

Delcam Advanced Manufacturing Solutions

PowerMILL 2012

Основы работы в PowerMILL

ОСНОВЫ РАБОТЫ В POWERMILL

Автор: Пикалов Яков Юрьевич

Учебное пособие содержит три раздела. В первом разделе представлены основные положения разработки оптимальных управляющих программ с учетом используемого оборудования, режущего инструмента и технологической оснастки. Во втором разделе приводится разъяснение по основным инструментам программного продукта PowerMill от фирмы Delcam. Третий раздел содержит пошаговое описание всех этапов разработки управляющей программы для корпусной детали с обоснованием принятых решений.

Для выполнения упражнений представленных в учебном пособии необходимы файлы моделей из папки **Models**, проекты из папки **Projects** и опционные файлы из папки **PostProcessors.**

Электронная версия учебного пособия предназначена только для бесплатного ознакомления. Любое использование материалов без согласия автора запрещено.

Ваши вопросы, а также предложения по улучшению данного учебного пособия можете направлять на электронную почту yapibest@gmail.com

Содержание

Введение 6
1 Рекомендации по разработке управляющих программ 7
1.1 Показатели оптимальности управляющей программы 7
1.2 Шаг фрезы и количество зубьев фрезы 7
1.3 Главный угол в плане 8
1.4 Толщина стружки и подача на зуб 10
1.5 Положение фрезы относительно заготовки 13
1.6 Условия входа в обрабатываемый материал 15
1.7 Постоянство контакта фрезы и заготовки 16
1.8 Производительность фрезерования 18
1.9 Современные производители режущих инструментов 19
1.10 Станочные интерфейсы 24
2 Основные инструменты разработки управляющих программ в PowerMill 30
2.1 Возможности PowerMill 30
2.2 Знакомство с интерфейсом PowerMill 31
2.3 Перед началом работы 32
2.4 Типовой алгоритм разработки УП в среде PowerMILL 36
2.5 3D модели 55
2.6 Заготовка 62
2.7 Система координат 63
2.8 Режущий инструмент 74
2.9 Безопасные высоты 95
2.10 Режимы резания 96
2.11 Стратегии выборки 102
2.12 Доработка заготовки 137
2.13 Создание границ 161
2.14 2D-элементы 172
2.15 Финишные стратегии 176
2.16 Создание NC-Файла 201
3 Пример пошаговой разработки управляющей программы для обработки корпусной детали 213

3.1 Технологический процесс изготовления корпуса 213
3.2 Импорт и позиционирование моделей, создание заготовки и систем координат 226
3.3 Создание инструмента и режимов резания 232
3.4 Настройка безопасных высот, начальных и конечных точек, припусков по умолчанию. 249
3.5 Создание стратегий черновой обработки на первом установе 252
3.6 Редактирование и оптимизации стратегии черновой обработки 256
3.7 Создание траектории обработки первого свободного торца. 262
3.8 Создание траектории доработки горизонтальной плоскости 264
3.9 Создание траектории обработки второго свободного торца. 265
3.10 Создание NC-файла управляющей программы 267
3.11 Симуляция обработки заготовки на первом установе 270
3.12 Создание дополнительных элементов управляющей программы 276
3.13 Подготовка проекта ко второму установу 281
3.14 Создание траекторий обработки заготовки второго установа 283
3.15 Подготовка проекта к созданию траектории выборки 288
3.16 Создание границы для траектории выборки 288
3.17 Создание первого варианта траектории выборки 291
3.18 Создание второго варианта траектории выборки 301
3.19 Создание третьего варианта траектории выборки 306
3.20 Создание траектории чистовой обработки стенок 313
3.21 Создание траектории чистовой обработки плоскости 316
3.22 Создание траектории черновой обработки пазов 9х3,5 319
3.23 Создание траектории чистовой обработки стенок пазов 9х3,5 328
3.24 Создание траектории чистовой обработки плоскости пазов 9х3,5 330
3.25 Создание траекторий сверления отверстий диаметром 3,5 мм 334
3.26 Создание траекторий сверления отверстий диаметром 3,8 мм 338

3.27 Создание траекторий развертывания отверстий диаметров 4 мм 339

3.28 Создание NC-файла управляющей программы второго установа 340

3.29 Подготовка проекта к третьему установу 344

3.30 Создание границы для обработки крайних уступов 346

3.31 Создание траектории черновой обработки крайних уступов 347

3.32 Создание траектории чистовой обработки крайних уступов 351

3.33 Перезажим заготовки..... 352

3.34 Создание границы для обработки трех пазов 353

3.35 Создание траектории черновой обработки трех пазов 353

3.36 Создание траектории чистовой обработки трех пазов..... 355

3.37 Создание траектории сверления 12 отверстий 357

3.38 Создание траектории разрезания заготовки..... 360

3.39 Создание NC-файла управляющей программы третьего установа 366

3.40 Подготовка проекта к первому установу операции 020 371

3.41 Создание траектории черновой обработки базовой плоскости 374

3.42 Создание траектории чистовой обработки базовой плоскости 379

3.43 Создание NC-файла управляющей программы первого установа операции 020 379

3.44 Создание траекторий черновой и чистовой обработки плоскости под крышку 381

3.45 Создание траектории черновой обработки торцев корпуса .. 383

3.46 Создание траектории сверления 6 отверстий 385

3.47 Создание траектории накатки резьбы метчиком в 4 отверстиях 387

3.48 Создание траекторий обработки отверстий под подшипник 388

3.49 Создание NC-файла для второго установа операции 020..... 390

3.50 Постпроцессирование файлов управляющей программы 392

Список литературы 402

Введение

В современном машиностроении основные тренды развития направлены в сторону интенсификации обработки, повышения концентрации технологических операций на станочном оборудовании, повышения точности и сложности механической обработки. Все эти тенденции вызывают необходимость в автоматизации более сложных процессов на всех этапах технологического цикла, в том числе и подготовки управляющих программ. Если на заре систем ЧПУ достаточно было просто обеспечить движение инструмента по траектории, состоящей из прямых и окружностей, с требуемой точностью, то теперь во главу угла становится эффективность процессов. Под эффективностью следует понимать себестоимость продукции, которая в свою очередь должна быть минимальной. А для этого необходимо обеспечить максимальную производительность обработки с минимальными затратами и требуемым качеством изделия.

То есть, специалист обязан не только знать программную среду разработки управляющих программ, но и понимать физические основы процесса резания: как влияет геометрия инструмента на направления составляющих сил резания, что может приводить к вибрациям инструмента, какие факторы оказывают влияние на точность и производительность обработки, что снижает стойкость инструмента, как избежать преждевременного выхода из строя станочного оборудования, по какой траектории должен двигаться инструмент для обеспечения максимального ресурса и т.д.

Таким образом, разрабатываемые управляющие программы должны учитывать множество факторов влияющих на эффективность обработки и среди большого многообразия вариантов технологического процесса, инженер-технолог должен выбрать оптимальный.

1 Рекомендации по разработке управляющих программ

1.1 Показатели оптимальности управляющей программы

Разработка управляющих программ для станочного оборудования предполагает анализ нескольких вариантов и выбор из них оптимального и в качестве основных критериев оптимальности управляющей программы выступают [1]:

- Качество (точность геометрических размеров и шероховатость поверхностей детали);
- Производительность (объем удаляемого материала в единицу времени, время на обработку детали);
- Ресурсоемкость (стоимость станка и инструмента, затраченная мощность).

Показатели каждого из этих критериев зависят от ряда факторов, действующих в процессе обработки:

- Режимы резания (скорость резания, подача на зуб);
- Геометрические параметры инструмента (количество зубьев фрезы и шаг их расположения, радиус при вершине, главный угол в плане, наличие и размер зачистной фаски);
- Материалы заготовки и режущего инструмента и его покрытия;
- Условия резания (положение фрезы относительно срезаемого материала, глубина и ширина резания, угол дуги контакта в процессе резания, траектория движения инструмента, жесткость станка/приспособления/инструмента).

1.2 Шаг фрезы и количество зубьев фрезы

При выборе оптимального эффективного числа зубьев фрезы, z_c, для выполнения той или иной операции необходимо также учитывать шаг, с которым зубья распределяются по окружности (таблица 1).

Таблица 1 – Шаг зубьев

Характеристика	**Шаг зубьев фрезы**		
	большой	**средний**	**мелкий**
Производительность	★	★★	★★★
Стабильность	★★★	★★	★
Энергопотребление	★★★	★★	★
Инструмент с большим вылетом	★★★	★★	★
Исполнение с неравномерным шагом	★★	★	
Высокоскоростное фрезерование		★	★★
Группа обрабатываемого материала по ISO	N	P, M и S	K

С увеличением числа режущих зубьев, увеличивается минутная подача, при сохранении скорости резания и подачи на зуб, без риска перегрева режущей кромки.

Увеличение количества зубьев уменьшает расстояние между пластинами, а, следовательно, пространство для размещения стружки. Поэтому фрезы с мелким шагом, чаще всего, изготавливают с равномерным шагом.

Мощность оборудования зачастую является ограничивающим фактором при расчете эффективного числа зубьев.

1.3 Главный угол в плане

Главным углом, называется угол, измеряемый между главной режущей кромкой и обрабатываемой поверхностью (рисунок 1). Он определяет толщину срезаемого слоя, оказывает влияние на направление сил резания и стойкость инструмента. В основном фрезы выпускаются с главным углом в плане 90°, 45° и 10°, а также фрезы с круглыми пластинами (таблица 2).

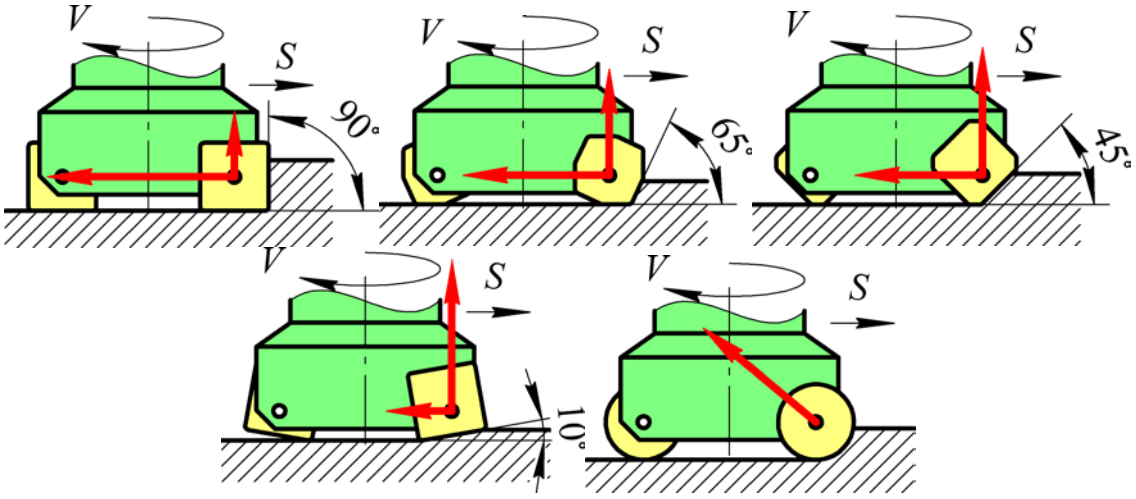


Рисунок 1 – Главный угол в плане и силы резания

Таблица 2 – Главный угол в плане

Характеристика	**Главный угол в плане**				
	90°	65°	45°	10°	круглая пластинка
Область применения	Прямоугольные уступы	Обработка с большой глубиной резания	Торцевое фрезерование	Фрезерование с большими подачами и плунжерное фрезерование	Высокопроизводительное черновое фрезерование и обработка труднообрабатываемых материалов
Радиальная составляющая силы резания	★★★★	★★★	★★	★	зависит от глубины срезаемого слоя
Осевая составляющая силы резания	★	★★	★★★	★★★★	
Возможность увеличения минутной подачи		★	★★	★★★	
Обработка нежестких заготовок	★★★★	★★★	★★	★	
Плавность входа в материал		★	★★	★★★	★★★★

Снижение угла в плане приводит к:

- образованию более тонкой стружки, при той же подаче на зуб (уменьшение толщины стружки происходит из-за распределения одного и того же объёма снимаемого металла по большей длине режущей кромки);
- постепенному входу режущей кромки в материал и выходу из него (это уменьшает радиальную составляющую силы резания и защищает режущую кромку от возможных поломок);
- увеличению осевой составляющей силы резания, что вызывает ухудшение шероховатости поверхности тонкостенных деталей.

1.4 Толщина стружки и подача на зуб

Максимальная толщина стружки является определяющим параметром производительного и надежного процесса фрезерования. Эффективное резание будет иметь место только в том случае, когда эта величина точно соответствует используемому типу фрезы. Занижение толщины срезаемой стружки, в большинстве случаев, является причиной низкого уровня производительности. Это также негативно сказывается на стойкости инструмента и процессе стружкодробления. Завышение предельно допустимого значения толщины срезаемого слоя грозит перегрузкой режущей кромки, что может привести к его поломке.

Эффект утонения стружки позволяет увеличивать подачу на зуб, в одном из трех случаев:

1. Прямолинейная режущая кромка с углом в плане меньше 90° (рисунок 2).

При прямолинейной режущей кромке толщина стружки, h_{ex}, равна подаче на зуб, S_z если угол в плане равен 90°. С уменьшением угла в плане, κ_r, подача на зуб, S_z может быть увеличена (таблица 3).

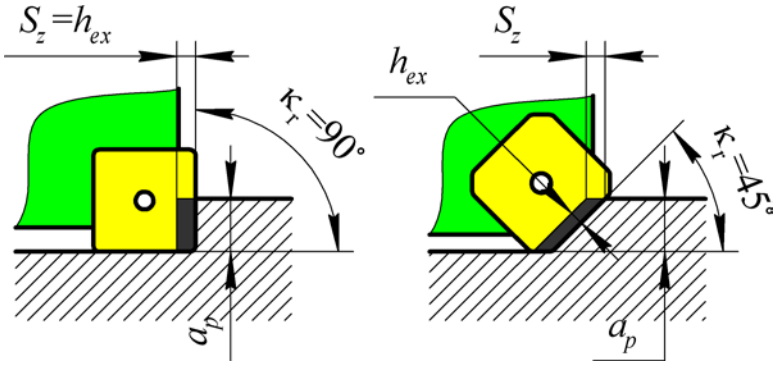


Рисунок 2 – Толщина стружки и подача на зуб

$$h_{ex} = S_z \cdot \sin \kappa_r$$

Таблица 3 – Влияние главного угла на подачу

Главный угол в плане	**Поправочный коэффициент увеличения подачи**
90°	1,0
75°	1,0
65°	1,1
45°	1,4
10°	5,8

2. Круглые пластины или пластины с большим радиусом при вершине (рисунок 3, таблица 4).

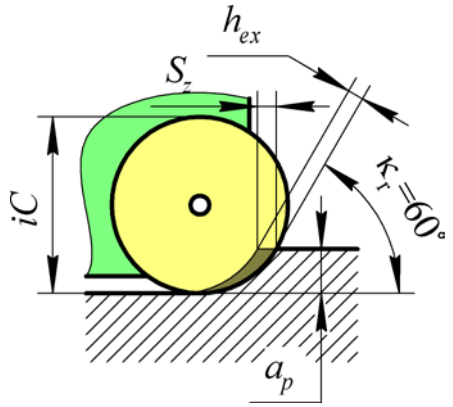


Рисунок 3 – Круглая пластина и толщина стружки

$$\cos \kappa_r = \frac{\left(0.5 \cdot iC - a_p\right)}{0.5 \cdot iC} \quad S_z = \frac{h_{ex} \cdot iC}{2 \cdot \sqrt{a_p \cdot iC - a_p{}^2}}$$

Таблица 4 – Влияние глубины резания на подачу

Отношение глубины резания к диаметру пластинки, a_p/iC	**Поправочный коэффициент увеличения подачи**
0,5	1
0,4	1,02
0,3	1,09
0,2	1,25
0,1	1,66
0,05	2,29
0,01	5,02

Наилучшая производительность при работе фрезами с круглыми пластинами или фрезами со сферическим концом с небольшой глубиной резания, когда κ_r не превышает 60°. Глубина резания не должна быть больше 25% от размера пластины *iC*.

Для работы с большей глубиной резания лучше подойдут фрезы с квадратными пластинами с постоянным значением главного угла в плане, κ_r, равного 45°.

Толщина срезаемой стружки, h_{ex}, у фрез с круглыми пластинами варьируется в зависимости от главного угла в плане. При небольшом отношении a_p/iC возможно значительное повышение подачи и, соответственно, увеличение толщины срезаемого слоя до необходимого уровня.

Круглые пластины обладают большими возможностями по толщине срезаемой стружки, чем фрезы с прямолинейной режущей кромкой. Это объясняется большей протяженностью режущей кромки и ее большей прочностью.

3. Работа периферийной частью фрезы при небольшой ширине фрезерования (рисунок 4, таблица 5).

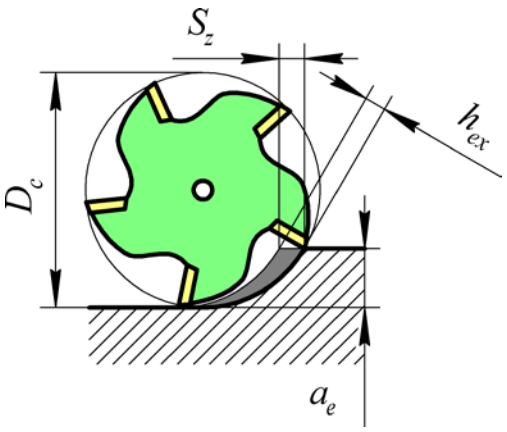


Рисунок 4 – Схема периферийного фрезерования

Таблица 5 – Влияние ширины резания на подачу

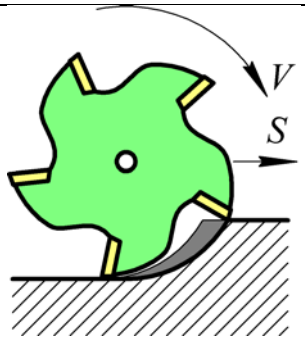
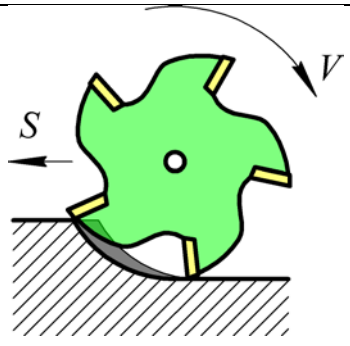
Отношение ширины резания к диаметру пластинки, a_e/D_c	**Поправочный коэффициент увеличения подачи**
0,5	1
0,4	1,02
0,3	1,09
0,2	1,25
0,1	1,66
0,05	2,29
0,01	5,02

Принцип определения поправочного коэффициента схож по математическим выкладкам с положениями, касающимися круглых пластин.

1.5 Положение фрезы относительно заготовки

Различия в попутном и встречном фрезеровании приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Положение фрезы относительно срезаемого припуска

Характеристики обработки		

Приоритетность выбора	★★	★
Требования к жесткости оборудования и крепления	★★	★
Изменение толщины стружки в процессе резания	от большой к малой	от малой к большой
Для неравномерного припуске	★	★★
Температура в зоне резания	★	★★
Направление силы резания	Прижимает заготовку к столу	Отрывает заготовку от стола
Стойкость инструмента	★★	★

Попутное фрезерование является предпочтительным при условии, что жесткость оборудования, крепления и обрабатываемый материал позволяют применять данный метод.

Толщина стружки на входе зуба в резание максимальна и уменьшается до нулевого значения на выходе. Это помогает избежать повышенного трения и выглаживания обрабатываемой поверхности в начальный момент резания.

Большая начальная толщина стружки является в данном случае преимуществом. Силы резания прижимают заготовку к столу станка, а инструментальные пластины в гнезда корпуса фрезы.

Встречное фрезерование является предпочтительным в следующих случаях:

- Если имеются люфты в приводах подач стола, то при встречном фрезеровании силы резания будут выбирать этот люфт и снижать вибрации, увеличивая срок службы инструмента.
- В случае неравномерного припуска на обрабатываемой поверхности.
- При использовании керамических пластин для обработки жаропрочных сплавов. Это связано с повышенной чувствительностью

керамических пластин к удару, возникающему при попутном врезании.

Следует избегать образования толстой стружки на выходе из резания. Большая толщина стружки при выходе из резания плохо отражается на стойкости твердосплавных пластин, так как в момент отрыва толстая стружка начинает не срезаться, а изгибаться краем режущей пластинки, и на нее начинают действовать растягивающие напряжения, которые могут вызывать поломку пластины.

Не желательно, чтобы ось фрезы и ось симметрии детали совпадали. При симметричном расположении фрезы относительно ширины обработки существует риск возникновения вибраций. Смещение оси фрезы (влево) гарантирует образование более тонкой стружки на выходе.

Диаметр фрезы должен на 20-50% превышать ширину фрезерования.

1.6 Условия входа в обрабатываемый материал

При прямолинейной траектории врезания фрезы, на выходе режущей кромки из резания образуется нежелательно толстая стружка. Это будет продолжаться до тех пор, пока дуга контакта заготовки и фрезы не достигнет своего максимального значения.

Существует два способа избежать вышеописанных затруднений:

1. Уменьшить подачу врезания на 50% до достижения дуги контакта своего максимума.

2. Запрограммировать вход фрезы по дуге в направлении по часовой стрелке (движение инструмента по дуге против часовой стрелки только усугубит проблему образования толстой стружки). При таком варианте врезания, на выходе режущей кромки толщина стружки будет равняться нулю, что дает возможность не снижать подачу (рисунок 5).

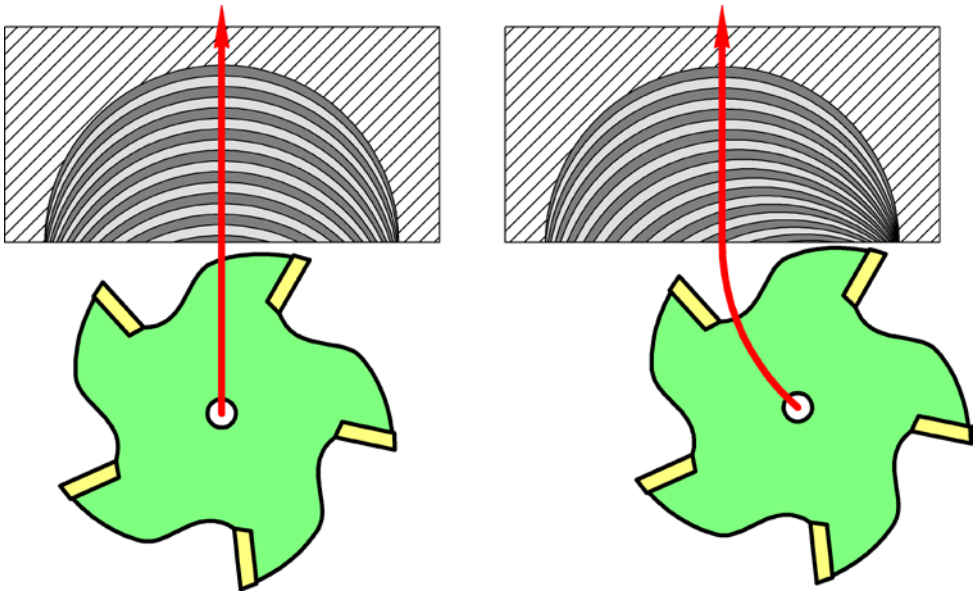


Рисунок 5 – Варианты врезания в заготовку

При разработке управляющих программ всегда следует уделять особое внимание началу обработки.

1.7 Постоянство контакта фрезы и заготовки

Траектории обработки должны обеспечивать постоянство процесса резания желательно с постоянной дугой контакта фрезы и равномерным припуском. Резкое изменение траектории движения инструмента может привести к тем же последствиям, что и прямолинейное врезание (рисунок 6).

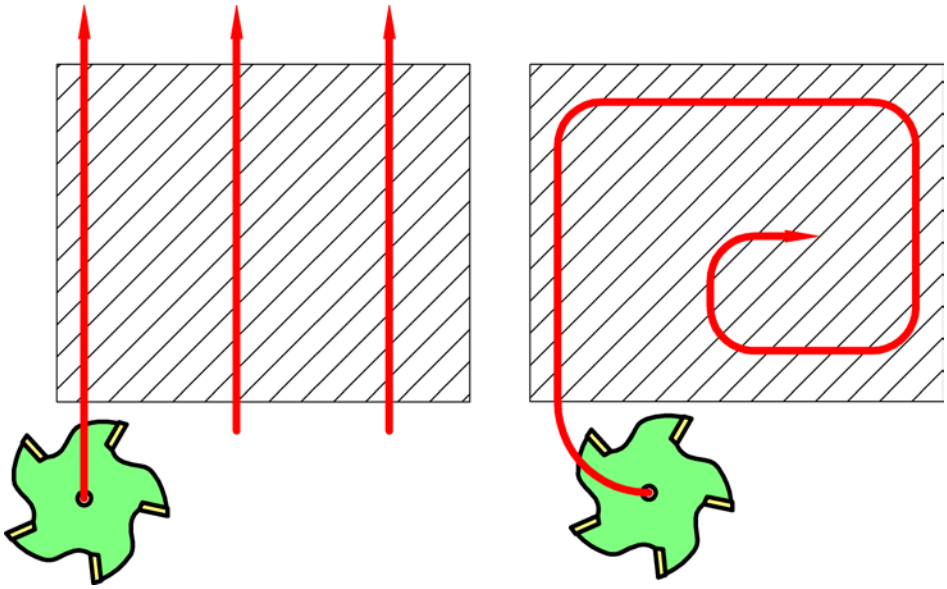


Рисунок 6 – Способы обработки поверхности
при торцевом фрезеровании

При торцевом фрезеровании следует избегать изменения траектории движения, та как это ведет к перегрузкам инструмента и образованию толстой стружки на выходе режущей кромки (рисунок 7).

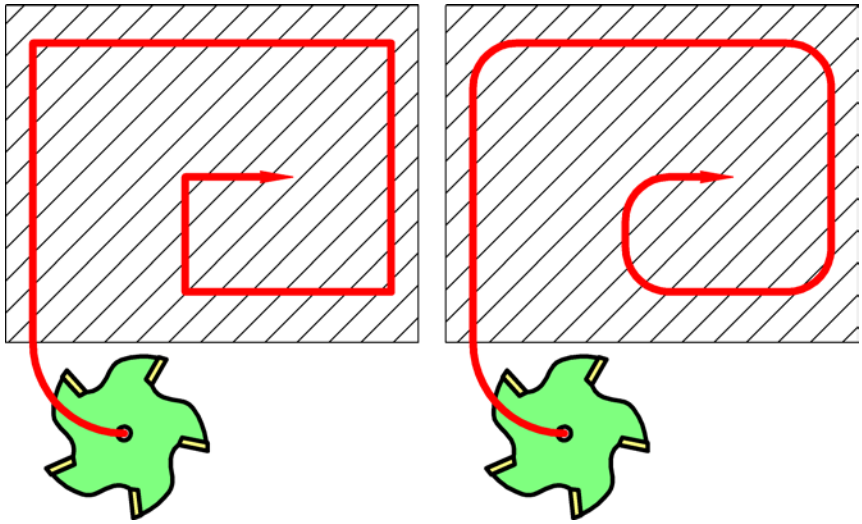


Рисунок 7 – Сглаживание углов траектории

При периферийном фрезеровании углы следует обходить по радиусу, а не по прямой (рисунок 8).

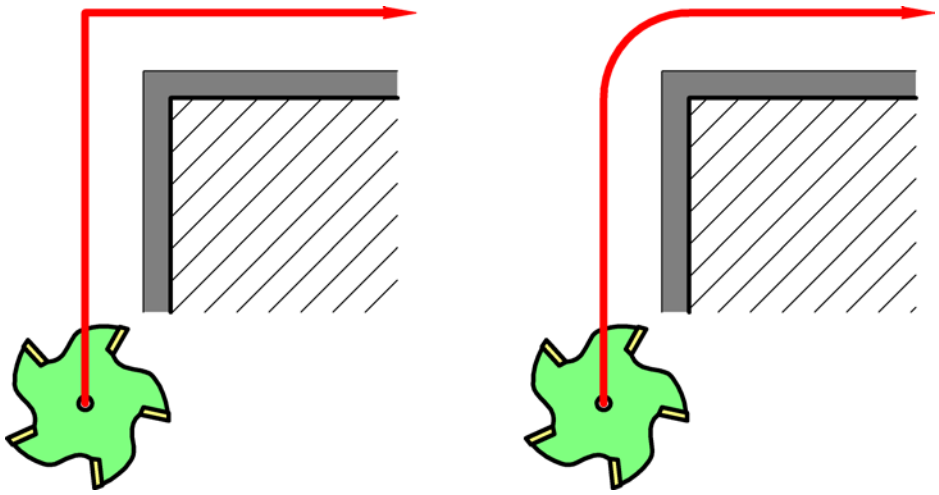


Рисунок 8 – Обход углов при периферийном фрезеровании

По возможности, следует избегать фрезерования с прерывистым процессом резания или пересечения фрезой отверстия (рисунок 9).

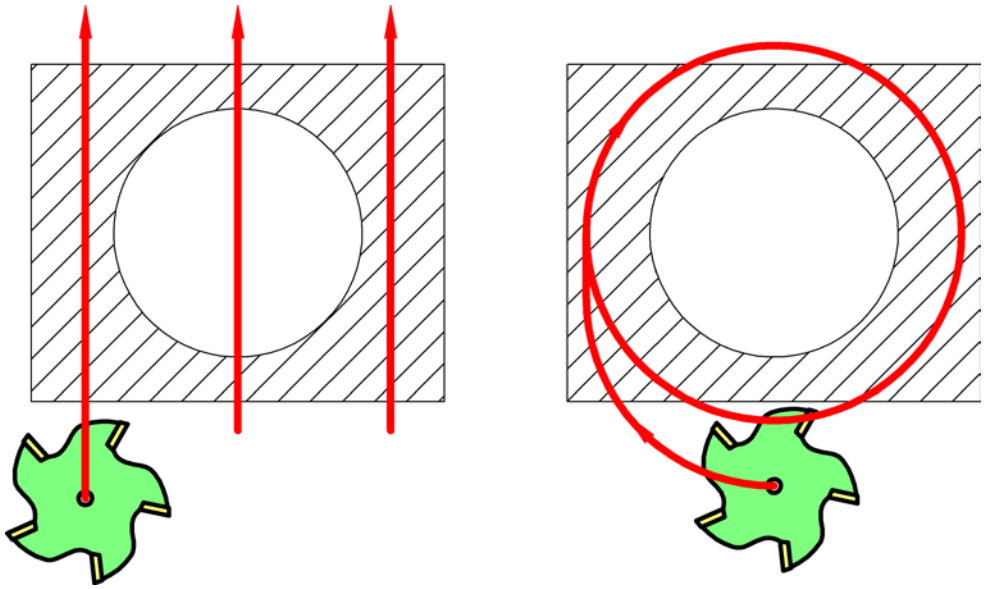


Рисунок 9 – Обход отверстий при торцевом фрезеровании

Для обеспечения стабильности фрезерования следует создавать траекторию, при которой силы резания будут направленны к самому жесткому узлу станка/приспособления/детали.

1.8 Производительность фрезерования

Главными предпосылками к повышению производительности является снижение сил резания за счет уменьшения толщины срезаемой стружки и дуги контакта инструмента. Этого можно добиться следующими способами:

1. Периферийное фрезерование. Когда фреза работает с небольшим радиальным припуском и небольшим временем контакта инструмента. В результате, режущая кромка не успевает нагреваться и скорость резания может быть увеличена по отношению к рекомендованному значению. Кроме того, может быть увеличено значение подачи на зуб.

2. Торцевое фрезерование с малым углом в плане. Фрезы с небольшим углом в плане позволяют существенно увеличивать подачу на зуб.

1.9 Современные производители режущих инструментов

Существует несколько способов выбора инструмента и назначения режимов резания: по справочникам (для отечественного инструмента) бумажным или электронным (в формате pdf) каталогом от фирм производителей, по специальным программам-каталогам в автоматическом режиме.

Последний вариант является наиболее предпочтительным, так как он кроме выбора самого инструмента, предлагает режимы резания под заданные условия обработки. Наиболее удачными примерами реализации подобных программ являются *CoroGuide* фирмы *Sandvik Coromant* и *WalterGPS* фирмы *Walter*. Программы представляют собой базы данных инструмента с возможностью задания параметров поиска (материал заготовки, способ подачи СОЖ, вид обработки, геометрические размеры обрабатываемого элемента и характеристики станка). В качестве критерия для поиска лучшего варианта инструмента выступает максимальная производительность обработки при максимальной стойкости инструмента [1] [2].

При определении режимов резания используется классификация обрабатываемых материалов на основании стандартов *ISO*. Материалы подразделяются по химическому составу, физическим свойствам, способу получения исходной заготовки и термической обработки. Классификация верхнего уровня включает пять укрупненных групп:

P – стали: все стали за исключением нержавеющих и особопрочных (подгруппы *P*1-*P*5);

M – нержавеющая сталь: аустенитная – *M*1, супер-аустенитная – *M*2, дуплексная – *M*3;

K – чугун: ковкий – *K*1, серый – *K*2, с шаровидным графитом – *K*3, с вермикулярным графитом – *K*4, отпущенный ковкий – *K*5;

N – цветные металлы: сплавы на основе алюминия – *N*1, магния – *N*2, меди – *N*3, цинка – *N*4;

S – жаропрочные сплавы: на основе железа – *S*1, никеля – *S*2, кобальта – *S*3, титана – *S*4, вольфрама – *S*5, молибдена – *S*6;

O – не стандартные материалы: термопласты – *O*1, термореактивные материалы – *O*2, стеклопластики – *O*3, углепластики – *O*4, арамидопластики – *O*5, твердая резина – *O*6, графит технический – *O*7;

H – материалы высокой твердости: стали особо прочные – *H*1, отбеленный чугун – *H*2, стеллиты – *H*3, железистый карбид титана – *H*4.

