

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**В. В. Сапунов,
А. Д. Евстигнеев,
Н. И. Веткасов**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ САД-САМ СИСТЕМ

Сборник лабораторных работ

Для студентов направления 15.03.05 –
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств» (профиль «Технология машиностроения»)

Ульяновск
УлГТУ
2019

УДК 004.925.84:621 (076)
ББК 32.973-018.2:34.4 я7
С 19

Рецензенты:

кафедра «Проектирование и сервис автомобилей им. И.С. Антонова»
Ульяновского государственного университета,

профессор кафедры авиационной техники Ульяновского института
гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева,
доктор техн. наук, доцент И.В. Антонец

*Рекомендовано научно-методической комиссией машино-
строительного факультета в качестве сборника лабораторных работ*

Сапунов, Валерий Викторович

С 19 Технологическая подготовка производства на основе
CAD-CAM систем : сборник лабораторных работ /
В. В. Сапунов, А. Д. Евстигнеев, Н. И. Веткасов. – Ульяновск :
УлГТУ, 2019. – 70 с.

В настоящем сборнике содержатся рекомендации и указания к выполнению лабораторных работ по технологической подготовке производства на основе CAD-CAM систем. Содержание лабораторных работ соответствует рабочей программе дисциплины «Технологическая подготовка производства на основе CAD-CAM систем» для студентов всех форм, обучающихся по направлению 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Технология машиностроения»). Они могут быть также использованы при выполнении курсовых и выпускных работ.

УДК 004.925.84:621 (076)
ББК 32.973-018.2:34.4 я7

© Сапунов В. В., Евстигнеев А. Д.,
Веткасов Н. И., 2019.
© Оформление. УлГТУ, 2019.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	5
МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Разработка 3D-моделей деталей в системе «Siemens NX»	7
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Разработка 3D-моделей сборок в системе «Siemens NX»	18
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Разработка управляющих программ для токарных станков с ЧПУ в системе «Siemens NX»	27
4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Разработка управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ в системе «Siemens NX»	45
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	59
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Титульный лист отчета	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. 3D-модель узла «Подшипник поворотный»	61
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Варианты заданий.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Рабочие чертежи деталей	64

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время трудно представить себе современное промышленное предприятие или конструкторское бюро без компьютеров и специальных программ, предназначенных для разработки конструкторской документации или проектирования различных изделий. Применение вычислительной техники в данной области стало свершившимся фактом и доказало свою высокую эффективность.

Переход на машинное проектирование позволяет существенно сократить сроки разработки конструкторской и технологической документации и тем самым ускорить начало производства новых изделий. Одновременно повышается качество документации. Чертежи самой конкурентоспособной продукции, выполненные вручную на кульмане, сегодня производят отрицательное впечатление на партнеров, ставя под вопрос заключение выгодных контрактов.

Падение цен на вычислительную технику сделало современный компьютер доступным для домашнего использования. Это позволяет учащимся работать с системами автоматизированного проектирования не только в рамках аудиторных занятий, но и на персональных компьютерах. В этом случае можно говорить не о поверхностном знакомстве с предметом, а о реальном освоении.

Для выполнения всех видов чертежей в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД) может быть использована система трехмерного моделирования «Siemens NX».

Область применения системы «Siemens NX» определяется основным набором задач, которые она призвана решать. К ним относятся моделирование деталей с целью расчета их геометрических и массоцентровочных характеристик, разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ, а также создание изометрических изображений деталей (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т. д.).

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Перед началом проведения лабораторного практикума все студенты обязаны пройти инструктаж по правилам безопасной работы в лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности. При выполнении лабораторных работ студенты обязаны соблюдать следующие правила по технике безопасности:

- ознакомиться с правилами техники безопасности при работе с компьютером перед началом выполнения лабораторных работ;
- не приступать к выполнению лабораторной работы без разрешения преподавателя или учебного мастера;
- соблюдать правила использования компьютерной техники;
- соблюдать общие правила поведения студентов в лаборатории;
- выполнять ту работу, которая поручена ему преподавателем;
- быть внимательным и аккуратным во время выполнения лабораторной работы, не отвлекаться самому и не отвлекать других посторонними разговорами;
- сообщать учебному мастеру или преподавателю обо всех неполадках во время выполнения лабораторной работы;
- знать места расположения и размещения средств пожаротушения и правила пользования ими;
- не курить и не загрязнять помещение лаборатории, не портить имущество;
- по окончании выполнения лабораторной работы привести рабочее место в порядок.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Все лабораторные работы, методики выполнения которых приводятся ниже, хорошо апробированы и проводятся в течение нескольких последних лет в компьютерном классе и лабораториях машиностроительного факультета УлГТУ. Допуск студентов к выполнению лабораторных работ осуществляется только после проверки знания ими соответствующих разделов теоретической части курса «Технологическая подготовка производства на основе CAD-CAM систем». Студенты, имеющие неудовлетворительные теоретические знания по соответствующим разделам курса, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

Студенты, допущенные к выполнению лабораторных работ, должны:

- ознакомиться с содержанием работы;
- изучить правила техники безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении работы;
- подготовить компьютер для проведения работы;
- изучить порядок выполнения работы;
- получить номер варианта задания у преподавателя;
- выполнить компьютерное моделирование в соответствии с методическими указаниями к практической работе и оформить отчет.

Отчет по лабораторной работе оформляют в электронном виде на нескольких листах формата А4. Первую страницу (титульный лист) отчета оформляют по образцу, приведенному в приложении А. Содержание последующих страниц отчета приведено в методических указаниях к каждой лабораторной работе.

Лабораторная работа считается выполненной после просмотра и принятия отчета преподавателем.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ «SIEMENS NX»

1.1. Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики проектирования 3D-моделей деталей в системе «Siemens NX».

1.2. Общие положения

Твердотельное моделирование представляет собой создание заполненного замкнутого геометрического объема, описывающего геометрию детали. Отдельного модуля твердотельного моделирования в системе «Siemens NX» нет, так как для этой цели применяются инструменты из разных приложений. Так, например, твердые тела можно получать заполнением замкнутого контура из поверхностей или путем придания толщины поверхности, созданной в приложении «Студия формы». Основная цель моделирования твердых тел – создание точного геометрического представления проектируемой детали, которая будет основой для выпуска документации, проведения расчетов и написания программ для станков с ЧПУ. Геометрическое представление детали является результатом связанной последовательности операций, составляющих дерево построения модели. Работа проектировщика сводится к добавлению операций в дерево построения, создающих те или иные конструктивные элементы модели или модифицирующих ее геометрию. Это справедливо для классического случая моделирования с историей построения. Система «Siemens NX» также поддерживает моделирование без истории построения. Для создания моделей можно использовать типовые конструктивные элементы или создавать тела на базе двумерных контуров, а также комбинировать эти два способа [1].

1.2.1. Построение эскизов

Эскизом называется группа двумерных кривых, расположенных на одной плоскости, на которые наложены геометрические и размерные связи. Эскизы можно строить на любой плоской грани модели либо в создаваемых в процессе проектирования плоскостях. Эскиз можно создавать посредством двух наборов инструментов: «Эскиз в среде задач» и инструментальная панель «Прямой эскиз». Первый запускается вызовом

команд «Вставить» > «Эскиз в среде задач» и предназначен для редактирования эскизов, на базе которых построено много конструктивных элементов модели. Инструментальная панель «Прямой эскиз» позволяет производить построения непосредственно в текущем приложении «Siemens NX» и в основном применяется для создания новых эскизов. Отличие двух наборов инструментов заключается в отсутствии в «Прямом эскизе» трех команд: «Проецирование кривой», «Точка пересечения» и «Кривая пересечения» [1]. Для создания эскиза в среде задач вызовите соответствующую команду из главного меню и укажите плоскую поверхность размещения эскиза (рис. 1.1).

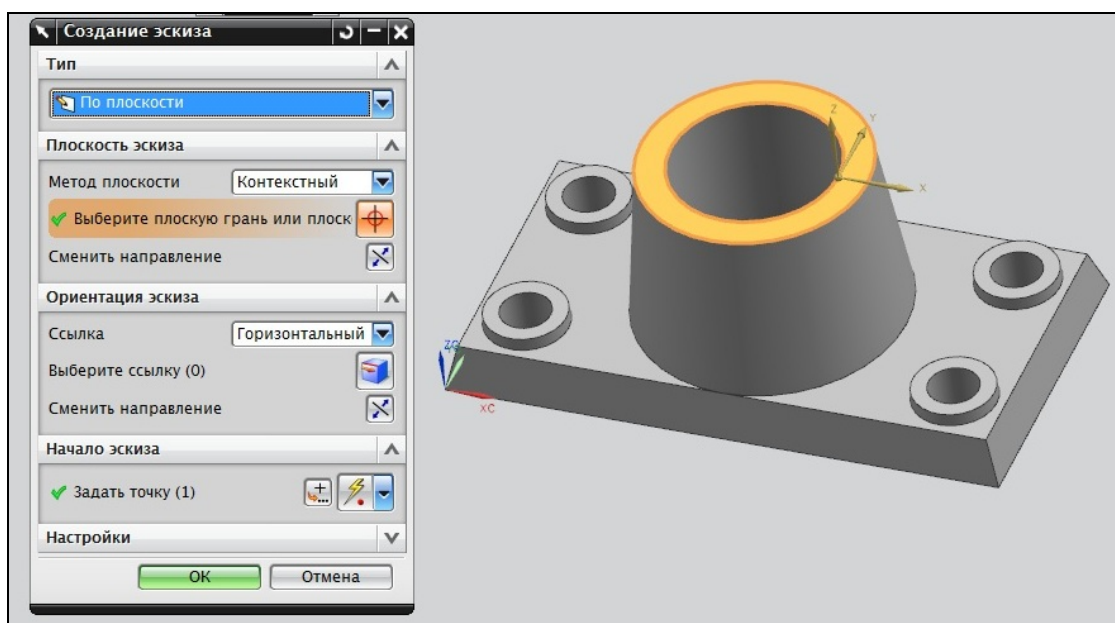


Рис. 1.1. Создание эскиза в среде задач

Если эскиз должен располагаться на кривой, то необходимо выбрать соответствующий подтип эскиза в выпадающем списке диалога. Обычно для задания исходных данных эскиза достаточно только указания плоскости. Но иногда бывает полезным (а в некоторых случаях обязательным) указать направление оси X и начало системы координат в опциях диалога «Ориентация эскиза» и «Начало эскиза». После задания этих параметров или принятия значений по умолчанию система координат эскиза расположится на плоскости и будет открыта среда создания эскиза с соответствующим инструментарием. «Прямой эскиз» может также задаваться с помощью аналогичного диалога, для этого необходимо нажать кнопку «Эскиз» на инструментальной панели «Прямой эскиз» [1] (рис. 1.2).

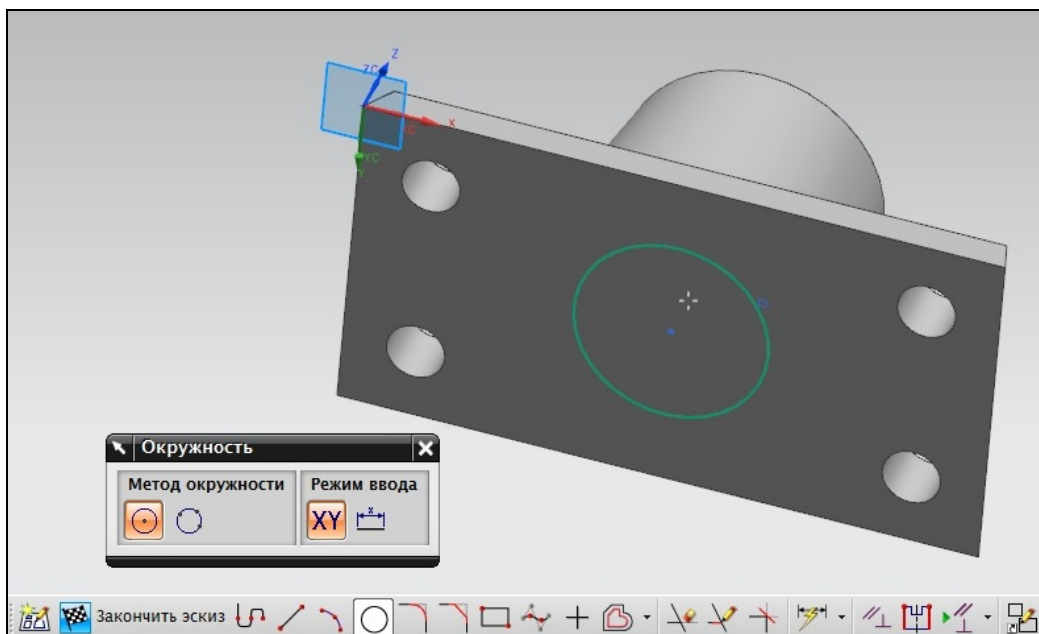


Рис. 1.2. Создание прямого эскиза

В этом случае направление системы координат и ее начало будут приняты по умолчанию. Дальнейшая работа по созданию эскиза идентична для обоих инструментариев. С помощью команд построения геометрии на инструментальной панели **«Инструменты эскиза»** строится геометрия, на которую потом накладываются размерные и геометрические ограничения. В процессе построения двумерных объектов система автоматически определяет, каким геометрическим ограничениям они подчиняются, и накладывает данные ограничения. Процесс наложения ограничений можно регулировать функцией **«Создать контекстные ограничения»**. Для ручного задания ограничений или для задания дополнительных ограничений необходимо воспользоваться функцией **«Ограничения»**. Если придерживаться правильного подхода к проектированию, то все элементы эскиза должны быть связаны размерными и геометрическими ограничениями – то есть эскиз должен быть полностью определенным и не иметь степеней свобод. Это гарантирует предсказуемость и управляемость эскиза при изменении геометрических элементов модели, на которые ссылается эскиз. В версии «Siemens NX7.5» присутствует механизм постоянного образмеривания, который регулируется одноименной функцией на панели **«Прямой эскиз»**. Данный механизм автоматически накладывает размерные ограничения на все создаваемые элементы эскиза, тем самым обеспечивая определенность эскиза. При этом создаваемые размерные ограничения являются вторичными. Это выражается в том, что автоматически сгенерированные размерные ограничения удаляются при добавлении пользователем любого ограничения, которое с ними конфликтует. Таким образом, эскиз остается всегда определенным – вне

зависимости от того, сколько ограничений было наложено пользователем. Очевидно, что автоматически добавленные размеры не могут реализовывать задуманную логику изменений эскиза, поэтому необходимо либо принять предложенные размеры, либо переопределить их в ручном режиме. Для принятия размерного ограничения, созданного системой, необходимо произвести двойной щелчок левой кнопкой мыши на выбранном размере. В модели будет создан соответствующий параметр, значение которого будет связано со значением размера, – то есть размер станет таким, как если бы он был поставлен вручную. При необходимости использования существующих ребер модели в эскизе их можно спроецировать на текущую плоскость эскиза с помощью команды **«Проецирование кривой»**. Также с помощью команды **«Кривая пересечения»** можно получить пересечение плоскости эскиза с выбранной гранью тела. Обе команды создают ассоциативные кривые, которые отслеживают состояние исходных геометрических элементов. После завершения построения геометрии эскиза и наложения размерных и геометрических ограничений необходимо нажать кнопку **«Закончить эскиз»** для выхода из режима создания эскиза. Для редактирования существующего эскиза необходимо выбрать его двойным щелчком левой кнопки мыши в Навигаторе модели или графической области. Построение простого эскиза можно проиллюстрировать на практическом примере [1].

- Запустите программу «Siemens NX» и с помощью команд главного меню **«Файл» > «Новый»** создайте новую модель.

- Вставьте рабочую систему координат в новую модель, воспользовавшись пунктами меню **«Вставить» > «База/Точка» > «Координатная СК»**. Она по умолчанию совпадет с абсолютной системой координат модели.

- Расположите новый эскиз в плоскости YZ, выбрав пункты главного меню **«Вставить» > «Эскиз в среде задач»** и указав соответствующую плоскость. В диалоге создания эскиза примите все предложенные значения опций и нажмите **«ОК»** для перехода в среду редактирования эскиза.

- С помощью команды **«Профиль»** постройте контур так, как это показано на рис. 1.3. Замыкая контур, сделайте перехлест прямых, чтобы они пересекались с некоторым запасом. Это необходимо для демонстрации функции выбора и обрезки.

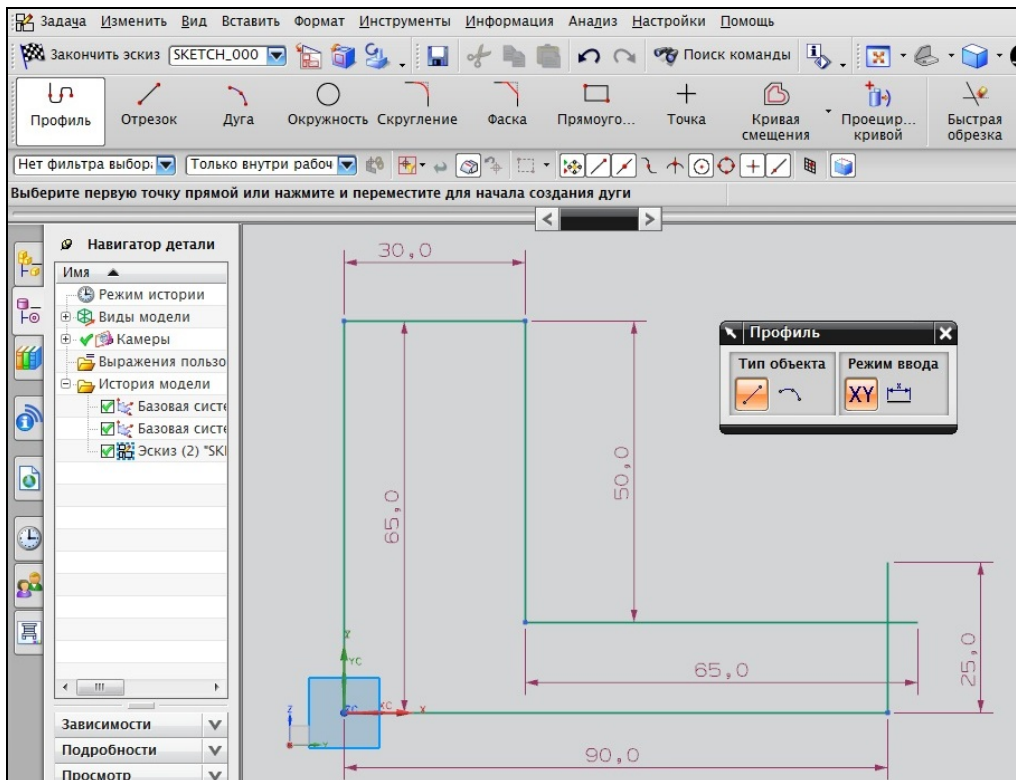


Рис. 1.3. Создание эскиза

- С помощью инструментов **«Контекстный размер»** и **«Ограничения»** задайте некоторые размеры и ограничения. Как правило, первое, что необходимо сделать при образмеривании, – это задать стационарные объекты, относительно которых будут располагаться другие элементы эскиза. Задать стационарный объект можно, сославшись на грань или ребро другого тела или привязавшись к осям системы координат.
- Нажмите кнопку задания ограничений и выберите две вертикальные прямые. В диалоге команды будут отображены возможные геометрические ограничения. Выберите условие параллельности (рис. 1.4).
- То же самое проделайте с двумя горизонтальными прямыми. Таким же образом можно задавать положение какого-либо конца кривой или отрезка на оси системы координат или на другой кривой – при этом необходимо подвести курсор концу отрезка и дождаться, пока загорится маркер точки.
- Задайте размеры относительно стационарных элементов.
- Полученный искусственно перехлест в эскизе удалите с помощью команды **«Создать угол»** или **«Быстрая обрезка»** на панели инструментов эскиза.
- Сохраните модель для продолжения работы с ней в следующем разделе.

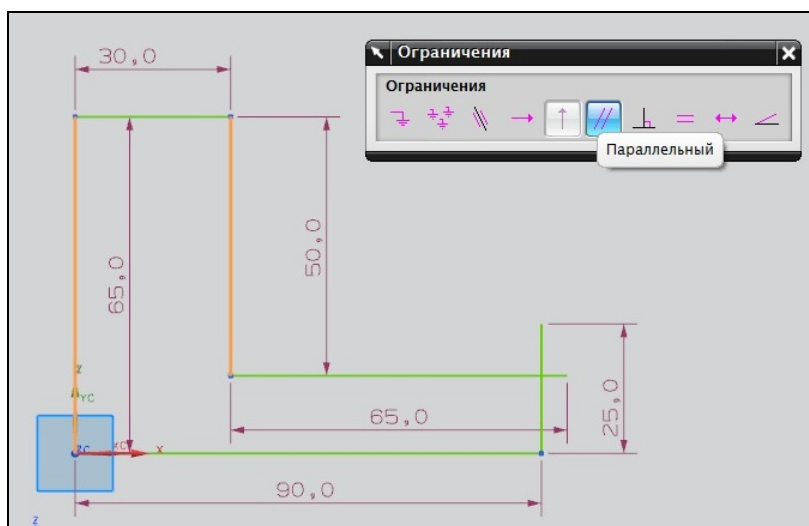


Рис. 1.4. Условие параллельности

1.2.2. Построение тел

Для создания тела на основе эскиза необходимо воспользоваться одной из команд контекстного меню. Наиболее часто используемые из них – это команды **«Вытягивание»** и **«Вращение»**, расположенные на инструментальной панели **«Элемент»** или в разделе главного меню **«Вставить» > «Элементы проектирования»**. Рассмотрим команду **«Вытягивание»** (рис. 1.5). Для ее работы необходимый минимальный набор исходных данных состоит из плоского контура или прямой и вектора направления, которые задаются соответственно в разделах диалога **«Сечение»** и **«Направление»**. При этом возможно сразу из команды запустить редактор эскиза и нарисовать его с нуля. В этом случае эскиз будет считаться внутренним и не будет доступен в Навигаторе модели до тех пор, пока не будет сконвертирован во внешний. В качестве контура для вытягивания могут выступать любые кривые, в том числе и ребра существующих тел. При выборе плоского контура направление по умолчанию определяется по нормали к плоскости контура, но при необходимости его можно переопределить, нажав кнопку **«Задать вектор»**. В разделе **«Ограничения»** задаются лимиты перемещения эскиза от плоскости его построения в обе стороны. Они могут задаваться как напрямую, указанием величин, так и ссылкой, с помощью выбора одного из следующих значений опции: **«До следующего»** – контур будет вытянут до пересечения с другим твердым телом, встреченным в направлении вытягивания; **«До выбранного»** – контур будет вытянут до выбранной грани существующего тела или поверхности. Если вытянутый контур не полностью пересекает выбранную грань или поверхность, то по возможности будут использоваться смежные грани или поверхности. Если такой возможности нет, то будет сгенерировано сообщение об ошибке;

«До расширенного» – модификация опции «До выбранного», которая позволяет выбирать ограничивающие объекты, не полностью пересекающие протягиваемый контур. В этом случае система автоматически рассчитывает продолжение выбранной грани или поверхности и использует ее для построения; «Через все» – протягивает контур в заданном направлении через все встречающиеся тела. В разделе диалога «Булевы операции» можно сразу задать тип логической операции, применяемой к телу, если в модели уже есть твердые тела. Среди возможных значений этой опции следует отметить значение «Контекстный». При этом значении система сама определяет подходящий тип операции, исходя из взаимного расположения создаваемого тела и существующего. Такой вариант следует применять, когда не предполагается изменения модели, которое может вызвать изменение взаимного расположения задействованных тел, иначе тип применяемой логической операции может измениться [1].

