3.3).

Можна задавати стінки вручну, а можна скористатися командою.

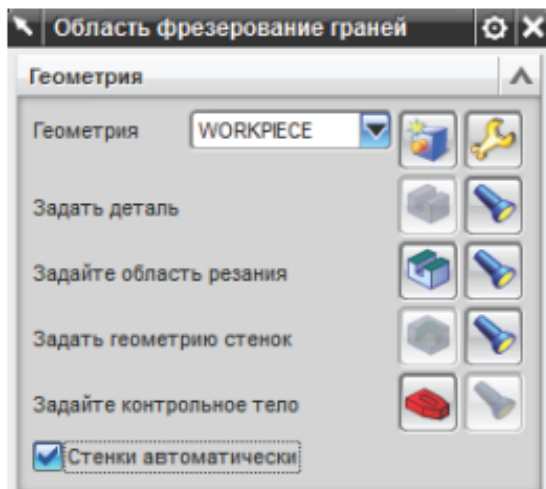


Рисунок 3.3 – Налаштування геометрії стінок

Контрольна геометрія

Геометрична група Контрольна геометрія служить для завдання геометричних об'єктів, які не потрібно обробляти, але необхідно враховувати в траєкторії. Зазвичай слід забезпечити відсутність зіткнень інструменту з контрольною геометрією. Контрольна геометрія може бути різного типу, в цій операції йдеться про контрольний тілі. Таким способом описуються елементи пристосування, в даному випадку - прихвати.

Особливості операції FACE_MILL

Ця операція дуже схожа на попередню. Вона відрізняється типом геометричних груп, які описують оброблювані межі. У цьому типі операції використовується геометрична група Межі замість Области різання (рис. 3.4).

Робота з межами буде коротко описана в темі, присвяченій операції PLANAR_MILL. В цілому робота з межами більш трудомістка. Тому початківцям користувачам рекомендуємо по можливості їх не використовувати.

Зовсім не сказати про межі не можна і через наступності версій. Операції на основі меж активно використовувалися в старих версіях

продукту. У сучасних версіях потреба в таких операціях істотно менше.

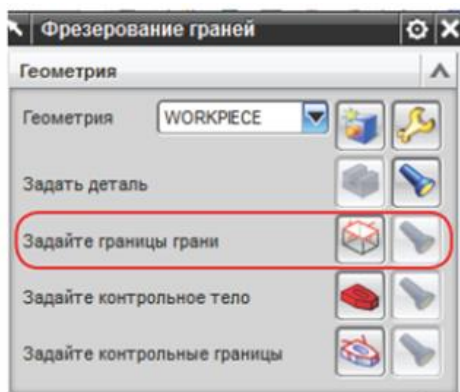


Рисунок 3.4 – Завдання границь обробки

З'явиться діалогове вікно завдання меж обробки (рис. 3.5).

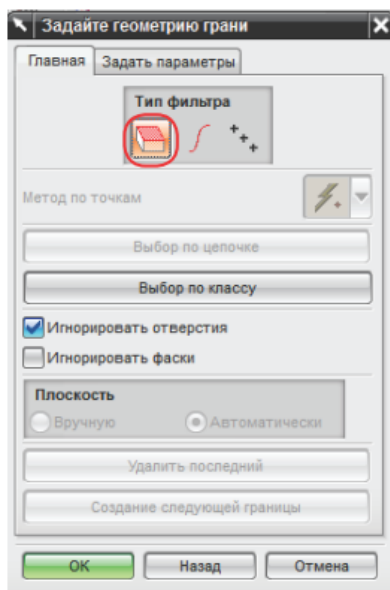


Рисунок 3.5 – Вікно створення границь обробки

При повторному виборі команди завдання границь з'явиться інше діалогове вікно (рис. 3.6), яке дозволяє редагувати наявні межі.

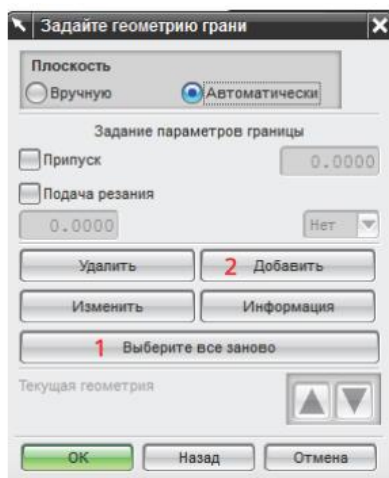


Рисунок 3.6 – Вікно редагування границь обробки

Якщо необхідно задати границю заново, то виконайте команду Виберіть все заново (1) і потім Додати (2). На екрані знову буде діалогове вікно, як на рис. 3.5.

Межі можна створювати різними способами. Розглянемо лише створення кордонів по межі. У діалоговому вікні є два дуже корисних параметра, які необхідно встановити до вказівки межі: Ігнорувати отвори і Ігнорувати фаски.

Межі визначаються по ребрах зазначеної межі. При цьому всі внутрішні контури вважаються отворами і розпізнаються як окремі кордони. Отвори розміром менше діаметра інструмента хоч і утворюють область обробки, але проходи на них не перериваються.

В цьому випадку всі внутрішні контури ігноруються і по межі створюється тільки одна межа.

Прохід над пазом укорочений, так як паз не утворює окрему межу. При бажанні проходи над пазом також можуть бути продовжені з використанням параметрів різання: Розширити до зовнішніх ліній деталі або Спростити форму.

Параметр Ігнорувати фаски служить для ігнорування фасок і заокруглень при розпізнаванні межі; це ми розглянемо пізніше на іншому прикладі.

Вхід на контур

У цьому розділі розберемо ще одну важливу можливість при обробці контуру - зміну точки заходу на контур. Завдання зазвичай актуальна для замкнених контурів.

За замовчуванням в якості точки входу вибирається середина найдовшою боку. Для зміни точки входу в групі Допоміжні переміщення (Параметри без різання) є параметр Початкові точки області.

Обробка похилих граней

Розглянемо ще одну важливу особливість операцій фрезерування граней - можливість обробки похилих граней без створення додаткових систем координат. Попутно проілюструємо дію параметра Ігнорувати фаски при виборі граней.

Спеціально задавати орієнтацію інструменту не потрібно, тому що за замовчуванням орієнтація інструменту задається Нормально першої (зазначеної) межі. Решта значення параметра показані на рис. 3.7.

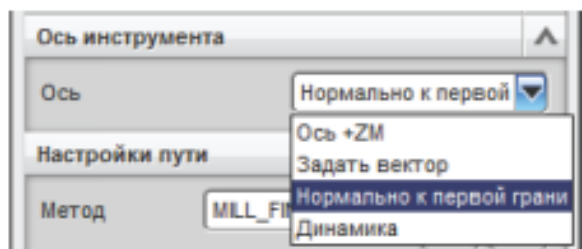


Рисунок 3.7 – Параметри інструменту для обробки похилих поверхонь

Операція SOLID_PROFILE_3D

Для обробки вертикальних стінок бічною стороною фрези можна використовувати операцію SOLID_PROFILE_3D. Це найбільш простий шлях. Інструмент в цій операції слід уздовж верхніх або нижніх ребер обраних граней. Строго кажучи, це 3-осьова операція, але вона часто використовується і на 2.5-осьових завданнях.

Примітка. Якщо використовується неплоске ребро, то операція буде 3-осьовий.

Команда операції розташована в групі mill_contour. Діалогове вікно операції показано на рис. 3.8.

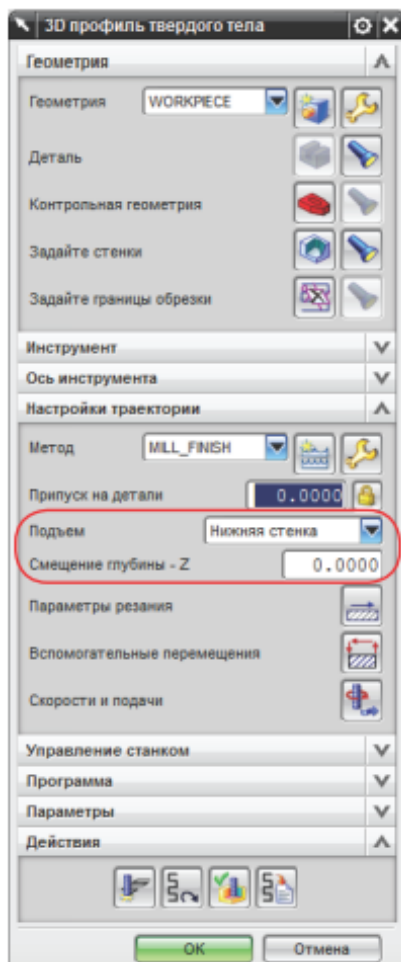


Рисунок 3.8 – Параметры операции SOLID_PROFILE_3D

Як видно, в групі геометрії задаються стінки. Специфічними параметрами цієї операції є Підйом (де вказується тип кромки обраних граней - верхня або нижня) і Зсув глибини - Z.