Например обозначение *P1.2.Z.AN*: *P* – группа сталей, 1 – нелигированные стали с содержанием Mn менее 1,65%, 2 – с содержанием углерода от 0,25 до 0,55%, *Z* – кованная/катанная/холоднотянутая, *AN* – оттожженная, что соответствует стали 45.

Чтобы иметь общее представление о качестве режущего инструмента, предлагаемого этими двумя фирмами, и отечественным производителем, описанным в [3], следует обратиться к результатам анализа производительности (таблице 7), полученным для следующих условий:

- Тип обработки – фрезерование кармана;
- Материал заготовки – сталь 45;
- Тип инструмента – концевая фреза;
- Диаметр и глубина фрезерования - $D = t = 40$ мм;
- Ширина фрезерования – $B = 12$ мм;
- Количество зубьев фрезы – $Z = 3$;
- Подача на зуб – $S_Z = 0{,}202$ мм;
- Скорость резания – $V = 290$ м/мин;

Таблица 7 – Сравнение инструментальных материалов

Производитель	Материал инструмента	$S_м$, мм/мин	n, об/мин	Q, см^3/мин	P_z, Н	N, Вт	T, мин	$q_{1Вт}$, мм^3/Вт/мин
Walter	WKP25S	1398	2310	671	6352	30700	32	22
Sandvik	GC1030				6600	31900	24	21

Россия	Т15К6				6842	33060	17	20

Лучшими показателями производительности обладает инструмент фирмы *Walter*, у которого (в сравнении с отечественным аналогом) на 7% меньше сила и мощность резания, и на 10% выше производительность обработки одним ваттом затраченной мощности. Стойкость инструментов фирмы *Walter* на 88% выше чем у отечественного производителя, а учитывая, что используемая в расчетах подача на зуб у Российского инструмента превышена в два раза относительно верхней границы рекомендованных значений, то при той же скорости резания, допустимая производительность обработки будет в два раза меньше.

Фрезы фирмы *Sandvik Coromant* по показателям производительности находятся между *Walter* и отечественным инструментом.

Более широкий анализ обрабатываемости различных материалов, инструментами фирм *Walter* и *Sandvik Coromant*, представлен в таблице 8. Отечественный инструмент не рассматривался, так как для него отсутствует проработанная методика расчета режимов резания цветных металлов и пластиков твердосплавным инструментом.

Для сопоставления обрабатываемости конструкционных материалов, используемых в машиностроении выбраны следуеющие:

P1.2.Z.AN – нелегированные стали обыкновенного и высокого качества с содержанием углерода от 0,25 до 0,55 %;

N1.2.Z.AG – алюминиевые сплавы, используемые при литье с содержанием кремния менее 1%;

N3.1.U.UT – бессвинцовые гомогенные сплавы на основе меди (в том числе и электролитическая медь);

N3.3.U.UT – сплавы на основе автоматной меди с содержанием свинца более 1%.

O1.0.U.NS – неметаллические пластиковые материалы: поливинилхлорид, поликарбонат, полиметилметакрилат, полипропилен, полистирол, полиамид, акрил, ABS, PLA и др.

Таблица 8 – Обрабатываемость различных материалов инструментами *Walter* и *Sandvik Coromant*

Инструмент	Материал	Производительность обработки, Q	Скорость резания, V	Минутная подача, $S_м$	Сила резания, P_z
Sandvik	P1.2.Z.AN	★	★★	★★★	★★
Walter		★	★	★	★★★★★
Sandvik	N1.2.Z.AG	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★
Walter		★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★
Sandvik	N3.1.U.UT	★★	★	★	★★★★★
Walter		★★	★★★★	★★★★	★★★★
Sandvik	N3.3.U.UT	★★★	★★★	★★★★	★★★
Walter		★★★	★★	★★★	★★
Sandvik	O1.0.U.NS	★★★★★	★★★★	★★	★
Walter		★★★	★★★	★★	★

В качестве составляющих понятия «обрабатываемости» приняты производительность обработки, скорость резания, минутная подача и сила резания. В таблице 8 представлен рейтинг по каждой составляющей обрабатываемости для разных материалов и производителей инструментов (чем больше звезд, тем выше значение показателя).

Для каждого из обрабатываемых материалов рассматривалось восемь вариантов станков с различными мощностями привода главного движения

(0,8; 1,5; 2,2; 3,2; 4; 5,5; 6,5; 7,5 кВт). Поиск инструмента и определение режимов резания производились с учетом трех следующих условий:

- с максимальным заданным диаметром инструмента из модельного ряда, предлагаемого производителем инструментов. Данный случай дает возможность оценить на сколько успешно можно производить обработку большими фрезами на конкретном станке, а также как соотносится максимальный диаметр инструмента с автоматически выбранным;
- с автоматически выбранным диаметром инструмента. В этом случае диаметр инструмента выбирает программа оптимальным образом для заданных условий ;
- с минимальным заданным диаметром из модельного ряда. Дает возможность оценить, успешность обработки заготовки с минимальным диаметром инструмента на конкретном станке.

Таким образом таблица 6.3 является обобщением 240 вариантов режимов резания (2 производителя инструмента, 8 станков, 5 групп обрабатываемых материалов, 3 способа задания диаметра фрезы).

Программа *CoroGuide* позволяет сформировать подробный отчет с параметрами инструмента, характеристиками станка, режимами резания, необходимым количеством проходов и др. информацией.

Аналогичным образом выбирался инструмент для других технологических переходов, за исключением следующих:

- развертка для обработки отверстия под штифт на 7-м переходе операции 010. Данный инструмент выбирался вручную в той же программе, с помощью функции «Быстрый поиск» по предварительно заданным параметрам поиска. Режимы резания были найдены на сайте;
- отрезная фреза для разделения заготовок на 10-м переходе операции 010 . Выбиралась по каталогу в pdf формате;

- развертка для обработки отверстия на 5-м переходе операции 020 – выбиралась в программе CoroGuide с помощью функции «Быстрый поиск».

Кроме режущего инструмента необходимо также выбрать и переходник (адаптер), по средствам которого инструмент закрепляется в шпинделе станка.

1.10 Станочные интерфейсы

Существует несколько стандартных станочных интерфейсов для закрепления инструмента. Наибольшее распространение получили конуса 7:24. Не смотря на, большое разнообразие стандартов все они имеют одинаковые размеры конической части, а отличаются размерами и конструкцией фланца, наличием или отсутствием цилиндрической части со стороны станка, размерностями (дюймы или мм), конструкцией пазов и т.д. [4]:

Конус ISO 297:1988 – для ручной смены инструмента (отсутствуют V-образная канавка, предназначенная для захвата манипулятором и возможность установки штревеля для автоматического зажима). Российский аналог – ГОСТ 25827-93 исполнения 1 (рисунок 10).

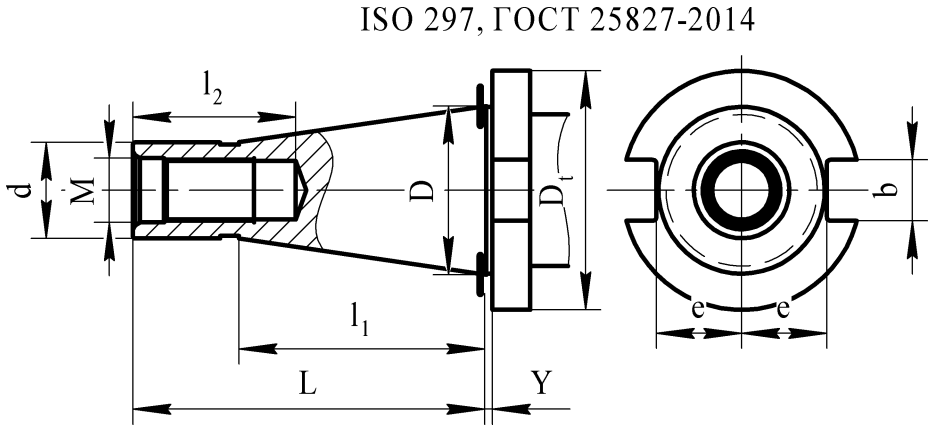


Рисунок 10 – Конус для ручной смены инструмента ISO 297:1988

Конус ISO 7883/1 – для автоматической смены инструмента (присутствует V-образная канавка для захвата манипулятором и возможность уста-

новки штревеля). Имеют дополнительную треугольную лыску. Российский аналог ГОСТ 25827-93 исполнения 2 (рисунок 11).

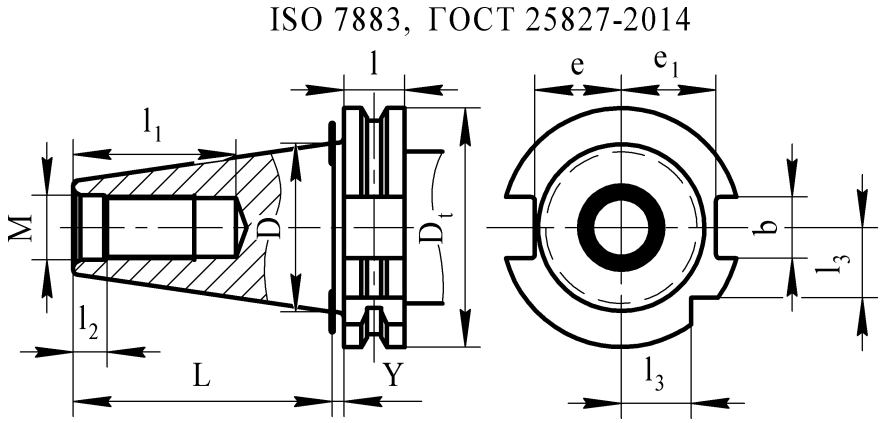


Рисунок 11 – Конус для автоматической смены инструмента ISO 7883

Конус DIN 2080 – практически полный аналог конуса ISO 297:1988. Отличается размером l_1 и положением базовой плоскости. Обозначается как SK 50, SK 40 и т.д. (рисунок 12).

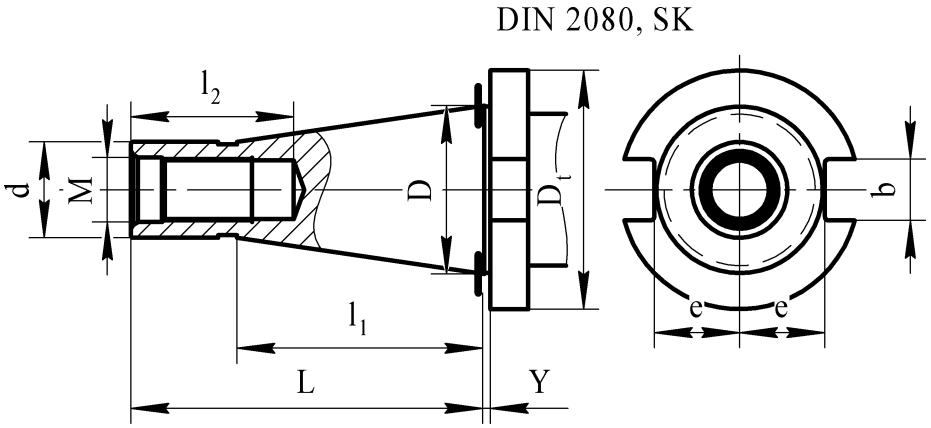


Рисунок 12 – Конус для ручной смены инструмента DIN 2080

Конус DIN 69871 – аналог ISO 7883/1. Отличается размером l_2 и положением базовой плоскости. Обозначается как DV 50, DV 40 и т.д. (рисунок 13).

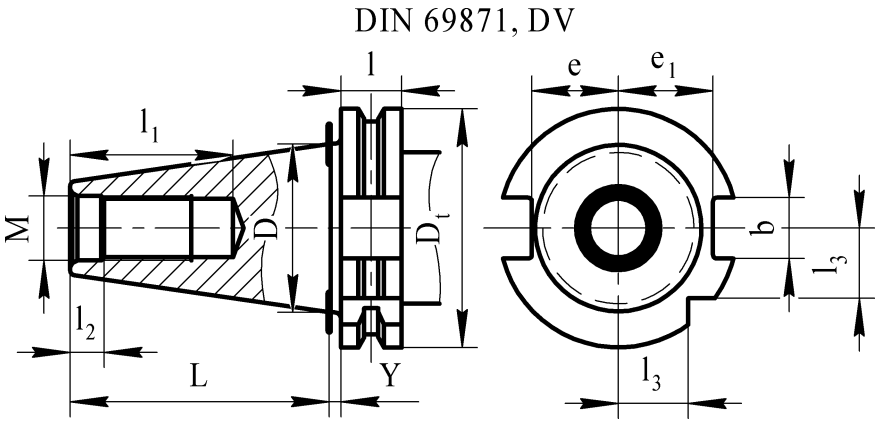


Рисунок 13 – Конус для автоматической смены инструмента DIN 69871

Конусы BT выполнены по японскому стандарту JMTBA MAS-403, для автоматической смены инструмента имеют канавку, размерность дюймовая (рисунок 14).

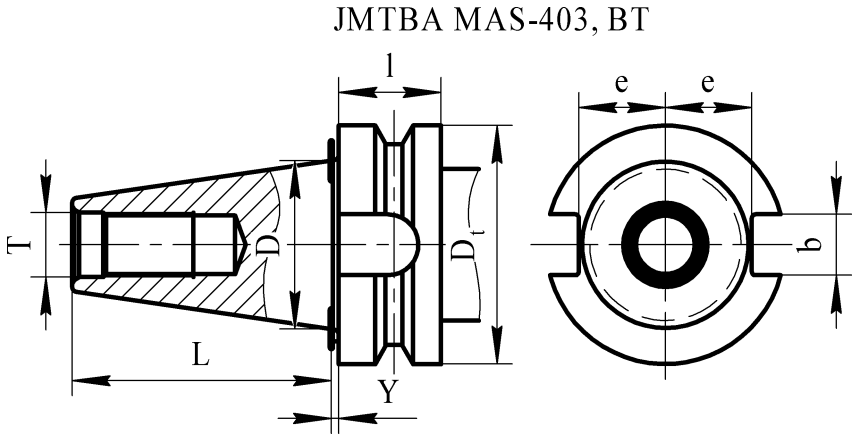


Рисунок 14 – Конус для автоматической
смены инструмента JMTBA MAS-403

Конусы CAT и CV, разработаны американской фирмой Caterpillar V-Flange, имеют дюймовую размерность. Могут выполняться с отверстием ($d_1 \times t_1$) для установки чипа-идентификатора (рисунок 15).

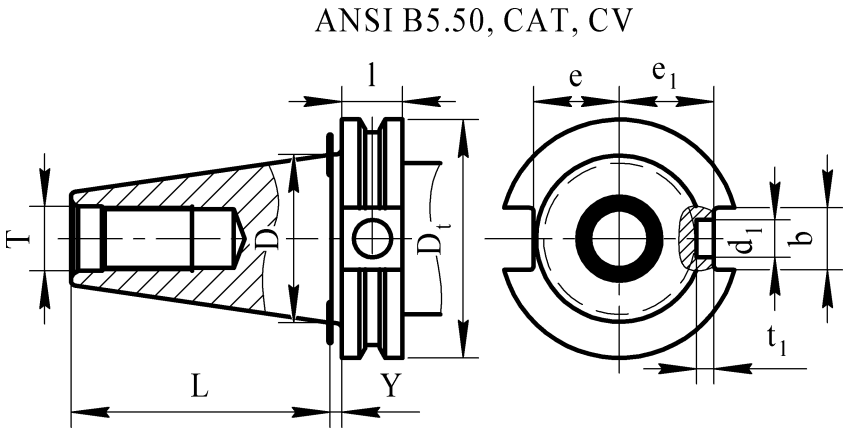


Рисунок 15 – Конус для автоматической смены инструмента ANSI B5.50

NMTB (National Machine Tool Builders Association) конусы выполнены по американским стандартам ANSI B5.18 для ручной смены инструмента, размеры в дюймах, резьба на заднем конце конуса – дюймовая. Обозначается NST 40 или NT 40, NST 50 или NT 50 (рисунок 16).

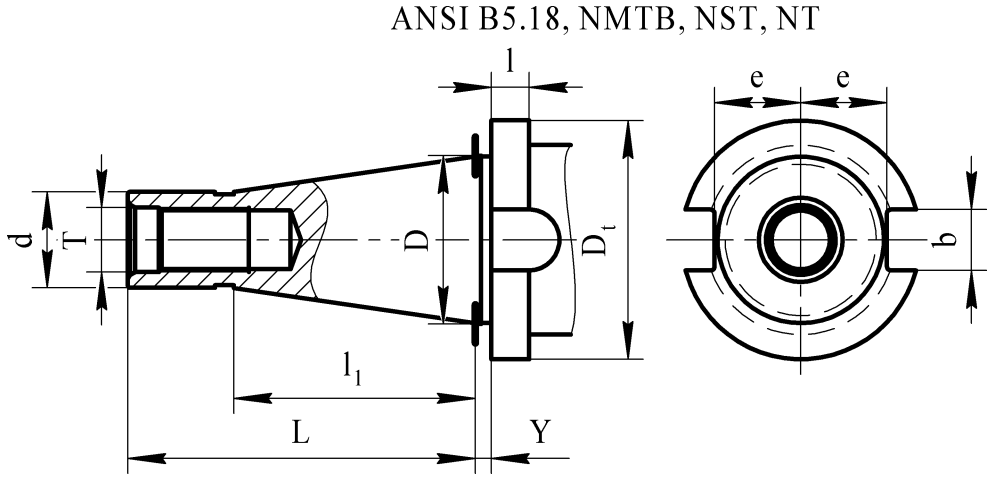
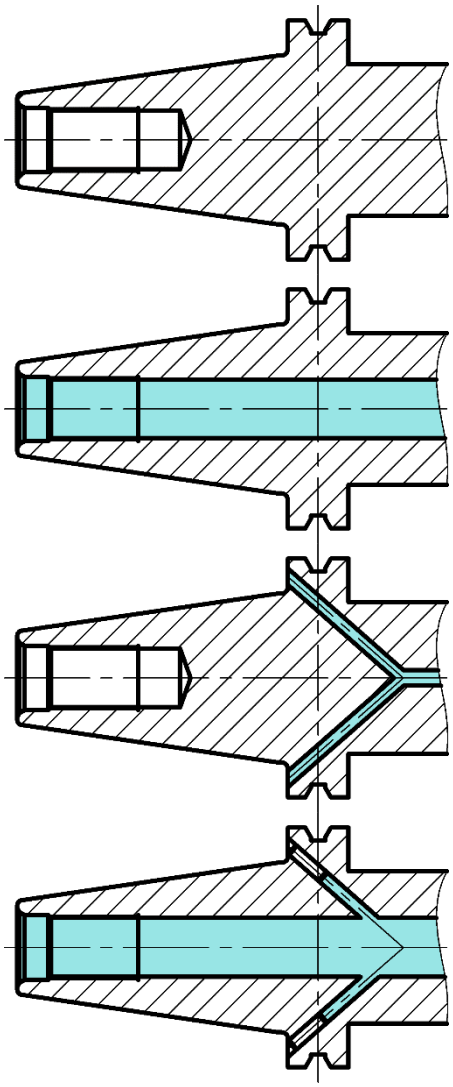


Рисунок 16 – Конус для ручной смены инструмента ANSI B5.18

Описанные крепежные элементы могут отличатся также способом подвода СОЖ через шпиндель. Различают 4 типа конструкций:



A – без подвода СОЖ через шпиндель;

AD – подвод СОЖ через штревель с отверстием

B – подвод СОЖ через фланец

AD/B – конструкция позволяет реализовать подвод СОЖ, как через штревель, так и через фланец

Кроме конусов 7:24 существуют в последнее время становятся все более популярными и другие станочные интерфейсы.

HSK регламентирован стандартами ISO 12164, DIN 69893, ГОСТ Р ИСО 12164 (рисунок 17). Применяется в обрабатывающих фрезерных и токарных центрах, позволяет устанавливать во фрезерный шпиндель резец через специальных адаптер (например у станка Okuma Multus B300 во фрезерном шпинделе используется интерфейс HSK-A63), позволяет осуществлять быструю автоматическую смену инструмента, обладает малой массой, высокой жесткостью и точностью.

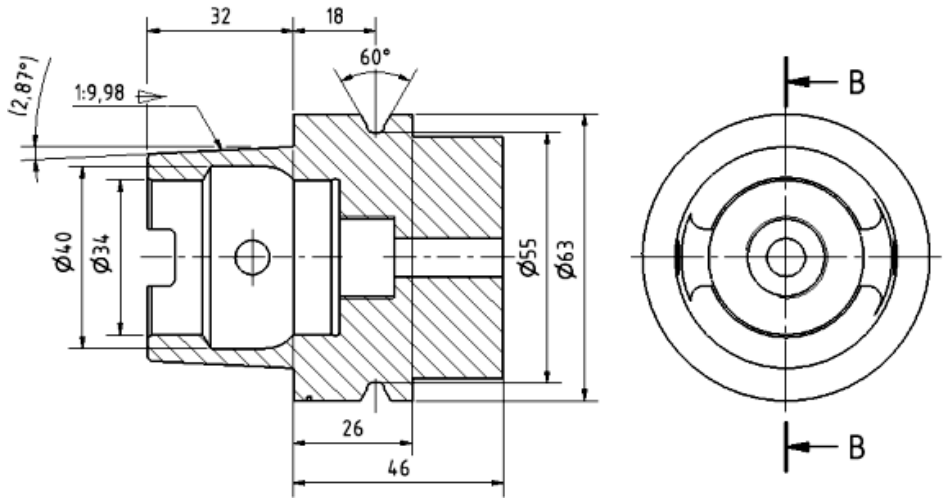


Рисунок 17 – Конус для автоматической смены инструмента HSK

Все большее распространение получает крепление, разработанное фирмой Sandvik Coromant – Capto, которое прошло международную сертификацию (ISO 26623). Сопряжение происходит по сложно-профильной конической поверхности, форма сечения которой напоминает треугольник со скруглениями (рисунок 18).

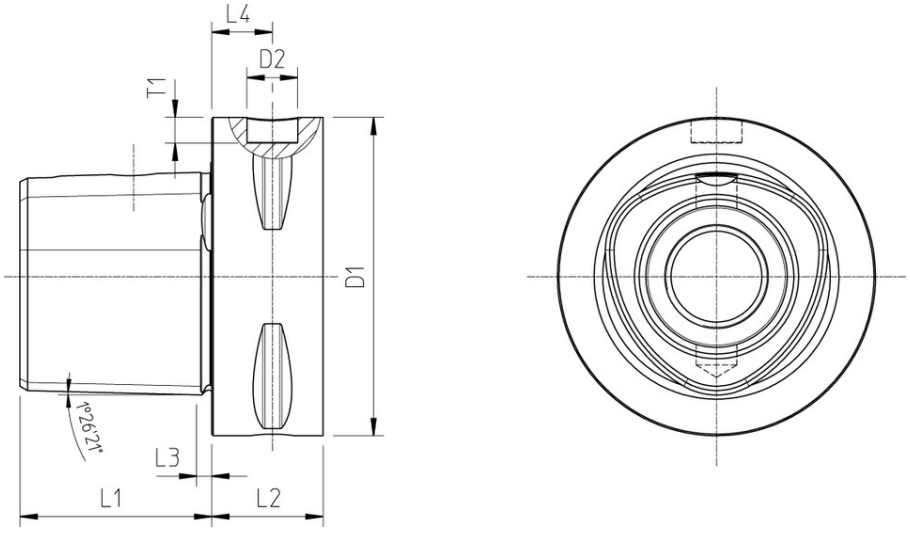


Рисунок 18 – Конус для автоматической смены инструмента Capto

Такая форма обеспечивает высокую жесткость и точность соединения, передачу больших крутящих моментов без дополнительных пазов. Однако сложность получения такого профиля поверхности приводит к значительному удорожанию инструмента.

2 Основные инструменты разработки управляющих программ в PowerMill

2.1 Возможности PowerMill

Delcam PowerMILL – пакет для подготовки высокоэффективных управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ

Delcam PowerMILL имеет две различные конфигурации:

1. Delcam PowerMILL.
2. Delcam PowerMILL PRO к возможностям стандартной версии добавлены дополнительные способы создания заготовок, типы инструментов, черновые и чистовые стратегии обработки, параметры настройки стратегий, типы границ, варианты подводов и отводов, инструменты для редактирования и визуализации траекторий обработки.

Данный программный продукт обладает следующими возможностями:

- создание управляющих программ высокоскоростной обработки, в которых траектория инструмента выполняется по сглаженным кривым без острых углов, предотвращающих перегрузки приводов станка при резком изменений направления движения. Кроме того, специальные стратегии обработки обеспечивают постоянство нагрузки на инструмент, что позволяет повысить его срок службы.
- пятиосевая обработка сложных деталей за один установ, с использованием различных вариантов стратегий обработки. Это сокращает время обработки и позволяет использовать инструмент меньшей длины и большей жесткости.
- точная 3D симуляция для визуального представления всего процесса обработки и выявления ошибок и недоработок.
- проверка зарезов и столкновений хвостовика инструмента, патрона и элементов станка не только с моделью детали, но и с моделью материала, изменяемой в процессе обработки. Это значительно со-

кращает ошибки в управляющей программе, а предлагаемые варианты решения данных проблем дают свободу программисту;

- высокоэффективные инструменты 2.5D-обработки деталей с автоматическим распознаванием плоскостей и отверстий, а также возможностью применения к ним наиболее эффективных стратегий обработки.
- тонкая настройка траектории с возможностью ручного редактирования каждого сегмента. Полный контроль над параметрами подводов, отводов, переходов, продлениями, начальными и конечными точками траекторий и т.д.
- специализированые инструменты для подготовки управляющих программ таких сложных деталей, как лопатки турбин, моноколеса, импеллеры, микродетали, электроды для эрозионной обработки и т.д.

Уникальные возможности PowerMILL делают его не без основательно мировым лидером среди программных сред разработки управляющих программ для фрезерных станков и обрабатывающих центров с ЧПУ.

2.2 Знакомство с интерфейсом PowerMill

Основные панели и окна программы изображены на рисунке 19:

1 Меню (традиционное для windows приложений);
2 Главная панель (элементы управления, необходимые для создания и настройки стратегий обработки);
3 Проводник (Окно отображающее основные элементы проекта: созданные траектории, NC программы, инструменты, системы координат, шаблоны, границы и т.д.);
4 Окно вида (отображение модели, линий траектории и т.д.);
5 Вид (управление отображаемой информацией в окне вида);

6 Симулятор (анимация движения инструмента по траектории с возможностью изменения скорости движения, паузы, остановки, покадровому перемещению и т.д.);

7 ViewMill (визуальное представление процесса обработки и способа его отображение);

8 Траектории (настройки отображения элементов траектории);

9 По инструменту (панель быстрого создания инструментов);

10 Строка состояния.

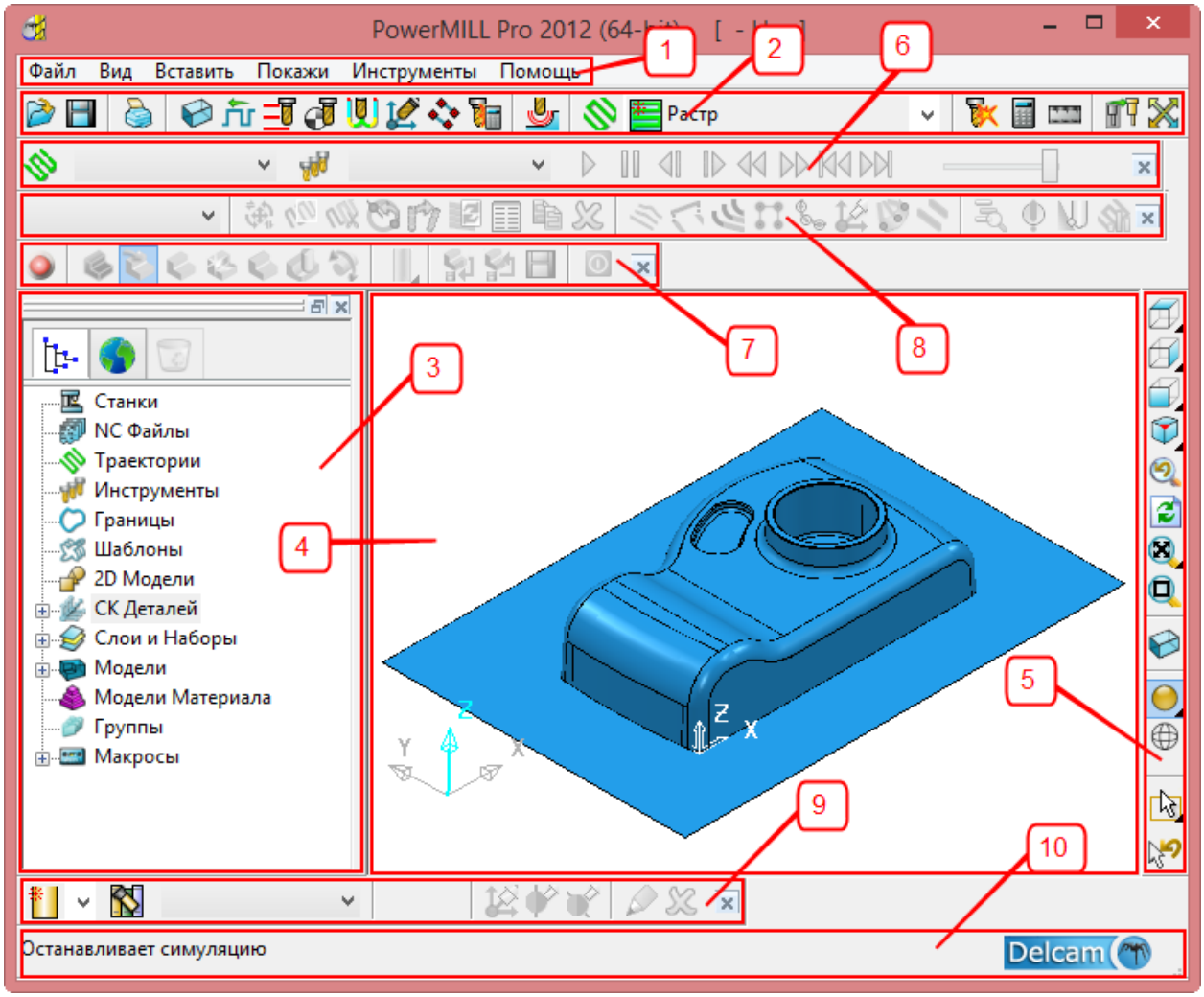


Рисунок 19 – Интерфейс программы PowerMILL

2.3 Перед началом работы

Так как в процессе работы с PowerMILL будут создаваться файлы, необходимые в дальнейшем и которые могут быть утеряны при переустановке

операционной системы или PowerMILL, то рекомендуется перед началом работы создать папку с именем «PowerMill_Files» на диске, не являющимся системным (например, *D:\PowerMill_Files*). В данной папке создать следующие подката-логи:

«Macros» – макросы;

«PostProcessors» –собственные опционные файлы;

«Projects» – проекты;

«SetupSheets» – технологические карты;

«ToolDB» – базы данных инструментов.

Чтобы PowerMill работал с данными папками, необходимо настроить пути поиска. Чтобы это сделать, необходимо воспользоваться панелью «Меню» (рисунок 20).

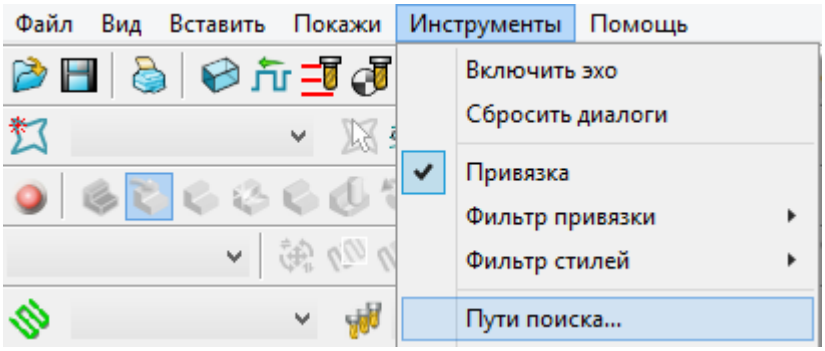


Рисунок 20 – Пути поиска

В появившемся диалоговом окне «Пути поиска PowerMILL» в списке выбрать «Пути поиска Макросов» и нажать кнопку «Добавить путь в начало списка» (рисунок 21). В окне выбора каталога следует выбрать *D:\PowerMill_Files\Macros.*

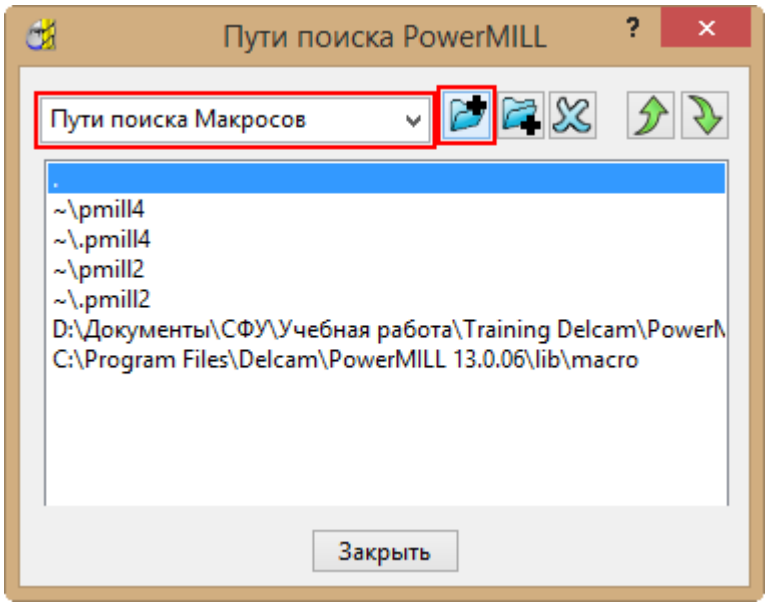


Рисунок 21 – Диалоговое «Пути поиска PowerMILL»

Аналогичным образом добавляются пути поиска для экспорта техкарт (рисунок 22), опционных файлов постпроцессора (рисунок 23) и папка по умолчанию (рисунок 24).

