

Печатается по решению Ученого Совета факультета математики и информационных технологий Ульяновского государственного университета

Гисметулин А.Р.

«Создание управляющих программ для станков с ЧПУ в системе Unigraphics NX 6.0»: Учебно-методические указания.- Ульяновск: УлГУ, 2010. 73 с.

Методические указания разработаны с целью привития практических навыков студентам факультета математики и информационных технологий специальности «Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах» по компьютерному проектированию технологических процессов механообработки на станках с числовым программным управлением в системе UG NX6. В методических указаниях дано описание модуля обработки NX6. Описаны функциональные особенности навигатора операций и основных типов операций механообработки, а также приведены методики создания управляющих программ для фрезерной и токарной обработок.

Методическое пособие предназначено для обеспечения курсов «Компьютерное моделирование геометрических объектов» и «Физические основы процессов формообразования» читаемых на кафедре «Математическое моделирование технических систем».

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» УлГТУ С.И.Рязанов

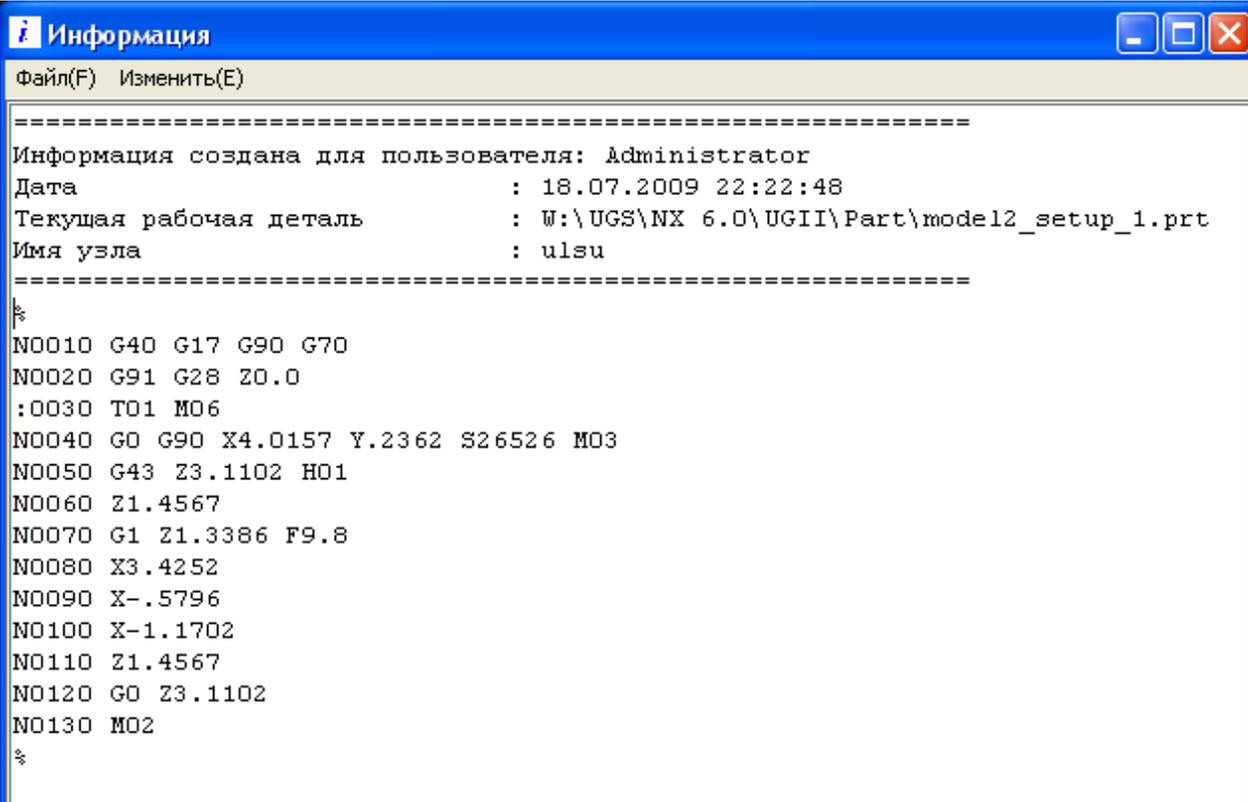
©Гисметулин А.Р., 2010

© Ульяновский государственный университет, 2010

Введение в модуль обработки NX6

Модуль обработки NX6 позволяет в интерактивном режиме программировать и обрабатывать постпроцессором траектории инструмента для операций фрезерования, сверления, токарной и электроэрозионной обработки. Модуль САМ генерирует траектории инструмента, которые используются для изготовления детали. Система ЧПУ принимает файл траектории инструмента и напрямую управляет перемещениями инструмента и другими действиями станка. Немодифицированный файл траектории инструмента не может быть послан на любой станок для осуществления обработки. Каждый тип станка имеет уникальные потенциальные аппаратные возможности и управляется отдельным компьютером (также называемым контроллером). Например, большинство контроллеров требует специальный код, чтобы включить СОЖ. Большинство систем ЧПУ также ограничивают количество команд группы *M*, которые могут вводиться в одном кадре программы. Эта информация не содержится в траектории инструмента, которая создана в NX.

Поэтому, программа траектории инструмента должна измениться, чтобы удовлетворить уникальным параметрам каждой комбинации станок/система ЧПУ. Это преобразование называется постпроцессированием и результатом является обработанная постпроцессором траектория инструмента. На рисунке представлен пример управляющей программы ЧПУ для заданной системы ЧПУ:



```
Информация
Файл(F)  Изменить(E)
=====
Информация создана для пользователя: Administrator
Дата                : 18.07.2009 22:22:48
Текущая рабочая деталь : W:\UGS\NX 6.0\UGII\Part\model12_setup_1.prt
Имя узла            : ulsu
=====
%
N0010 G40 G17 G90 G70
N0020 G91 G28 Z0.0
:0030 T01 M06
N0040 G0 G90 X4.0157 Y.2362 S26526 M03
N0050 G43 Z3.1102 H01
N0060 Z1.4567
N0070 G1 Z1.3386 F9.8
N0080 X3.4252
N0090 X-.5796
N0100 X-1.1702
N0110 Z1.4567
N0120 G0 Z3.1102
N0130 M02
%
```

Основные этапы создания управляющей программы:

1. Создание детали содержащую настройку, включающую всю производственную информацию. Деталь с настройкой может содержать ссылку на обрабатываемую деталь, заготовку, оснастку, прижимы и станок.
2. Задание программы, инструмента, метода и группы родительской геометрии.
3. Создание операции и задание траектории инструмента.
4. Генерация и просмотр траектории инструмента.

5. Постпроцессирование траектории инструмента.

6. Создание цеховой документации.

Для просмотра и управления зависимостями между операциями, геометрией, методами обработки и инструментами в модуле обработки NX6 существует **Навигатор операций**.

Навигатор операций это окно с графической организацией и древовидной структурой, которая отображает зависимости между геометрией, методами обработки, параметрами инструмента и операциями в пределах программы. Параметры передаются или наследуются из группы в группу и из группы в операцию, на основе их расположения в древовидной структуре. Позволяет просматривать и управлять зависимостями между операциями и группами параметров, чтобы совместно использовать параметры в операциях.

Навигатор операций имеет четыре иерархических вида, которые используются, для создания и управления программой ЧПУ. Каждый **Вид** отображает те же операции согласно содержанию вида: последовательность операций в пределах программы, используемые инструменты, геометрия обработки и методы обработки.

Навигатор операций может быть использован для:

- вырезки или копирования и вставки операции в пределах настройки для детали или между настройками для различных деталей;
- перемещения групп и операций в пределах настройки для детали;
- задания общих параметров в одном расположении группы, таком как группа геометрии *Заготовка*. Параметры передаются (наследуются) операциями в пределах группы;
- отображения траектории инструмента и геометрии операции в графическом окне, чтобы видеть то, что определено и какие области были обработаны;
- отображения заготовки в процессе обработки (ЗвПО) операции фрезерования или токарной обработки.

В Навигаторе операций древовидная структура управляет зависимостями между группами и операциями. Позиция группы или операции определяет, как передаются (наследуются) параметры. Отдельные столбцы отображают различные типы информации. При этом существует возможность выбора столбцов для отображения в каждом виде с помощью команды **Свойства**.

| Name | Path | Tool | Method | Order Group |
|---------------|-----------|--------------|-------------------|-------------|
| GEOMETRY | | | | |
| NONE | | | | |
| MCS_MILL | | | | |
| WORKPIECE | | | | |
| TRIM | | | | |
| FLOWCUT_RE... | Generated | UGTI0203_017 | MILL_FINISH | PROGRAM |
| FLOWCUT_SI... | Generated | UGTI0203_013 | MILL_FINISH | PROGRAM |
| FLOWCUT_RE... | Generated | UGTI0203_017 | MILL_FINISH_V1... | PROGRAM |

| Name | Path | Tool | Geometry | Order Group |
|------------------------|-----------|--------------|----------|-------------|
| METHOD | | | | |
| NONE | | | | |
| MILL_ROUGH | | | | |
| MILL_SEMI_FINISH | | | | |
| MILL_FINISH | | | | |
| FLOWCUT_REF_TOOL | Generated | UGTI0203_017 | TRIM | PROGRAM |
| FLOWCUT_SINGLE | Generated | UGTI0203_013 | TRIM | PROGRAM |
| MILL_FINISH_V18_COLORS | | | | |
| DRILL_METHOD | | | | |

Рис. Примеры видов **Навигатора операций**

Для копирования группы или операции в Навигаторе операций, в соответствующем виде, необходимо выбрать операцию или (группу). На инструментальной панели **Действия**, нажать **Копировать объект** или **Вырезать объект** (или с помощью правой клавиши мыши на операции и выбрать **Копировать** или **Вырезать**). Нажать правую клавишу мыши в необходимом месте маршрута обработки и выбрать **Вставить** или **Вставить внутрь**. Команда **Вставить** размещает операцию ниже выбранной группы или операции, и скопированная операция не наследует параметры от выбранного расположения. Команда **Вставить внутрь** размещает операцию в выбранном **Инструменте, Методе, Геометрии или Программе**, и скопированная операция наследует параметры от выбранного расположения (группы). Аналогично можно осуществить копирование операции из одной настройки в другую.

Колонки *Навигатора операций*

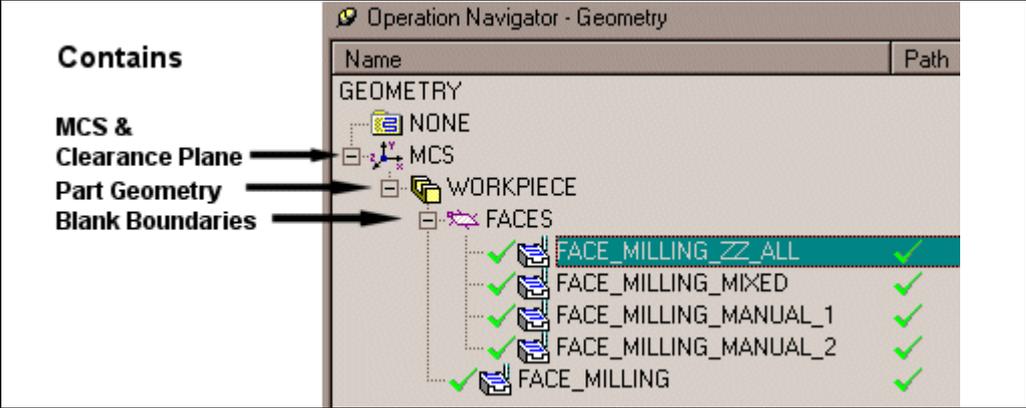
| | |
|---|---|
|  Вывести на постпроцессор | Траектория инструмента не была введена, или траектория инструмента изменилась после последнего вывода, и последний вывод является устаревшим. |
|  Генерировать | Траектория инструмента для операции никогда не генерировалась, или сгенерированная траектория инструмента является устаревшей. |
|  Завершено | Траектория инструмента, которая была сгенерирована и выведена (на постпроцессор или в CLSF) не является устаревшей. |
|  Утвержденный | Пользователь может перезаписать системное состояние, и указать, что операция закончена, независимо от программных индикаторов. Если состояние всех операций в программе Закончено или Утверждено, то состояние программы Утверждено. |
| Колонка <i>Траектория</i> | |
|  Сгенерированные | Траектория была сгенерирована. Она может содержать или не содержать перемещения инструмента. |
|  Нет | Траектория или еще не была сгенерирована, или была удалена. |
|  Импортированные | Траектория была импортирована из CLSF. (Инструменты → CLSF → Импорт). Траектория может воспроизводиться на экране, выводится на постпроцессор или изменяться в графическом редакторе траекторий инструмента. |
|  Измененные | Траектория которая была изменена в графическом редакторе траекторий инструмента. |
|  Подозрительные | Обнаружена подозрительная геометрия при генерации траектории инструмента. Может быть допустимой или не допустимой, и должна быть проверена тщательно: для визуального пересечения. Нажать правую клавишу мышки на операции и выбрать Объект → Отобразить . Для диагностики описания условия: Нажать правую клавишу мышки на операции и выбрать Объект → Информация . |
|  Преобразованные | Траектория из преобразованной операции. |
|  Подавленные | Траектория не выводится, и не воздействует на заготовку в процессе обработки. Операция отображается цветом, назначенным на Подавленную траекторию. |
|  Пустая траектория инструмента | Траектория инструмента была сгенерирована, но не содержит действительное перемещение. Некоторые примеры операции Обработки углов , которые не обнаруживают областей, или операции Глубинного фрезерования без заготовки в процессе обработки, для резания. Операции такие как Управление станком , которые создаются не для перемещений, не отображают это состояние. |
|  Блокировка | Траектория инструмента предохранена от перезаписи. |
| Колонка <i>Заготовка в процессе обработки (ЗвПО)</i> | |

| | |
|---|--|
|  Сгенерированные | Заготовка в процессе обработки сгенерирована и не требует обновления. |
|  Нет | Эта операция не имеет IPW [ЗвПо] |
|  Требуется регенерация | Заготовка в процессе обработки для этой операции является устаревшей. Заготовка в процессе обработки обновляется, если она используется последующей операцией, или если она сгенерирована в Динамической визуализации. Этот значок также появляется в столбце ЗвПо для всех операций ниже операции, которая является устаревшей. |
| Колонка <i>Контроль зарезов</i> | |
|  Непроверенный | Операция не была проверена на зарезы, или операция была изменена после последней проверки. |
|  Нет зарезов | Операция была проверена, и перемещений с зарезами не было найдено. |
|  Зарезы | Операция была проверена и найдены перемещения с зарезами. Подсказка отображает номер зареза. |
|  Предупреждение | Операция была проверена, но результат, возможно, не достоверен. Например, неоднородная заготовка может воздействовать на результаты. |
|  Ошибка | Ошибка, вызвана отсутствием геометрии детали или контрольной геометрии, произошла при проверке операции. |
| Колонки <i>События в начале, События в конце</i> | |
|  | Операция может иметь определяемое пользователем событие управления станком, такое как Включение СОЖ . Подсказка отображает определяемые пользователем события, включенные в операцию. |
| Колонка <i>Смена инструмента</i> (отображает значок, который показывает тип инструмента используемого в операции, когда в операции есть смена инструмента) | |
|  | Сверла |
|  | Фрезерный инструмент |
|  | Токарный инструмент |
| Колонка <i>Время</i> (только для операций фрезеровки, отображает предполагаемое время резания для траектории инструмента в формате часы: минуты: секунды.) | |
| Колонка <i>Длина</i> (только для операций фрезеровки, отображает предполагаемую длину траектории инструмента) | |
| Колонка <i>Канал</i> (только многосуппортные станки, отображает номер канала) | |

Виды навигатора операций

Навигатор операций имеет четыре вида, которые отображают тот же набор операций по-разному.

| Вид | Описание |
|--|---|
|  Вид порядка программ | Организует операции в соответствии с последовательностью, в которой они выполняются на станке. Каждая группа программ представляет отдельный программный файл, который является выводом на постпроцессор или в CLSF. Сортировка колонок выключена в этом виде. |
|  Вид инструментов | Организует операции с использованием инструмента и отображает все инструменты, вызванные из библиотеки инструмента или созданные в текущей настройке. В этом виде можно сгруппировать режущий инструмент в револьверной головке для токарной обработке или в инструментальном магазине для фрезерной обработки. |
|  Вид геометрии | Организует операции, по геометрии обработки и ориентации СКС. Каждая группа геометрии отображает операции в соответствии с последовательностью, в которой они выполняются на станке. Сортировка колонок выключена в этом виде. |

| | |
|---|--|
| |  |
|  Вид методов обработки | Организует операции под общими приложениями обработки, которые совместно используют те же значения параметров например при черновой, получистовой и чистовой обработках. |

Каждый вид организует операции в группы, которые управляют соответствующими параметрами. Содержание групп наследуется группами и операциями, которые расположены ниже в дереве навигатора. Группы отображают фактическое использование (не использование) их в программе ЧПУ. Например, если используется инструмент, он может иметь одну или несколько операций в виде **Станка**.

Вид программ показывает порядок, в котором операции будут выполняться на станке. Порядок операций может быть перегруппирован в Навигаторе операций в режиме Вид программ. Например, может быть уменьшено количество смен инструмента, изменен порядок операций, изменен инструмент, который используется в операции. Меню **Create Program [Создание программ]** позволяет создавать группы программ. Эти группы программ могут содержать различные операции. Группы программ становятся родительскими для операций, которые в них размещаются в графическом навигаторе операций.

Вид геометрии. Порядок операций в пределах группы геометрии связан с видами **Геометрии и Программ**. При изменении порядка операций в пределах группы геометрии в **Виде геометрии**, изменения также отражаются в **Виде программ**. Например, если группа hole_geom содержит операции центровки, сверления и нарезания резьбы, эти 3 операции должны происходить в этом порядке при обработке каждого отверстия. Другие операции в других группах геометрии могут выполняться между этими операциями, но для любого отверстия в группе, операция центровки должна предшествовать операции сверления, которая должна предшествовать операции нарезания резьбы.

Подтипы родительских групп

| Вид | Родительская группа/подтип |
|---------------------|---|
| drill | DRILL_GEOM и WORKPIECE |
| mill_planar | WORKPIECE, MILL_BND, MILL_GEOM, MILL_TEXT и MCS |
| mill_contour | MCS, MILL_GEOM, MILL_BND, MILL_AREA, MILL_TEXT и WORKPIECE |
| mill_multi-axis | MCS, MILL_GEOM, MILL_BND и WORKPIECE |
| turning | MCS_SPINDLE, WORKPIECE, PART и CONTAINMENT |
| wire_edm | MCS_WEDM, WEDM_GEOM, SEQUENCE_INTERNAL_TRIM и SEQUENCE_EXTERNAL_TRIM |
| machining_knowledge | MCS, WORKPIECE, MILL_AREA, SIMPLE_HOLE, CB_HOLE, CS_HOLE, THD_CB_HOLE, THD_SIMPLE_HOLE, THD_CS_HOLE, ALL_FEATURES, FEATURE_PROCESS. |
| hole_making | MCS, WORKPIECE, MILL_AREA, SIMPLE_HOLE, CB_HOLE, CS_HOLE, THD_CB_HOLE, THD_SIMPLE_HOLE, THD_CS_HOLE, ALL_FEATURES, FEATURE_PROCESS. |

| | |
|----------------|--|
| die_sequences | SEQUENCE_ZIGZAG, SEQUENCE_ZLEVEL, SEQUENCE_IPW, SEQUENCE_PROFILE_2D и SEQUENCE_PROFILE_3D |
| mold_sequences | SEQUENCE_ZIGZAG, SEQUENCE_ZLEVEL, SEQUENCE_IPW, SEQUENCE_TOOL, SEQUENCE_ZIGZAG_HSM и SEQUENCE_ZLEVEL_HSM |

Вид инструмента показывает все операции, в которых инструменты используются, что позволяет анализировать их расположение и решать, об эффективности их расположения. На рисунке ниже показан пример **Вида инструмента**. Только два из этих инструментов фактически используются в операциях. На это указывают значки "плюс" или "минус", который располагается слева от имени инструмента.

| Name | Path | Description | Geometry | Method | Order Group |
|--|-----------|---|----------|-------------|-------------|
| GENERIC_MACHINE | | Generic Machine | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> [-] NONE [-] UGTIO203_008 [-] UGTIO203_013 [+] FLOWCUT_SINGLE [-] UGTIO203_014 [-] UGTIO203_015 [-] UGTIO203_016 [+] UGTIO203_017 [-] UGTIO203_018 | Generated | mill_contour Ball End 2" Ball End 1 1/2" FLOWCUT_SINGLE Ball End 1" Ball End 3/4" Ball End 1/2" Ball End 3/8" Ball End 1/4" | TRIM | MILL_FINISH | PROGRAM |

Меню **Создания инструмента** позволяет создать инструмент для использования в различных типах операций. Доступные типы инструментов, определяются параметрами **Machining Environment [Настройки обработки]**, которые были предварительно заданы. Тип определяет подтип или класс инструментов, которые доступны для выбора. Существует также возможность вызова инструмента из библиотеки. Выбор предварительно заданного инструмента для сверления, фрезерования и токарных резцов, расположенных в библиотеках инструмента. После выбора класса инструмента из этого меню, на экран выводится меню задания **Search Criteria [Критериев поиска]**. Это меню используется для задания параметров поиска необходимого инструмента. Затем отображается список **Search Result [Результат поиска]**, показывая инструменты, которые соответствуют введенным критериям поиска и будут использованы в программе ЧПУ. При замене базового станка на другой из библиотеки, можно изменять позицию инструмента в инструментальном магазине/кармане. Для этого в **Виде инструмента** можете перетащить и опустить инструмент (и любые присоединенные операции) из одного кармана инструмента в другой, либо использовать функцию "вырезать и вставить".

В **Виде методов** система отображает операции, сгруппированные вместе по методу обработки (черновая, чистовая, получистовая). Эта организация предоставляет простой выбор метода обработки в операции. При внесении изменения в вид методов, необходимо проверить, как эти изменения отражаются в виде программ, поскольку это вид, который задает последовательность операций. Этот вид может быть использован, чтобы изменить метод обработки для нескольких операций сразу. Например, чтобы изменить цвет перемещений резания для всех черновых операций, следует отредактировать метод **Mill_Rough**, и изменить параметры отображения траектории. Теперь все операции в том методе наследуют новые цвета отображения. Это проще чем изменять параметры отображения в каждой операции. Меню **Создание метода** позволяет создать родительскую группу метода, которая используется для различных типов операций. Допустимые типы, определяются параметрами окружения обработки, которые были выбраны. Тип определяет подтип методов доступных для выбора.

После задания параметров меню метода (тип, подтип, исходная группа и имя) на экран выводится меню задания группы, основанное на выбранном подтипе. Например,

при выборе подтипа MILL_METHOD отображается меню MILL_METHOD и можно задать различные параметры, которые будут назначены для родительской группы MILL_METHOD.

