|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| voenmeh | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** | | | | |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-02 | | | | |
| Факультет | |  | Е |  | Оружие и системы вооружения |
|  | |  | шифр |  | наименование |
| Кафедра | |  | Е2 |  | Технология производства артиллерийского вооружения |
|  | |  | шифр |  | наименование |
| Дисциплина | |  | CAМ программирование на станках с ЧПУ | | |

КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему

Моделирование обработки детали «Плита»

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнила студентка группы | | | |  | | Е2М41 |
| Гененко О.А. | | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | | |
| **РУКОВОДИТЕЛЬ** | | | | | | |
| Александров А.С. | |  |  | | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | | |
| Оценка |  | | | |  | |
| «\_\_\_\_\_» |  | | | | 201\_г. | |

Санкт-Петербург,

2019 г.

Содержание

[**Введение** 3](#_Toc11714068)

[**1. Общие сведения о станках с ЧПУ.** 4](#_Toc11714069)

[**1.2 Обзор CAM-систем.** 9](#_Toc11714070)

[**1.3 Виды CAM-программ.** 10](#_Toc11714071)

[**2.Цель работы.** 11](#_Toc11714072)

[**2.1 Задание на курсовую работу.** 12](#_Toc11714073)

[**2.2 Выбор способа получения заготовки.** 12](#_Toc11714074)

[**2.3 Разработка маршрутного ТП.** 13](#_Toc11714075)

[**3. Разработка управляющей программы. Структура управляющих программ. Построцессирование.** 17](#_Toc11714079)

[**3.1 Создание инструментов** 20](#_Toc11714080)

[**3.2 Создание операций** 21](#_Toc11714081)

[**3.3 Выгрузка программы (постпроцессирование).** 26](#_Toc11714082)

[**3.4 Создание документации** 27](#_Toc11714083)

[**Заключение.** 29](#_Toc11714084)

[**Список использованных источников.** 30](#_Toc11714085)

[**Приложение А.** 31](#_Toc11714086)

[**Приложение Б** 32](#_Toc11714087)

# **Введение**

Машиностроение является основной отраслью, обеспечивающей развитие экономики любого государства. В настоящее время в России очень важной задачей является создание и освоение новых технологий в области машиностроения, обеспечивающих рост производительности труда, улучшение качества продукции, снижение материалоемкости и себестоимости выпускаемой продукции, экологическую безопасность производства. Изделия машиностроения, как отрасли, обеспечивающей развитие всех остальных отраслей промышленности, должны выйти на мировой рынок и успешно конкурировать с продукцией других стран.

Главными направления на пути решения этих задач являются: механизация и автоматизация производства, использование систем автоматизированного проектирования на всех этапах жизненного цикла изделия (от конструкторской разработки до внедрения в производство и эксплуатации изделия), оборудования со встроенными средствами микропроцессорной техники, станков с ЧПУ.

Целью курсовой работы является составление управляющей программы фрезерной обработки детали "Плита" на станках с ЧПУ .

**1. Общие сведения о станках с ЧПУ.**

Под управлением станком принято понимать совокупность воздействий на его механизмы, обеспечивающие выполнение технологического цикла обработки, а под системой управления - устройство или совокупность, реализующих эти воздействия.

Числовое программное управление (ЧПУ) - это управление, при котором программу задают в виде записанного на каком-либо носителе массива информации. Управляющая информация для систем ЧПУ является дискретной и ее обработка в процессе управления осуществляется цифровыми методами. Управление технологическими циклами практически повсеместно осуществляется с помощью программируемых логических контроллеров, реализуемых на основе принципов цифровых электронных вычислительных устройств.

Системы ЧПУ практически вытесняют другие типы систем управления.

По технологическому назначению и функциональным возможностям системы ЧПУ подразделяют на четыре группы:

1. позиционные, в которых задают только координаты конечных точек положения исполнительных органов после выполнения ими определенных элементов рабочего цикла;

2. контурные, или непрерывные, управляющие движением исполнительного органа по заданной криволинейной траектории;

3.универсальные (комбинированные), в которых осуществляется программирование как перемещений при позиционировании, так и движения исполнительных органов по траектории, а также смены инструментов и загрузки-выгрузки заготовок;

4.многоконтурные системы, обеспечивающие одновременное или последовательное управление функционированием ряда узлов и механизмов станка.

По способу подготовки и ввода управляющей программы различают так называемые оперативные системы ЧПУ (в этом случае управляющую программу готовят и редактируют непосредственно на станке, в процессе обработки первой детали из партии или имитации ее обработки) и системы, для которых управляющая программа готовится независимо от места обработки детали. Причем независимая подготовка управляющей программы может выполняться либо с помощью средств вычислительной техники, входящих в состав систем ЧПУ данного станка, либо вне ее (вручную или с помощью системы автоматизации программирования).

Программируемые контроллеры - это устройства управления электроавтоматикой станка. Большинство программируемых контролеров имеют модельную конструкцию, в состав которой входят источник питания, процессорный блок и программируемая память, а также различные модули входов/выходов. Для создания и отладки программ работы станка применяют программирующие аппараты. Принцип работы контроллера: опрашиваются необходимые входы/выходы и полученные данные анализируются в процессорном блоке. При этом решаются логические задачи и результат вычисления передается на соответствующий логический или физический выход для подачи в соответствующий механизм станка.

В программируемых контролерах используют различные типы памяти, в которой хранится программа электроавтоматики станка: электрическую перепрограммируемую энергонезависимую память; оперативную память со свободным доступом; стираемую ультрафиолетовым излучением и электрически перепрограммируемую.

Программируемый контролер имеет систему диагностики: входов/выходов, ошибки в работе процессора, памяти, батареи, связи и других элементов. Для упрощения поиска неисправностей современные интеллектуальные модули имеют самодиагностику. Программоноситель может содержать как геометрическую, так технологическую информацию. Технологическая информация обеспечивает определенный цикл работы станка, а геометрическая - характеризует форму, размеры элементов обрабатываемой заготовки и инструмента и их взаимное положение в пространстве.

Станки с программным управлением (ПУ) по виду управления подразделяют на станки и системами циклового программного управления (ЦПУ) и станки с системами числового программного управления (ЧПУ). Системы ЦПУ более просты, так как в них программируется только цикл работы станка, а величины рабочих перемещений, т.е. геометрическая информация, задаются упрощенно, например с помощью упоров. В станках с ЧПУ управление осуществляется от программоносителя, на который в числовом виде занесена и геометрическая, и технологическая информация.

В отдельную группу выделяют станки с цифровой индикацией и преднабором координат. В этих станках имеется электронное устройство для задания координат нужных точек (преднабором координат) и крестовый стол, снабженный датчиками положения, который дает команды на перемещение до необходимой позиции. При этом на экране высвечивается каждое текущее положение стола (цифровая индикация). В таких станках можно применять или преднабор координат или цифровую индикацию; исходную программу работы задает станочник.

В моделях станков с ПУ для обозначения степени автоматизации добавляется буква Ф с цифрой: Ф1-станки с цифровой индикацией и преднабором координат; Ф2-станки с позиционными и прямоугольными системами чпу; Ф3-станки с контурными системами ЧПУ и Ф4-станки с универсальной системой ЧПУ для позиционной и контурной обработки. Особую группу составляют станки, имеющие ЧПУ для многоконтурной обработки, например, бесцентровые круглошлифовальные станки. Для станков с цикловыми системами ПУ в обозначении модели введен индекс Ц, с оперативными системами - индекс Т (например, 16К2Т1).

Системы числового программного управления (СЧПУ)-это совокупность специализированных устройств, методов и средств, необходимых для осуществления ЧПУ станками. Устройство ЧПУ (УЧПУ) станками - это часть СЧПУ, выполненная как единое целое с ней и осуществляющая выдачу управляющих воздействий по заданной программе.

В международной практике приняты следующие обозначения: NC-ЧПУ; HNC-разновидность ЧПУ с заданием программы оператором с пульта с помощью клавиш, переключателей и т.д.; SNS-устройство ЧПУ, имеющее память для хранения всей управляющей программы; CNC-управление автономным станком с ЧПУ, содержание мини-ЭВМ или процессор; DNS-управление группой станков от общей ЭВМ.

Для станков с ЧПУ стандартизованы направления перемещения и их символика. Стандартом ISO-R841 принято за положительное направление перемещения элемента станка считать то, при котором инструмент или заготовка отходят один от другого. Исходной осью (ось Z) является ось рабочего шпинделя. Если эта ось поворотная, то ее положение выбирают перпендикулярно плоскости крепления детали. Положительно направление оси Z-от устройства крепления детали к инструменту. Тогда оси X и Y расположены так, как это показано на рис.ЧПУ.1.