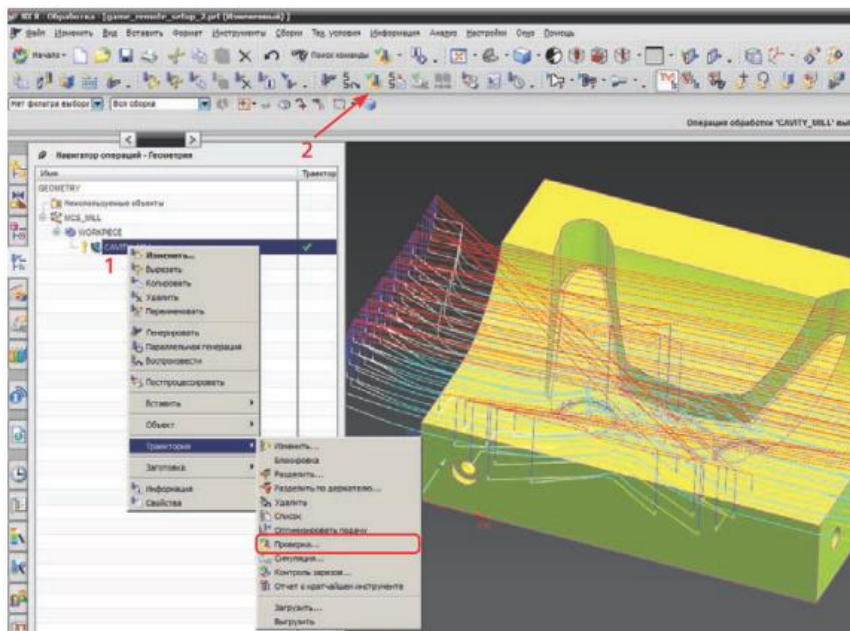
Існує можливість слідувати верхній кромці, також можливий багатопрхідний варіант.

Верифікація (перевірка) операцій

Верифікацією називаємо перевірку операцій, яка виконується без урахування конкретного верстата і виконується на основі траєкторії. Це швидкий і наочний спосіб перевірки операцій. Він дозволяє виявити помилки в порядку проходження програм, типі інструменту, врізання в матеріал на прискореній подачі, великий припуск на обробку в конкретній операції і т. д. У простих випадках дозволяє обійтися без симуляції роботи верстата в цілому, в складних випадках може вважатися попередньою перевіркою для виявлення грубих помилок і допомагає прийняттю правильних рішень на стадії розрахунку операцій.

Для перевірки операцій на верстаті будемо використовувати термін «симуляція роботи верстата».

Для окремої операції можна запускати верифікацію з діалогового вікна операції. При вивченні впливу попередніх операцій (облік ЗВПО - заготівля в процесі обробки) верифікацію будемо запускати з навігатора операцій (1) або з панелі інструментів операції (2) - рис. 3.9.



Рисуюнок 3.9 – Команда перевірки траєкторії обробки

У верхній частині вікна (рис. 3.10) є поле, яке відображає тип руху і координати у внутрішньому поданні траєкторії (1).

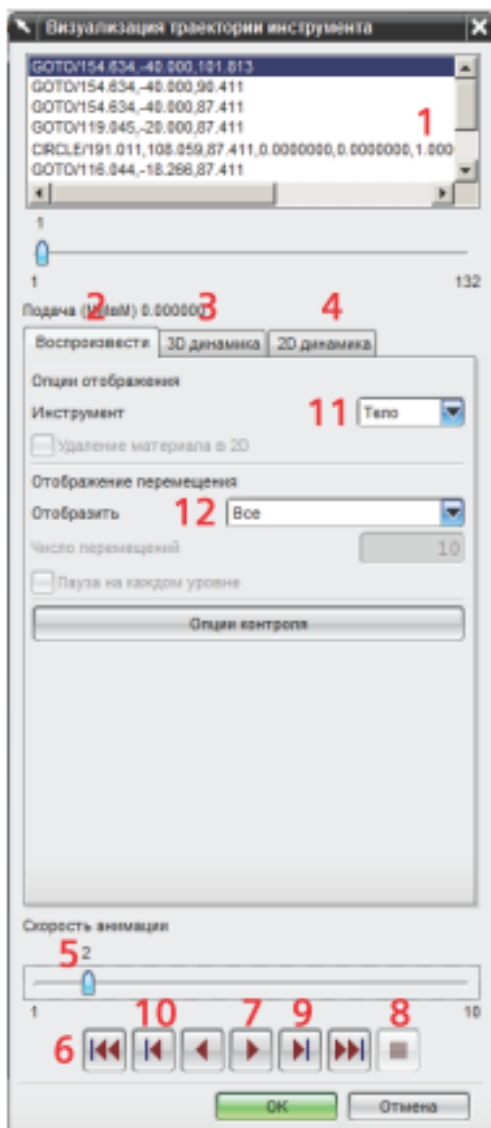


Рисунок 3.10 – Вікно керування перевіркою траєкторії обробки

Після постпроцесування кожен рядок цього вікна перетвориться в кадр керуючої програми. Середня частина діалогового вікна містить три вкладки: Відтворити (2), 3D-динаміка (3) і 2D-динаміка (4). Інші параметри середньої частини залежать від активної вкладки. У нижній частині є регулятор швидкості анімації (відтворення) (5) і команди управління анімацією (6), які дуже схожі на кнопки музичного плеєра. Виділимо команди Пуск (7), Стоп (8), Вперед покроково (9), Назад покроково (10).

Для вкладки Відтворити доступні параметри відображення інструменту (11), де найбільш цікаві значення параметра - це Тіло, Точка, Вісь. А також параметри Відображення переміщень (12), де можна малювати не всю траєкторію відразу, за рівнями або по заданій кількості переміщень. Відрисовка за рівнями якраз дуже актуальна для операції CAVITY_MILL.

Траєкторія промальовується за рівнями, при відображенні наступного рівня попередній рівень ховається. Можна багато разів використовувати команди Пуск, Стоп, Покроково. У момент зупинки можна просто мишею позиціонувати інструмент в будь-яку точку траєкторії і продовжити з цієї позиції.

2D-динаміка - історично більш ранній вид верифікації. Вона виконується швидше, ніж 3D-динаміка, показує різним кольором матеріал, знятий різними операціями, але не дозволяє обертати модель в графічній області.

3D-динаміка - більш сучасний алгоритм, який підтримує обертання і масштабування заготовки в процесі перевірки, але ЗВПО забарвлюється одним кольором. Після закінчення перевірки доступні додаткові можливості. Тому розглянемо діалогове вікно докладніше (рис. 3.11).

Параметри Інструмент і Показати керують відображенням траєкторії і аналогічні вкладці Відтворити. Блок параметрів Дозвіл ЗВПО (1) задає якість візуалізації, колір, прозорість. Не варто захоплюватися занадто високою якістю: це позначиться на продуктивності перевірки.

Блок параметрів ЗВПО і фасетного тіла (2) дозволяє зберегти результат візуалізації як фасетного тіла. Його можна зберегти прямо в файлі деталі або в окремому файлі як компонент збірки. Параметри цього блоку неактивні - вони стають активними після закінчення візуалізації. Команда Показати товщину в кольорі (3) активна відразу. При використанні цієї функції товщина залишкового матеріалу на ЗВПО показується різним кольором залежно від її величини. При цьому можливо визначити величину залишкового матеріалу

безпосередньо в зазначеній точці.

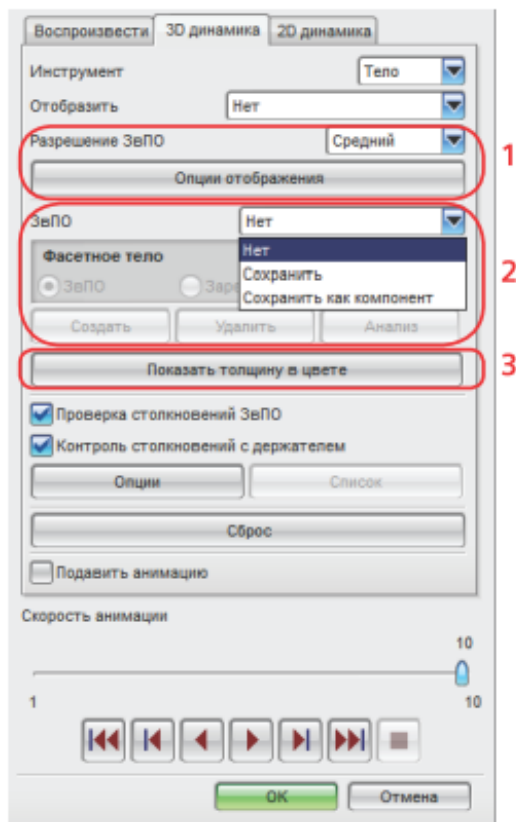


Рисунок 3.11 – Налаштування параметрів 3-D моделювання траєкторії обробки

Ця функція може бути викликана з контекстного меню обраної операції, що дозволяє створити візуалізацію ЗВПО в кольорі після конкретної операції.

Фасетне тіло може бути збережено в окремий файл і використовуватися далі для завдання заготовки в інших операціях.