Подтипы операций

1. Сверление

| Подтип | Описание |
|--|---|
|  SPOT_FACING | Цикл центровки с задержкой. |
|  SPOT_DRILLING | Цикл центровки с задержкой. |
|  DRILLING | Базовая операция от точки к точку с циклом сверления. |
|  PECK_DRILLING | Цикл сверления, в котором инструмент выводится из отверстия для ломки (удаления) стружки. |
|  BREAKCHIP_DRILLING | Цикл сверления, в котором инструмент выводится из отверстия для ломки (удаления) стружки. |
|  BORING | Цикл расточки в котором инструмент опускается в отверстие на рабочей подаче и выводится на ускоренной. |
|  REAMING | Цикл развертки, в котором инструмент опускается в отверстие на рабочей подаче и выводится на рабочей. |
|  COUNTERBORING | Цикл сверления с задержкой. |
|  COUNTERSINKING | Цикл сверления до глубины, которая задается диаметром зенковки. |
|  TAPPING | Цикл нарезания резьбы метчиком, в котором инструмент опускается в отверстие на заданной подаче, меняет направление вращения шпинделя и выводится из отверстия на такой же подаче. |
|  THREAD_MILLING | Фрезерование резьбовых отверстий с траекторией по спирали. |
|  MILL_CONTROL | Операция содержит только события управления станком. |
|  MILL_USER | Эта траектория инструмента сгенерирована программой пользователя при программировании в NX. |

2. Обработка отверстий

| Подтип | Процессор | Описание |
|--|------------------------|---|
|  HOLE_MAKING | Обработка отверстий | Основная операция обработки отверстия, которая должна быть создана в группе геометрии модуля обработки отверстий. Они создаются с группой геометрии, а не отдельно. |
|  HOLE_MILL | Фрезерование отверстий | Основная операция фрезерования отверстий, которая должна быть создана в группе геометрии модуля обработки отверстий (создаются с группой геометрии, а не отдельно). |
|  MILL_CONTROL | Фрезерование отверстий | Операция содержит только события управления станком. |

3. Плоское фрезерование

| Подтип | Процессор | Описание |
|---|---------------------|---|
|  FACE MILLING AREA | Фрезерование граней | Фрезерование области граней имеет геометрию детали, область резания, геометрию стенок, контрольную геометрию и автоматический выбор стенок. |
|  FACE MILLING | Фрезерование граней | Фрезерование граней для обработки плоских граней заданных границами заготовки на твердых телах. |

| | | |
|--|-------------------------|--|
|  FACE_MILLING MANUAL | Фрезерование граней | Смешанный шаблон обработки, для использования различных шаблонов обработки на каждой грани. Один из шаблонов резания является ручным, который позволяет, позиционировать инструмент точно, где необходимо подобно режиму обучения. |
|  PLANAR_MILL | Плоское фрезерование | Основная операция плоского фрезерования, которое производит обработку по двумерным границам с различными шаблонами резания и плоскими нижними границами. |
|  PLANAR PROFILE | Плоское фрезерование | Специальный метод резания для двухмерного профиля без задания геометрии заготовки. Это специальная операция плоского фрезерования, которая имеет доступ к подмножеству всех приложений плоского фрезерования. Применяется для обработки обрезных штампов. |
|  ROUGH FOLLOW | Плоское фрезерование | Плоское фрезерование с методом резания вдоль детали. |
|  ROUGH_ZIGZAG | Плоское фрезерование | Плоское фрезерование с методом резания зиг-заг. |
|  ROUGH_ZIG | Плоское фрезерование | Плоское фрезерование с методом резания зиг по контуру |
|  CLEANUP CORNERS | Плоское фрезерование | Плоское фрезерование с шаблоном обработки вдоль области, которая использует 2D ЗвПО из предыдущей операции. Этот тип операции часто используют, для дообработки в углах, где материал остался после обработки предыдущим инструментом. |
|  FINISH_WALLS | Плоское фрезерование | Операция плоского фрезерования, содержащая шаблон обработки профиля, для чистовой обработки только стенок и припуском на нижней плоскости обработки. Этот тип операции не оставляет припуск на стенках, но имеет конечный припуск на нижней плоскости обработки равный 0,01 дюйма (0,25 мм), чтобы сохранить расстояние от нижней плоскости обработки. |
|  FINISH_FLOOR | Плоское фрезерование | Операция плоского фрезерования, содержащая шаблон обработки вдоль области для чистовой обработки и только нижней плоскости обработки и оставляет припуск на стенках. Эта операция не оставляет припуска на нижней плоскости обработки, но имеет припуск 0,005 дюйма (0,12 мм) вдоль стенок. Этот припуск на обработку детали не наследуется в этой операции. |
|  THREAD MILLING | Фрезерование резьбы | Фрезерование резьбовых отверстий с траекторией по спирали. |
|  PLANAR_TEXT | Плоское фрезерование | Фрезерование текста надписей чертежа, используется для 2D гравировки. |
|  MILL_CONTROL | Управление станком | Операция содержит только события управления станком. |
|  MILL_USER | Задав.пользов. | Эта траектория инструмента сгенерирована программой пользователя при программировании в NX |

4. Контурная обработка

| Подтип | Процессор | Описание |
|---|---------------------------|--|
|  CAVITY_MILL | Глубинное фрезерование | Базовая операция глубинного фрезерования, используется для удаления объема материала заданного |

| | | |
|--|------------------------|--|
| | | как заготовка или ЗвПО и деталь, имеет много шаблонов плоской обработки. В основном используется для черновой обработки. |
|  PLUNGE MILLING | Глубинное фрезерование | Для обработки труднодоступных глубоких стенок с использованием длинных тонких сборок инструмента повышенной жесткости, когда инструмент перемещается только вдоль оси Z. |
|  CORNER_ROUGH | Глубинное фрезерование | Дообработка оставшегося материала в углах, который не смог удалить предыдущий инструмент, из-за большого диаметра и радиуса при вершине. |
|  REST MILLING | Глубинное фрезерование | Удаляет оставшийся материал после предыдущего инструмента. |
|  ZLEVEL_PROFILE | Z-уровни | Базовая операция фрезерования по Z-уровням, используется для обработки детали или области резания плоскими резами. |
|  ZLEVEL_CORNER | Z-уровни | Операция чистовой обработки углов, в которых не смог удалить материал предыдущий инструмент, из-за большого диаметра и радиуса при вершине. |
|  FIXED_CONTOUR | Контурная обработка | Основная операция контурной обработки с фиксированной ориентацией оси инструмента, используется для обработки геометрии детали или области обработки различными методами управления и шаблонами резания. Ось инструмента направлена вдоль оси +ZM. |
|  CONTOUR_AREA | Контурная обработка | Метод управления по области обработки, используется для обработки выбранных граней или области обработки различными шаблонами резания. Обычно используется для получистовой и чистовой обработки. |
|  CONTOUR SURFACE_AREA | Контурная обработка | Метод управления по управляющей поверхности, который использует направления U-V одиночной управляющей поверхности или прямоугольной сетки поверхностей. |
|  STREAMLINE | Контурная обработка | Грани резания определяются автоматически и/или задаются пользователем продольными и поперечными кривыми. |
|  CONTOUR_AREA NON_STEEP | Контурная обработка | Операция похожа на операцию CONTOUR_AREA, однако обрабатываются только наклонные области. Часто используется с операцией типа ZLEVEL_PROFILE_STEEP, чтобы управлять высотой гребешка при чистовой обработке области резания. |
|  CONTOUR_AREA DIR_STEEP | Контурная обработка | Метод управления по области обработки, используется для обработки только ненаклонных областей, основанных на направлении резания. Используется с операциями CONTOUR_ZIGZAG или CONTOUR_AREA для уменьшения высоты гребешка который остался от предыдущей операции заг-заг. |
|  FLOWCUT SINGLE | Контурная обработка | Метод управления вдоль углов за один проход, используется для чистовой обработки или дообработки углов и стенок. |
|  FLOWCUT MULTIPLE | Контурная обработка | Метод управления вдоль углов за несколько проходов, используется для чистовой обработки или дообработки углов и стенок. |
|  FLOWCUT_REF TOOL | Контурная обработка | Метод управления вдоль углов за несколько проходов в зависимости от параметров предыдущего инструмента, используется для чистовой обработки или дообработки углов и стенок. |

| | | |
|--|----------------------|--|
|  FLOWCUT_SMOOTH | Контурная обработка | Операция похожа на операцию FLOWCUT_REF_TOOL, однако использует сглаженные перемещения врезаний, отводов и перепозиционирования. Эта операция используется для высокоскоростной обработки. |
|  SOLID_PROFILE_3D | Плоское фрезерование | Специальный тип резания 3D профиля, определяет глубину резания, выбирая вертикальные стенки. |
|  PROFILE_3D | Плоское фрезерование | Специальный метод обработки трехмерного профиля, глубина определяется ребрами или кривыми границы. Часто используется для обработки обрезных штампов |
|  CONTOUR_TEXT | Контурная обработка | Фрезерование текста надписей чертежа, используется для 3D гравировки. |
|  MILL_USER | Зад. польз. | Эта траектория инструмента сгенерирована программой пользователя при программировании в NX |
|  MILL_CONTROL | Управление станком | Операция содержит только события управления станком. |

5. Многоосевая обработка

| Подтип | Процессор | Описание |
|--|------------------------|---|
|  VARIABLE CONTOUR | Контурная обработка | Основной тип операции с переменной ориентацией оси инструмента. Используется контур детали или область обработки с различными методами управления и шаблонами резания. Существует несколько опций для управления ориентацией оси инструмента. |
|  STREAMLINE | Контурная обработка | Грани резания определяются автоматически и/или задаются пользователем продольными и поперечными кривыми. |
|  VC_MULTI DEPTH | Контурная обработка | Контурная обработка с переменной ориентацией оси инструмента, с послойным удалением материала с заготовки. |
|  VC_BOUNDARY ZZ_LEAD_LAG | Контурная обработка | Контурная обработка с переменной ориентацией оси инструмента, с методом управления по границе, шаблоном резания зиг-заг и ориентацией оси инструмента с углами опережения и наклона. |
|  VC_SURF_AREA ZZ_LEAD_LAG | Контурная обработка | Контурная обработка с переменной ориентацией оси инструмента, с методом управления по управляющей поверхности, шаблоном обработки зиг-заг и ориентацией оси инструмента с углами опережения и наклона. |
|  CONTOUR PROFILE | Контурная обработка | Операция с переменной ориентацией оси инструмента и методом управления по контуру профиля, используется для обработки наклонных стенок боковой поверхностью режущего инструмента. Этот тип операции отображается, если он включен соответствующей переменной для предварительного ознакомления. |
|  FIXED CONTOUR | Контурная обработка | Основная операция контурной обработки с фиксированной ориентацией оси инструмента, используется для обработки геометрии детали или области обработки различными методами управления и шаблонами резания. Ось инструмента задается пользователем с помощью вектора. |
|  SEQUENTIAL MILL | Последов. фрезерование | Также называется GSSM (подобна операции APT). Инструмент управляется с помощью обрабатываемой, контрольной и управляющей поверхностями. |

| | | |
|---|---------------------------------|--|
| | | Используется при необходимости управления перемещениями инструмента, ориентацией оси инструмента и задания петель вдоль геометрии. |
|  ZIG_ZAG SURFACE | Обработка поверхности Зиг-загом | Это унаследованный тип операций. Не применяется для новых программ. |
|  MILL_USER | Задав.пользов. | Эта траектория инструмента сгенерирована программой пользователя при программировании в NX |
|  MILL_CONTROL | Управление станком | Операция содержит только события управления станком. |

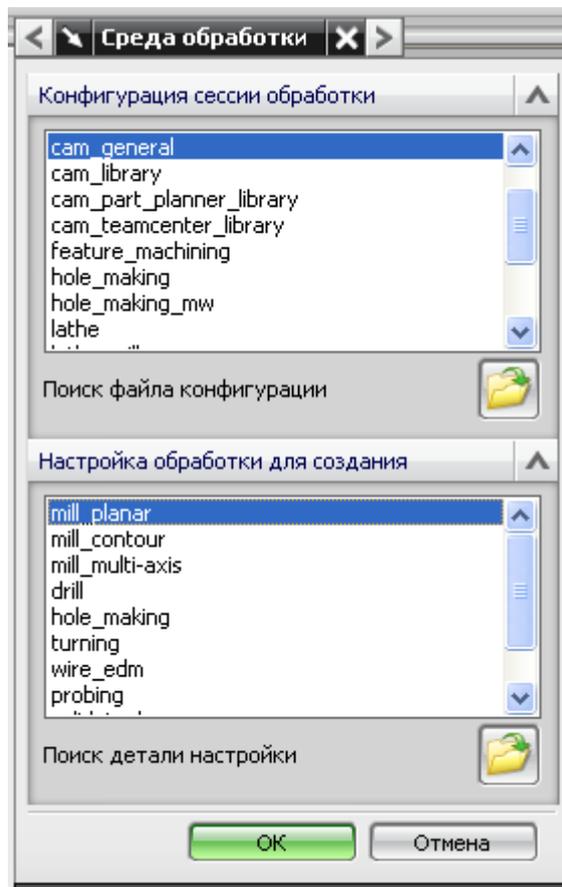
6. Токарная обработка

| Подтип | Процессор | Описание |
|--|-----------------------------|---|
|  CENTERLINE SPOTDRILL | Осевое сверление | Цикл центровки с задержкой. |
|  CENTERLINE DRILLING | Осевое сверление | Цикл сверления с задержкой. |
|  CENTERLINE PECKDRILL | Осевое сверление | Цикл сверления, в котором инструмент полностью выводится из отверстия после подачи на заданную глубину для удаления стружки. |
|  CENTERLINE BREAKCHIP | Осевое сверление | Цикл сверления с ломкой стружки, в котором инструмент останавливается после подачи на заданную глубину для ломки стружки. |
|  CENTERLINE REAMING | Осевое сверление | Цикл развертывания, в котором инструмент опускается в отверстие и выводится на рабочей подаче. |
|  CENTERLINE TAPPING | Осевое сверление | Цикл нарезания резьбы метчиком, в котором инструмент опускается в отверстие на заданной подаче, меняет направление вращения шпинделя и выводится из отверстия на такой же подаче. |
|  FACING | Черновая токарная обработка | Черновая токарная обработка, которая используется для обработки торца детали в направлении к оси шпинделя. |
|  ROUGH_TURN OD | Черновая токарная обработка | Черновая токарная обработка, которая используется для обработки наружных поверхностей детали параллельно оси шпинделя. |
|  ROUGH_BACK TURN | Черновая токарная обработка | Операция похожа на операцию ROUGH_TURN_OD, за исключением того, что обработка ведется от оси шпинделя. |
|  ROUGH_BORE_ID | Черновая токарная обработка | Черновая обработка, которая используется для расточки отверстий и проходит параллельно к оси шпинделя. |
|  ROUGH_BACK BORE | Черновая токарная обработка | Операция похожа на операцию ROUGH_BORE_ID, за исключением того, что обработка ведется от шпинделя. |
|  FINISH_TURN OD | Чистовая токарная обработка | Автоматически генерирует чистовые проходы для наружной обработки детали используя различные стратегии резания. |
|  FINISH_BORE_ID | Чистовая токарная обработка | Автоматически генерирует чистовые проходы для внутренней обработки детали используя различные стратегии резания. |
|  FINISH_BACK BORE | Чистовая токарная обработка | Операция похожа на операцию FINISH_BORE_ID, за исключением того, что обработка ведется от шпинделя. |

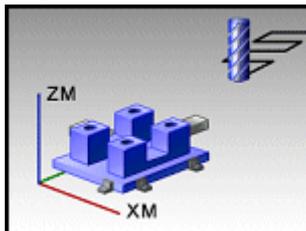
| | | |
|---|-----------------------------|--|
|  TEACH_MODE | Режим обучения | Генерирует чистовые проходы, которые полностью управляются пользователем (оптимальный тип операции для чистовой обработки). |
|  GROOVE_OD | Черновая токарная обработка | Черновая обработка для обработки внешних проточек на детали (существуют несколько шаблонов резания для токарной обработки и обработки погружением). |
|  GROOVE_ID | Черновая токарная обработка | Черновая обработка для обработки внутренних проточек на детали (существуют несколько шаблонов резания для токарной обработки и обработки погружением). |
|  GROOVE_FACE | Черновая токарная обработка | Черновая обработка для обработки проточек на торце детали (существуют несколько шаблонов резания для токарной обработки и обработки погружением). |
|  THREAD_OD | Нарезание резьбы | Операция нарезания наружной резьбы |
|  THREAD_ID | Нарезание резьбы | Операция нарезания внутренней резьбы |
|  PARTOFF | Режим обучения | Операция для отрезки (может быть использована в режиме обучения для легкого изменения параметров операции). |
|  BAR_FEED_STOP | Управление станком | Операция управления станком (предварительно установлена) для создания постпроцессорной команды управления задней бабкой для позиционирования и остановки |
|  LATHE CONTROL | Управление станком | Операция содержит только события управления станком. |
|  LATHE_USER | Зад. польз. | Эта траектория инструмента сгенерирована программой пользователя при программировании в NX |

Лабораторная работа №1 Фрезерование

Создание управляющей программы ЧПУ для обработки фрезерованием детали, которая впервые была загружена в модуль «**Обработки**» начинается с вывода на экран меню *Machining Environment (Среда обработки)*. В этом меню необходимо выбрать **Конфигурационный файл и настройки**. Конфигурационный файл определяет рабочую среду модуля «**Обработки**». В этом файле задаются доступные процессоры обработки, библиотеки инструмента, постпроцессоры и другие высокоуровневые параметры. Настройки задаются в Файле детали, который содержит шаблоны. Они задают доступные типы опций и группы, которые появляются в «*Графическом Навигаторе Операций*», в меню «*Создания Операций*» и меню создания групп: выберите конфигурационный файл *cam_general* и настройку *mill_planar* и нажмите клавишу "OK".



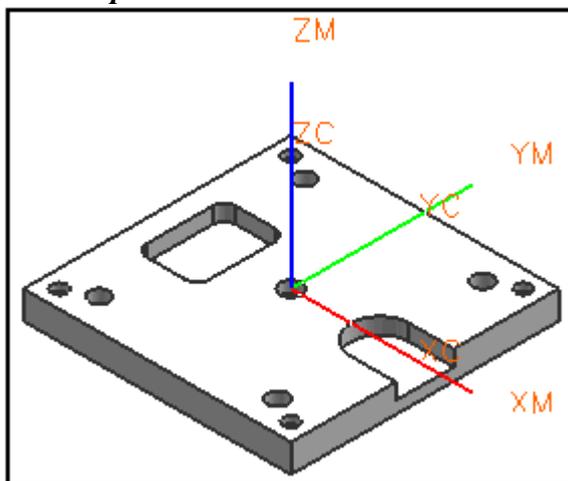
Создание настройки с помощью **CAM EXPRESS** позволяет получить:



- сборку с деталью как компонентом. Это позволяет записать данные обработки ЧПУ, отдельно от геометрических данных;
- программу с именем 1234;

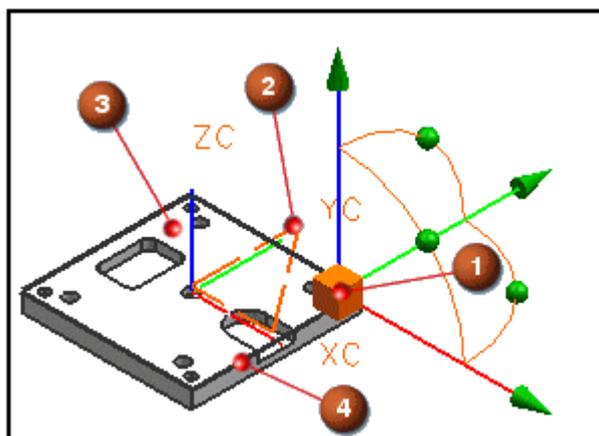
- магазин (карусельный или цепной) с 30 карманами для того, чтобы располагать режущий инструмент;
- начальную геометрию;
- некоторые методы обработки (черновой, чистовой, получистовой).

На фоне графического окна нажать правую клавишу мышки и выбрать "**Ориентация вида→Изометрический**".

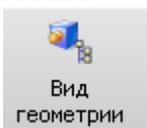


Задание геометрии

При задании геометрии проверяется и изменяется система координат станка (1), задается плоскость безопасности (2), задается геометрия детали (3) и задается геометрия заготовки (4).



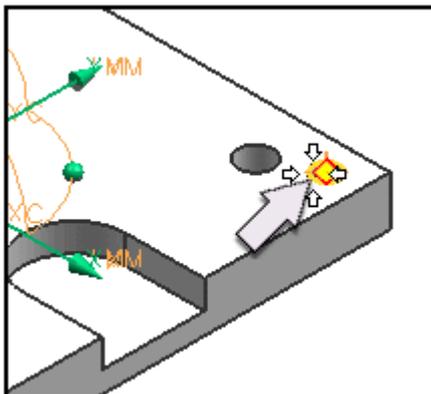
Система координат станка (СКС) задает систему координат, в которой выводится траектории инструмента. Для этого:



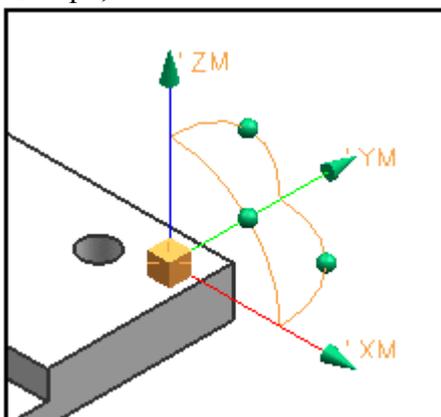
- нажать **Вид геометрии** ;
- в режиме **Вид геометрии** в **Навигаторе операций** дважды нажать на объект "MCS_MILL". Начало СКС в настоящее время позиционировано на верхней грани. Необходимо привязать СКС к геометрии детали, для этого переместить ее, например, в центр одного из отверстий;



- нажать "**Задать СКС**" ;
- выбрать центр дуги как показано ниже.



СКС перемещается в точку центра;



- нажать "**ОК**".
Плоскость безопасности задает безопасное расстояние над деталью, чтобы предохранить ее от столкновения с инструментом при перемещениях без резания;
- в меню "**Ориентация фрезеровки**" (*Mill Orient*), опция "**Автоматически**" уже выбрана в списке "**Опции зазоров**";



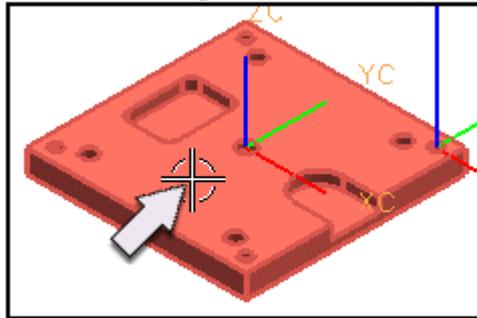
- ввести значение **7.0** в поле ввода "**Расстояние безопасного зазора**".
Это будет расстоянием безопасности выше геометрии заготовки;
- нажать "**ОК**".
Задание геометрии детали в объекте **WORKPIECE**. Геометрия детали используется при создании операций. Для этого:
- в **навигаторе операций** нажать на значок "+" для открытия объекта **MCS_MILL**;



- дважды нажать на объект **WORKPIECE** для изменения группы;



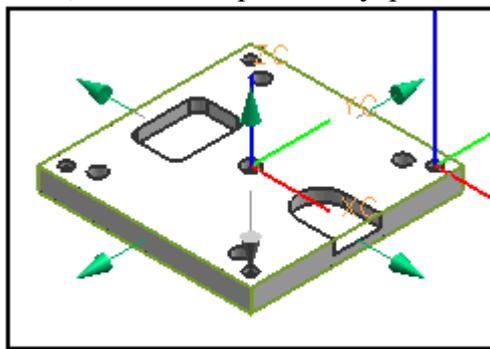
- нажать **"Задать деталь"** ;
- выбрать твердое тело;
- выбрать алюминий в качестве материала заготовки;



- нажать **"ОК"** для доступа к меню **«Геометрия детали»**.
Для задания геометрии заготовки (припуска) в объекте WORKPIECE как твердотельного блока, окружающего деталь необходимо:

- в меню **"Геометрия фрезеровки"** нажать **"Задать заготовку"** ;
- нажать **Авто блок**.

Это создает блок достаточный, чтобы содержать внутри всю геометрию детали;



- ввести значение **3.0** в поле ввода **ZM+**.

XM+0.0000

YM+0.0000

ZM+ **3.0000** 

Это добавляет припуск 3 мм к верхней грани блока. Инструмент переходит геометрию заготовки с зазором 7 мм при перемещениях без резания как задано минимальным расстоянием безопасности, которое было задано ранее. Альтернативный способ добавить припуск состоит в том, чтобы переместить стрелку ZM+;

- нажать **"ОК"** в меню **"Геометрия заготовки"** для создания заготовки;
- нажать **"ОК"** в меню **"Геометрия фрезеровки"** для создания заготовки.

Геометрия детали и заготовки записывается внутри объекта WORKPIECE и используется при создании операций.