Использование конкретного вида оборудования с ЧПУ зависит от сложности изготовления детали и серийности производства. Чем меньше серийность производства, тем большую технологическую гибкость должен иметь станок.

При изготовлении деталей со сложными пространственными профилями в единичном и мелкосерийном производстве использование станков с ЧПУ является почти единственным технически оправданным решением. Это оборудование целесообразно применять в случае, если невозможно быстро изготовить оснастку. В серийном производстве также целесообразно использовать станки с ЧПУ. В последнее время широко используют автономные станки с ЧПУ или системы из таких станков в условиях переналаживаемого крупносерийного производства.

Принципиальная особенность станка с ЧПУ - это работа по управляющей программе (УП), на которой записаны цикл работы оборудования для обработки конкретной детали и технологические режимы. При изменении обрабатываемой на станке детали необходимо просто сменить программу, что сокращает на 80...90% трудоемкость переналадки по сравнению с трудоемкостью этой операции на станках с ручным управлением.

Основные преимущества станков с ЧПУ:

1. производительность станка повышается в 1,5...2,5 раза по сравнению с производительностью аналогичных станков с ручным управлением;

2. сочетается гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка-автомата;

3. снижается потребность в квалифицированных рабочих станочниках, а подготовка производства переносится в сферу инженерного труда;

4. детали, изготовленные по одной программе, являются взаимозаменяемыми, что сокращает время пригоночных работ в процессе сборки;

5. сокращаются сроки подготовки и перехода на изготовление новых деталей благодаря предварительной подготовке программ, более простой и универсальной технологической оснастке;

6. снижается продолжительность цикла изготовления деталей и уменьшается запас незавершенного производства.

# **1.2 Обзор CAM-систем.**

Сегодня для достижения успеха на рынке промышленное предприятие вынуждено работать над сокращением срока выпуска продукции, снижением ее себестоимости и повышением качества. Стремительное развитие компьютерных и информационных технологий привело к появлению CAD/CAM/CAE-систем, которые являются наиболее продуктивными инструментами для решения этих задач.

САМ-системы (computer-aided manufacturing) – компьютерная поддержка изготовления) автоматизируют расчеты траекторий перемещения инструмента для обработки на станках с ЧПУ и обеспечивают выдачу управляющих программ с помощью компьютера.

Развитие CAM-систем продолжается уже несколько десятилетий. За это время произошло некоторое разделение, или, точнее, «ранжирование» систем на уровни. Появились системы верхнего, среднего и нижнего уровней. Системы верхнего уровня обладают огромным набором функций и возможностей, но с ними тяжелее работать. Системы нижнего уровня имеют довольно ограниченные функции, но очень просты в изучении. Системы среднего уровня – это «золотая середина». Они обеспечивают пользователя достаточными для решения большинства задач инструментами, при этом не сложны для изучения и работы.

В данной работе рассматривается обработка детали и составление управляющей программы в CAM-системе.

**1.3 Виды CAM-программ.**

Siemens [NX](http://planetacam.ru/choice/nx/)

NX от компании Siemens PLM повышает производительность при разработке изделий, обеспечивая более быстрое и гибкое моделирование деталей и сборок, улучшенные возможности работы с разными CAD-системами, оптимизированные решения для численного моделирования и более эффективной технологической подготовки производства.

#### [FeatureCAM](http://planetacam.ru/choice/featurecam/)

Delcam FeatureCAM – CAD/CAM система, основанная на принципах рациональной обработки элементов. FeatureCAM позволяет автоматически или вручную идентифицировать элементы в твердотельной модели: технолог-программист указывает, какие элементы он хочет обработать и система сама готовит управляющую программу для обработки этих элементов.

#### [Mastercam](http://planetacam.ru/choice/mastercam/)

Mastercam обеспечивает Вас инструментами для всех видов программирования - от простых до экстремально сложных. В системе есть всё необходимое для вашего производства: фрезерная обработка от двух до пяти осей, токарная, токарно-фрезерная обработка, проволочная электроэрозия, деревообработка, художественное моделирование и гравировка.

#### [PowerMILL](http://planetacam.ru/choice/powermill/)

PowerMILL - является сновным пакетом в программной линейке Delcam. PowerMILL предназначен для разработки управляющих программ для 3-осевых и многоосевых фрезерных станков с ЧПУ.

# **2.Цель работы.**

Цель курсовой работы является составление управляющей программы механической обработки детали "Плита" на станке с ЧПУ в программном пакете Simens NX. Для этого необходимо:

А. Построить 3D модель обрабатываемой детали в Siemens NX.

Б. Подобрать инструменты и оборудование.

В. Задать инструмент, траекторию и режимы обработки в программе Siemens NX.

Г. Постпроцессировать обработку.

# **2.1 Задание на курсовую работу.**

В задании на курсовую работу и по согласованию с преподавателем необходимо произвести черновое фрезерование всего внутреннего и наружного контура детали, чистовое фрезерование всего внутреннего и наружного контура детали, фрезерование наклонных поверхностей, сверление отверстий 2\*Ø5 мм и 2\*Ø8 мм.

Деталь имеет сложную конфигурацию. Для его получения применяется механообработка.

# **2.2 Выбор способа получения заготовки.**

В данной курсовой работе заготовка поступает в виде нарезанного сортового проката длинной 90 мм и шириой 85мм прямоугольного сечения.

Материал заготовки – Сталь 45, Гост 1050-88.

Классификация: Сталь конструкционная углеродистая качественная

Применение: вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.

Табл. 1 Химический состав в % материала сталь 45

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **C** | **Si** | **Mn** | **Ni** | **S** | **P** | **Cr** | **Cu** | **As** |
| **0.42 - 0.5** | **0.17 - 0.37** | **0.5 - 0.8** | **до   0.3** | **до   0.04** | **до   0.035** | **до   0.25** | **до   0.3** | **до   0.08** |

Табл. 2 Физические свойства материала сталь 45

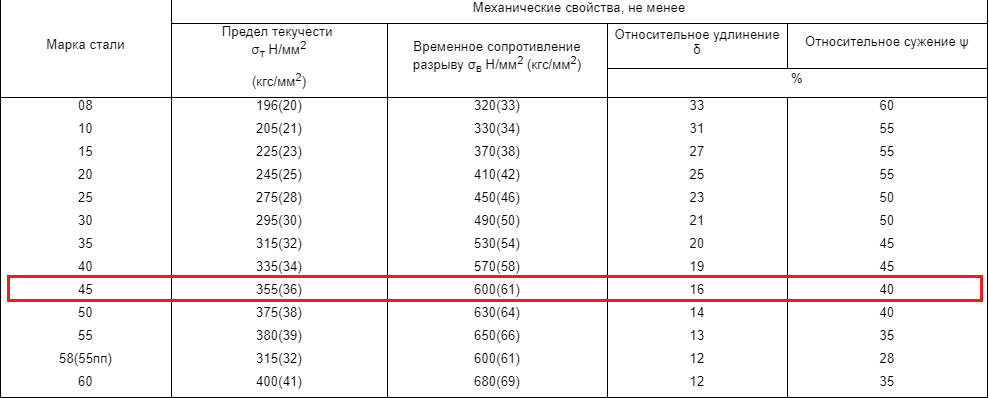


Табл. 3 Классификация материалов по справочнику Garant []



Материал заготовки – Сталь 45 ГОСТ 1055-88, по каталогу GARANT группа обрабатываемости материала – 3.1 – нелегированные улучшенные стали 700-850 Н/мм2.

Далее эти свойства будут учтены при выборе инструментов, а также режимов резания. Деталь будет изготовлена из стали 45, необходимо подбирать инструменты соответствующее данному материалу, чтобы избежать дефектов и поломки инструментов.

# **2.3 Разработка маршрутного ТП.**

Материал заготовки – сталь 45 ГОСТ 1055-88

Операция 005-фрезерно-сверлильная.

Оборудование: фрезерный вертикальный обрабатывающий центр GENOS M460R-VE [10] (Рис.1)



Рис.1 Фрезерный вертикальный обрабатывающий центр GENOS M460R-VE.