ТЕМА 4. 2,5 ОСЬОВЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ – ОБРОБКА ПО Z РІВНЯМ В NX CAM

Цей тип операції широко використовується при обробці оснастки. Поверхні штампів і прес-форм зазвичай не мають вертикальних поверхонь, що обумовлено необхідністю вилучення виробу в процесі штампування або лиття; вони мають ухил. Робота по Z-рівням краща з точки зору різання при обробці похилих поверхонь. Операція дозволяє автоматично розділити поверхні на похилі і ненаклонні (також можна сказати «круті і пологі») і застосовується зазвичай для похилих поверхонь. Найчастіше ці операції є напівчистовими і чистовими.

Команди операції ZLEVEL_PROFILE знаходяться в групі mill_contour (рис. 4.1).

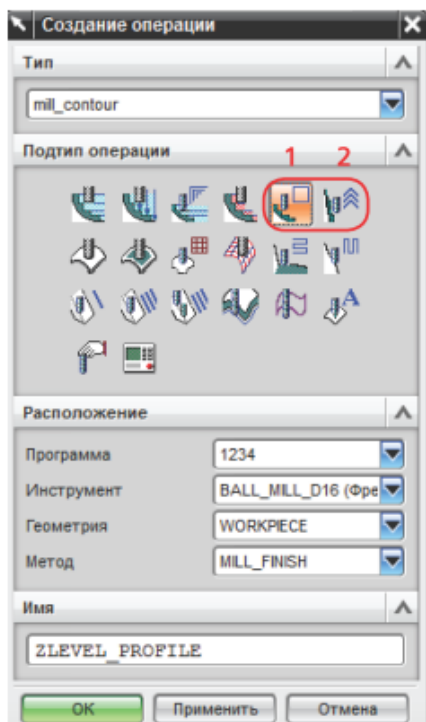


Рисунок 4.1 – Створення операцій обробки по Z рівням

1- ZLEVEL_PROFILE - базова операція обробки по Z-рівням;
2 - ZLEVEL_CORNER - модифікація базової операції з
настройками з доопрацюванням кутів.

З'явиться діалогове вікно операції (рис. 5.2).

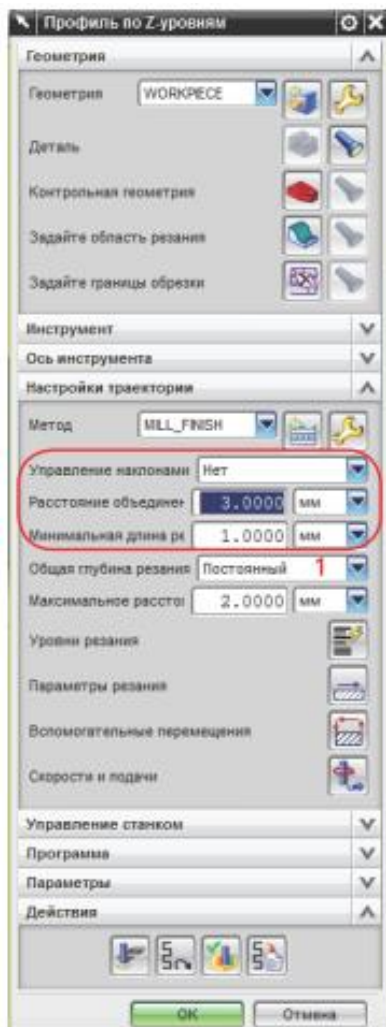


Рисунок 4.2 – Параметры операции обработки по Z-уровням

Ця операція в чому схожа на операцію CAVITY_MILL з шаблоном різання Профіль, але має деякі особливості.

Як видно в блоці геометрії, завдання заготовки не передбаченого. Шаблон різання не вказано, так як він завжди один - Профіль. Але з'явилися нові параметри: Управління нахилами. Відстань об'єднання і Мінімальна довжина різання (виділені рамкою).

Управління нахилами якраз і дозволяє розділити похилі і ненаклонні ділянки деталі. Якщо значення Немає замінити на Тільки нахил, буде показано нове поле для завдання кута нахилу поверхонь (рис. 4.3).

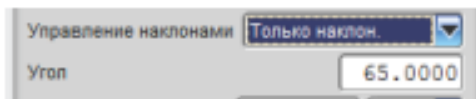


Рисунок 4.3 – Управління поверхнями із нахилом

Цей кут вимірюється між напрямком осі інструменту (в 3-осьовий обробці це вісь Z) і нормаллю до межі в кожній точці; за замовчуванням кут дорівнює 65° . Параметри Відстань об'єднання і Мінімальна довжина різання дозволяють зменшити фрагментацію проходів траєкторії і усунути непотрібні підйоми і опускання інструменту.

Рівні різання задаються аналогічно операції CAVITY_MILL. У Параметрах різання існують деякі нові параметри, які розглянемо в процесі освоєння операції.

Операція ZLEVEL_PROFILE має спеціальний прапорець Різання між рівнями, який знаходиться в Параметрах різання (рис. 4.4). Якщо він встановлений, то різання триває на пологих і плоских ділянках з використанням шаблону Зсув по поверхні. Крок цього зміщення може відрізнятись від кроку між рівнями. За замовчуванням ці кроки рівні.

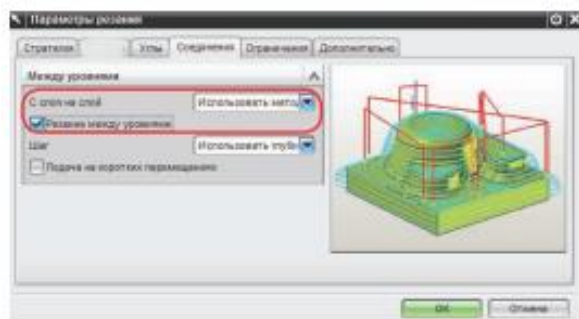


Рисунок 4.4 – Вікно налаштування параметрів різання

У групі параметрів різання є інші параметри, специфічні для даної операції. Розглянемо їх.

Напрямок різання можливо не тільки попутне або зустрічне (як в операції CAVITY_MILL), але і змішане (рис. 4.5). Це дозволяє мінімізувати порожній рух інструменту (і в ряді випадків це допустимо, якщо припуск на обробку невеликої, що характерно для чистових операцій).

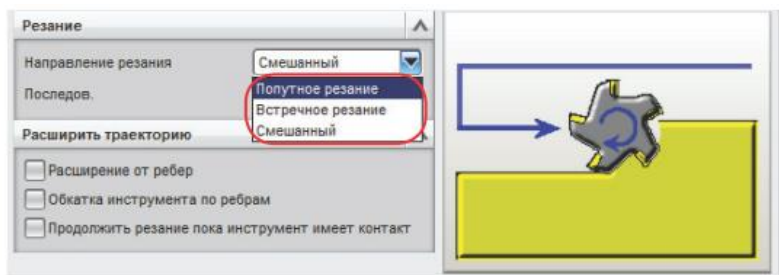


Рисунок 4.5 – Налаштування напрямку різання

Прапорець Продовжити різання поки інструмент має контакт корисний, якщо на виробі існують занурення або вирізи. Зверніть увагу, що ця операція не обробляє занурення. Встановлений прапорець додає проходи по повітрю, але мінімізує переривання різання і зменшує фрагментацію робочих ходів. Контекстно-залежні малюнки прямо в діалоговому вікні операції пояснюють сказане (рис. 4.6).

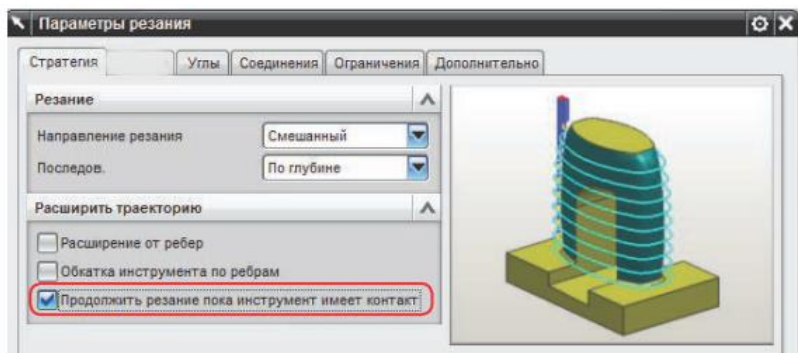


Рисунок 4.6 – Оптимізація траєкторії обробки деталі

Прапорець Обкатка інструменту по ребрах продовжує робочі ходи так, щоб інструмент обкатував кромку. Він корисний, якщо така кромка більше не буде оброблятися інший операцією.

Переходи між рівнями можливі 4 типів: відповідно до загальних налаштувань параметрів без різання, По оброблюваній геометрії (1), Занурення в деталь (2), Зміщене занурення в деталь. Два останніх типу переходу характерні для високошвидкісної обробки, так як згладжують гострі кути траєкторії

Операція ZLEVEL_CORNER

Як вже зазначалося, ця операція є окремим випадком операції ZLEVEL_PROFILE. Вона служить для доопрацювання кутів меншого радіуса, розташованих головним чином на похилих ділянках моделі.

Для розрахунку області доопрацювання використовується посилання на попередній інструмент (рис. 4.7 показує фрагмент діалогового вікна операції). Зверніть увагу, що операція посилається на інструмент, а не на іншу операцію (сама попередня операція може і не існувати). Нормативний інструмент можна вибрати, створити або змінити прямо в діалоговому вікні операції.

Також в цій операції включено управління нахилами за замовчуванням.