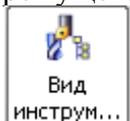


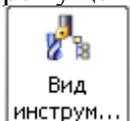
Создание инструмента

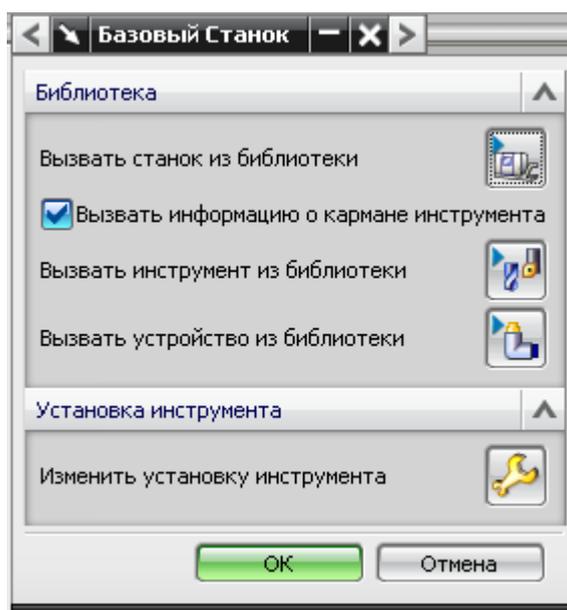
Создание инструмента является последней задачей настройки. Возможно создание инструмента, как в процессе создания настройки, так и в процессе создания операций. После создания, инструменты сохраняются с деталью и доступны при необходимости в процессе создания программы обработки.

Одна из особенностей многооперационных станков – автоматическая смена инструментов. Она осуществляется с помощью устройств, передающих инструмент из магазина-накопителя в шпиндель станка. Вместимость магазина должна быть такой, чтобы комплекта загруженных в него инструментов хватало для обработки типовой детали.

Для выбора типа металлорежущего станка:



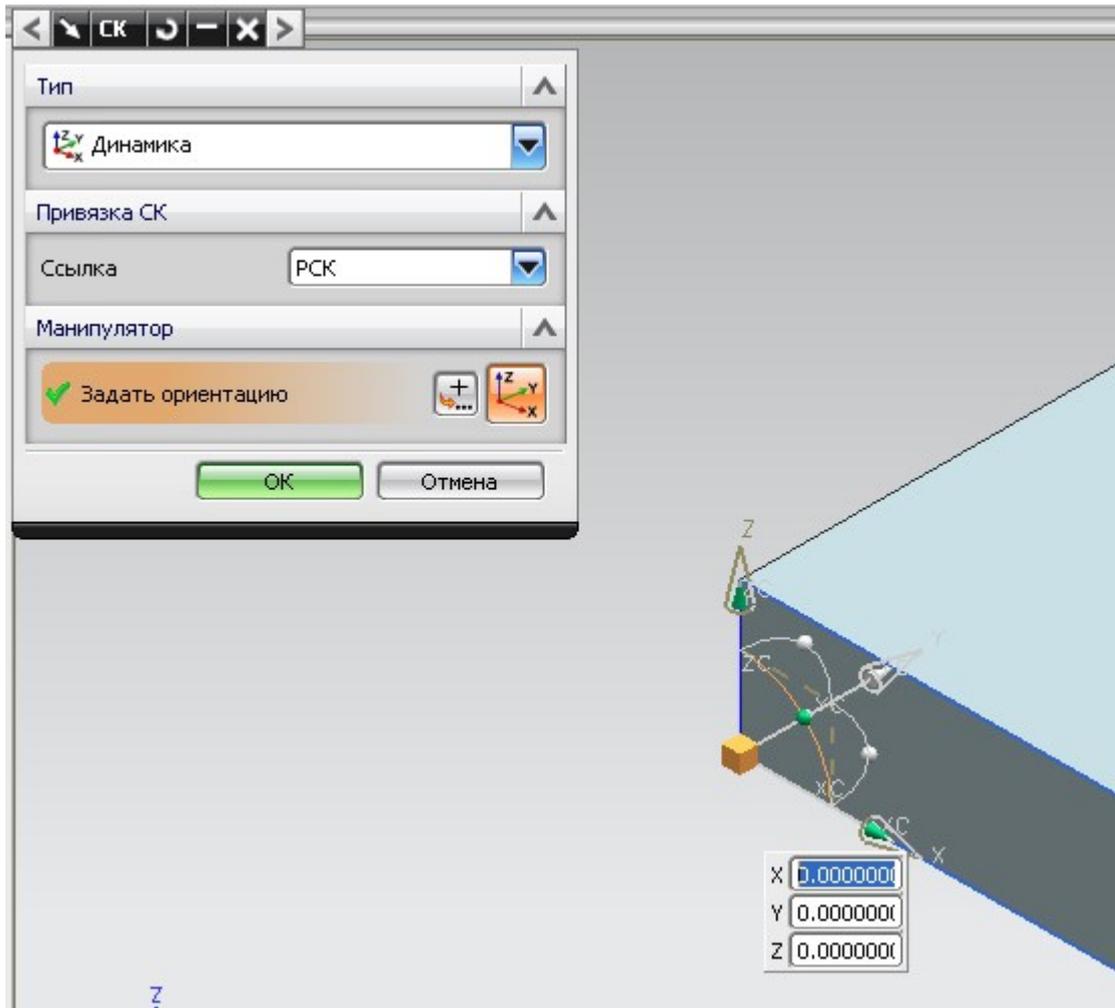
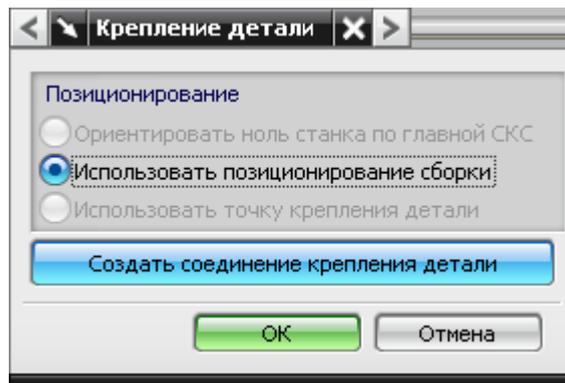
- нажать **Вид инструмента**  ;
- в режиме **Вид инструмента** в **Навигаторе операций** дважды нажать на объект "GENERIC_MACHINE";
- в окне выбора базового станка нажать кнопку «**Вызвать станок из библиотеки**»;
- в разделе фрезерование (MILL) выбрать 3-х осевой вертикально-фрезерный станок;



- в окне выбора способа крепления детали на столе станка нажать «**Создать соединение крепления детали**»;
- используя рабочую систему координат (PCK) в качестве установочной базы используем нижнюю поверхность детали;
- отметить позицию «Использовать точку крепления детали»;
- нажать **"OK"**.

При дальнейшем создании инструмента использовать соответствующую позицию инструмента «**POCKET**» в магазине инструментов «**SPINDLE**».

Станок может быть добавлен и после создания маршрута обработки. В этом случае вся номенклатура использованного инструмента будет перераспределена по позициям магазина автоматически.



Инструмент для операции обработки грани может быть вызван из библиотеки. Для этого необходимо:

- нажать **"Создать инструмент"**  в инструментальной панели;
- нажать **Вызвать инструмент из библиотеки** ;
- в меню **"Выбор класса библиотеки"**, Нажать знак "+" для расширения каталога **"Фрезы"**;
- нажать **"Инструменты для фрезерования граней (со вставками)(Face Mill)"**;
- нажать **"OK"**;
- нажать **"OK"** в меню **"Критерии поиска"**;
- выбрать инструмент **ugt0212_002** в меню **"Результаты поиска"** для фрезерования граней диаметром 43 мм;

- нажать **"ОК"**;
- нажать **"ОК"** в меню **"Создать инструмент"**;
- нажать **"ОК"** для окончания вызова инструмента;

На этом задание настройки заканчивается. После этого производится создание программы обработки. Программа представляет собой последовательность операции, которые используются для обработки детали.

Чистовая операция обработки грани (1-я операция в программе обработки)

Для задания типа операции и «родителей», которые содержат общую информацию и параметры для обработки грани детали необходимо:

- нажать **"Создать операцию"**  в инструментальной панели;
- убедиться, что тип операции **Mill_planar** выбран в списке **Тип**;

Mill_planar 



- нажать **FACE_MILLING_AREA**;
- задать следующие параметры:

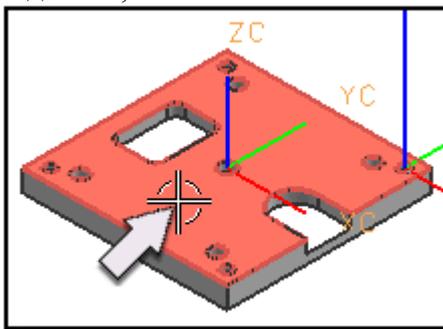
| | | |
|------------|-------------|---|
| Программа | 1234 |  |
| Инструмент | UGT0212_001 |  |
| Геометрия | WORKPIECE |  |
| Метод | MILL_FINISH |  |

Операция будет помещена в программу 1234. Операция использует геометрию детали и заготовки, которые заданы в WORKPIECE и использует созданный инструмент UGT0212_001. Метод MILL_FINISH удаляет весь припуск;

- нажать **"ОК"**.

Для задания области чистовой обработки необходимо:

- нажать **"Задать область резания"** ;
- выбрать верхнюю грань детали;



- нажать **"ОК"**.

Для задания режимов резания необходимо:

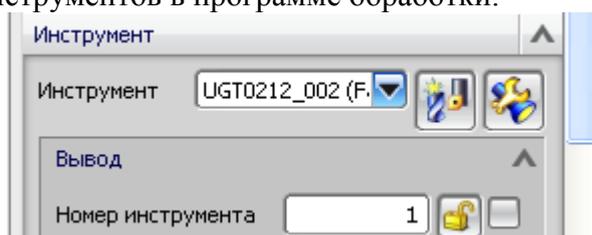
- нажать **"Поддачи и скорости"** ;
- ввести **500** в поле ввода **"Скорость резания (мм)"**;
- ввести **0.08** в поле ввода **Поддача на зуб**.

Частота вращения шпинделя определяется на базе введенных значений;

- нажать **"ОК"**.

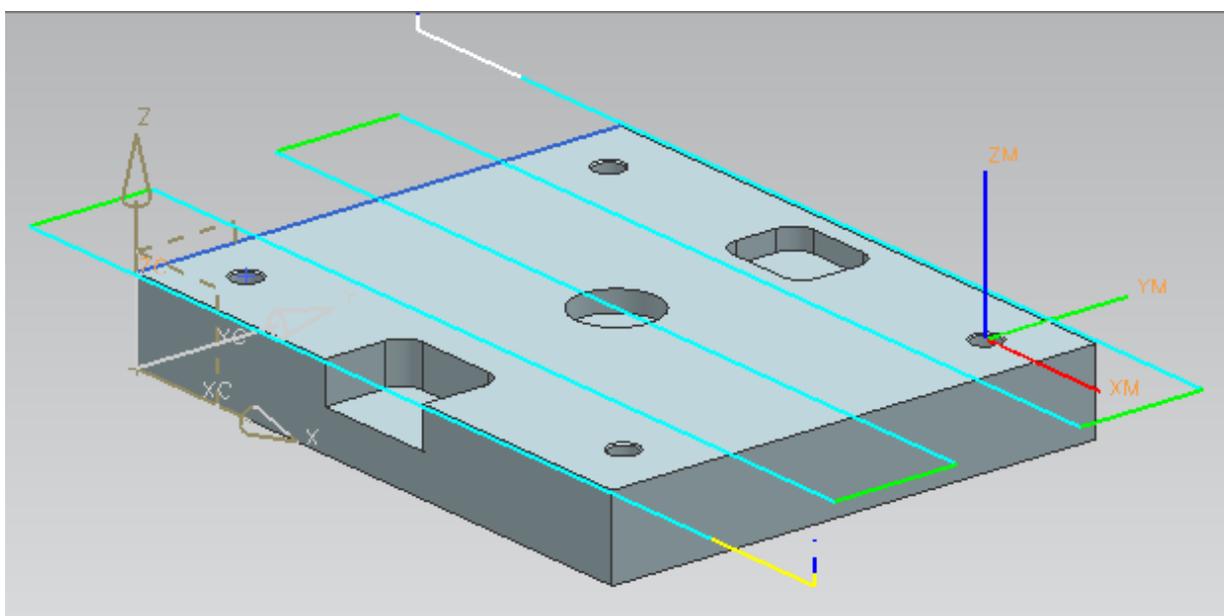
Изменить шаблон резания на **«Зигзаг»**.

Раскрыть окно «Инструмент» выбрать «Вывод» и задать «Номер инструмента» 1, что будет соответствовать позиции в инструментальном магазине. Эту операцию выполнять для всех инструментов в программе обработки.



Для генерации траектории движения инструмента необходимо:

- нажать клавишу "**Генерировать**"  в нижней части меню;
- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции;
- выбрать "**Вид→Очистка**" для удаления отображения траектории инструмента с экрана;



- нажать **Вид программ** .

FACE_MILLING_AREA это первая операция в программе.

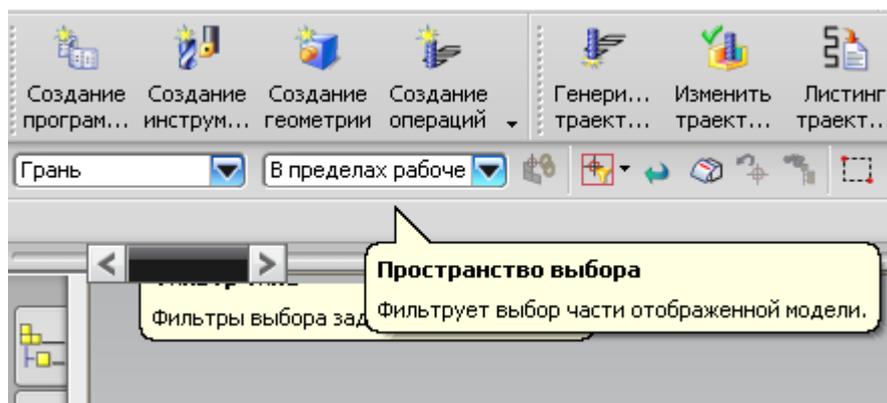
Для переименования названия программы обработки с **PROGRAM** на «1234» в окне навигатора операций выделить старое название с помощью правой клавиши мыши и выбрать «**Переименовать**».



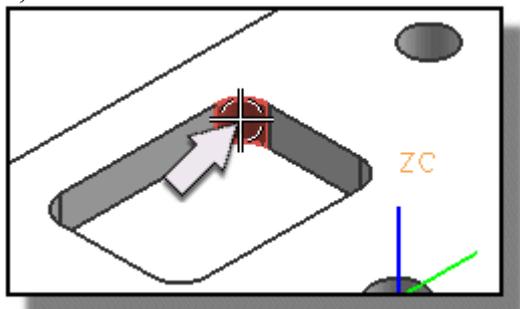
Черновая обработка карманов

Для определения требуемых размеров черного инструмента необходимо проанализировать радиусы скруглений углов кармана. Для этого на панели инструментов в окнах:

- убедиться, что список (1) "**Фильтр типа**" установлен в значение "**Грань**" и список (2) "**Пространство выбора**" установлен в значение "**В пределах рабочей детали и компонент**";



- выбрать угол кармана;



- выбрать **"Информация→Объект"** в главном меню.
Например, радиус равен 5.0 мм, так что диаметр инструмента должен быть меньше чем 10 мм;

- **закреть**  информационное окно.

Для выбора инструмента черновой обработки карманов необходимо:

- нажать **"Создать инструмент"**  в инструментальной панели;
- нажать **MILL** ;
- нажать **"ОК"**.

Номер инструмента 2 в зависимости от заданного кармана;

- ввести значение 8 в поле ввода **"Диаметр"** и задать при необходимости другие параметры инструмента;
- ввести имя фрезы **«Freza8mm»**;
- выбрать инструментальный материал;
- нажать **"ОК"** для окончания создания инструмента.

Для создания операции черновой обработки карманов необходимо:

- нажать **"Создать операцию"**  на инструментальной панели;
- выбрать **CAVITY_MILL**  в типе операции **«mill_contour»**.

Глубинное фрезерование это типовая черновая операция, которая удаляет материал по уровням;

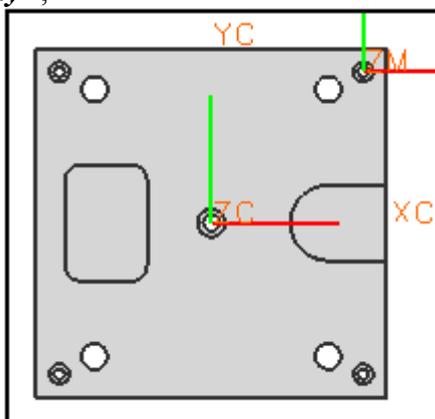
- задать следующие параметры:

| | | |
|------------|------------|---|
| Программа | 1234 |  |
| Инструмент | Freza8mm |  |
| Геометрия | WORKPIECE |  |
| Метод | MILL_ROUGH |  |

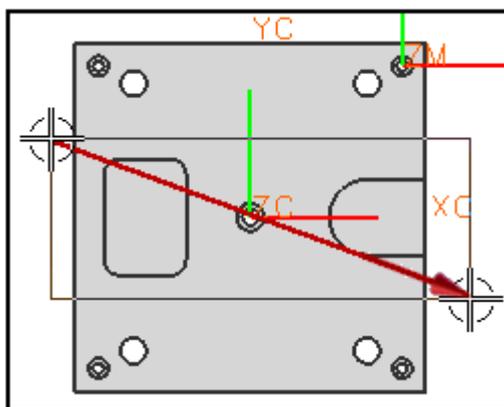
- нажать "**ОК**".

В качестве области обработки задать два кармана, для которых выполняется черновая обработка. Для этого:

- на фоне графического окна, нажать правую клавишу мышки и выбрать "**Ориентация вида→Сверху**";



- нажать "**увеличить**"  деталь в области вокруг ребра;
- нажать "**Задать область резания**" ;
- нажать и перетащить по диагонали через деталь прямоугольник, который выбирает два кармана.



Только грани, которые являются полностью в пределах прямоугольника (стенки и грани пола карманов и цековки), будут выбраны;

- нажать "**ОК**".

Для задания скорость резания и подачи:

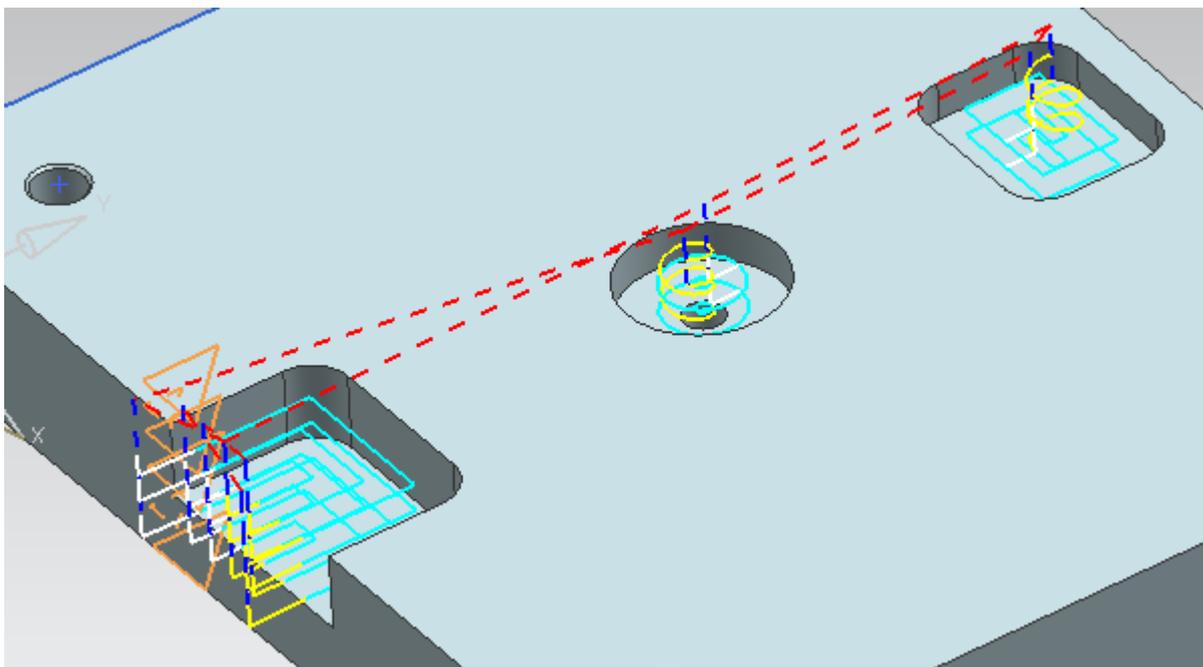
- нажать "**Подачи и скорости**" ;
- ввести **500** в поле ввода "**Скорость резания (мм)**";
- ввести **0.08** в поле ввода **Подача на зуб**.

Частота вращения шпинделя определяется автоматически на базе введенных значений;

- Нажать "**ОК**".

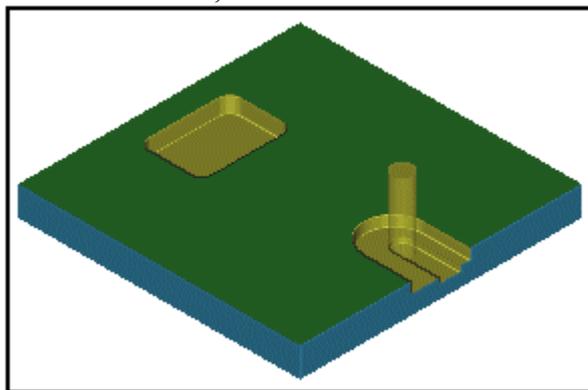
Для генерации траектории инструмента:

- на фоне графического окна, нажать правую клавишу мышки и выбрать "**Ориентация вида→Изометрический**";
- нажать "**Генерировать**" .



Симуляция удаления материала позволяет визуализировать заготовку в процессе обработки и должна выполняться периодически в процессе разработки программы;

- нажать клавишу "**Проверка**"  в нижней части меню;
- выбрать закладку "**2D динамически**";
- нажать "**Воспроизведение**" ;



- нажать "**ОК**";
- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции.

CAVITY_MILL - это вторая операция в программе.

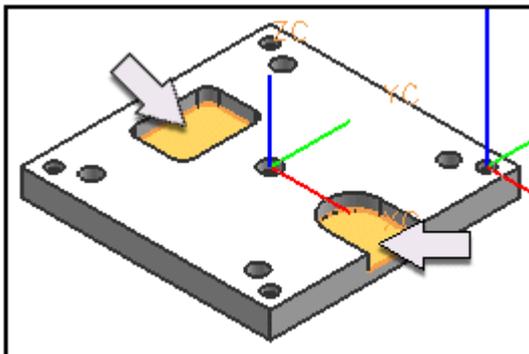


Чистовая обработка дна карманов

Для создания группы геометрии, которая задает области чистовой обработки необходимо:

- нажать "**Создать геометрию**"  в инструментальной панели;
- нажать **MILL_AREA** ;
- выбрать **WORKPIECE** из списка "**Геометрия**";

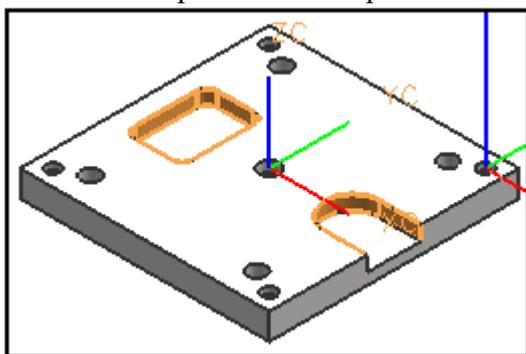
- нажать "ОК";
- нажать "Задать область резания" ;
- выбрать две грани, как показано ниже;



- нажать "ОК" для выбора "Области резания" в меню. Далее выбрать стенки, чтобы задать припуск обработки стенок:

- нажать "Задать стенки" ;
- нажать "Предварительный выбор".

Грани стенки смежные с областям обработки выбираются автоматически;



- нажать "ОК";
- нажать "ОК" в меню "Область фрезеровки";
- нажать Вид геометрии.



Группа геометрии MILL_AREA задает два кармана в качестве области резания для черновой и чистовой обработки карманов.

Далее необходимо создать чистовую операцию обработки дна карманов, для этого:

- нажать "Создать операцию"  в инструментальной панели;
- выбрать в окне «Туп» «mill_planar»;

- нажать **FACE_MILLING_AREA** ;
- задать следующие параметры:

| | | |
|------------|-------------|---|
| Программа | 1234 |  |
| Инструмент | Freza8mm |  |
| Геометрия | MILL_AREA |  |
| Метод | MILL_FINISH |  |

- ввести **CHIST_KARMAN** в поле ввода "**Имя**";
- нажать "**ОК**".