Табл. 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Технические характеристики | | GENOS M460R-VE |
| Перемещения | Ось Х, мм | 762 |
| Ось Y, мм | 460 |
| Ось Z, мм | 460 |
| От верхней части стола до торца шпинделя, мм | 150~610 |
| Стол | Размеры максимальной заготовки,  мм | 1000 x 460 |
| От пола до верхней части стола, мм | 800 |
| Максимальная нагрузка, кг | 700 |
| Шпиндель | Максимальная скорость шпинделя, об/мин | 12000 |
| Диапазоны скорости | Неопределенные переменные |
| Коническое отверстие | 7/24 конус No. 40 |
| Диаметр подшипника, мм | ø70 |
| Скорость подачи | Ускоренная подача, м/мин | X-Y: 40, Z: 32 |
| Скорость подачи на резание, м/мин | X-Y-Z: 32 |
| Двигатели | Шпиндель, кВт | 22/18.5 |
| Оси подачи, кВт | X-Y-Z: 4 |
| ATC | Хвостовик инструмента | MAS BT40 |
| Pull stud | JIS (thru) |
| Количество инструментов | 32 |
| Максимальный диаметр инструмента,  мм  (со смежными инструментами) | ø90 |
| Максимальный диаметр инструмента,  мм  (без смежных инструментов) | ø125 |
| Максимальная длина инструмента, мм | 300 |
| Максимальный вес инструмента, кг | 8 |
| Момент максимальной массы, Н-м | 7.8 [8 кг x 100 мм] |
| Размер станка | Высота, мм | 2746 |
| Площадь пола, мм | 2200 x 2805 |
| Вес, кг | 6300 |

Переходы:

1) Начерно фрезеровать весь внутренний и наружный контур детали;

2) Начисто фрезеровать весь внутренний и наружный контур детали;

3) Фрезеровать наклонные поверхности;

4) Сверлить 2 отв.\* Ø 8 мм

5) Сверлить 2 отв. \* Ø 5 мм

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Переход: | Инструмент: | Профиль инструмента: |
| 1 | Начерно фрезеровать весь внутренний и наружный контур детали | Фреза: Фреза твердосплавная 10 мм, Garant № 202720 |  |
| 2 | Начисто фрезеровать весь внутренний и наружный контур детали | Фрезы твердосплавные 5 мм, Garant № 202720 |
| 3 | Фрезеровать наклонные поверхности | Фреза: Фреза твердосплавная сферическая HPC 6 мм, Garant, № 207280 |  |
| 4 | Сверлить 2 отв. \* Ø 8 | Серло: Короткое сверло HSS-E 1 мм, Garant № 113260 |  |
| 5 | Сверлить 2 отв. \*  Ø 5 мм | Серло: Короткое сверло HSS-E 1 мм, Garant № 113260 |

Операция 005:

Переход 1:

Выбираем фрезу для черново й обработки Фреза твердосплавная 10 мм, Garant № 202720 с GENOS M460R-VE.

Из справочника [2] (стр. 753) и спецификации гарант для обработки выбираем следующие значения:

So = 0,12 мм/об. n = 1750 об/мин. Vс = 55 м/мин.

Для наглядности и дальнейшего удобства использования создана таблица инструмента по переходам:

Режимы резания назначают по нормативам режимов резания. Режимы резания определяются для каждого технологического перехода.

Операция 010:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание перехода | t, мм | Vрез., мм/мин | So,мм/об, | n,об/мин |
| 1 | Начерно фрезеровать весь внутренний и наружный контур детали | 2 | 55 | 0.12 | 1750 |
| 2 | Начисто фрезеровать весь внутренний и наружный контур детали | 1 | 55 | 0.12 | 3500 |
| 3 | Фрезеровать наклонные поверхности | 0,8 | 38 | 0.20 | 2015 |
| 4 | Сверлить 2 отв диам 8 | 7 | 136 | 0.11 | 1233 |
| 5 | Сверлить 2 отв диам 5 | 7 | 158 | 0.08 | 1974 |

где t, мм – глубина резания; Vрез., м/мин – скорость резания; So, мм/об – подача; n, об/мин – частота вращения.

# **3. Разработка управляющей программы. Структура управляющих программ. Построцессирование.**

Мною была выбрана заранее разработанная деталь «Плита» для ее дальнейшей обработки в программе Siemens NX. Заготовка для детали выглядит следующим образом:

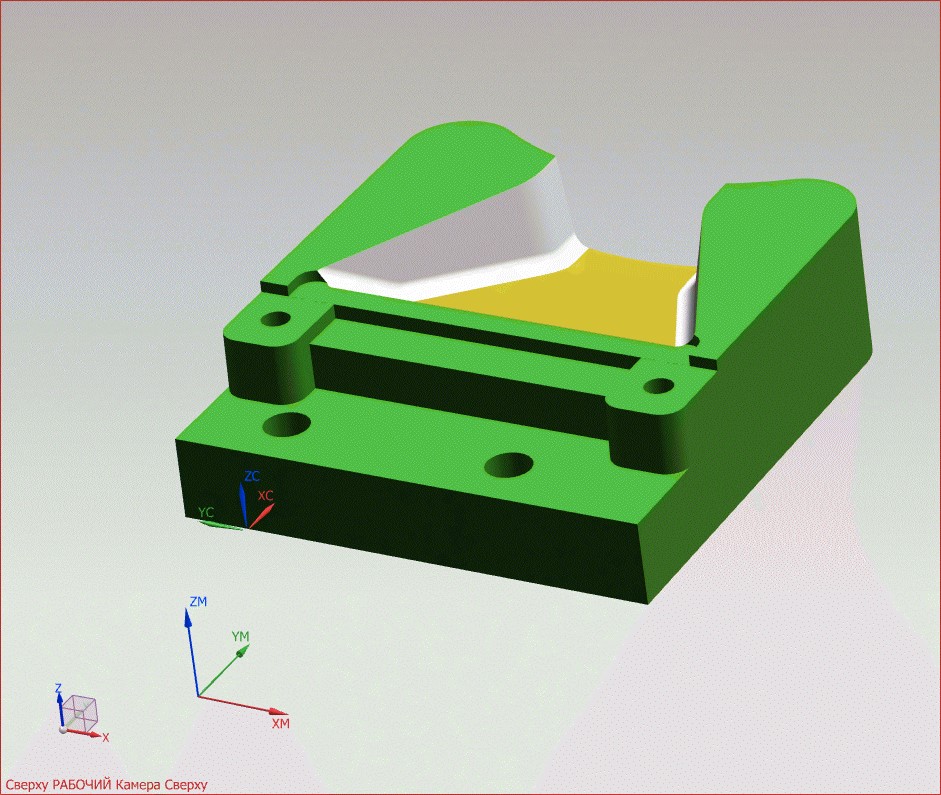


Рис. 2 - Внешний вид заготовки «Плита»

Создание детали. Сам файл сборки не содержит геометрии, поэтому его нужно дополнить важными для обработки элементами геометрии. Объекты MSC\_MILL и WORKPIECE создаются при инициализации и обозначают, соответственно, систему координат и деталь для обработки.

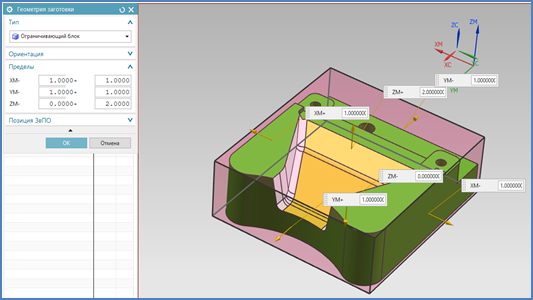


Рис. 3 – Создание геометрии детали

Создание заготовки. Используем тип создания - ограничивающий блок по контурам детали (плюс 1 мм с каждой стороны, плюс 2 мм сверху). Создание геометрии позволяет затем ее автоматически использовать при создании всех операций.

Для понимания параметров детали, от которых будет зависеть выбор инструментов, методов, особенности программы обработки проведем ряд измерений.

Во-первых, нужно определить общие размеры детали и размеры важных элементов. Деталь имеет небольшие размеры - высота – около 27мм, длина - 90 мм, ширина - 85 мм. Для того, чтобы понять параметры будущих инструментов, проведем измерение минимальных радиусов скругления и параметров соединений граней модели. Судя по ряду замеров - минимальный диаметр скруглений - 6 мм. Кроме того, в детали присутствуют 4 отверстия диаметрами 8 и 5 (с уширением до 6) мм.