Існують деякі відмінності в Параметрах різання. Відсутня прапорець Різання між рівнями. Не всі значення параметра переходу між рівнями доступні (два останніх значення використовуються на

кільцевих проходах, але не на доопрацювання кутів). Є параметр Перекриття, який як раз важливий при доопрацюванні кутів.

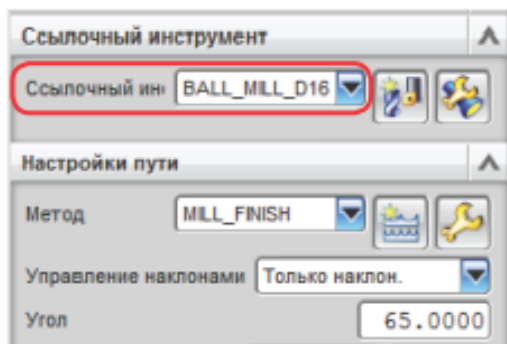


Рисунок 4.7 – Посилання на попередній інструмент обробки

ТЕМА 5. 2,5 2,5 ОСЬОВЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ – ОБРОБКА З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАНИЦЬ – PLANAR_MILL

Операція PLANAR_MILL видаляє матеріал плоскими рівнями, перпендикулярними фіксованою осі інструменту, тобто це 2.5-осьова операція. Але, на відміну від FACE_MILL, даний тип операцій не працює з твердими тілами або гранями - він працює з межами, що більш трудомістке, але і більш гнучко. Операція була дуже популярна в старих версіях продукту, зараз потреба в ній знижується. На поточний момент її можна віднести до тонких методів обробки (або низькорівневий доступ). Зазвичай ці операції використовуються тоді, коли операції на основі твердих тіл не дають потрібного результату.

Для завдання кордонів можуть використовуватися як дровові об'єкти (лінії, дуги, криві), так і межі твердого тіла. Інструмент може обходити межі як зовні, так і зсередини. Це задається як сторона матеріалу, і можна вважати, що обробляється бобишка або карман. Межі є плоскими і перпендикулярні осі інструменту. Додатково задається рівень підлоги. Операції можуть бути як однопрохідними, так і багатопрохідні.

Команди операцій FACE_MILLING знаходяться в групі mill_planar (рис. 5.1). Їх вісім, але всі вони представляють одну і ту ж операцію з налаштованими параметрами. Найбільш часто використовуються базова операція PLANAR_MILL (1) і операція PLANAR_PROFILE (2).

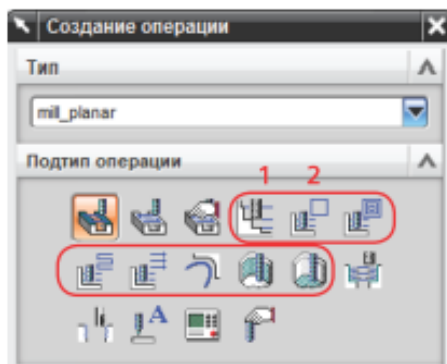


Рисунок 5.1 – Група операцій mill_planar

Після виконання команди створення операції PLANAR_MILL - з'явиться діалогове вікно створення операції (рис. 5.2).

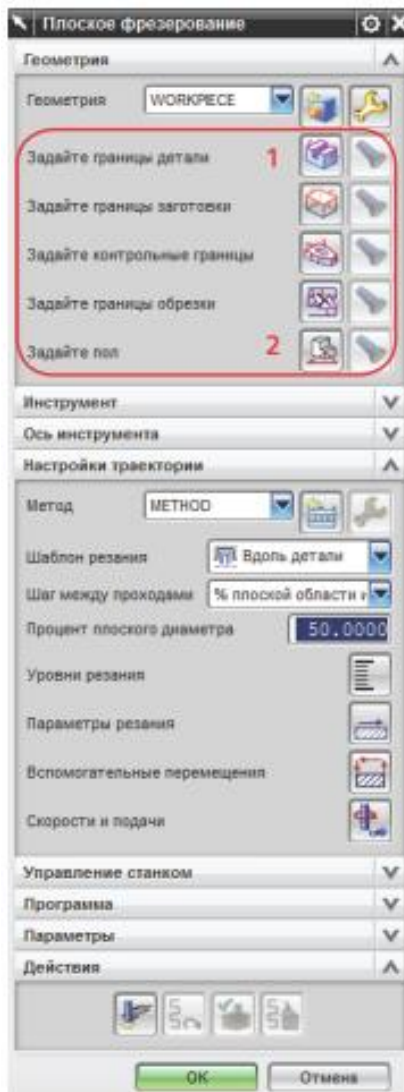


Рисунок 5.2 – Параметры операции PLANAR_MILL

У групі Геометрія відсутні звичні геометричні групи Деталі, Заготовки, Области різання і ін. Замість них є нові геометричні групи:

1. Границя деталі.
2. Границя заготовки.
3. Контрольна межа.
4. Границя обрізки.
5. Пол.

Для обробки контуру досить задати Границя деталі (1) і Рівень підлоги (2). Вважаємо, що необхідно обробити карман, заданий зовнішнім контуром.

Зверніть увагу, що в основному діалоговому вікні операції засвітилися ліхтарики близько геометричних груп Межі деталі і Пол - об'єкти задані і можуть бути відображені.

На рис. 5.3 показано діалогове вікно створення границь.

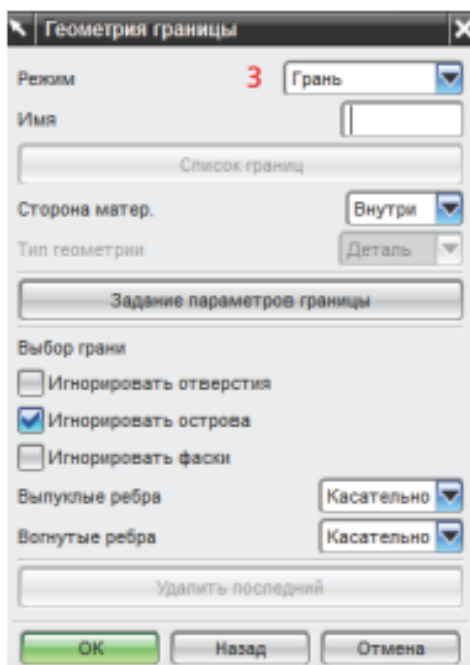


Рисунок 5.3 – Діалогове вікно створення границь обробки

Велика частина Параметрів різання, допоміжних переміщень (Параметрів без різання), Шаблонів різання нам вже знайомі. Розберемо специфічні параметри цієї операції.

Кількість проходів явно не задається, а визначається відстанню від рівня підлоги до рівня межі і глибиною різання (рис. 5.4).

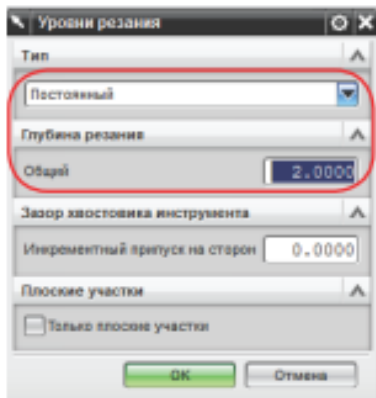


Рисунок 5.4 – Налаштування рівнів обробки для операції PLANAR_MILL

Для управління еквідистантними проходами розглянемо параметрів різання. Один з них - Напрямок шаблону - показаний на рис. 5.5. Він задає початок від внутрішніх або від зовнішніх проходів.

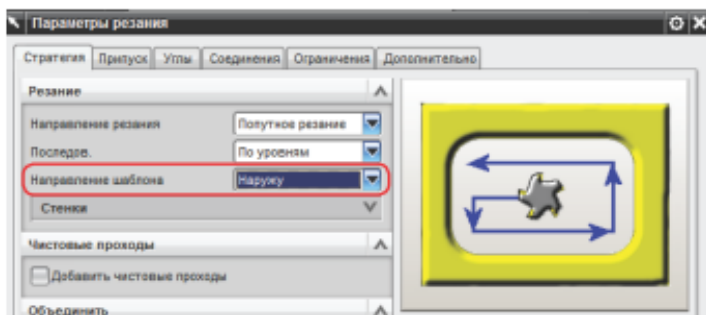


Рисунок 5.5 – Налаштування стратегії обробки

Траекторію можна поліпшити, скругливши кути траекторії і переходи між контурами. Ці установки також містяться в Параметрах різання - вкладка Кути (рис. 5.6).

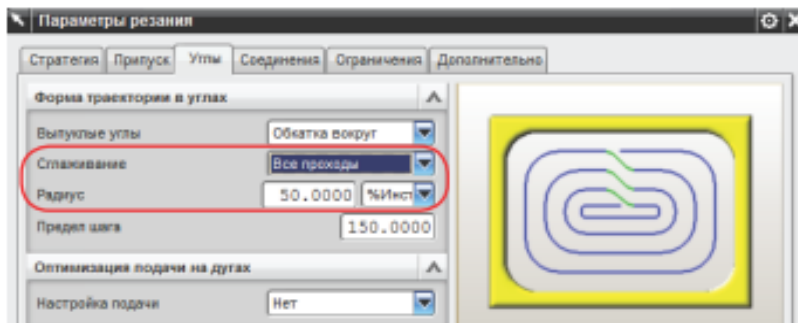


Рисунок 5.6 – Згладжування траекторії обробки деталі

Границь в операції може бути кілька.