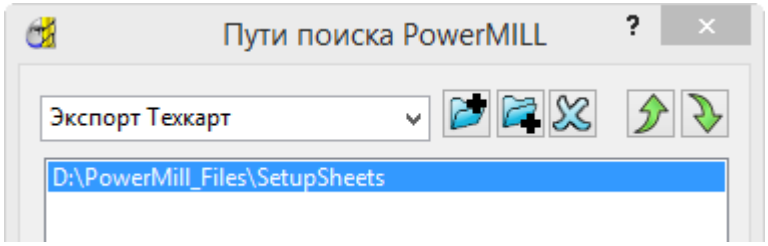


Рисунок 22 – Настройка пути для экспорта техкарт

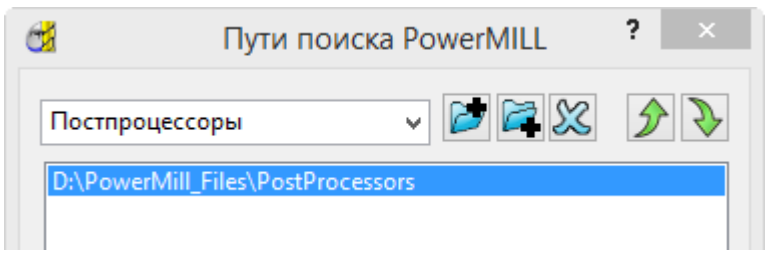


Рисунок 23 – Настройка пути для опционных файлов построцессора

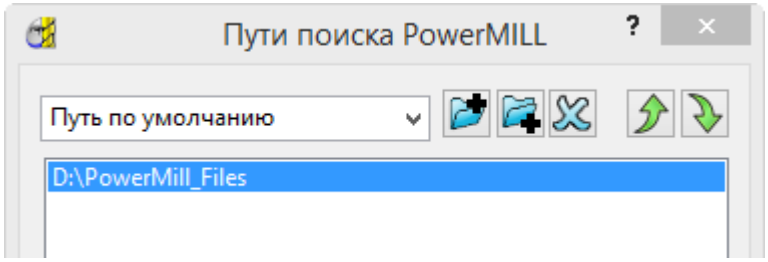


Рисунок 24 – Настройка пути по умолчанию

Перед тем как настроить расположение базы данных инструментов необходимо скопировать файл «tool_database.mdb», расположенный по адресу *C:\Program Files\Delcam\PowerMILL 18.0.09\file\tooldb* в папку *D:\PowerMill_Files\ToolDB*.

Теперь необходимо воспользоваться командой «Опции» из панели «Меню» (рисунок 25).

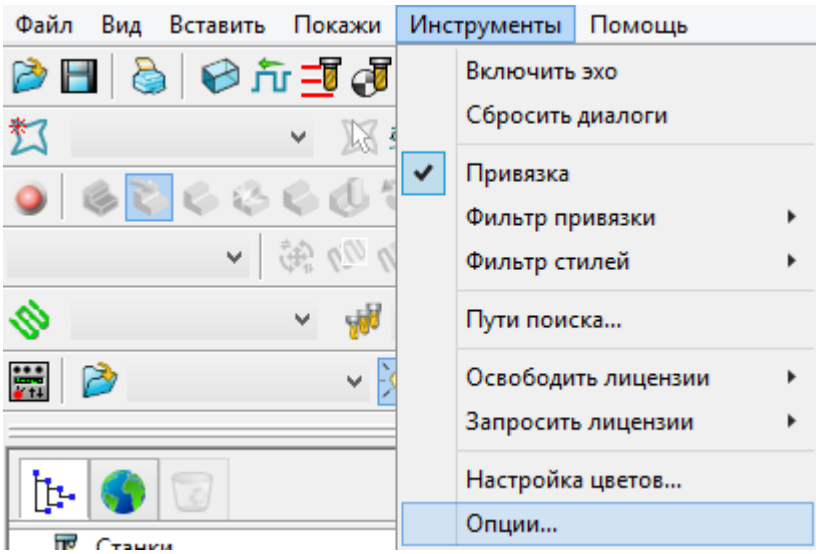


Рисунок 25 – Команда «Опции»

В появившемся диалоговом окне в дереве опций выбрать ветку «Инструменты», затем подветку «База Инструмента» и с помощью соответствующей кнопки указать новый файл базы данных *D:\PowerMill_Files\ToolDB\tool_database.mdb*. После чего, нажать на кнопку «Принять» (рисунок 26)

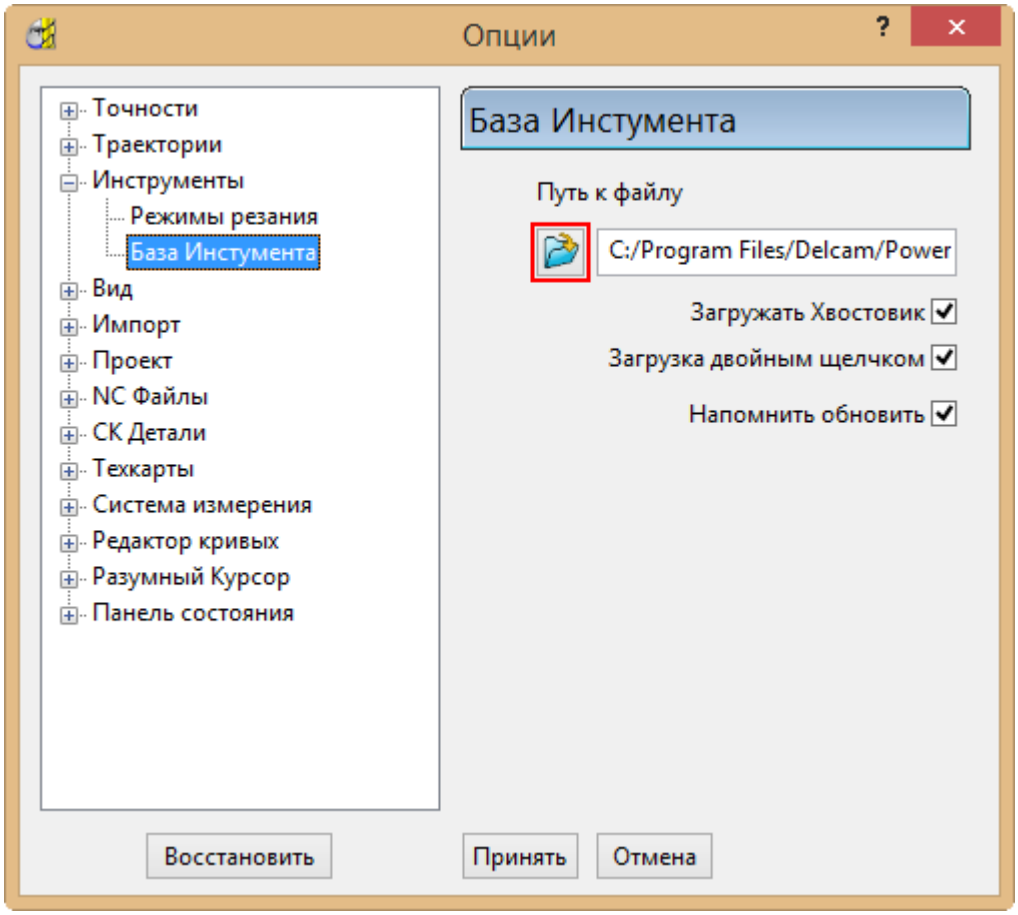


Рисунок 26 – Команда «Опции»

Теперь в случае переустановки PowerMILL или операционной системы, файлы не будут потеряны, а в PowerMill достаточно будет настроить пути расположения этих файлов.

2.4 Типовой алгоритм разработки УП в среде PowerMILL

Этапы создания управляющей программы в PowerMill можно представить следующим образом (жирным шрифтом выделены наиболее важные, обязательные этапы):

1 **импорт моделей** (импортируются как модели обрабатываемых деталей, так и модели вспомогательных приспособлений, управляющих и закрывающих поверхностей и т.д.**);**

2 **выбор заготовки** (выбор формы и положения заготовки относительной детали);

3 **создание систем координат** (создание рабочих систем координат, необходимых для реализации процесса обработки);

4 **создание инструмента** (создание и настройка режущего инструмента, состоящего из режущей части, хвостовика, и патрона);

5 **установка безопасных высот**, начальных и конечных точек траектории (установка высот над поверхностью заготовки или обрабатываемой детали, на которых допускается использовать быстрые перемещения);

6 выбор режимов резания (настройка режимов резания для траектории);

7 **создание траектории выборки** (создание черновых траекторий обработки детали);

8 создание траекторий доработки (создание траекторий получерновой обработки детали, учитывающих изменение заготовки в процессе обработки);

9 создание границ и шаблонов (границы позволяют органичивать области применения стратегий обработки, делать обрезку траекторий обработки, а также ограничивать участки траекторий с различными значениями подачи; шаблоны, как правило, используются для специальных финишных траекторий обработки и определяют формы траекторий движения инструмента);

10 **создание чистовой траектории обработки** (траектории финишной и получистовой обработки, определяющие конечное качество поверхности);

11 **симуляция траекторий** (визуальное представление процесса обработки и выявление ошибок в программе);

12 коррекция и оптимизация траекторий обработки (оптимизация параметров траекторий, последовательности обработки участков, изменение отдельных рабочих резов, подводов и отводов ин-

струмента, переходов между рабочими резами, трансформирование траекторий и т.д.);

13 **создание и запись NC-файла** (настройки пост-процессоров и запись файла).

Для того, чтобы освоить данные этапы выполним пошаговое практическое задание

Практическое задание (Типовой алгоритм):

1. Выполним сброс проекта, нажав в панели **Меню Файл – Удалить все** (в диалоговом окне нажать **Да**), а затем **Инструменты Сбросить Диалоги** (рисунок 27)

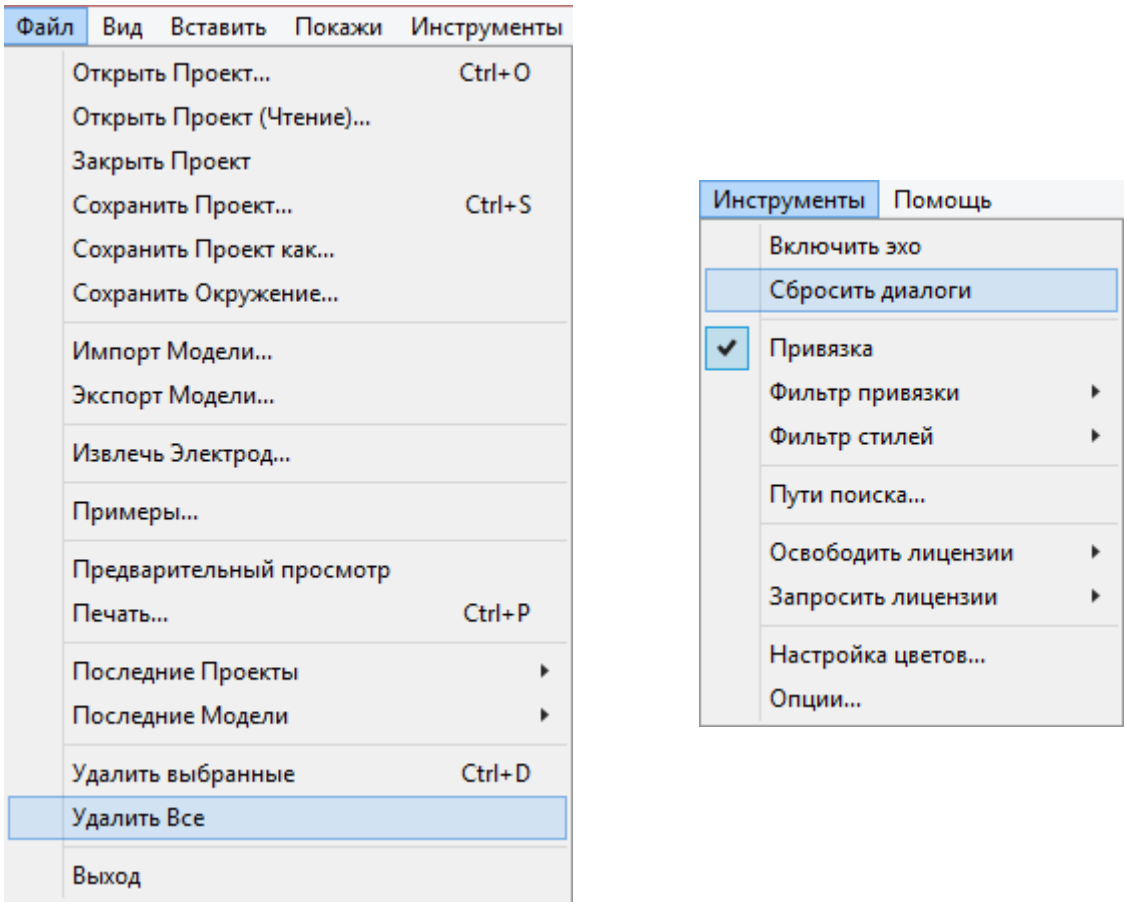


Рисунок 27 – Команды очистки проекта

2. Импортируем модель детали: **Меню Файл – Импорт Модели**. В появившемся диалоговом окне находим модель:

…/PowerMill_Data/models/PmillGettingStarted.dgk

3. Перед продолжением работы сохраним проект. Для этого, нажмите **Меню Файл – Сохранить Проект как…**
4. В появившемся диалоговом окне перейдите в каталог *D:\PowerMill_Files\Projects* и сохраните проект под названием: *Работа_01*
5. Создадим заготовку. Нажмите на кнопку **Заготовка**  в **Главной панели.**
6. В появившемся диалоговом окне **Заготовка** выберите следующие параметры:
    a. **Система координат – Глобальная**
    b. Нажмите кнопку **Вычислить** (в результате габариты заготовки автоматически будут найдены на основании предельных размеров по каждой из координат и вписаны в соответствующие поля);
    c. Измените значение **Z Max** на 45 (это увеличит немного высоту заготовки);
    d. Отметьте параметр **Покажи**, чтобы увидеть заготовку в окне вида.

Окончательный вид окна параметров заготовки и получившийся вид заготовки в окне вида приведен на рисунке 28 (красным цветом выделены изменяемые параметры).

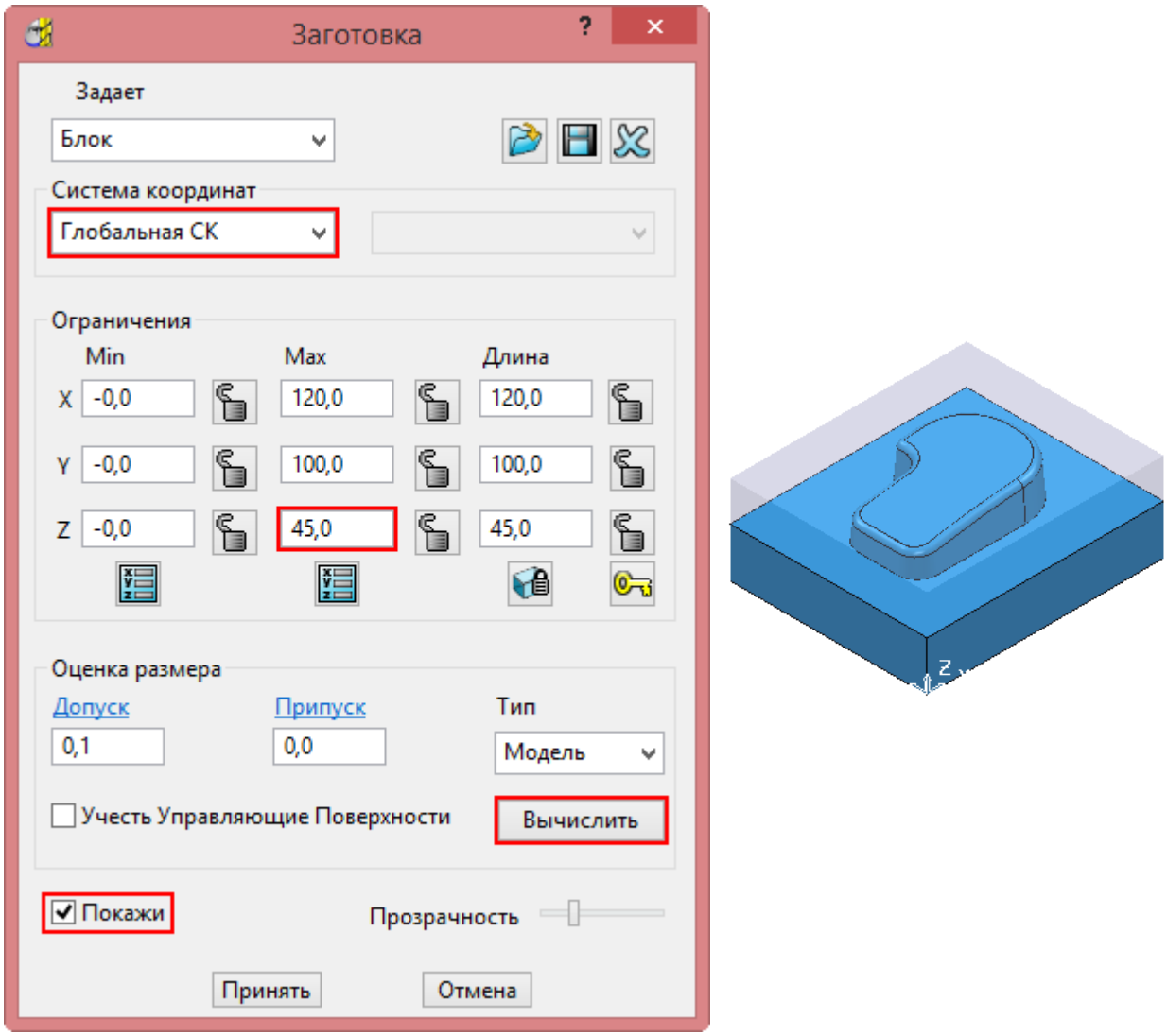


Рисунок 28 – Параметры заготовки

e. Для завершения нажмите **Принять.**

7. Для создания инструмента воспользуемся панелью **По инструменту**

   a. Нажмите на стрелку вниз рядом с пиктограммой инструмента (рисунок 29)



Рисунок 29 – Командная строка с панелью «По инструменту»

   b. В выпадающем списке выбирите **Скругленную фрезу** 

8. В появившемся диалоговом окне введите следующие параметры (рисунок 30):

a. **Имя** – D12TR1. Рекомендуется, чтобы все создаваемые инструменты, траектории и другие элементы проекта обладали уникальными информативными именами;
b. **Радиус кромки** – 1 мм;
c. **Диаметра** – 12 мм. После ввода диаметра автоматически определяется длина, равная пятикратному диаметру инструмента;
d. **Номер инструмента** – 1. Данный номер указывает в какой позиции находится инструмент в автоматическом устройстве смены инструментов;
e. **Количество кромок** – 2. По умолчанию установлена 1 кромка, однако, такой инструмент очень редко используется.

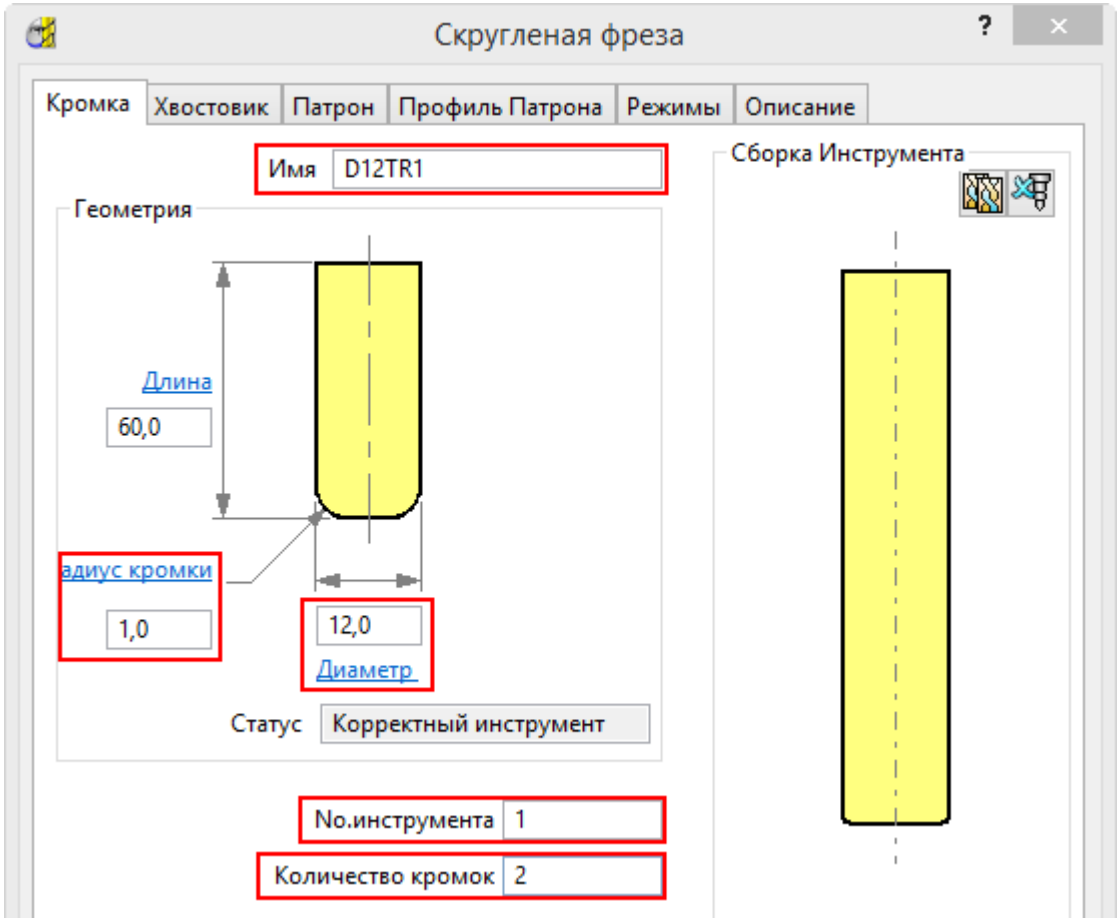


Рисунок 30 – Окно параметров инструмента

По завершении нажмите на кнопку **Закрыть**.

9. Создайте еще один инструмент: шаровая фреза со следующими параметрами:
    a. **Имя** – BN12;
    b. **Диаметр** – 12;
    c. **Номер инструмента** – 2;
    d. **Количество кромок** – 2.
10. В проводнике проекта разверните строку инструментов, нажав на знак +:



Рисунок 31 – Инструменты в дереве проекта

В проекте имеются 2 созданных инструмента, при этом, в данный момент активен инструмент – шаровая фреза **BN12** (рисунок 31). Об этом свидетельствует жирный шрифт в имени инструмента и знак >. Активным в текущий момент времени может быть только один инструмент, который будет использоваться для построения новой траектории.

11. Активируем инструмент **D12TR1**. Для этого нажмите правой кнопкой мыши на инструменте **D12TR1** и выберите **Активировать** (рисунок 32)**.**

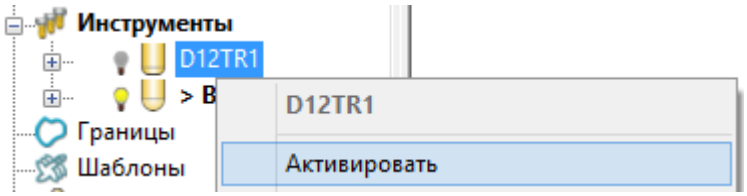


Рисунок 32 – Команда активации инструмента

12. Нажмите на кнопку **Безопасные высоты** на **Главной панели**, затем нажмите **Вычислить** и **Принять.**

Безопасные высоты устанавливают инструмент в позицию, на которой исключена возможность непредвиденного столкновения инструмента с заготовкой или установочными элементами (рисунок 33).

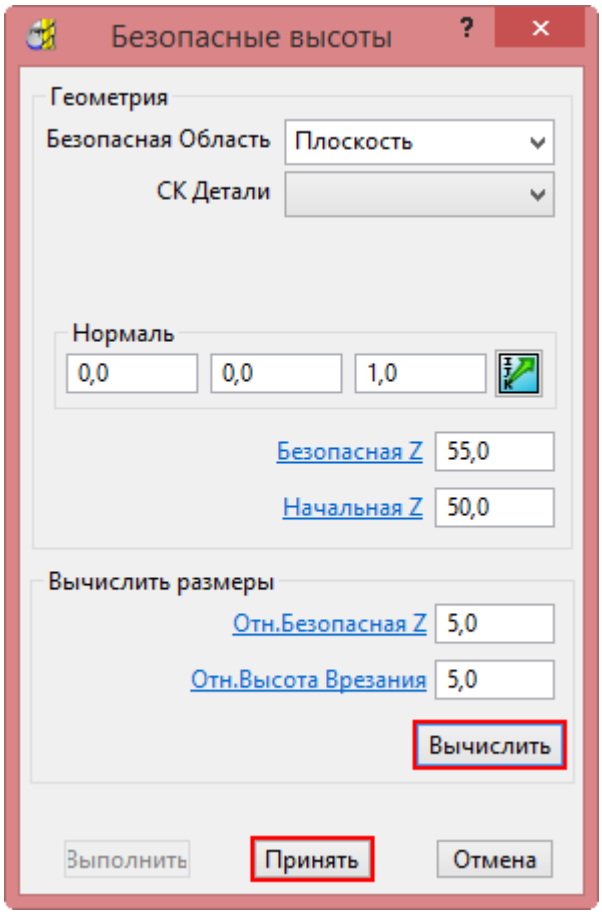


Рисунок 33 – Окно «Безопасные высоты»

13. Для создания стратегий черновой обработки нажмите на кнопку **Стратегии обработки** на **Главной панели** инструментов.
14. В появившемся окне нажмите на вкладку **3D Выборка,** выберите стратегию **Выборка 3D Модели** и нажмите **ОК** (рисунок 34)**.**

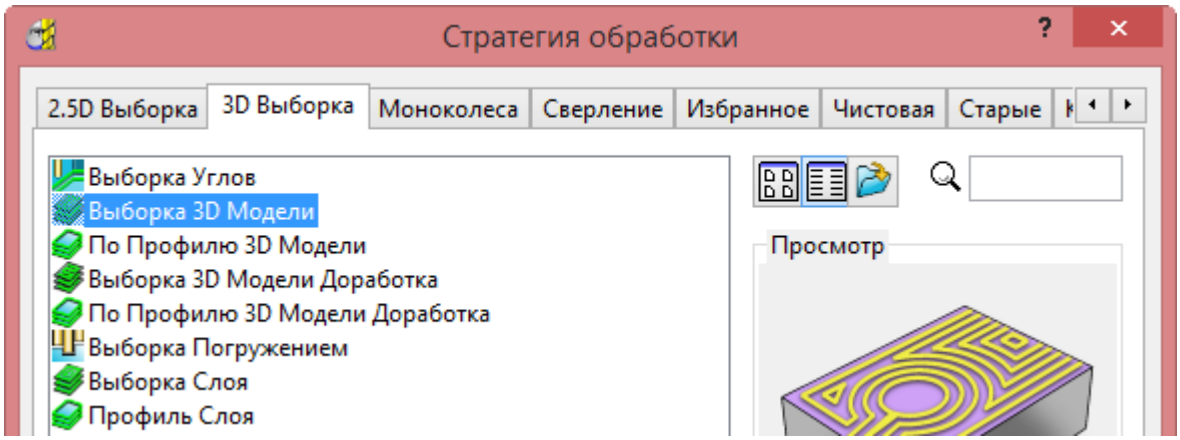


Рисунок 34 – Окно выбора стратегии обработки

15. Введите параметры указанные ниже (рисунок 35):
    a. **Имя траектории –** D12TR1-ВыборкаРастр;
    b. **Тип траектории выборки** – Растр;
    c. **Направление резания По профилю –** Любое;
    d. **Направление резания Область** – Любое;
    e. **Припуск** – 0,5 (толщина материала, оставляемая после обработки);
    f. **Шаг** – 10 мм (расстояние между сегментами траектории на одном слое обработки);
    g. **Шаг по Z** – 5 мм (шаг по высоте между соседними слоями обработки).

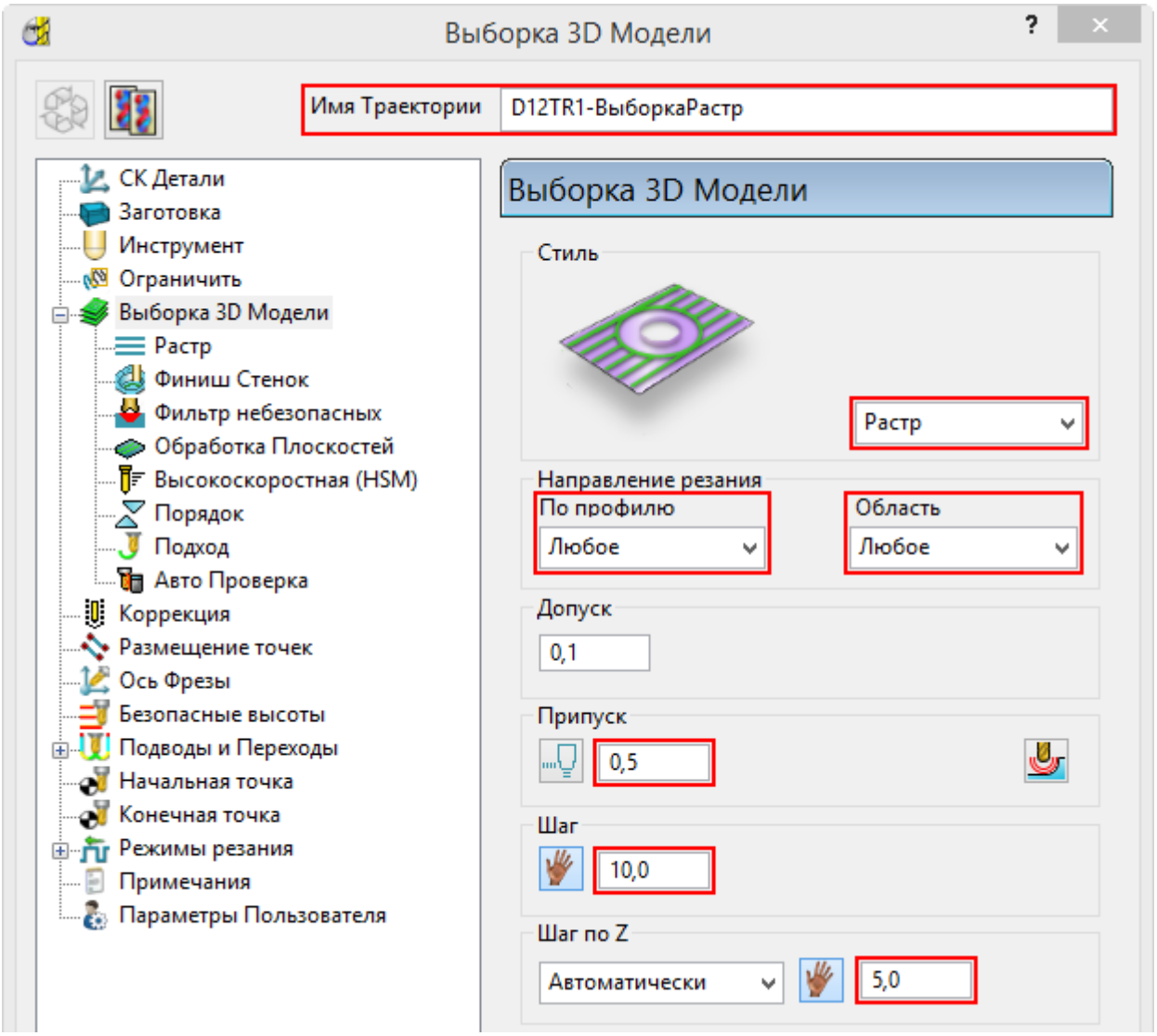


Рисунок 35 – Параметры стратегии «Выборка 3D Модели»

В завершении нажмите **Вычислить** и **Отмена.**

Полученная траектория будет выглядеть как показано на рисунке 36:

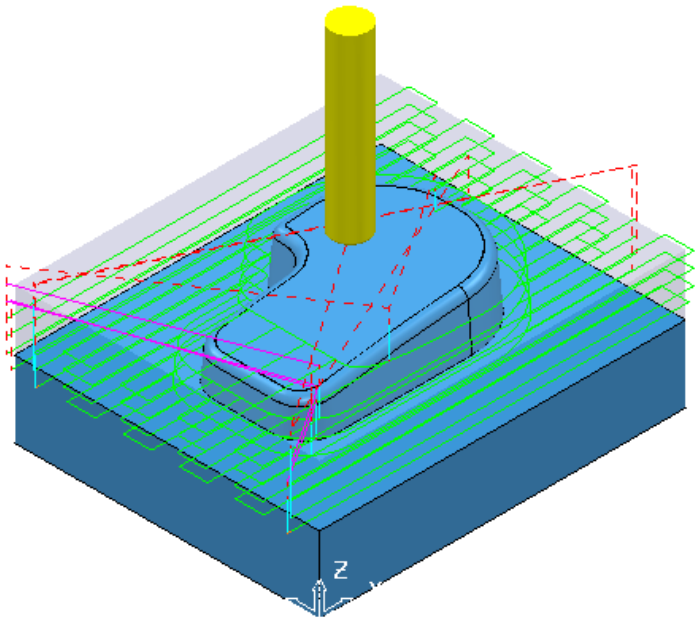


Рисунок 36 – Результат вычисления траектории

16. Перед тем как создавать траекторию финишной обработки активируйте инструмент **BN12.** Для этого, нажмите правой кнопкой мыши на инструменте **BN12** и выберите из контекстного меню **Активировать.**
17. Нажмите на кнопку **Стратегии обработки** , перейдите на вкладку **Чистовая** выберите стратегию **Растр** и нажмите **ОК.**
18. Введите параметры траектории аналогичные представленным на рисунке 37, затем нажмите на кнопку **Вычислить** и **Отмена**:

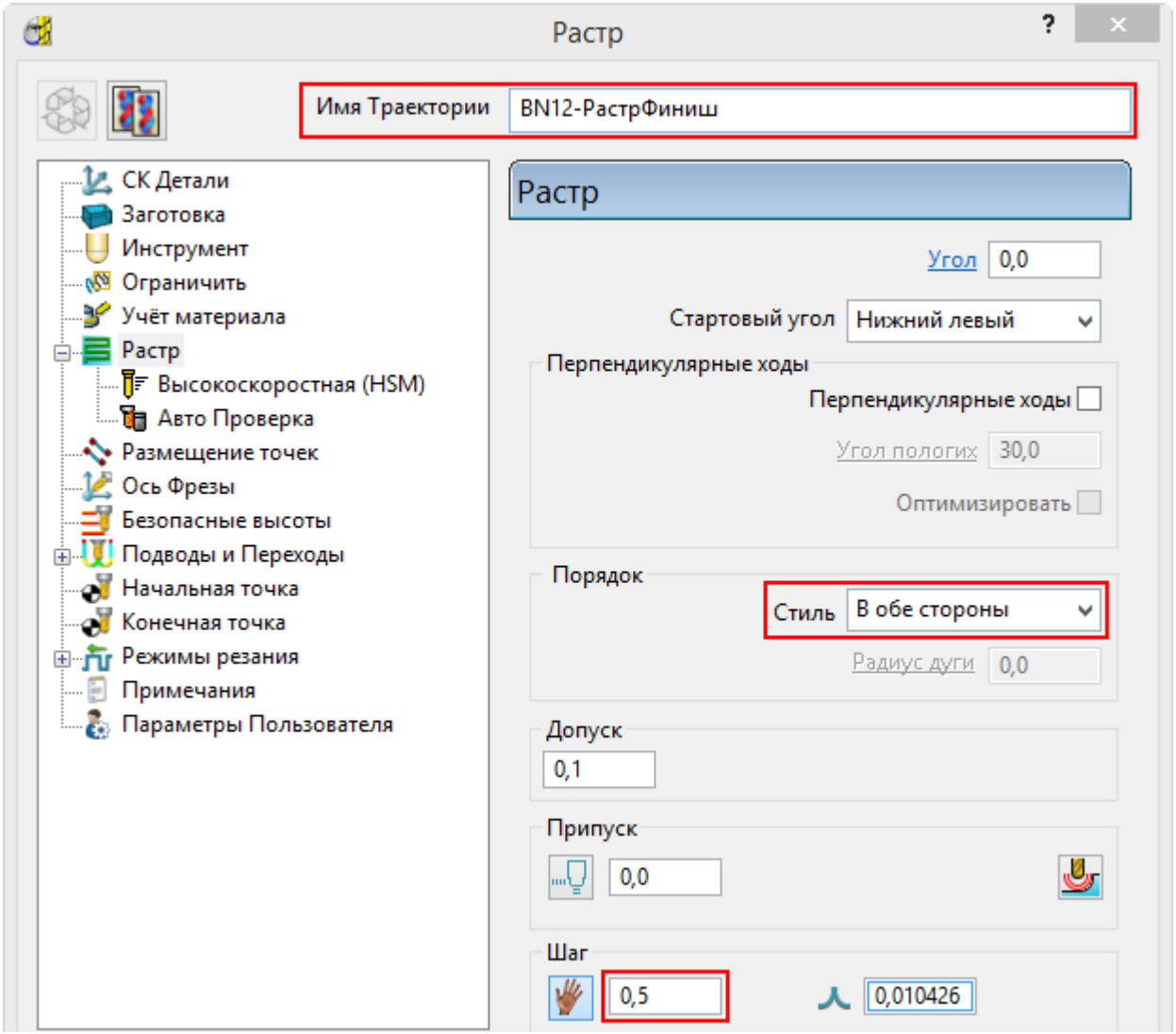


Рисунок 37 – Параметры стратегии чистовой обработки «Растр»

Полученная траектория будет выглядеть как показано на рисунке 38:

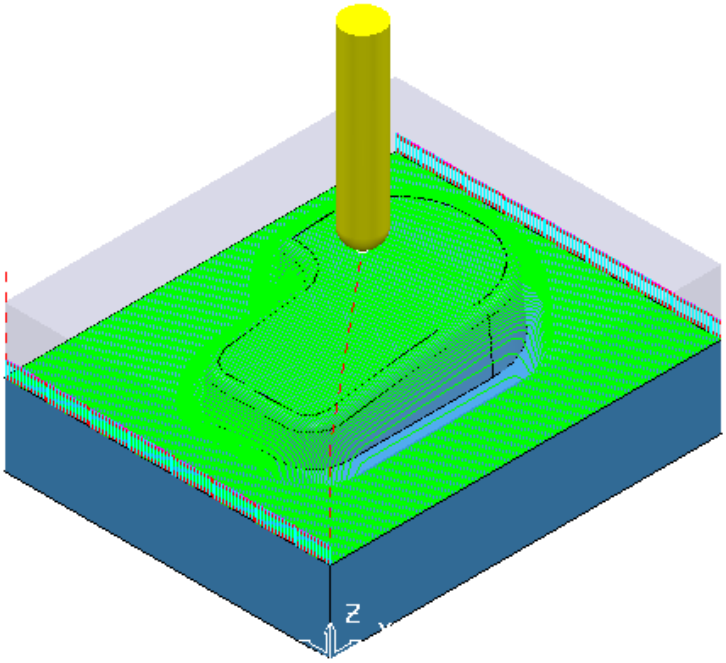


Рисунок 38 – Результат вычисления траектории «Растр»

19. Для визуального представления процесса черновой и чистовой обработки воспользуемся инструментом **ViewMill.** Для этого, нажмем на кнопке включения **ViewMill** на соответствующей панели.
20. Выровняйте изображение модели в окне вида, нажав на кнопку **ИЗО 1** на панели **Вид.**
21. Теперь не смещая и не поворачивая изображение модели в окне вида нажмите на кнопку **Блестящая закраска**, в панели **ViewMill**.
22. Активируйте траекторию **D12TR1-ВыборкаРастр.** Для этого, в проводнике разверните ветвь **Траектории** и нажмите правой кнопкой мыши на траектории **D12TR1-ВыборкаРастр** и выберите **Активировать** (рисунок 39)**.**

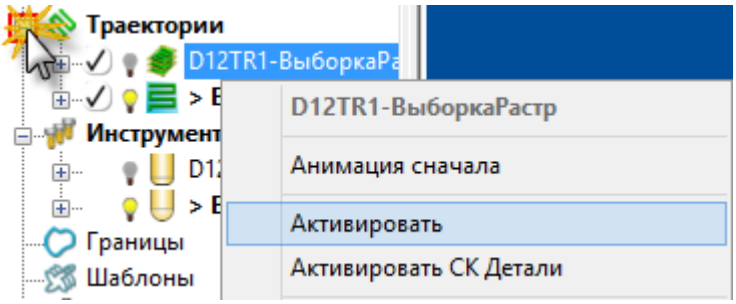


Рисунок 39 – Команда активации траектории

23. Снова нажмите правой кнопкой мыши на траектории **D12TR1-ВыборкаРастр** и выберите **Анимация сначала.**

В панели **Симулятор** появится информация о данной траектории и используемом инструменте (рисунок 40):



Рисунок 40 – Панель «Траектория»

24. Для начала анимации в панели **Симулятор** нажмите на кнопку **Пуск** 

В результате выполнения траектории черновой обработки останется заготовка аналогичная представленной на рисунке 41

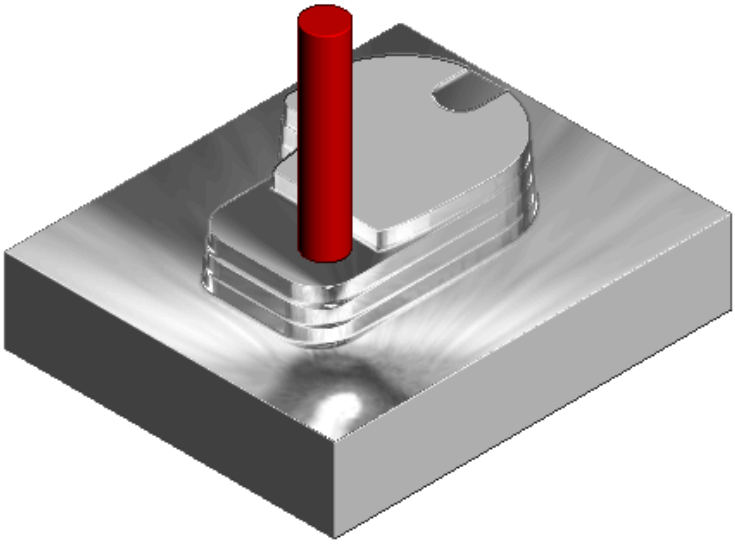


Рисунок 41 – Результат симуляции траектории черновой обработки

Для того, чтобы симулировать траекторию чистовой обработки, сначала активируем ее, загрузим в **Симулятор** и затем запустим.

25. Нажмите правой кнопкой мыши на траектории **BN12-РастрФиниш** и выберите **Активировать.**
26. Снова нажмите правой кнопкой мыши на траектории **BN12-РастрФиниш** и выберите **Анимация сначала.**
27. В панели **Симулятор** нажмите на кнопку **Пуск**  .

Результат будет выглядеть как на рисунке42.



Рисунок 42 – Результат симуляции чистовой траектории обработки

Для выполнения заключительного этапа, необходимо создать NC файл, настроить его, добавить траектории обработки, выполнить постпроцессирование и записать файл управляющей программы на жесткий диск.

28. Нажмите правой кнопкой мыши в проводнике проекта на пункте **NC Файлы**, и выберите **Параметры…**(рисунок 43)

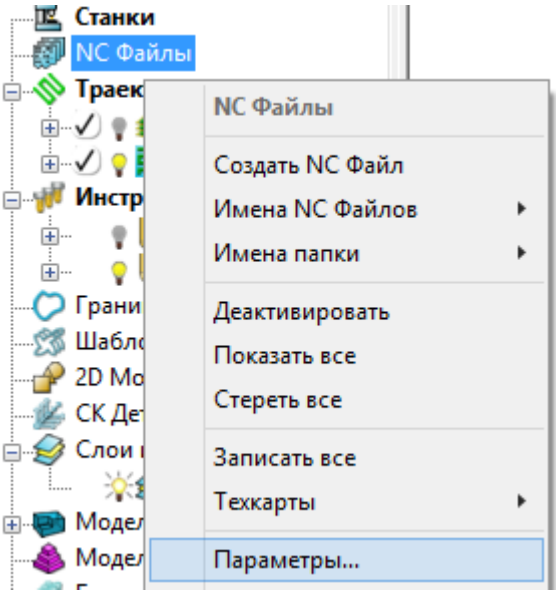


Рисунок 43 – Контекстное меню ветки «NC Файлы»

29. В появившемся диалоговом окне введите следующие настройки (рисунок 44):
    a. **В Проект** – Вкл (это позволит выводит создаваемые файлы управляющей программы в папку с проектом под названием ncprogram);
    b. **Постпроцессор** – нажмите на кнопку  напротив постпроцессора и в появившемся диалоговом окне откройте опционный файл *Haas.pmoptz*, расположенный по адресу: *C:\Users\Public\Documents\PostProcessor 2013 R2 (64-bit) Files\Generic\Haas.pmoptz* (который содержит информацию о форматировании текста управляющих программ для станков Haas);
    c. **Выводимая точка** – Центр (в программе будут содержатся координаты точки инструмента расположенной в центре торца);

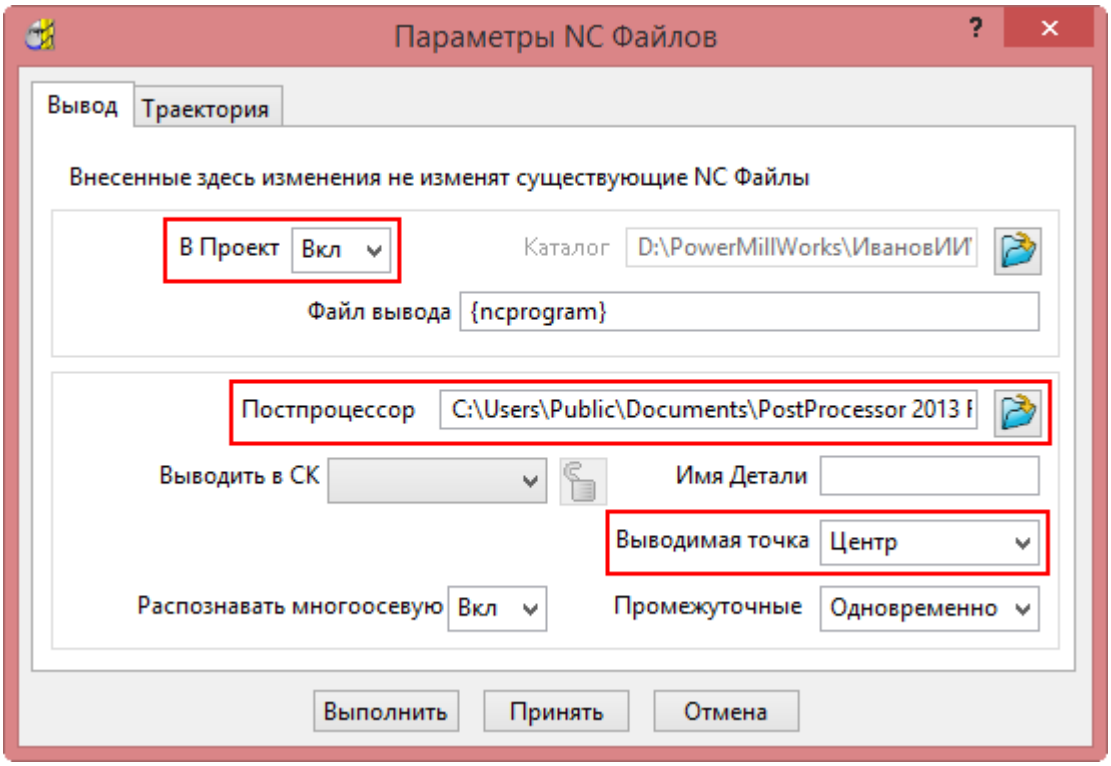


Рисунок 44 – Окно параметров NC файлов

Для завершения настройки нажмите **Выполнить** и **Принять.**

30. Создайте NC файл, нажав правой кнопкой мыши на **NC-Файлы** в проводнике и выбрав **Создать NC файл** (рисунок 45)**.**

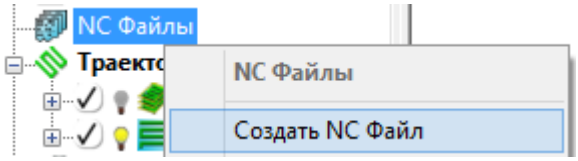


Рисунок 45 – Команда создания NC файла

В ветви проводника **NC Файлы** будет создан новый NC файл и появится окно с настройками файла.

31. Введите в окне **NC файл Имя программы** – Program_01
32. Чтобы добавить траектории обработки в NC-файл, не закрывая окна **NC Файл**, нажмите правой кнопкой мыши в проводнике на траектории **D12TR1-ВыборкаРастр** и выберите **Добавить в – NC файл**

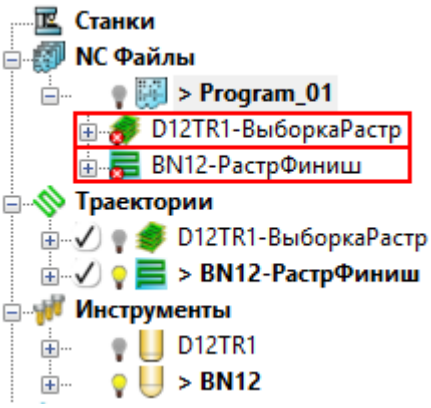


Рисунок 46 – Вид дерева проекта

33. Добавьте в NC Файл траекторию обработки **BN12-РастрФиниш**, аналогичным образом.

Добавленные траектории также отображаются в проводнике внутри NC файла.(рисунок 46).

Окончательный вид окна **NC файл** будет выглядеть как показано на рисунке 47.

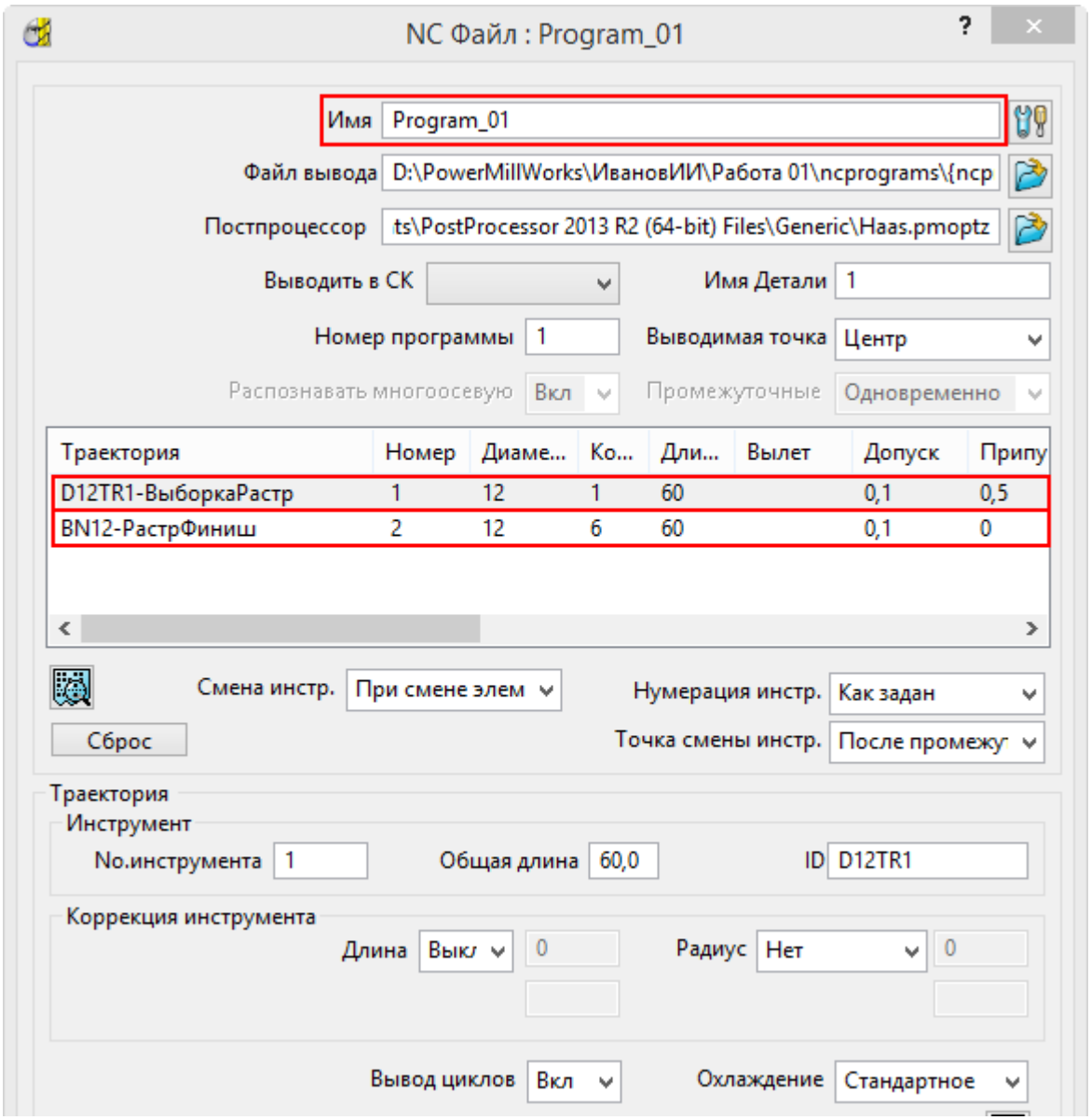


Рисунок 47 – Окно с настроенными параметрами «NC Файла»

34. Для выполнения постпроцессирования и записи файла управляющей программы нажмите на кнопку **Записать.**

После успешного создания файла и сохранения его на жесткий диск появится окно «Информация» с результатами постпроцессирования (рисунок 48):

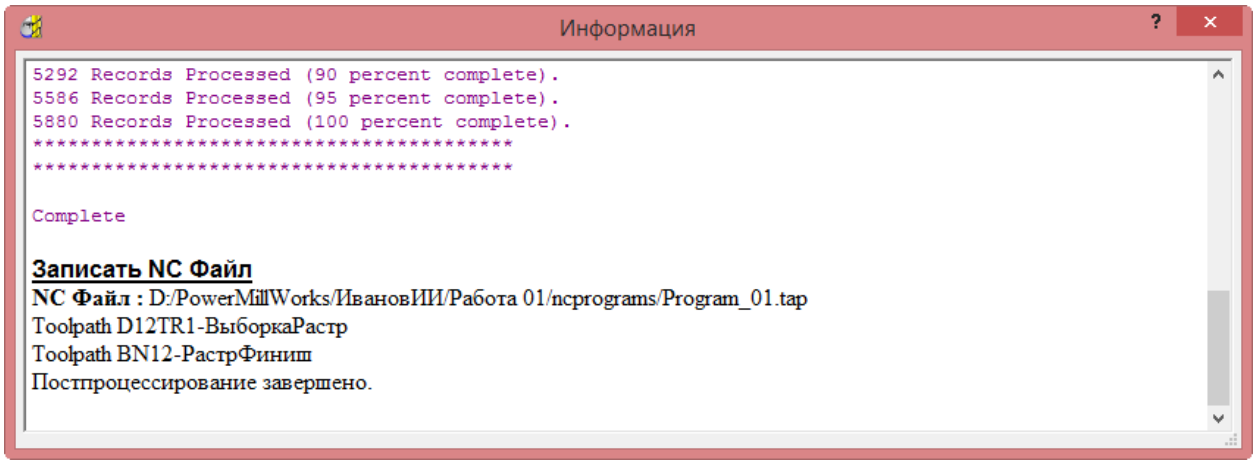


Рисунок 48 – Окно «Информация»

Чтобы просмотреть созданный файл управляющей программы можно воспользоваться программой «Блокнот» из стандартного набора приложений Windows (рисунок 49).

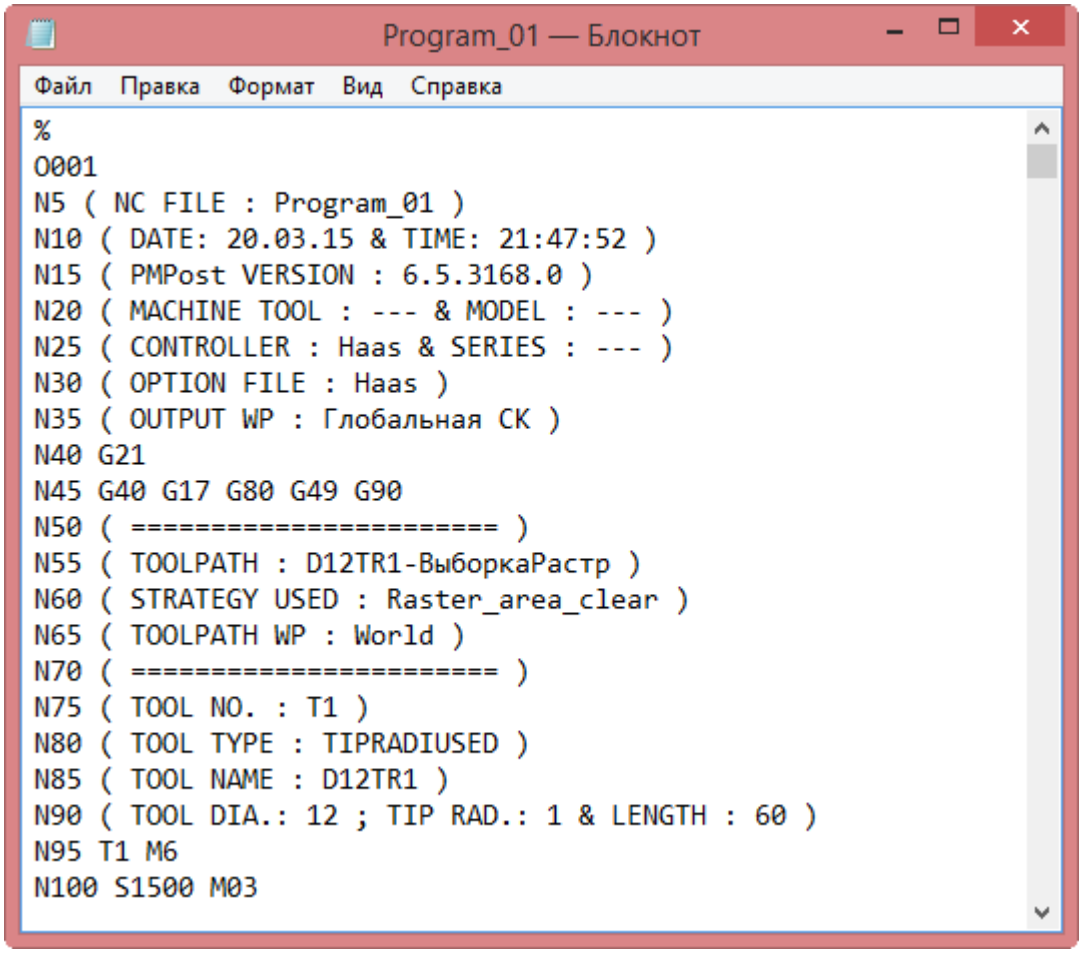


Рисунок 49 – Текст управляющей программы

Полученную программу можно передать на станок и произвести обработку.

Самостоятельно выполните Задание 1:

Выполнить основные этапы разработки управляющих программ для представленных ниже деталей.

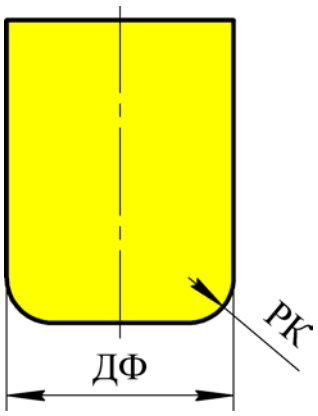


Рисунок 50 – Основные параметры фрезы

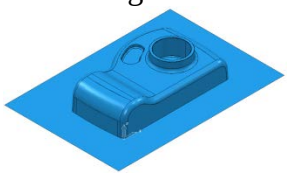
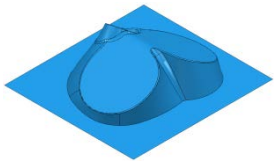
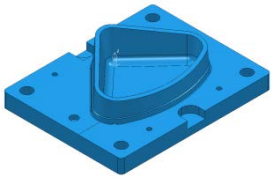
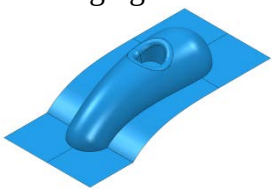
Исходные данные приведены в таблице 9.

В данной таблице и далее приняты следующие сокращения (рисунок 50):

ДФ – диаметр фрезы;

РК – радиус кромки.

Таблица 9 – Задание 1

Модель	Заготовка	Инструмент	Стратегии
Camera.dgk 	Тип – Блок Припуск – со всех сторон 0, по Z max = 2 мм	Скругленная фреза: ДФ – 14, РК – 4	Черновая: Выборка 3D модель: (тип – Растр, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ)
		Шаровая фреза: ДФ – 6	Чистовая: Растр (шаг – 0,5 мм)
Chamber.dgk 		Скругленная фреза: ДФ –12, РК – 2	Черновая: Выборка 3D модель (тип – Смещать модель, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ)
		Шаровая фреза: ДФ – 4	Чистовая: Растр (шаг – 0,5 мм)
Corner_Bowl.dgk 		Скругленная фреза: ДФ –32, РК – 8	Черновая: Выборка 3D модель (тип – Растр, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ)
		Шаровая фреза: ДФ – 24	Чистовая: Оптимизированная Z (шаг – 1 мм, Спираль – вкл)
cowling.dgk 		Скругленная фреза: ДФ (ДФ) –16, РК – 3	Черновая: Выборка 3D модель (тип – Растр, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ)
		Шаровая фреза: ДФ – 6	Чистовая: Оптимизированная Z (шаг – 0,5 мм, Спираль – вкл)

2.5 3D модели

В общем случае все 3D модели, используемые в PowerMill можно разделить на:

- модели деталей (содержат поверхности, которые подлежат обработки);
- закрывающие поверхности (служат для предотвращения обработки в нежелательных полостях);

- модели установочных элементов (используются для учета крепежа и исключения зарезов и столкновений с ним инструмента и патрона);
- модели управляющих поверхностей (необходимы для создания некоторых траекторий обработки).

2.5.1 Импорт модели

PowerMill поддерживает до 56 форматов файлов, а при использовании специализированного модуля конвертации моделей Exchange их количество увеличивается до 90. Существует поддержка моделей Компас-3D. Однако, наиболее предпочтительными форматами файлов являются: dgk, ddx, ddz, psmodel, doc.det, pic.

При работе с модулем **Exchange** не стоит забывать о точности преобразований формата, которая значительно влияет на точность получаемой модели, а, следовательно, и точность подготовленной управляющей программы.

Преобразование происходит в два этапа – импорт в **Exchange** и экспорт из него. Точность каждого из этих этапов определяется значениями допуска. При импорте – рисунок 51 и рисунок 52

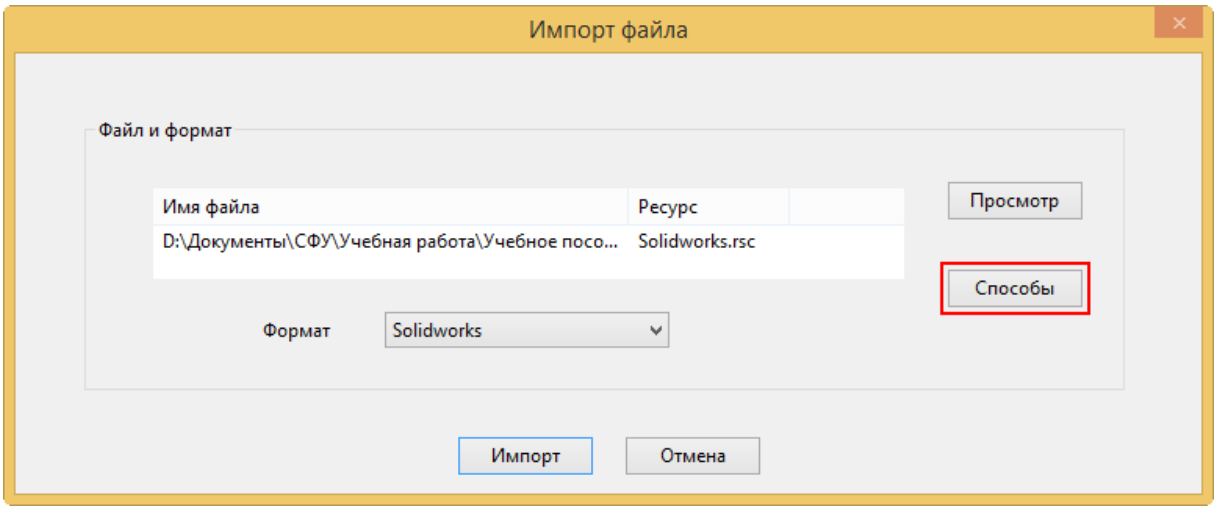


Рисунок 51 – Окно импорта файла в программе Exchange

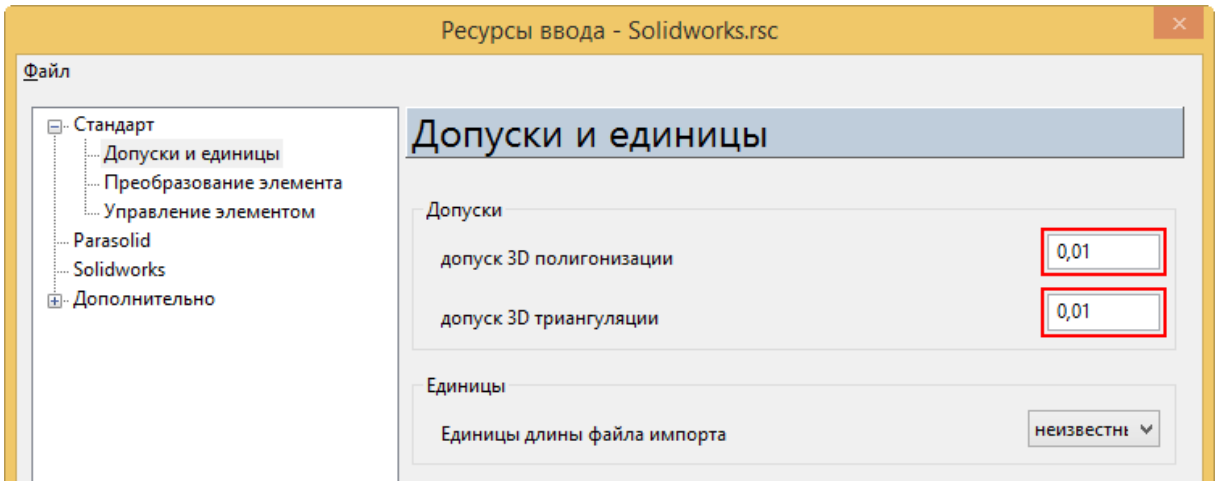


Рисунок 52 – Окно настроек параметров импорта

При экспорте – рисунок 53 и рисунок 54.