Следующей задачей является создания шаблона резания, который повторяет форму кармана (в тоже время некоторый объем необработанного материала остается на стенках карманов):

- выбрать **Вдоль периферии** из списка **Шаблон резания**;

Шаблон резания  Вдоль периферии 

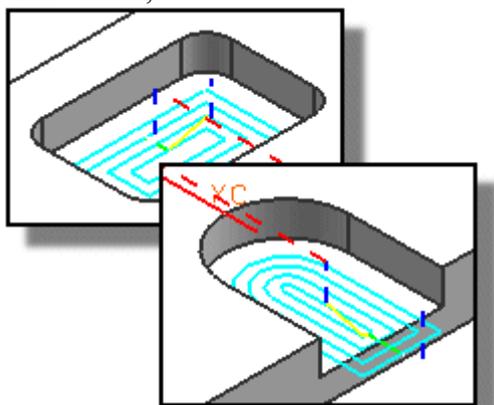
- нажать "**Параметры резания**" ;
- выбрать закладку "**Припуск**";
- ввести **1.0** в поле ввода "**Припуск на стенке**" (припуск под будущую чистовую обработку);
- нажать "**ОК**".

В зависимости от заданного материала детали, метода обработки и материала инструмента необходимо определить скорость резания, подачу на зуб, число оборотов шпинделя и скорость подачи:

- нажать "**Подачи и скорости**"  и назначить режимы резания;
- нажать "**ОК**".

Для генерации траектории инструмента необходимо:

- нажать "**Генерировать**" ;



- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции.
- Операция **FINISH_FLOOR** использует информацию и параметры, заданные внутри объекта **MILL_AREA**.





Чистовая операция обработки стенок

Для создания операции чистовой обработки стенки необходимо скопировать операцию чистовой обработки дна кармана:

- нажать правую клавишу мышки на операции **CHIST_KARMAN** и выбрать "Копировать";



- нажать правую клавишу мышки на объекте **CHIST_KARMAN** и выбрать "Вставить";
- нажать правую клавишу мышки на операции **MILL_COPY** и выбрать "Переименовать";



- ввести **FINISH_WALLS** и нажать клавишу **Enter**.



Эти шаги изменяют параметры так, чтобы операция использовалась для чистовой обработки стенок. Для избегания касания инструментом пола и исключения отклонения инструмента задается очень малый припуск по полу:

- в **навигаторе операций** дважды нажать на **FINISH_WALLS** для изменения операции;



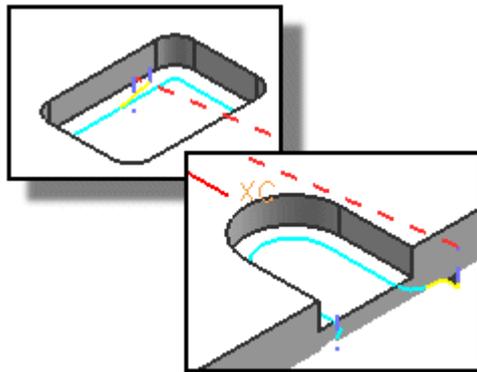
- нажать "**Параметры резания**" ;
- выбрать закладку "**Припуск**";
- ввести **0.0** в поле ввода "**Припуск на стенке**";
- ввести **0.01** в поле ввода "**Припуск по нижней поверхности**";
- нажать "**ОК**";
- выбрать "**Профиль**" из списка "**Шаблон резания**";



- нажать **Перемещения без резания**;
- выбрать закладку **Врезание**;
- выбрать опцию **По спирали** из списка **Тип врезания в закрытую область**;
- нажать **ОК**.

Для генерации траектории инструмента необходимо:

- нажать "**Генерировать**" ;

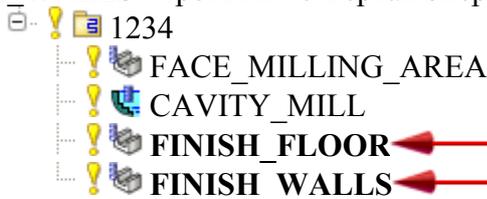


- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции.



Подобно операции CHIST_KARMAN, операция FINISH_WALLS использует информацию и параметры, заданные внутри объекта MILL_AREA.

- Нажать **Вид программ**.
CHIST_KARMAN и FINISH_WALLS - третья и четвертая операции в программе.



Обработка отверстий

Обработка отверстий включает следующие операции:

- центровка;
- сверление;
- зенковка;
- развертывание;
- нарезание резьбы с помощью метчика.

На первом этапе создадим необходимые для обработки отверстий инструменты с

помощью команды **"Создать инструмент"** :

- центровочное сверло (spotdrilling_tool) ;
- сверло (drilling_tool) ;
- зенкер (countersinking_tool) ;
- развертка (reamer) ;
- метчик (tap) .

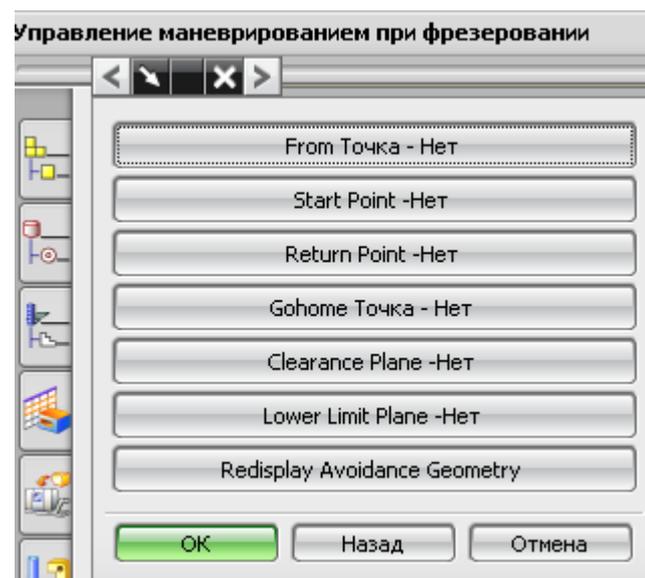
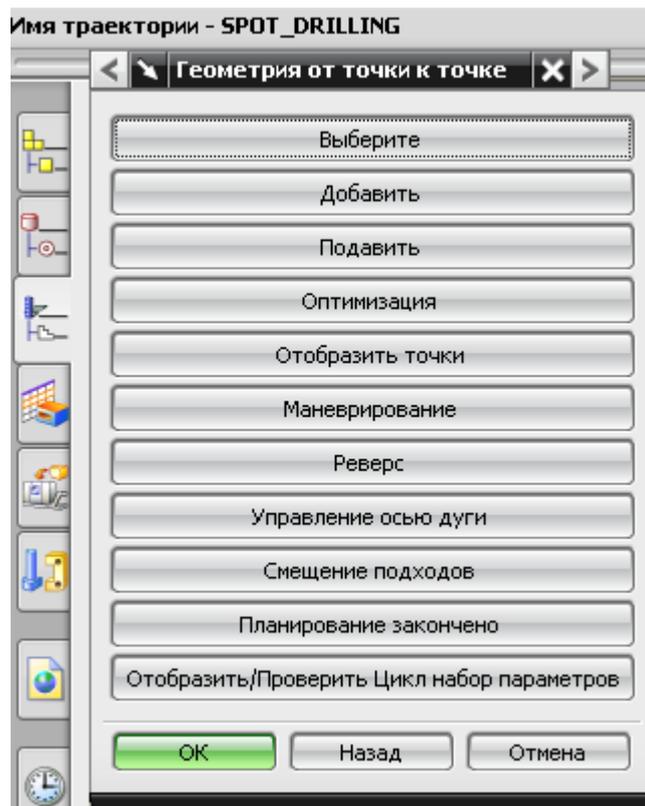
В режиме **Вид инструмента** в **Навигаторе операций** выбрать инструмент-**центровочное сверло** и с помощью правой клавиши мыши вставить **«Операция»**. В

типе операции выбрать **«drill»**. В подтипе операции выбрать **«spot_drilling»** .

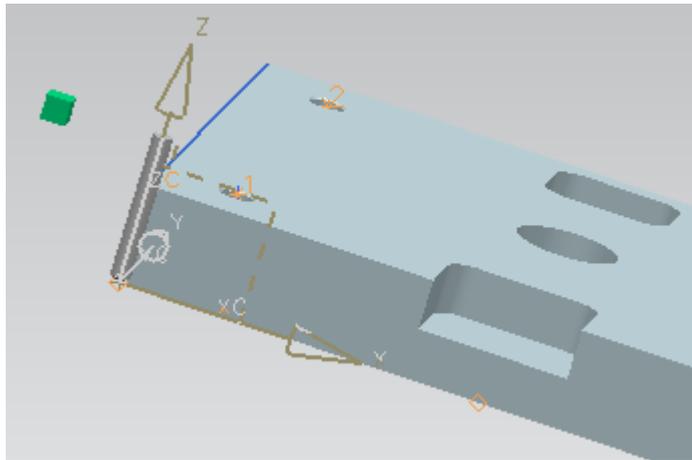
В родительской группе задать следующие параметры:

| | |
|------------|-------------------|
| Программа | 1234 |
| Инструмент | SPOTDRILLING_TOOL |
| Геометрия | WORKPIECE |
| Метод | SPOT_DRILL_METHOD |

- нажать **ОК**;
- в разделе **«геометрия»** нажать **«Задайте отверстия»** ;
- нажать кнопку **«Выберите»** и на модели детали отметить с помощью левой клавиши мыши все обрабатываемые отверстия;
- нажать **ОК**;



- в разделе «*Маневрирование*» с помощью кнопки  задать точки безопасного перемещения инструмента: *From, Return, Gohome*, чтобы они совпадали и находились вне детали, см.рисунок.

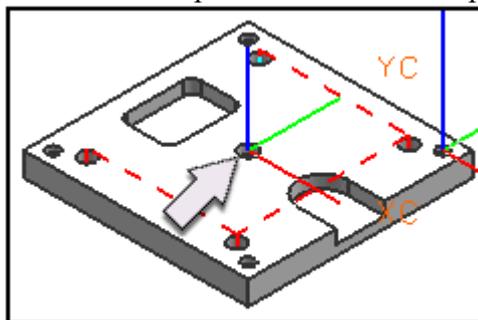


- нажать **ОК**.

Для назначения режимов резания воспользуемся библиотеками UG. Информация о подачах и скоростях рассчитывается из комбинации метода резания, материала и геометрии инструмента и материала детали. Каждый из этих типов информации сохраняется в отдельной библиотеке.

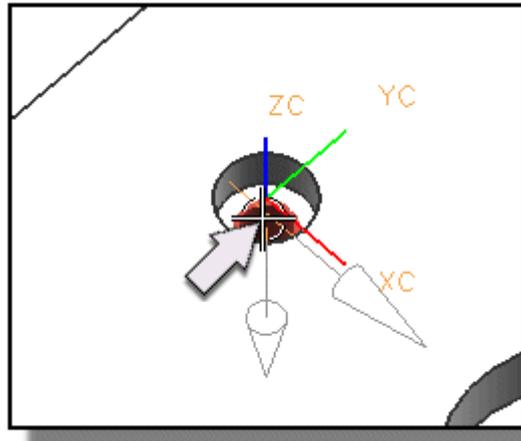
- нажать в разделе «**Скорости и подачи**» кнопку ;
 - раскрыть окно «**Больше**» и нажать кнопку  «**Взять из таблицы**». UG автоматически назначит режимы резания.
 - нажать **ОК**.
 - Для задания глубины врезания инструмента необходимо:
 - в окне «**Цикл**» раздела «**Тип цикла**» выбрать вид обработки;
 - нажать ;
 - нажать **ОК** для отображения цикла набора параметров;
 - нажать кнопку «**Depth (Глубина)**» и выбрать «**Глубина по кончику инструмента**» и ввести глубину центровочного отверстия **3 мм**.
 - нажать «**Генерировать**» ;
 - нажать кнопку «**ОК**» для завершения операции
- Последовательность шагов по созданию операции центровки может быть использована и для других операций обработки отверстий.

Отверстие в центре детали не было идентифицировано, потому что оно не моделировалось явно как элемент отверстия (оно могло быть вычтено как твердое тело). Создать операцию сверления этого отверстия необходимо вручную.



Эти шаги анализируют размер отверстия для правильного определения инструмента для обработки отверстия:

- выбрать грань цилиндра отверстия меньшего диаметра;
- выбрать **"Информация→Объект"** в главном меню.
Цилиндр имеет диаметр 5.0 мм и является сквозным;
- **Заккрыть**  информационное окно;



Для выбора геометрии отверстия, которое обрабатывается вручную необходимо:

- нажать **"Создать геометрию"**  в инструментальной панели и выбрать тип **«HOLE_MAKING»**;

- нажать **MANUAL_HOLE_MAKING** ;
- выбрать **WORKPIECE** из списка **"Геометрия"**;



- нажать **"ОК"**;
- выбрать нижнее ребро отверстия;
- ввести название геометрии **centr_otv**;
- нажать **"ОК"**.

Для создания инструмента (сверло) необходимо:

- нажать **"Создать инструмент"**  в инструментальной панели;
- выбрать **HOLE_MAKING** из списка **"Tun"**;
- нажать **STD_DRILL** ;
- ввести **drill-5.0** в поле ввода **"Имя"**;
- нажать **"ОК"**;
- в меню **"Сверлильные инструменты"** ввести **5.0** в поле ввода **"Диаметр"**;
- ввести значение **60** в поле ввода **"Длина"**;
- нажать **"ОК"** для окончания задания инструмента.

- нажать **"Создать операцию"**  в инструментальной панели;
- выбрать **hole_making** из списка **"Tun"**;

- нажать **MANUAL_HOLE_MAKING** ;
- задать следующие параметры:



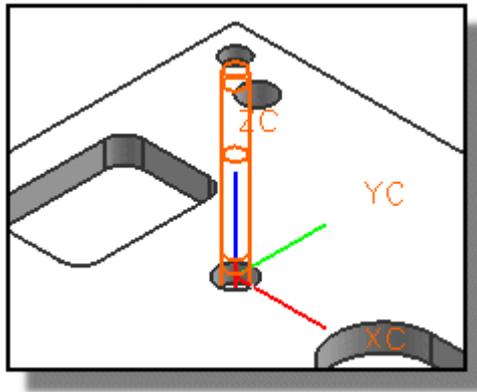
- ввести *drill_hole* в поле ввода "**Имя**";
- нажать "**ОК**";
- ввести значение **30** в поле ввода "**Глубина**".

Для генерации траектории инструмента:

- в разделе меню "**Опции**" нажать "**Изменить отображение**" ;
- выбрать опцию "**3-D**" из списка опций "**Изображение инструмента**";



- нажать "**ОК**";
- нажать "**Генерировать**" ;



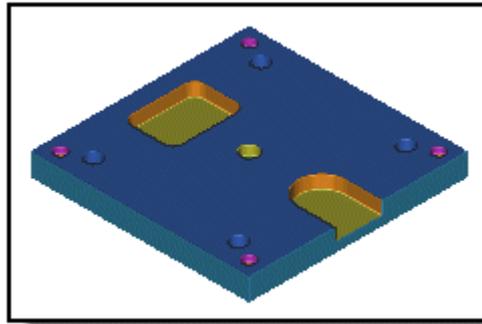
нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции

В навигаторе операций нажать на **1234** для отображения сформированных операций.



Для симуляции обработки:

- выбрать с помощью правой клавиши мыши «**Траектория**» > «**Проверка**»;
- нажать "**Проверка траектории**"  в инструментальной панели;
- выбрать закладку "**2D динамически**";
- задать скорость анимации;
- нажать "**Воспроизведение**" ;

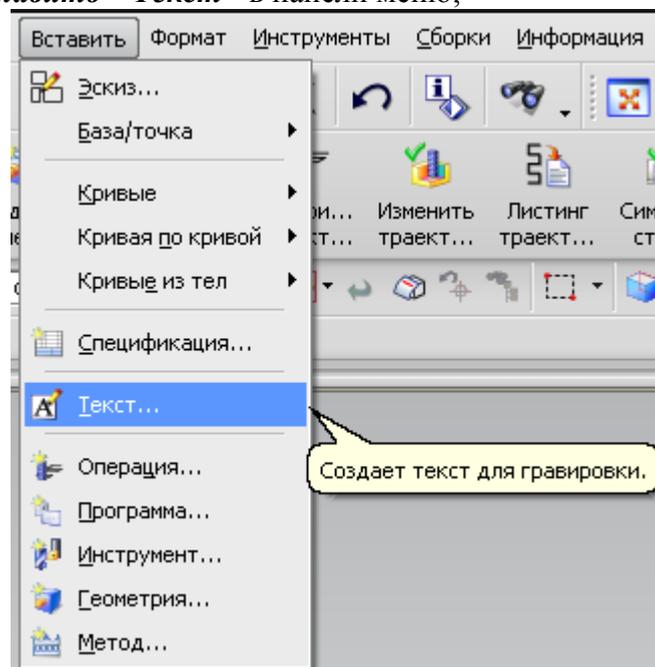


- нажать "**ОК**".

Обработка текста (гравировка)

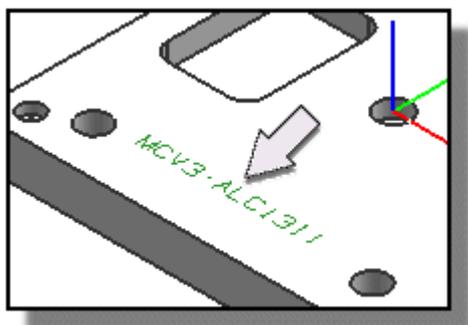
Для создания текста требуемого для операции обработки текста номера детали необходимо:

- выбрать "**Вставить**→**Текст**" в панели меню;



- в меню "**Ввод текста**" ввести "**ММТС**" (или любой другой текст) вместо строки "**Введите текст**";

- в разделе меню "**Настройки**" нажать "**Стиль**" .
- ввести значение "**10**" в поле ввода "**Размер символа**";
- нажать "**ОК**";
- разместить текст в необходимом месте с помощью левой клавиши мыши (установить курсор, расположенный в центре текста). Текст располагается в плоскости XY PСК, параллельно оси X (может располагаться под моделью и быть невидимым).



- нажать клавишу **Заккрыть**.
Эти шаги создают инструмент, который будете использоваться для обработки текста:

- нажать **"Создать инструмент"**  в инструментальной панели;
- выбрать тип операции **«mill_planar»**;
- нажать **MILL** ;
- ввести **"text_mill"** в поле ввода **Имя**;
- нажать **"OK"**;
- ввести значение **0.5** в поле ввода **"Диаметр"**;
- ввести значение **50** в поле ввода **"Длина"**;
- ввести значение **15** в поле ввода **"Угол при вершине"**;
- ввести значение **10** в поле ввода **"Длина режущей части"**;
- нажать **"OK"** для окончания создания инструмента.

Для создания операции:

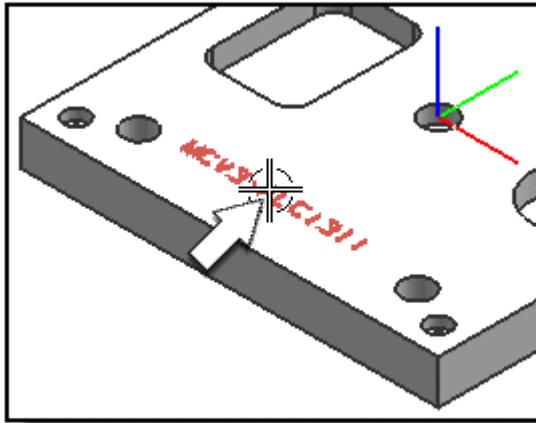
- нажать **"Создать операцию"**  в инструментальной панели;
- выбрать **Machinery_Exp** из списка **"Тип"**.
- нажать **PLANAR_TEXT** ;
- задать следующие параметры:

| | | |
|------------|-------------|---|
| Программа | 1234 |  |
| Инструмент | TEXT_MILL |  |
| Геометрия | WORKPIECE |  |
| Метод | MILL_FINISH |  |

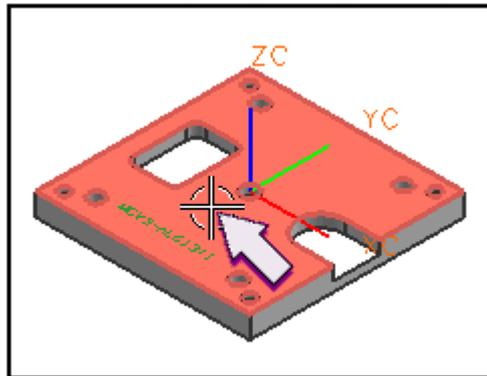
- ввести **"text_mill"** в поле ввода **Имя**;
- нажать **"OK"**.

Для выбора текста, чтобы создать траекторию инструмента необходимо:

- нажать **Задать текст чертежа** ;
- выбрать текст;

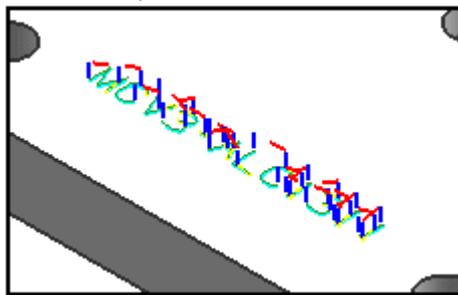


- нажать "**ОК**".
Для задания плоскости, на которую будет проецироваться текст:
- нажать **Задать пол**
- выбрать верхнюю грань детали (эта грань будет обработана);



- нажать "**ОК**";
 - ввести значение "**1.0**" в поле ввода "**Глубина текста**" (глубина резания);
- Для генерации траектории инструмента необходимо:

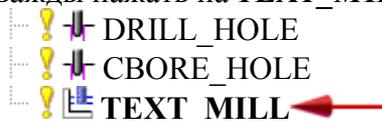
- нажать "**Генерировать**"



нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции.

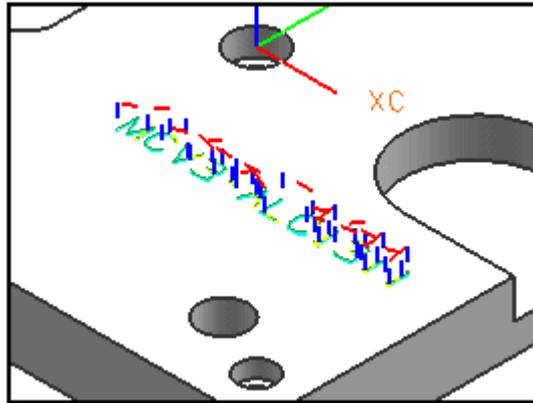
Для симуляции обработки текста необходимо:

- в **навигаторе операций** дважды нажать на **TEXT_MILL**;



- нажать "**Проверка траектории**" в инструментальной панели;

- в **навигаторе операций** нажать правую клавишу мышки на объекте *TEXT_MILL* и выбрать "**Генерировать**";



- нажать клавишу **OK** для окончания генерации траектории инструмента.

Создание управляющей программы

Эти шаги выводят программу на постпроцессор:

- в **навигаторе операций** выбрать программу *1234*;



- нажать **Постпроцесс**  в инструментальной панели.

Универсальные постпроцессоры, поставляемые с системой, отображаются в списке доступных постпроцессоров;

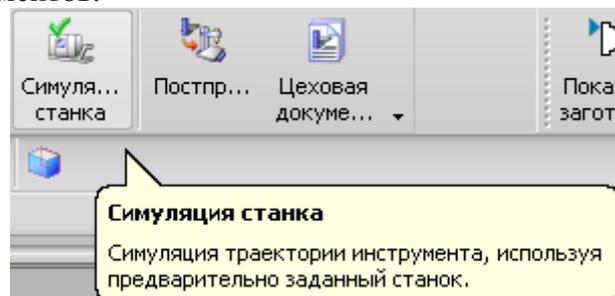
- в меню **Постпроцессор** выбрать *MILL_3_AXIS_TURBO* из списка "**Постпроцессор**";

- нажать "**OK**" для вывода на постпроцессор.

Траектории инструмента выводятся в выходной файл и выводится ее листинг в информационное окно.

- **Закреть**  информационное окно.

UG позволяет кроме традиционной демонстрации обработки с помощью функции **«Проверка»** провести симуляцию обработки на станке. Для этого в панели навигатора операций необходимо выбрать программу обработки *«1234»* и нажать кнопку **«Симуляция станка»** на панели инструментов.