Одновременно с вытягиванием контура можно задать дополнительные трансформации получаемого тела в разделах «Уклон» и «Смещение» или воспользоваться соответствующими командами после создания элемента вытягивания. Тип получаемого тела определяется в разделе диалога «Настройки», но эта опция действует только в случае использования замкнутого контура, в противном случае получаемый элемент вытягивания будет представлять собой поверхность. Команда «Вращение» по большинству параметров совпадает с командой «Вытягивание», только ей необходимо задать вращение поворотом на заданный угол выбранного эскиза. После получения первого тела в модели далее можно изменять его с помощью конструктивных элементов или проводя операции логического сочетания с другими телами. Все операции будут добавляться согласно хронологии создания в дерево построения, отображаемое в «Навигаторе модели». Помимо операций получения тел вытягиванием или вращением эскиза, в разделе главного меню «Вставить» > «Элементы проектирования» предлагается набор предопределенных примитивов и конструктивных элементов, комбинируя которые, можно получить геометрию модели. Но в общем случае создание тел вытягиванием и вращением является более универсальным, так как позволяет задать любое сечение. Рассмотрим построение тела на примере работы с эскизом, созданным в предыдущем разделе [1].

- Вызовите команду «Вытягивание» и выберите построенный ранее эскиз.

- В разделе диалога «Ограничения» выберите «Симметричное значение» в выпадающем списке «Конец» и задайте числовое значение (половину толщины детали). При таком режиме задания пределов тело будет получаться путем вытягивания в обе стороны от плоскости эскиза (рис. 1.5).

- Завершите построение тела нажатием кнопки «ОК» в диалоге.

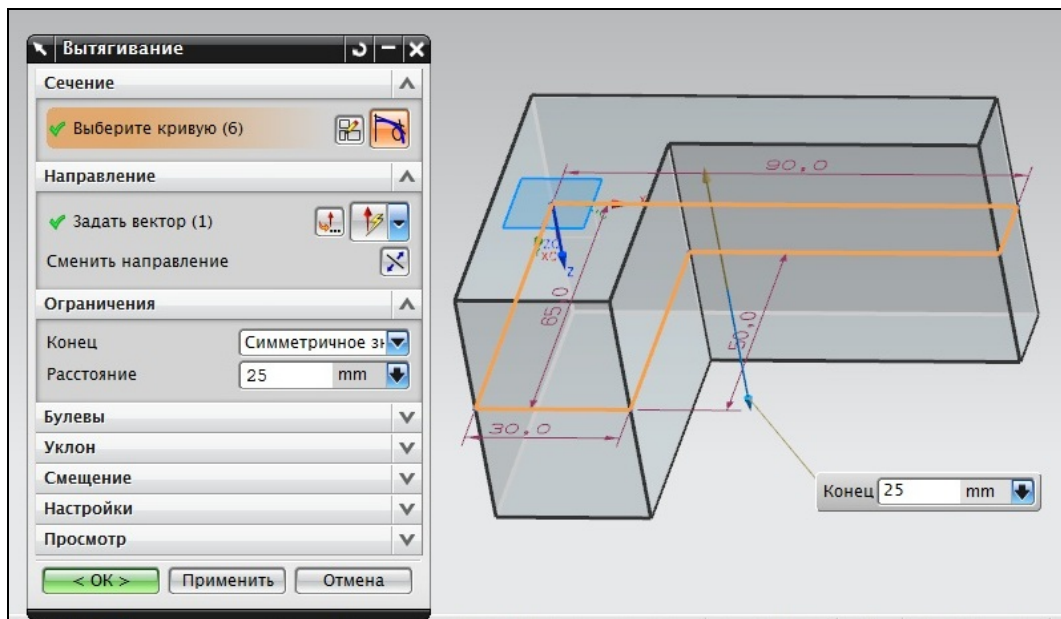


Рис. 1.5. Вытягивание эскиза

Элемент вытягивания был построен на базе заранее созданного эскиза. Многие команды в системе «Siemens NX», которые в качестве входных данных принимают плоские кривые или эскизы, позволяют создать его во время выполнения команды.

- Вызовите еще раз команду «**Вытягивание**» и вместо выбора кривых нажмите кнопку создания эскиза в разделе «**Сечение эскиза**» и выберите ту же плоскость, где был расположен первый эскиз.

- С помощью команды «**Проецирование кривой**» получите пересечение плоскости эскиза с двумя внутренними гранями, а затем отрезком замкните контур, соединив конечные точки кривых, и завершите построение эскиза.

- Задайте симметричное значение и в разделе «**Булевы операции**» убедитесь в том, что система выбрала операцию объединения, после чего завершите построение тела (рис. 1.6).

- Откройте «**Навигатор детали**». Выделите последний построенный элемент и, нажав по нему правой кнопкой мыши, в контекстном меню выберите пункт «**Сделать эскиз внешним**». Эскиз будет вынесен из элемента вытягивания. Для обратной операции необходимо воспользоваться пунктом контекстного меню на элементе «**Сделать эскиз внутренним**».

- Сохраните модель и закройте ее.

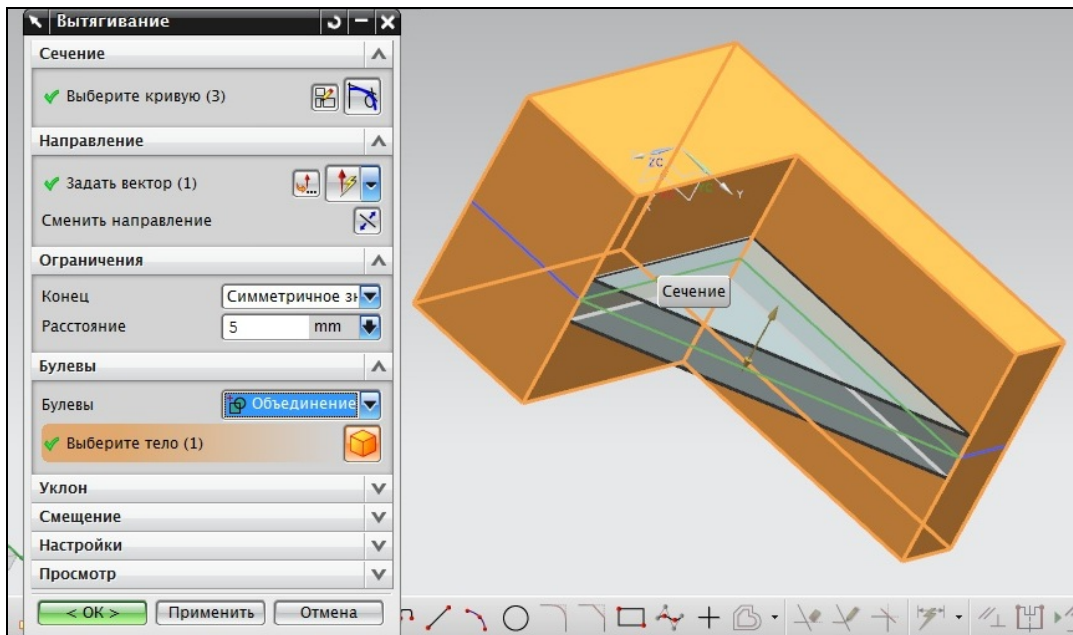


Рис. 1.6. Добавление элемента тела

Таким образом, создавая тела на основе эскизов или используя стандартные конструктивные элементы, вы формируете геометрию модели. При создании модели в режиме моделирования с историей построения необходимо стараться сохранять читаемость истории построения и делать ее максимально линейной. Практически все операции в дереве построения модели основываются на одном или нескольких предыдущих элементах, как явно, так и неявно. С одной стороны, это дает возможность использовать все преимущества параметризации, но с другой – непродуманная привязка элементов друг на друга может испортить логику построения модели. В общем случае при привязках рекомендуется отдавать предпочтение стационарным объектам или объектам, вероятность изменения которых минимальна. Естественно, это не должно быть в противоречии с задуманной логикой модели. При использовании каких-либо геометрических объектов предыдущих элементов построения желательно стараться ссылаться на ближайшие к текущей операции элементы. Это позволит как минимум быстро отслеживать связь между изменением ссылочной геометрии и получаемым результатом. Также рекомендуется документировать модели. В процессе построения появляется множество вспомогательных элементов, эскизов, кривых и прочих объектов, которые усложняют чтение модели, если они не организованы. Для организации можно использовать слои и ссылочные наборы, размещая и группируя на них основные и вспомогательные геометрические элементы построения [1].

1.3. Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- программный продукт «Siemens NX»;
- требования к операционной системе: Windows 7 / Windows 8 / Windows 10;
- аппаратные требования: Intel i3 (AMD Ryzen 3), 512 Mb RAM, HDD 80 Gb. Рекомендуется Intel i5 (AMD Ryzen 5), 2 Gb RAM, 500 Gb HDD.

1.4. Порядок выполнения работы

1. Получают сборочную единицу (приложения Б и Д) и номер варианта задания (приложения В и Е) у преподавателя.

2. Изучают и анализируют рабочие чертежи деталей (приложения Г и Ж).

3. Выбирают наиболее рациональную последовательность построения 3D-моделей деталей, при необходимости разбивают деталь на ряд элементарных геометрических объектов.

4. Выбрав размеры по своему варианту (см. прил. В и Е), строят 3D-модели деталей в системе «Siemens NX».

4.1. Во вкладке «**Файл**» выбирают пункт «**Новый**».

4.2. Располагают новый эскиз в одной из ортогональных плоскостей, выбрав пункты главного меню «**Вставить**» > «**Эскиз в среде задач**» и указав соответствующую плоскость. В диалоге создания эскиза принимают все предложенные значения опций и нажимают «**ОК**» для перехода в среду редактирования эскиза.

4.3. Пользуясь функциями инструментальной панели (профиль, отрезок, окружность и др.), строят эскиз, необходимый для создания 3D-модели «заготовки» первой детали, после чего нажимают «**Закончить эскиз**».

4.4. На инструментальной панели выбирают необходимую операцию (вытягивание, вращение) и приступают к построению «заготовки» 3D-модели детали на основании построенного ранее эскиза.

4.5. Производят построение всех конструктивных элементов детали, используя вышеуказанную последовательность и выбирая для построения эскизов плоскости на теле 3D-модели. Для добавления конструктивных элементов к «заготовке» 3D-модели используют операцию «**Объединение**» в разделе «**Булевы операции**», для получения отверстий и вырезов – операцию «**Вычитание**».

5. Сохраняют все модели в компьютере в отдельной папке, выбирая последовательно «**Файл**» > «**Сохранить как...**». В названиях файлов и папок используют буквы только английского алфавита.

1.5. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, номер варианта задания, графическое представление результатов моделирования, выводы по работе. Результаты моделирования сохраняют на компьютере в отдельной папке.

1.6. Вопросы для самопроверки

1. Каким образом осуществляется создание новых файлов моделей в «Siemens NX»?
2. В чем заключаются особенности создания эскизов в «Siemens NX»?
3. Как производится коррекция автоматически задаваемых размеров эскиза?
4. В чем заключаются особенности построения твердотельных элементов на основе команды «Вытягивание» в «Siemens NX»?
5. Для чего предназначена команда «Проецирование кривой» в режиме построения эскиза?
6. Каким образом осуществляется принудительное наложение ограничений на геометрические объекты эскиза?
7. Как осуществляется сохранение файлов моделей в «Siemens NX»?
8. В чем заключаются особенности построения твердотельных элементов на основе команды «Вращение» в «Siemens NX»?
9. В чем заключаются особенности построения вырезов на существующей твердотельной геометрии в «Siemens NX»?
10. Каким образом осуществляется скругление ребер твердотельных элементов в «Siemens NX»?

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛЕЙ СБОРОК В СИСТЕМЕ «SIEMENS NX»

2.1. Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики проектирования 3D-моделей сборок в системе «Siemens NX» с использованием библиотеки повторного использования.

2.2. Общие положения

Моделирование сборочных единиц и их анализ являются одними из важных составляющих процесса проектирования изделий с использованием САПР. На данном этапе все модели деталей (возможно, созданные разными проектировщиками) собираются и увязываются в общий состав изделия. Для решения подобных задач в системе «Siemens NX» имеется два модуля – «Сборки» и «Расширенные сборки», входящие в состав одного приложения [1].

Модуль «Сборки» включает в себя инструменты по созданию моделей сборочных единиц, позиционированию компонентов и наложению связей между ними. А модуль «Расширенные сборки» позволяет производить анализ массы, создавать последовательности сборки и разборки и т. д.

Модель сборочной единицы в системе «Siemens NX» представляет собой файл, содержащий ссылки на другие модели, являющиеся компонентами сборки. При этом любая модель детали технически может содержать элементы сборки, также как и любая модель сборочной единицы может включать в себя не только ссылки на ранее созданные компоненты, но и конструктивные элементы, созданные непосредственно в модели сборки.

Загрузка компонентов сборки – их состояния, используемые версии, а также, как они отображаются на экране – определяется опциями загрузки, которые определяются во время открытия сборки или предопределяются для конкретной сборки в виде файла с опциями [1].

2.2.1. Разработка 3D-моделей сборок

Разработка 3D-моделей сборочных единиц сводится к добавлению компонентов (моделей деталей) в создаваемую модель сборки с последующим их позиционированием друг относительно друга и заданием соответствующих сопряжений. Если модель детали содержит элементы

сборки (ссылки на другие модели), то в некоторых случаях необходимо пометить ее как деталь. Это можно сделать, последовательно открыв следующие вкладки: **«Файл»** > **«Утилиты»** > **«Режим детали»** [1].

Для добавления компонентов в модель сборочной единицы используется команда **«Добавить компонент»**, расположенная на инструментальной панели **«Сборки»**, или последовательно выбираются пункты главного меню: **«Сборки»** > **«Компоненты»** > **«Добавить компонент»**. После открытия диалогового окна необходимо выбрать компоненты из числа ранее загруженных или указать место хранения моделей на диске. Затем необходимо выбрать способ позиционирования компонентов при их добавлении [1]:

- **«Перемещение»** – после выбора данного способа необходимо указать на рабочем поле базовую точку, в которую будет добавлен компонент, при этом будет открыто диалоговое окно, в котором можно задать его дальнейшее перемещение.

- **«По связям»** – после выбора данного способа будет открыто диалоговое окно для наложения геометрических связей на добавляемый компонент и имеющиеся геометрические элементы сборки.

- **«Начало абсолютной системы координат»** – добавление компонента на рабочее поле будет осуществлено таким образом, что его начало координат совпадет с началом абсолютной системы координат модели сборочной единицы.

- **«Выберите начало»** – после выбора данного способа будет открыто диалоговое окно для задания координат базовой точки вставляемого компонента.

После добавления компонента в модель сборки необходимо отнять у него часть или все степени свободы, наложив сопряжения с другими компонентами (если это не было сделано при вставке), или произвести его фиксацию. Для этой цели может быть использована функция **«Сопряжения сборки»**, которую можно найти на панели **«Сборки»**. Наложение сопряжений на компоненты сборки осуществляется путем выбора типа сопряжения и указания необходимых геометрических элементов компонентов. При этом в процессе наложения сопряжений имеется возможность дополнительно задать несколько условий их действия [1].

1. **«Ассоциативно»** – данная опция определяет, будут ли сопряжения сохраняться в сборке. Если опция включена, то все созданные сопряжения будут добавляться в соответствующий узел в Навигаторе сборки, а если нет, то компонент будет перемещаться, так как этого требует условие сопряжения, но оно само не будет запоминаться. То есть, другими словами, в этом случае механизм задания сопряжений используется для «умного» перемещения компонентов.

2. **«Динамическое позиционирование»** – при включении данной опции компонент переместится и спозиционируется относительно другого компонента сразу после наложения сопряжения. В случае отключения данной опции сопряжение необходимо будет активировать позже вручную.

3. **«Расположения»** – данная опция позволяет активировать необходимое сопряжение только при определенном расположении модели сборочной единицы.

Как правило, на первом этапе выбирается стационарный компонент, на который накладывается фиксация, после чего относительно данного компонента позиционируются другие составляющие сборки. В диалоговом окне функции **«Сопряжения сборки»** доступны следующие виды сопряжений [1].

1. **«Выравнивание по касанию»** – при помощи данного сопряжения можно расположить два компонента с выравниванием выбранные геометрические элементов. В диалоговом окне будет предложено несколько вариантов данного сопряжения:

– **«Касание»** – выравнивает компоненты так, что нормали выбранных поверхностей (граней) будут направлены в противоположные стороны;

– **«Выравнивание»** – выравнивание производится на основе одинакового направления нормали выбранных поверхностей;

– **«Предпочтительное касание»** – если имеется возможность применить к компонентам как сопряжение **«Касание»**, так и **«Выравнивание»**, то будет применено первое сопряжение;

– **«Вывод центра/оси»** – при указании цилиндрических поверхностей компонентов или их круглых граней их оси и центры будут совмещены (рис. 2.1).

2. **«Расстояние»** – располагает два компонента на определенном расстоянии друг от друга, задаваемом в диалоговом окне (рис. 2.2).

3. **«Концентричность»** – накладывает ограничение концентричности на два ребра цилиндрических или эллиптических граней. В результате применения данного типа связей центры выбранных граней будут совмещены, а сами грани расположены в одной плоскости. На работу этого типа связи влияет опция **«Считать кривые окружности в пределах допуска»** в настройках по умолчанию, расположенная в разделе **«Сборки»** > **«Позиционирование»** > **«Решатель»**. Если эта опция включена, то все грани с кривизной в пределах линейного допуска считаются окружностями (рис. 2.3).

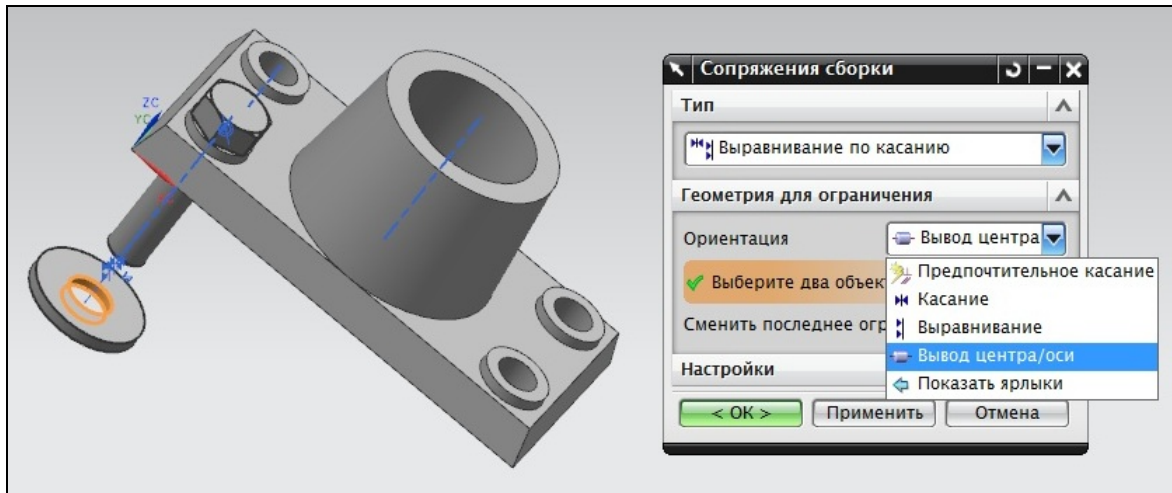


Рис. 2.1. Вывод центра/оси

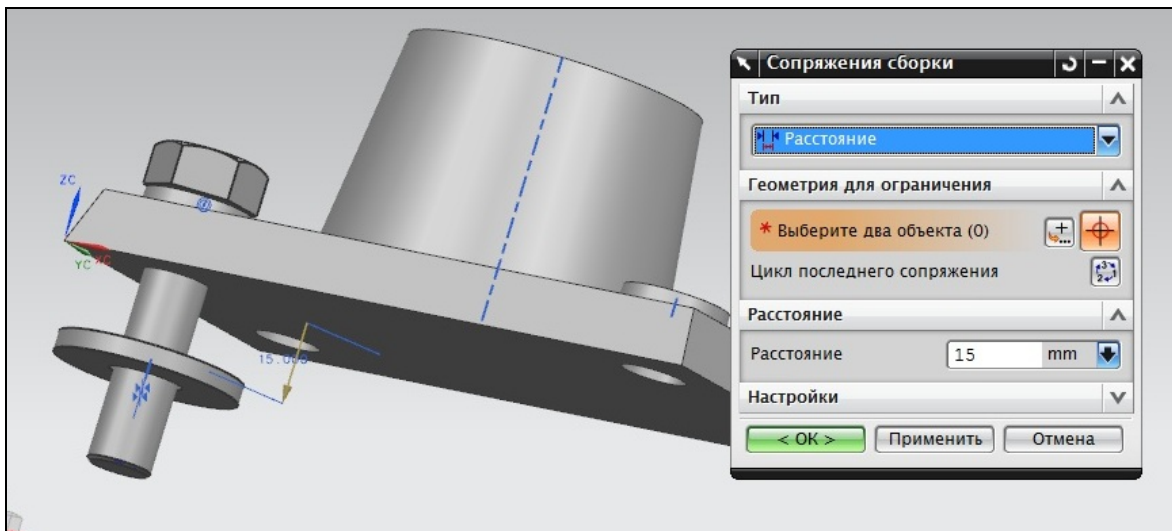


Рис. 2.2. Расстояние

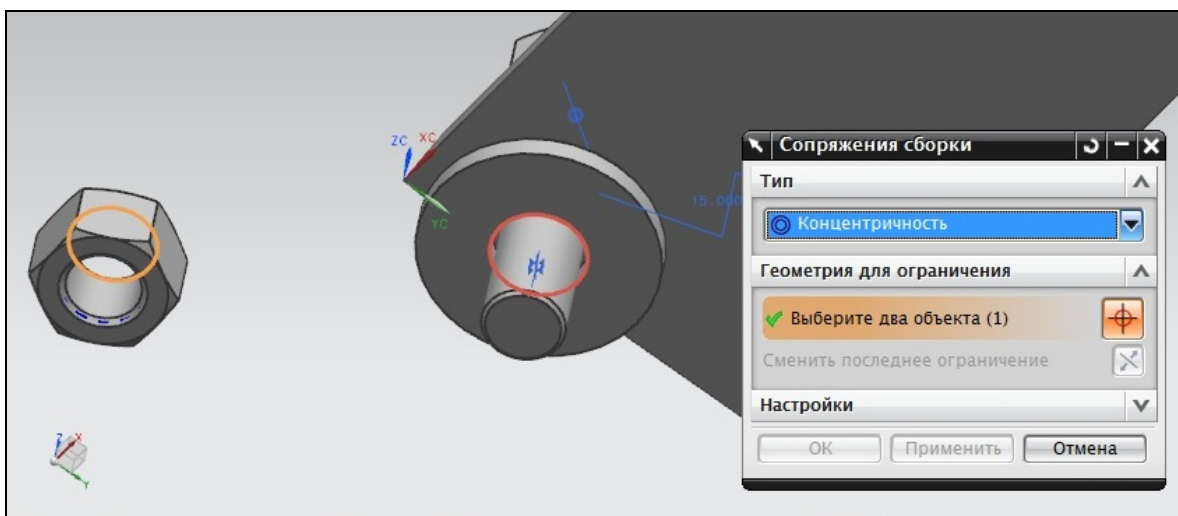


Рис. 2.3. Концентричность

4. «Угол» – позиционирует компоненты сборки, задавая угол между их ребрами или гранями. В диалоговом окне данного сопряжения будет предложено два варианта:

– «3D Угол» – при использовании данного сопряжения необходимо задать угол между двумя геометрическими элементами, указав на рабочем поле только данные элементы.