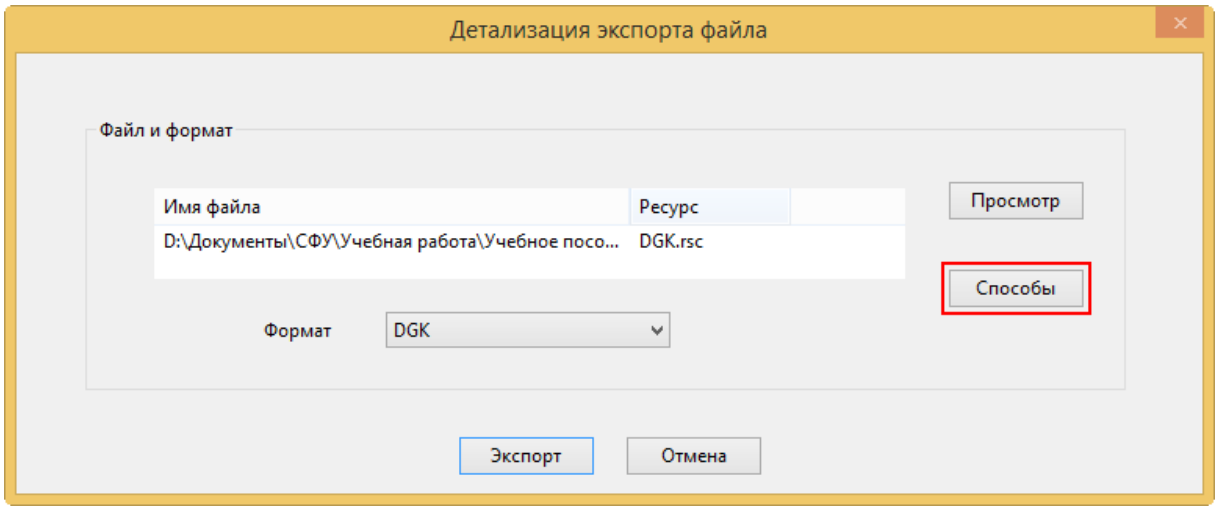


Рисунок 53 – Окно экспорта файла в программе Exchange

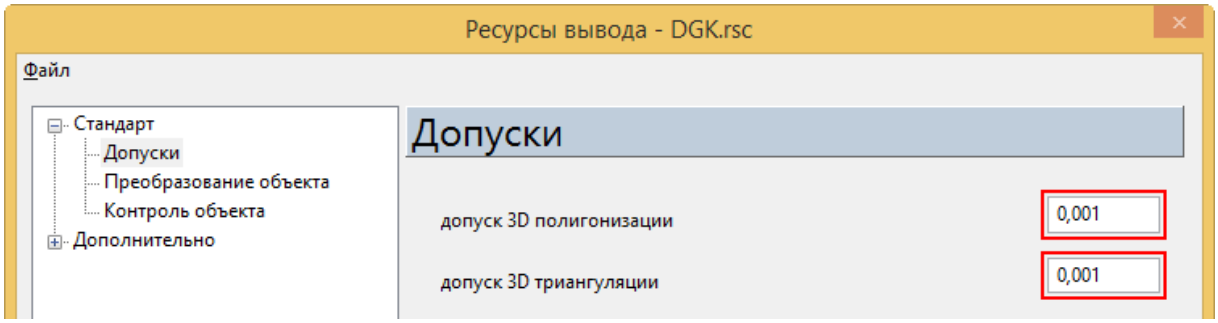


Рисунок 54 – Окно настроек параметров экспорта

На рисунке 55 показаны 4 варианта преобразования цилиндрической модели из формата SolidWorks (*.sldprt) в формат PowerShape (*.dgk) посредством программы **Exchange.**

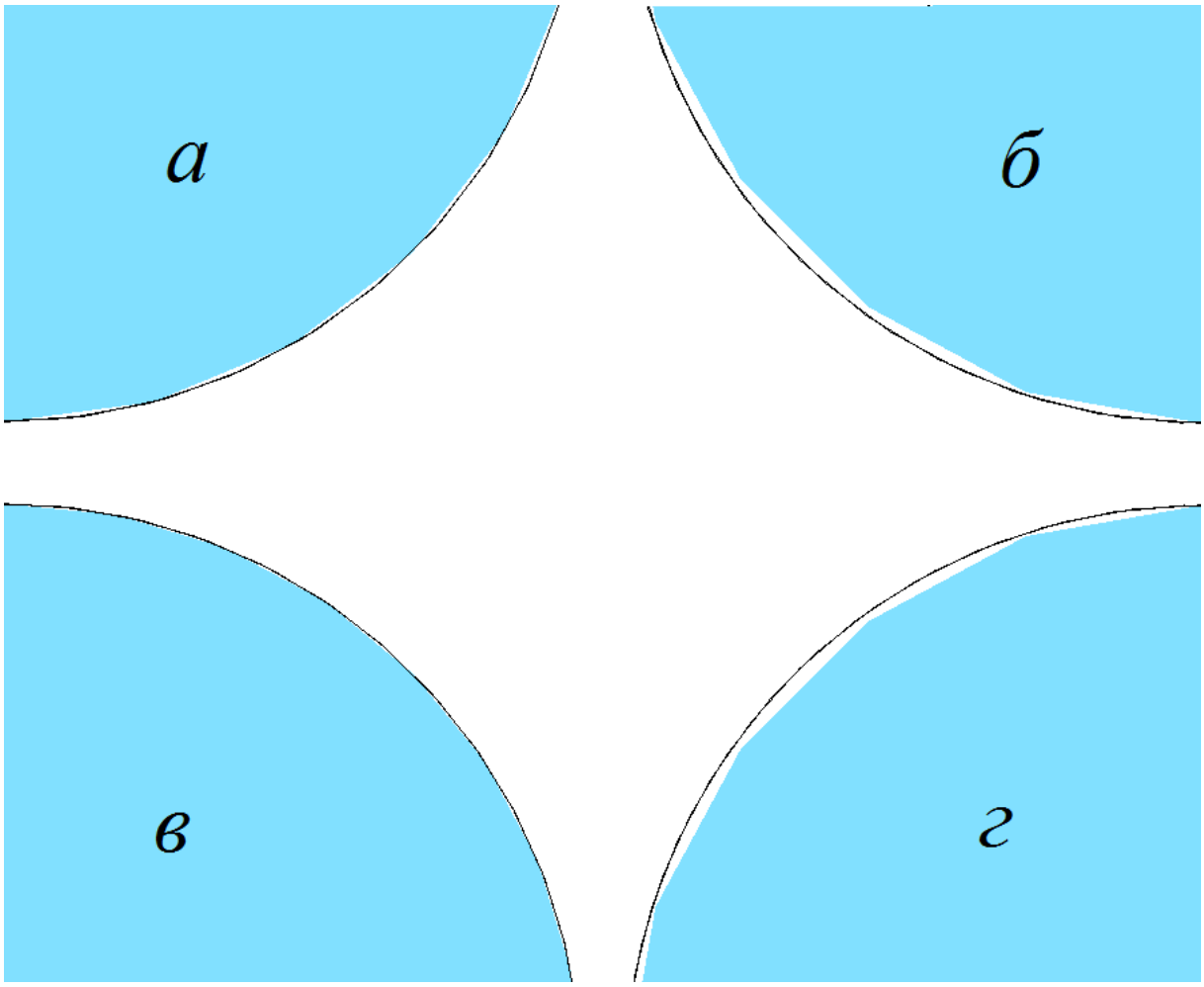


Рисунок 55 – Результаты преобразования формата файлов с различными параметрами точности

а – допуск при импорте – 0,001; допуск при экспорте – 0,1

б – допуск при импорте – 0,1; допуск при экспорте – 0,001

в – допуск при импорте – 0,001; допуск при экспорте – 0,001

г – допуск при импорте – 0,1; допуск при экспорте – 0,1

2.5.2 *Инструменты работы с моделью*

Ориентация поверхностей

На импортированных моделях возможны случаи неправильной ориентации поверхностей (рисунок 56). Наружная поверхность на моделях изображается синим цветом, обратная – красным.

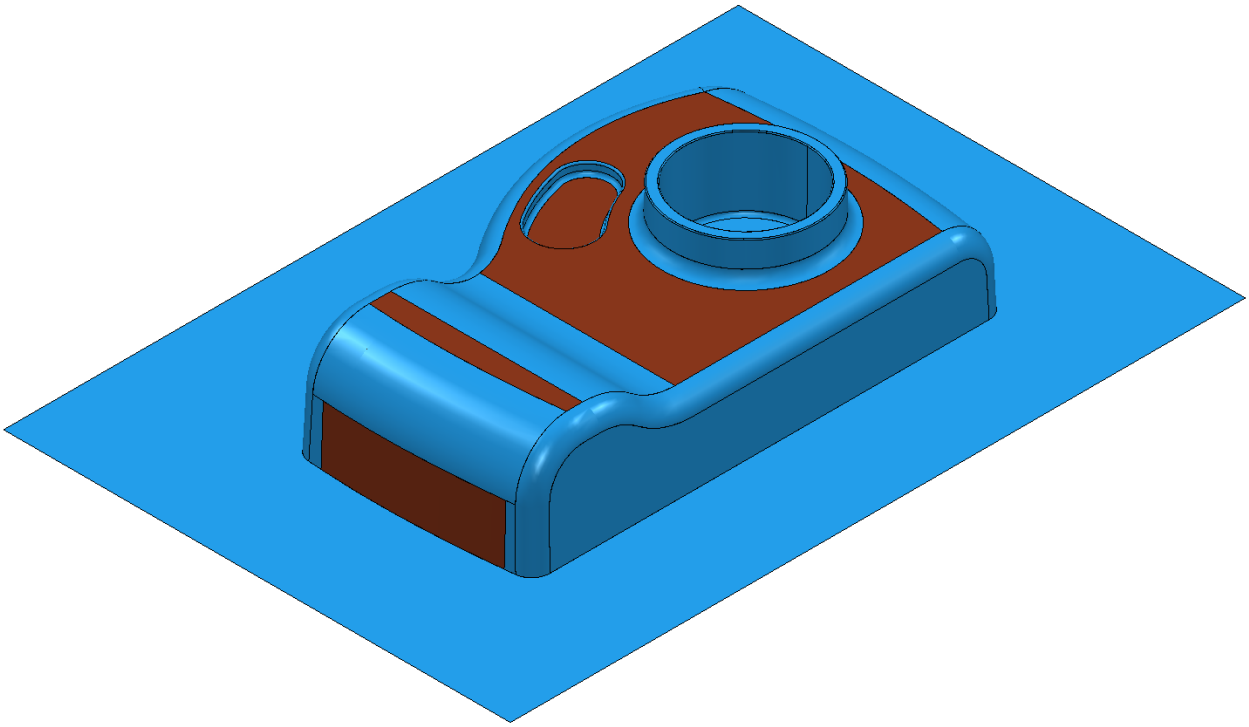


Рисунок 56 – Ориентация поверхностей

Для переориентации поверхности существует 2 команды:

Отображение поверхностей

Используйте функцию **Скрыть выбранные** (Ctrl+J) в контекстном меню **Модели**, чтобы временно скрыть некоторые компоненты модели.

На рисунке 57 выбраны светло-голубые поверхности, которые были скрыты.

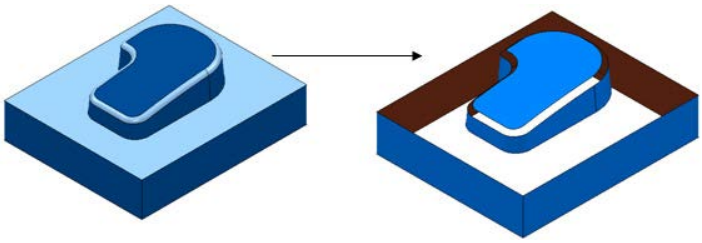


Рисунок 57 – Скрытие выбранных поверхностей

Используйте функцию **Скрыть остальное** (Ctrl+K) в контекстном меню **Модель**, чтобы временно скрыть все компоненты модели, кроме выбранных.

На рисунке 58 выбраны две помеченные светло-голубым поверхности.

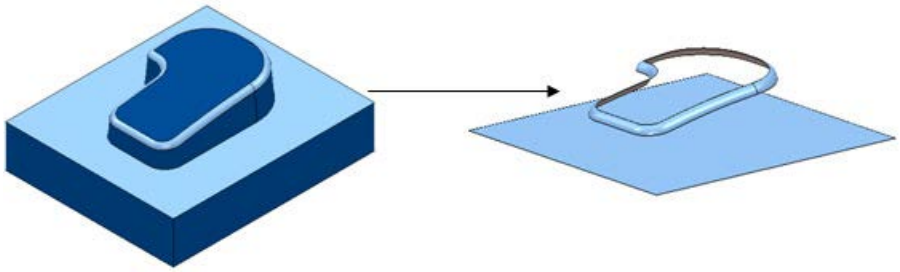


Рисунок 58 – Скрытие невыбранных поверхностей

Чтобы вновь отобразить все компоненты модели, нажмите правой кнопкой в любом месте графического окна и выберите **Показать скрытые** (Ctrl+L). Ранее скрытые компоненты модели отобразятся снова и станут выбранными (как в левой части расположенной выше иллюстрации).

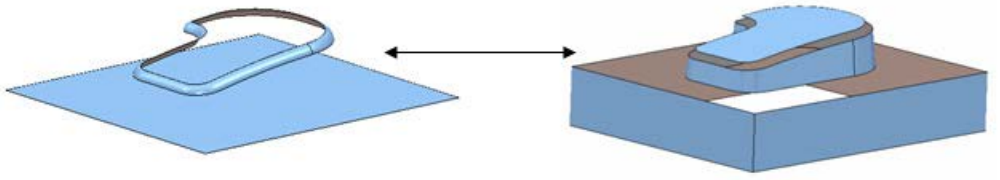


Рисунок 59 – Иллюстрация команды «Обратить гашение»

Вы также можете переключать режим скрытия/отображения для компонентов модели, используя функцию **Обратить Гашение** (**Ctrl+Y**) (рисунок 59).

Трансформация моделей

Под трансформацией модели подразумевается ее смещение, поворот, масштабирование или отражение целиком или отдельных поверхностей. Чтобы воспользоваться одной из команд трансформации, необходимо выбрать из контекстного меню соответствующей модели строку «Правка»–

«Трансформировать» (рисунок 60). В появившемся диалоговом окне можно выполнить одну из ранее описанных команд относительно одной из координатных осей, задав значение трансформации в соответствующем поле («Расстояние», «Угол», «Масштаб»).

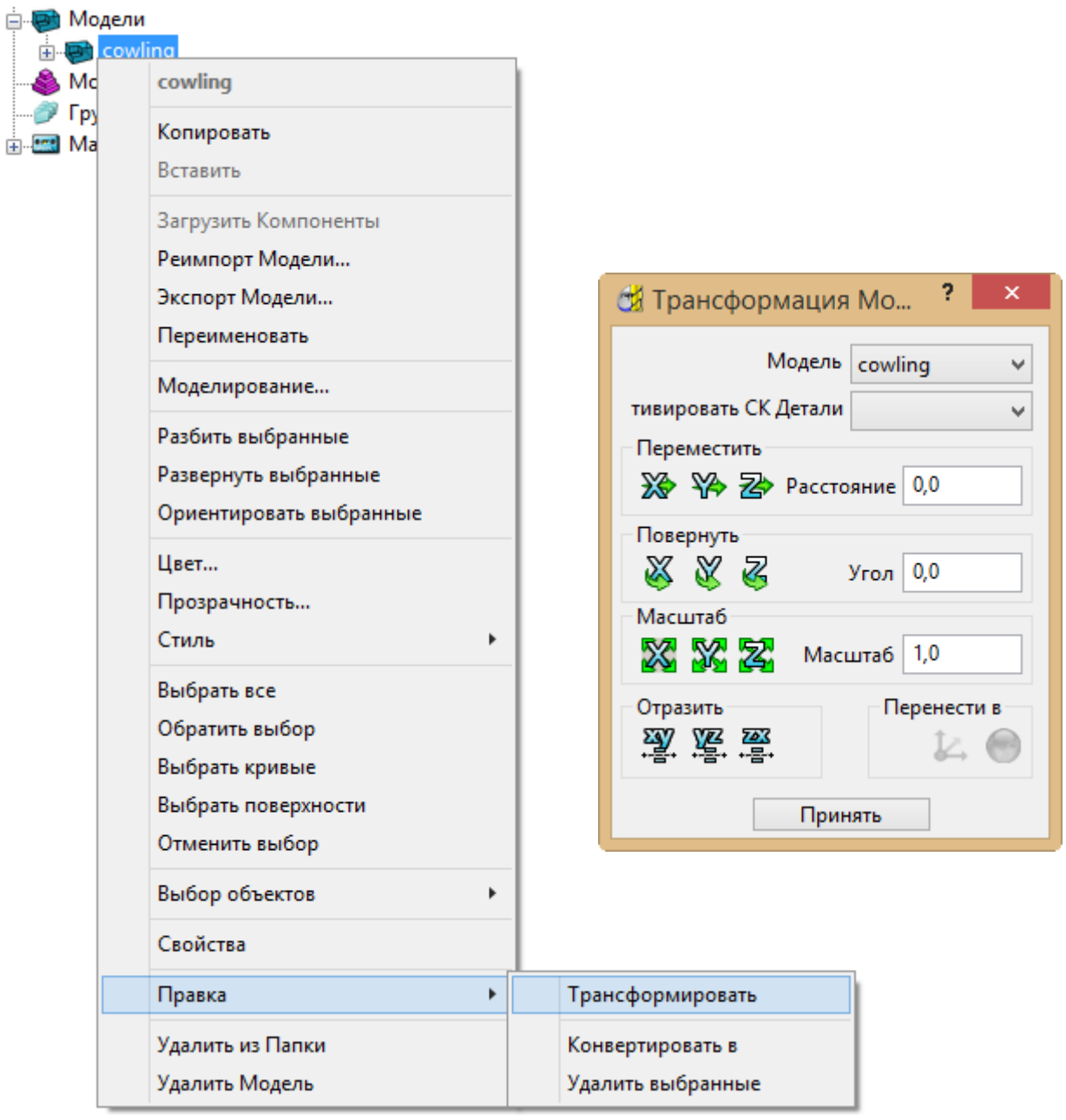


Рисунок 60 – Вызов команды «Трансформировать»

Таким образом, благодаря возможностям трансформации можно в проекте выполнять простейшие сборки деталей (для выполнения обработки в

сборе). Располагать прижимы и технологические приспособления на заготовке и т.д.

2.6 Заготовка

Диалоговое окно **Заготовка** используется для определения рабочей области внутри которой будет генерироваться траектория обработки. Можно вычислить размеры и положение заготовки автоматически на основание габаритов детали или отдельно выделенных поверхностей. Кроме того, можно задать размеры заготовки вручную (рисунок 61).

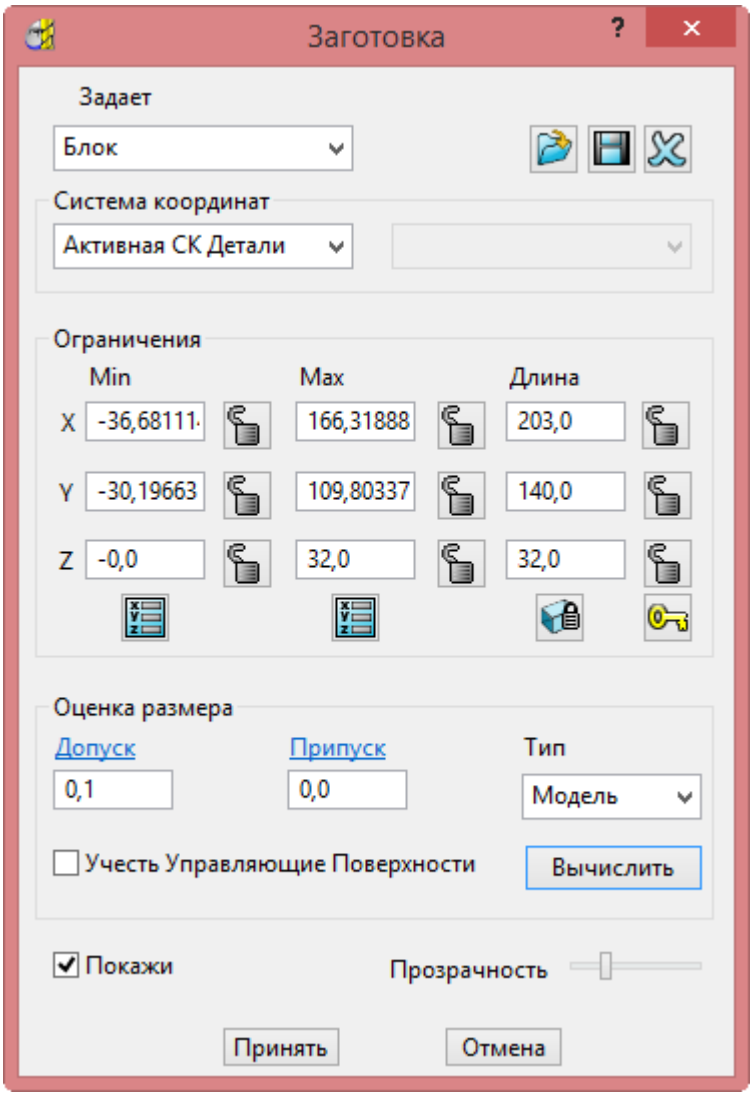


Рисунок 61 – Диалоговое окно «Заготовка»

По умолчанию опция **Задает** имеет значение **Блок**. Отдельные значения в диалоговом окне **Заготовка** могут быть изменены или зафиксированы при необходимости. Значение **Припуск**, добавляет указанную толщину материал с каждой из 6 сторон (если данная сторона не зафиксирована ).

Нажмите кнопку **Вычислить**, чтобы рассчитать размеры заготовки.

После окончания редактирования параметров заготовки нажмите кнопку **Принять.**

2.7 Система координат

При импорте модели в **PowerMILL** высока вероятность того, что оригинальные данные не будут иметь положение и ориентацию, необходимые для настройки инструмента и создания стратегий обработки.

Системы координат (**СК Детали**) – это удобный способ создания рабочих систем координат для траекторий обработки и выравнивания модели, позволяющий избежать необходимости физического передвижения компонента.

В **PowerMILL** изначально, при создании проекта всегда существует одна зафиксированная система координат, которую нельзя удалить, повернуть, сместить или переориентировать – это глобальная СК. Однако, существует возможность создавать множество дополнительных СК с различной ориентацией и положением в пространстве, с возможностью последующего редактирования. При этом, активной может быть только одна СК, относительно которой будет сориентирован инструмент и будут прописаны все координаты во вновь создаваемой траектории обработки. По умолчанию, ось инструмента направлена вдоль оси Z активной СК, при этом, нормаль от торца инструмента направлена в отрицательном направлении. В любой момент времени может быть активна только одна СК (одна из СК Детали, либо Глобальная СК, см. рисунок 62).

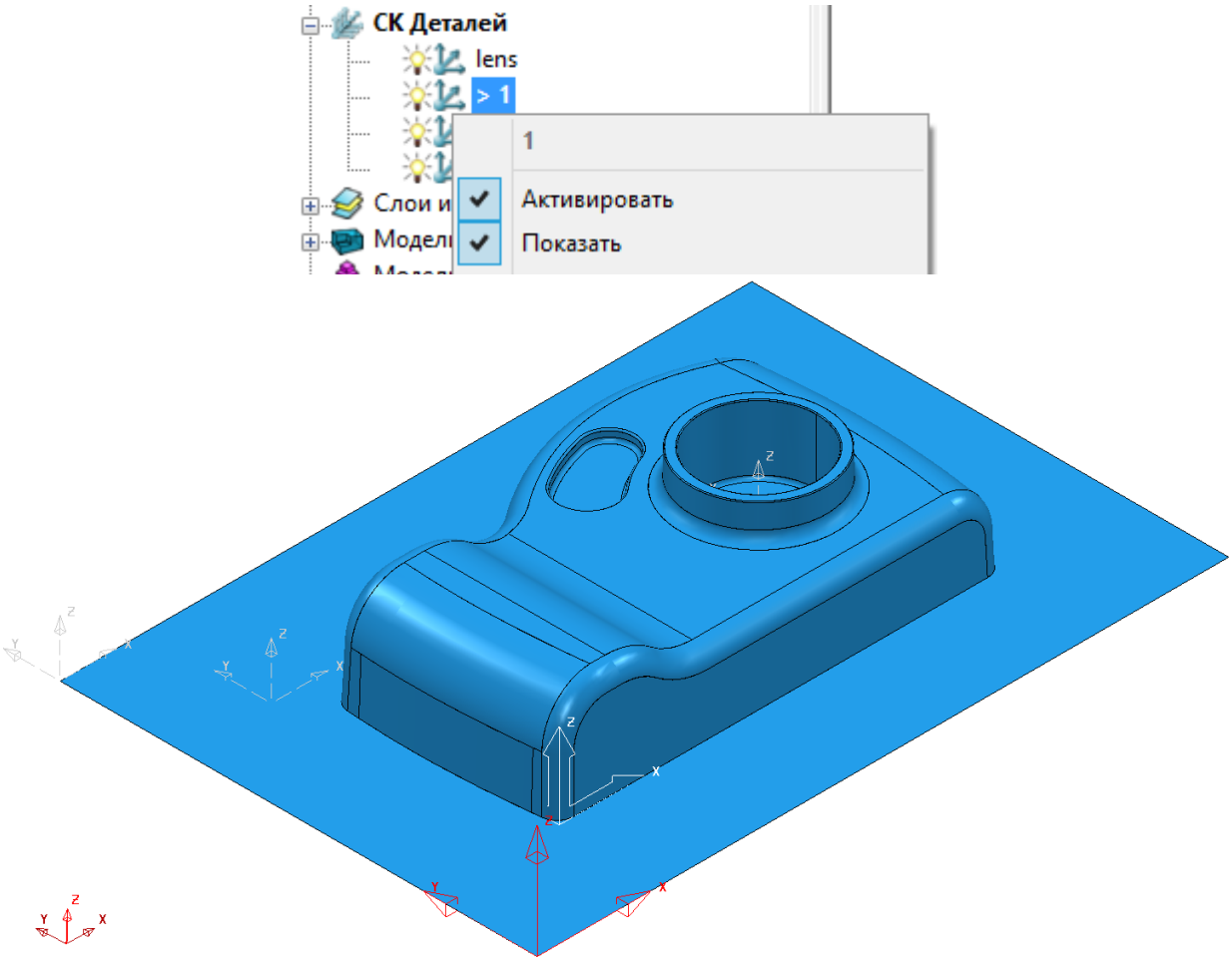


Рисунок 62 – Активная СК

Для активации/деактивации системы координат нужно щелкнуть правой кнопкой мыши в проводнике на нужной СК детали и выбрать соответствующий пункт меню (рисунок 63).

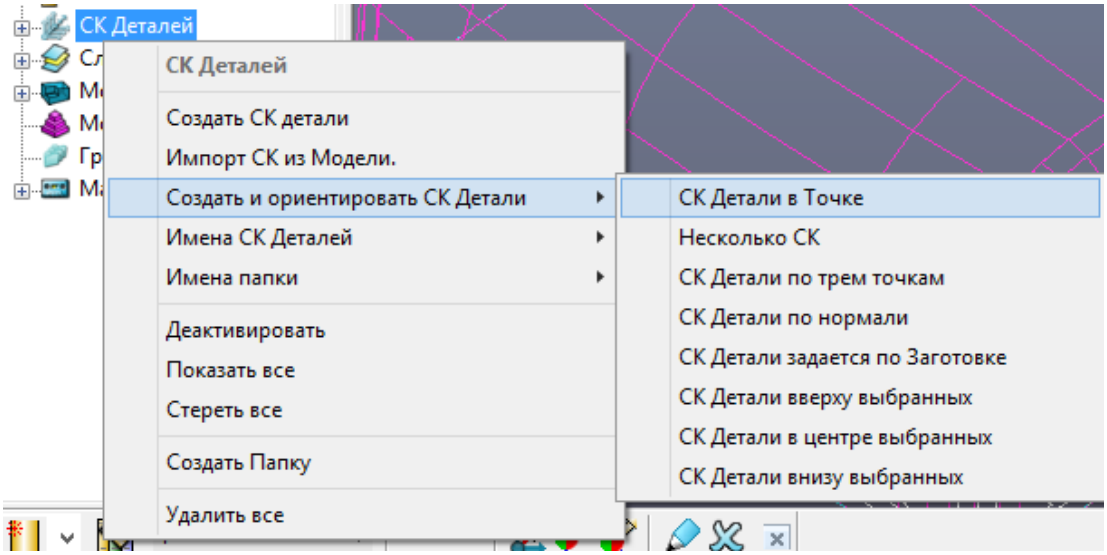


Рисунок 63 – Способы создания СК Детали

Доступ к меню создания систем координат можно получить, кликнув правой кнопкой мыши в проводнике на пункте **СК Деталей** (см. рисунок 63).

2.7.1 Создание СК деталей в точке

Создает СК детали с такой же ориентацией, как у активной СК детали, в точке задаваемой:

1 указанием мышкой в окне вида (во время создания систем координат указатель мышки привязывается к характерным точкам, которые можно настроить в окне **Опции**, см. рисунок 64);

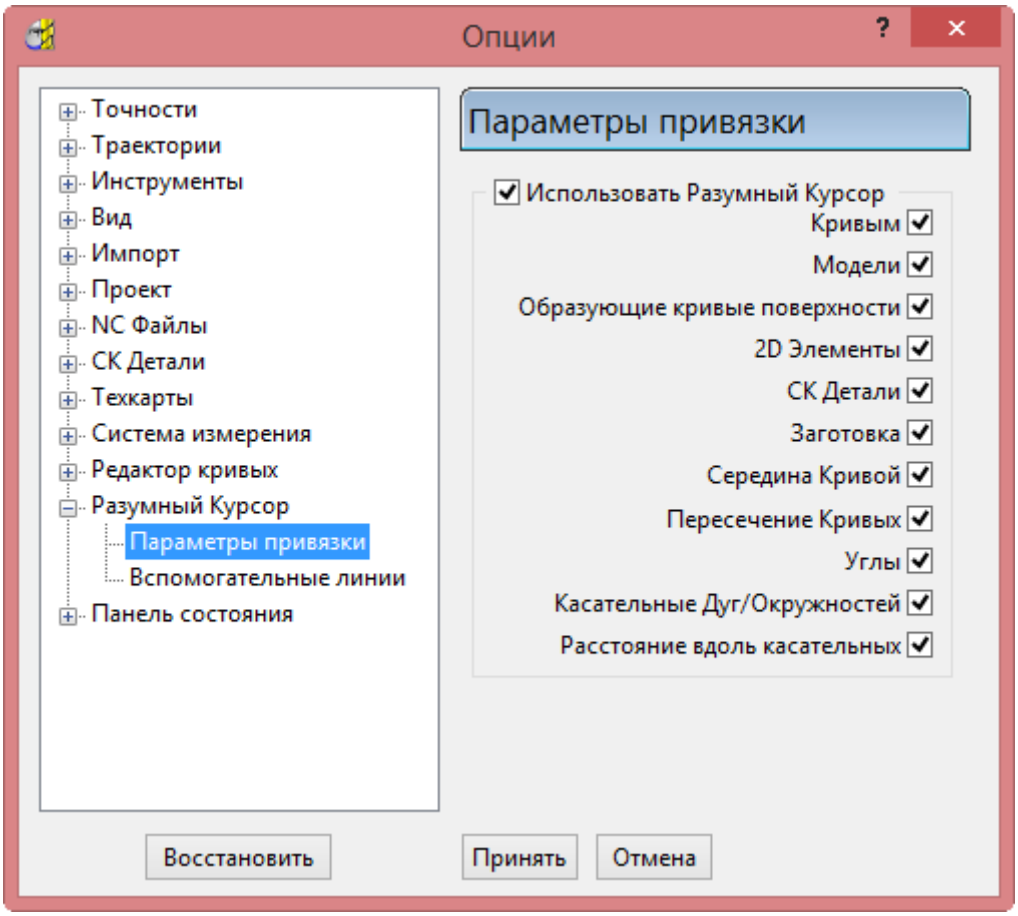
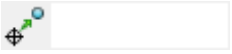


Рисунок 64 – Настройка привязок курсора мыши

2 прямым заданием координат точки с помощью  , или  в строке состояния

2.7.2 Создание СК деталей по заготовке

Другой способ создания СК по заготовке. При этом, СК будет создаваться в характерных точках заготовки (рисунок 65):

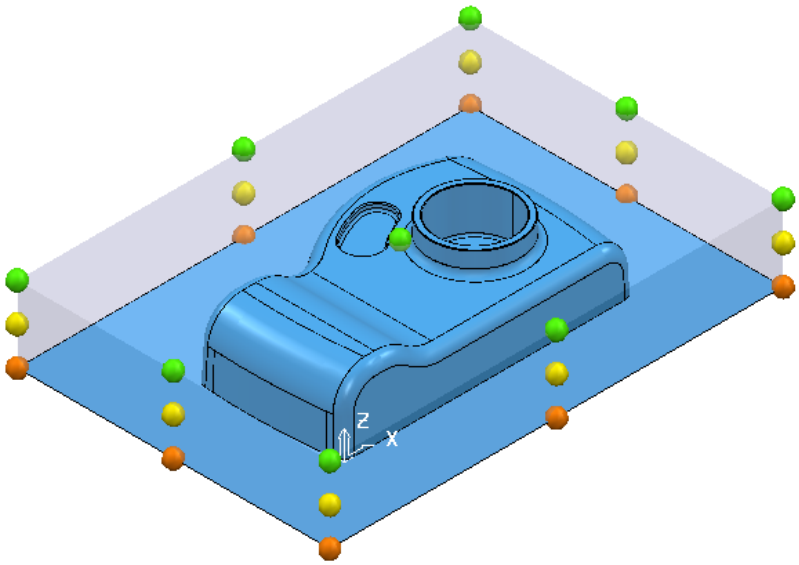


Рисунок 65 – Точки для создание СК детали по заготовке

1 центр заготовки

2 углы заготовки

3 середины ребер заготовки

4 середины граней заготовки

Если тип заготовки выбран **Цилиндр**, то вокруг ее описывается габаритный параллелепипед, у которого выделяются такие же характерные точки, как у заготовки типа **Блок** (рисунок 66).