Лабораторная работа №2

Токарная обработка

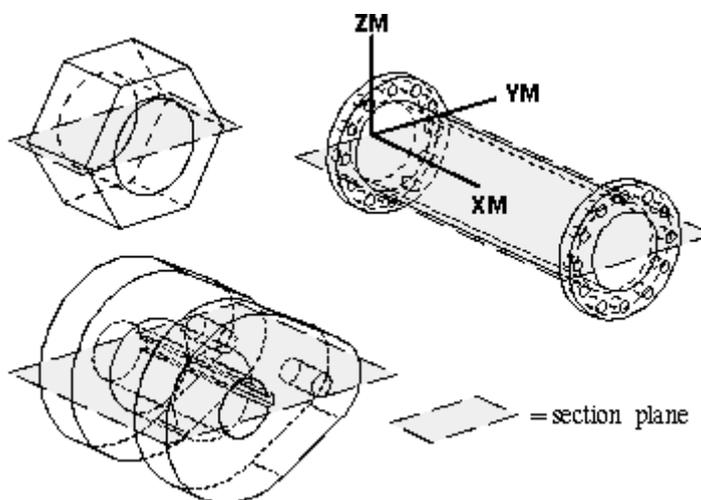
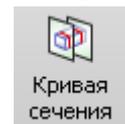
Программа для одношпиндельного токарного станка включает следующие операции: сверление вдоль оси, обработку наружного диаметра, обработку внутреннего диаметра, обработку проточек, обработку торцов и нарезание резьбы. При построении модели детали в качестве оси детали как тела вращения выбрать ось X - рабочей системы координат.

Настройка

Настройка задает условия и параметры и включает: анализ детали; выбор настройки; задание геометрии; задание зон контроля столкновений; создание инструментов.

Если в процессе моделирования было создано твердое тело, необходимо построить его сечение, например с помощью операции «*Кривая сечения*».

Для построения простого сечения используется одна секущая плоскость. Результирующие линии пересечения будут лежать в секущей плоскости. Эта опция требует указать объемные тела и секущую плоскость.



При выборе опции *Simple Section* становятся активными клавиши *Body (Тело)* и *Section Plane (Секущая Плоскость)* секции *Definition Steps*. Во-первых, укажите все тела, которые нужно рассечь. Во-вторых, укажите секущую плоскость. По умолчанию будет принята координатная плоскость $XМ-YМ$ системы координат станка (опция *MCS XY-Plane*). Опция *Specify Plane (Задать Плоскость)* позволяет указать произвольную плоскость с помощью функции *Plane Subfunction (Функция Выбора Плоскости)*.

После выбора секущей плоскости, нажмите ОК, и система создаст набор линий, которые можно будет использовать для построения временных или постоянных границ.

Анализ детали позволяет получить информацию относительно габаритов детали и единиц измерения, в которых деталь была создана. Например, для измерения длины детали необходимо:

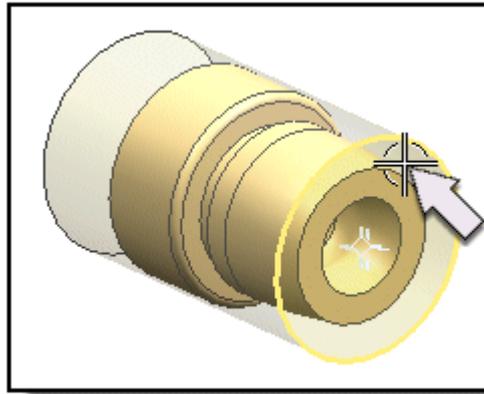
- выбрать "**Настройки**" → "**Визуализация**";
 - выбрать закладку "**Визуализация**";
- если необходимо, включить опцию "**Прозрачность**";



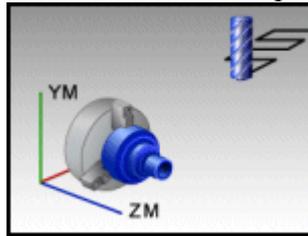
- нажать "**ОК**".

Это необходимо для того, чтобы иметь возможность видеть деталь через геометрию заготовки;

- выбрать "**Анализ**" → "**Измерение расстояния**" в главном меню;
- выбрать переднюю и заднюю грани детали и измерить ее длину.



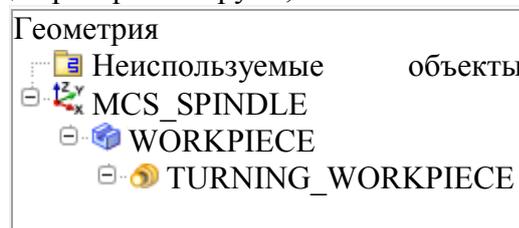
Выбор настройки. Настройка задает навигатор операций и структуру сборки.



- нажать **Вид геометрии**;

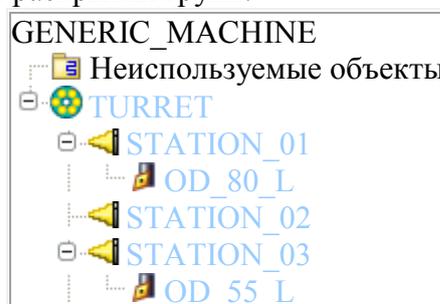


- нажать значок “+” для раскрытия групп;



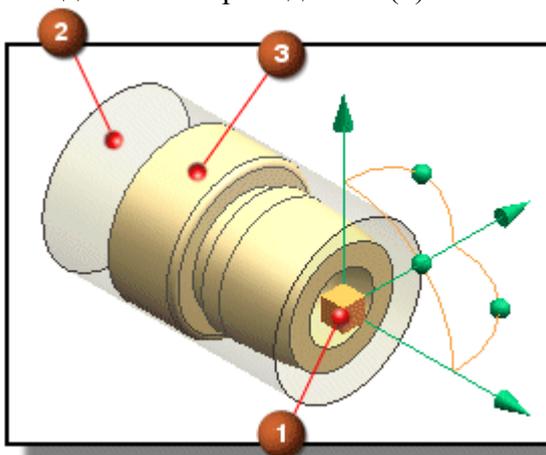
Настройка задает иерархию объектов геометрии и позволяет задать дополнительную геометрию и параметры операций в программе;

- нажать **Вид инструмента**;
- нажать значок “+” для раскрытия групп.



На рисунке представлено меню для CAM EXPRESS – в нем отражаются позиции револьверного магазина. Для общей настройки видны только две первые позиции меню. Револьверный магазин, несколько позиций и общие токарные инструменты были заданы настройкой. Это создает базу, которая позволяет задать необходимые дополнительные инструменты.

Задание геометрии позволяет проверить системы координат (1), задать геометрию заготовки (2) и задать геометрию детали (3).

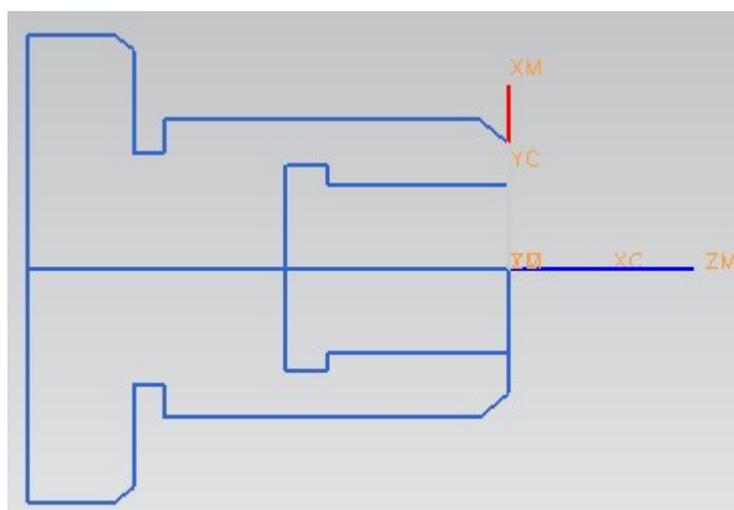


Рабочая система координат (РСК) используется для ввода координат (значений X,Y,Z). Она должна быть ориентирована в плоскости, в которой перемещается токарный резец.

На фоне графического окна, необходимо нажать правую клавишу мышки и выбрать **Ориентация вида**→**Сверху** (или любое другое, в зависимости системы координат при моделировании например, **Справа**);

"Уменьшите"  деталь.

Начало РСК должно быть совмещено с осью вращения. На этом виде, ось XС должна быть направлена вправо, и ось YС должна быть направлена вверх.



Система координат станка (СКС) задает систему координат, в которой находится траектория инструмента. СКС задает нулевую точку программы и должна ориентироваться в плоскости, в которой перемещается режущий инструмент. Ось ZМ должна совпадать с осью вращения детали, по оси XМ задается поперечная подача инструмента.

Для задания системы координат станка (СКС) необходимо:

- нажать **Вид геометрии**;
- в **навигаторе операций** нажать правую клавишу мышки на объекте **MCS_SPINDLE** и выбрать "**Объект**"→"**Отобразить**";

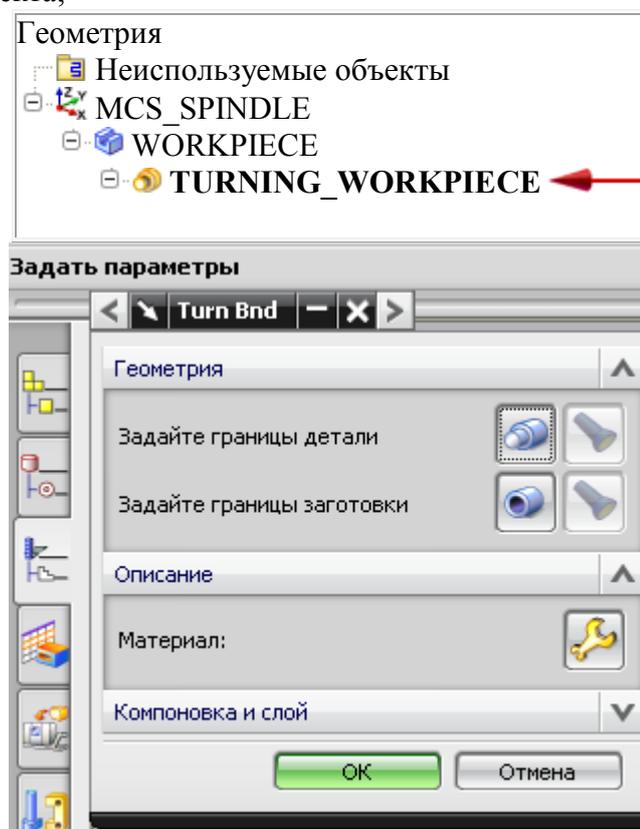


 TURNING_WORKPIECE

- в главном меню, выбрать "**Формат**" → "**Отобразить СКС**" для удаления отображения текущей СКС;
 - дважды нажать на объект **MCS_SPINDLE**;
- в меню "**MCS_Spindle**", убедиться, что опция "**ZM-XM**" выбрана из списка меню "**Задать плоскость**". Это плоскость, в которой инструмент будет перемещаться;

Задание плоскости ZM-XM 

- нажать "**ОК**" для принятия "**MCS_Spindle**" в меню.
Для задания геометрии детали необходимо:
- в **навигаторе операций** дважды нажать на **TURNING_WORKPIECE** для изменения объекта;



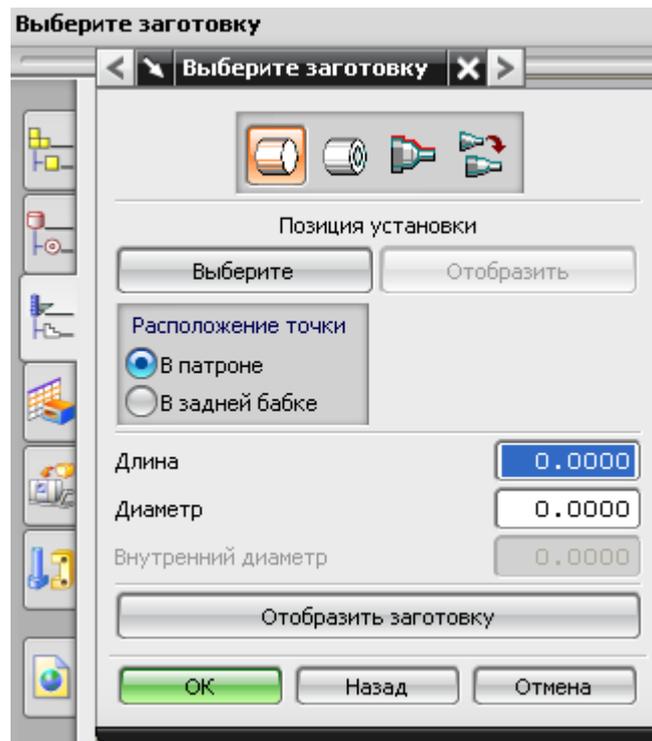
- нажать "**Задать границы детали**"  и выбрать линии контура сечения детали;

- нажать **Материал: CARBON STEEL**  выбрать **MATO_00266** из списка "**Материал детали**". Это задает алюминий в качестве материала детали;

- нажать "**ОК**".

Для задания геометрии заготовки необходимо:

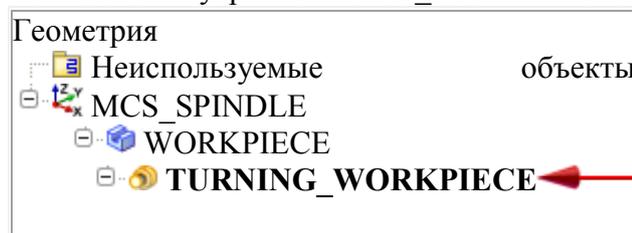
- в меню "**Turn Bnd**", нажать "**Задать границы заготовки**"  ;
- выбрать «**цилиндрическая заготовка**»;



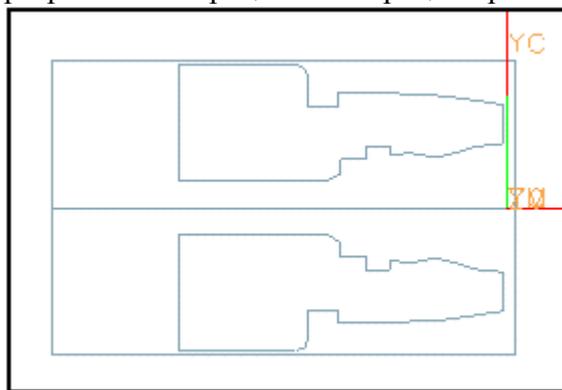
- задать длину и диаметр заготовки;
- нажать «**Выберите**» в меню «**Позиция установки**» для задания положения опорной точки заготовки в патроне шпинделя станка. Выберите левый торец детали;
- нажать "**ОК**".

На экране при этом отображаются контуры детали и заготовки.

Деталь и геометрия заготовки записаны в WORKPIECE, габаритные размеры детали и заготовки записываются внутри TURNING_WORKPIECE.

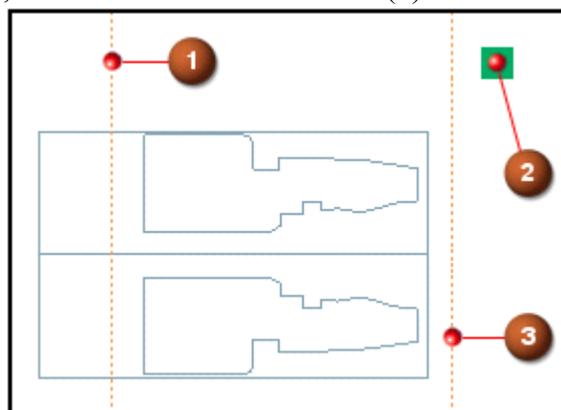


Выбрать "**Вид**"→"**Обновить**" в главном меню для удаления отображения границ. На фоне графического окна, нажать правую клавишу мышки и выбрать "**Стиль закрашки**"→"**Статический каркасный**". Отображаемые кривые будут полезны как визуальная ссылка, при разработке операции и генерации траектории инструмента.



Выбрать "**Формат**"→"**РСК**"→"**Отобразить**" в главном меню для удаления отображения РСК с экрана.

Задание зон контроля столкновений позволяет режущему инструменту избегать объектов при использовании осевой плоскости безопасности (1), начальной точки и точки возврата (2), и плоскости безопасности (3).

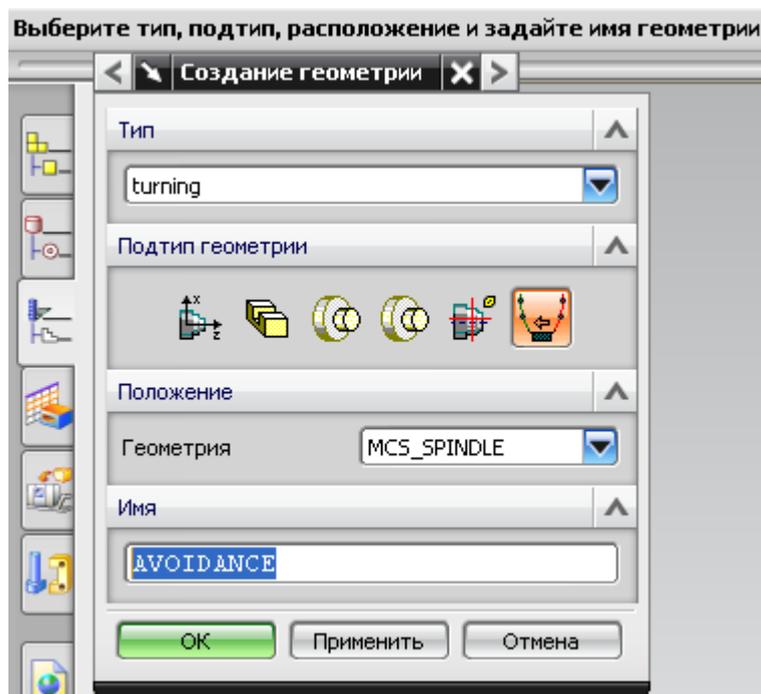


Для задания плоскости ограничения, которая предотвращает столкновения инструмента с кулачковым патроном следует:

- нажать "**Создать геометрию**"  в инструментальной панели.

Для задания начальной точки и точки возврата, которые используются при позиционировании инструмента необходимо:

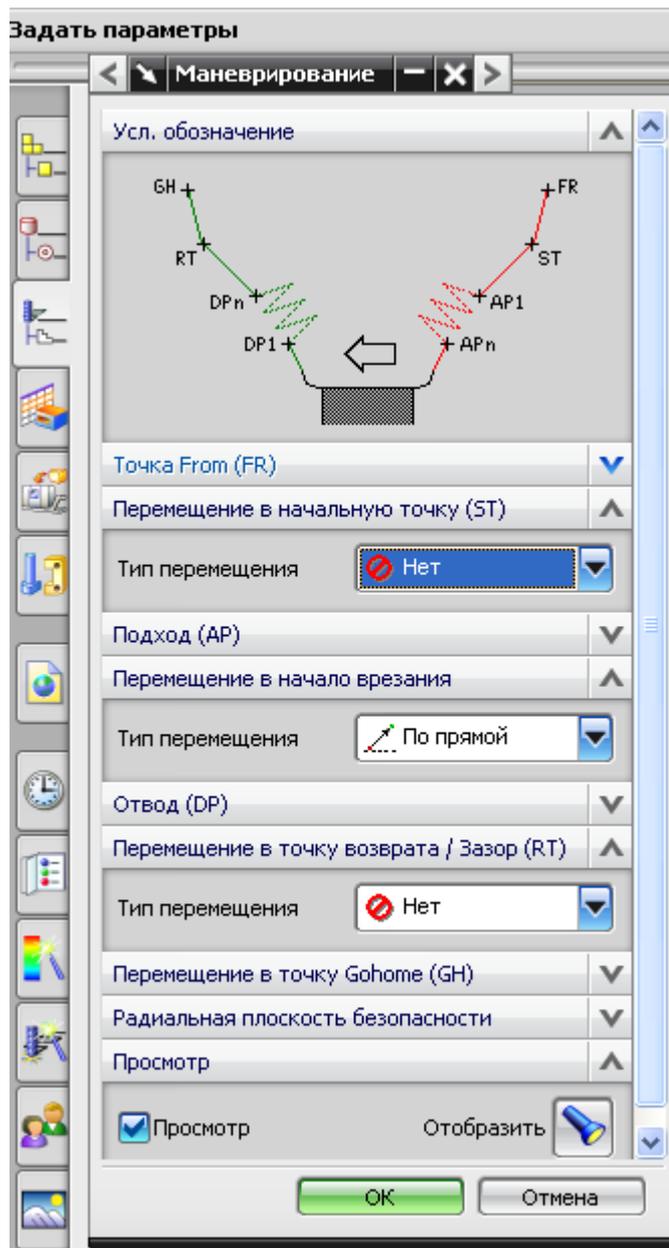
- в окне **Туп** выбрать операцию **Точение (turning)**;
- в подтипе геометрии, выбрать "**Маневрирование**"(AVOIDANCE) для изменения объекта;



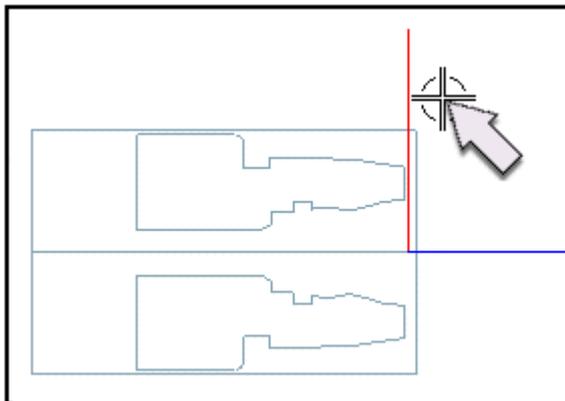
- в разделе «**Положение**» в окне «**Геометрия**» выбрать **TURNING_WORKPIECE**
- нажать "**OK**".

В разделе "**Перемещение в начальную точку (ST)**" меню "Маневрирования", выбрать опцию "**По прямой**" из списка "**Тип перемещения**";





- нажать "Задать точку" ;
- указать приблизительную точку на экране, как показано ниже;



- нажать "ОК";

в разделе "**Перемещение в точку возврата / Плоскость безопасности (RT)**", выберите опцию "**По прямой**" из списка "**Тип перемещения**";



в разделе "**Перемещение в точку возврата / Плоскость безопасности (RT)**" выберите опцию "**Так же как в начале**" из списка "**Опции точки**".



Для задания плоскости безопасности, которая предотвращает столкновение режущего инструмента с обрабатываемой деталью необходимо:

открыть раздел "**Радиальная плоскость безопасности**" в меню ;
выбрать опцию "**Точка**" из списка "**Опции осевых пределов**";



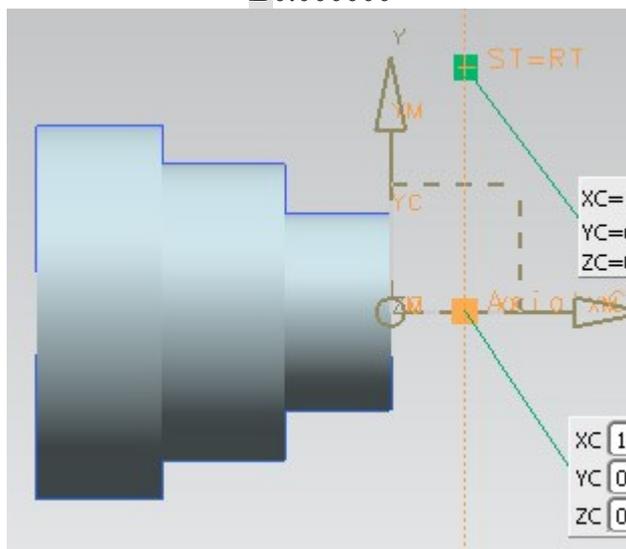
нажать "**Задать точку**" ;

ввести значения координат X,Y,Z как показано ниже;

X13.00000

Y0.000000

Z0.000000



нажать "**ОК**";

в меню "**Маневрирование**" нажать "**ОК**".

В дальнейшем при создании операций эти ограничения на траекторию движения инструмента будут задаваться в окне определяющем перемещения без резания.