– «Угол ориентации» – при использовании данного сопряжения сначала указывается вспомогательная ось, а затем два геометрических элемента разных компонентов.

5. «Фиксация» – при использовании данного сопряжения производится фиксация компонента в том положении, в котором он находится в данный момент, лишая его всех степеней свободы.

6. «Параллельность» – при использовании данного сопряжения компоненты сборки позиционируются таким образом, что принадлежащие им выбранные грани или ребра располагаются в параллельных плоскостях (рис. 2.4).

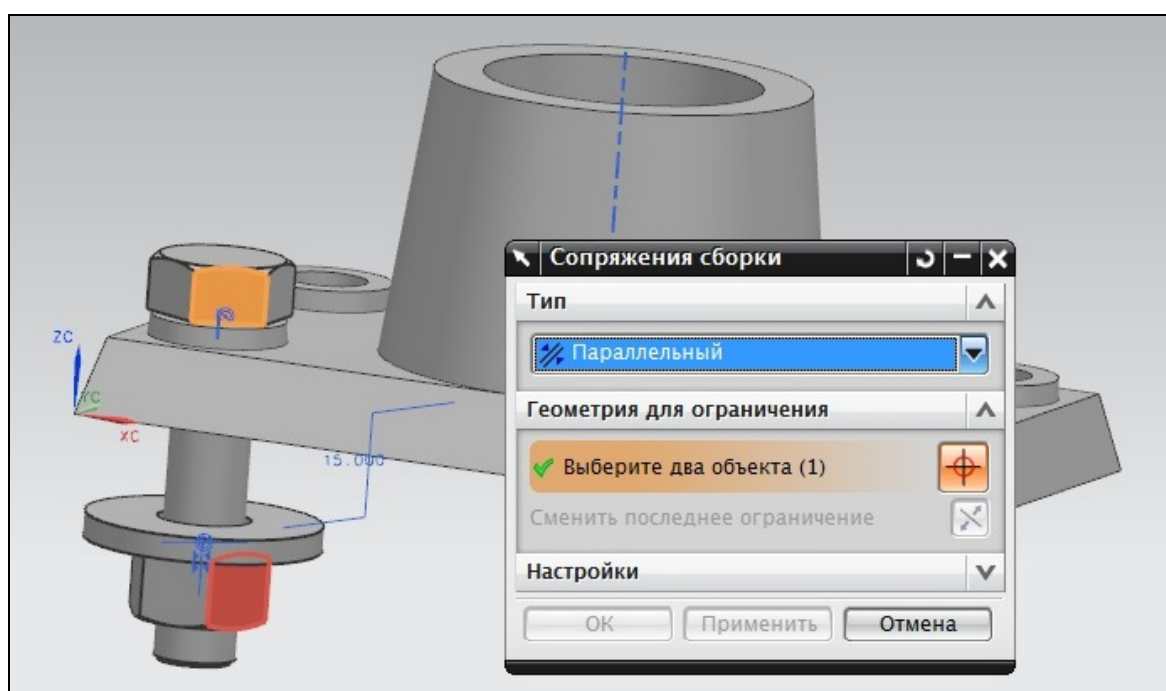


Рис. 2.4. Параллельность

7. «Перпендикулярный» – при использовании данного сопряжения компоненты сборки позиционируются таким образом, что принадлежащие им выбранные грани или ребра располагаются в перпендикулярных плоскостях.

8. «Совмещение» – при использовании данного сопряжения необходимо выбрать цилиндрические грани двух компонентов, имеющих

одинаковый радиус, которые будут совмещены. В случае если какой-либо компонент изменит радиус, то сопряжение перестанет действовать.

9. **«Соединение»** – создает жесткое соединение между выбранными компонентами. Любое перемещение одного из соединенных компонентов приводит к перемещению других, если нет иных ограничений. Соединение может быть создано между компонентами сборки или между компонентами и геометрическими телами на уровне сборки.

10. **«Центр»** – задает условие центровки одного из двух объектов между двумя другими объектами или двух объектов относительно одного (рис. 7.14). Условие сопряжения имеет несколько подтипов:

– **«1 в 2»** – центрирует первый выбранный объект между двумя следующими выбранными объектами;

– **«2 в 1»** – центрирует два первых выбранных объекта относительно третьего выбранного объекта;

– **«2 в 2»** – центрирует два первых выбранных объекта относительно двух следующих выбранных объектов.

В случае выбора первых двух подтипов с помощью опции **«Осевая геометрия»** можно задавать, что будет являться определяющим при выборе цилиндрических граней – сами грани или их оси.

2.2.2. Библиотека повторного использования

Повторное использование существующих наработок позволяет существенно оптимизировать и сократить процесс создания моделей. Традиционно считается, что повторно использовать можно или целые модели, или специально сгруппированные элементы построения, называемые «пользовательскими элементами». В «Siemens NX» под данными для повторного использования подразумевается любой геометрический объект, который может быть выделен, классифицирован и помещен в хранилище. Данным хранилищем является **«Библиотека повторного использования»**, доступная в виде навигатора на панели ресурсов. Она группирует геометрические объекты разного типа – от кривых и элементов геометрии до шаблонов моделей – и предоставляет доступ к ним. Для большинства объектов, сохраненных в библиотеке, можно использовать перетаскивание мышкой в графическую область для использования выбранного элемента. Особо эффективна библиотека, когда она отображает не локальное хранилище данных, а общедоступное, расположенное в PDM-системе или в общей папке. Библиотека разбита на разделы, которые можно переопределить в настройках, зайдя в раздел **«Базовый модуль» > «Библиотека повторного использования»**. В базовой поставке «Siemens NX» идет некоторый набор демонстрационных объектов, которые можно применять для ознакомления с возможностями библиотеки [1].

Рассмотрим использование одного из типов объектов повторного использования.

- В Библиотеке повторного использования разверните узел «**Reuse Examples**» > «**Standard Parts**» > «**ANSI Metric**» > «**Bolt**» > «**Hex Head**». Это пример модели крепежа, который является частным случаем данных повторного использования.

- Выделите пиктограмму болта и перетащите его на модель, наведя курсор мышки на цилиндрическую грань отверстия, когда она будет подсвечена, отпустите кнопку мышки.

- Болт будет вставлен строго в отверстие, и будет подобран нужный диаметр болта, а в открывшемся диалоге можно будет подобрать его длину (рис. 2.5).

Крепеж в данном случае демонстрирует возможности библиотеки, которые могут быть применены к любому другому объекту.

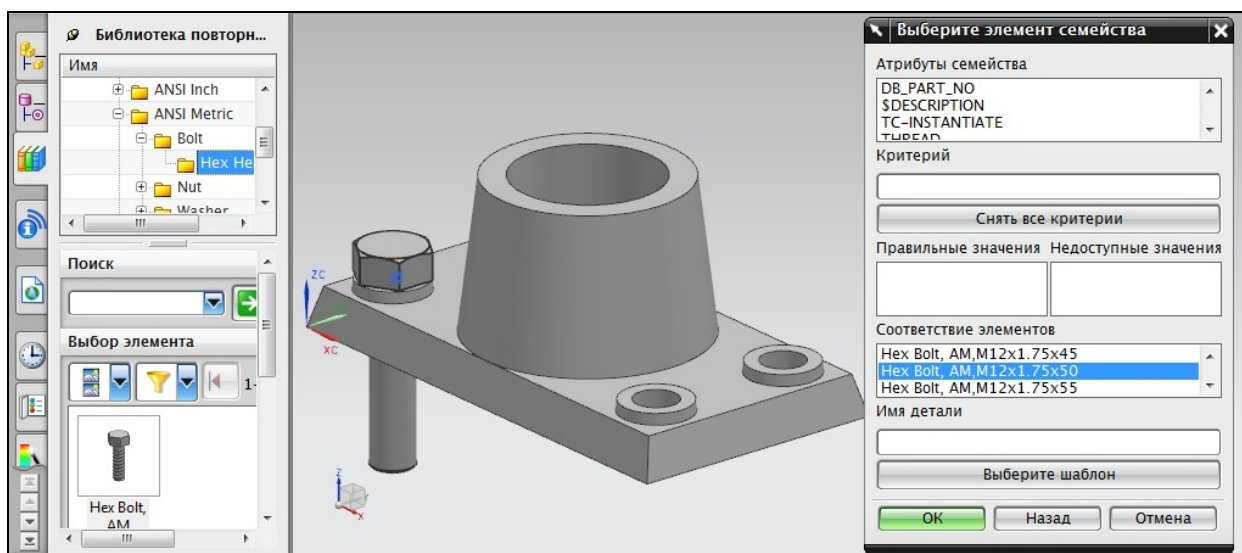


Рис. 2.5. Вставка крепежа из библиотеки

2.3. Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- программный продукт «Siemens NX»;
- требования к операционной системе: Windows 7 / Windows 8 / Windows 10;
- аппаратные требования: Intel i3 (AMD Ryzen 3), 512 Mb RAM, HDD 80 Gb. Рекомендуется Intel i5 (AMD Ryzen 5), 2 Gb RAM, 500 Gb HDD.

2.4. Порядок выполнения работы

1. В системе «Siemens NX» во вкладке **«Файл»** выбирают пункты **«Новый» > «Сборка» > «ОК»**.

2. Во вкладке **«Добавить компонент»**, расположенной на инструментальной панели **«Сборки»**, задают позиционирование компонента (для первой модели – **«Начало абсолютной системы координат»**, для последующих – **«Выберите начало»**) и во вкладке **«Открыть»** указывают место хранения компонента, после чего вставляют компонент в сборку. Таким образом, последовательно вставляют все модели, построенные при выполнении первой лабораторной работы, в рабочее пространство программы, совместив начало координат первой детали с началом координат сборки.

3. Активизируют вкладку **«Сопряжения сборки»**, расположенную на инструментальной панели **«Сборки»**, после чего последовательно накладывают сопряжения на компоненты сборки таким образом, чтобы получилась сборочная единица, изображенная в приложении Б или Д (согласно заданию преподавателя).

4. Открывают навигатор **«Библиотека повторного использования»** на панели ресурсов. Последовательно разворачивают вкладки **«Reuse Examples» > «Standard Parts» > «ANSI Metric»**. Из папки **«Bolt»** в отверстия основания последовательно вставляют 4 болта М10×50. Из папки **«Washer»** вставляют 4 шайбы. Из папки **«Nut»** добавляют 4 гайки М10. Накладывают все необходимые сопряжения таким образом, чтобы все шайбы были на расстоянии 15 мм от нижней поверхности основания, а гайки касались шайб.

5. Сохраняют модель сборки на компьютере в папку, где хранятся модели деталей, выбирая последовательно **«Файл» > «Сохранить как...»**. В названии файла используют буквы только английского алфавита.

2.5. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, номер варианта задания, графическое представление результатов моделирования, выводы по работе. Результаты моделирования сохраняют на компьютере в папке, где находятся файлы 3D-моделей деталей, входящих в сборку.

2.6. Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой панель быстрого доступа в «Siemens NX»?
2. Что собой представляют верхняя и нижняя панели инструментов в рабочем окне «Siemens NX»?
3. Каким образом осуществляется вставка компонентов в сборку в режиме ее создания «снизу-вверх»?
4. Какие инструменты «Siemens NX» используются для позиционирования компонентов сборки относительно друг друга?
5. Как осуществляется вставка подборок в текущий файл сборки «Siemens NX»?
6. Что представляет собой библиотека повторного использования в «Siemens NX»?
7. Какими способами можно переместить компонент сборки в «Siemens NX»?
8. Применение сопряжения «Угол» в системе «Siemens NX».
9. Применение сопряжения «Центр» в системе «Siemens NX».
10. Каким образом зафиксировать компонент сборки в системе «Siemens NX»?
11. Каких степеней свободы компонента лишает сопряжение «**Концентричность**»?
12. Каких степеней свободы компонента лишает сопряжение «**Расстояние**»?

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ В СИСТЕМЕ «SIEMENS NX»

3.1. Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики разработки управляющих программ для токарных станков с ЧПУ в системе «Siemens NX».

3.2. Общие положения

Усложнение деталей, а также появление нового класса станков – токарно-фрезерных многофункциональных обрабатывающих центров – ведет к высокой концентрации операций, меняющей традиционную технологию токарной обработки. Эффективная эксплуатация таких станков требует и эффективного их программирования, что невозможно без использования САМ-системы. Актуальным становится контроль столкновений инструмента, детали, узлов станка, отслеживание текущего состояния заготовки (ЗвПО) между операциями, ассоциативная передача ЗвПО между токарными и фрезерными операциями, операции управления узлами станка, не содержащими траектории перемещения инструмента (перехват детали в контршпиндель, управление люнетом и др.) [2].

3.2.1. Разработка управляющей программы

Рассмотрим разработку управляющей программы на примере детали «Втулка» (прил. Г). Предварительно разработаем 3D-модель заготовки в виде цилиндра, диаметр которого на 5 мм больше максимального диаметра детали, а длина – на 35 мм. Ось вращения заготовки должна быть такой же, как и у детали (ось XС), начало координат располагается как и у детали на торце (рис. 3.1).

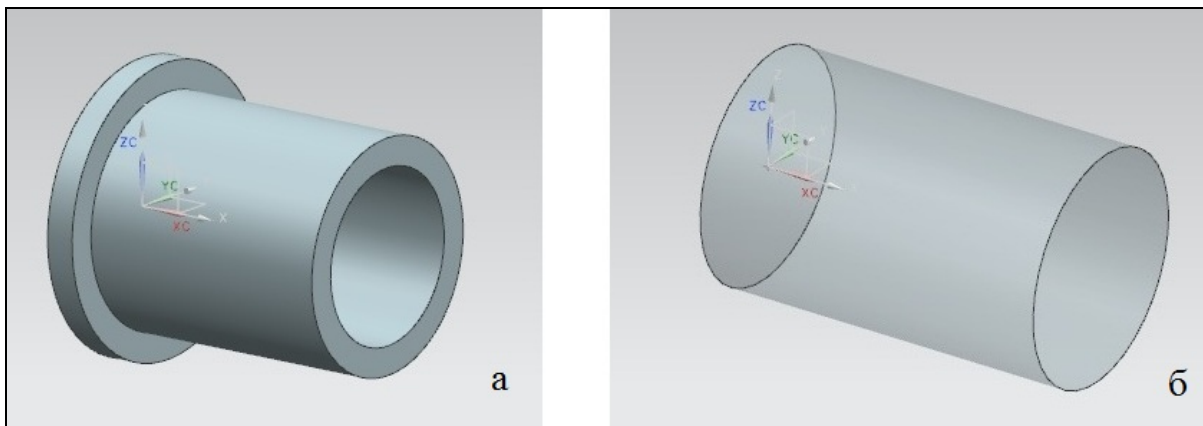


Рис. 3.1 3D-модели детали (а) и заготовки (б)

Заготовку необходимо сделать полупрозрачной, для этого во вкладке **«Изменить»** выбираем пункт **«Отображаемый объект»**, указываем тело заготовки и нажимаем **«ОК»**. В появившемся окне устанавливаем прозрачность на уровне 70 %, после чего сохраняем 3D-модель заготовки на компьютере в папку, где хранится модель детали «Втулка».

Открываем 3D-модель детали «Втулка» и последовательно переходим по вкладкам **«Файл» > «Новый» > «Обработка» > «Токарная» > «ОК»**. Далее переходим по вкладкам **«Сборки» > «Компоненты» > «Добавить компонент...» > «Открыть»**, после чего указываем место хранения файла модели заготовки; в графе **«Позиционирование»** отмечаем **«Выберите начало»** и нажимаем **«ОК»**. В появившемся окне указываем координату по оси X – 30 мм и нажимаем **«ОК»**. В результате на модель детали будет наложена модель заготовки, а ее торец будет смещен относительно торца детали на 30 мм (рис. 3.2). Этого расстояния должно хватить на закрепление заготовки в патроне и ее отрезку.

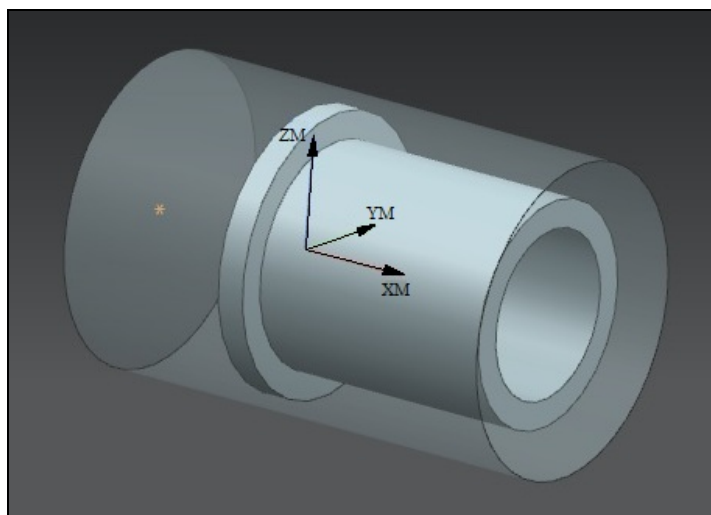


Рис. 3.2. 3D-модель детали после наложения на нее модели заготовки

Снизу на панели инструментов **«Навигатор»** выбираем вкладку **«Вид геометрии»**, при этом в навигаторе операций отобразится набор вкладок, показанный на рисунке 3.3.

Система координат станка здесь называется **«MSC_SPINDLE»** и содержит некоторые специфические настройки. Геометрическая группа **«WORKPIECE»** задает геометрию детали и заготовки. Токарная обработка программируется как 2-осевая обработка, при этом используются два плоских контура, определяющих деталь и заготовку. Геометрическая группа **«TURNING_WORKPIECE»** автоматически вычисляет токарные сечения детали и заготовки, заданные в группе **«WORKPIECE»**. Группа **«AVOIDANCE»** (Маневрирование) не является

обязательной, но ее использование позволяет задавать общие для набора операций движения врезания, отвода, перехода и др [2].

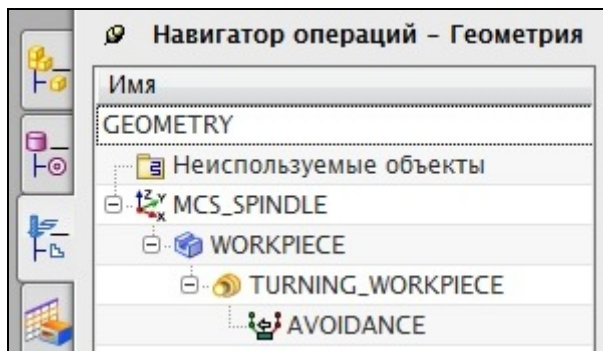


Рис. 3.3. Иерархия геометрических объектов при инициализации токарной обработки

Дважды щелкните по объекту «**MCS_SPINDLE**» для открытия диалогового окна задания СКС (рис. 3.4). Для ввода координат используется РСК, причем ее плоскость XY должна совпадать с плоскостью ZX СКС. Правильное соответствие осей РСК и СКС показано в диалоговом окне (рис. 3.4), если все верно, нажимаем «**ОК**». Плоскостью токарной обработки является плоскость ZX (к обозначению осей СКС добавляется символ М – machine), причем ZM обязательно должна совпасть с осью вращения детали.