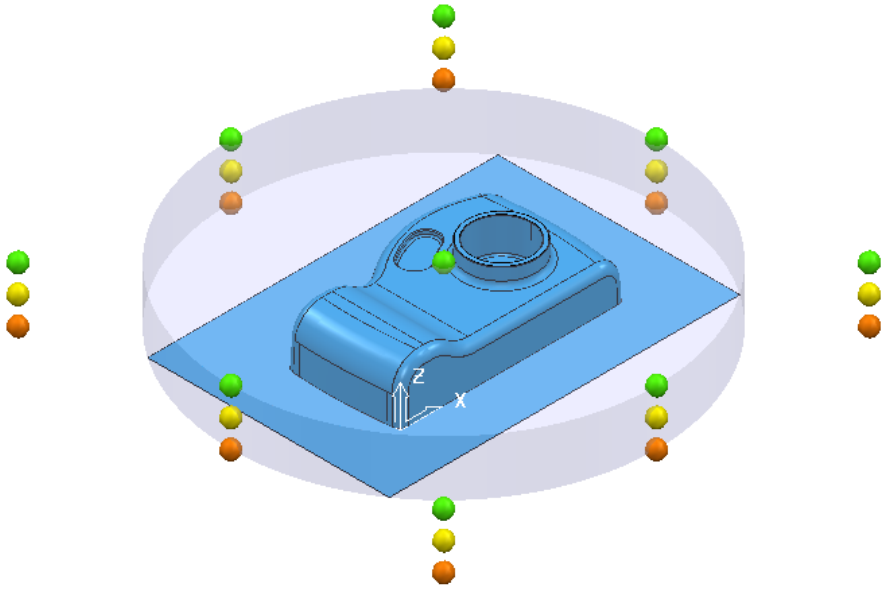


Рисунок 66 – Точки для создание СК детали при цилиндрической заготовке

Практическое задание

1. Импортируйте модель
   …PowerMillData/Models/WorkplanesExample1.dgk
2. Создайте заготовку с параметрами представленными на рисунке 67, выбрав систему координат: **Глобальная СК** и нажав кнопку **Вычислить,** затем **Принят**:

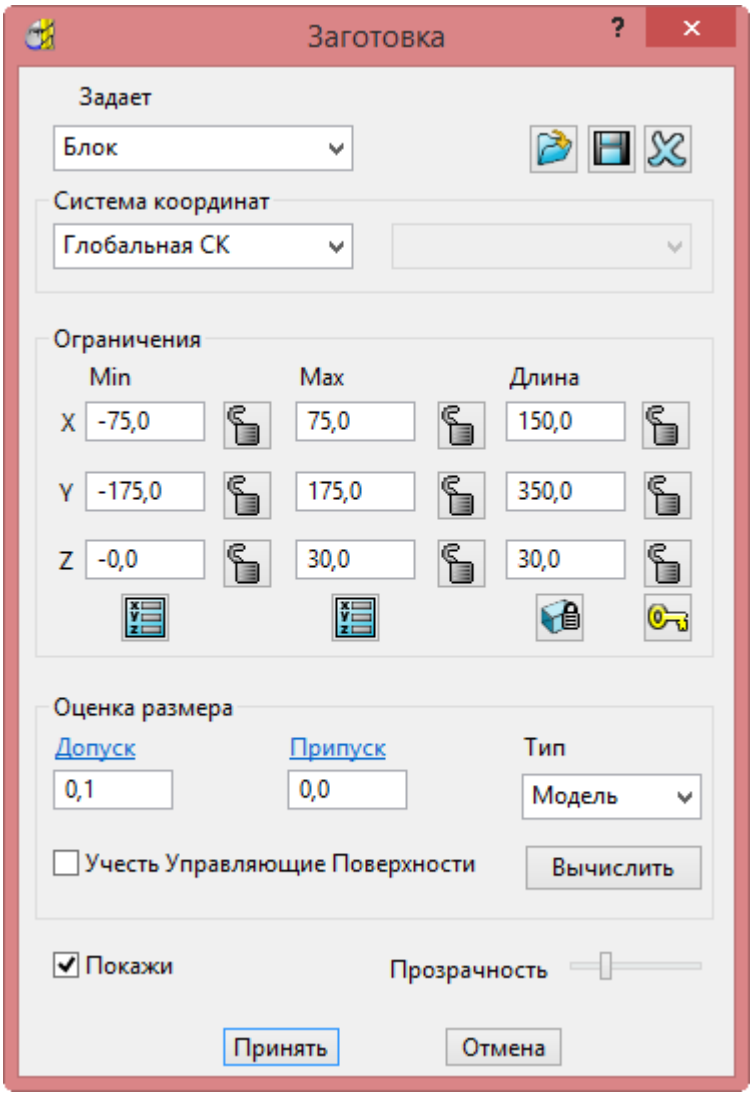


Рисунок 67 – Параметры заготовки

3. В проводнике нажмите правой кнопкой на **СК Детали** и выбрав пункт меню **Создать и ориентировать СК Детали,** затем **СК Детали задается по Заготовке**.
4. Выберите точку, как показано на рисунке 68 (зелёный шар в центре верхней стороны **Заготовки**):

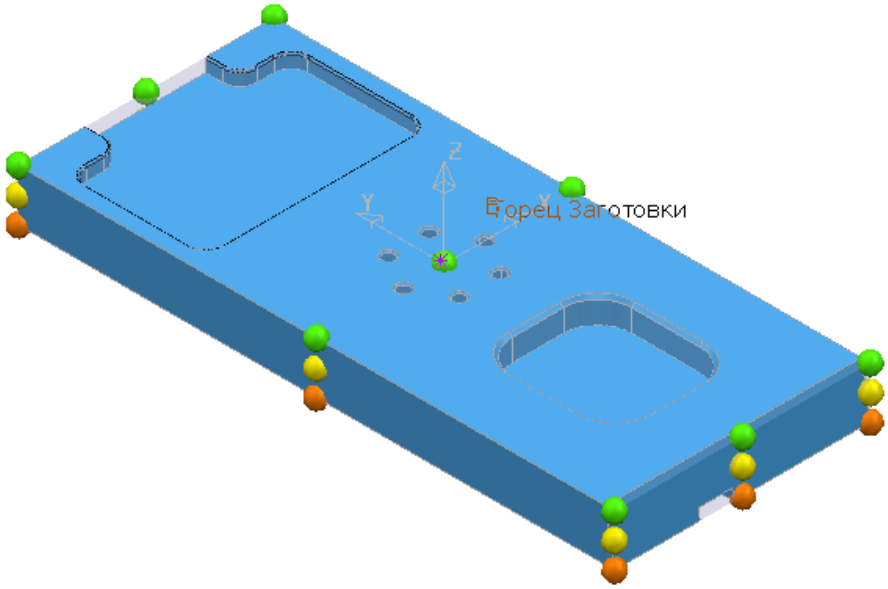


Рисунок 68 – Создание системы координат по заготовке

5. В проводнике нажмите правой кнопкой на новой обрабатываемой плоскости и выберите **Переименовать** (рисунок 69).

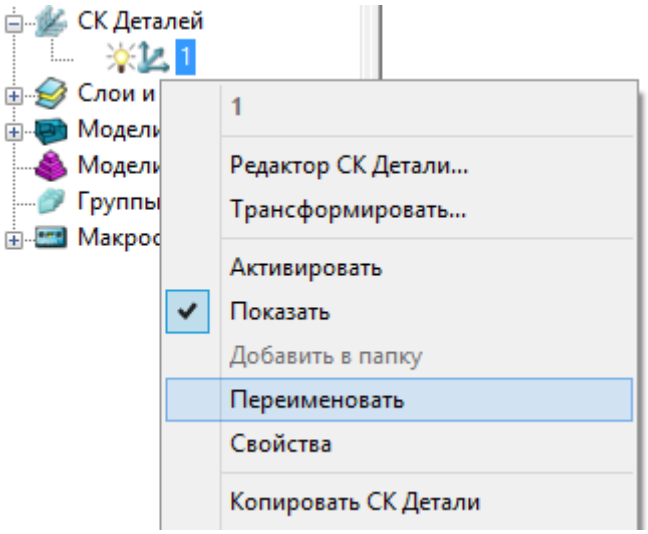


Рисунок 69 – Команда «Переименовать»

6. Измените имя **СК Детали** на ***OP1***.
7. Нажмите правой кнопкой на **OP1** и выберите **Активировать** (рисунок 70).

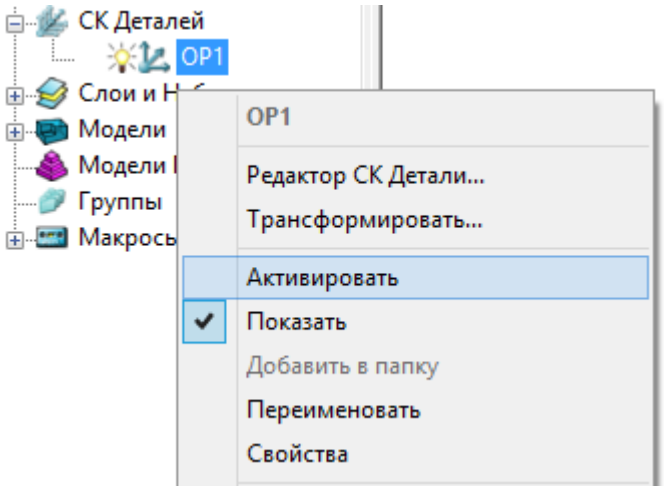


Рисунок 70 – Команда «Активировать»

8. Снова нажмите правой кнопкой на **OP1** и выберите **Редактор СК Детали**.
9. В появившейся панели нажмите на кнопке **Повернуть вокруг оси Z** и введите 270, чтобы переориентировать **СК**, как показано на рисунке 71.

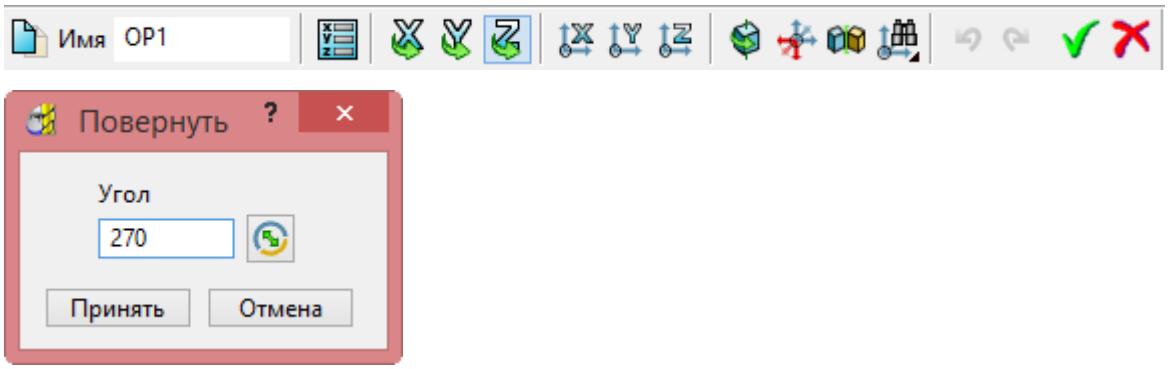


Рисунок 71 – Панель «Трансформировать СК детали»
и окно команды «Повернуть»

Завершите редактирование плоскости нажатием на кнопке **Принять изменения** 

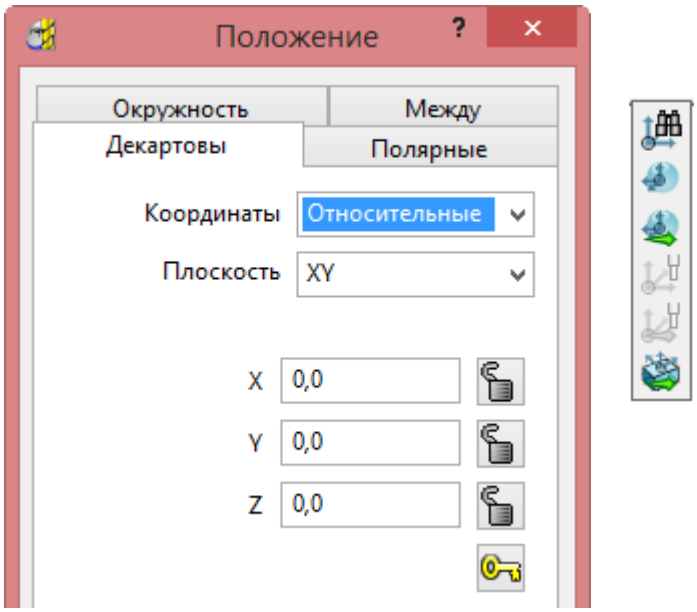


Рисунок 72 – Окно команды «Положение»

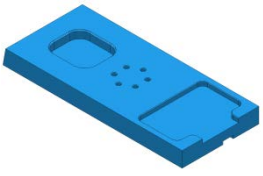
Подобным образом можно повернуть выбранную систем координат вокруг осей **X** и **Y**, либо задать новое положение начала координат с помощью кнопки **Положение** (рисунок 72) или изменить ориентацию СК с помощью команд **Ориентировать как на экране, Оринтировать по нормали, Ориентировать и переместить по нормали, Ориентировать по заготовке и Активной СК:**

Самостоятельно выполните следующие задания

Задание 2.1:

Создать систему координат в соответствии со следующей таблицей 10:

Таблица 10 – Задание 2.1

Модель	**Заготовка**	**Система координат**
WorkplaneExample1.dgk 	Тип – Блок Припуск по Z max и Z min по 2 мм, с остальных сторон по Система координат – Глобальная СК	СК1 (рисунок 73): **Ориентация:** Ось X совпадает по направлению с нормалью поверхности **A** **Положение точки начала координат:** в горизонтальной плоскости – центр выделенного кармана; по высоте – верх выделенного кармана

		СК2 (рисунок 74) **Ориентация:** Ось Z совпадает по направлению с нормалью поверхности **A** **Положение точки начала координат:** Центр выделенной грани по X, Y, Z

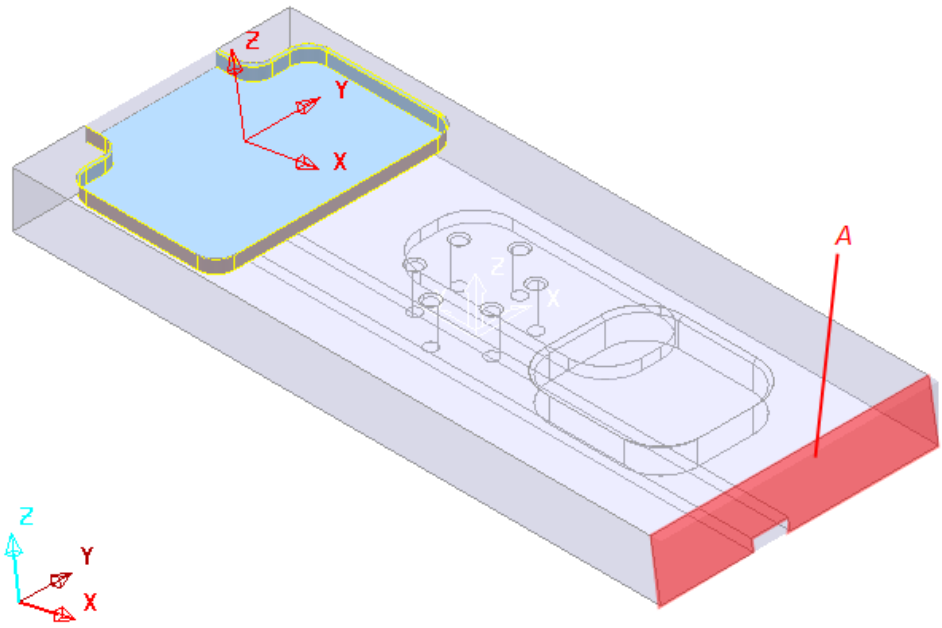


Рисунок 73 – Расположение СК1

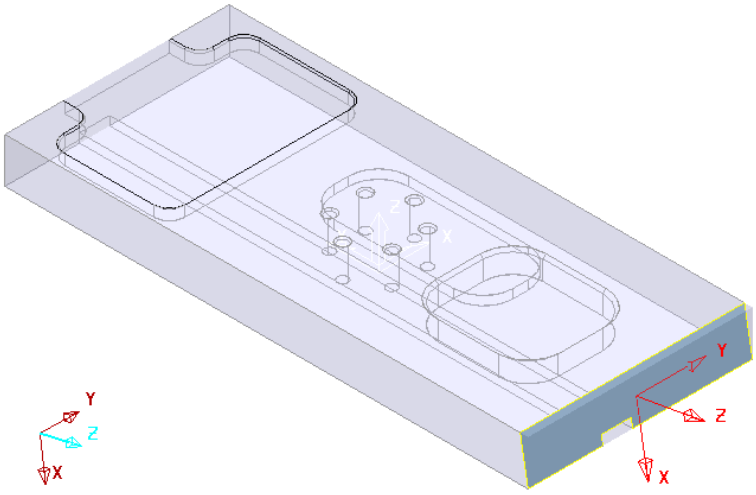
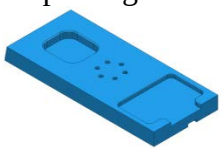


Рисунок 74 – Расположение СК2

Задание 2.2:

Сделать системы координат для двухстороней обработки детали и создать соответствующие стратегии обработки (таблица 11).

Таблица 11 – Влияние глубины резания на подачу

Модель	**Заготовка**	**Система координат**	**Инструмент**	**Стратегии**
WorkplaneExample1.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 0; Система координат – Глобальная СК	СК 1 (См. рисунок 75)	Скругленная фреза: ДФ – 16, РК – 3	Черновая: Выборка 3D модель (тип – Смещать модель, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ)
			Концевая фреза: ДФ – 3	Чистовая: Оптимизированная Z (шаг – 1,5 мм, Спираль – Вкл)
		СК 2 (См. рисунок 75)	Скругленная фреза: ДФ – 16, РК – 3	Черновая: Выборка 3D модель (тип – Смещать модель, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ)
			Концевая фреза: ДФ – 3	Чистовая: Оптимизированная Z (шаг – 1,5 мм, Спираль – Вкл)

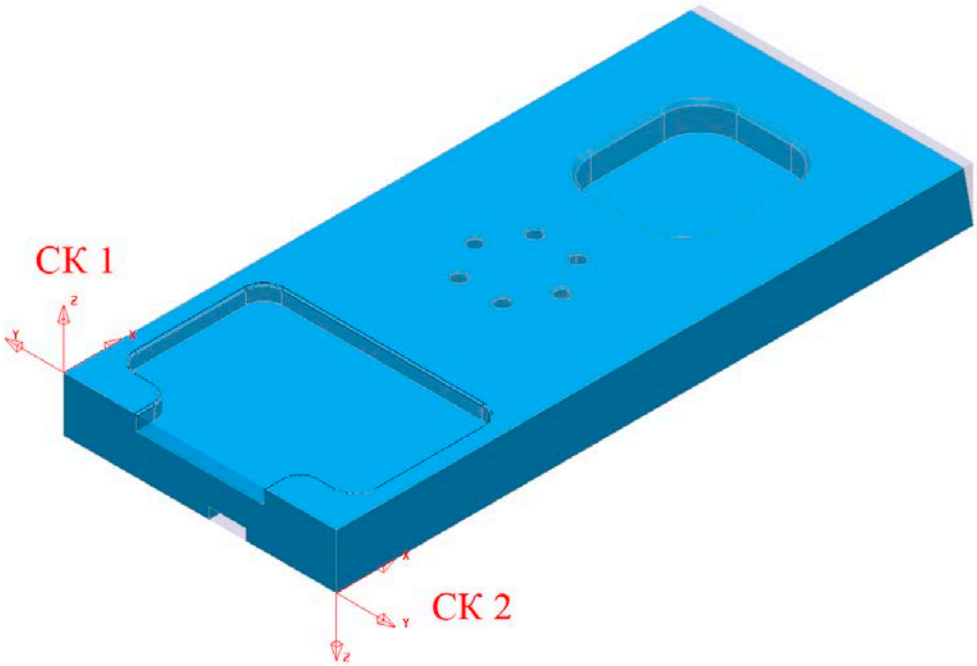


Рисунок 75 – Ориентация и расположение 2-х систем координат СК1 и СК2

Задание 2.3:

Создайте две системы координат и выполнить двухстороннюю обработку детали. Ось Z системы координат следует сориентировать по нормали выделенной плоскости кармана (рисунок 76). Такое расположение даст воз-

можность правильно сориентировать заготовку и произвести обработку наиболее рациональным образом (таблица 12).

Таблица 12 – Влияние глубины резания на подачу

Модель	Заготовка	Система координат	Инструмент
InterirTrim.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 5 мм; Система координат – Выбранная СК (выбрать следует СК, ориентированную по указанной ранее плоскости)	СК1: **Ориентация:** как описывалось выше **Положение точки начала координат:** в углу заготовки (аналогично рисунку 75)	Скругленная фреза (для черновой обработки): ДФ – 18, РК – 3
			Скругленная фреза (для чистовой обработки): ДФ – 12, РК – 2
		СК2: **Ориентация:** СК1 повернутая на 180 градусов вокруг оси X/ **Положение точки начала координат:** в углу заготовки (аналогично рисунку 75)	Скругленная фреза (для черновой обработки): ДФ – 18, РК – 3
			Скругленная фреза (для чистовой обработки): ДФ – 12, РК – 2



Рисунок 76 – Поверхность для ориентации СК детали

2.8 Режущий инструмент

Основные параметры

В программе PowerMILL для использования доступны следующие инструменты:

1 Концевая фреза (с острой кромкой, рисунок 77);

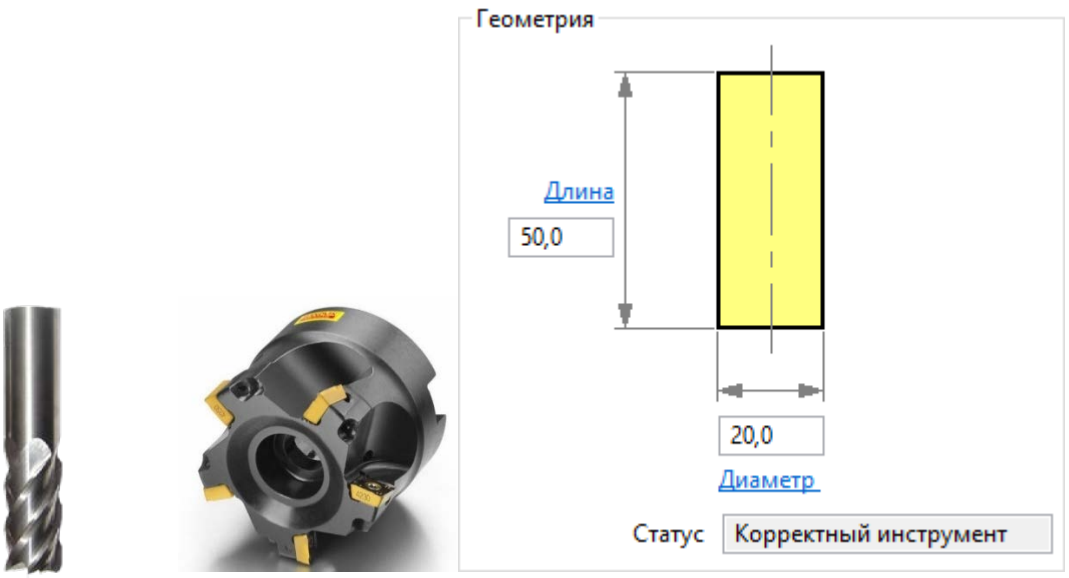


Рисунок 77 – Концевая фреза

2 Шаровая фреза (фреза со сферической торцевой поверхностью, рисунок 78);

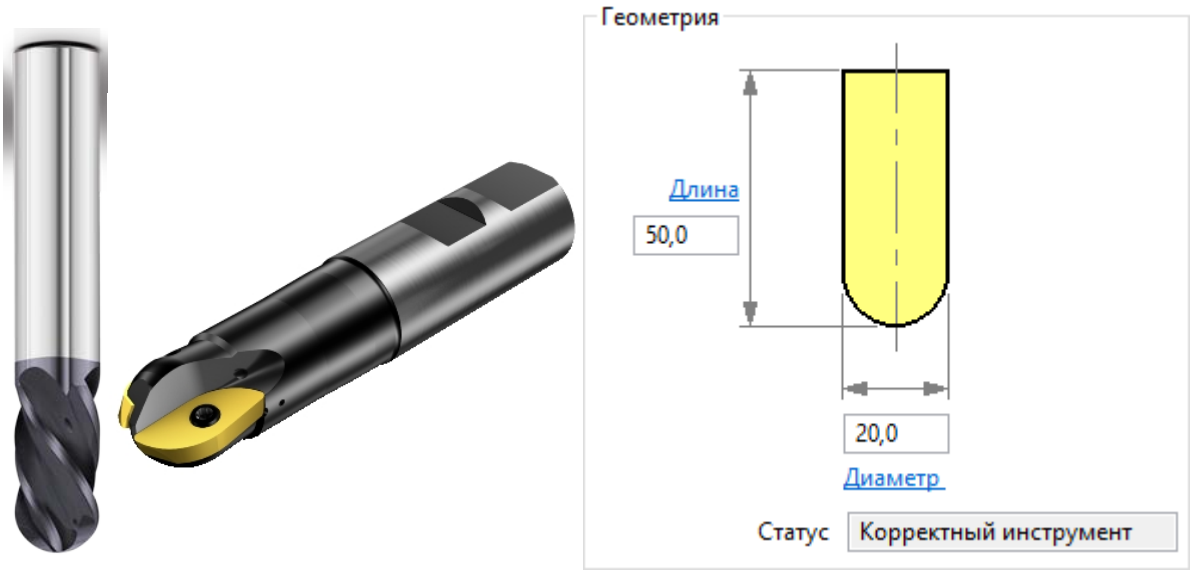


Рисунок 78 – Сферическая фреза

3 Скругленная (концевая фреза со скругленной торцевой кромкой, рисунок 79);

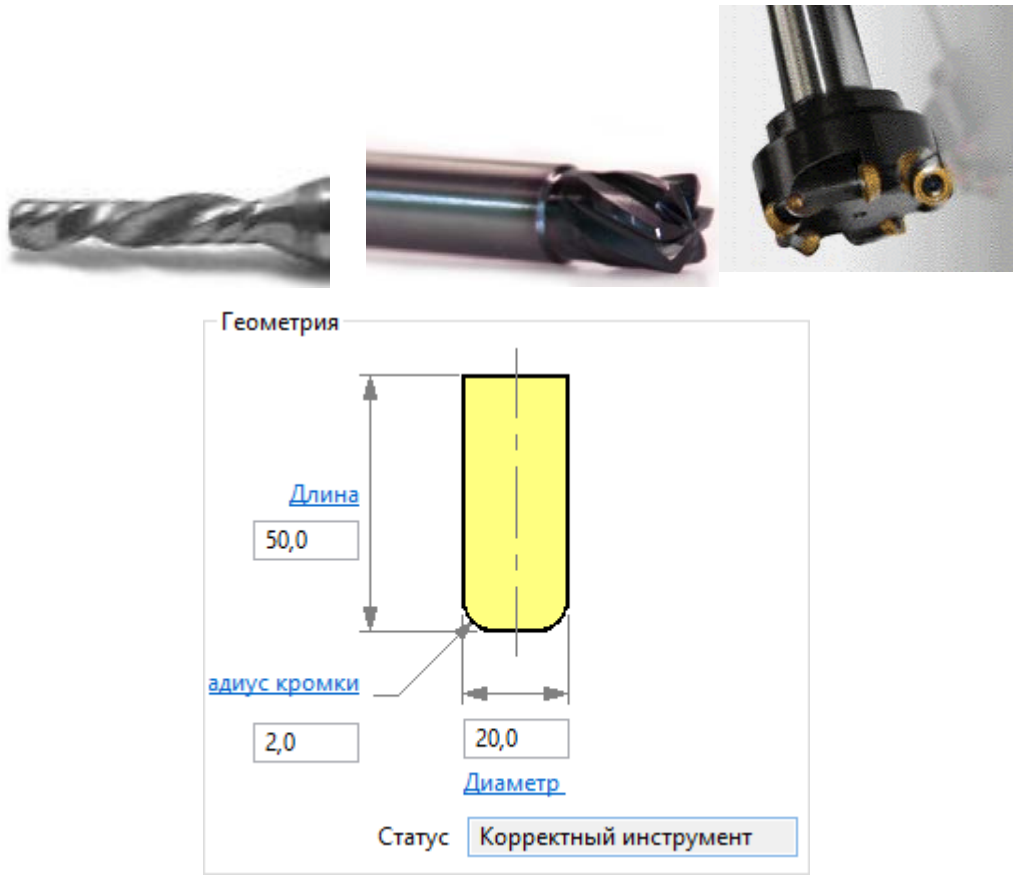


Рисунок 79 – Скругленная фреза

4 Коническая сферическая (сферическую форму имеет передний торец фрезы, рисунок 80);

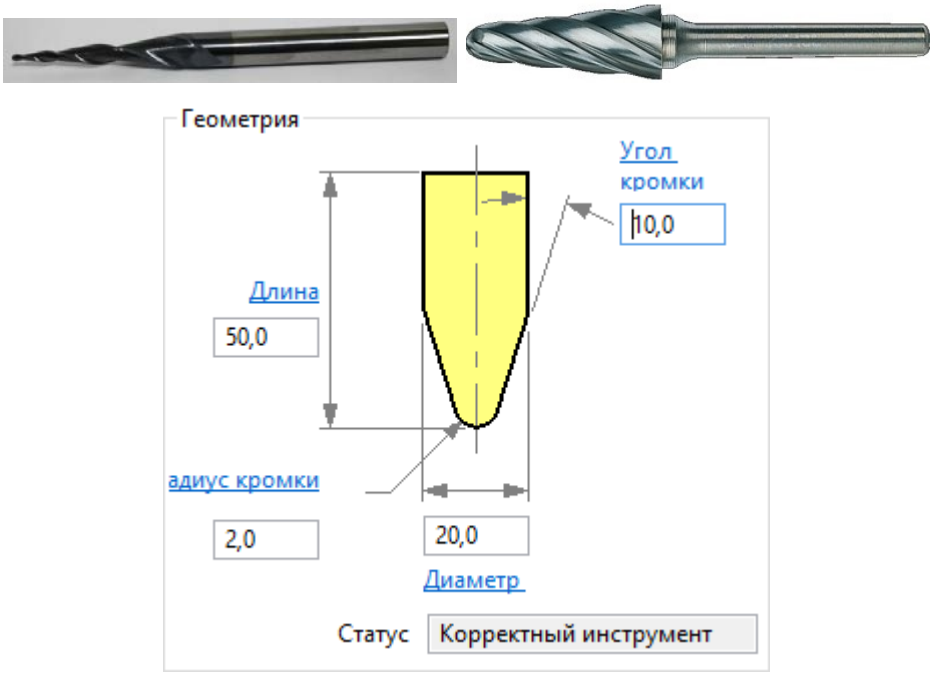


Рисунок 80 – Коническая сферическая фреза

5 Коническая скругленная (торец фрезы имеет плоский торец и радиусную кромку, рисунок 81);

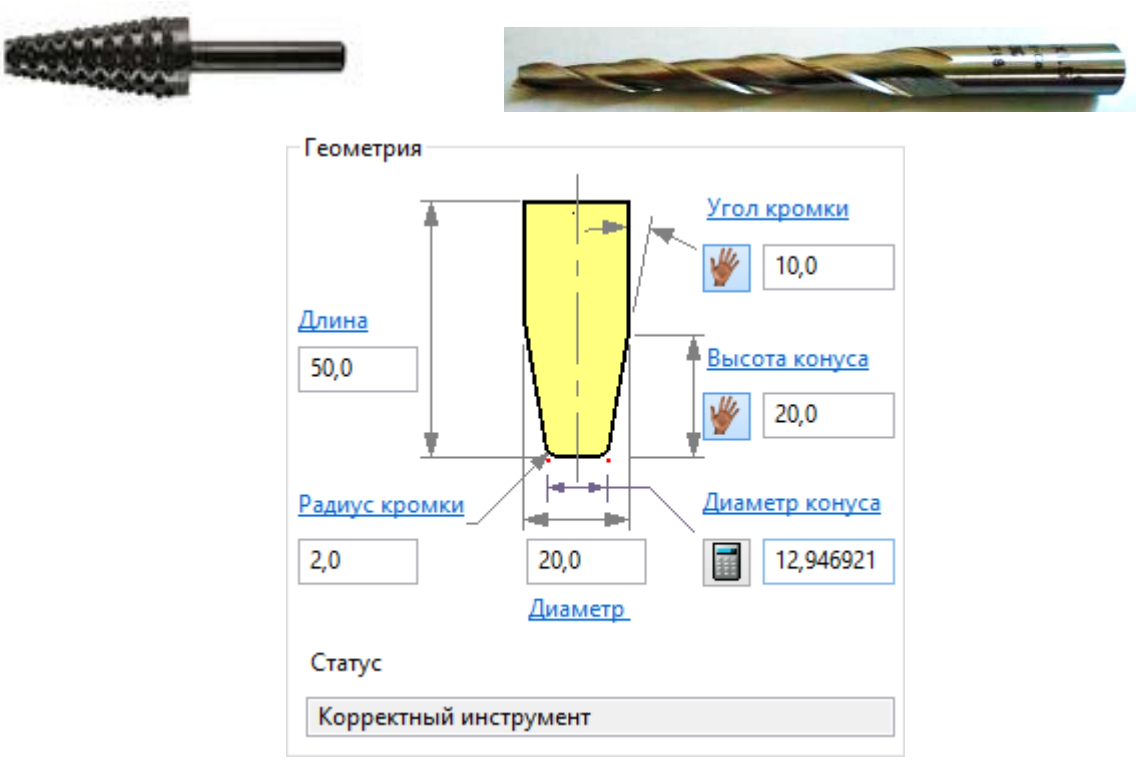


Рисунок 81 – Коническая скругленная фреза

6 Сверло (можно использовать для имитации, как обычного сверла, так и центровочного, зенкеров, разверток и т.д., рисунок 82);