Для задания плоскости ограничения, которая предотвращает столкновения инструмента с кулачковым патроном следует:

- нажать "**Создать геометрию**"  в инструментальной панели;
- в окне **Тип** выбрать операцию **Точение (turning)**;
- нажать "**Ограничения**"(CONTAINMENT) ;
убедится, что **AVOIDANCE** (Маневрирование) выбран в списке "**Геометрия**".



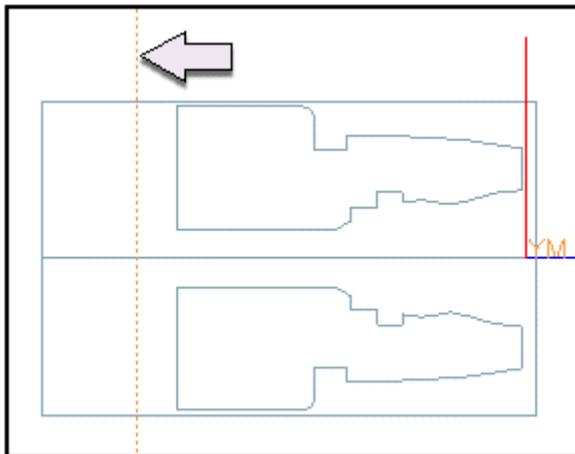
Параметры геометрии маневрирования, детали и заготовки в объекте WORKPIECE наследуются в ограничения на операцию;

- нажать **ОК**;

в разделе "**Осевая плоскость обрезки 1**" в меню "Ограничения" выбрать "**Расстояние**" из списка "**Опции пределов**".

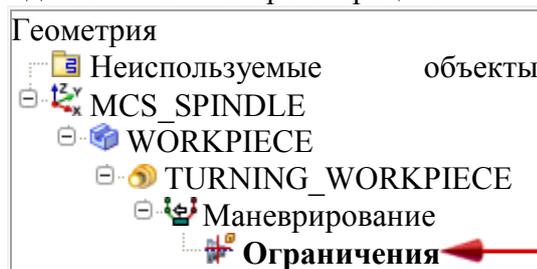


- ввести значение "**-125**" (с учетом длины детали) в поле ввода "**Осевая ZM/XM**";
нажать "**Отообразить**" ;



- нажать "**ОК**".

Объект «**Ограничения**» создается в навигаторе операции.



Создание инструмента является последней задачей настройки. Он может создаваться в процессе создания настройки или в процессе создания операций. После создания, инструменты сохраняются с деталью и доступны, при необходимости в процессе создания программы обработки. Первый инструмент для обработки отверстия – центровка:

- нажать "**Создать инструмент**"  в инструментальной панели;
- выбрать обработку **Точение (turning)** из списка «**Тun**»;
- нажать **SPOTDRILL** ;
- выбрать **GENERIC_MACHINE** из списка "**Инструменты**";
- нажать "**ОК**";
- задать необходимые параметры инструмента;
- нажать "**ОК**" для окончания задания инструмента;
- нажать **Вид инструмента**.

SPOTDRILL располагается внутри GENERIC_MACHINE.

Второй инструмент – сверло:

- нажать "**Создать инструмент**"  в инструментальной панели;
- нажать "**DRILLING_TOOL**" ;

- нажать "**ОК**";
- ввести значение необходимого диаметра сверла с учетом последующей обработки растачиванием в поле ввода "**Диаметр**";
- нажать "**ОК**" для окончания задания инструмента.

Для создания запроса из библиотеки резцов для черновой и чистовой обработки наружного диаметра и торца заготовки необходимо:

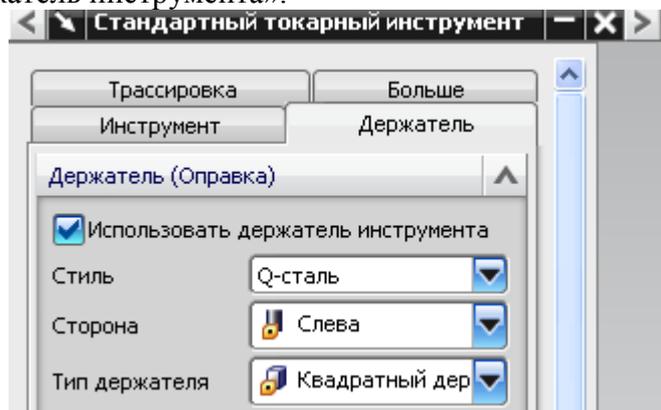
- нажать "**Создать инструмент**"  в инструментальной панели;
- нажать "**Вызвать инструмент из библиотеки**" ;
- в меню "**Выбор класса библиотеки**", нажмите знак "+" для расширения каталога "**Резцы**";
- нажать "**Наружный профиль**" (OD turning);
- нажать "**ОК**";
- ввести значение **0.4** в поле ввода "**Радиус**";
- нажать "**Кол-во найденных**" .

Отображается несколько инструментов с радиусом 0.4 мм;

- нажать "**ОК**";
- в меню "**Результаты поиска**" выбрать инструмент с именем **ugt0101_003** из списка "**Библиотечные ссылки**";
- нажать "**ОК**" для подтверждения выбранного инструмента;
- нажать "**Отмена**" для выхода из меню "**Создание инструмента**".

Возможно создание и других инструментов в процессе создания операций. На этом задание настройки заканчивается.

После выбора конкретного инструмента иногда важно включить отображения державки инструмента. Например, при обработке отверстий расточным резцом важно, чтобы держатель помещался в растачиваемом отверстии. Важно при этом и положение державки. Для этого в окне параметров инструмента выбрать «Держатель» и отметить «Использовать держатель инструмента».



Программа обработки

Программа задает последовательность операций для получения готовой детали.

1.  FACING
2.  CENTERLINE_SPOTDRILL
3.  CENTERLINE_DRILLING
4.  ROUGH_TURN_OD
5.  GROOVE_OD
6.  FINISH_TURN_OD
7.  ROUGH_BORE_ID

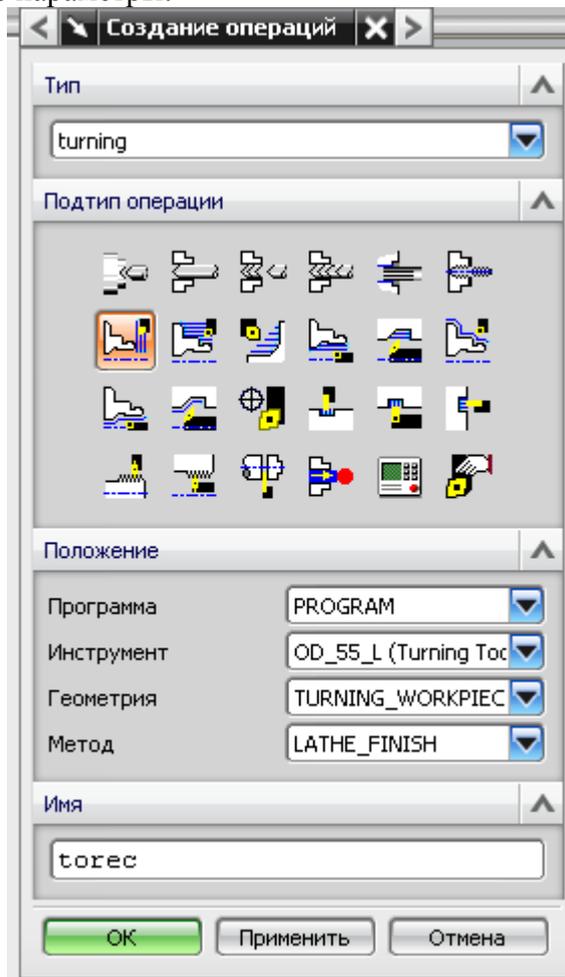
8.   FINISH_BORE_ID
9.   GROOVE_ID
10.   FINISH_BORE_ID_1

Для задания типа операции и родителей, которые содержат общую информацию и параметры для обработки **торца заготовки** (FACING) необходимо:

- нажать "**Создать операцию**" ;
- убедиться, что "**Turning_Exp**" выбран в списке "**Tun**";

Turning_Exp 

- нажать **FACING** ;
- задать следующие параметры:



Эта операция будет использовать геометрию детали и заготовки, которые заданы в WORKPIECE и параметры, которые заданы в объекте **TURNING_WORKPIECE**. Эта операция будет использовать инструмент OD_55_L, заданный настройкой. Метод "LATHE_FINISH" удаляет весь припуск;

- нажать "**ОК**".

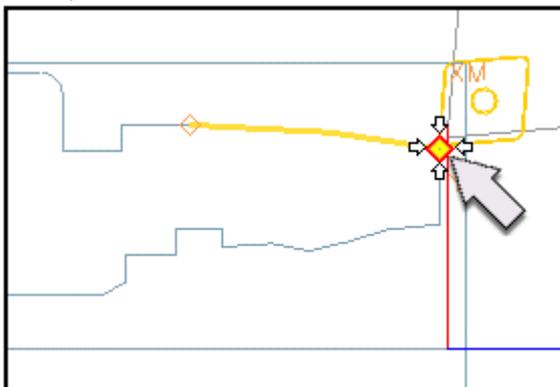
Для задания плоскости обрезки, которая ограничивает область обработки в конце детали необходимо:

- в разделе меню "**Геометрия**", нажать клавишу "**Изменить**" , которая расположена за клавишей "**Области резания**";

- в разделе "*Осевая плоскость обрезки 1*" меню "Ограничения" выбрать "*Точка*" из списка "*Опции пределов*";



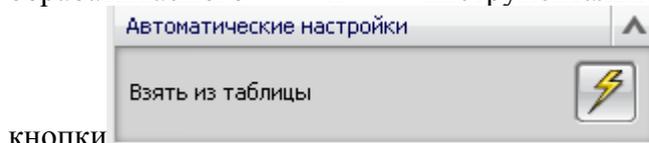
- выбрать конец кривой;



- нажать "*ОК*" для принятия "*Области резания*" в меню. Для задания перемещений, предотвращающих столкновения инструмента с деталью необходимо:

- нажать "*Перемещения без резания*"
- выбрать закладку "*Подход*" и задать точку *From*;
- выбрать закладку "*Отход*" и задать перемещения в точку *Gohome* с типом перемещения «*Осевая-радиальная*» и точкой расположенной на оси вращения детали.

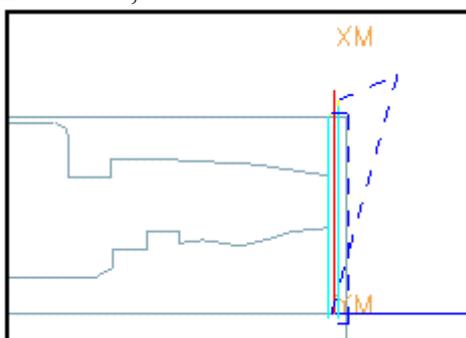
Для задания режимов резания в окне «Настройка пути» необходимо нажать кнопку и ввести необходимые значения с учетом единиц измерения. UG позволяет автоматически назначить режимы обработки с учетом обрабатываемого и инструментального материалов с помощью



кнопки

Для генерации траектории инструмента (обработка торца) необходимо:

- нажать "*Генерировать*"



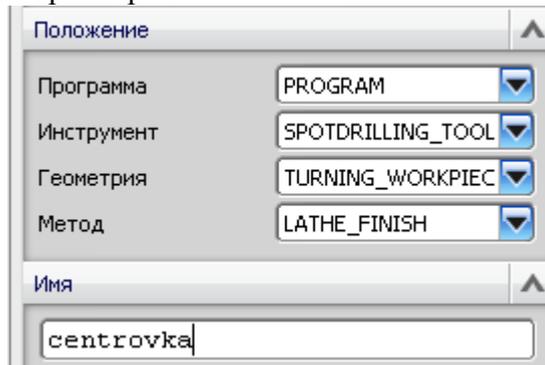
- нажать кнопку "*ОК*" для завершения операции;
- нажать *Вид программ* и откройте программу *PROGRAM* и переименуйте ее на *1234*.

FACING это первая операция в программе.



Для задания типа операции и родителей, содержащих общую информацию и параметры операции **центровки** необходимо:

- нажать "**Создать операцию**" ;
- нажать "**CENTERLINE_SPOTDRILL**" ;
- задать следующие параметры:



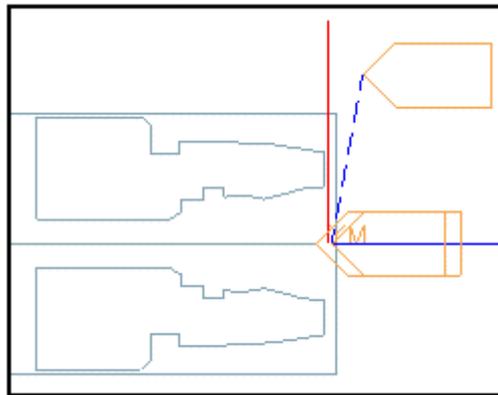
- нажать "**ОК**".

Для генерации траектории инструмента (центровки) необходимо:

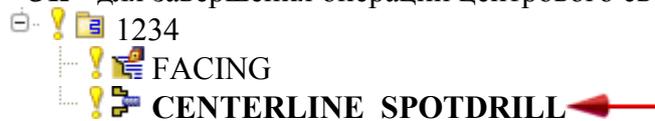
- открыть раздел "**Опции**" в меню ;
- нажать "**Изменить отображение**" ;
- из списка "**Показать инструмент**", выбрать "**2D**";



- нажать "**ОК**";
- нажать "**Генерировать**" .



- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции центрального сверления.



Для создания операции **сверления** необходимо:

- нажать "**Создать операцию**" .

- нажать "**CENTERLINE_DRILLING**" ;
- задать следующие параметры;

| Положение | |
|------------|-----------------------|
| Программа | 1234 |
| Инструмент | DRILLING_TOOL (Drill) |
| Геометрия | TURNING_WORKPIEC |
| Метод | LATHE_CENTERLINE |

- нажать "**ОК**";
- в разделе меню "**Начальная точка и глубина**", выбрать опцию "**Глубина плеча**" из списка "**Опции глубины**" список;

| | |
|-----------------|---------------|
| Опция "Глубина" | Глубина плеча |
|-----------------|---------------|

- ввести значение "**110**" в поле ввода "**Расстояние**".
Для генерации траектории инструмента (центровки) необходимо:

- открыть раздел "**Опции**" в меню ;

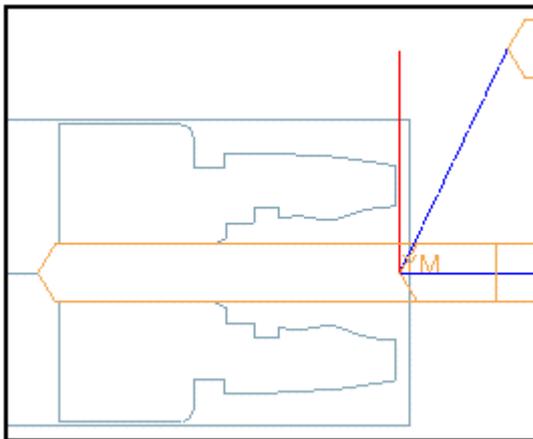
- нажать "**Изменить отображение**" ;

- из списка "**Показать инструмент**", выбрать "**2D**";

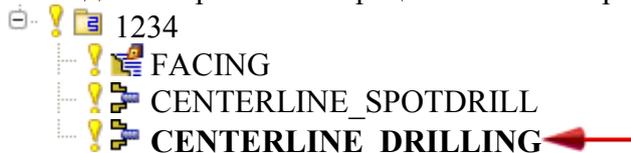
| | |
|-------------------------|----|
| Отображение инструмента | 2D |
|-------------------------|----|

- нажать "**ОК**";

- нажать "**Генерировать**" ;



- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции осевого сверления.



Для создания операции **черновой обработки наружного диаметра** необходимо:

- нажать "**Создать операцию**" ;

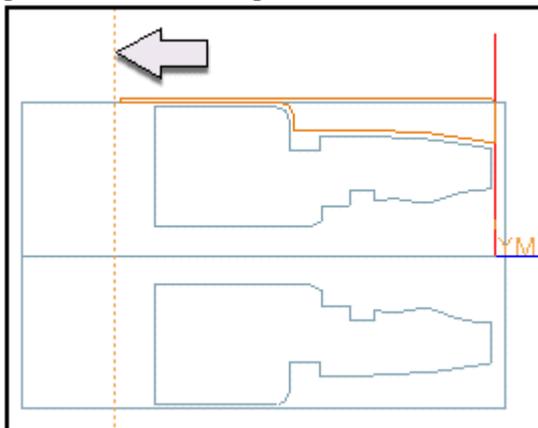
- нажать **ROUGH_TURN_OD** ;

- задать следующие параметры:

| | |
|------------|------------------------|
| Программа | 1234 |
| Инструмент | OD_55_L (Turning Tool) |
| Геометрия | TURNING_WORKPIEC |
| Метод | LATHE_ROUGH |

- нажать "ОК";
- выбрать изменить **Области резания**.

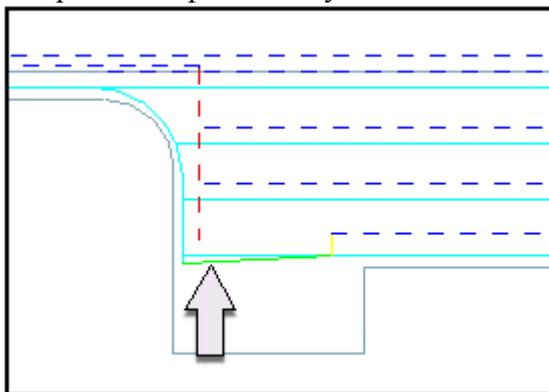
Операция использует аксиальную плоскость безопасности, заданную в объекте "Ограничения", чтобы ограничить область резания.



Для генерации траектории инструмента необходимо:

- нажать "Генерировать" .

• "Увеличить"  область проточки и обратить внимание, как инструмент погружается в проточку. Программа пытается обработать проточку неприспособленным для этого инструментом. Обработка проточки будет отдельной операцией.

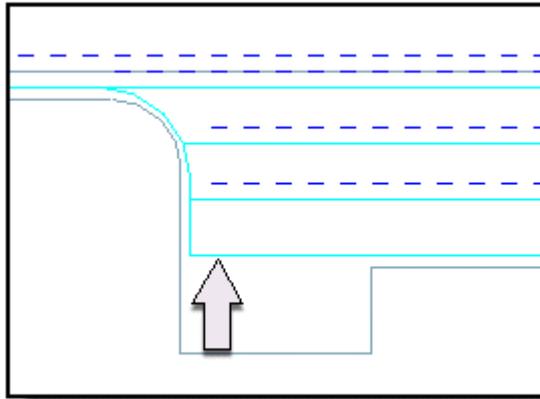


Это может быть исправлено, подавляя Режим возврата. Этот режим не позволяет инструменту погружаться в области малых диаметров на детали;

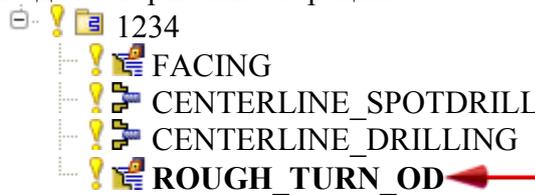
- из списка опций "**Режим возврата**", выбрать опцию "**Подавить**";

| | |
|----------------|----------|
| Режим возврата | Подавить |
|----------------|----------|

- нажать "Генерировать" .



- нажать кнопку **"OK"** для завершения операции.



Далее необходимо создать инструмент для **обработки проточки** на наружном диаметре:

- нажать **"Создать инструмент"**  в инструментальной панели;
 - нажать **"OD_GROOVE_L"**  ;
 - нажать **"OK"** для окончания задания инструмента.
- Для создания операции обработки проточки необходимо:

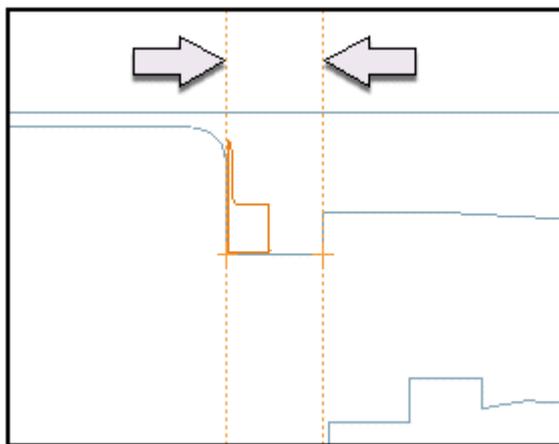
- нажать **"Создать операцию"**  ;
- нажать **"GROOVE_OD"**  ;
- задать следующие параметры:

| Положение | |
|------------|-------------------|
| Программа | 1234 |
| Инструмент | OD_GROOVE_L (Groo |
| Геометрия | TURNING_WORKPIEC |
| Метод | LATHE_GROOVE |

- нажать **"OK"**;
- из списка **"Глубина резания"** выбрать опцию **"Постоянная"**.

| | |
|-----------------|------------|
| Глубина резания | Постоянный |
|-----------------|------------|

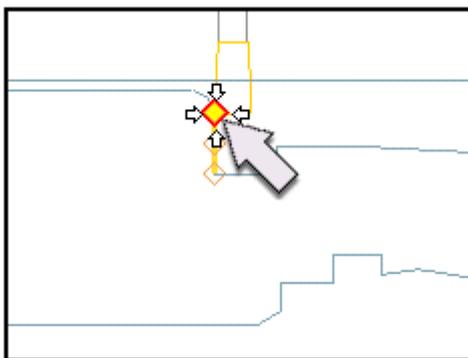
Для задания двух плоскостей обрезки ограничивающих область резания внутри проточки необходимо:



- в разделе меню "**Геометрия**" нажать клавишу "**Изменить**" , которая расположена за клавишей "**Области резания**";
- в разделе меню "**Осевая плоскость обрезки 1**" выбрать "**Точка**" из списка "**Опции задания точки**";



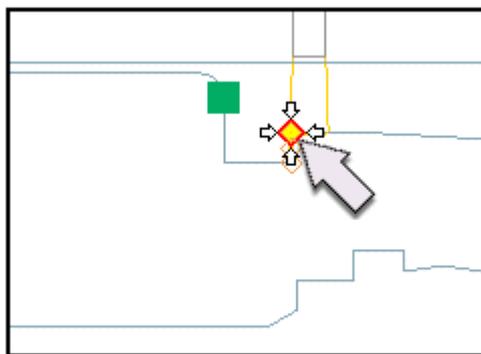
- нажать "**Задать точку**" ;
- выбрать вершину вертикальной прямой на левой части проточки как показано ниже;



- нажать "**ОК**";
- в разделе меню "**Осевая плоскость обрезки 2**", выберите "**Точка**" из списка "**Опции задания точки**";

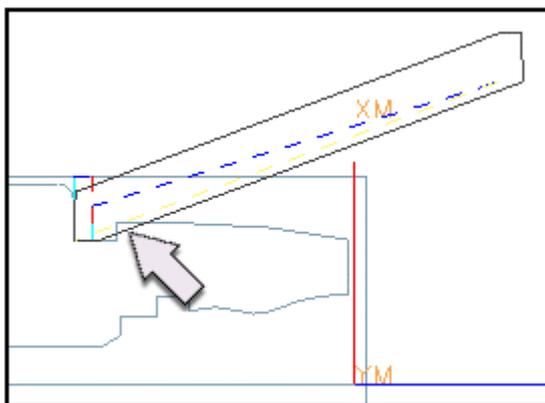


- нажать "**Задать точку**" ;
- выбрать верхнюю вертикальную линию на правой стороне проточки, как показано ниже;



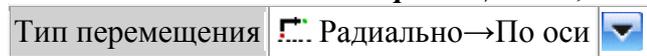
- нажать "ОК";
- нажать "ОК" для принятия "**Области резания**" в меню.

Для генерации траектории движения инструмента необходимо нажать  "**Генерировать**". Как видно из рисунка инструмент сталкивается с деталью при выходе из проточки. Это может быть исправлено изменением траектории перемещения в точку возврата.