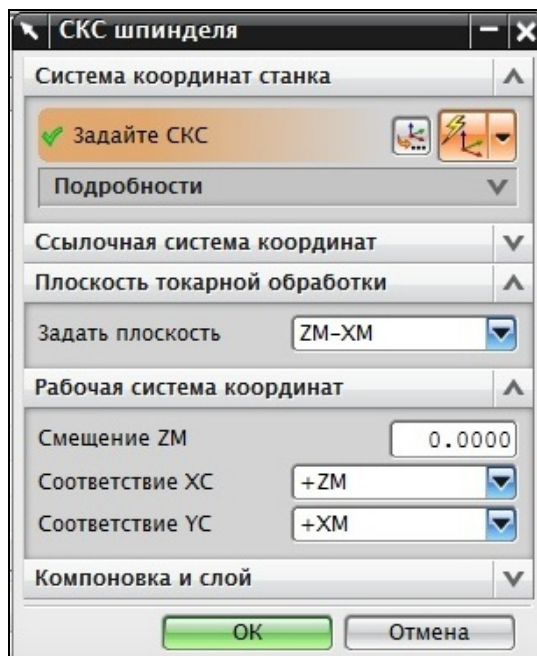


Рис. 3.4. Диалоговое окно задания СКС для токарной обработки

Далее в группе «**WORKPIECE**» необходимо задать геометрию детали и заготовки, последовательно указывая их тела на рабочем

поле (рис. 3.5). Затем дважды щелкните по объекту «TURNING_WORKPIECE», и система сама автоматически вычислит токарные сечения детали и заготовки, заданные в группе «WORKPIECE» (рис. 3.6).

Для удобства дальнейших действий необходимо перейти к 2D-виду токарного сечения, для этого сориентируйте вид «Сверху» (Ctrl+Alt+T) и перейдите в навигатор сборки на панели ресурсов, где необходимо снять галочки с моделей детали и заготовки. После этого вернитесь в навигатор операций на панели ресурсов.

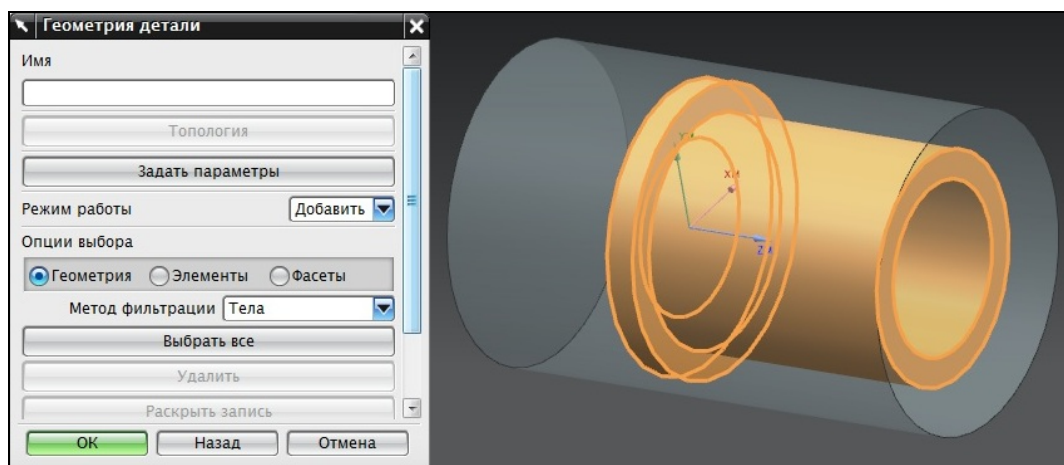


Рис. 3.5. Диалоговое окно задания геометрии детали

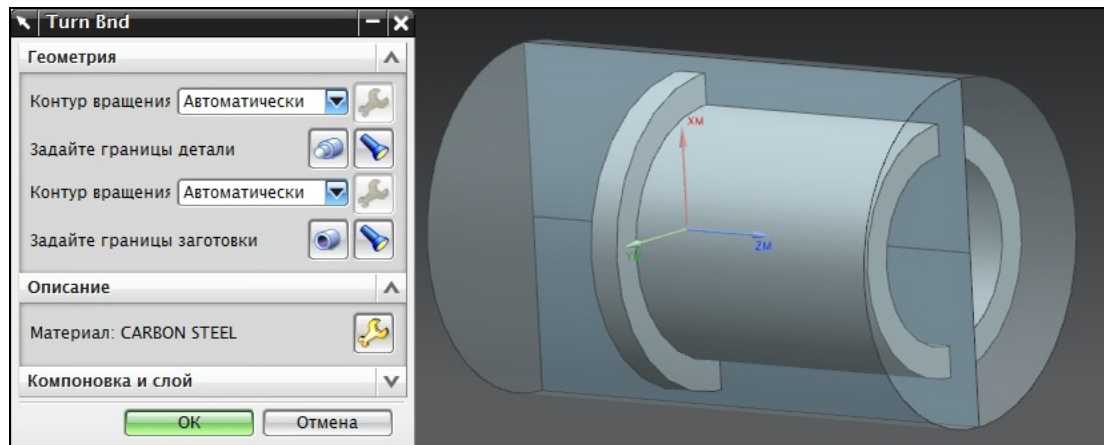


Рис. 3.6. Диалоговое окно расчета токарных сечений

Дважды щелкните по объекту «AVOIDANCE» (Маневрирование). В появившемся окне необходимо задать движения врезания и отвода режущего инструмента для группы операций (переходов). Для этого укажите тип перемещения в начальную точку и в точку возврата «По прямой», начальную точку задайте выше и правее заготовки (рис. 3.7), а опцию точки возврата – «Как в начале».

Снизу на панели инструментов «Навигатор» выбираем вкладку «Вид инструментов», при этом в навигаторе операций отобразится

револьверная головка (TURRET) на 8 позиций. По умолчанию в первую и третью позицию уже установлены резцы, соответственно «OD_80_L» и «OD_55_L», которые можно использовать при создании операций.

Сверху на панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание операций» (рис. 3.8). Под созданием операций в программе «Siemens NX» подразумевается создание переходов операций токарной обработки. В появившемся окне будут доступны следующие переходы:

- 1) Осевая центровка (CENTERLINE_SPOTDRILL);
- 2) Осевое сверление (CENTERLINE_DRILLING);
- 3) Подрезка торца (FACING);
- 4) Черновое наружное точение (ROUGH_TURN_OD);
- 5) Черновое внутреннее точение (ROUGH_BORE_ID);
- 6) Чистовое наружное точение (FINISH_TURN_OD);
- 7) Чистовое внутреннее точение (FINISH_BORE_ID);
- 8) Обработка наружных канавок (GROOVE_OD);
- 9) Обработка внутренних канавок (GROOVE_ID);
- 10) Обработка торцевых канавок (GROOVE_FACE);
- 11) Нарезание наружной резьбы (THREAD_OD);
- 12) Нарезание внутренней резьбы (THREAD_ID);
- 13) Отрезка (PARTOFF);
- 14) Остановка подачи прутка (BAR_FEED_STOP).

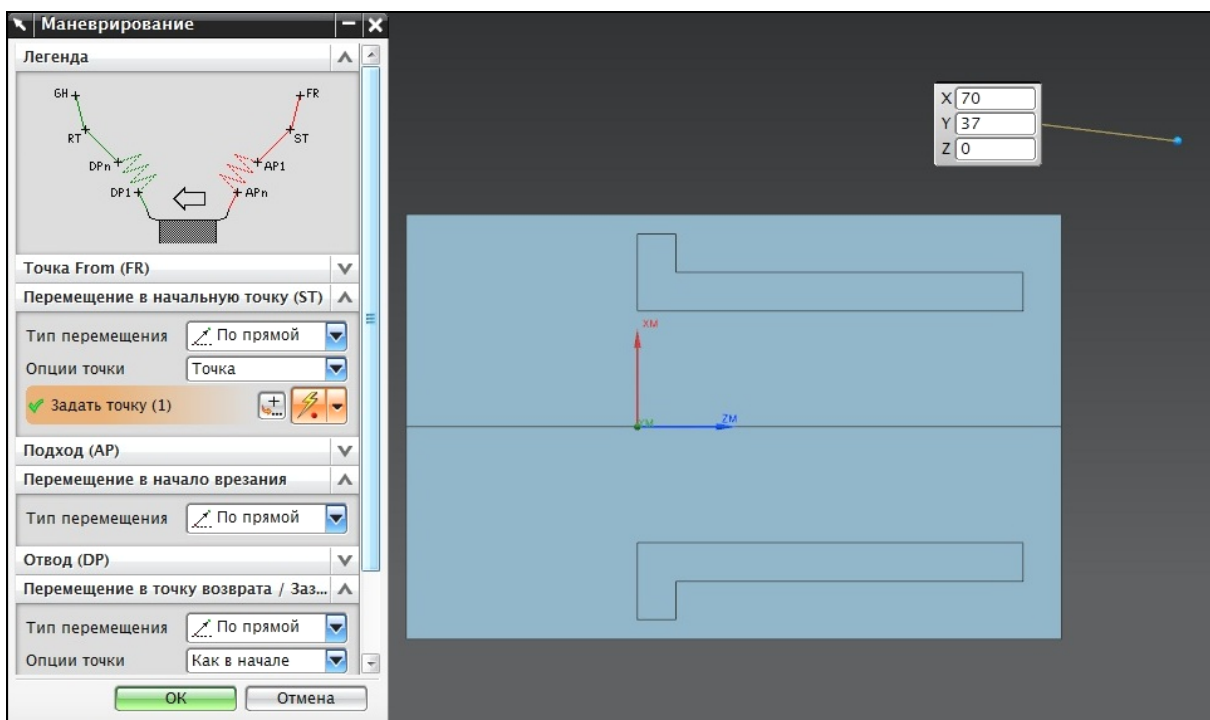


Рис. 3.7. Диалоговое окно маневрирования РИ

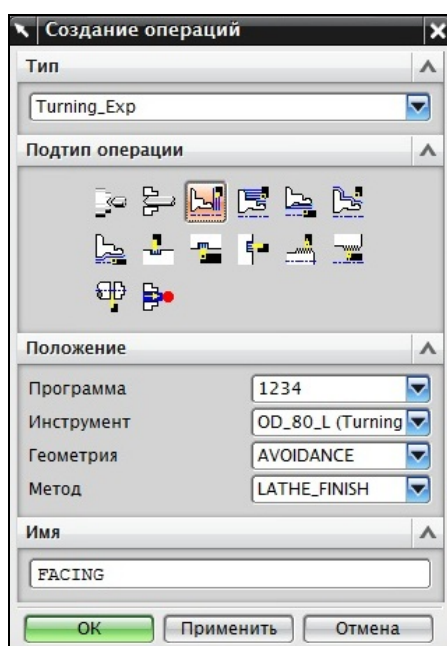


Рис. 3.8. Диалоговое окно при создании операций

Для создания первого перехода выбираем функцию «FACING» (подрезка торца), выбираем инструмент «OD_80_L», геометрия – «AVOIDANCE», метод «LATHE_FINISH», далее – «ОК». В появившемся окне в разделе «Области обработки» нажимаем «Изменить». В разделе «Осевая плоскость обрезки 1» в качестве опции предела указываем «Точка» и указываем точку на правом торце детали (рис. 3.9). Появившаяся вертикальная линия ограничивает область обработки (на данном переходе будет обрабатываться только та часть заготовки, что находится справа от линии). В некоторых случаях требуется указывать все четыре плоскости обрезки, но в данном случае будет достаточно одной, поэтому нажимаем «ОК».

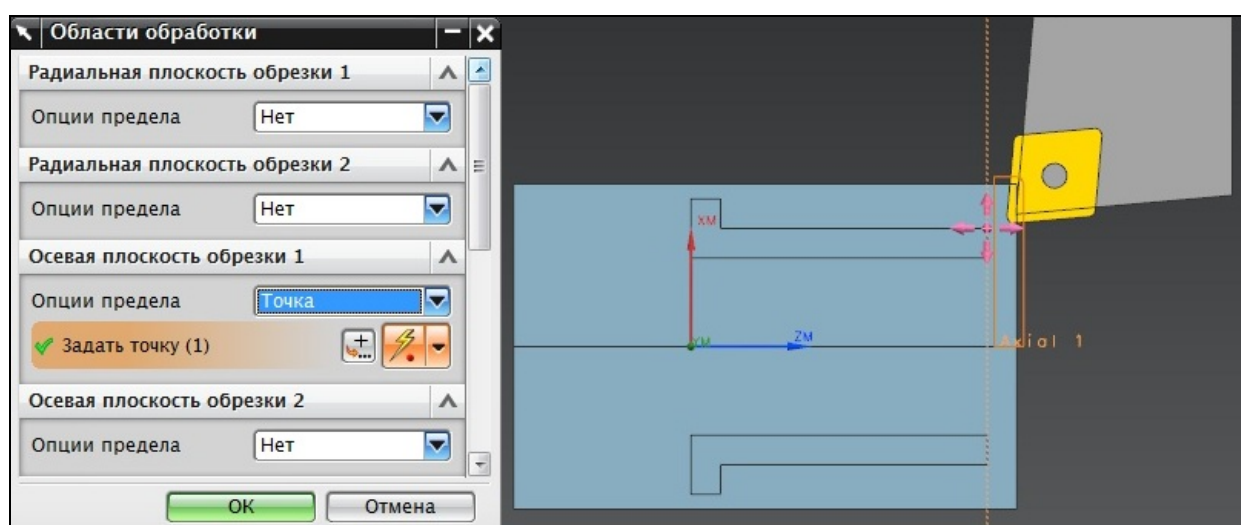


Рис. 3.9. Диалоговое окно при задании области обработки

После возврата в окно «Торцевание» в разделе «Скорости и подачи» можно задать режимы резания для данного перехода. Помимо явного задания частоты вращения шпинделя, можно задавать и скорость резания (режимы MBM (м/мин) и SFM (футы в минуту)). При этом можно задать ограничение на частоту вращения – Макс. ЧВШ. Общее значение подачи по умолчанию измеряется в мм/об, как принято в токарной обработке. Разная подача может быть задана для разного типа движений в группе «Подачи» – «Дополнительно». Кроме того, можно независимо задавать подачи для разных движений резания, система различает подачи на черновой обработке, подачи дообработки, подачи на контуре, на погружении и др. Отдельно можно задать параметры ускорения/замедления для черновых движений и погружений, что улучшает динамику работы станка [2].

После задания режимов резания, в разделе «Действия» выбираем функцию «Генерировать», после чего на экране отобразится автоматически сгенерированная траектория движения РИ (рис. 3.10). Также в этом разделе можно произвести проверку полученной траектории, для этого выбираем функцию «Проверка», снижаем скорость анимации до 1–2 и нажимаем «Воспроизвести». Если полученная траектория вас устраивает, то последовательно нажимаем на кнопки «ОК» в открытых окнах.

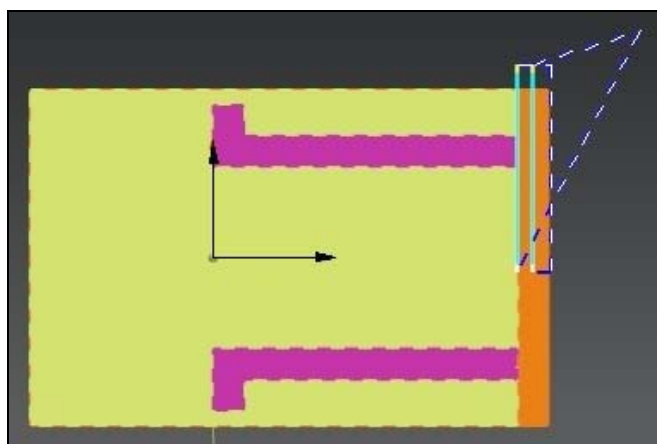


Рис. 3.10. Генерация траектории движения РИ

Далее создаем следующий переход. На панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание операций», выбираем функцию «ROUGH_TURN_OD» (черновое наружное точение), инструмент – «OD_55_L», геометрия – «AVOIDANCE», метод – «LATHE_ROUGH», далее – «ОК». В появившемся окне в разделе «Области обработки» нажимаем «Изменить». В разделе «Осевая плоскость обрезки 1» в качестве опции предела указываем «Точка» и указываем точку на рабочем поле левее левого торца детали на 1...2 мм (рис. 3.11) и нажимаем «ОК».

Далее задаем режимы обработки, генерируем и проверяем траекторию движения РИ аналогично предыдущему переходу (рис. 3.12).

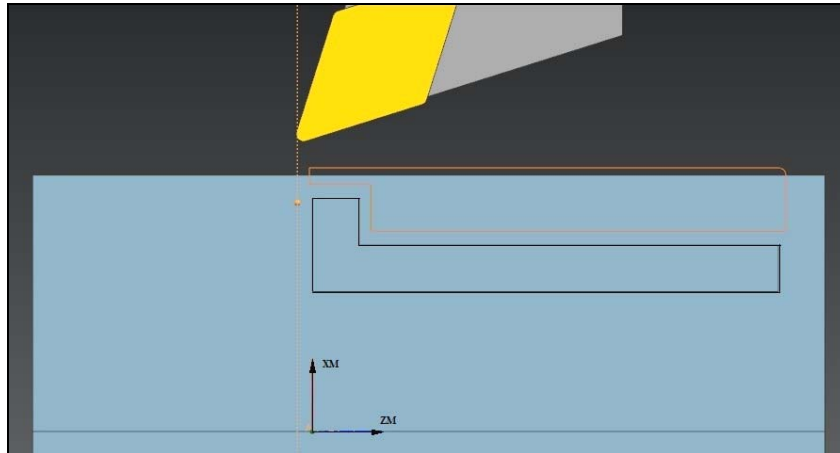


Рис. 3.11. Ограничение области обработки при черновом точении

Далее создаем следующий переход. На панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание операций», выбираем функцию «FINISH_TURN_OD» (чистовое наружное точение), инструмент – «OD_55_L», геометрия – «AVOIDANCE», метод – «LATHE_FINISH», далее – «ОК». В появившемся окне в разделе «Области обработки» нажимаем «Изменить». В разделе «Осевая плоскость обрезки 1» в качестве опции предела указываем «Точка» и указываем ту же точку, что и в предыдущем случае, и нажимаем «ОК». Далее задаем режимы обработки, генерируем и проверяем траекторию движения РИ.

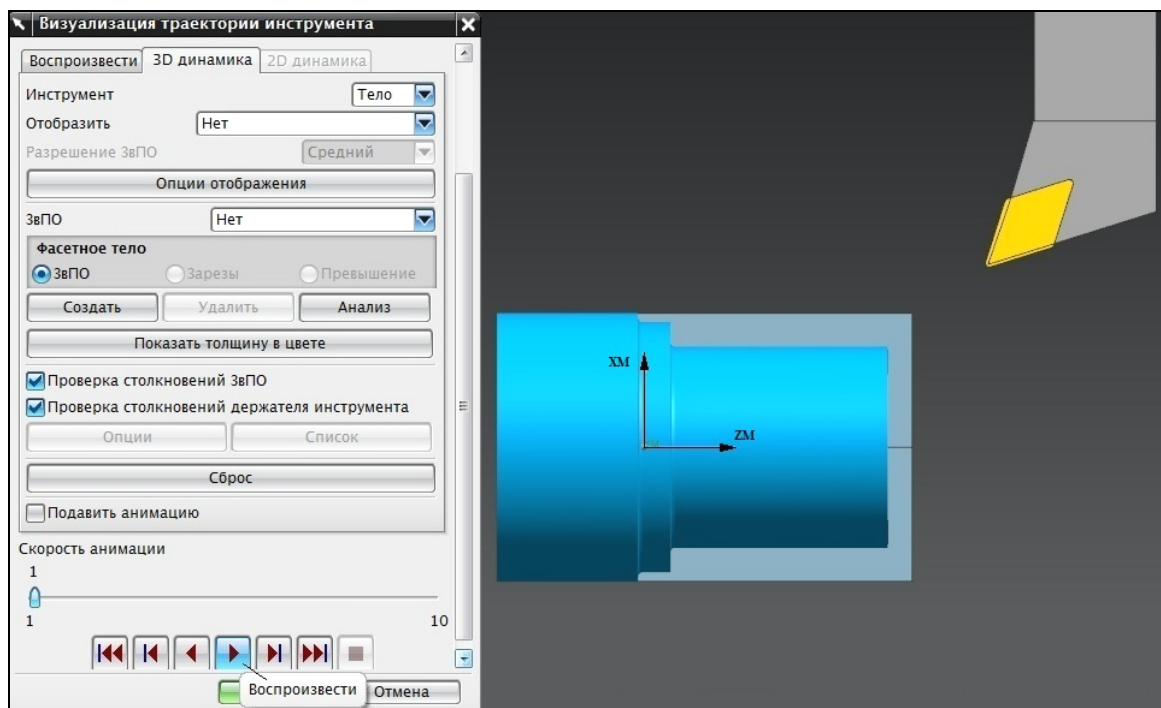


Рис. 3.12. Проверка траектории при черновом точении

Для создания следующего перехода необходимо предварительно создать РИ – центровочное сверло и поместить его в определенное гнездо револьверной головки. Для этого на панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание инструмента», после чего выбираем функцию «SPOTDRILLING_TOOL» (центровочное сверло). В разделе «Инструмент» выбираем «STATION_02» (свободное гнездо № 2 револьверной головки) и нажимаем «ОК» (рис. 3.13).

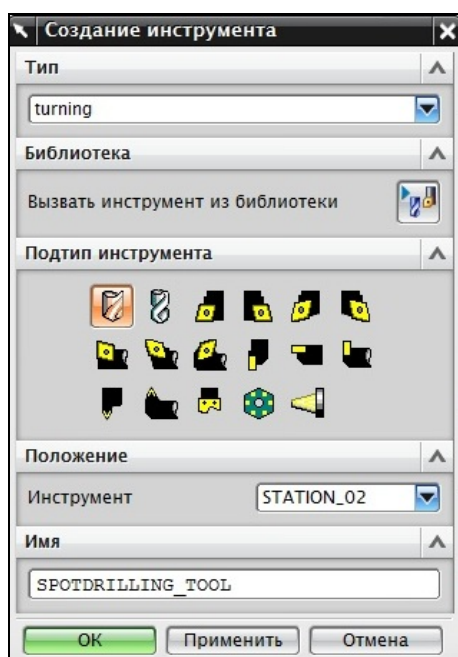


Рис. 3.13. Диалоговое окно при создании инструмента

В появившемся диалоговом окне задаются требуемые размеры режущей части инструмента и держателя, при необходимости указывается материал инструмента, направление вращения и др. (рис. 3.14).