Діалогове вікно на рис. 5.7 допускає редагування існуючих границь у цілому (1), перемикання між границями, якщо їх більше 1 (2), додавання нових (3). Зауважимо, що границі в NX складаються з сегментів (елементів границь) і в режимі редагування до них можливий доступ (4).

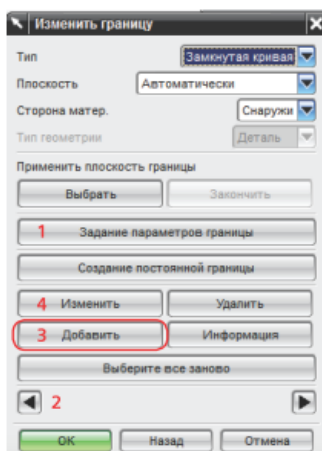


Рисунок 5.7 – Редагування границь обробки деталі

Часто виникає необхідність перевірки наших програм з імітацією знімання матеріалу (верифікації). Вихідна заготовка для верифікації береться з геометричною групи WORKPIECE. У розглянутих раніше операціях, де обробка будувалася на основі твердих тіл, заготівля була задана, так як вона була нам потрібна для розрахунку операцій. В операціях PLANAR_MILL для розрахунку заготовка не потрібно, тому для верифікації потрібно задавати геометрію заготовки окремо.

Корекція інструменту

Для плоских контурів часто необхідно використовувати корекцію інструменту. У NX всі операції, які працюють в рівнях, підтримують корекцію на радіус інструменту.

Параметри корекції знаходяться в діалоговому вікні допоміжних переміщень, на вкладці Додатково (рис. 5.8).

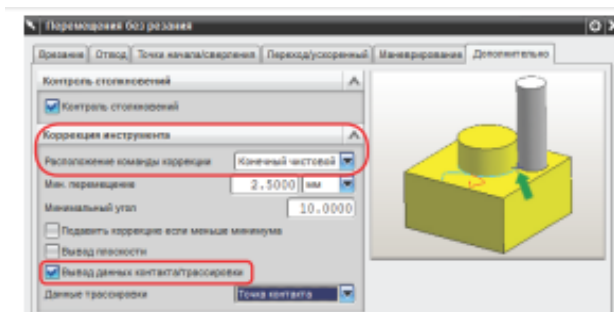


Рисунок 5.8 – Параметри корекції інструменту

В результаті в програму виводиться фактично обробляється контур. На початку врізання і після відводу додаються додаткові прямолінійні рухи, на яких включається і вимикається корекція. Інструмент при верифікації такої траєкторії позиціонується щодо до неї.

ТЕМА 6. ОБРОБКА ОТВОРІВ В NX CAM

У цьому розділі розглянемо як осьові операції (зокрема, свердління, розточування, розгортання, нарізування різьблення мітчиком і ін.), так і операції фрезерування отворів і різьбофрезерування.

Осьові операції використовують процесор «точка-точка» для генерації траєкторій інструменту, в яких інструмент позиціонується по осі отвору, поглиблюється в деталь і відводиться. У програмі обробки для таких операцій використовуються верстатні цикли. Операції відрізняються один від одного типом циклу і кількістю параметрів в ньому.

Свердління та інші осьові операції

Свердління в NX можна програмувати різними способами:

1. Операція свердління Drill (1 на рис. 6.1). В операціях отвори вказуються прямо в діалоговому вікні операції або в групі Drill_geom. Для таких операцій характерно найбільш гнучке управління глибиною свердління (інші операції зазвичай задають глибину по моделі).

2. Свердління через операцію Manual_hole_making (буде розглянуто нижче). У цій операції отвори вказуються вручну в групі Manual_Hole.

3. Свердління в модулі обробки на основі елементів з автоматичним розпізнаванням елементів і створенням операцій.

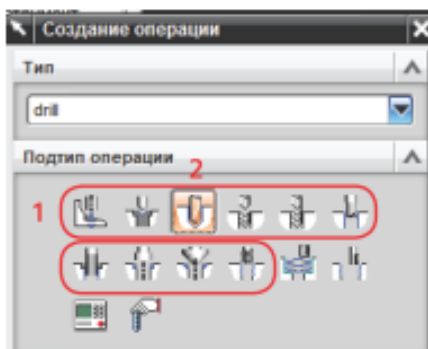


Рисунок 6.1 – Створення операції свердління отворів

Операції на рис. 6.1 фактично представляють собою одну і ту ж операцію з різними установками глибини свердління або типом і параметрами циклу. Розглянемо базову операцію свердління (2).

Розглянемо ряд параметрів діалогового вікна операції свердління (рис. 6.2).

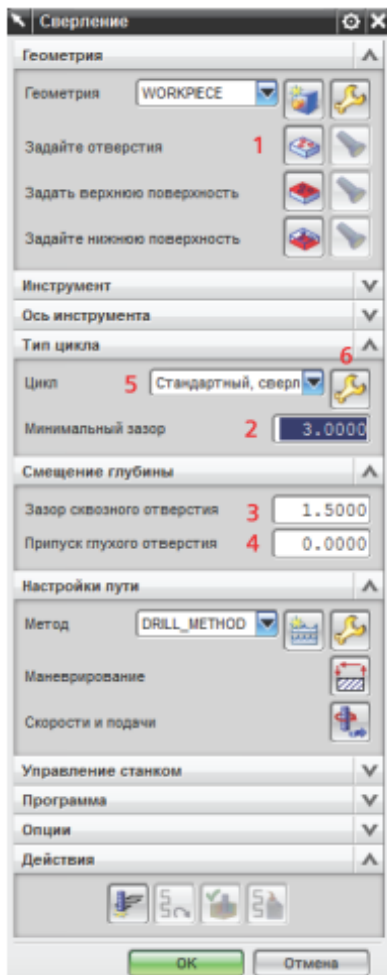


Рисунок 6.2 – Параметры операции свердління отворів

Команда (1) завдання отворів – дозволяє вибрати необхідну геометрію обробки отворів (рис. 6.3).



Рисунок 6.3 – Діалогове вікно завдання отворів

Мінімальний зазор (2): відстань від точки маркування отвори до точки початку свердління вгору по осі інструменту.

Зазор наскрізного отвору (3): відстань, на яке здійснюється перебігаючи інструменту при свердлінні наскрізних отворів. Ці два параметри використані в даній операції.

Параметр Припуск глухого отвори (4), що не рівний 0, використовується для глухих отворів для інструментів типу розгорток і мітчиків, які не повинні доходити до низу просвердлений отвори. Параметр Тип циклу (5) розглянемо окремо; поруч розташована команда управління параметрами циклу (6).

У діалоговому вікні (рис. 6.3), крім команди Вибрати, є ще ряд команд гнучкого управління вибором отворів. Команда Показати точки (5) дозволяє відобразити вже вибрані точки і їх номери. Команда Додати (2) служить для додавання отворів в список, команда Придушити (3) - для виключення отворів зі списку, команда Оптимізація (4) - для зміни порядку обходу отворів в списку. При роботі з вже обраними отворами необхідно вказувати їх маркер, а не ребро.

Цей тип операції свердління має ще багато параметрів для поліпшення траєкторії свердління. Можна змінити порядок обходу

отворів і використовувати менше значення мінімального зазору. Можна індивідуально керувати висотою переходу між конкретними точками.

Класичну операцію свердління, яка розглядається в цьому розділі, можна вважати низькорівневим підходом до програмування свердління (подібним чином трактувалася операція PLANAR_MILL для фрезерування).

Деякі цикли неможливо продублювати (рис. 6.4), а деякі команди використовують один і той же цикл, але з різними настройками глибини свердління. Згадаємо можливість заміни циклів звичайними рухами з лінійною інтерполяцією (7). Деякі верстати не підтримують виведення циклів, і для них використовується ця можливість. Команди Цековки (8) і Центровка (9) використовують стандартний цикл, але в першому випадку глибина за замовчуванням задана 0, а в другому задана глибина центрування.

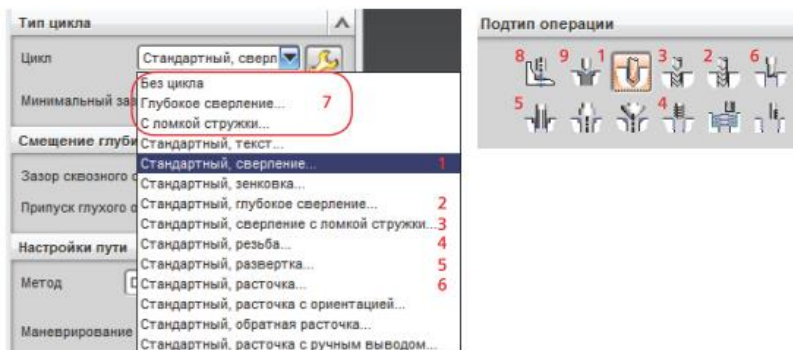


Рисунок 6.4 – Перелік циклів – операцій обробки отворів

Параметри циклу доступні при натисканні на значок із зображенням ключика поруч зі списком циклів в діалоговому вікні операції. Найбільш затребувані параметри (рис. 6.5): Depth (1) - управління глибиною (за замовчуванням встановлено За моделлю), Dwell (2) - затримка, Step значення (3) - крок (наприклад, в циклах глибокого і стружколомного свердління).