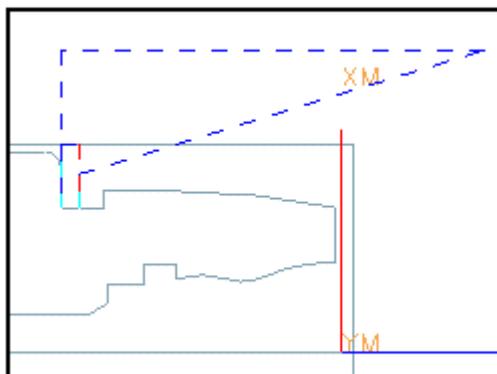


Для задания перемещение в точку возврата, которое предотвращает столкновения с деталью необходимо:

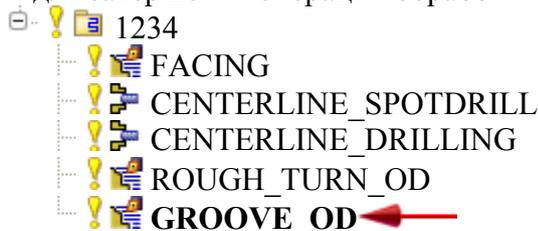
- нажать "**Перемещения без резания**" ;
- выбрать закладку "**Отход**";
- в меню "**Перемещение в точку возврата / Плоскость безопасности**" выбрать опцию "**Радиальная→Осевая**" из списка "**Тип перемещения**";



- нажать "ОК" для принятия "**Перемещений без резания**" в меню;
- нажать "**Генерировать**" ;

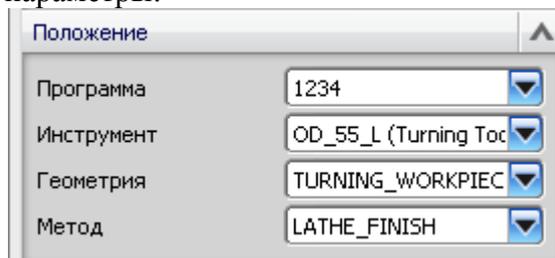


- нажать кнопку **"OK"** для завершения операции обработки проточки.



Для создания операции **чистовой обработки наружного диаметра** необходимо:

- нажать **"Создать операцию"** ;
- нажать **FINISH_TURN_OD** ;
- задать следующие параметры:



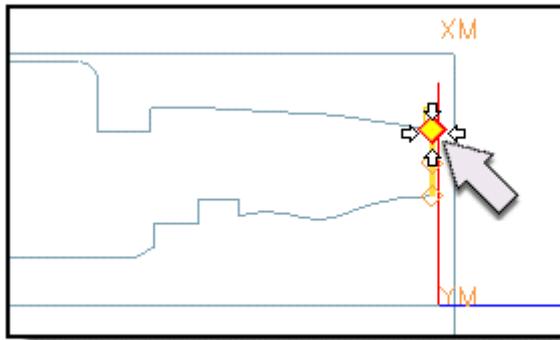
- нажать **"OK"**;

Далее необходимо задать точки обрезки, ограничивающие область резания к контуру наружного диаметра:

- в разделе меню **"Геометрия"** нажать клавишу **"Изменить"** , которая расположена за клавишей **"Области резания"**;
- в разделе меню **"Точка обрезки 1"** выбрать **"Точка"** из списка **"Опции задания точки"**;



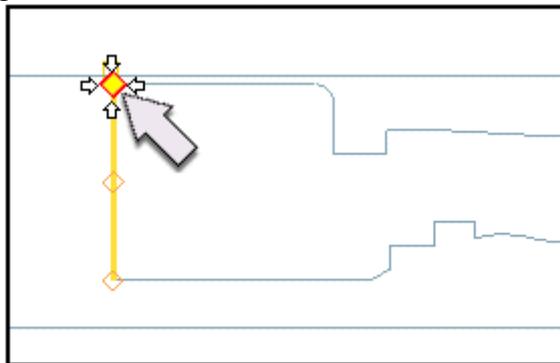
- нажать **"Задать точку"** ;
- выбрать конец вертикальной линии, как показано ниже;



- нажать **"ОК"**;
- в разделе меню **"Точка обрезки 2"** выбрать **"Точка"** из списка **"Опции задания точки"**;



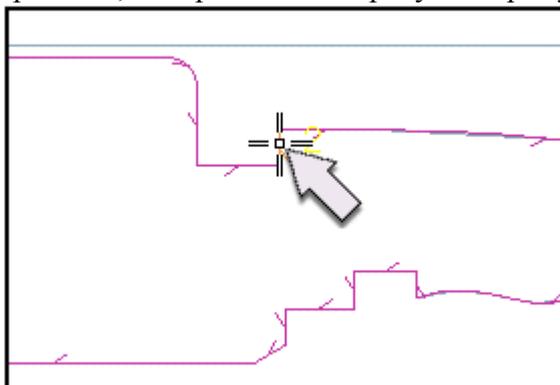
- нажать **"Задать точку"** ;
- выбрать конец вертикальной линии, как показано ниже;



- нажать **"ОК"**;
- в меню выбрать опцию **"Одно направление"** из списка **"Последовательность области"**;



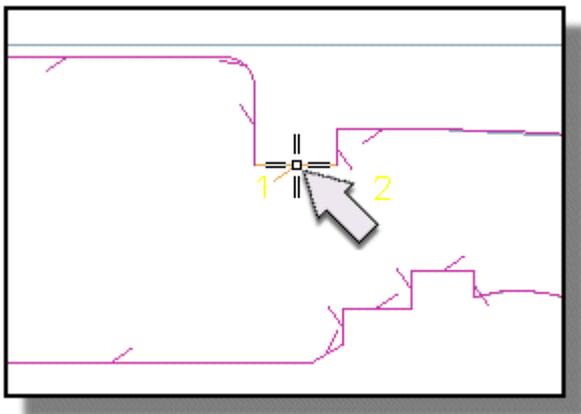
- нажать **"ОК"** для окончания создания области резания.
Для изменения границы детали необходимо:
- в разделе меню **"Геометрия"** нажать клавишу **"Изменить"**, которая расположена за клавишей  **"Настройка данных границы детали"**;
- нажать **Игнорировать элементы**;
- выбрать элемент границы, который задает правую сторону проточки;



- включить флажок **"Игнорировать элемент"** (проточка является технологическим элементом детали и не требует чистовой обработки);



- выбрать элемент границы, который задает дно проточки и включить флажок **"Игнорировать элемент"**;



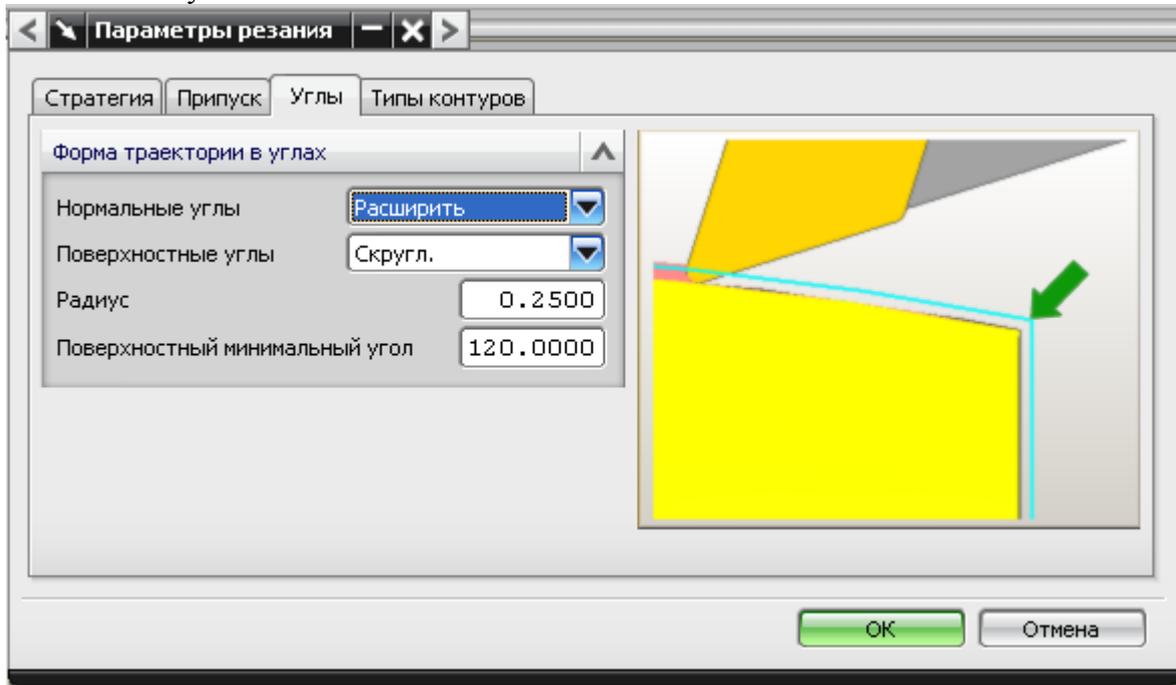
- нажать **"ОК"**;
- нажать **"ОК"** в меню **"Граница детали"**.

Для генерации траектории движения инструмента необходимо:

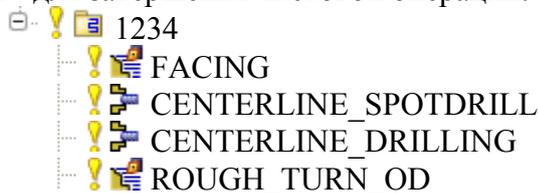
- нажать **"Генерировать"** 

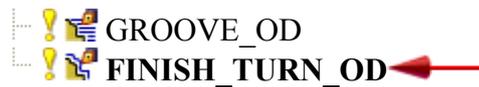
В случае выдачи ошибки связанной с функцией **«Параметры резания»** необходимо скорректировать форму траектории движения инструмента в углах. Для этого в окнах **«Нормальные углы»** и **«Поверхностные углы»** выбрать **«Расширить»**.

- нажать кнопку **"ОК"**



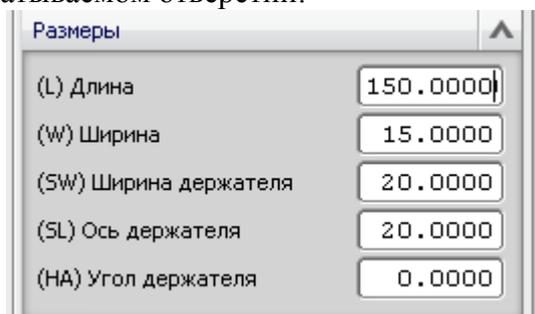
- нажать кнопку **"ОК"** для завершения чистовой операции.



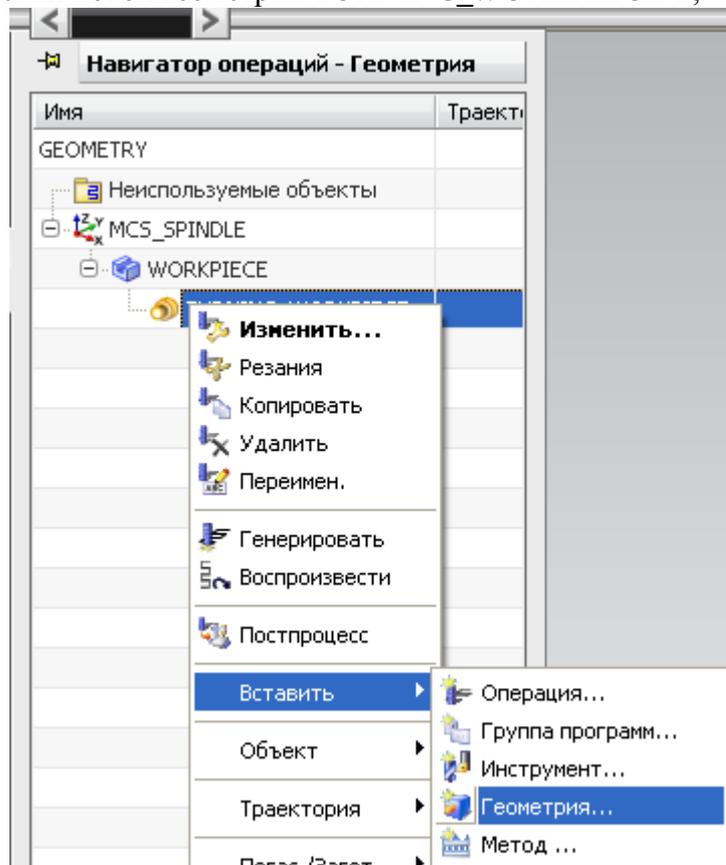


Для создания инструмента **черновой расточки внутреннего диаметра** детали необходимо:

- нажать "**Создать инструмент**"  в инструментальной панели;
- нажать "**ID_55_L**" ;
- нажать "**ОК**";
- ввести значение "**0.4**" в поле ввода "**Радиус при вершине**";
- ввести "**5**" в поле ввода "**Длина**" для задания длины режущей кромки;
- выбрать закладку "**Держатель**";
- ввести значения конструктивных параметров инструмента обеспечивающих расположение его в обрабатываемом отверстии:

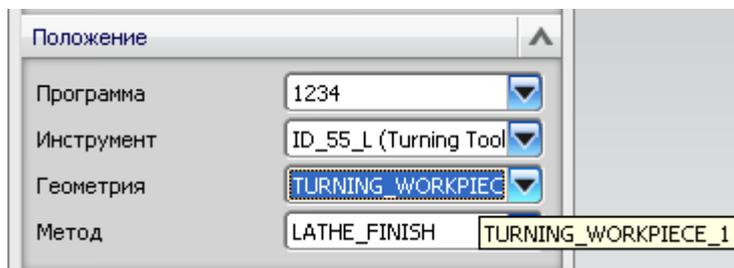


- нажать "**ОК**" для окончания задания инструмента.
Для задания геометрии детали необходимо:
- в **навигаторе операций** нажать на **TURNING WORKPIECE** правой клавишей мыши для добавления новой геометрии **TURNING_WORKPIECE 1**;



- задать новый контур детали (линии расточки отверстия).
Для создания операции черновой расточки детали необходимо:

- нажать "**Создать операцию**" ;
- нажать "**ROUGH_BORE_ID**" ;
- задать следующие параметры:



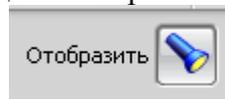
- нажать "**ОК**".

Для задания плоскости обрезки, которая ограничивает область обработки в конце расточки необходимо:

- в разделе меню "**Геометрия**", нажать клавишу "**Изменить**" , которая расположена за клавишей "**Области резания**";
- в разделе "**Осевая плоскость обрезки 1**" выбрать "**Точка**" из списка "**Опции пределов**";



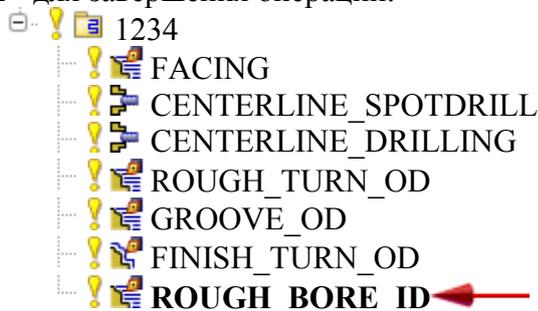
- выбрать конец прямой правой стороны проточки.
- нажать клавишу отобразить и оценить обрабатываемую геометрию.

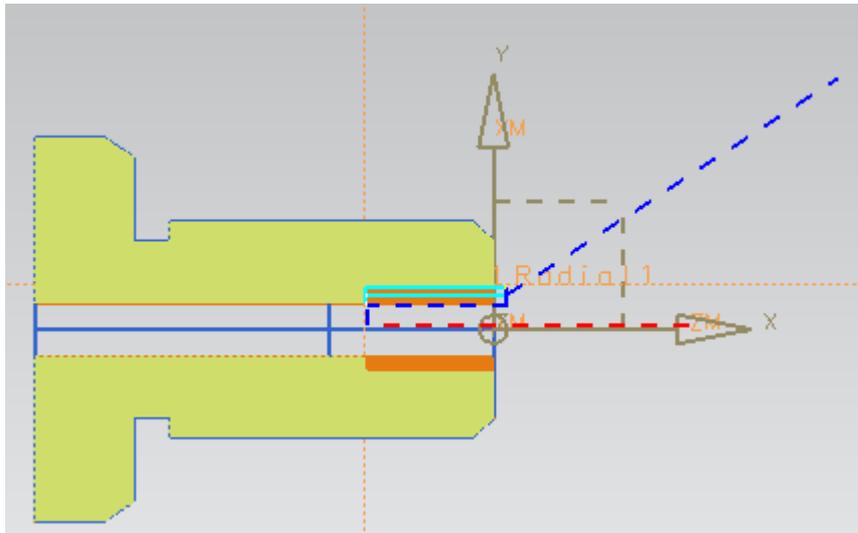


- в случае необходимости ввести дополнительные плоскости обрезки (например, радиальную).

Для генерации траектории движения инструмента необходимо:

- нажать "**Генерировать**" .
- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции.



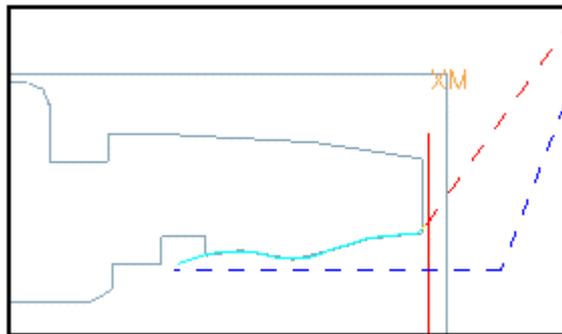


Для создания операции **чистой расточки внутреннего диаметра** необходимо:

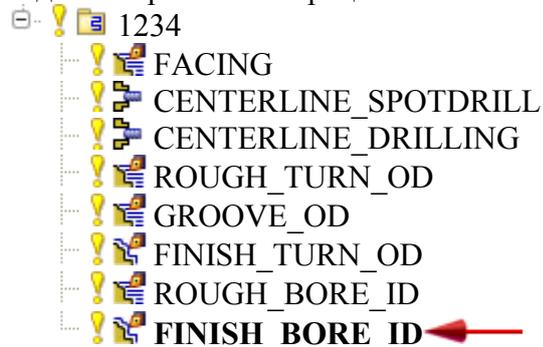
- нажать "**Создать операцию**" ;
- нажать "**FINISH_BORE_ID**"  и задать «родителей» и область резания использованных для черновой расточки;
- нажать "**ОК**".

Для генерации траектории движения инструмента необходимо:

- нажать "**Генерировать**" ;



- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции



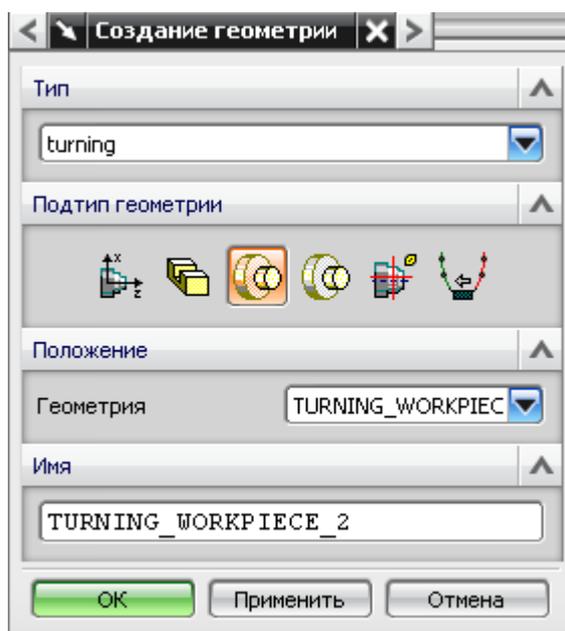
Процесс создания операции расточки внутренней проточки начинается с задания стандартного канавочного резца:

- нажать "**Создать инструмент**"  в инструментальной панели;
- нажать "**ID_GROOVE_L**" ;

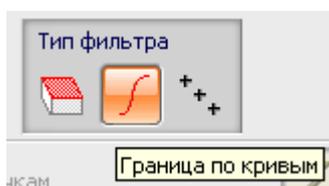
- нажать "ОК";
- выбрать закладку "Дополнительно";
- включить опцию "Использование держателя инструмента";
- в окне «Стиль» задать 90 градусов;
- изменить конструктивные параметры резца с учетом диаметра обрабатываемого отверстия;
- нажать кнопку «Инструмент» и изменить параметры режущей пластины;
- нажать "ОК";
- нажать "ОК" для окончания задания инструмента.

Следующим этапом является добавление геометрии проточки в существующую геометрию **TURNING_WORKPIECE**:

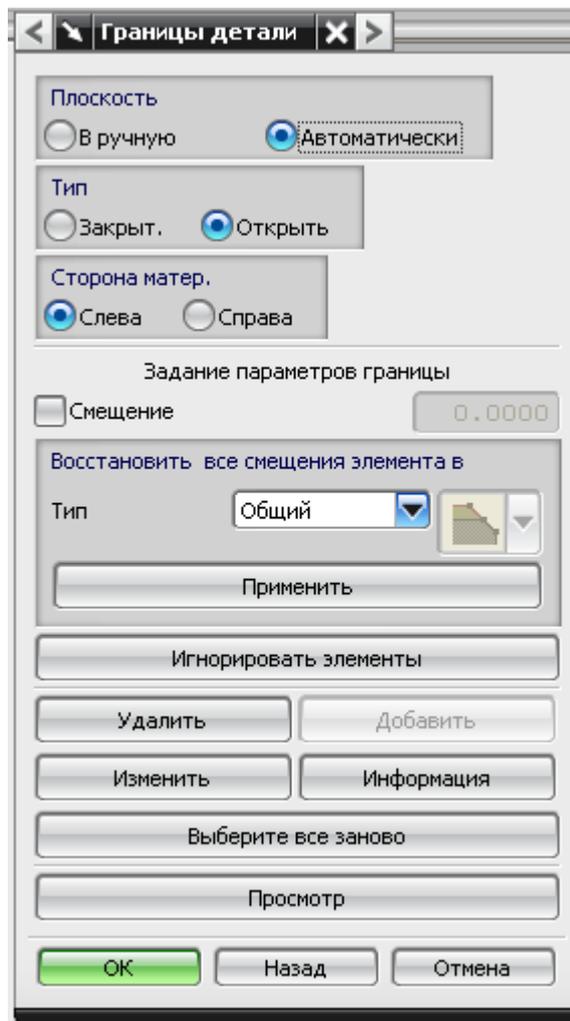
- В навигаторе операций выбрать **TURNING_WORKPIECE** и вставить «Геометрия...»;



- нажать "Задать границы детали" ;
- для удаления существующей геометрии детали для наружной обработки нажать «Удалить»;
- нажать «Добавить»;
- выбрать «Тип фильтра» «Граница по кривым» и отметить линии проточки;



- нажать "ОК".



- Нажать **"Создать операцию"**  ;
- нажать **"GROOVE_ID"**  ;
- задать следующие параметры:

| | | |
|------------|---------------------|---|
| Программа | 1234 |  |
| Инструмент | ID_GROOVE_L |  |
| Геометрия | TURNING_WORKPIECE_2 |  |
| Метод | LATHE_GROOVE |  |

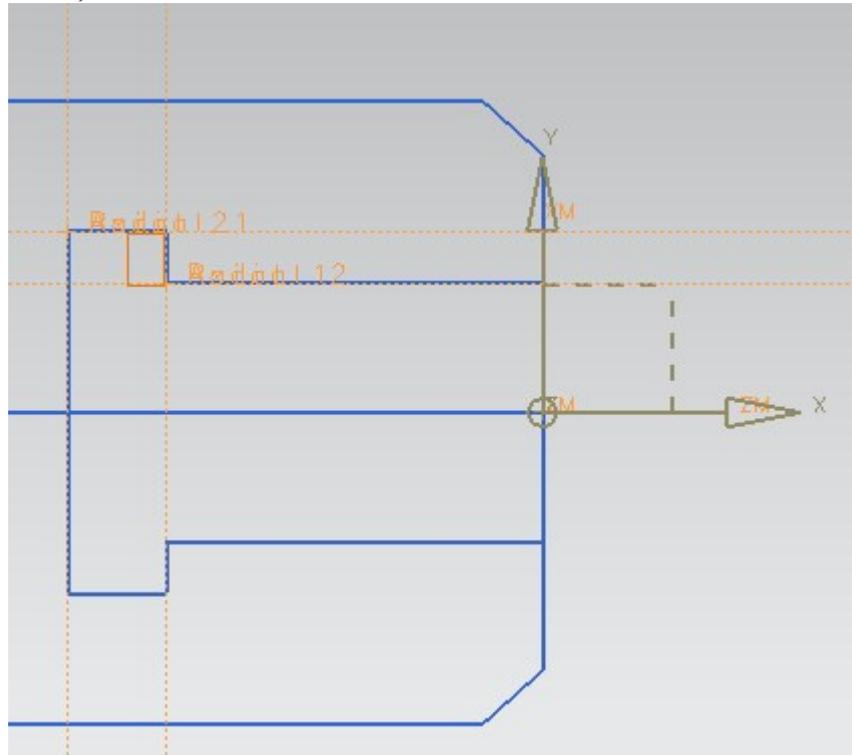
- нажать **"OK"**.
Эти шаги задают четыре точки, ограничивающие область резания внутри проточки:

- в разделе меню **"Геометрия"** нажать клавишу **"Изменить"** ,
- в разделах меню **"Осевая плоскость обрезки 1"**, **"Осевая плоскость обрезки 2"**, **"Радиальная плоскость обрезки 1 и 2"** выбрать **"Точка"** из списка **"Опции задания точки"**;

Опции задания точки 

- последовательно задать четыре точки, как показано на рисунке с помощью функции "Задать точку" ;

- нажать "ОК";



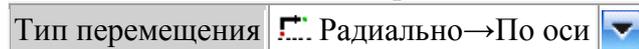
- нажать "ОК" для окончания создания области резания.