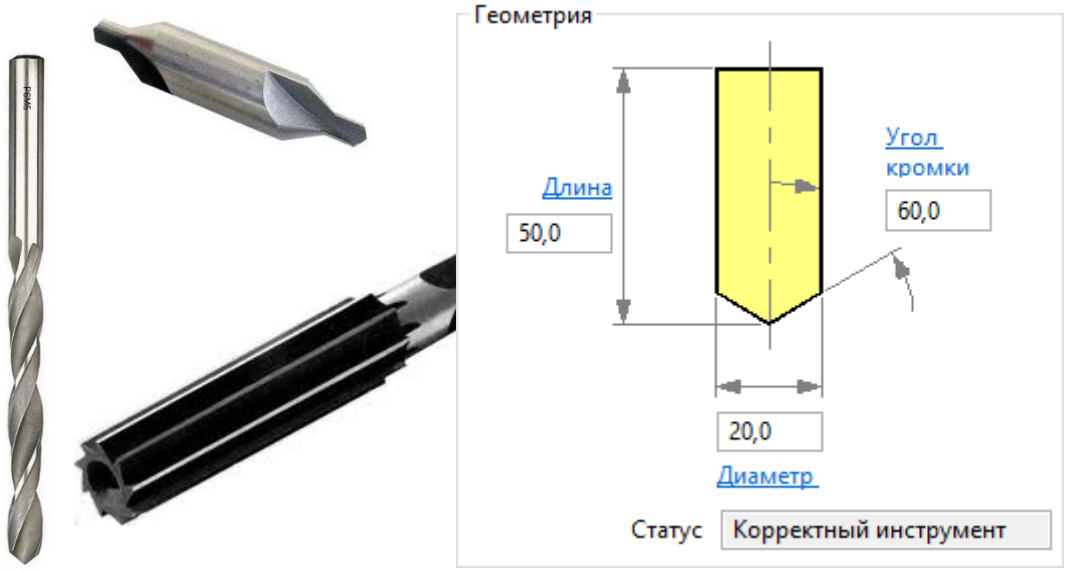


Рисунок 82 – Сверло

7 Дисковая (используется для создания дисковых фрез со скругленной кромкой и без нее, рисунок 83);

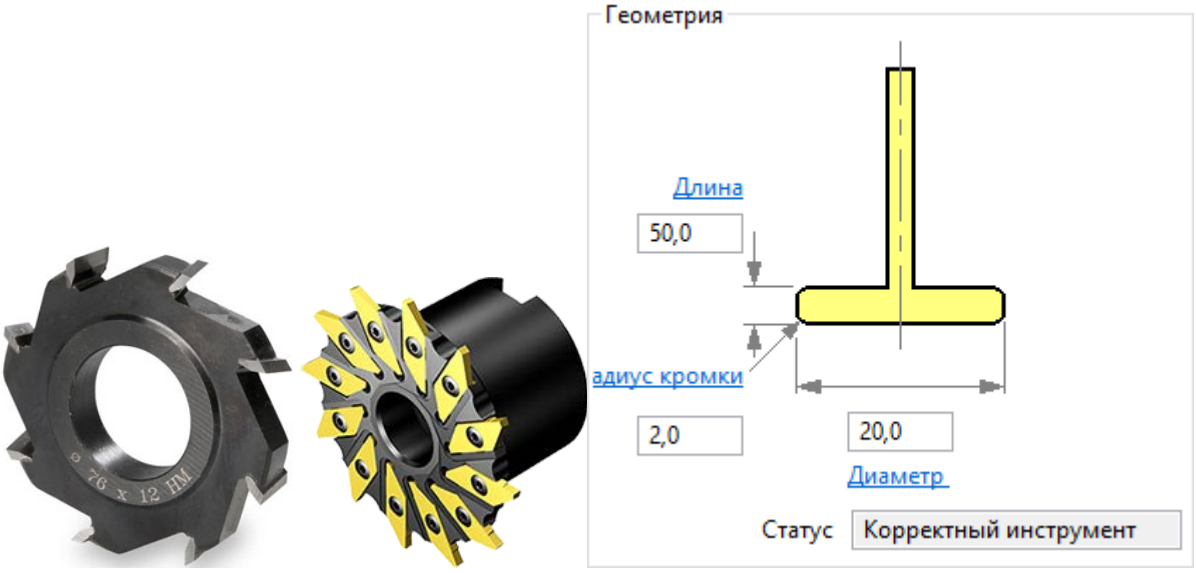


Рисунок 83 – Дисковая фреза

8 Фреза со смещенным радиусом (как скругленная фреза, только можно изменять положение центра дуги округления кромки, рисунок 84);



Рисунок 84 – Фреза со смещенным радиусом

9 Метчик (рисунок 85);

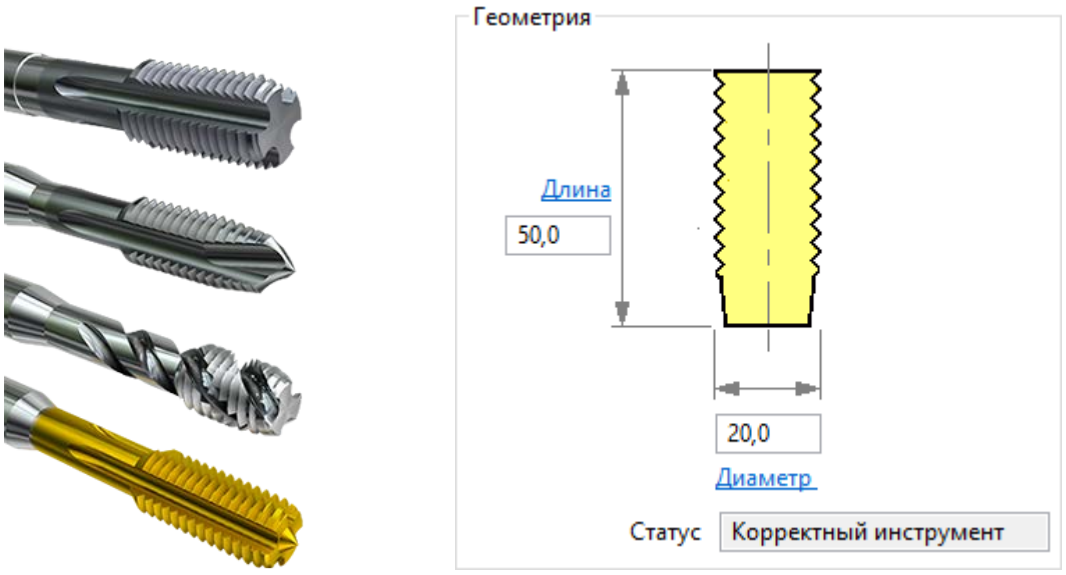


Рисунок 85 – Метчик

10 Резьбофреза (создание фасонной фрезы, для нарезания резьб методом планетарной подачи, рисунок 86);

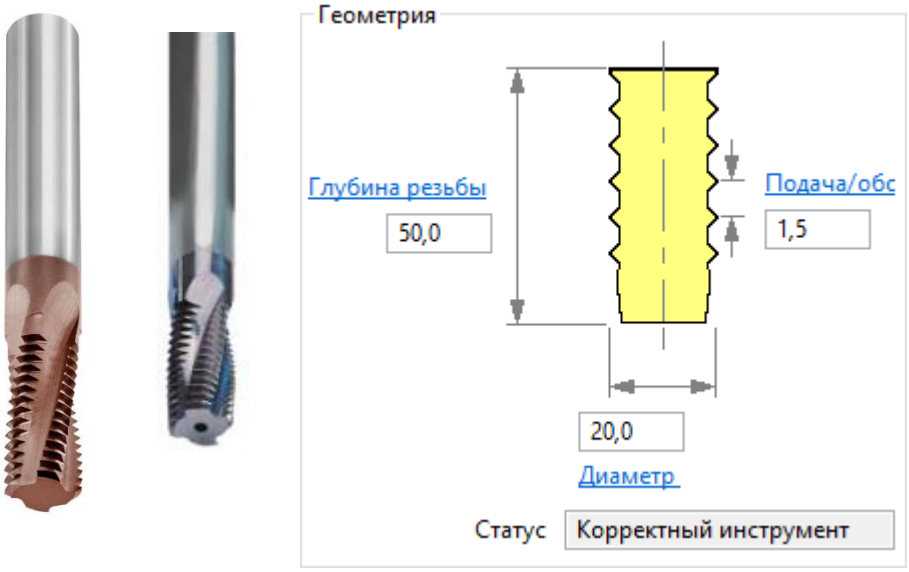


Рисунок 86 – Резьбофреза

11 Произвольный (позволяет создать фрезу с прямыми и радиусными участками, либо с профилем созданным на основании шаблона, при этом, предполагается что фреза срезает основной материал вдоль оси инструмента, что исключает вогнутых участков полупрофиля, рисунок 87);

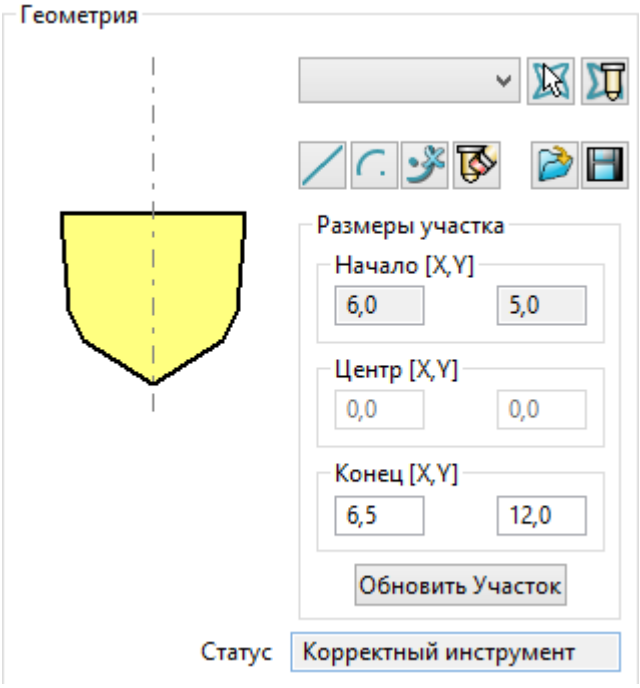


Рисунок 87 – Произвольный инструмент

12 Роутерная фреза (фреза снимает материал в радиальном направлении по отношению к оси инструмента, поэтому допускается наличие на фрезе вогнутого профиля, рисунок 88);

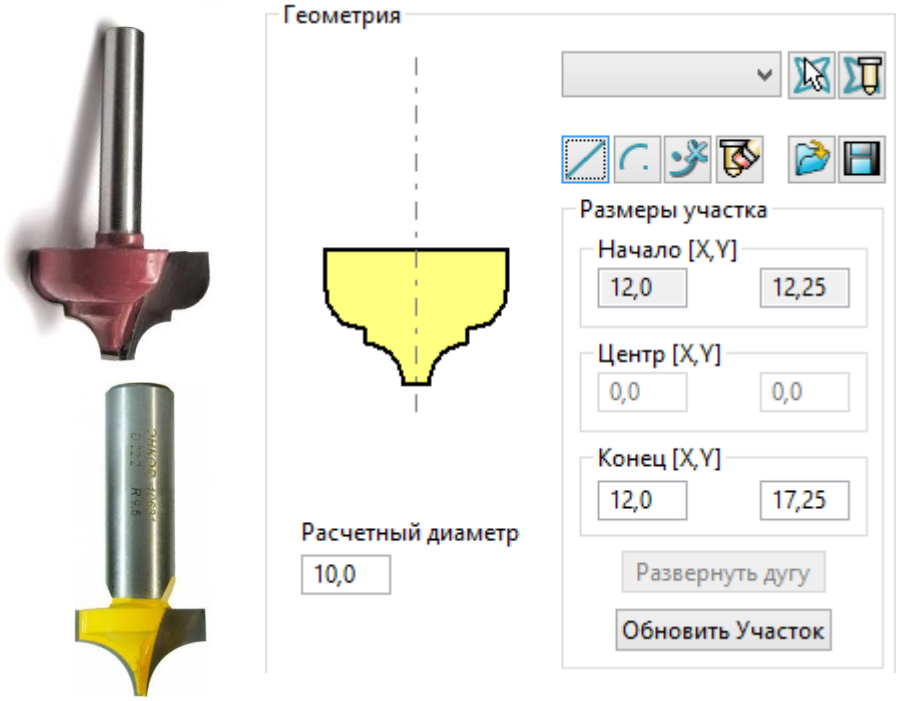


Рисунок 88 – Роутерная фреза

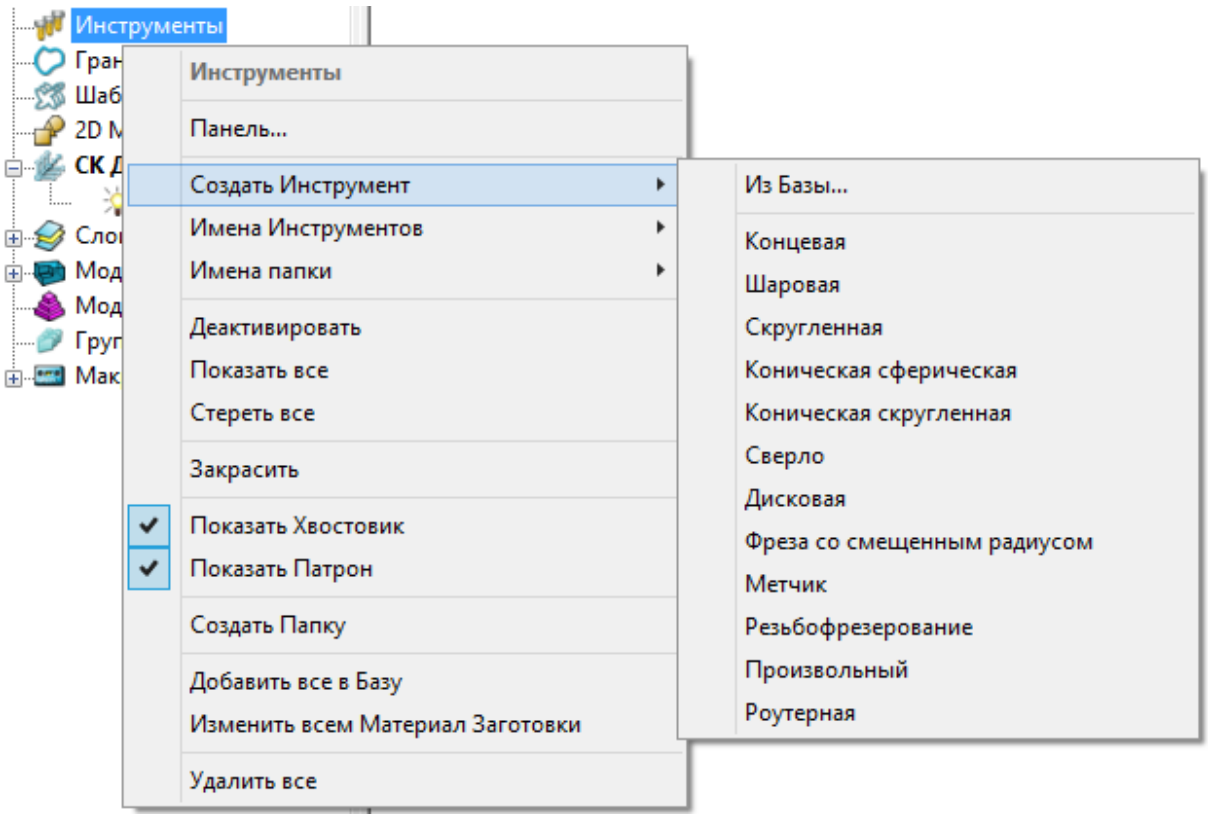


Рисунок 89 – Команда «Создать Инструмент» в контекстном меню ветки «Инструменты»

Диалоговое окно инструментов можно вызвать, либо нажав правую кнопку мыши в проводнике на строке **Инструмент** (рисунок 89), либо из панели **По инструменту** (рисунок 90), выбрав соответствующий тип инструмента:

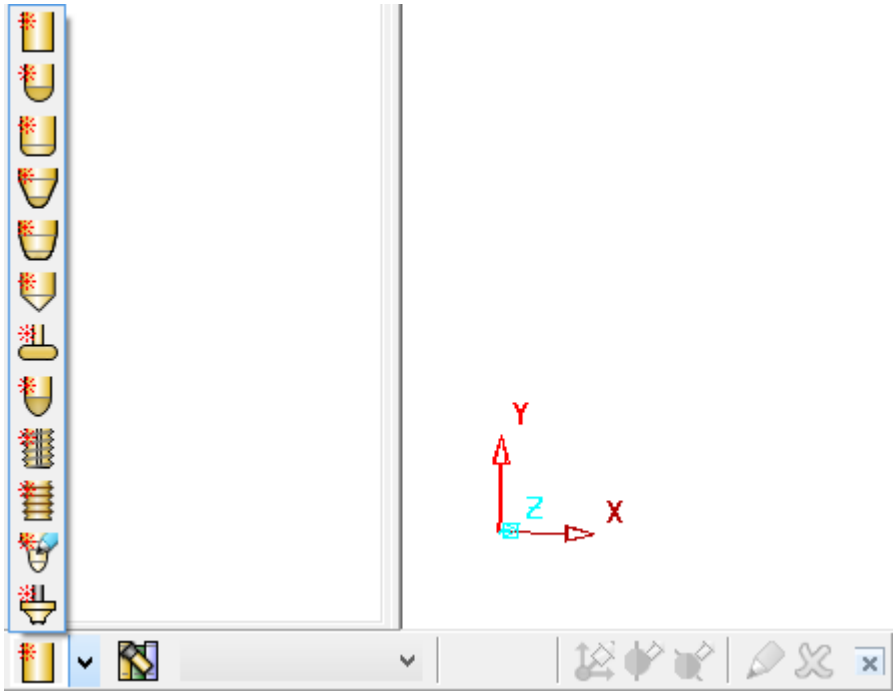


Рисунок 90 – Панель «По инструменту»

Практическое задание

Создадим 2 инструмента: Скругленная фреза для первичной обработки и Шаровая фреза для вторичной.

1. Нажмите стрелку вниз, в панели **По Инструменту,** чтобы отобразить все опции инструментов:

Наведите курсор на инструмент, чтобы увидеть его описание

2. Нажмите кнопку **Создать скругленную фрезу**  . Появится диалог **Скругленная фреза**.
3. Введите параметры, как показано на рисунке 91:

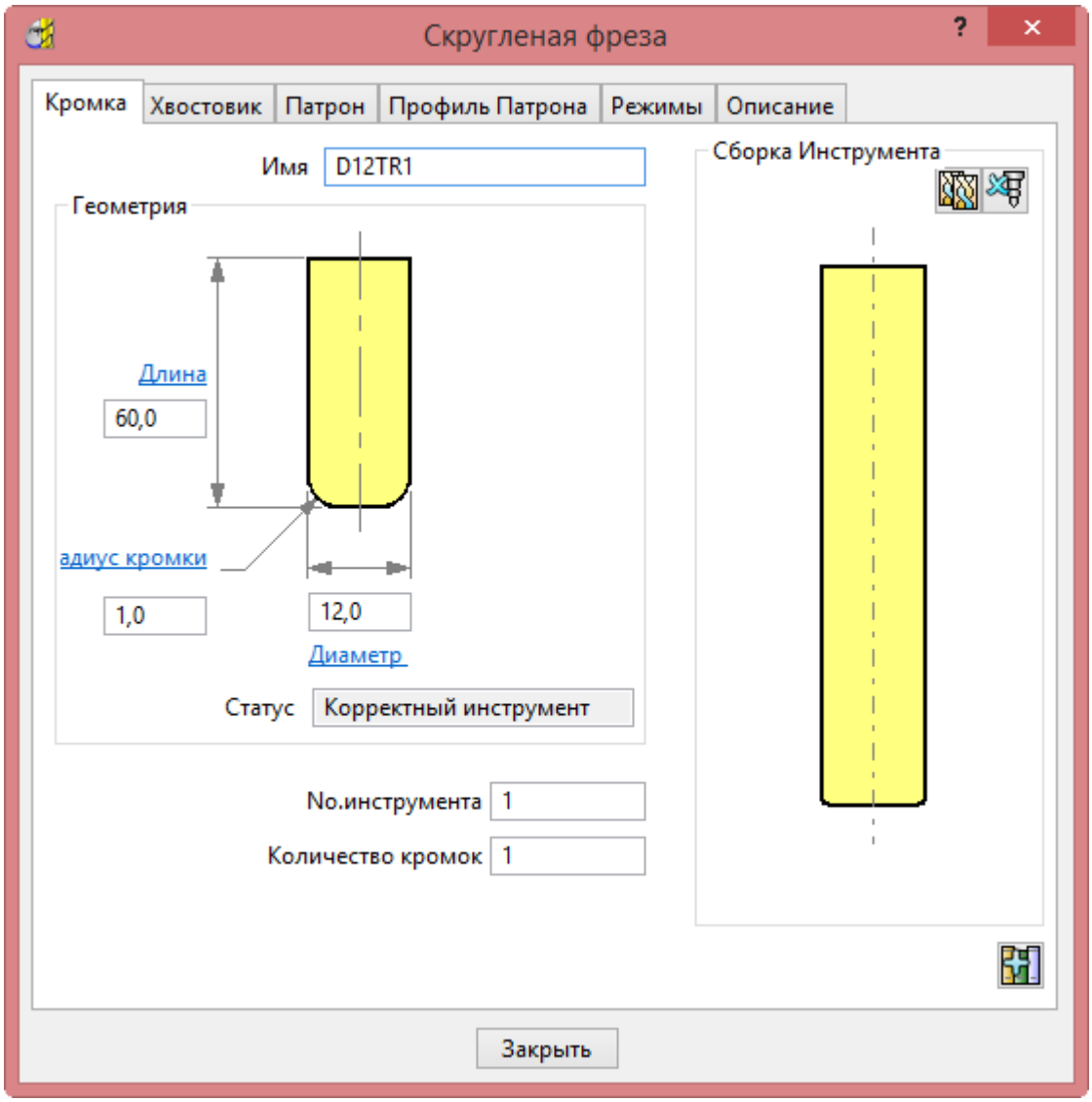


Рисунок 91 – Параметры скругленной фрезы

Рекомендуется переименовать инструмент при создании, чтобы из названия было понятно какого типа инструмент и каковы его параметры. В этом случае, инструменту дано название **D12TR1**. При изменении имени лучше использовать английские буквы, так названия останутся читаемыми при создании NC-файла.

Диаметр – 12. Когда вы вводите значение диаметра, значение длины инструмента автоматически устанавливается равным пятикратному значению диаметра и при необходимости может быть изменено.

Радиус кромки – 1

Номер инструмента – 1. Номер инструмента будет выведен в программу ЧПУ. Если станок оборудован механизмом автоматической смены инструмента, то номер указывает на позицию инструмента в поворотном магазине.

4. Создадим еще один инструмент – шаровая фреза, с параметрами показанными на рисунке 92.

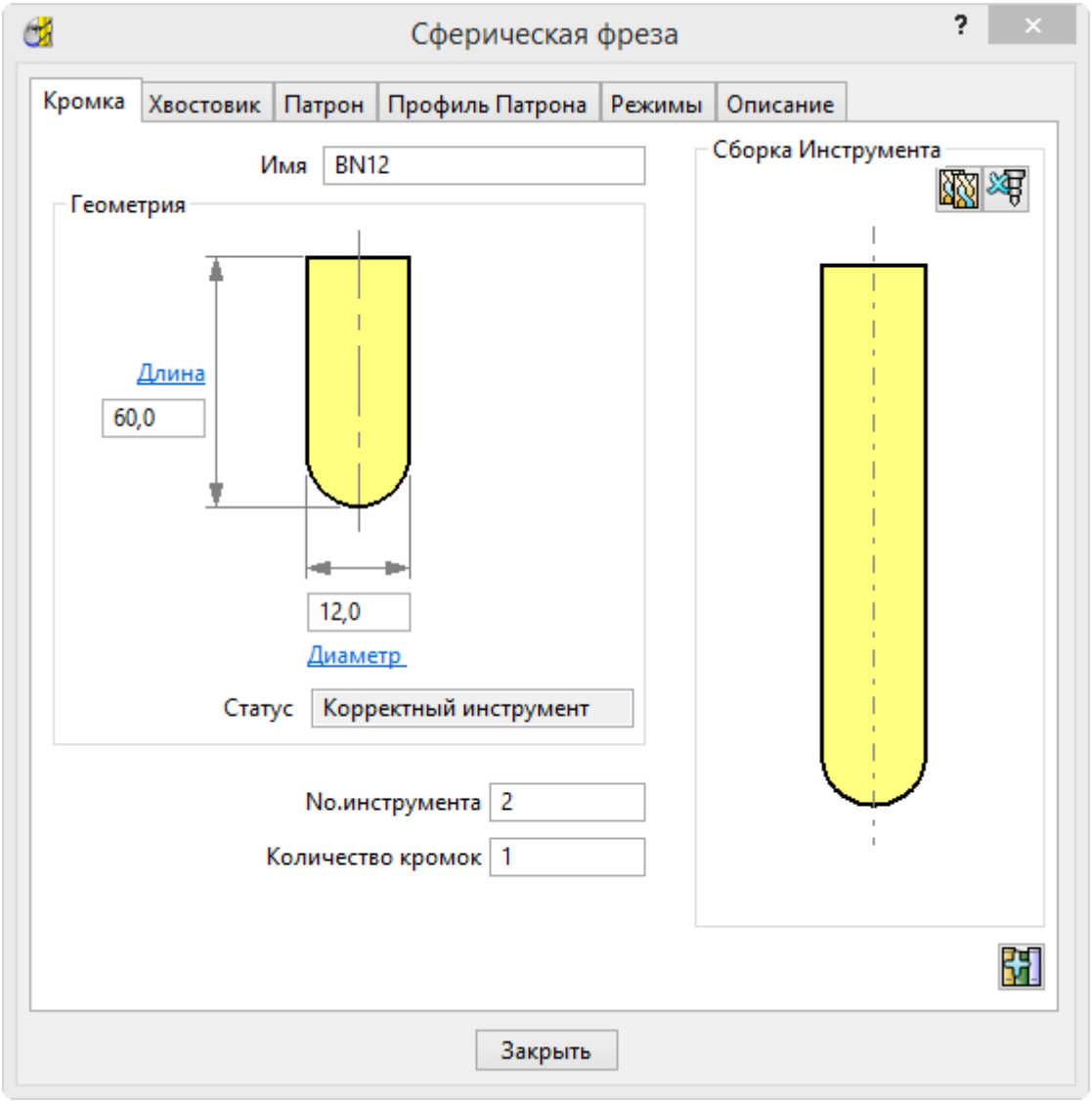


Рисунок 92 – Параметры шаровой фрезы

5. На панели проводника в левой части экрана откройте **Инструменты** и нажмите правой кнопкой на инструменте D12TR1 для вызова контекстного меню и выберите **Активировать**.

Только один инструмент может быть активным. Активный инструмент автоматически будет использован при создании новой траектории обработки. В проводнике активный инструмент отображается **жирным шрифтом** с префиксом >.

6. В проводнике выберите **Инструменты – Создать Инструмент – Скругленная** (рисунок 93)**.**

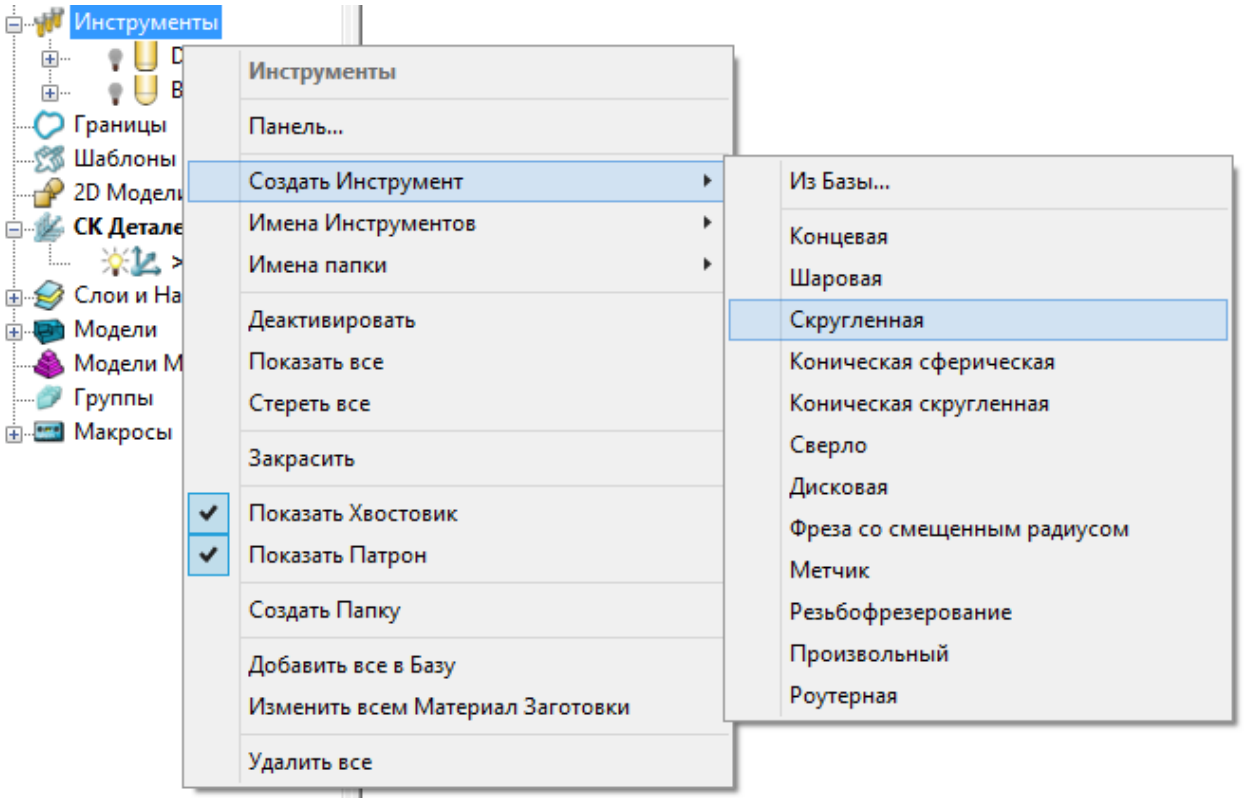


Рисунок 93 – Команда «Скругленная фреза» в контекстном меню

7. В появившемся диалоге введите следующие параметры:

   13 **Диаметра – 50**

   14 **Радиус кромки – 6**

   15 **Длина – 60**

   16 **Номер инструмента – 3**

   17 **Имя – D50TR6**

Дополнительные параметры

Для того, чтобы исключить возможные столкновения не режущей части инструмента (оправки) с деталью, заготовкой или станочной оснасткой, необходимо при вводе параметров инструмента создать дополнительные элементы – хвостовик и патрон. При этом, каждый из этих элементов может быть создан из нескольких ступеней.

Практическое задание

Смоделируем концевую фрезу для обработки прямоугольных уступов CoroMill Plura диаметром 20 мм фирмы Sanvik Coromant (обозначение в каталоге: 2S340-2000-400-MA, рисунок 94):



Метрическое исполнение

DC	CZC_{MS}	APMX	RE	LU	ZEFP	Код заказа	M 1640	S 1640	Размеры, мм DCON	RMPX	LF
20.00	20.0	38.00	4.00	38.00	4	2S340-2000-400-MA	☆	☆	20.00	5°	104.00

Рисунок 94 – Параметры концевой фрезы фирмы Sandvik Coromant

1. Нажмите стрелку вниз, в панели **По Инструменту,** чтобы отобразить все опции инструментов:
2. Нажмите кнопку **Создать скругленную фрезу**  . Появится диалог **Скругленная фреза**.