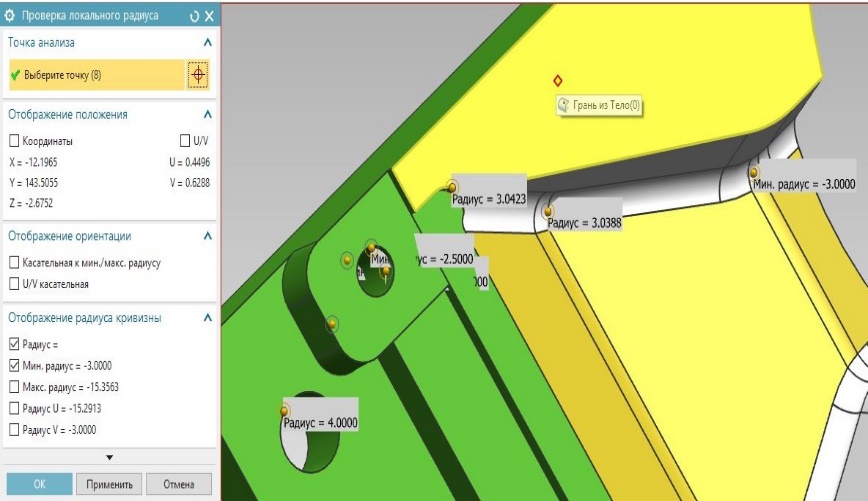
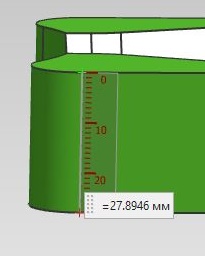


Рис. 4,5 – Анализ геометрических параметров детали

Анализ граней. Программа дает возможность провести анализ углов граней, что важно для создания программы последующей обработки. Анализ показал, что боковые грани расположены под углом в 89 градусов к основанию. В центре детали есть грани, расположенные под углом- 12 и 35 градусов к основанию, что, вероятно, потребует особых способов обработки.

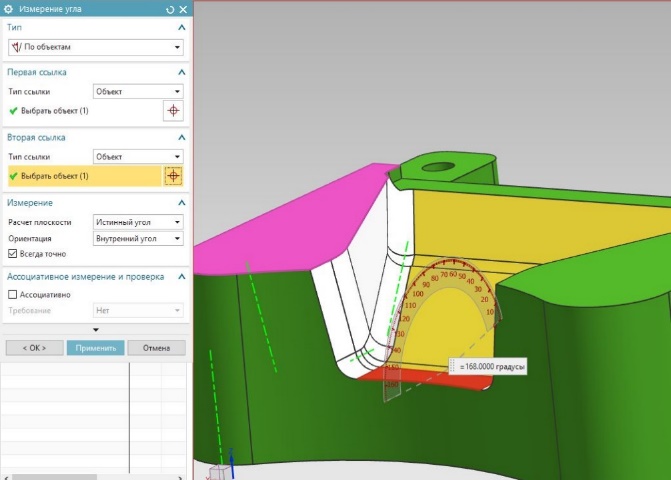
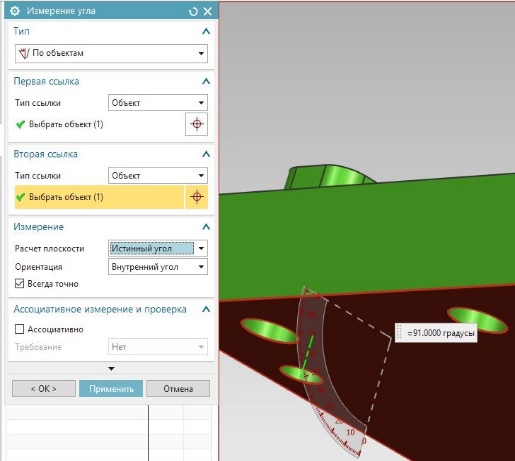


Рис. 6, 7 – Анализ граней детали

3.1 Создание инструментов

Предполагая, какие операции мы будем проводить, мы можем подобрать необходимые инструменты, опираясь на замеры параметров детали, минимальные радиусы с учетом предполагаемых типов используемых операций. Создание инструментов проводится с помощью пункта на панели «создание инструмента».

Для черновой обработки создадим концевую фрезу диаметром 10 и назовем ее MILL\_D10

Для финишной обработки создадим концевую фрезу диаметром 5 и назовем ее MILL\_D5

Для обработки наклонных поверхностей нужно создать шаровую фрезу. Учитывая размер скруглений, которые были выяснены ранее, стоит выбрать для нее диаметр - 6 мм (BALL\_MILL\_D6).

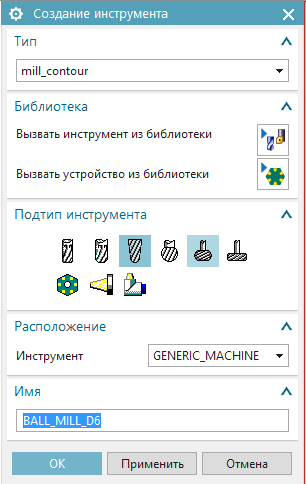


Рис. 8 – Создание инструмента для обработки наклонных поверхностей

Для сверления нужны 2 сверла, диаметрами 5 и 8 мм - STD\_DRILL\_D5 и STD\_DRILL\_D8

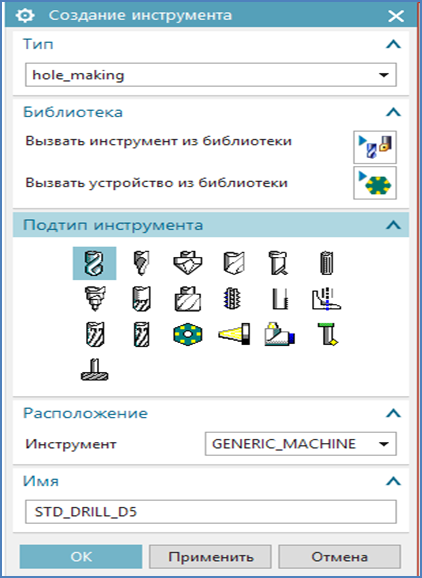


Рис. 9 – Создание инструмента для сверления

Итоговый набор инструментов будет содержать 5 инструментов для проведения всех операций.

# **3.2 Создание операций**

Черновая обработка. В качестве типа операции, учитывая параметры детали, мы выберем Глубинное фрезерование (mill\_contour) фрезой D10. Основная задача операции - убрать большой объем материала фрезой сравнительно большого диаметра. Обрабатывается вся деталь полностью по всем уровням, область резания отдельно не уточняется. Шаблон резания удобнее выбрать - “Вдоль детали” - в этом случае фреза идет вдоль граней детали и создает удобные для последующей обработки поверхности. Генерируем и проверяем (верифицируем) созданные траектории движения инструмента.

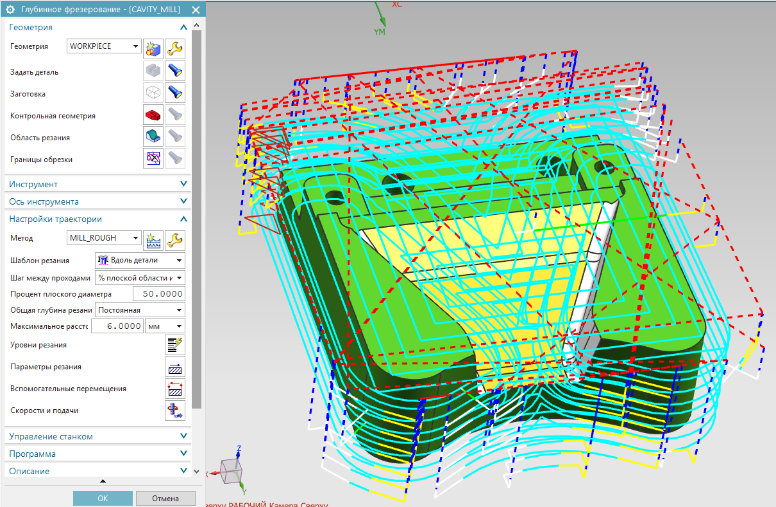
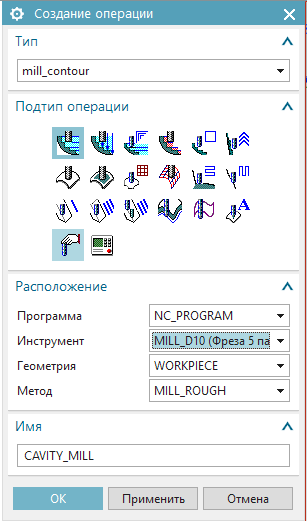


Рис.10 – Процесс черновой обработки

Финишная обработка будет проходить в несколько этапов, включать разные типы операций: фрезерование вертикальных (внешних) граней, обработка плоских граней и фрезерование наклонных плоских поверхностей.