Для задания перемещений, предотвращающих столкновения инструмента с деталью необходимо:

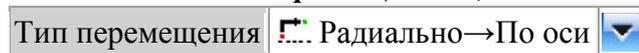
- нажать "Перемещения без резания" ;

- выбрать закладку "Подход";

- в меню "Перемещение в точку возврата / Плоскость безопасности" выбрать опцию "Радиальная→Осевая" из списка "Тип перемещения";



- в меню "Перемещение в начало врезания" выбрать опцию "Радиальная→Осевая" из списка "Тип перемещения";



- выбрать закладку "Отвод".

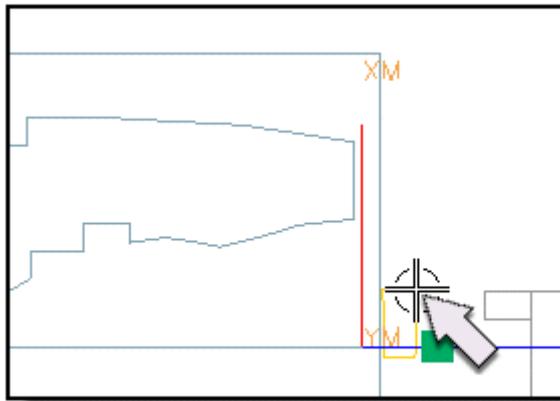
- в меню "Перемещение в точку возврата / Плоскость безопасности" выбрать опцию "Радиальная→Осевая" из списка "Тип перемещения";



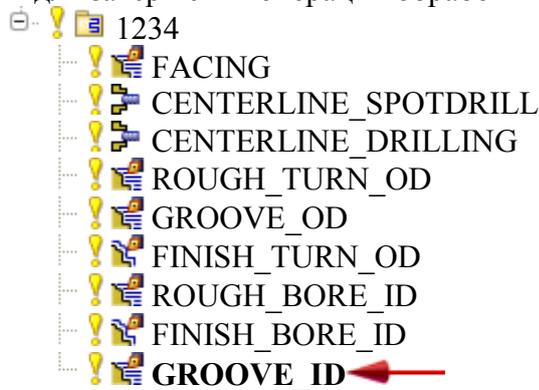
- из списка "Опции точки" выбрать опцию "Точка";



- указать приблизительную точку на экране, как показано ниже.



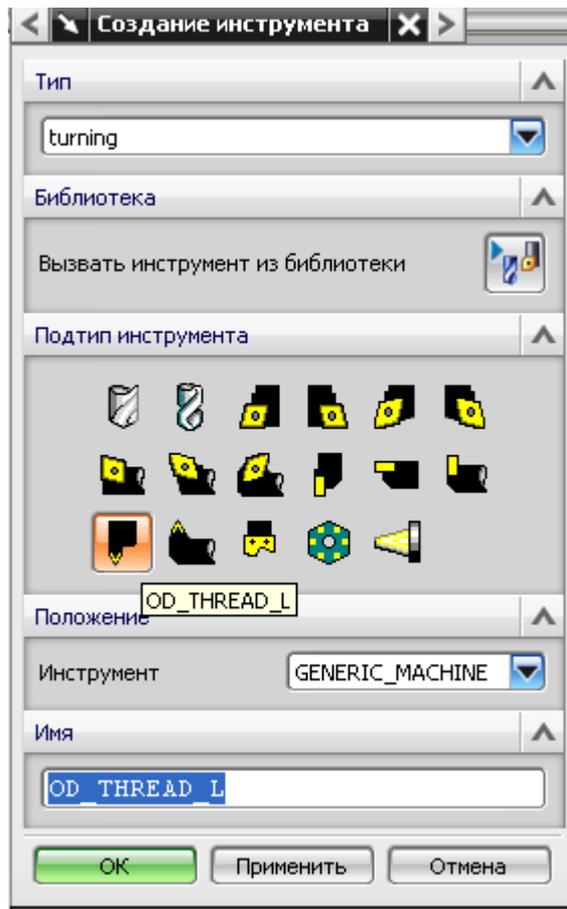
- нажать "**ОК**" для принятия "Перемещений без резания" в меню. Для генерации траектории инструмента необходимо:
- нажать "**Генерировать**" ;
- нажать кнопку "**ОК**" для завершения операции обработки проточки.



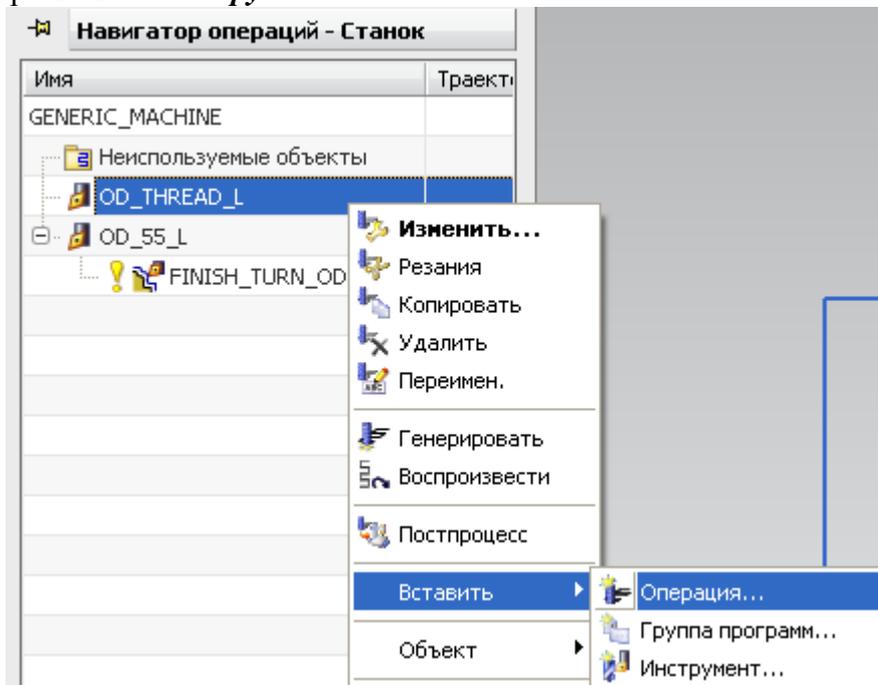
Рассмотрим процесс нарезания резьбы на наружной поверхности заготовки. Процесс создания операции начинается с задания стандартного резьбового резца OD_THREAD.

- нажать "**Создать инструмент**"  в инструментальной панели;
- нажать "**OD_THREAD**" ;
- нажать "**ОК**";
- задать необходимые параметры инструмента;
- нажать "**ОК**" для окончания задания инструмента.

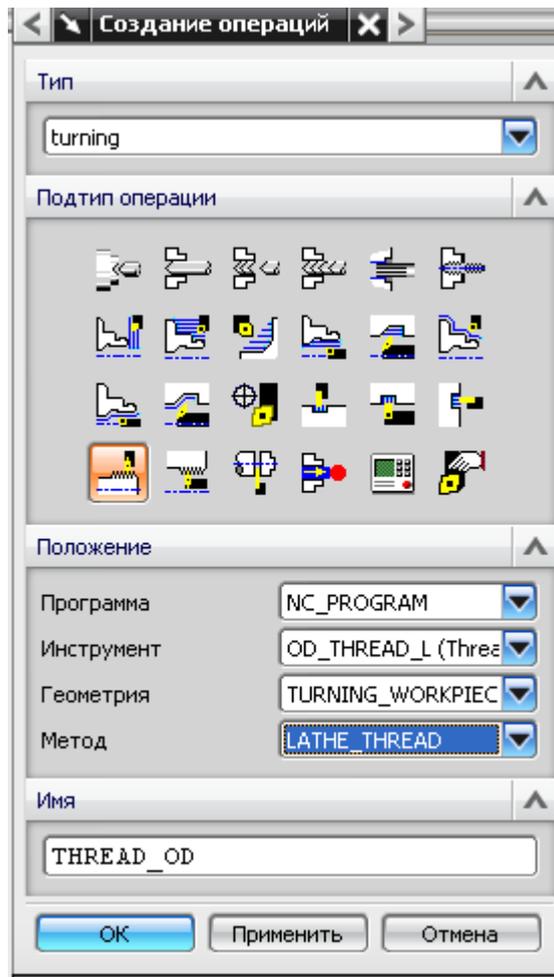
В качестве геометрии использовать параметры детали и заготовки записанные в **TURNING_WORKPIECE**;



Следующим этапом является создание операции нарезания резьбы. Для этого выбрать «**Вид инструмента**».

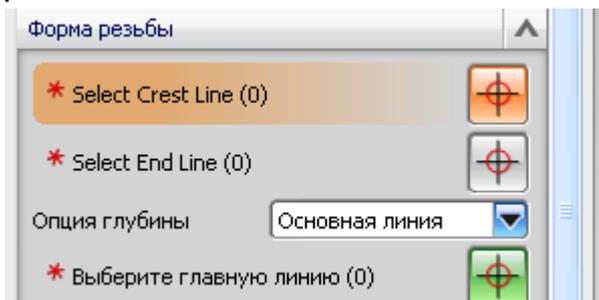


В навигаторе операций в резьбовой резец вставить операцию нарезания наружной резьбы .

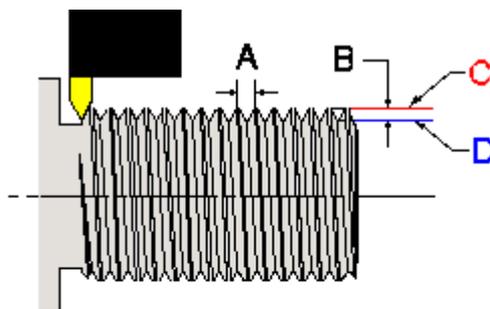


В родительской группе задать следующие параметры инструмента, геометрии и метода обработки.

В параметрах операции **«Наружная резьба»**, в разделе **«Форма резьбы»** необходимо выбрать начало резьбы **«Select crest line»**, конец резьбы **«Select end line»** и главную (базовую) линию.



При выборе главной линии на модели детали, конец линии ближайший к точке выбора является начальной точкой. Противоположный конец становится конечной точкой. В качестве конечной линии выбираем примыкающую линию прямоугольной канавки.



Элементы резьбы, где

- A Шаг
- B Глубина
- C базовая линия
- D Основная линия

В окне «*Опция глубины*» выбираем «*Глубина и угол*» позволяющую задать высоту профиля резьбы. Величина угла равняется 180 град.

В окне «*Глубина*» зададим величину, определяющую число проходов.

С помощью функции «*Параметры резания*»  зададим шаг резьбы и другие ее параметры.

С помощью функции «*Перемещения без резания*»  зададим точку «*Подхода*» резца «*From*» и точку «*Отхода*» резца «*Gohome*».

Для задания точек «*недобега*» и «*перебега*» инструмента необходимо:

- в разделе «*Смещение*» задать «*Смещение в начале*» равное **10 мм** (недобег) и «*Смещение в конце*» равное **5 мм** (перебег).

- Задать режимы резания.

Для генерации траектории инструмента необходимо:

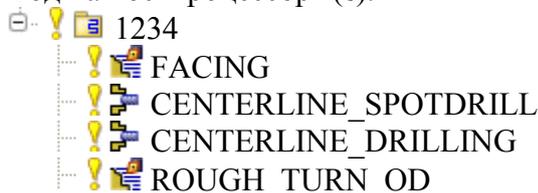
- нажать "**Генерировать**" .

Это последняя операция обработки детали в программе обработки.

Для вывода на постпроцессор операции должны содержать сгенерированные траектории инструмента и каждая операция должна отображаться с символом состояния  или . Существует три состояния операции:

- «Требуется регенерации» () - траектория инструмента не была сгенерирована для этой операции или что параметры операции были изменены и траектория инструмента должна быть регенерирована, чтобы отразить изменения;
- «Требуется вывод» () - траектория инструмента для операции была сгенерирована, но не была обработана постпроцессором или не экспортировалось из файла детали;
- «Закончена» () - траектория инструмента сгенерирована и выведена на постпроцессор или выведена в текстовый файл в операционную систему.

Необходимо нажать **Вид программ**. Каждая операция в программе отображается в состоянии "Требуется вывод на постпроцессор" ().





- в *навигаторе операций* выбрать программу **1234**.



- нажать "**Постпроцесс**"  в инструментальной панели.

Универсальные постпроцессоры поставляемые с системой отображаются в списке доступных постпроцессоров;

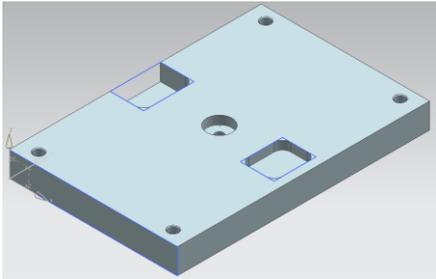
- в меню "**Постпроцессор**" выбрать "**LATHE_2_AXIS_TURRET_REF**" из списка "**Постпроцессоров**";

- нажать "**ОК**" для вывода на постпроцессор.

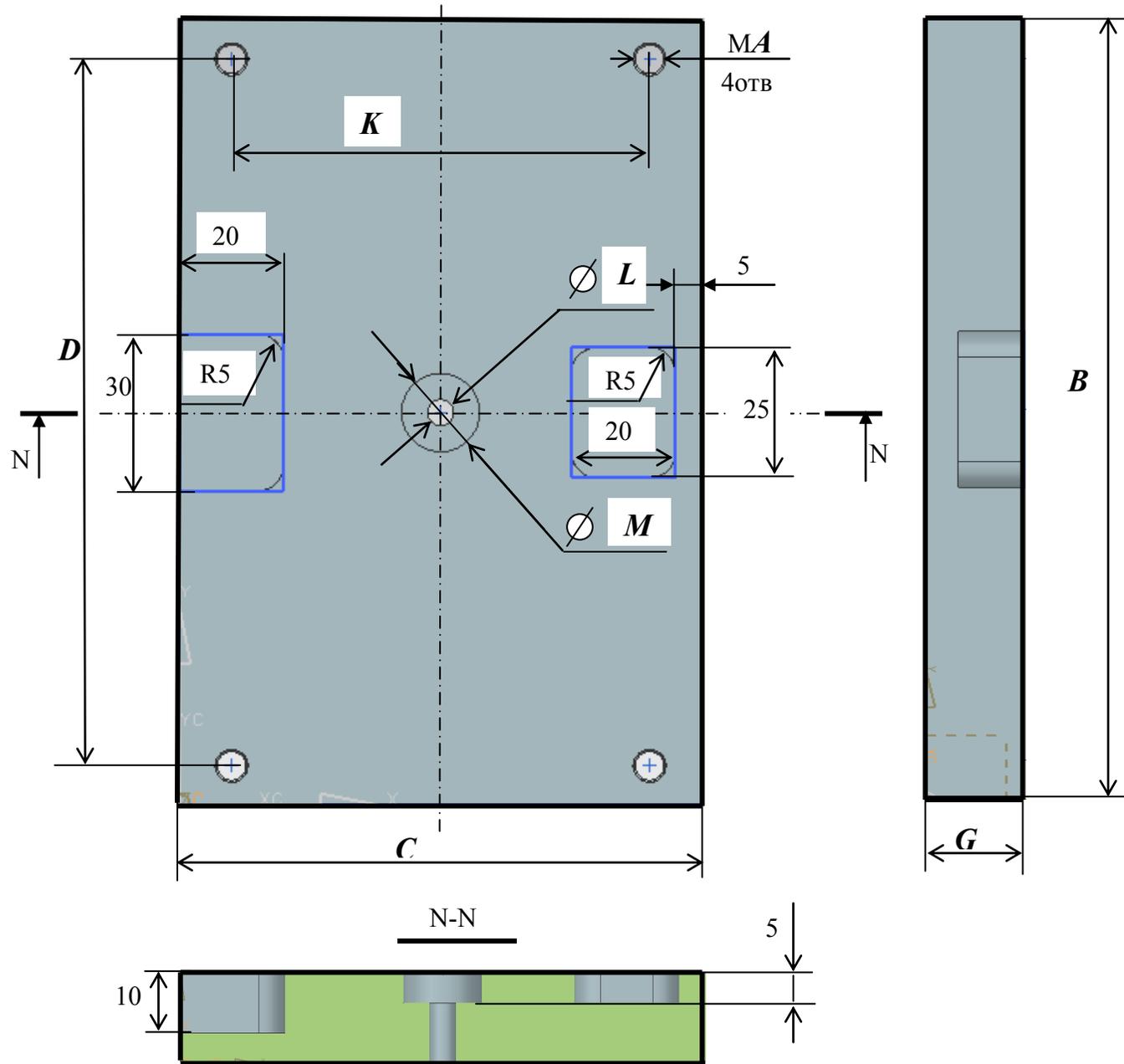
Траектории инструмента могут быть выведены в виде выходного файла и листинга в информационное окно;

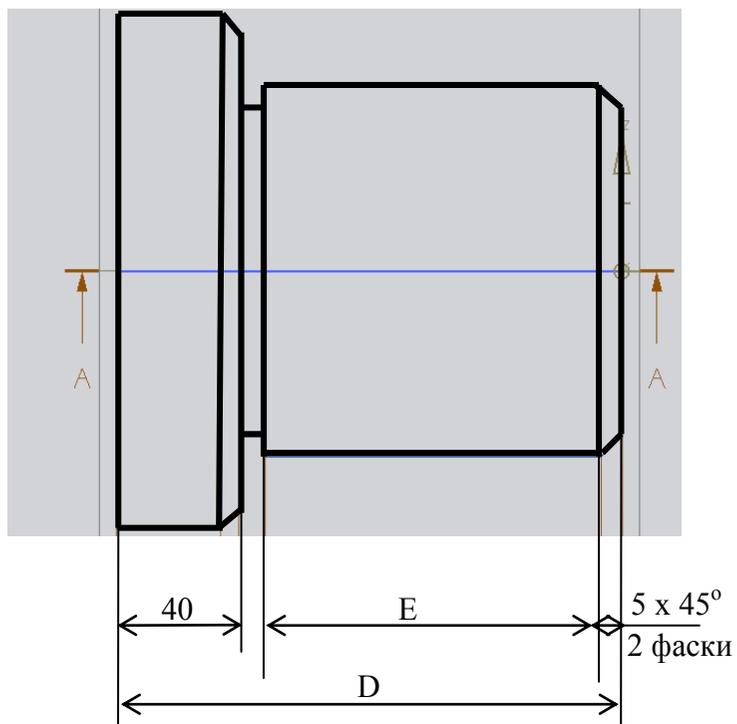
- **закреть**  информационное окно.

Задания на проектирование фрезерной и токарной обработки в UG NX6

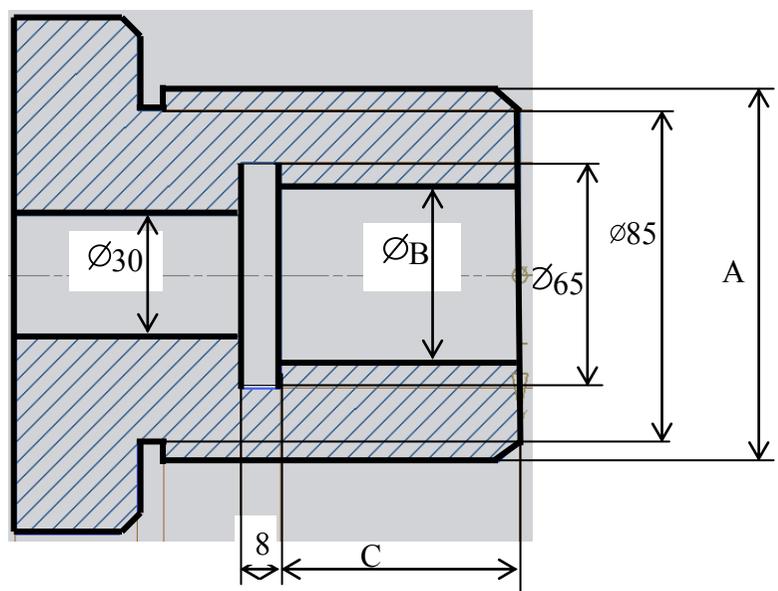


| N вар-та | Геометрические параметры | | | | | | | |
|-------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>D</i> | <i>G</i> | <i>K</i> | <i>L</i> | <i>M</i> |
| 1 | 4 | 150 | 100 | 135 | 15 | 80 | 5 | 15 |
| 2 | 5 | 160 | 110 | 140 | 15 | 85 | 6 | 16 |
| 3 | 6 | 170 | 120 | 145 | 15 | 90 | 7 | 17 |
| 4 | 8 | 180 | 130 | 150 | 15 | 95 | 8 | 18 |
| 5 | 10 | 200 | 150 | 160 | 15 | 100 | 10 | 20 |
| 6 | 4 | 170 | 120 | 145 | 20 | 80 | 5 | 17 |
| 7 | 5 | 180 | 130 | 150 | 20 | 85 | 6 | 18 |
| 8 | 6 | 200 | 150 | 160 | 20 | 90 | 7 | 20 |
| 9 | 8 | 150 | 100 | 135 | 20 | 80 | 7 | 15 |
| 10 | 10 | 160 | 110 | 140 | 20 | 85 | 8 | 16 |
| 11 | 4 | 170 | 120 | 145 | 15 | 90 | 10 | 17 |
| 12 | 5 | 180 | 130 | 150 | 15 | 80 | 5 | 16 |
| 13 | 6 | 200 | 150 | 160 | 15 | 85 | 6 | 17 |
| 14 | 8 | 170 | 120 | 145 | 15 | 90 | 7 | 18 |
| 15 | 10 | 180 | 130 | 150 | 15 | 95 | 7 | 16 |
| 16 | 4 | 200 | 150 | 160 | 20 | 100 | 8 | 17 |
| 17 | 5 | 150 | 100 | 135 | 20 | 85 | 10 | 18 |
| 18 | 6 | 170 | 120 | 145 | 20 | 90 | 5 | 20 |





A - A



| № вар-та | Параметры модели | | | | | |
|----------|------------------|----|----|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| 1 | M90 | 40 | 65 | 140 | 90 | 140 |
| 2 | M100 | 45 | 70 | 150 | 100 | 150 |
| 3 | M110 | 50 | 75 | 160 | 110 | 160 |
| 4 | M120 | 55 | 80 | 170 | 120 | 170 |
| 5 | M90 | 45 | 70 | 140 | 90 | 140 |
| 6 | M100 | 45 | 70 | 150 | 100 | 145 |
| 7 | M110 | 55 | 80 | 165 | 115 | 160 |
| 8 | M120 | 50 | 85 | 170 | 115 | 170 |
| 9 | M95 | 45 | 60 | 130 | 80 | 145 |
| 10 | M105 | 50 | 75 | 150 | 100 | 150 |
| 11 | M110 | 50 | 75 | 160 | 110 | 150 |
| 12 | M125 | 60 | 85 | 175 | 125 | 175 |
| 13 | M90 | 40 | 70 | 145 | 95 | 140 |
| 14 | M100 | 50 | 70 | 150 | 90 | 140 |
| 15 | M115 | 50 | 75 | 160 | 110 | 160 |