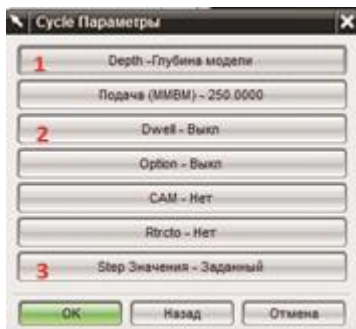


Рисунок 6.5 – Параметры цикла обработки

Свердління отворів довільної орієнтації

NX автоматично розпізнає вісь отвору і позиціонує інструмент уздовж цієї осі. Для 5-осьового свердління це істотно прискорює і спрощує роботу.

Для того щоб скористатися цією можливістю, необхідно в основному діалоговому вікні операції задати Вісь інструменту - По нормалі до ОП (ВП - оброблювана поверхня, для отвори це циліндрична грань) і включити прапор Використовувати вісь дуги (рис. 6.6).

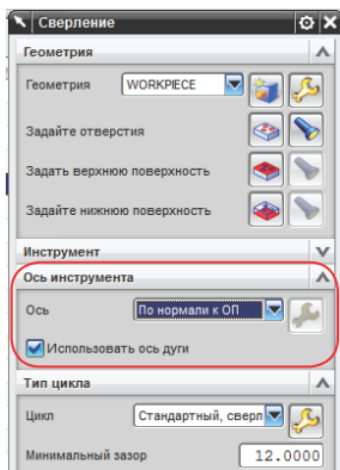


Рисунок 6.6 – Параметры оси инструмента

Використання геометричних груп

Дуже часто для обробки отвору потрібно кілька операцій, наприклад центрування, свердління, розгортання або нарізування різьблення. Щоб не ставити отвори в кожній операції (багаторазово), можна їх поставити в спеціальній геометричній групі DRILL_GEOM, яка буде батьківською для набору операцій.

При наявності великої кількості отворів різних типів в деталі зручно все отвори одного типу вказати в окремій геометричній групі. Проект при такому підході стає більш наочним. На рис. 6.7 показаний навігатор операцій, де видно, що операції SPOT_DRILLING і DRILLING_1 використовують геометричну групу DRILL_GEOM_HOLES_D8 (сама група перейменована), а операція DRILLING не використовує спеціальних геометричних груп для свердління і отвори в ній, швидше за все, задані в самій операції.

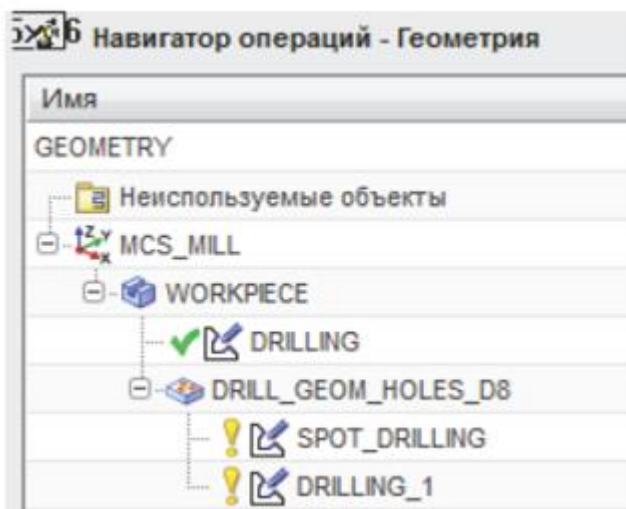


Рисунок 6.7 – Приклад створеної геометричної групи отворів

Нарізування різьблення мітчиком

Наша модель має 1 отвір для гвинта M12, причому різьблення задана як символічна (це кращий метод завдання різьблення, так як її

точне моделювання сильно збільшує розмір моделі, а особливих переваг не має).

В операціях нарізування різьблення мітчиком важливий ще один параметр, який не згадувався раніше - Дозволити більший інструмент (або перевищення інструменту). Цей параметр для операцій свердління прихований, а в операціях нарізування різьблення мітчиком вказується поруч з типом циклу (рис. 6.8).

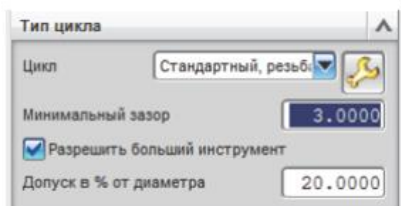


Рисунок 6.8 – Параметри циклу нарізання різи

Також необхідно задати параметр Допуск в % від діаметра (величина дозволеного перевищення).

Операція MANUAL_HOLE_MAKING

Це операція нового типу - вона з'явилася разом з модулем обробки на основі елементів, де операції створюються автоматично. Але іноді зручніше використовувати напівавтоматичні методи. Отвори в даній операції безпосередньо поставити не можна; необхідно використовувати геометричну групу MANUAL_HOLE, яка доступна для типу геометрії hole_making (рис. 6.9).

Зверніть увагу, що тут ви можете тільки вибрати ім'я геометричній групі - кнопок завдання отворів немає. Але можна редагувати геометричну групу (1) прямо з операції (рис. 6.10), додаючи або виключаючи отвори.

Тип циклу і параметри задаються подібним чином. А ось глибина свердління в цій операції не визначається за моделлю, а задається значенням (2). На відміну від попередньої операції тут є режим автоматичного контролю зіткнень (3) із зазначенням безпечного вертикального зазору (4). Існує можливість обліку ЗВПО (поточного стану заготовки) (5).

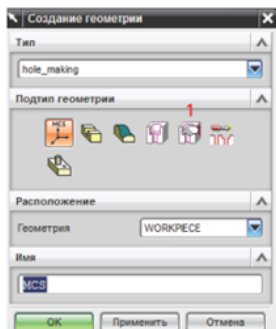


Рисунок 6.9 – Створення геометричної групи MANUAL_HOLE

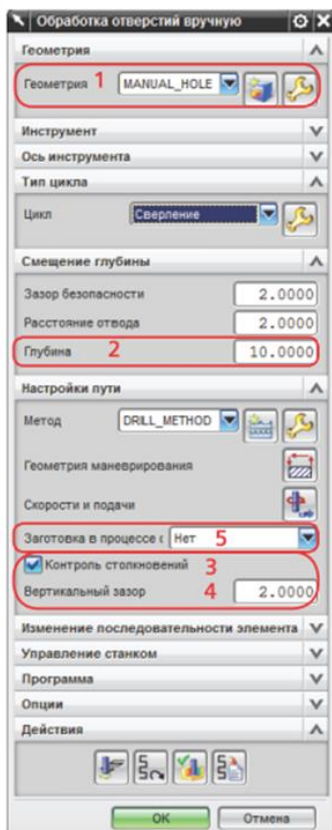


Рисунок 6.10 – Параметри операции обработки отверстий

Фрезерування отворів

Фрезерування отворів дозволяє зменшити потребу в мірному інструменті, що особливо актуально для великих отворів. Однією операцією фрезерування отворів можна обробляти отвори різного діаметру і глибини.

Операція фрезерування отворів в NX8 повністю оновлена. Операція працює геометричною групою HOLE_BOSS_GEOM (рис. 6.11). Команда цієї групи розташована в декількох місцях, в тому числі і для типу drill і hole_making.

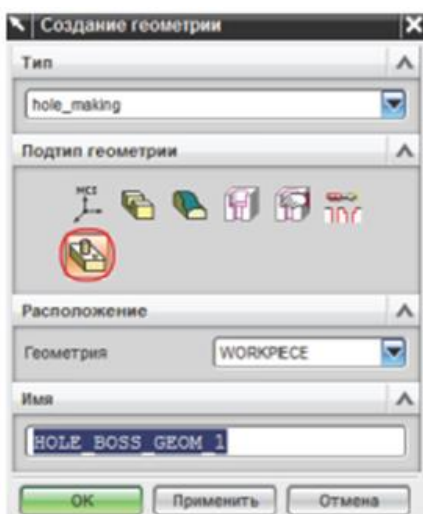


Рисунок 6.11 – Створення геометричної групи HOLE_BOSS_GEOM

Можна вказувати отвори різного діаметру і довжини (рис. 6.12). Вікно Список (1) дозволяє задавати порядок обходу отворів. Параметр Межа глибини (2) визначає, наскрізний отвір або глухе. Команда Змінити напрямок (3) дозволяє змінити напрямок обробки для наскрізних отворів. Попутно зауважимо, що ця геометрична група може застосовуватися і для завдання бобишек.