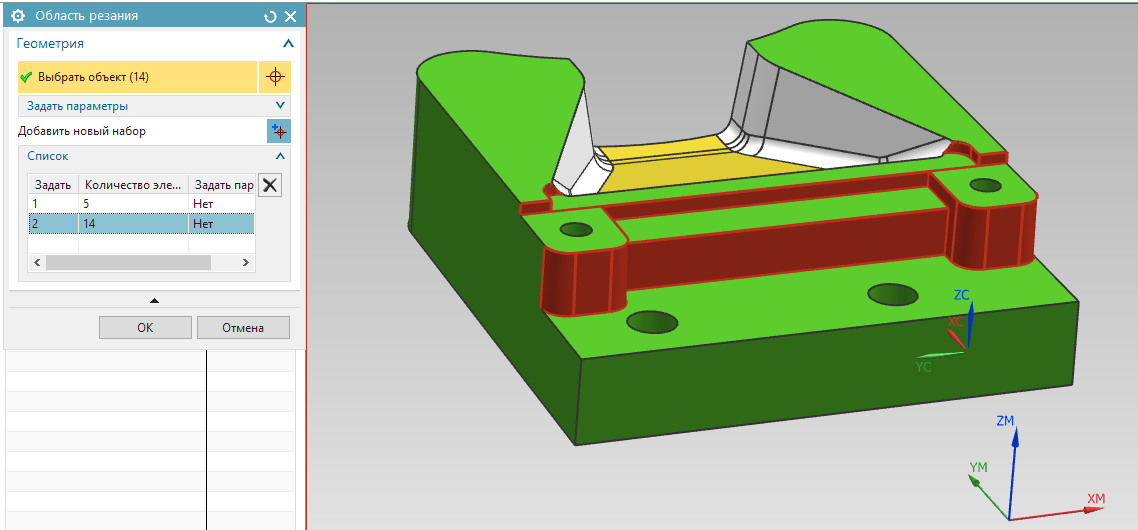
Глубинное фрезерование фрезой D4. Шаблон резания - вдоль детали. Задача - убрать с высокой точностью материал с боковых граней (вертикальных) фрезой с диаметром, учитывающим особенности геометрии детали. Здесь необходимо выбрать области резания - грани которые необходимо обработать. На детали были отмечены 2 группы, включающие 19 граней.  


Рис. 11 – Определение группы обработки детали

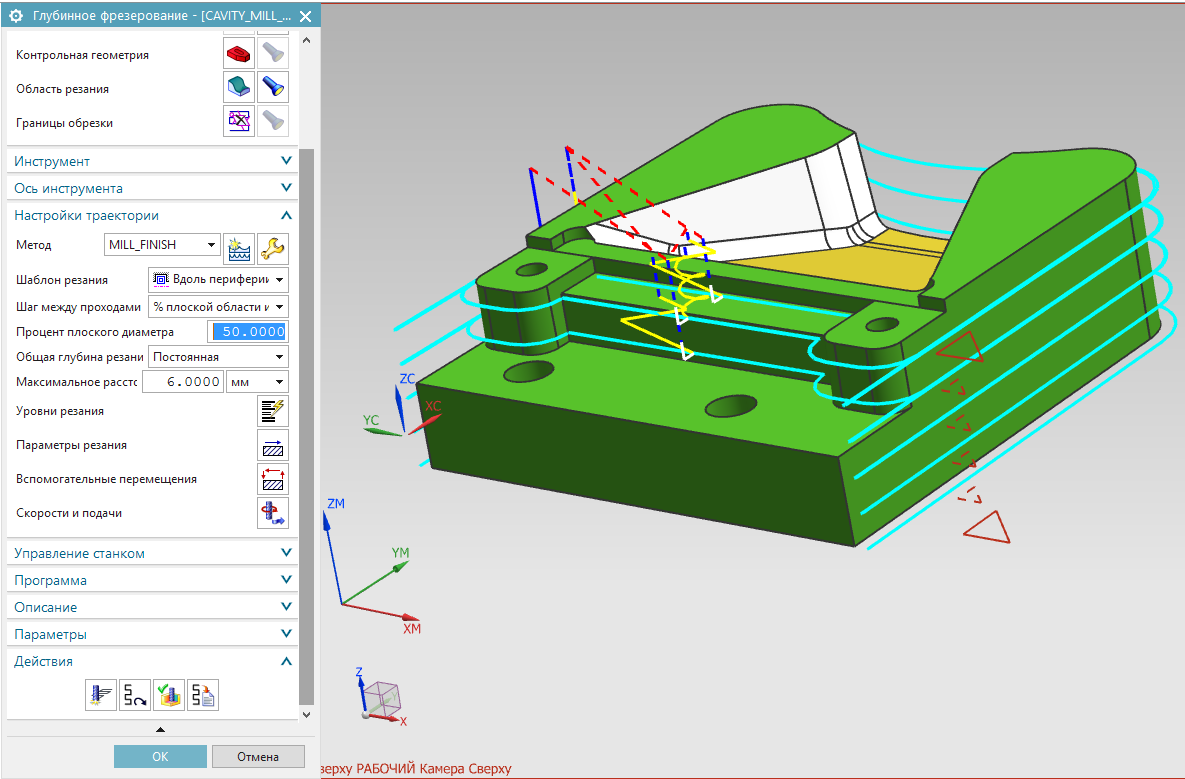
Генерация траектории с учетом выбранных областей охватывает всю деталь с внешней стороны с учетом всех скруглений. Сложность здесь представляет обработка одной из фронтальных граней (на рисунке не охваченная линиями траекторий движения инструмента). Анализ показал, что она имеет отрицательный уклон, ее обработка потребует уточнения параметров расположения оси шпинделя станка.  


Рис. 12 – Процесс обработки боковых граней

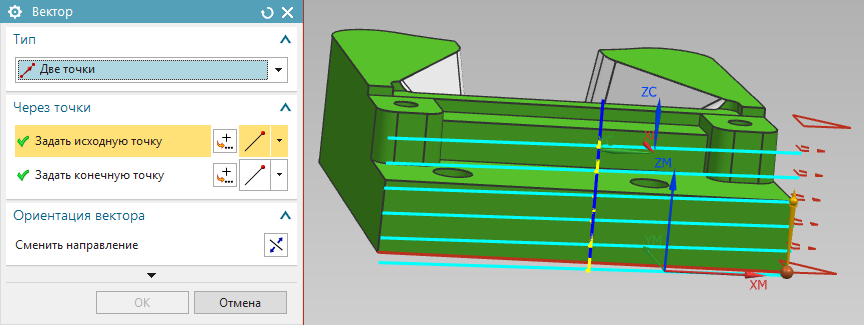
Для обработки оставшейся грани необходимо создать новую операцию, в настройках которой откорректировать ось инструмента. В качестве вектора, определяющего ось инструмента можно выбрать одно из ребер детали и определить вектор по 2 точкам на нем. Далее необходимо выбрать область резания и построить траекторию движения инструмента по обычной схеме.  


Рис. 13 – Проверка правильности выполнения

Проверка траекторий показала, что программа указала резание по всей высоте детали. Для корректировки этой неточности, в настройках операции нужно указать правильные уровни резания.

На следующем этапе необходима чистовая обработка горизонтальных плоских граней. Для этого используется операция FACE\_MILLAREA – Фрезерование плоских граней. В качестве инструмента выбираем фрезу D5. Здесь нужно задать область резания – в окне свойств операции задать границы грани, в качестве шаблона резания выбрать - вдоль детали.

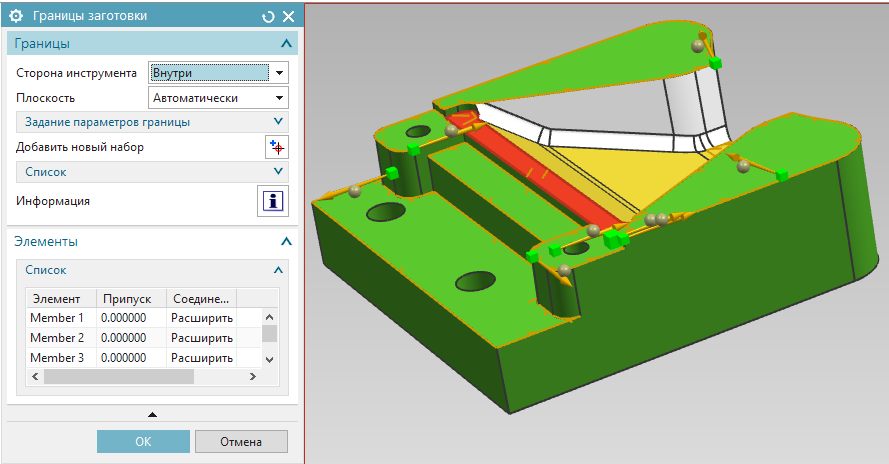
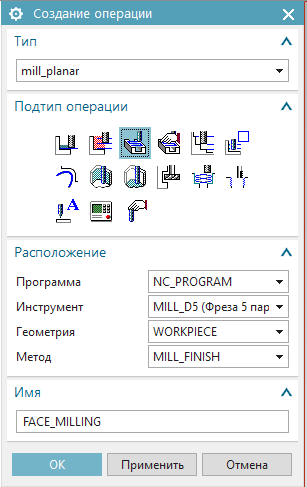