После создания инструмента (центровочного сверла) приступаем к созданию нового перехода, для этого на панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание операций», выбираем функцию «CENTERLINE_SPOTDRILL» (осевая центровка), инструмент – «SPOTDRILLING_TOOL», геометрия – «AVOIDANCE», метод – «LATHE_CENTERLINE», далее – «ОК». По умолчанию глубина сверления будет задана 3 мм, при необходимости можно изменить это значение и задать режимы резания, после чего необходимо сгенерировать и проверить траекторию движения РИ (рис. 3.15).

Далее необходимо создать инструмент для следующего перехода – сверления. На панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание инструмента», затем выбираем функцию «DRILLING_TOOL» (сверло). В разделе «Инструмент» указываем «STATION_04», далее – «ОК». В появившемся окне необходимо указать диаметр сверла, исходя из диаметра отверстия, и другие параметры РИ.

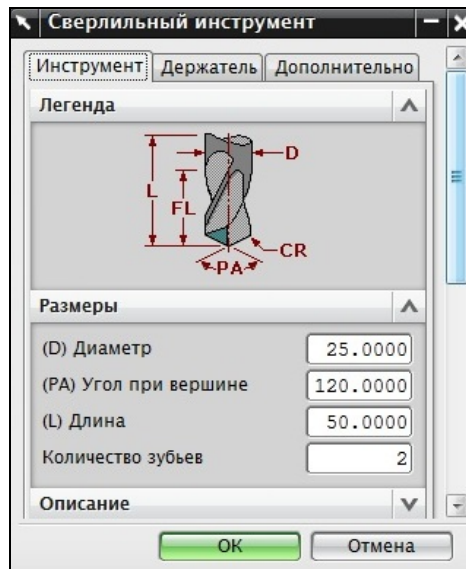


Рис. 3.14. Диалоговое окно при задании параметров инструмента

Для создания нового перехода на панели инструментов «**Вставить**» выбираем вкладку «**Создание операций**», выбираем функцию «**CENTERLINE_DRILLING**» (осевое сверление), инструмент – «**DRILLING_TOOL**», геометрия – «**AVOIDANCE**», метод – «**LATHE_CENTERLINE**», далее – «**ОК**». В появившемся окне в разделе «**Начальная точка и глубина**», во вкладке «**Расстояние**» указываем длину детали плюс 15 мм, а в разделе «**Скорости и подачи**» задаем режимы резания, после чего необходимо сгенерировать и проверить траекторию движения РИ (рис. 3.15).

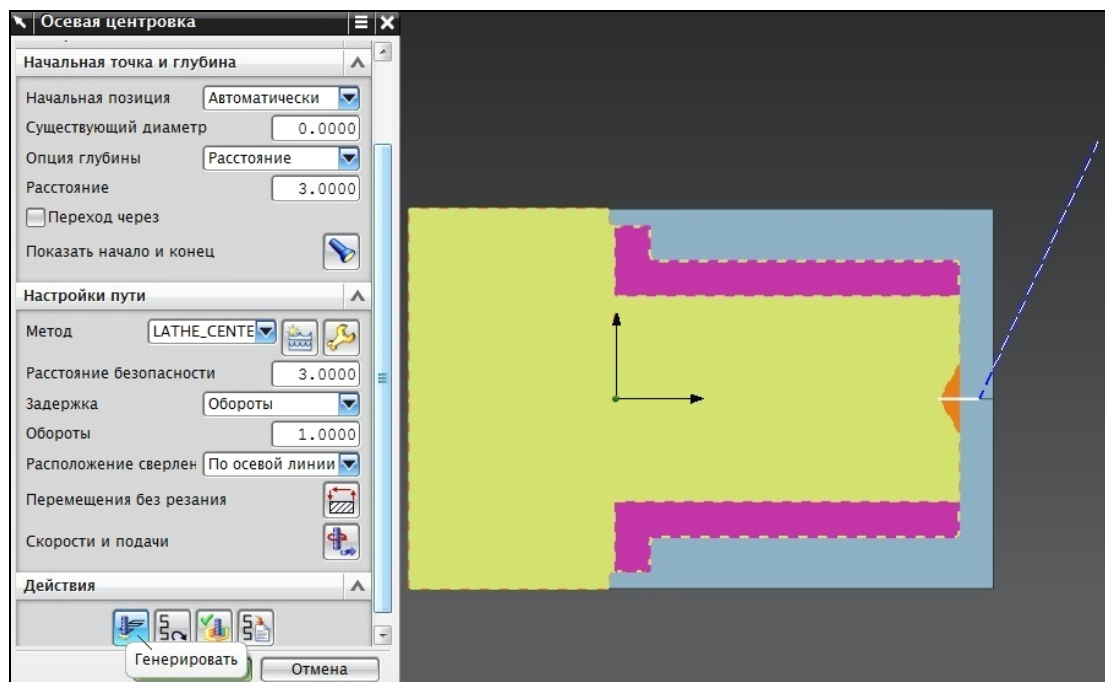


Рис. 3.15. Диалоговое окно при генерации траектории движения центровочного сверла

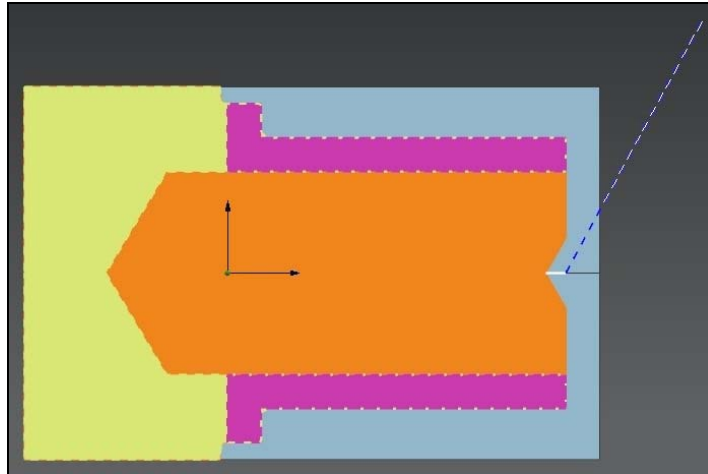


Рис. 3.16. Генерация траектории движения сверла

Далее необходимо создать инструмент для следующего перехода. На панели инструментов **«Вставить»** выбираем вкладку **«Создание инструмента»**, затем выбираем резец **«OD_GROOVE_L»**. В разделе **«Инструмент»** указываем **«STATION_05»**, далее – **«ОК»**. В появившемся окне в разделе **«Ширина пластины»** указываем 5 мм. Для создания нового перехода на панели инструментов **«Вставить»** выбираем вкладку **«Создание операций»**, выбираем функцию **«GROOVE_OD»** (обработка наружных канавок), инструмент – **«OD_GROOVE_L»**, геометрия – **«AVOIDANCE»**, метод – **«LATHE_GROOVE»**, далее – **«ОК»**. В появившемся окне в разделе **«Области обработки»** нажимаем **«Изменить»**. В разделе **«Радиальная плоскость обрезки 1»** в качестве опции предела указываем **«Расстояние»** и во вкладке **«Радиус»** задаем значение, равное радиусу отверстия в детали. В разделе **«Радиальная плоскость обрезки 2»** в качестве опции предела указываем **«Расстояние»** и во вкладке **«Радиус»** задаем значение, равное радиусу заготовки плюс 3...4 мм. В разделе **«Осевая плоскость обрезки 1»** в качестве опции предела указываем **«Расстояние»** и во вкладке **«Осевая ZM/XM»** задаем значение –5 мм. В разделе **«Осевая плоскость обрезки 2»** в качестве опции предела указываем **«Расстояние»** и во вкладке **«Осевая ZM/XM»** задаем значение 0 мм, далее – **«ОК»** (рис. 3.17).

Для того чтобы предотвратить столкновение инструмента с заготовкой, в создаваемом переходе необходимо изменить траекторию подвода и отвода резца. Для этого заходим в раздел **«Перемещения без резания»** и открываем вкладку **«Подход»**. В разделе **«Перемещение в начало врезания»** во вкладке **«Тип перемещения»** указываем **«Осевая -> Радиальная»** (рис. 3.18).

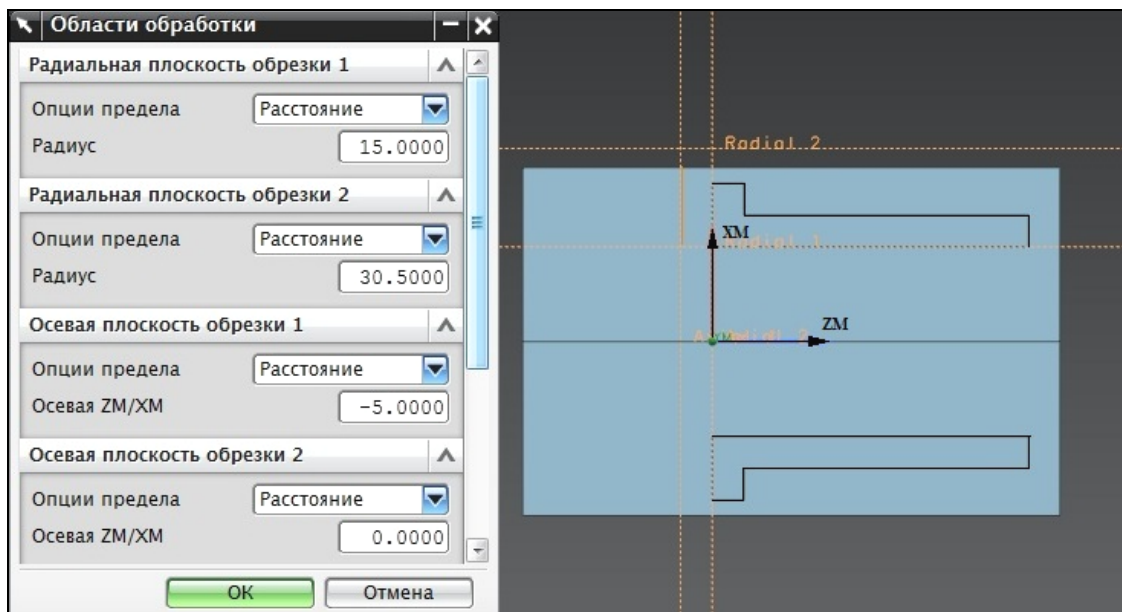


Рис. 3.17. Ограничение области обработки при отрезании заготовки (точении канавок)

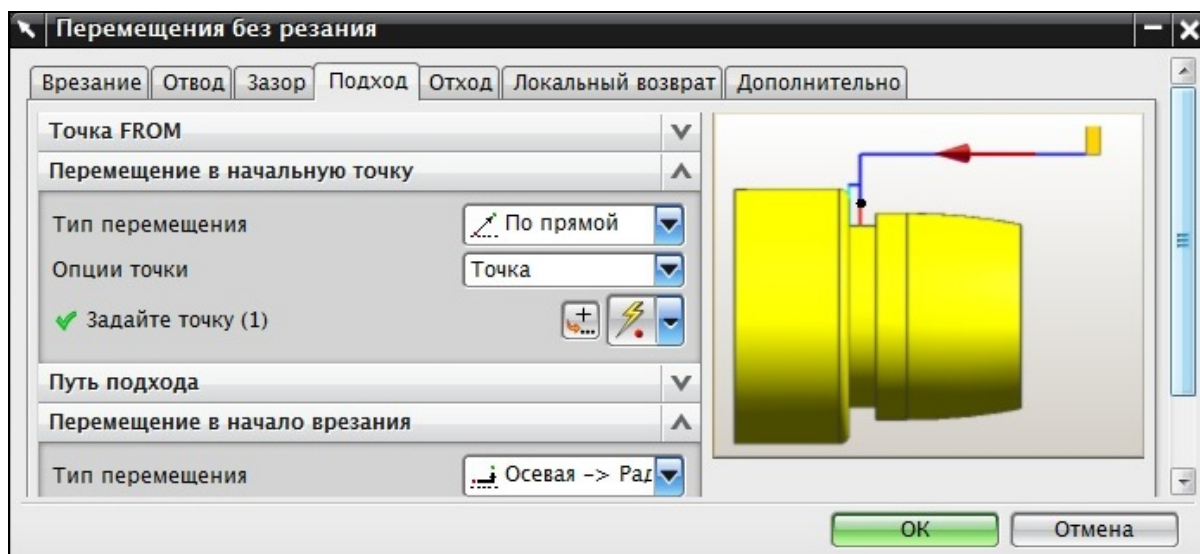


Рис. 3.18. Диалоговое окно задания типа перемещения без резания

Далее переходим во вкладку «Отход». В разделе «Перемещение в точку возврата» во вкладке «Тип перемещения» указываем «Осевая -> Радиальная» и нажимаем кнопку «ОК». Затем в разделе «Скорости и подачи» задаем режимы резания, после чего необходимо генерируем и проверяем траекторию движения РИ (рис. 3.19).

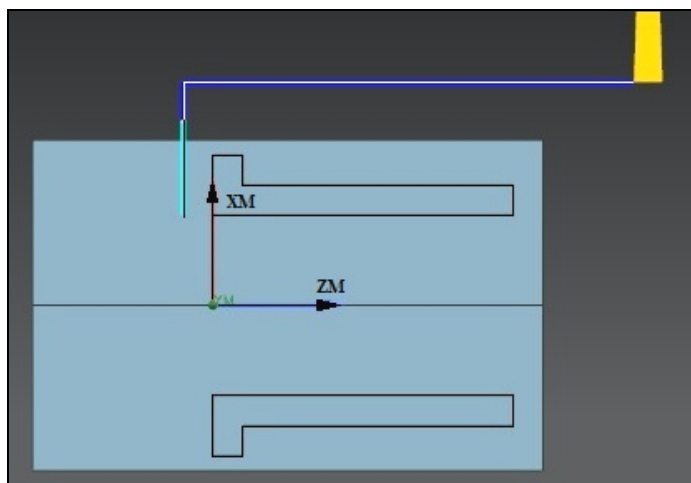


Рис. 3.19. Проверка траектории при отрезании заготовки

На этом создание переходов завершено. Для возврата к 3D-виду заготовки и детали перейдите в навигатор сборки на панели ресурсов, где поставьте галочки напротив моделей детали и заготовки. После этого вернитесь в навигатор операций на панели ресурсов. Снизу на панели инструментов «**Навигатор**» выбираем вкладку «**Вид программ**», при этом в навигаторе операций отобразится набор созданных переходов, входящих в состав программы «1234» (рис. 3.20).

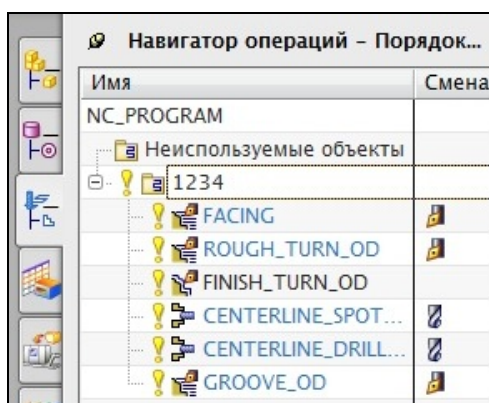


Рис. 3.20. Перечень переходов, входящих в состав программы

В данном окне переходы можно редактировать, менять местами, копировать, вставлять, проверять траекторию и т. д. Восклицательный знак напротив переходов говорит о том, что переходы, как и программа в целом, пока еще не постпроцессированы (не переведены в G-код конкретного станка). Для того чтобы это исправить, нажмите один раз на название программы «1234» и выберите на панели инструментов «**Операции**» команду «**Постпроцессировать**». В появившемся окне выберите станок, для которого необходимо создать программу в G-коде, укажите путь сохранения файла с программой и нажмите «**ОК**». В результате на рабочем поле появится окно с текстом программы (рис. 3.21).

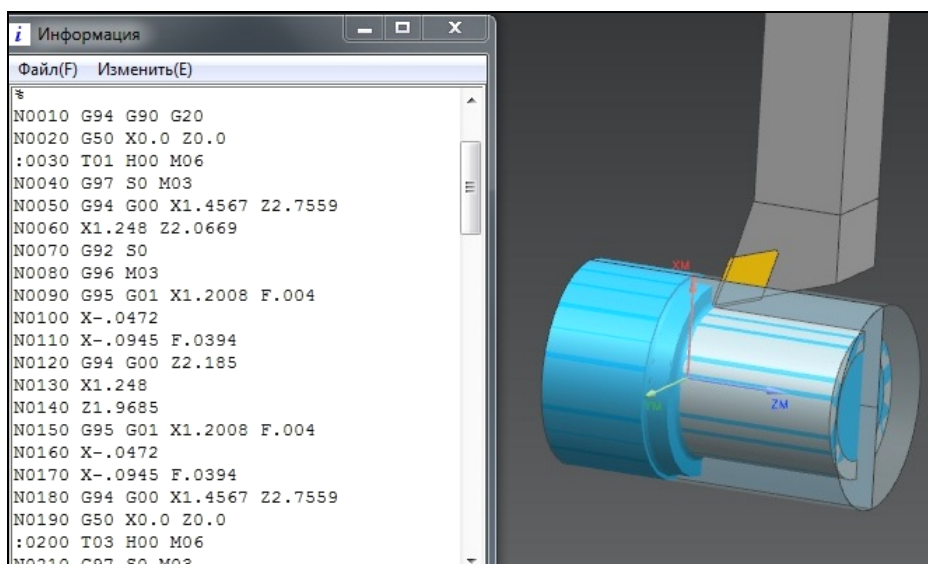


Рис. 3.21. Фрагмент управляющей программы

3.2.2. Характеристика оборудования

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр CTX 310 ecoline (DMG MORI) обладает обширным базовым оснащением и высокой производительностью, что позволяет выпускать как единичные детали, так и серийную продукцию. Станок оснащается TFT-монитором диагональю 15 дюймов, панелью управления DMG SLIMline® с системой управления HEIDENHAIN CNC PILOT 620, SIEMENS 840D solutionline или MAPPS IV производства MORI SEIKI, автоматически перемещаемой задней бабкой, револьверной головкой VDI 30 с двенадцатью позициями, сборником стружки, линейными направляющими и полым зажимным устройством (рис. 3.22). Серворевольвер с синхронным двигателем на 50 процентов сокращает время смены гидравлического зажима и инструмента.

Во многом производительность и функциональные возможности станка определяет система ЧПУ – при универсальной обработке это относится, в первую очередь, к интерфейсам программирования и управления. Компания SIEMENS в новом человеко-машинном интерфейсе дополнила практический опыт в сфере штучного, крупно- и мелкосерийного производства знаниями в сфере современного состояния токарных и фрезерных технологий. В результате появилась система «Sinumerik Operate», имеющая интуитивный доступ к технологическим опциям станка, чем ускоряются, упрощаются и делаются более эффективными практически все операции. В системе «Siemens Operate» объединяются функциональные возможности ShopTurn и ShopMill, а также множество новых опций в прогрессивном интерфейсе для проведения фрезерных и токарных операций.

Допустимые режимы резания и технические характеристики станка СТХ 310 ecoline представлены в табл. 3.1–3.2.



Рис. 3.22. Внешний вид станка СТХ 310 ecoline [4]

3.1. Допустимые режимы резания при работе на станке СТХ 310 ecoline [4]

Черновое точение		
Скорость резания V_c	м/мин	280
Скорость подачи	мм/об	0,5
Глубина резания	мм	3
Материал	Сталь 45	
Чистовое точение		
Скорость резания V_c	м/мин	400
Скорость подачи	мм	0,08
Шероховатость R_a	мкм	0,8
Радиус инструмента	мм	R 0,4
Материал	Алюминий	
Сверление		
Скорость резания	м/мин	160
Скорость подачи	мм/об	0,15
Диаметр инструмента	мм	ø 40
Материал	Сталь 45	

3.2. Технические характеристики станка СТХ 310 ecoline [4]

Рабочая зона		
Диаметр устанавливаемый, макс.	мм	330
Диаметр над суппортом, макс.	мм	260
Диаметр обрабатываемый, макс.	мм	200
Поперечный ход (X)	мм	182,5
Продольный ход (Z)	мм	455
Ускоренный ход (X / Z)	м/мин	30 / 30
Главный шпиндель		
Головка шпинделя (плоский фланец)	мм	140h5
Диаметр прохода прутка, макс.	мм	51 / 65
Диаметр переднего подшипника	мм	100
Зажимной патрон	мм	210
Мощность привода (40 / 100 % ED)	кВт	16,5 / 11
Крутящий момент, макс. (40 % ED)	Нм	166,5 / 112
Диапазон скорости вращения, макс.	об/мин	5.000
Точность позиционирования		
Согласно ISO 230-2 по оси X- / Z- (система непрямого измерения)	мкм	8 / 8
Согласно ISO 230-2 на оси C	мкм	20
Инструментальный револьвер		
Число инструментальных позиций	12	
Из них приводных	12	
Диаметр крепления держателя	мм	30
Мощность привода (40 % ED) при 2000 об/мин	кВт	4,2
Крутящий момент, макс. (40 % ED)	Нм	20
Скорость вращения, макс.	об/мин	4.500
Задняя бабка		
Ход задней бабки	мм	396
Конус крепления центра в задней бабке	Мк	4
Усилие задней бабки, макс.	даН	400
Направляющие		
Привод с шариковой винтовой парой по оси X - / Z - (D × P)	мм	32 × 10
Вес станка (без транспортера стружки)	кг	3 200

3.3. Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- токарно-фрезерный обрабатывающий центр CTX 310 ecoline (DMG MORI);
- программный продукт «Siemens NX»;
- требования к операционной системе: Windows 7 / Windows 8 / Windows 10;
- аппаратные требования: Intel i3 (AMD Ryzen 3), 512 Mb RAM, HDD 80 Gb. Рекомендуется Intel i5 (AMD Ryzen 5), 2 Gb RAM, 500 Gb HDD.

3.4. Порядок выполнения работы

1. Получают задание от преподавателя (наименование детали, 3D-модель которой была разработана на предыдущих занятиях).
2. Разрабатывают 3D-модель заготовки.
3. На основании методики, изложенной в п. 3.2.1, разрабатывают программу обработки детали в системе «Siemens NX».
4. Постпроцессируют разработанную программу в формат G-кода токарного станка.
5. С помощью учебного мастера подготавливают токарно-фрезерный обрабатывающий центр CTX 310 ecoline к обработке (загружают выбранный преподавателем вариант управляющей программы, устанавливают режущие инструменты и др.).
6. Производят механическую обработку заготовки на токарно-фрезерном обрабатывающем центре CTX 310 ecoline.
7. Производят замеры линейных размеров полученной детали и сравнивают полученные значения с чертежом детали.