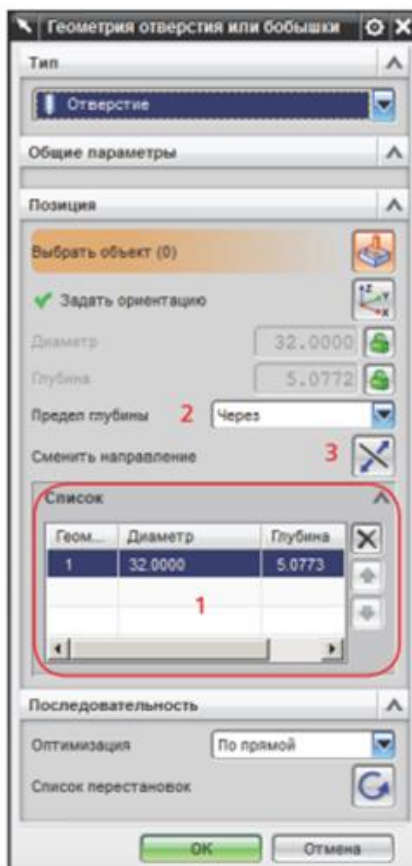


Рисунок 6.12 – Завдання геометрії обробки

Як видно в блоці параметрів Геометрія (рис. 6.13), отвір можна задати прямо в операції (1). У нашому випадку воно успадковується з батьківської групи. Шаблони різання (2) в цій операції специфічні: є гвинтовий, спіральний і їх комбінація (гвинтовий по спіралі). Для розрахунку числа проходів використовуються дані про вихідний отвір (3) і параметри радіального і осьового кроку (4).

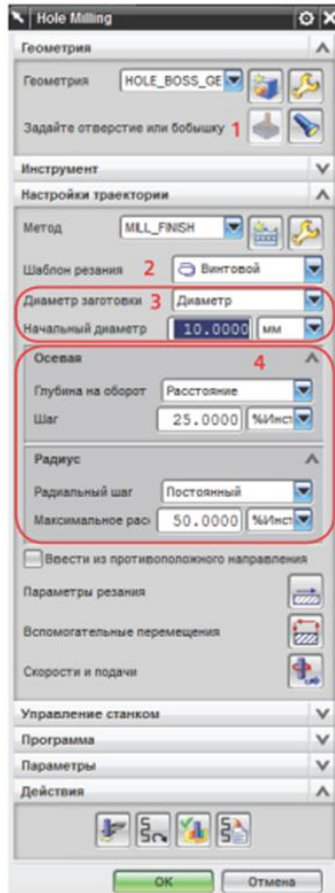


Рисунок 6.13 – Параметры операции обработки отверстий

ТЕМА 7.3 ОСЬОВА ОБРОБКА В NX САМ, КОНТУРНІ ОПЕРАЦІЇ

До сих пір розглядалися операції, більше характерні для призматичних деталей. В цьому розділі упор буде зроблений на обробку криволінійних поверхонь з використанням 3-координатної обробки. Такий вид обробки дуже затребуваний для виготовлення формотворчих елементів оснащення - прес-форм і штампів. Прикладом подібних деталей може служити пуансон, показаний на рис. 7.1.

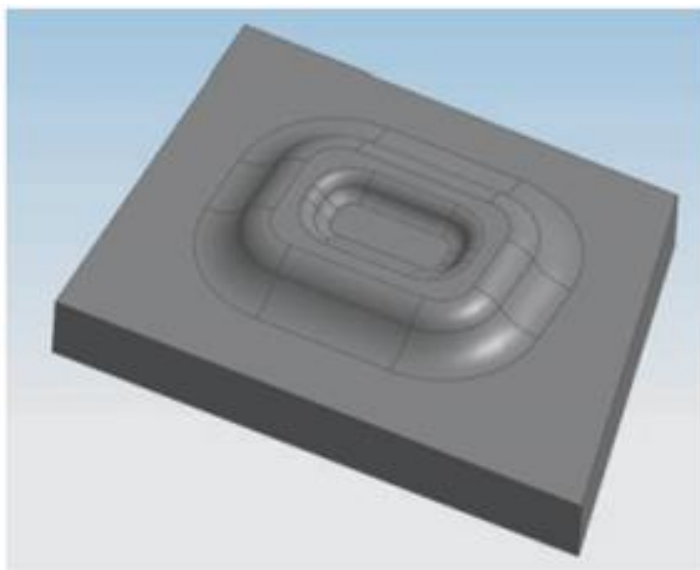


Рисунок 7.1 – Приклад деталі типу пуансон

Перш ніж почати огляд контурних операцій, наведемо загальну схему їх роботи (рис. 7.2). Контурні операції використовують керуючу геометрію, яка задається самими різними об'єктами (поверхнями, кривими / ребрами, точками і ін.). На основі керуючої геометрії система формує набір точок, назвемо їх Масивом керуючих точок або Керуючим шаблоном. Далі по черзі в ці точки поміщається інструмент і проектується уздовж заданого напрямку на оброблювану геометрію (деталь). В процесі проектування здійснюється пошук точки контакту

інструменту з деталлю. У траєкторію руху інструменту (і далі в керуючу програму) виводиться центральна точка інструменту. Ці точки і формують траєкторію. Важливо розуміти, що вони не обов'язково лежать на оброблюваній геометрії. Проектування може виконуватися різними способами (детально воно розглянуто в розділах літератури, присвячених 5-осьовий безперервній обробці). У 3-осьовий обробці вісь інструменту зазвичай паралельна осі Z і проектування частіше виконується вздовж осі Z. Ці операції ще називають «операціями з фіксованою віссю інструменту» (звідси і префікс FIXED в їх назві).

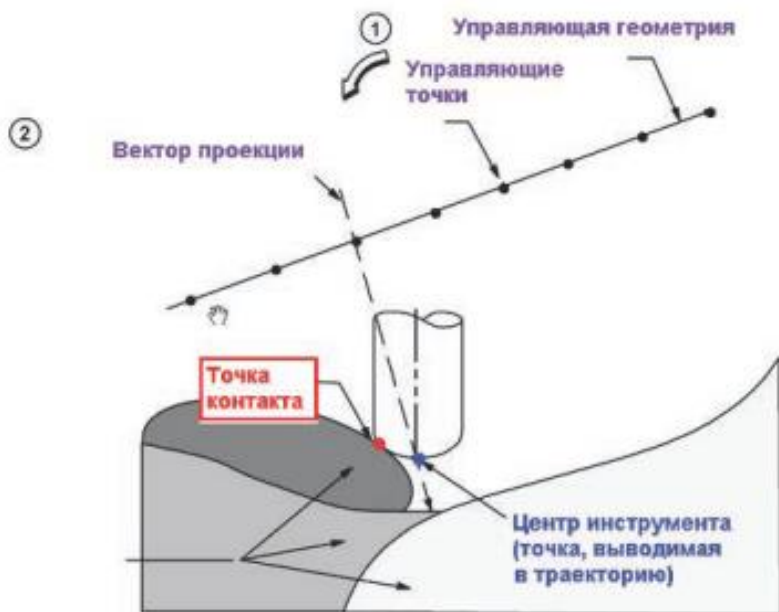


Рисунок 7.2 – Принцип виконання контурної обробки

Команди контурних операцій з фіксованою віссю інструменту знаходяться в групі `mill_contour` (рис. 10.3).

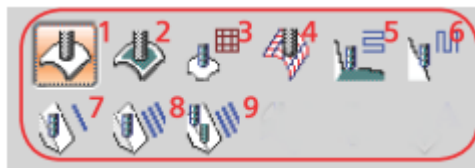


Рисунок 7.3 – Операції контурної обробки

Фактично це одна операція з різними способами формування керуючої геометрії. Всього команд дев'ять:

1 - `FIXED_CONTOUR` - базова контурна операція з фіксованою віссю інструменту;

2,3 - `CONTOUR_AREA`, `CONTOUR_SURFACE_AREA` - варіант операції, де керуюча геометрія задається областю обробки або поверхнями;

4 - `STREAMLINE` - варіант операції, де керуюча геометрія зазвичай також є областю обробки, але на основі цієї геометрії формуються так звані лінії потоку;

5, 6 - `CONTOUR_AREA_NON_STEEP`, `CONTOUR_AREA_DIR_STEEP`, операція `CONTOUR_AREA` з включеним функціоналом виділення ненаклонних і похилих ділянок відповідно;

7, 8, 9 - `FLOWCUT_SINGLE`, `FLOWCUT_MULTIPLE`, `FLOWCUT_REF_TOOL` - операції пошуку і дообробки вигнутих кутів на деталі.

Приклад застосування даних операцій із детальним описом параметрів останніх дивіться в учбовій літературі.

ТЕМА 8. ВИСОКОШВИДКІСНА ОБРОБКА В NX CAM

Теоретичним обґрунтуванням високошвидкісної обробки (ВШО, також часто використовується абревіатура HSM - High Speed Machining) з'явилися дослідження процесу різання, які показали зниження сил різання в деякому діапазоні швидкостей, а також факт перерозподілу тепла в зоні різання. При невеликих перетинах зрізу в даному діапазоні швидкостей основна маса тепла концентрується в стружці, не встигаючи переходити в заготовку і інструмент. Саме це дозволяє вести обробку загартованих сталей, що спрощує сам технологічний процес. Головний ефект ВШО - це не зменшення машинного часу за рахунок інтенсифікації режимів різання, а загальне спрощення виробничого процесу, підвищення якості обробки і можливість виключити слюсарні операції.

Високошвидкісна обробка буде успішною тільки при належній увазі до всіх складових технологічної системи при різанні (рис. 8.1).