Рис. 14 – Создание операции чистовой обработки граней

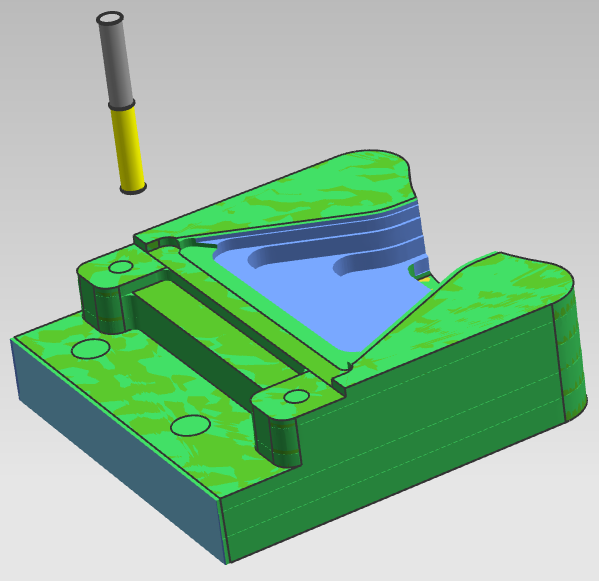
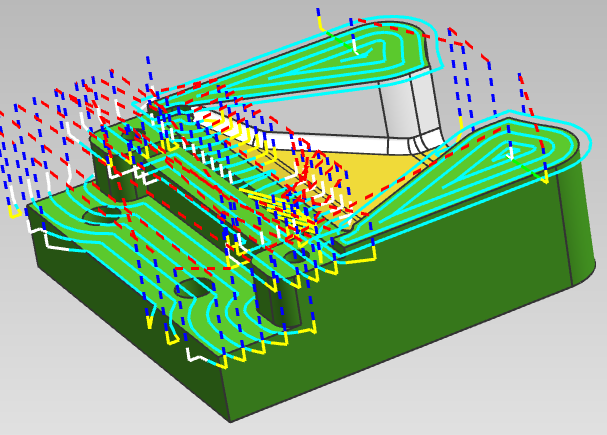
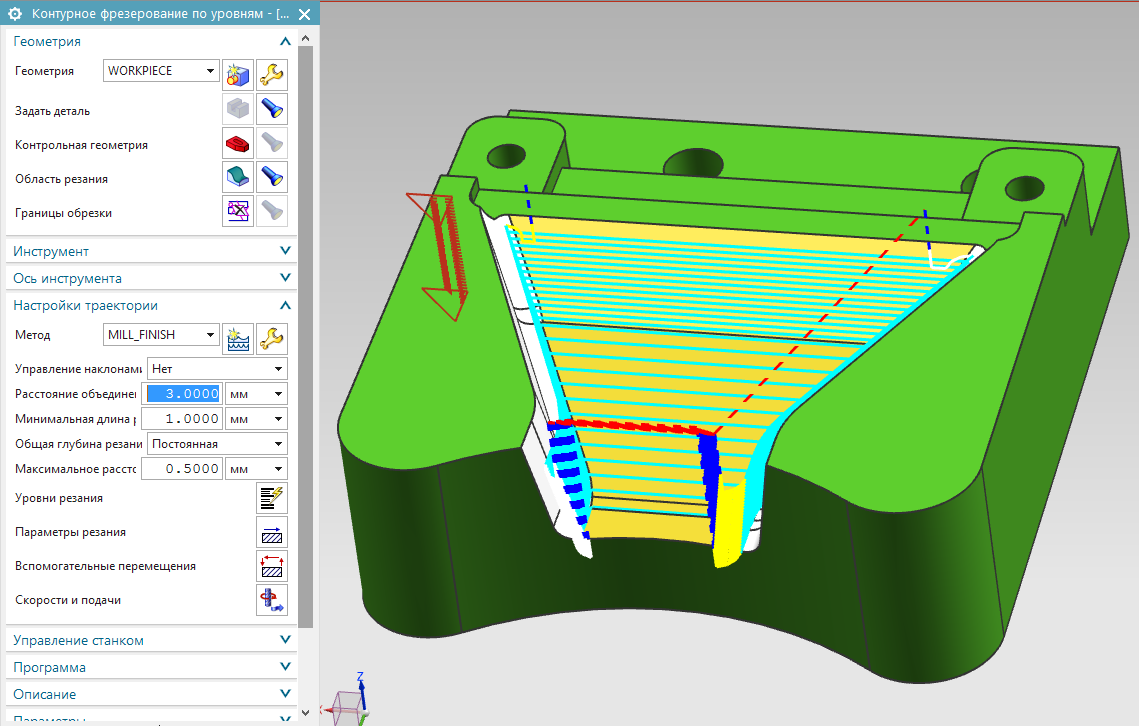
В результате выбора всех необходимых горизонтальных граней построена траектория. Верификация показала, что деталь обработана правильно. 

Рис. 15, 16 – Процесс проведения чистовой обработки детали

Для обработки наклонных поверхностей необходимо использовать тип операции mill\_contour, подтип - Контурное фрезерование по уровням. В качестве инструмента нужно выбрать шаровую фрезу диаметром 6 мм. В свойствах операции нужно



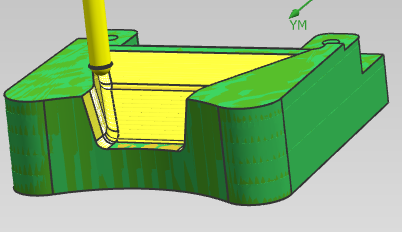


Рис. 17 – Обработка наклонных поверхностей

выбрать области резания – грани внутренней полости (на рисунке отмечены желтым). Для обеспечения приемлемого уровня качества обработки наклонной грани, учитывая размеры фрезы, в настройках траектории нужно уменьшить максимальное расстояние до 0,5 мм. В результате верификации траектории получается сглаженная наклонная поверхность.