3.5. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать титульный лист (прил. А), цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, чертежи детали и заготовки, управляющую программу в формате G-кода, результаты замера обработанной на токарно-фрезерном обрабатывающем центре CTX 310 ecoline детали, выводы.

3.6. Вопросы для самопроверки

1. Каким образом задать систему координат токарного станка в системе «Siemens NX»?
2. Каким образом задать заготовку и деталь в системе «Siemens NX»?

3. Создание сечения токарной обработки в системе «Siemens NX».
4. Какие данные указываются во вкладке «Маневрирование»?
5. Каким образом наложить 3D-модель заготовки на деталь?
6. Перечислите основные виды токарных переходов (операций), доступных в системе «Siemens NX».
7. Последовательность создания перехода (операции) на примере чернового наружного точения.
8. Последовательность создания инструмента для токарной обработки в системе «Siemens NX».
9. Изменение траектории подвода и отвода резца в системе «Siemens NX».
10. Задание режимов резания токарной обработки в системе «Siemens NX».

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ В СИСТЕМЕ «SIEMENS NX»

4.1. Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики разработки управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ в системе «Siemens NX».

4.2. Общие положения

Часто корпусные детали требуют механической обработки с разных сторон, при этом обработка может выполняться как за несколько установов на разных станках, так и за один установ при наличии 5-осевого станка. В последнем случае речь идет о 5-осевой позиционной механической обработке или о 3+2-осевой обработке. При этом методика проектирования операций в системе «Siemens NX» не меняется, отличия проявляются только в иерархии геометрических групп и их параметрах. Как показывает статистика, около 70 % 5-осевых станков используются именно для 5-осевой позиционной обработки. Производителей привлекает возможность обработки сложных изделий с одного установа, что существенно повышает производительность, точность, исключает возможность ошибок при смене программ и перепозиционировании. А необходимыми условиями для этого послужили снижение цен на 5-осевые станки и доступное программирование таких операций в системах подготовки программ для станков с ЧПУ. При этом виде обработки поворотные движения выполняются вне процесса резания. Это как бы набор 3-осевых траекторий, выполняемых для разного положения оси инструмента. В этом случае жесткость технологической системы существенно выше, так как поворотные оси зажаты в процессе резания.

Однако данные станки могут использоваться и для 3-координатной обработки. Такой вид обработки очень востребован для изготовления формообразующих элементов оснастки – пресс-форм и штампов, при этом для разработки УП применяют так называемые контурные операции. Контурные операции используют управляющую геометрию, которая задается самими различными объектами (поверхностями, кривыми/ребрами, точками и др.). На основе управляющей геометрии система формирует набор точек, называемых **«Массивом управляющих точек»** или **«Управляющим шаблоном»**. Далее поочередно в эти точки помещается инструмент и проецируется вдоль заданного направления на

обрабатываемую геометрию (деталь). В процессе проецирования осуществляется поиск точки контакта инструмента с деталью. В траекторию движения инструмента (и далее в управляющую программу) выводится центральная точка инструмента. Эти точки и формируют траекторию. Важно понимать, что эти точки не обязательно лежат на обрабатываемой геометрии. Проецирование может выполняться различными способами. В 3-осевой обработке ось инструмента обычно параллельна оси Z, и проецирование чаще выполняется вдоль оси Z. Эти операции еще называют операциями с фиксированной осью инструмента (отсюда и префикс FIXED в названии операции) [2].

4.2.1. Разработка управляющей программы

Рассмотрим разработку управляющей программы на примере детали «Плита» (прил. Г). Открываем 3D-модель детали «Плита» и последовательно переходим по вкладкам **«Файл» > «Новый» > «Обработка» > «Общие настройки» > «ОК»**.

Снизу на панели инструментов **«Навигатор»** выбираем вкладку **«Вид геометрии»**, при этом в навигаторе операций отобразится набор вкладок, показанный на рисунке 4.1.

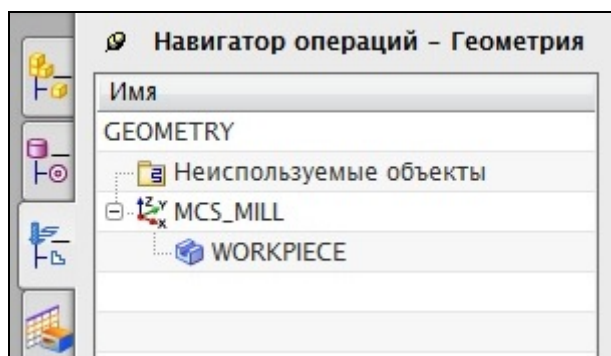


Рис. 4.1. Иерархия геометрических объектов при инициализации фрезерной обработки

Дважды щелкните по объекту **«MCS_MILL»** для открытия диалогового окна задания СКС (рис. 4.2). Перейдите в **«Меню СК»**, далее в разделе **«Задать ориентацию»** выберите **«Меню точки»** и укажите на рабочем поле одну из нижних вершин детали. После нажатия кнопки **«ОК»** система координат переместится в указанную вершину. Затем необходимо развернуть оси СК таким образом, чтобы оси XM и YM были направлены вдоль сторон детали, а ось ZM – вверх, параллельно оси вращения инструмента (рис. 4.3).

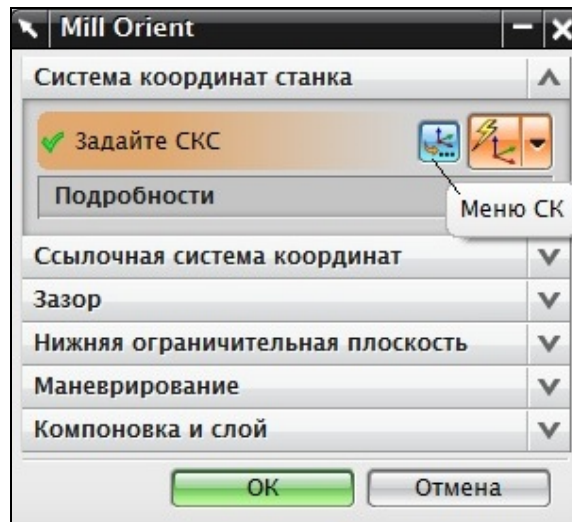


Рис. 4.2. Диалоговое окно задания СКС для фрезерной обработки

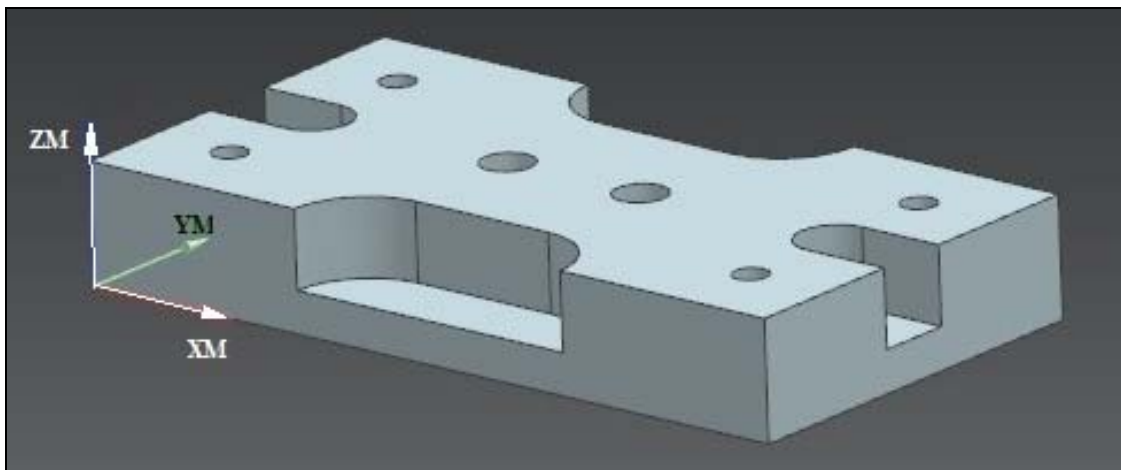


Рис. 4.3. Расположение СКС относительно детали

Далее в группе «**WORKPIECE**» необходимо задать геометрию детали и заготовки. При задании геометрии заготовки в разделе «**Опции выбора**» необходимо указать «**Авто блок**» и задать припуск на обработку верхней грани 2 мм (рис. 4.4).

Снизу на панели инструментов «**Навигатор**» выбираем вкладку «**Вид инструментов**», при этом в навигаторе операций отобразится пустой магазин (CARRIER) на 30 позиций.

Для создания первого перехода необходимо предварительно создать РИ – фрезу и поместить его в определенное гнездо магазина. Для этого на панели инструментов «**Вставить**» выбираем вкладку «**Создание инструмента**», после чего выбираем функцию «**MILL**» (фреза). В разделе «**Инструмент**» выбираем «**РОСКЕТ_01**» (свободное гнездо № 1 инструментального магазина) и нажимаем «**ОК**» (рис. 4.5).

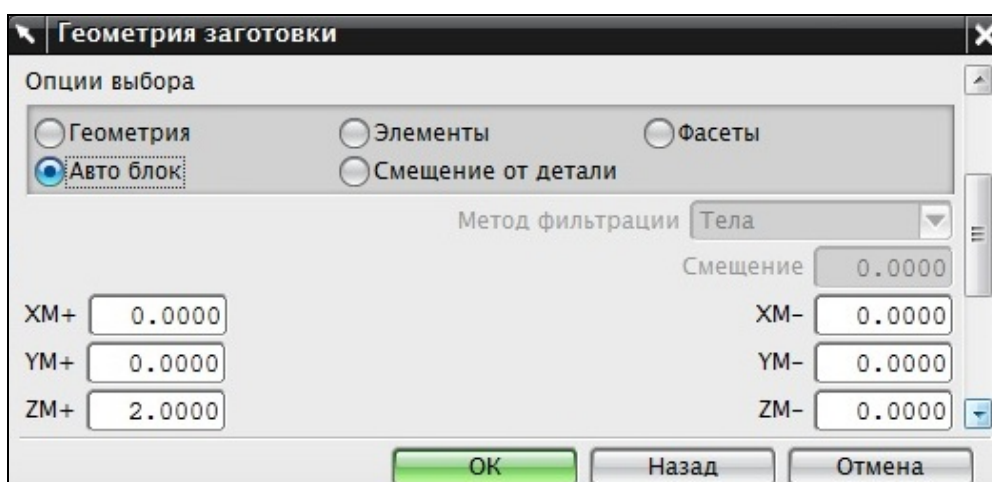


Рис. 4.4. Диалоговое окно задания геометрии заготовки

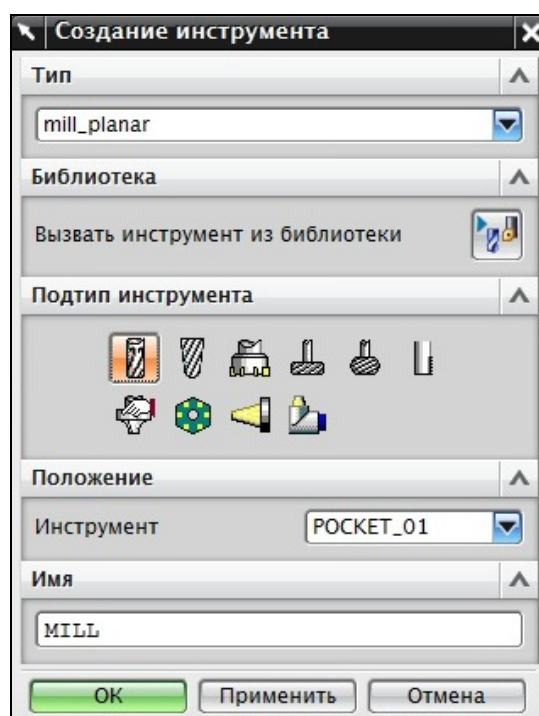


Рис. 4.5. Диалоговое окно при создании инструмента

В появившемся диалоговом окне задаются требуемые размеры режущей части инструмента и держателя, при необходимости указывается материал инструмента, направление вращения и др.

После создания инструмента (фрезы), приступаем к созданию первого перехода, для этого на панели инструментов **«Вставить»** выбираем вкладку **«Создание операций»**, выбираем функцию **«FACE_MILLING_AREA»**, инструмент – **«MILL»**, геометрия – **«WORKPIECE»**, метод – **«MILL_FINISH»**, далее – **«OK»** (рис. 4.6).

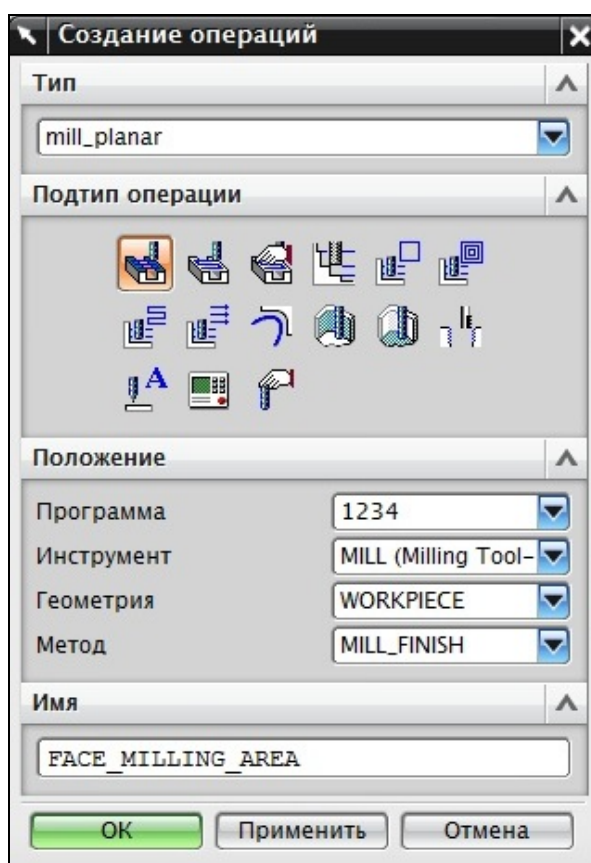


Рис. 4.6. Диалоговое окно при создании операций

В появившемся окне необходимо задать область резания (указывается верхняя грань детали), в разделе «Шаблон резания» необходимо выбрать «Зигзаг», в разделе «Скорости и подачи» задать режимы резания, после чего сгенерировать траекторию резания и произвести ее проверку (рис. 4.7).

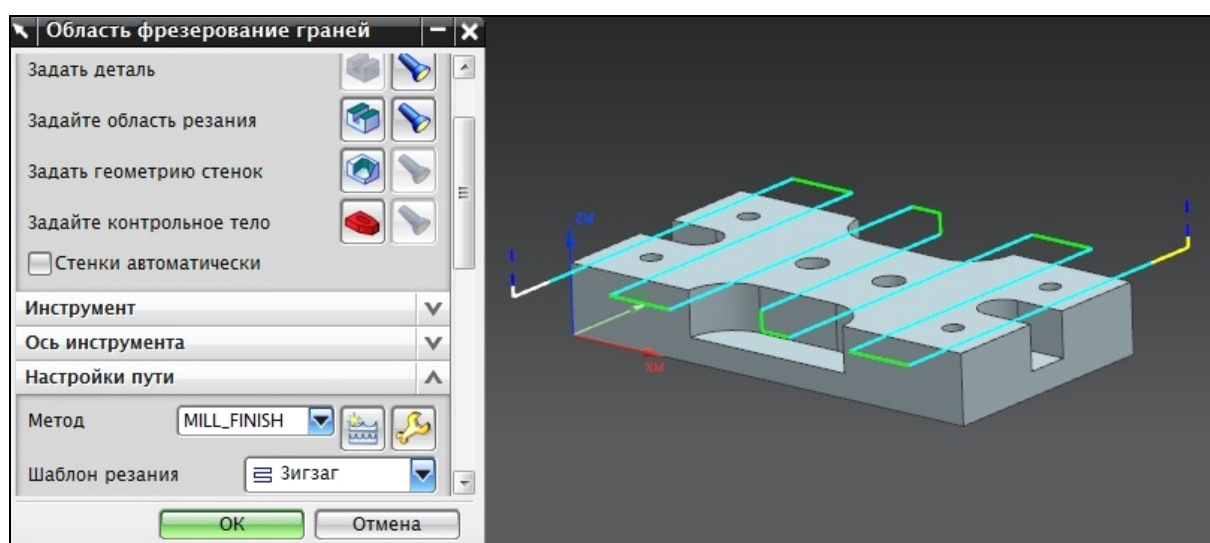


Рис. 4.7. Диалоговое окно при задании параметров операции

Далее необходимо создать инструмент для следующего перехода – фрезерования пазов. Новый инструмент располагаем в свободном гнезде № 2 инструментального магазина, а радиус инструмента выбираем как минимум на 2 мм меньше, чем радиус скруглений паза.

Для создания нового перехода на панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание операций». В появившемся окне в разделе «Тип» выбираем «mill_contour», в разделе «Подтип операции» – «CAVITY_MILL», в разделе «Инструмент» указываем фрезу, созданную нами для фрезерования пазов, геометрия – «WORKPIECE», метод – «MILL_ROUGH» (черновое фрезерование), далее – «ОК». В появившемся окне, в разделе «Задайте области резания» указываем боковые грани и дно обрабатываемого паза (рис. 4.8).

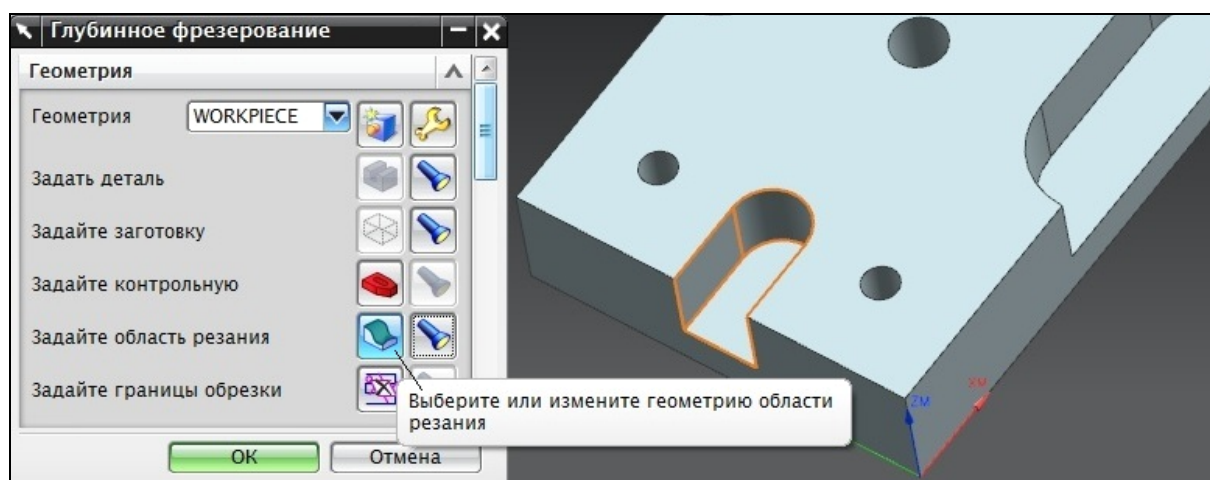


Рис. 4.8. Диалоговое окно при задании параметров операции

В разделе «Расстояние» указываем 2 мм (глубина резания), после чего заходим в раздел «Перемещения без резания» и открываем вкладку «Переход/ускоренный», где в разделе «Между областями» > «Тип перехода» указываем «По прямой» и нажимаем «ОК» (рис. 4.9). Далее в разделе «Скорости и подачи» задаем режимы резания, после чего генерируем и проверяем траекторию движения РИ.

Для обработки второго паза скопируем созданную операцию. Для этого снизу на панели инструментов «Навигатор» выбираем вкладку «Вид программ», при этом в навигаторе операций отобразится набор созданных переходов, входящих в состав программы «1234». Нажимаем правой кнопкой мыши на название перехода обработки паза и выбираем копировать, далее нажимаем правой кнопкой мыши на название программы и выбираем вставить, при необходимости перетаскиваем появившийся скопированный переход в тело программы (рис. 4.10).