Рисунок 8.1 – Вплив ВШО на складові технологічної системи


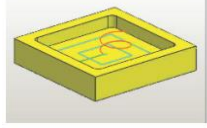
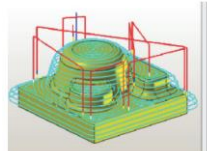
Це верстат, система ЧПУ, ріжучий інструмент, допоміжний інструмент, САМ-система, кваліфікація технолога-програміста. У

цьому розділі розглянемо в основному можливості системи NX CAM для вирішення цих завдань.

Програми для ВШО мають особливості в порівнянні з традиційними програмами. Перш за все це малі перетину зрізу, що знімаються з великою швидкістю. Як результат виконання цього правила, розмір програм для ВШО значно зростає. Для роботи на великих подачах потрібно, щоб траєкторія інструменту не містила гострих кутів, - це вимога впливає з необхідності зниження динамічних навантажень при зміні напрямку руху інструменту. Також потрібні мінімізація коливань навантаження на інструмент і, що особливо важливо, виключення проходів на повну ширину фрези.

Багато операцій в NX мають додаткові параметри для роботи в умовах ВШО. Також існує ряд спеціалізованих операцій. Деякі з них вже розглядалися - зведемо їх в таблицю.

Таблиця 8.1 – Параметри обробки, що реалізують технологію ВШО

№	Вимоги	Операція, або параметр	Рисунок
1	Згладжування гострих кутів траєкторії	CAVITY_MILL, FACE_MILL, PLANAR_MILL та ін.; Параметри різання – Кути	
2	Спіральне врізання	CAVITY_MILL, FACE_MILL та ін.; Додаткові переміщення – Врізання - Гвинтове або спіральне	
3	Обробка між рівнями (пологих елементів) в стратегіях по Z-рівням	ZLEVEL_PROFILE; Параметри різання – З'єднання – Різання між рівнями	

Продовження табл. 8.1

4	Переходи між рівнями в стратегіях по Z-рівням	ZLEVEL_PROFILE; Параметри різання – З'єднання – Із шару на шар	
5	Спіральний та гвинтовий шаблони при фрезеруванні отворів	HOLE_MILL; Шаблон різання – Гвинтовий, Спіральний	
6	Згладжування переходів (холостих ходів)	FIXED_CONTOUR; Допоміжні переміщення – Перехід / Прискорений - Згладжування	
7	Згладжування обходів (переходів всередині та між областями різання)	FIXED_CONTOUR; Допоміжні переміщення – Перехід / Прискорений – Обхід – Згладжуваний	
8	Обробка за потоком (обтикаємість)	STREAMLINE, у тому числі зі спіральним шаблоном	

Згадаємо і інші можливості, пов'язані з ВШО. Це NURBS-інтерполяція, гальмування в кутах, оптимізація подачі і ін. Бібліотека режимів різання при відповідному наповненні може використовуватися для автоматичного потрапляння в області безвібраційного різання.

Трохоїдальний шаблон різання

Трохоїдальний шаблон різання призначений для усунення проходів на повний діаметр фрези. При різанні повним діаметром

істотно зростає навантаження на інструмент, що може привести до його поломки. Інструмент для першого проходу замість прямолінійного руху здійснює спіральні рухи з деяким просуванням вперед. Далі для розширення паза використовується звичайна еквідистантна обробка (як в шаблоні Уздовж деталі).

Цей шаблон використовується в основному для високошвидкісної обробки, але може бути корисний і для традиційного фрезерування.

Кілька операцій підтримують цей шаблон.

Параметри трохоїди задаються в діалоговому вікні параметрів різання (рис. 8.2). Основне Напрямок шаблону - Назовні (1). В цьому випадку основних параметрів чотири: Ширина трохоїда (2), Мінімальна ширина трохоїда (3), Межа кроку (4) і Крок трохоїда вперед (5). Вони взаємодіють один з одним і з параметром Крок з основного діалогового вікна операції. NX контролює допустимі поєднання значень цих параметрів. Малі значення мінімальної ширини трохоїда краще обробляє кути, але на дугах малого радіусу спостерігається гальмування.

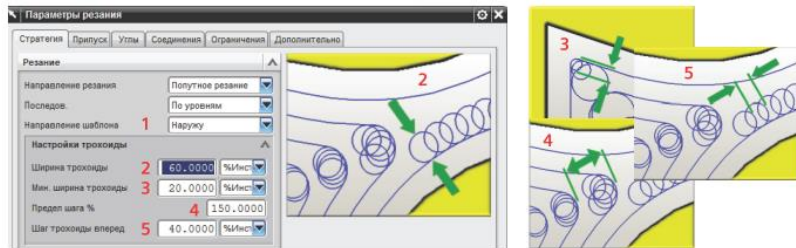


Рисунок 8.2 – Параметри трохоїдального шаблону різання

Деякі виробники інструменту випускають спеціальні інструменти, оптимізовані для високошвидкісної (в тому числі трохоїдальної) обробки. Вони можуть працювати з шириною фрезерування 1,5-2 діаметра, але з кроком (або глибиною різання) близько 0,1 від діаметра інструмента. Такі інструменти часто взагалі не можуть працювати на занурення, тому для закритих областей різання потрібно попереднє свердління.

Фрезерування зануренням (PLUNGE_MILLING)

Ряд інструментальних компаній випускають фрези для так званого заглибного фрезерування (plunge_milling). Ці фрези застосовуються для чорнової обробки замість традиційної пошаровим чорнової обробки. Різання здійснюється вертикальними рухами зверху вниз. Ефективність такої обробки тим вище, чим більш закритою є зона обробки. При цьому методі обробки основна складова сили різання спрямована по осі інструменту, радіальна складова мала. Це зменшує віджимання інструменту при роботі і дозволяє обробляти вироби з тонкими стінками. Операцію іноді відносять не до високошвидкісної обробки, а до так званої високоефективної, оскільки перетин зрізаного шару в даному випадку більше, ніж прийнято для ВШО. Інструменти для такої обробки найчастіше не можуть працювати як свердла, тобто не можуть занурюватися в матеріал повним діаметром. Для закритих областей різання потрібні попередньо просвердлені отвори.

У ньому всі параметри, пов'язані з налаштуванням шляху, винесені в основне діалогове вікно операції. Максимальна ширина різку (1) - це максимальна ширина, на яку інструмент може різати, якщо дивитися в напрямку осі інструменту. Вона зазвичай задається виробником інструменту і залежить від розміру ріжучої частини. Якщо ця відстань менше, ніж 50% діаметра, то інструмент має в центрі не ріжучий ділянку. Фактично цей параметр визначає тип інструменту для операції фрезерування зануренням. NX здійснює перевірку і обмежує Крок і Крок вперед, щоб запобігти обробку не ріжуть частиною інструменту.

Шаблон різання (2) виглядає звичним чином, але в даному випадку це порядок руху інструменту між зануреннями. Параметри Крок (3) і Крок вперед (4) керують рухом уздовж шаблону (рис. 8.3). Крок вгору (5) дозволяє регулювати кількість сходинок; занадто мале значення кроку вгору призведе до втрати продуктивності, занадто велика - до великих сходів між рівнями.

У цій операції можливий тільки 1 діапазон; він заданий в меню Рівнів занурення (6). NX контролює порядок занурення в межах діапазону, починаючи завжди з найглибших ділянок. Це знову ж таки пов'язано з тим, що інструмент зазвичай має неріжучу частину і не повинен занурюватися нижче на наступних кроках. Команда Точки (7)

служить для завдання початкових точок області і точок попереднього свердління.

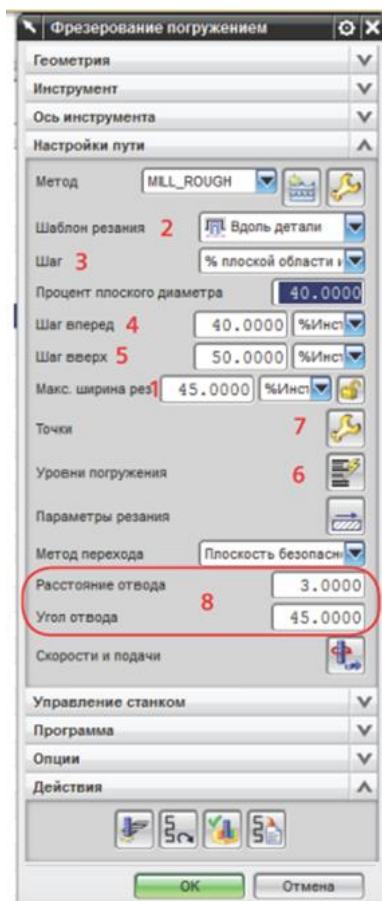


Рисунок 8.3 – Параметры операции глубинного фрезерования

Рух інструменту вгору зазвичай не повинен здійснюватися за тією ж лінією, що і вниз, - потрібне відведення інструменту від стінки і дна. Для цього служать параметри Відстань і Кут відведення (8).

Література

1. NX 2021 For Beginners. – Independently published, 2021. – p. 460.
2. Siemens NX 2021 for Designers. – CADCIM Technologies, USA, 2021. – p. 948.
3. Siemens NX 2019 for Novices (Continuous Release) Learn By Doing. – CADSoft Technologies. – 2019. – p. 245.