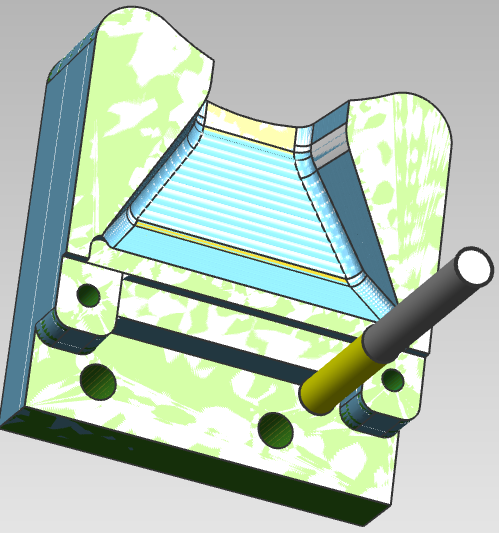
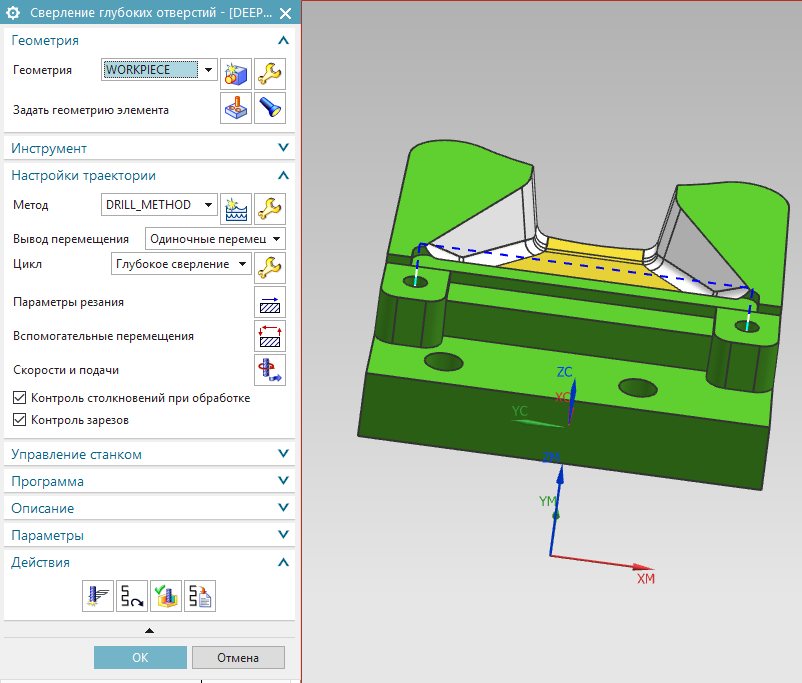
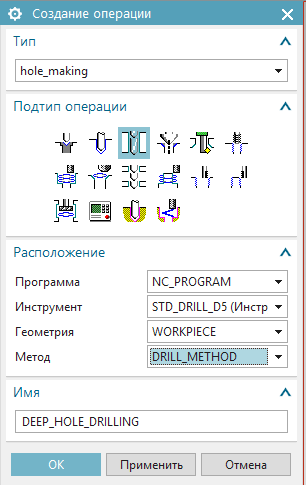
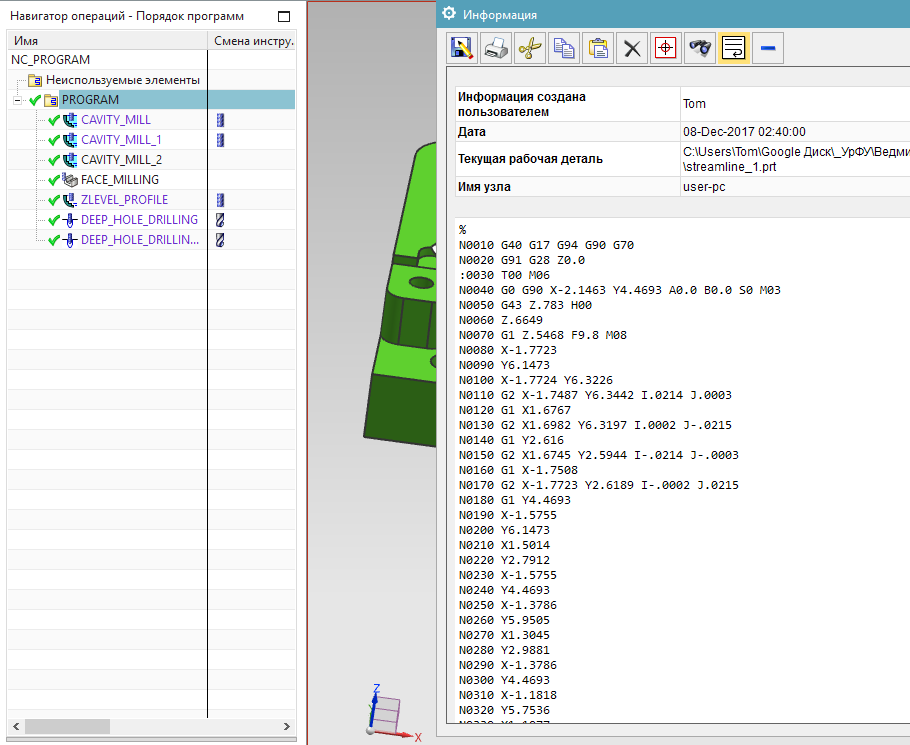
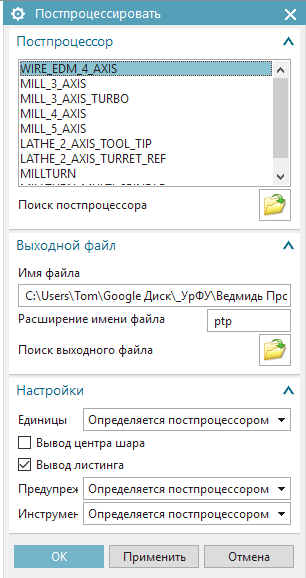
На заключительном этапе обработки нужно сделать 4 отверстия. Для этого используется метод hole\_making, подтип - сверление глубоких отверстий, выбирается сверло нужного диаметра из созданных ранее инструментов. В окне свойств операции нужно в список элементов внести все нужные отверстия, в настройках операции указать предел глубины - сквозное. Machining area - model depth - для обеспечения полной глубины.  


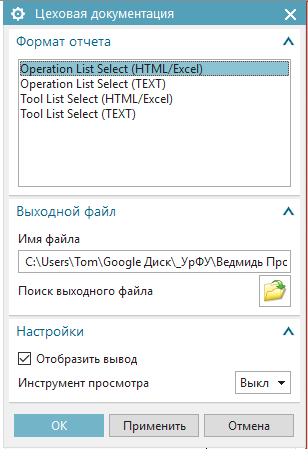
Рис. 18, 19 – Сверление отверстий Ø5 мм

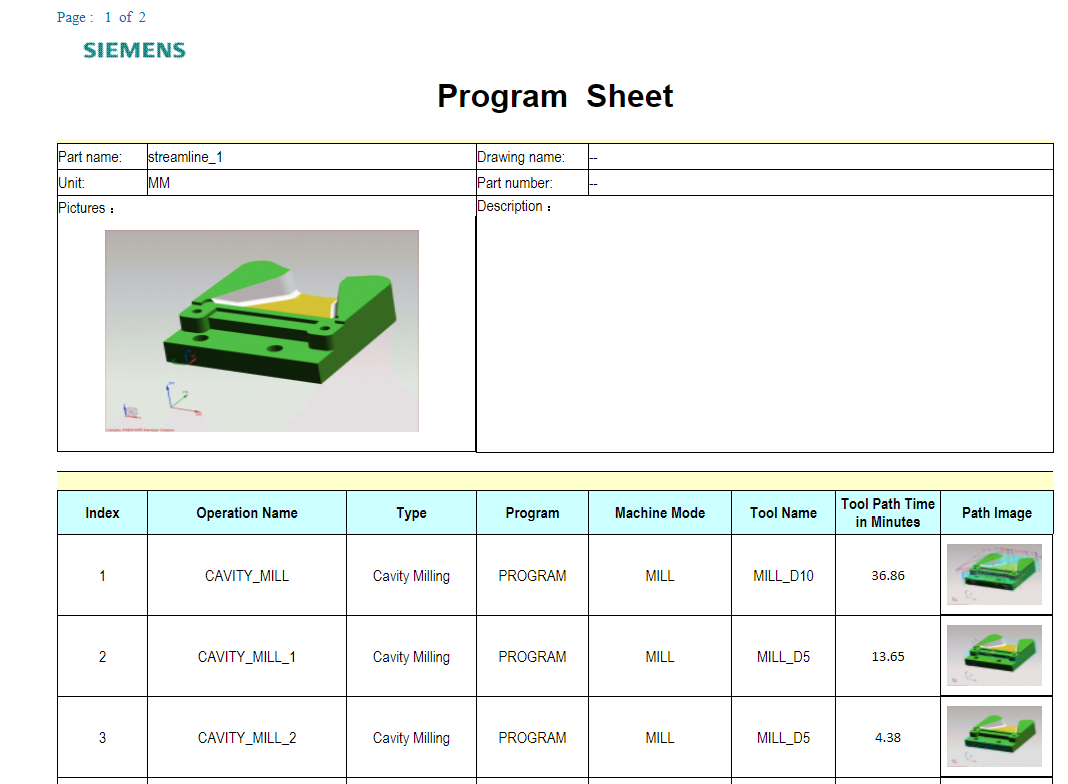
Подобную операцию нужно сделать и для отверстий диаметра 8 мм. Верификация операции показала правильную работу станка. Это заключительный этап создания программы обработки. При необходимости программа позволяет провести верификацию всей программы, включающей несколько операций разных типов и подтипов, смену инструмента. В нашем случае, верификация показала в целом, удовлетворяющую требованиям задания обработку. В качестве недостатка подобной обработки (что нельзя отнести к недостаткам программного обеспечения NX11) можно назвать невозможность точной обработки внутренних углов. Этот недостаток проявился и в ходе выполнения нашего задания.

3.3 Выгрузка программы (постпроцессирование).  
Программа, которая является результатом работы в модуле обработки NX12, может быть выгружена отдельный файл в виде, соответствующем типу станка.  
   
Рис. 20 – Выгрузка программы

Программа в обработке представлена в Приложении 2 курсовой работы

# **3.4 Создание документации**

Программная среда NX12 предполагает возможности создания цеховой документации, включающий список операций и инструментов. В окне создания отчета можно выбрать формат выходного файла, его расположение и содержание (операции или инструменты).  
Фрагменты отчетов по операциям и инструментам по нашей программе обработки представлены ниже.