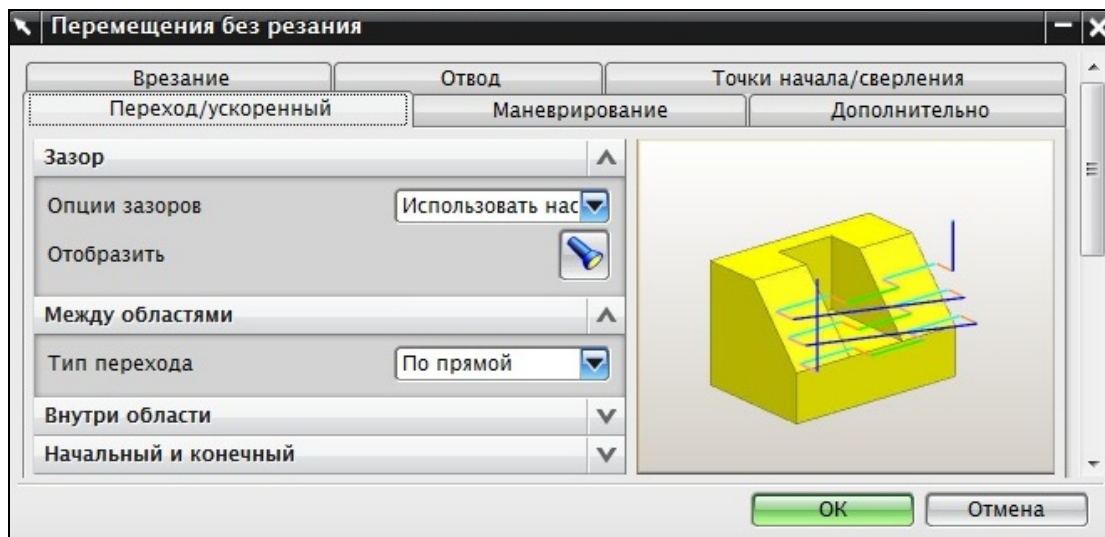


Рис. 4.9. Диалоговое окно при задании перемещений без резания

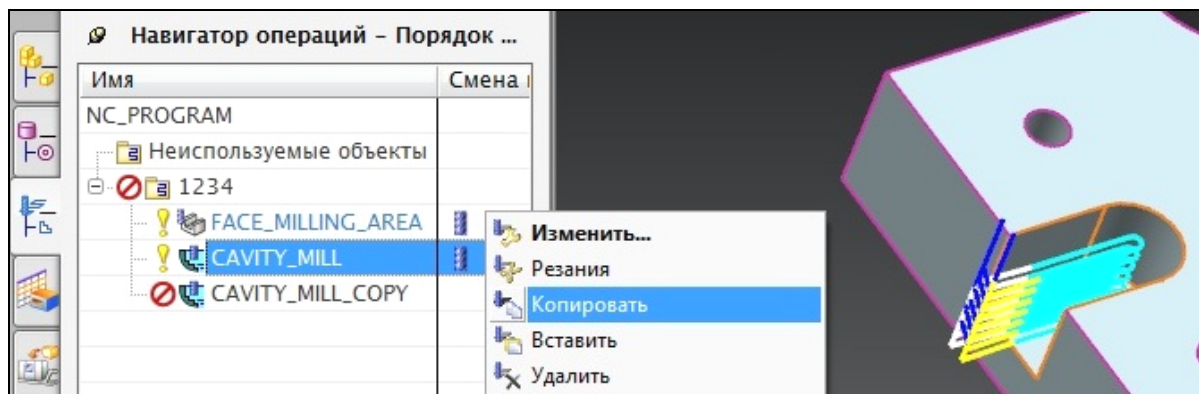


Рис. 4.10. Перечень переходов, входящих в состав программы

Необходимо зайти в скопированный переход и заново задать область резания (указываются грани второго паза), после чего сгенерировать траекторию и нажать кнопку «ОК».

Для создания нового перехода (чистового фрезерования паза) на панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание операций». В появившемся окне в разделе «Тип» выбираем «mill_contour», в разделе «Подтип операции» – «ZLEVEL_PROFILE», в разделе «Инструмент» указываем ту же фрезу, что и для чернового фрезерования пазов, геометрия – «WORKPIECE», метод – «MILL_FINISH» (чистовое фрезерование), далее – «ОК». В появившемся окне задаем те же параметры, что и для чернового фрезерования пазов, изменив при необходимости только режимы резания, после чего генерируем и проверяем траекторию движения РИ и нажимаем «ОК». После создания перехода чистового фрезерования необходимо скопировать его и вставить в программу для обработки второго паза.

Далее необходимо создать инструмент для следующих переходов – фрезерования боковых пазов. Новый инструмент располагаем в свободном гнезде № 3 инструментального магазина, а радиус инструмента выбираем как минимум на 2 мм меньше, чем радиус скруглений паза. После этого создаем переходы черного и чистового фрезерования боковых пазов по уже рассмотренной методике. После создания переходов необходимо произвести проверку траекторий (рис. 4.11).

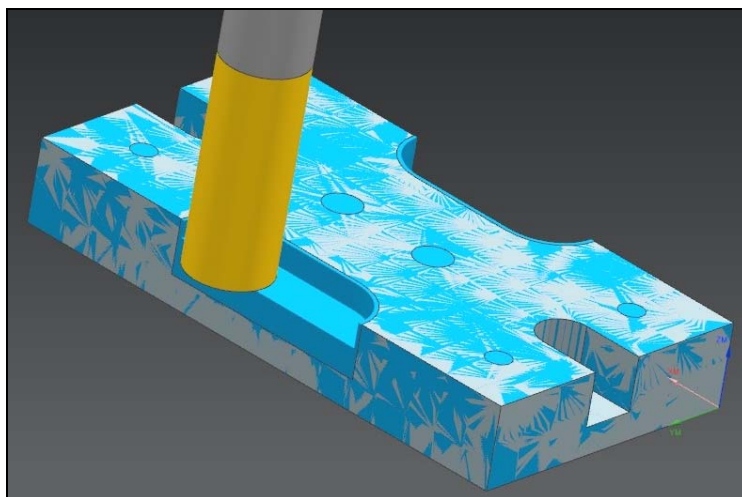


Рис. 4.11. Проверка траектории при черновом фрезеровании боковых пазов

Далее необходимо создать инструмент для следующего перехода – центrovания отверстий. Для этого на панели инструментов **«Вставить»** выбираем вкладку **«Создание инструмента»**, после чего в разделе **«Тип»** выбираем **«drill»**, в разделе **«Подтип инструмента»** – **«SPOTDRILLING_TOOL»** (центровочное сверло). В разделе **«Инструмент»** выбираем **«POCKET_04»** (свободное гнездо № 4 инструментального магазина) и нажимаем **«ОК»**. В появившемся диалоговом окне задаем размеры режущей части инструмента и нажимаем **«ОК»**.

Для создания нового перехода (центrovания отверстий) на панели инструментов **«Вставить»** выбираем вкладку **«Создание операций»**. В появившемся окне в разделе **«Тип»** выбираем **«drill»**, в разделе **«Подтип операции»** – **«SPOT_DRILLING»**, в разделе **«Инструмент»** указываем **«SPOTDRILLING_TOOL»**, геометрия – **«WORKPIECE»**, метод – **«DRILL_METHOD»**, далее – **«ОК»**. В появившемся окне, в разделе **«Задайте отверстия»** указываем все отверстия детали, в разделе **«Задать верхнюю поверхность»** указываем верхнюю грань детали (рис. 4.12).

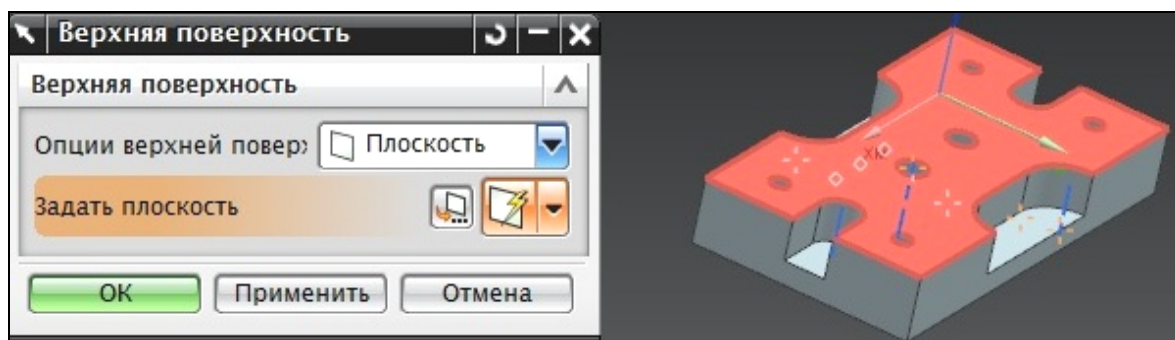


Рис. 4.12. Диалоговое окно при задании верхней поверхности детали

В разделе «Тип цикла» нажимаем по функции «Изменить параметры» > «OK» > «Depth» > «Глубина по кончику инструмента» и указываем 1,5 мм, далее «OK» > «OK». Затем в разделе «Скорости и подачи» необходимо задать режимы резания, после чего сгенерировать траекторию резания и произвести ее проверку.

Далее необходимо создать инструмент для следующего перехода – центrovания отверстий. Для этого на панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание инструмента», после чего в разделе «Тип» выбираем «drill», в разделе «Подтип инструмента» – «DRILLING_TOOL». В разделе «Инструмент» выбираем «ROCKET_05» и нажимаем «OK». В появившемся диалоговом окне задаем размеры режущей части инструмента (диаметр сверла должен соответствовать диаметру малых отверстий) и нажимаем «OK».

Для создания нового перехода (сверления отверстий) на панели инструментов «Вставить» выбираем вкладку «Создание операций». В появившемся окне в разделе «Тип» выбираем «drill», в разделе «Подтип операции» – «DRILLING», в разделе «Инструмент» указываем название созданного для сверления малых отверстий сверла, геометрия – «WORKPIECE», метод – «DRILL_METHOD», далее – «OK». В появившемся окне, в разделе «Задайте отверстия» выбираем малые отверстия детали, в разделе «Задать верхнюю поверхность» указываем верхнюю грань детали, в разделе «Задать нижнюю поверхность» указываем нижнюю грань детали. В разделе «Тип цикла» нажимаем по функции «Изменить параметры» > «OK» > «Depth» > «Через нижнюю поверхность» > «OK». Затем в разделе «Скорости и подачи» необходимо задать режимы резания, после чего сгенерировать траекторию резания и произвести ее проверку. Далее необходимо создать инструмент для следующего перехода – сверления центральных отверстий. Новый инструмент располагаем в свободном гнезде № 6 инструментального магазина. После этого создаем переход сверления центральных отверстий по уже рассмотренной методике. После создания переходов необходимо произвести проверку траекторий (рис. 4.13).

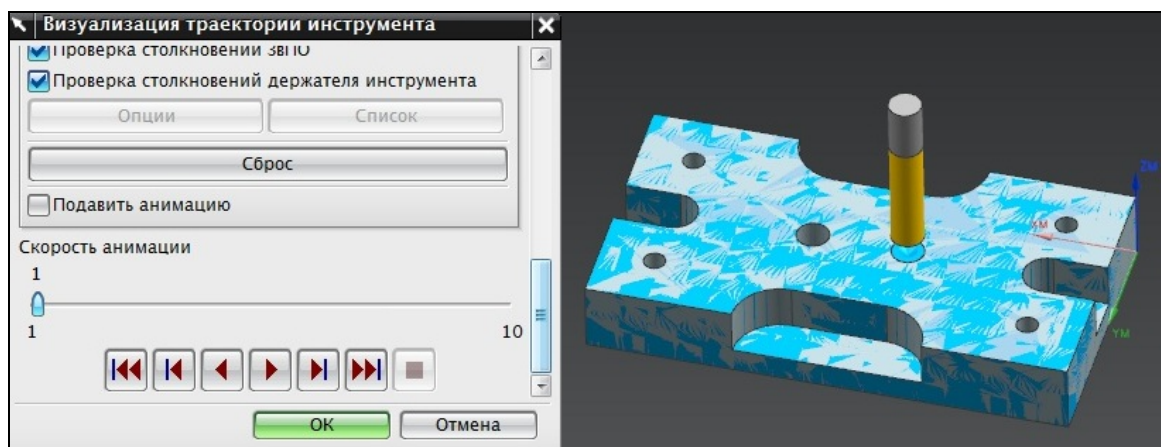


Рис. 4.13. Проверка траектории при сверлении центральных отверстий

На этом создание переходов завершено. Для того чтобы постпроцессировать программу, в навигаторе операций нажмите один раз на название программы «1234» и выберите на панели инструментов «Операции» команду «Постпроцессировать». В появившемся окне выберите станок, для которого необходимо создать программу в G-коде, укажите путь сохранения файла с программой и нажмите «ОК». В результате на рабочем поле появится окно с текстом программы (рис. 3.21).

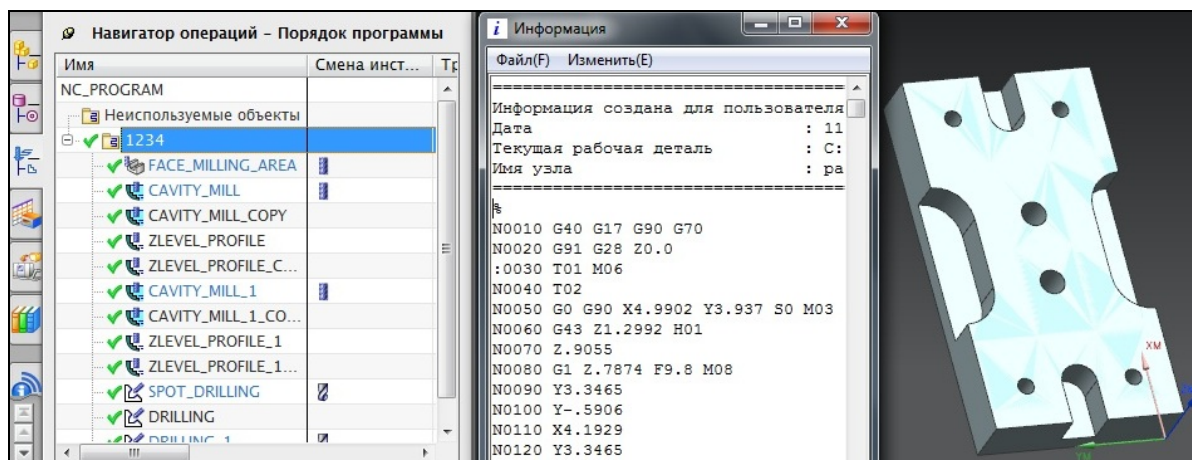


Рис. 4.14. Фрагмент управляющей программы

4.2.2. Характеристика оборудования

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр DMU 50 ecoline (DMG MORI) предназначен для 5-осевой обработки небольших деталей сложного профиля, изготовленных из цветных металлов, чугуна и стали, преимущественно концевыми и торцовыми фрезами, сверлами в мелкосерийном и среднесерийном производстве (рис. 4.15). Высокая точность и динамика механической обработки обеспечивают отличное качество изготавливаемых деталей сложной формы. Наличие у

обрабатывающего центра таких функций, как предварительный выбор параметров ускорения, контроль изменения ускорения и активная ориентация инструмента, позволяет использовать современные технологии обработки и лучше адаптироваться к изменяющимся требованиям по скорости, точности и качеству поверхности. Современная система управления станком фирмы SIEMENS позволяет повысить производительность при программировании механической обработки, обслуживании и отработке программы. В базовой комплектации устанавливается стандартный жесткий стол, при этом предполагаются и другие варианты исполнения столов, в том числе поворотный стол с электроприводом и гидравлической системой зажима инструментов, механический и универсальный столы, которые позволяют повысить возможности станка и его производительность.

Конструкция поперечных салазок суппорта с ребристыми литыми элементами обеспечивает высокую точность и жесткость станка. Технология управления станком с панелью DMG ERGOline, экраном 19" и программным обеспечением с 3D-визуализацией позволяет достигать высокой производительности, точности и надежности станка. Технические характеристики станка DMU 50 ecoline представлены в табл. 4.1.



Рис. 4.15. Внешний вид станка DMU 50 ecoline [4]

4.1. Технические характеристики станка DMU 50 ecoline [4]

Размер рабочей зоны станка	
Размер рабочей зоны станка (ход по осям (X / Y / Z), мм	500 / 450 / 400
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	
Поверхность рабочего стола (поверхность зажима с Т-образными пазами), мм	Ø 630 × 500
Высота загрузки стола, мм	790
Нагрузка стола (суммарный вес), кг	200
Рабочий шпиндель	
Диапазон частоты вращения, об/мин	0...10000
Мощность привода (40/100 % ED), кВт	13/9
Крутящий момент (40/100 % ED), Нм	83/57
Подачи	
Скорость подачи м/мин	0..24
Ускоренный ход по осям (X, Y, Z), м/мин	24
Усилие подачи, макс., кН	4,5
Точность позиционирования	
Точность позиционирования согласно ISO 230-2 (системы непрямого/прямого измерения перемещений) по осям (X, Y, Z), мм	0,016/0,006
Точность позиционирования согласно ISO 230-2 по осям (B, C), угловые секунды	16''
P макс. JIS B6330-1980 (системы непрямого / прямого измерения перемещений), мм	0,008/0,004
Диапазон наклона оси B, град	-5° / +110°
Диапазон вращения оси C, град	360°
Ускоренный ход оси B, C, град/мин	2160
Инструментальный магазин. Устройство смены инструмента	
Число инструментов в магазине	16/ 32
Вес инструментов, макс., кг	6
Длина инструмента, макс., мм	300
Диаметр инструмента, макс., мм	Ø 80
Диаметр инструмента при свободных соседних местах, макс., мм	Ø 130
Время смены инструмента, с	12/15
Потребляемая станком мощность	
Потребляемая мощность при 100 % длительности включения, кВт	17
Входной предохранитель, макс., А	35
In макс. при 100 % длительности включения, А	28

Системы управления	
15" DMG MORI SLIMline® с Operate на SIEMENS	
Габариты и масса станка	
Габаритные размеры станка с ЧПУ (длина, ширина, высота), мм	5500 × 4935 × 2530
Масса станка с транспортером стружки, кг	4100

4.3. Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- вертикально-фрезерный обрабатывающий центр DMU 50 ecoline (DMG MORI);
- программный продукт «Siemens NX»;
- требования к операционной системе: Windows 7 / Windows 8 / Windows 10;
- аппаратные требования: Intel i3 (AMD Ryzen 3), 512 Mb RAM, HDD 80 Gb. Рекомендуется Intel i5 (AMD Ryzen 5), 2 Gb RAM, 500 Gb HDD.

4.4. Порядок выполнения работы

1. Получают задание от преподавателя.
2. На основании методики, изложенной в п. 4.2.1, разрабатывают программу обработки детали в системе «Siemens NX».
3. Постпроцессируют разработанную программу в формат G-кода фрезерного станка.
4. С помощью учебного мастера подготавливают вертикально-фрезерный обрабатывающий центр DMU 50 ecoline к обработке (загружают выбранный преподавателем вариант управляющей программы, устанавливают режущие инструменты и др.).
5. Производят механическую обработку заготовки на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре DMU 50 ecoline.
6. Производят замеры линейных размеров полученной детали и сравнивают полученные значения с чертежом детали.

4.5. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать титульный лист (прил. А), цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, чертежи детали и заготовки, управляющую программу в формате G-кода, результаты замера детали, обработанной на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре DMU 50 ecoline, выводы.

4.6. Вопросы для самопроверки

1. Каким образом задать систему координат фрезерного станка в системе «Siemens NX»?
2. Способы задания геометрии заготовки в системе «Siemens NX».
3. Перечислите основные виды фрезерных переходов (операций), доступных в системе «Siemens NX».
4. Последовательность создания перехода (операции) на примере глубинного фрезерования.
5. Последовательность создания инструмента для фрезерной обработки в системе «Siemens NX».
6. Задание режимов резания фрезерной обработки в системе «Siemens NX».
7. Верификация (проверка траектории) в системе «Siemens NX».
8. Редактирование переходов (операций) в системе «Siemens NX».
9. Постпроцессирование в системе «Siemens NX».
10. Создание цеховой документации в системе «Siemens NX».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилов, Ю. Практическое использование NX / Ю. Данилов, И. Артамонов. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
2. Ведмидь, П. А. Программирование обработки в NX CAM / П. А. Ведмидь, А. В. Сулинов. – М. : ДМК Пресс, 2014. – 304 с.
3. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного производства : сборник лабораторных работ / Н. И. Веткасов, А. Д. Евстигнеев, В. В. Сапунов, А. В. Степанов. – Ульяновск : УлГТУ, 2013. – 58 с.
4. <https://ru.dmgmori.com/>

Титульный лист отчета по лабораторной работе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

Дисциплина «Технологическая подготовка производства на основе
CAD-CAM систем»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
«Разработка 3D-моделей деталей в системе Siemens NX»

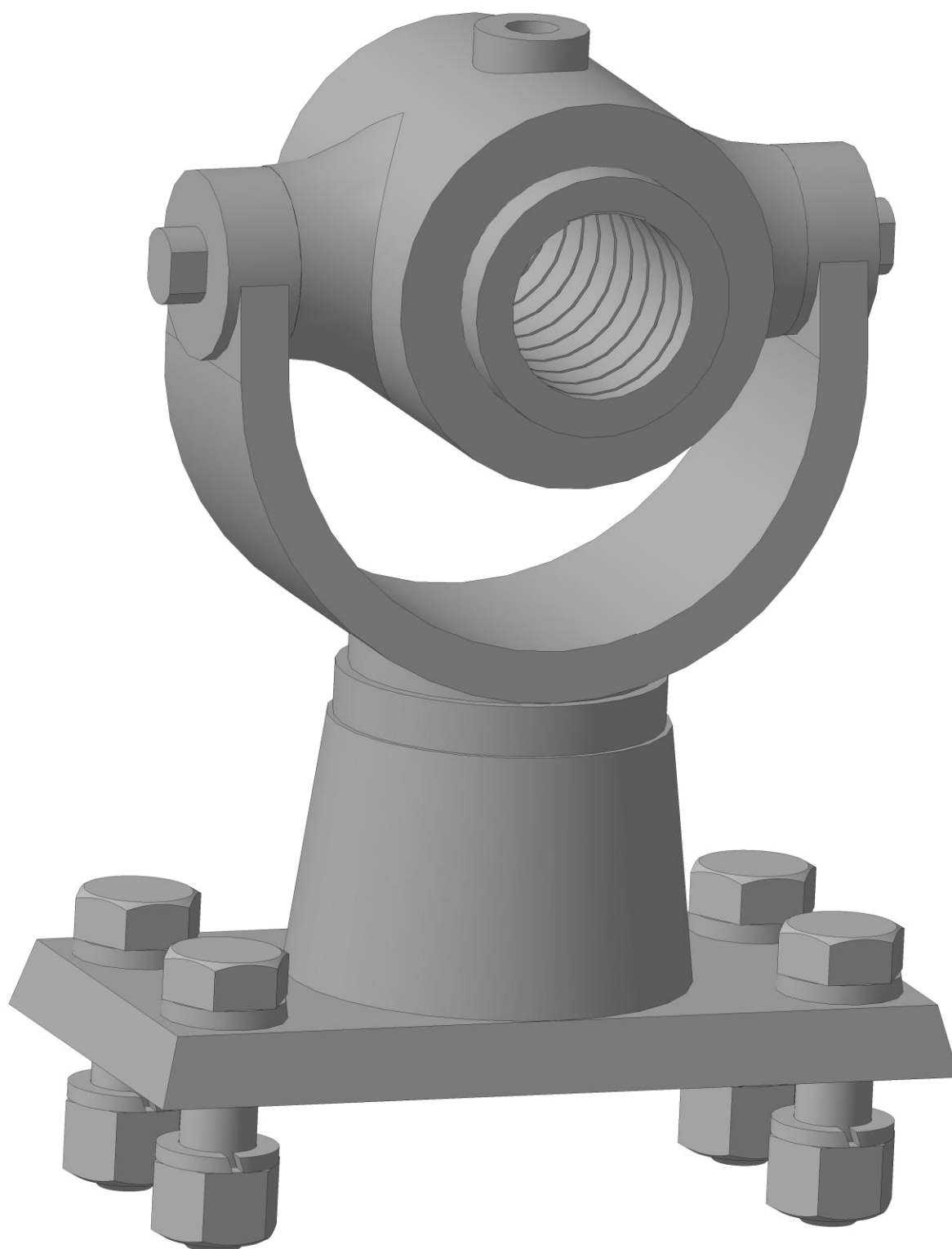
ВАРИАНТ № 1

Выполнили студенты группы ТМбд-41:
Иванов И.Н.,
Петров А.М.,
Кузнецов В.Е.

Проверил преподаватель:
Сапунов В.В.

Ульяновск 2019

3D-модель узла «Подшипник поворотный»



Варианты заданий

Номер варианта	Размеры, мм																	
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И	К	Л	М	П	Р	С	Т	Х	Ц	Э
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	74	30	9	84	60	13	52	6	44	26	40	70	102	126	132	64	108	26
2	64	18	19	70	56	9	48	5	40	25	38	71	89	113	120	64	110	32
3	66	19	18	71	57	9	49	6	41	26	39	72	90	114	121	65	109	31
4	68	20	17	72	58	10	50	5	42	27	40	73	91	115	122	66	108	31
5	70	21	17	73	59	10	51	6	43	28	41	74	92	116	123	67	110	31
6	72	22	16	74	60	11	52	7	44	28	42	75	93	117	124	68	109	31
7	74	23	15	75	61	11	51	8	45	27	43	76	94	118	125	69	108	30
8	76	24	16	76	62	12	50	5	46	30	44	77	95	119	126	70	110	32
9	78	25	15	77	63	12	50	6	47	25	37	78	96	120	127	71	109	31
10	80	26	14	78	64	12	48	7	41	25	38	79	97	121	128	72	108	30
11	82	27	14	79	65	13	49	8	42	26	39	80	98	122	129	73	110	31
12	84	28	13	80	66	13	50	5	43	27	40	81	99	123	130	74	109	30
13	86	29	12	81	67	14	51	6	44	28	41	82	100	124	131	75	108	30
14	88	30	13	82	68	14	52	7	45	29	42	83	101	125	132	76	110	31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
15	90	31	12	83	69	15	51	8	46	30	43	84	102	126	133	77	109	31
16	92	32	11	84	70	15	50	8	47	31	44	85	103	127	134	78	108	30
17	65	19	15	78	71	9	49	6	43	29	41	76	94	119	129	67	114	29
18	67	20	14	79	72	10	48	5	44	30	42	77	95	120	130	68	113	28
19	69	21	13	80	73	11	51	6	45	31	43	78	96	121	131	69	112	29
20	71	22	12	81	74	12	52	7	47	32	43	79	97	122	132	70	111	28
21	73	23	11	82	75	13	53	8	46	32	44	80	98	123	133	71	110	29
22	75	24	10	83	76	14	54	5	47	33	44	81	99	124	134	72	109	28
23	77	25	9	84	77	15	55	6	50	33	45	82	100	125	135	73	108	29
24	79	26	16	78	78	9	54	7	49	34	45	83	101	126	136	74	114	28
25	81	27	15	79	79	10	53	8	48	34	46	84	102	127	137	75	113	29
26	83	28	14	80	80	11	52	5	46	35	46	85	103	128	138	76	112	28
27	85	29	13	81	81	12	53	6	47	35	47	86	104	129	139	77	111	29
28	87	30	12	82	82	13	54	7	48	36	47	87	105	130	140	78	110	28
29	89	31	11	83	83	14	55	8	49	36	48	88	106	131	141	79	109	29
30	91	32	10	84	84	15	56	8	50	38	48	89	107	132	142	80	108	28

Рабочие чертежи деталей

Перв. примен.

Славб. №

Подп. и дата

Инв. № дцкл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

TM.15190062.Вариант-1

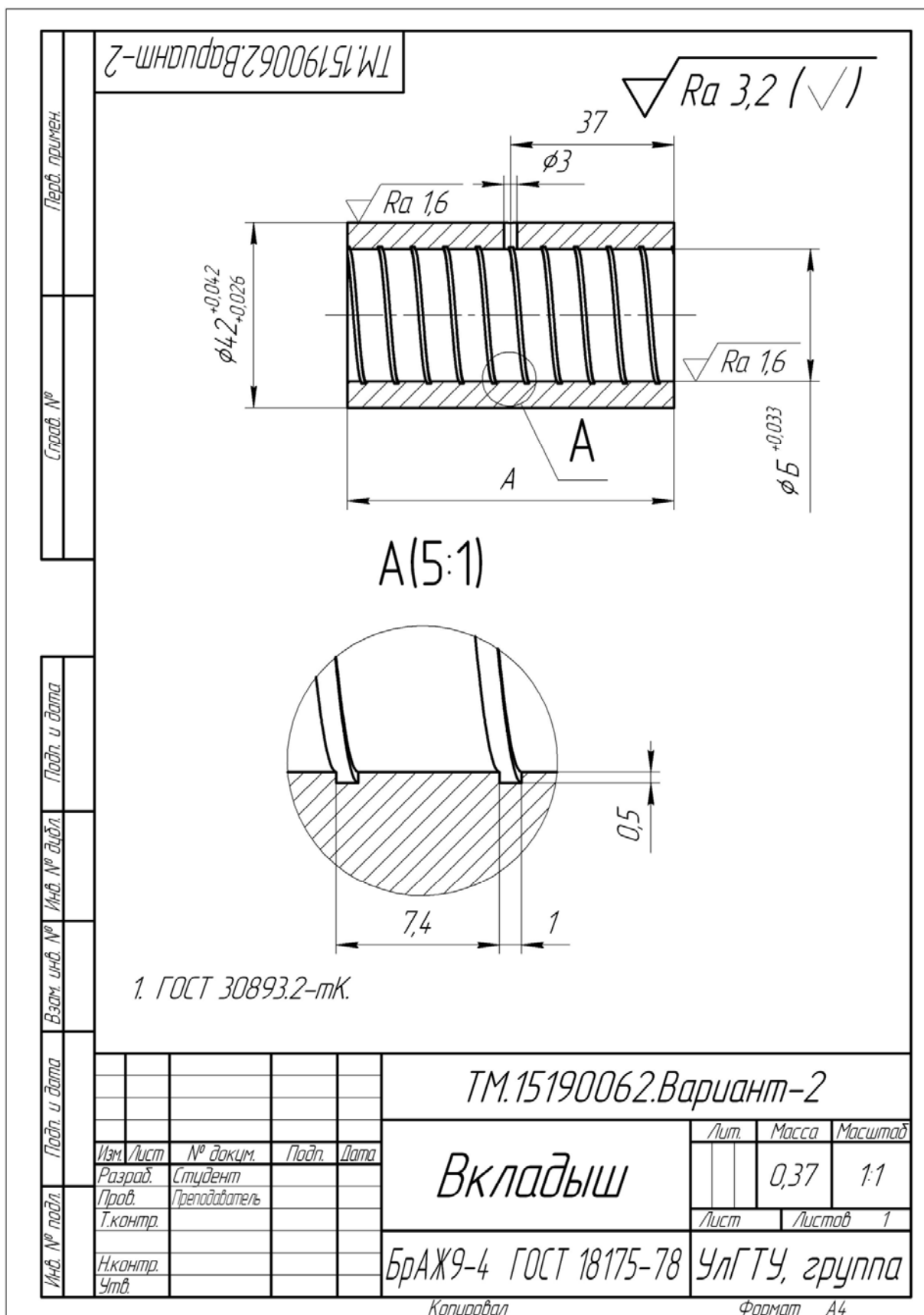
✓✓✓

1. ГОСТ 30893.2-тК.

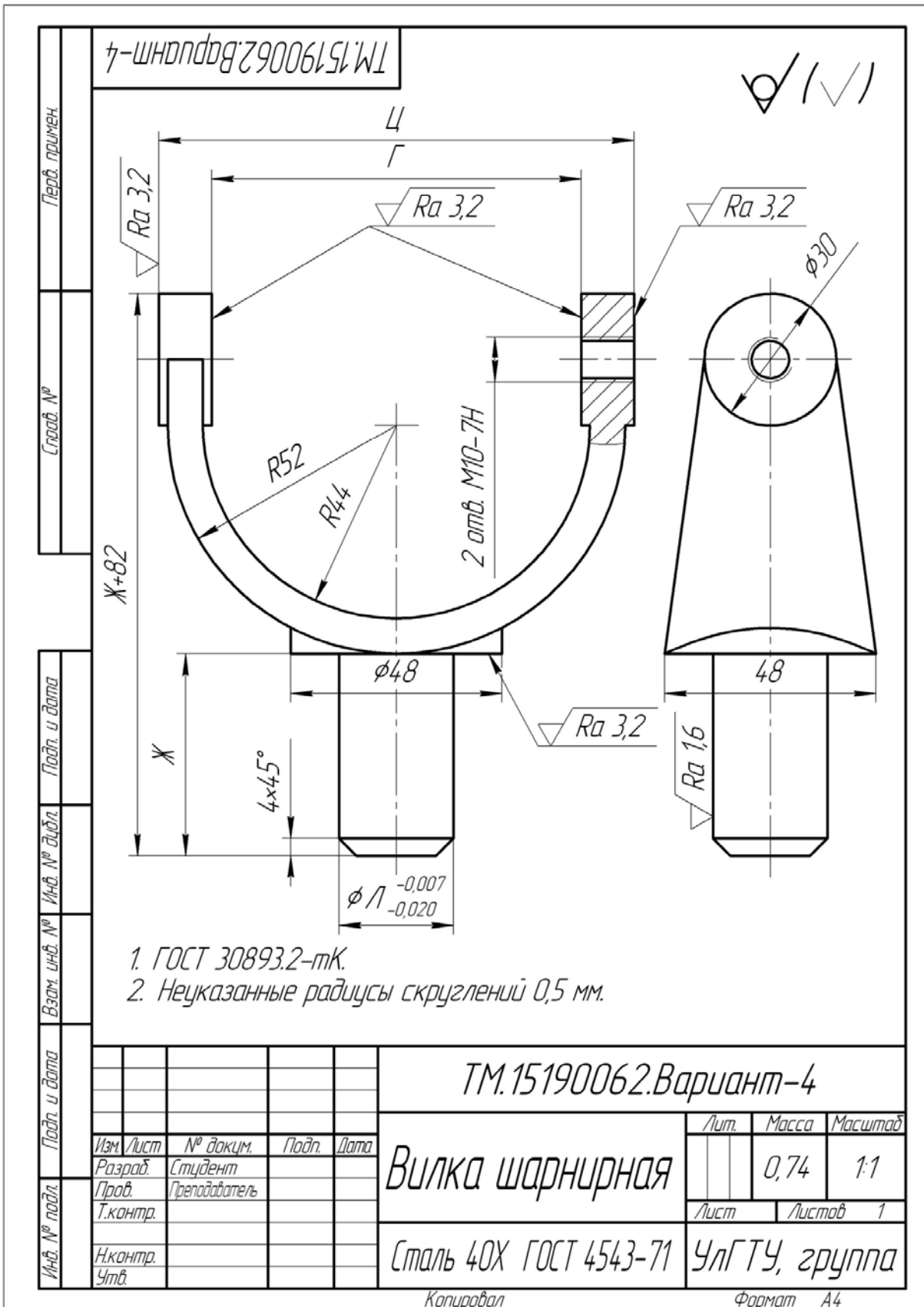
TM.15190062.Вариант-1				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Студент			
Проб.	Преподаватель			
Т.контр.				
И.контр.				
Чтб				
Корпус			Лист	Масса
Сталь 40X ГОСТ 4543-71			0,93	1:1
УЛГТУ, группа			Лист	Листов
Копировал			1	1

Копировал

Формат А4

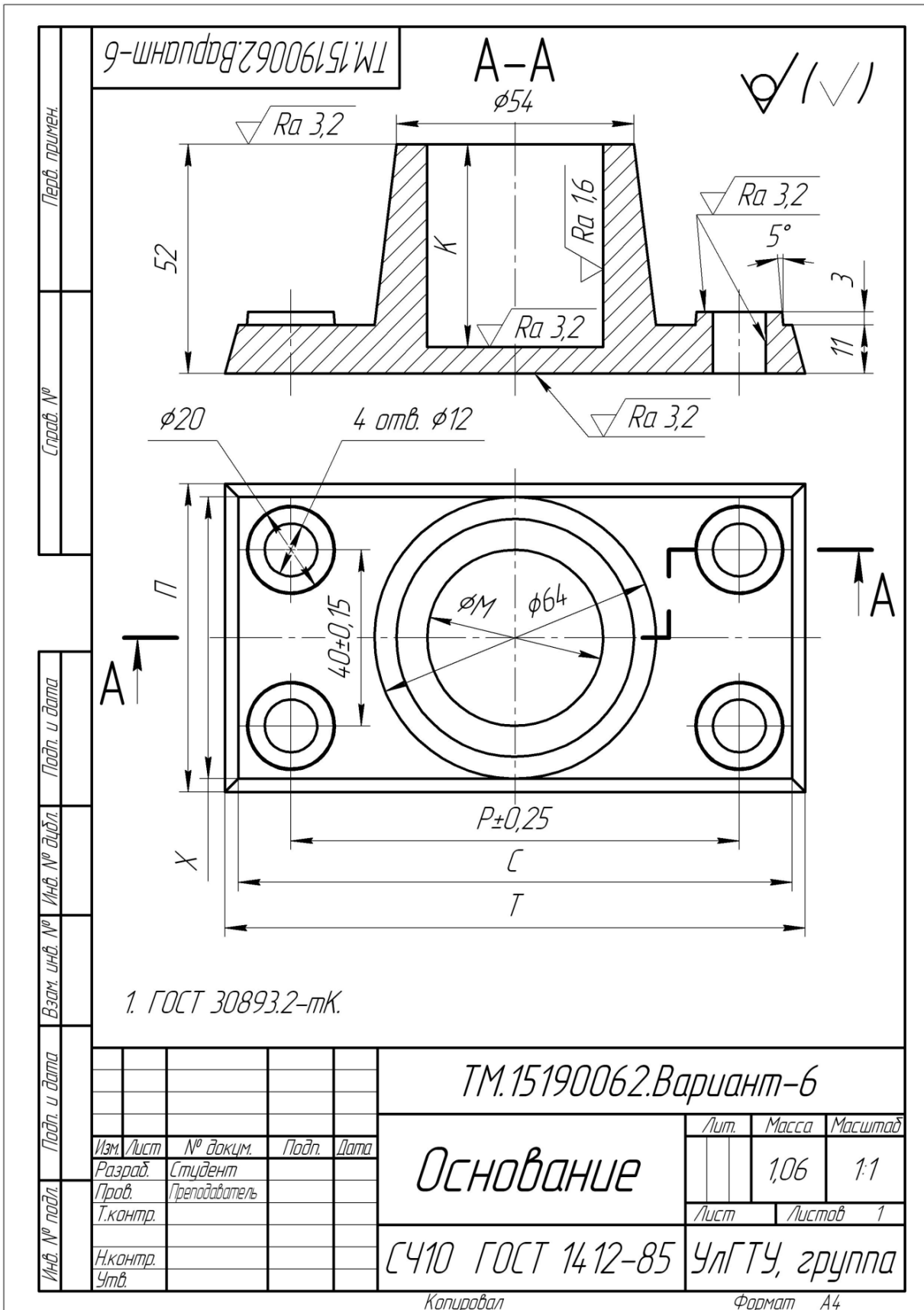


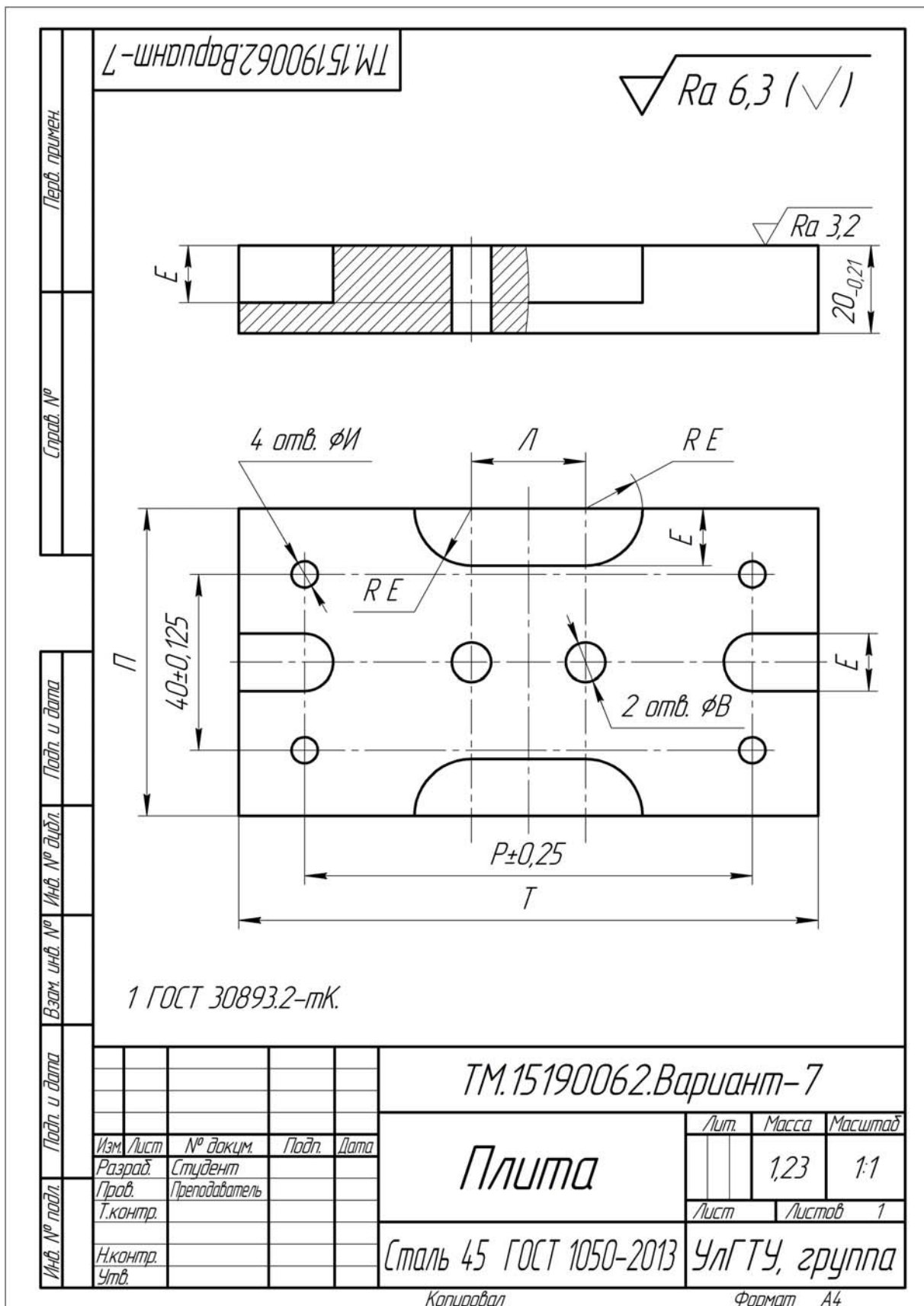
Лист №	Листов	Инв. №	Дата	Подп.	Дата	ТМ.15190062.Вариант-3
Лист №	Листов	Инв. №	Дата	Подп.	Дата	
Лист №	Листов	Инв. №	Дата	Подп.	Дата	А(10:1)
Лист №	Листов	Инв. №	Дата	Подп.	Дата	
1. ГОСТ 30893.2-МК.						ТМ.15190062.Вариант-3 Ось Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
Лист №	Листов	Инв. №	Дата	Подп.	Дата	
Лист №	Листов	Инв. №	Дата	Подп.	Дата	Лист Масса Масштаб Лист Листов 1
Лист №	Листов	Инв. №	Дата	Подп.	Дата	УЛГТУ, группа Копировал Формат А4



Перв. примен.		TM.15190062.Вариант-4					
Слоб. №							
Подп. и дата							
Инв. № дробл.							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм.							
Лист							
№ докум.							
Подп.							
Дата							
Разраб.							
Студент							
Проб.							
Преподаватель							
Т.контр.							
Н.контр.							
Чтв.							
				TM.15190062.Вариант-4			
				Лит.		Масса	Масштаб
				Вилка шарнирная		0,74	1:1
				Лист		Листов 1	
				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		УлГТУ, группа	
				Копировал		Формат А4	

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Леро. примеи.</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TM.15190062.Вариант-5</p>			$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$			
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Слово. №</p>	<p>$\phi 52$</p> <p>$Ra\ 1,6$</p> <p>$\phi 11^{+0,021}$</p> <p>$\phi M^{+0,042}_{-0,026}$</p> <p>K</p> <p>$Ж$</p>						
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Подп. и дата</p>	<p>1. ГОСТ 30893.2-МК.</p>			<p>TM.15190062.Вариант-5</p>			
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Инд. № докл.</p>				<p>Втулка</p>			
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Взам. инв. №</p>				Лит.	Масса	Масштаб	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Подп. и дата</p>	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	0,34	1:1
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Инв. № подл.</p>	Разраб.		Студент			Лист Листов 1	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Инд. № подл.</p>	Проб.		Преподаватель			УлГТУ, группа	
	Т.контр.					БрАЖМц 10-3-15 ГОСТ 18175-78	
	И.контр.					Копировал	
	Утв.					Формат А4	





Учебное электронное издание

САПУНОВ Валерий Викторович
ЕВСТИГНЕЕВ Алексей Дмитриевич
ВЕТКАСОВ Николай Иванович

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА
НА ОСНОВЕ САД-САМ СИСТЕМ**

Сборник лабораторных работ

Редактор А. В. Ганина

Дата подписания к использованию 26.07.2019.
ЭИ № 1312. Объем данных 5,77 Мб. Заказ № 744.

Ульяновский государственный технический университет
432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.
ИПК «Венец» УлГТУ, 432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.

Тел.: (8422) 778-113
E-mail: venec@ulstu.ru
venec.ulstu.ru