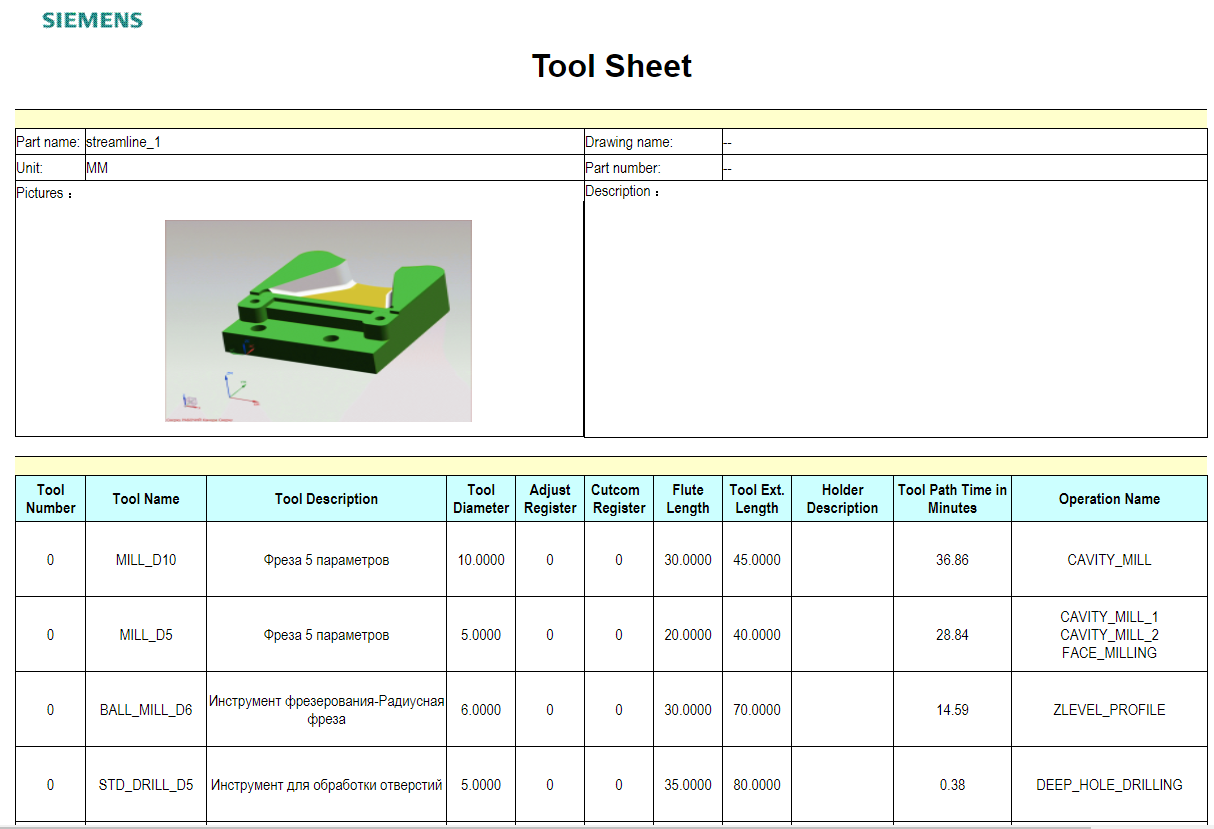


Рис. 21, 22 – Создание документации по обработке

# **Заключение.**

В данной курсовой работе была разработана управляющая программа для обработки детали Плита на станке GENOS M460R-VE. Для этого станка были выбраны режущие инструменты, обеспечивающие получение детали заданной формы, размеров и качества поверхностей. А также выбраны режимы резания, для обеспечения оптимальных условий обработки на выбранном технологическом оборудовании.

В среде Siemrns NX была проведена симуляция обработки на станках. Результатом работы является разработанная управляющая программа, часть которой представлена в приложении Б.

# **Список использованных источников.**

1. Состав системы инструментообеспечения [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://enciklopediya-tehniki.ru/avtomatizaciya-proizvodstva/sostav-sistemy-instrumentoobespecheniya.html – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 15.03.2019).

2. GARANT ToolScout: справочник по резанию. СПб.: Хоффман, 2015. 493 с.

3. Sandvik Coromant: Технология обработки металлов резанием. Учебное пособие. Москва 2009 г. - 359 с.

5. Гусев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / Под ред. В.И. Гусева. М.: Машиностроение, 2005. – 368 с

6. Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие для вузов / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниеевич, В. И. Шагун. - Минск: Дизайн ПРО, 2002. (Дата обращения 15.03.2019);

7. Ведмидь П.А., Сулинов А.В. Программирование обработки в NX CAM.-М.: ДМК Пресс, 2014.-304 с.:ил. ISBN 978-5-97060-143-3

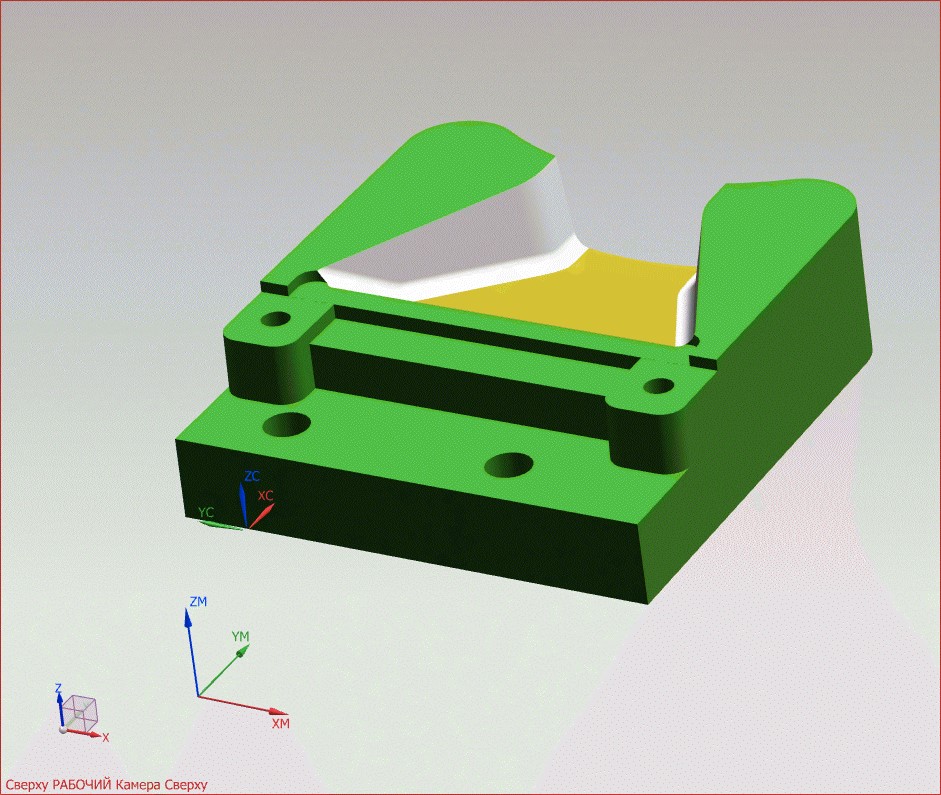
8. Ведмидь П.А.Основы NX CAM.- М.: ДМК Пресс, 2012.-216 с.:ил. ISBN 978-5-94074-455-9

9. Звонцов И.Ф., Иванов К.М., Серебреницкий П.П. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ: Учебное пособие-2-е изд.,стер.-СПб.: Издательство «Лань» , 2018.-588. ил. ISBN 978-5-8114-2123-7

10. Фрезерный вертикальный обрабатывающий центр GENOS M460R-VE, [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://okuma-russia.ru/

# **Приложение А.**

Модель детали, представленной для обработки



# **Приложение Б**

Управляющая программа

Переход 1

%

BEGIN PGM MM

BLK FORM 0.1 Z X-56.93 Y-1.034 Z-34.249

BLK FORM 0.2 X42.39 Y169.944 Z22.989

L Z0 FMAX M91

TOOL CALL 1 Z S2000 DL+0.0 DR+0.0

N0010 G40 G17 G94 G90 G70

N0020 G91 G28 Z0.0

:0030 T00 M06

N0040 G0 G90 X-2.1463 Y4.4693 A0.0 B0.0 S0 M03

N0050 G43 Z.783 H00

N0060 Z.6649

N0070 G1 Z.5468 F9.8 M08

N0080 X-1.7723

N0090 Y6.1473

N0100 X-1.7724 Y6.3226

N0110 G2 X-1.7487 Y6.3442 I.0214 J.0003

N0120 G1 X1.6767

N0130 G2 X1.6982 Y6.3197 I.0002 J-.0215

N0140 G1 Y2.616

N0150 G2 X1.6745 Y2.5944 I-.0214 J-.0003

N0160 G1 X-1.7508

N0170 G2 X-1.7723 Y2.6189 I-.0002 J.0215

N0180 G1 Y4.4693

N0190 X-1.5755

N0200 Y6.1473

STOP N30

END PGM MM.