3. Перенесите значения геометрических параметров из таблицы каталога (см. рисунок 94), в диалоговое окно создания инструмента, как показано на рисунке 95 (DC→**Диаметр**; APMX→**Длина**; RE→**Радиус кромки**; ZEFP→**Количество кромок**; Код заказа→**Имя**):

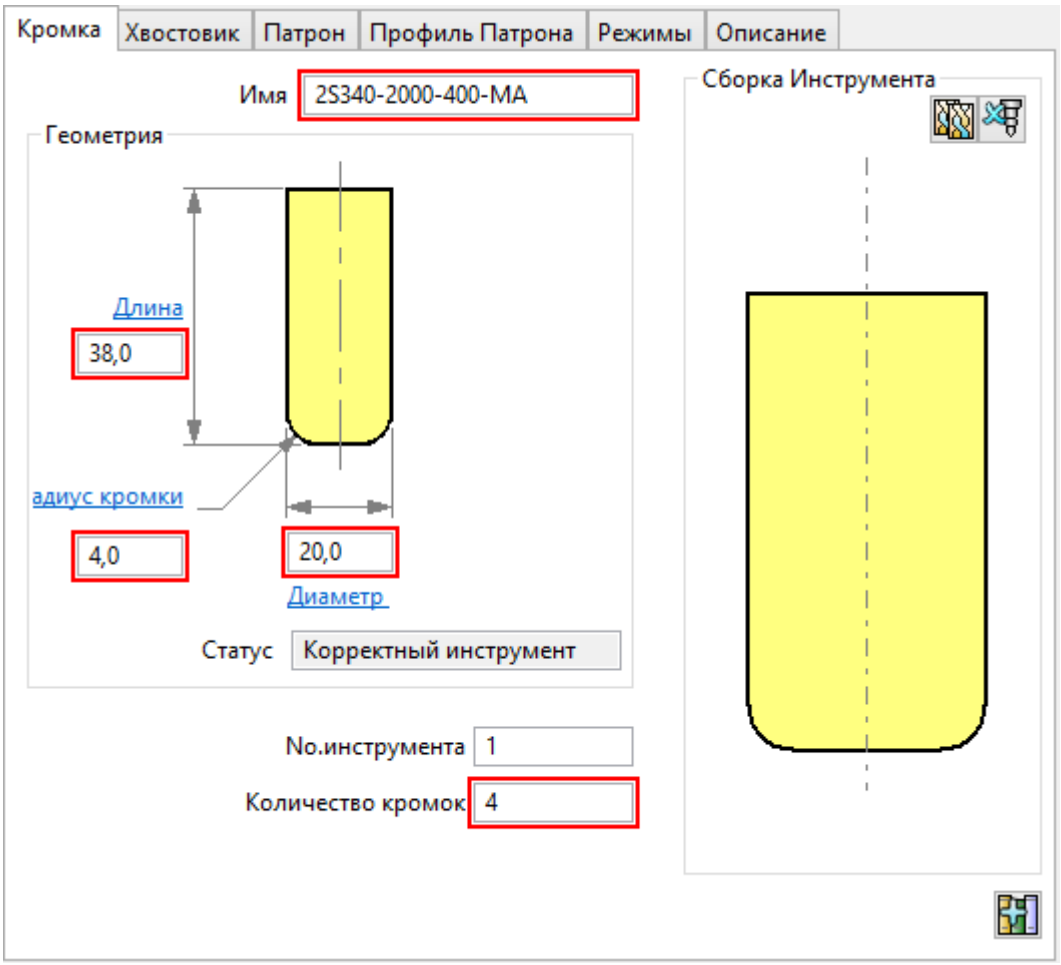


Рисунок 95 – Параметры скругленной фрезы

4. Перейдите во вкладку **Хвостовик**, чтобы смоделировать хвостовик фрезы.
5. Нажмите на кнопку **Добавить компонент хвостовика** и из таблицы каталога перенесите необходимые размеры в параметры хвостовика в соответствующие поля диалогового окна, как показано на рисунке

96 (DC→**Верхний диаметр**; DC→**Нижний диаметр**; (LF–APMX)→**Длина**).

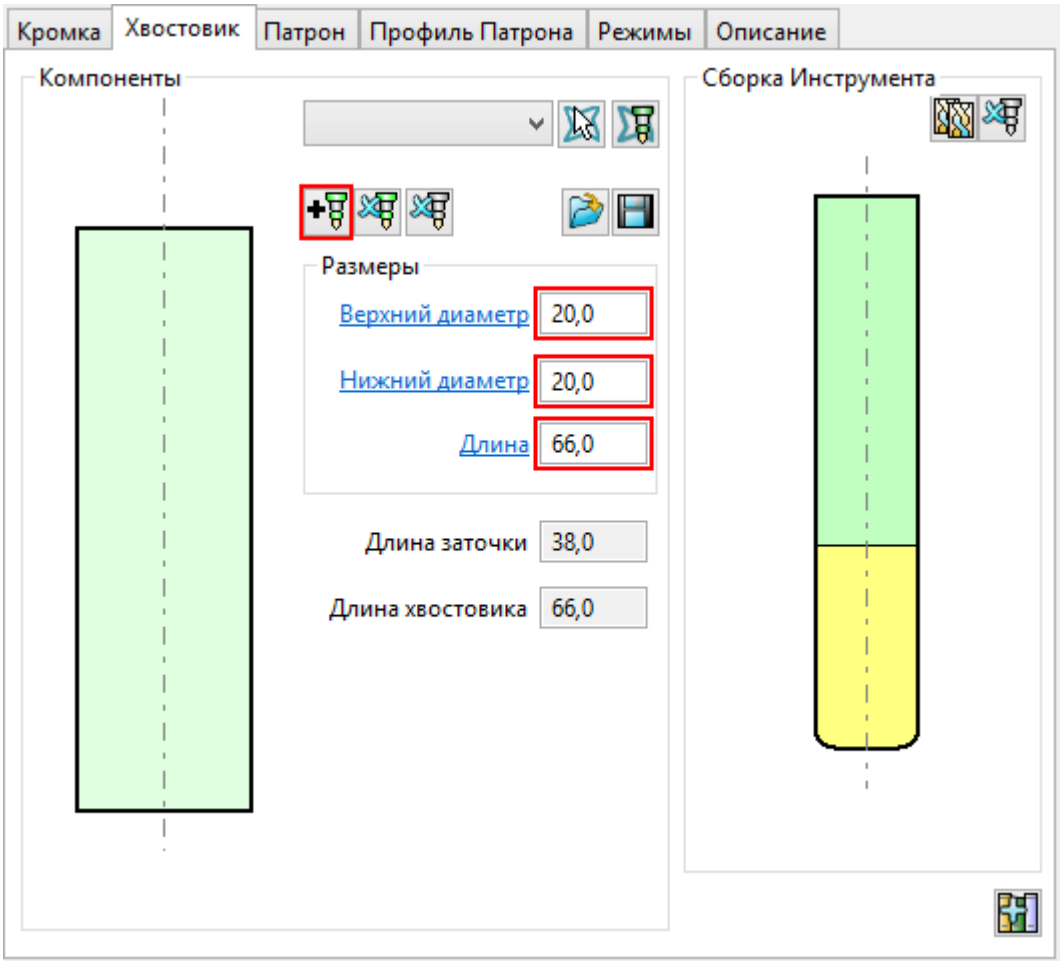
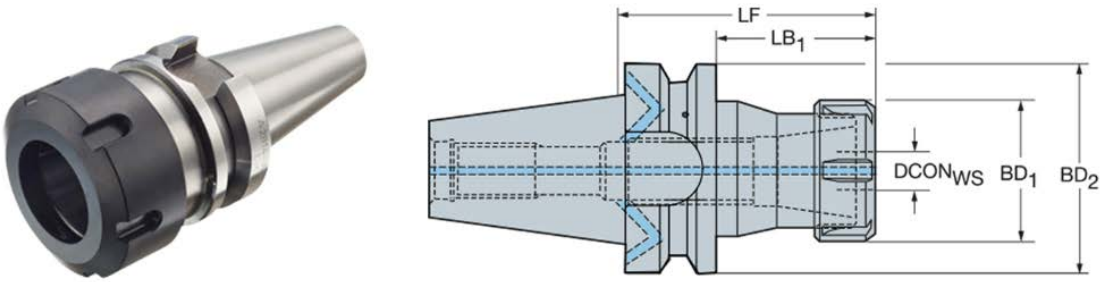


Рисунок 96 – Параметры хвостовика

Для крепления инструмента в шпинделе станка используется патрон фирмы Sandvik Coromant (рисунок 97).

6. Перейдите во вкладку **Патрон**, чтобы смоделировать патрон. Для простоты, представим патрон в виде двух цилиндрических ступеней разного диаметра.



					Размеры, мм, *дюйм*							
CZC_{MS}	CZC_{WS}	CNSC	CXSC	Код заказа	$DCON_{WS}$	LF	LB_1	LB_2	BD_1	BD_2	CP Bar/PSI	Kg
40	ER32	7	1	A2B14-40 32 070	33.0	70.0	43.0	70.0	50.0	63.0	80	0.80

Рисунок 97 – Адаптер с цанговым зажимом инструмента

7. Чтобы создать первую ступень, нажмите на кнопку **Добавить компонент хвостовика** и из таблицы каталога перенесите необходимые размеры в параметры хвостовика в соответствующие поля диалогового окна, как показано на рисунке 98 (BD_1→**Верхний диаметр** и **Нижний диаметр**; LB_1→**Длина**; Код заказа→**Имя Патрона**).

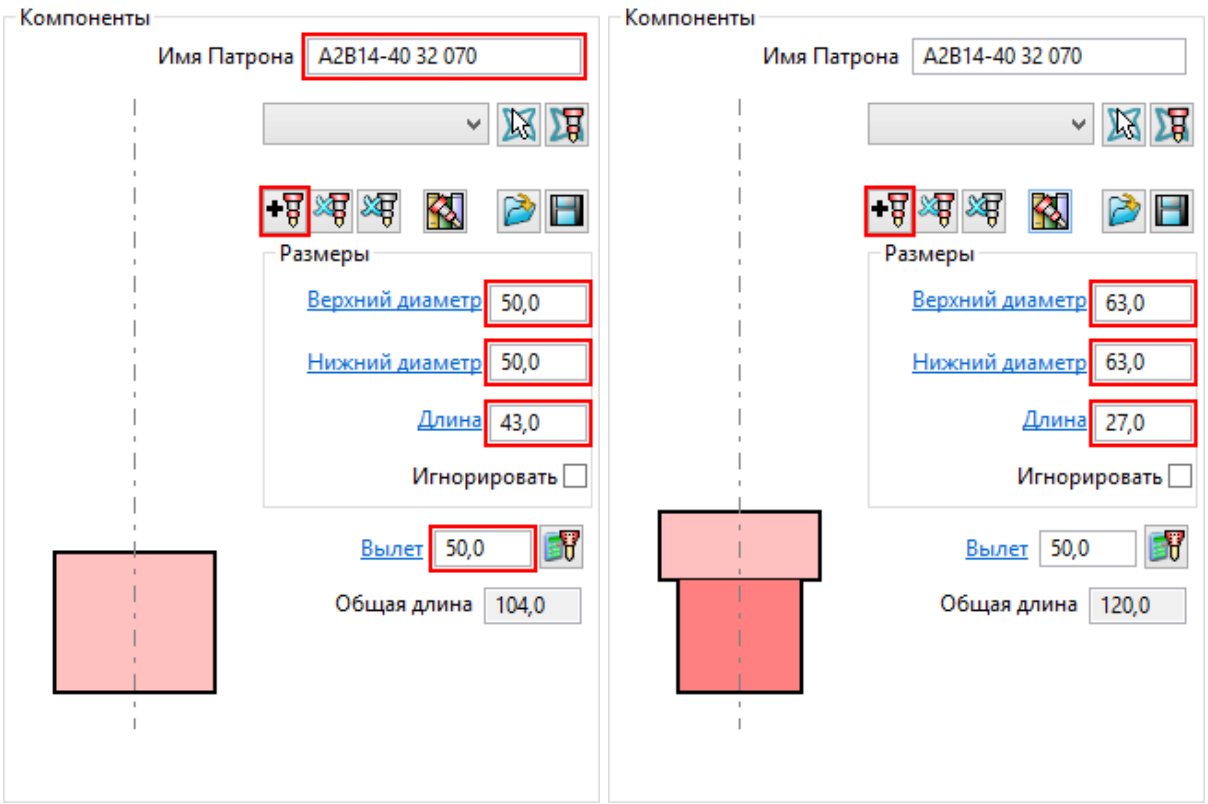
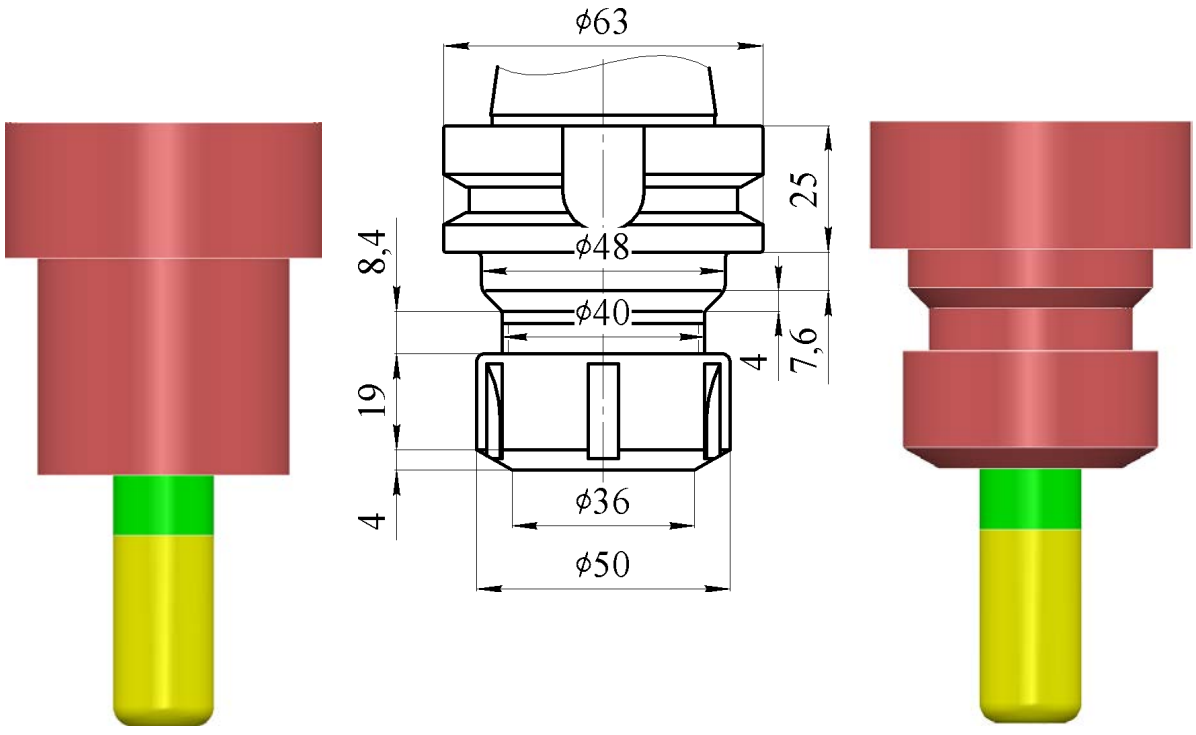


Рисунок 98 – Параметры патрона

8. Для создания второй ступени, снова нажмите **Добавить компонент хвостовика** и из таблицы каталога перенесите следующие параметры (BD_2→**Верхний диаметр** и **Нижний диаметр**; ($LF–LB_1$)→**Длина**)

Итоговый вид инструмента показан на рисунке 99 (*а*). На рисунке 99 (*б* и *в*) представлен чертеж патрона с размерами, и модель инструментальной сборки, выполненная по чертежу и состоящая из шести ступеней. Более точная модель хвостовика позволяет более корректно учесть столкновения с деталью.



а *б* *в*

Рисунок 99 – Модель инструментальной сборки

Окно инструмента на вкладке **Патрон** представлено на рисунке 100:

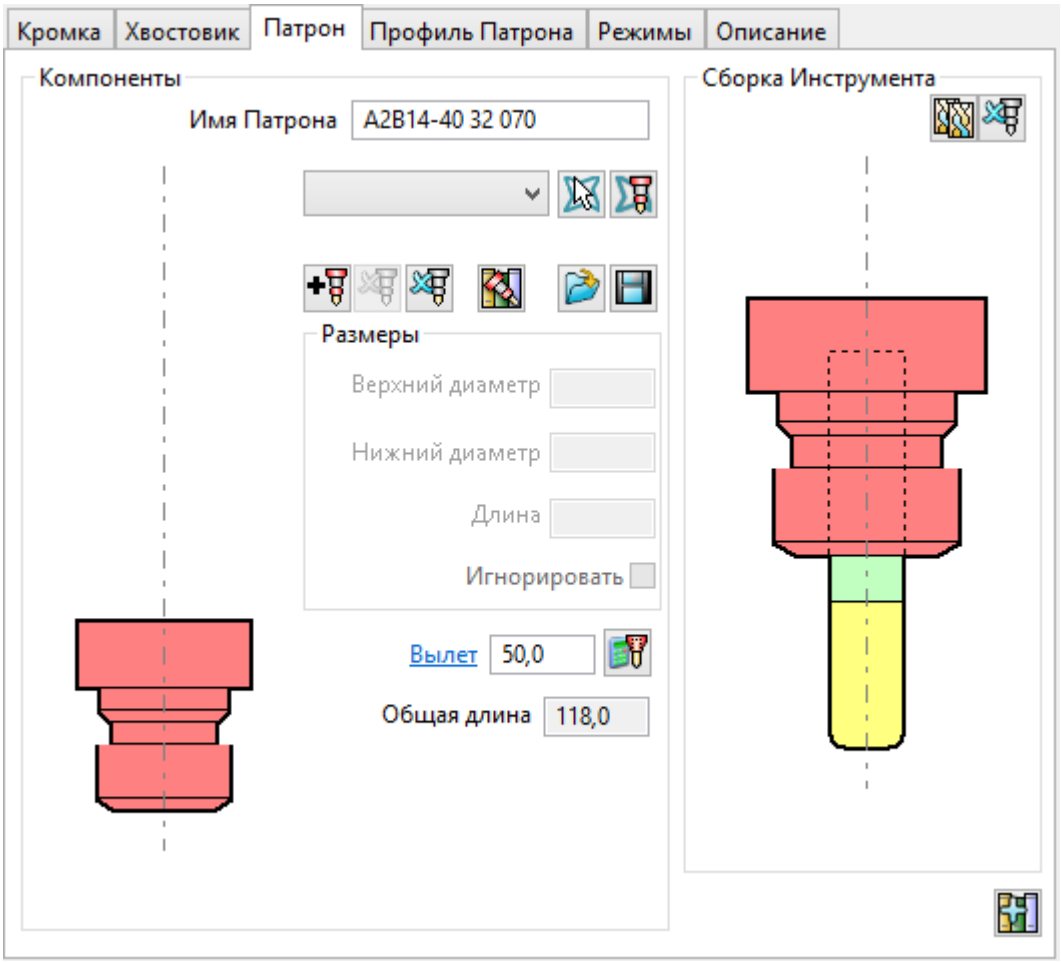


Рисунок 100 – Окно с параметрами детально смоделированного патрона

Для того, чтобы не создавать одинаковые патроны для каждого инструмента, можно сохранить модель патрона во внешний файл с помощью кнопки  и загрузить в дальнейшем  .

Самостоятельно выполните следующие задания:

Задание 3.1

Создайте инструменты с параметрами указанными на рисунке 101. Чтобы трижды не создавать патрон с одними и теми же параметрами, рекомендуется после первого создания сохранить его во внешний файл, и для последующих инструментов просто его загружать.

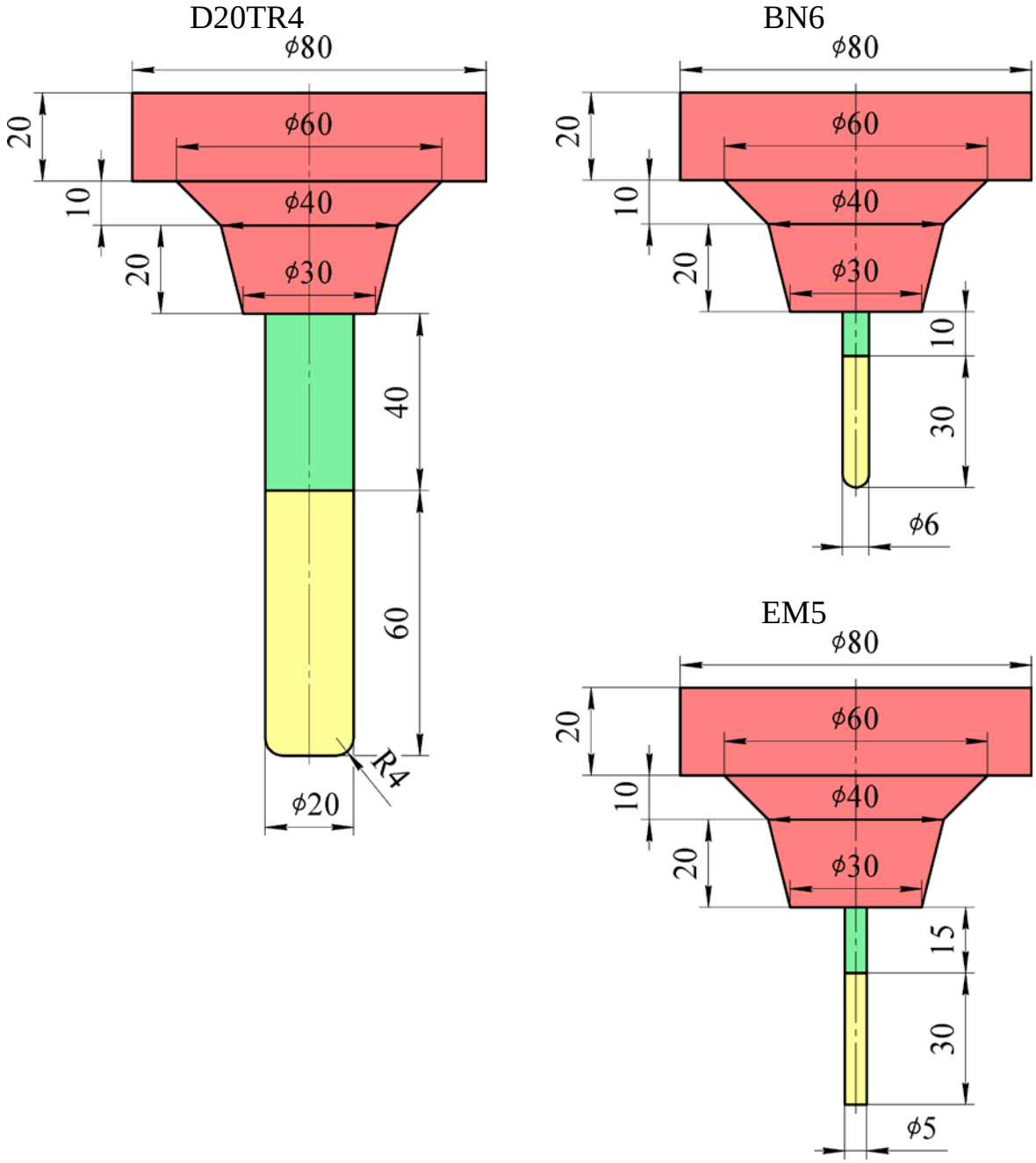


Рисунок 101 – Геометрические параметры режущих инструментов

D20TR4 – фреза с номером 1, количество кромок –4

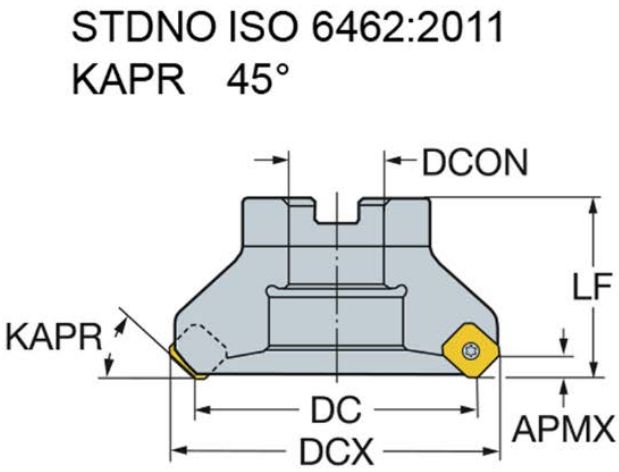
BN6 – фреза с номером 2, количество кромок – 2

EM5 – фреза с номером 3, количество кромок – 2

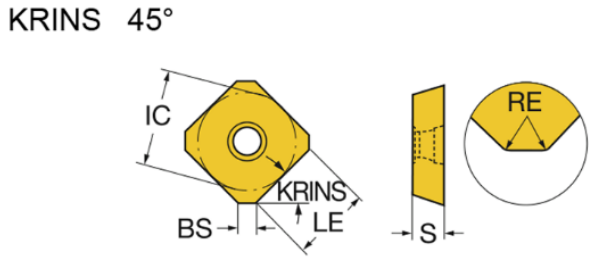
Задание 3.2

Создайте сборку инструмента (режущую часть, хвостовик, патрон) максимально приближенную к параметрам и эскизу из PowerMill, представленным на рисунках 102 и 103(тип инструмента – **Произвольный**):





DC		CZC_{MS}	APMX	CNSC		Код заказа	Размеры, мм DCON	ISO	DBC	DCX	LF	CICT	MIID
50.0	12	22	6.0	0	3	R245-050Q22-12L	22.0	A		62.5	40.0	3	R245-12T3..



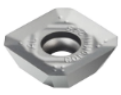
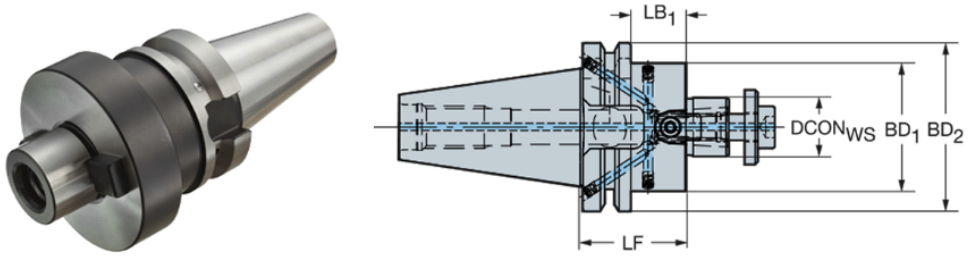
	RE	BS	Код заказа	Размеры, мм, *дюйм* IC	LE	S
	12	2.3	R245-12 T3 E-AL	13.4	10.0	3.97
		.091		*.528*	*.394*	*.156*

Рисунок 102 – Геометрические параметры корпуса торцевой фрезы и режущей пластинки



					Размеры, мм					
CZC_{MS}	CZC_{WS}	CNSC	CXSC	Код заказа	$DCON_{WS}$	LF	LB_1	LB_2	BD_1	BD_2
40	22	7	1	A2B05-40 22 035	22.0	35.0	8.0	35.0	48.0	63.0

Рисунок 103 – Геометрические параметры адаптера для торцевой фрезы

Задание 3.3

Создайте сборку инструмента (режущую часть, хвостовик, патрон) максимально приближенную к моделям и эскизам державки и дисковой фрезы, представленным на рисунке 104 (количество зубьев – как на модели фрезы, тип инструмента – **Дисковая фреза**):

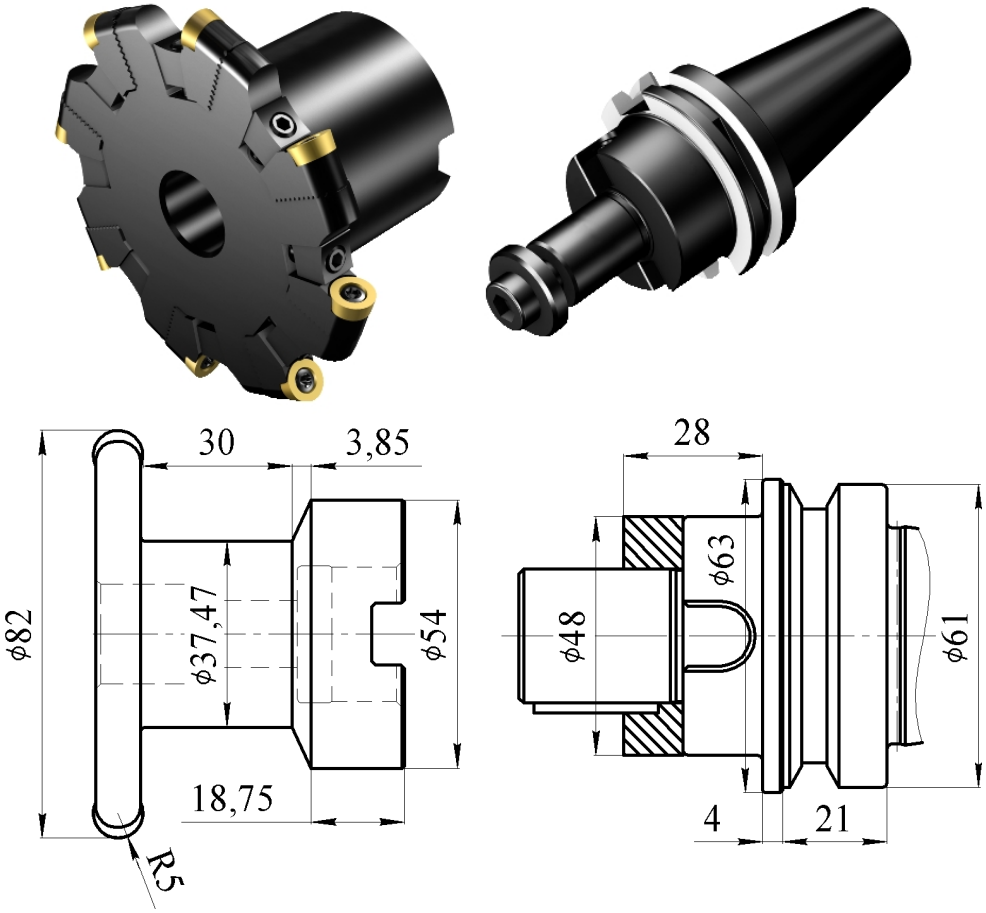


Рисунок 104 – Дисковая фреза и адаптер

2.9 Безопасные высоты

Безопасные высоты позволяет задать безопасную высоту (**Безопасная Z**) и высоту врезания (**Начальная Z**) (рисунок 105).

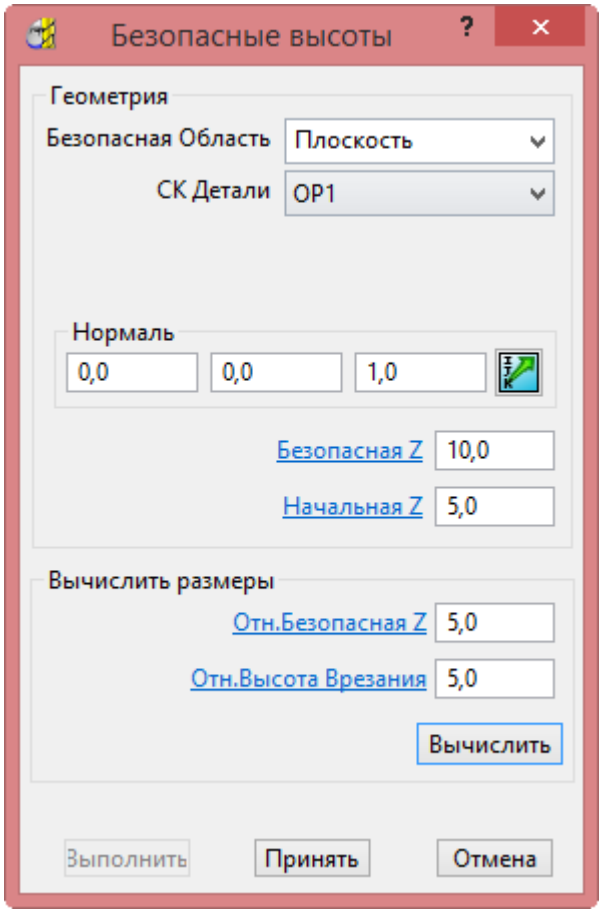


Рисунок 105 – Окно «Безопасные высоты»

Безопасная Z – высота, на которой фреза осуществляет ускоренные перемещения без опасности столкновения с деталью и приспособлением (в готовой NC программе для станков со стойками HAAS и Fanuc обычно используется код *G00*) либо со скоростью ускоренной подачи (зависит от настроек переходов между рабочими резами.

Начальная Z – высота, ниже которой и до высоты рабочего реза будет задействована подача врезания.

Рабочая подача и подача врезания задаются в диалоговом окне **Режимы резания**).

Полный цикл перехода от одного участка обработки до другого, условно можно представить схемой, изображенной на рисунке 106.

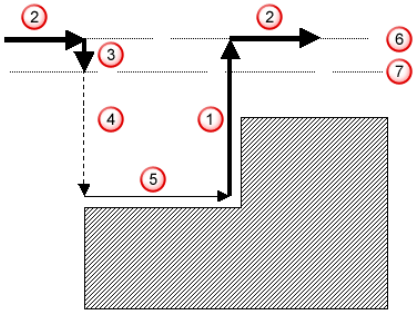


Рисунок 106 – Схематичное обозначение перемещения на безопасных высотах

1 – ускоренное перемещение вверх (с использование кода *G00*);

2 – ускоренное поперечное перемещение к следующему участку обработки;

3 – ускоренное перемещение вниз;

4 – врезание с подачей врезания;

5 – рабочее перемещение на рабочей подаче;

6 – безопасная Z

7 – начальная Z

Пунктам 6 и 7 соответствуют поля **Безопасная Z** и **Начальная Z** в диалоговом окне настройки безопасных высот. Данные значения вычисляются на основании параметров **Относительная Безопасная Z** и **Относительная высота врезания:**

Начальная Z = Координата Z наивысшей точки заготовки или детали + Относительная высота врезания

Безопасная Z = Начальная Z + Относительная Безопасная Z

Практическое задание:

1. На главной панели нажмите кнопку **Безопасные высоты**  **.**
2. В появившемся диалоговом окне **Безопасные высоты** нажмите на кнопку **Вычислить и принять.**

2.10 Режимы резания

Диалоговое окно **Режимы резания** определяет скорости подач, и шпинделя для активной траектории, либо для вновь создаваемой, если активной траектории нет.

Значения по умолчанию могут быть изменены при необходимости и сохранены с помощью кнопки **Принять** для использования в новых траекториях движения инструмента. Кнопка **Выполнить** используется для обновления значений у активной траектории. Кнопка **Выполнить** неактивна при отсутствии активной траектории.

Режимы резания могут быть определены индивидуально для активной траектории движения инструмента либо сохранены в настройках инструмента. В таком случае, их можно будет загружать для активной траектории с помощью нажатия кнопки **Сброс**.

Если требуется чтобы значения в окне **Режимы резания** и при настройке стратегии заполнялись автоматически из параметров активного инструмента, то необходимо в окне опции включить **Автозагрузка Подач** и **Автозагрузка Шагов**, как показано на рисунке 107.

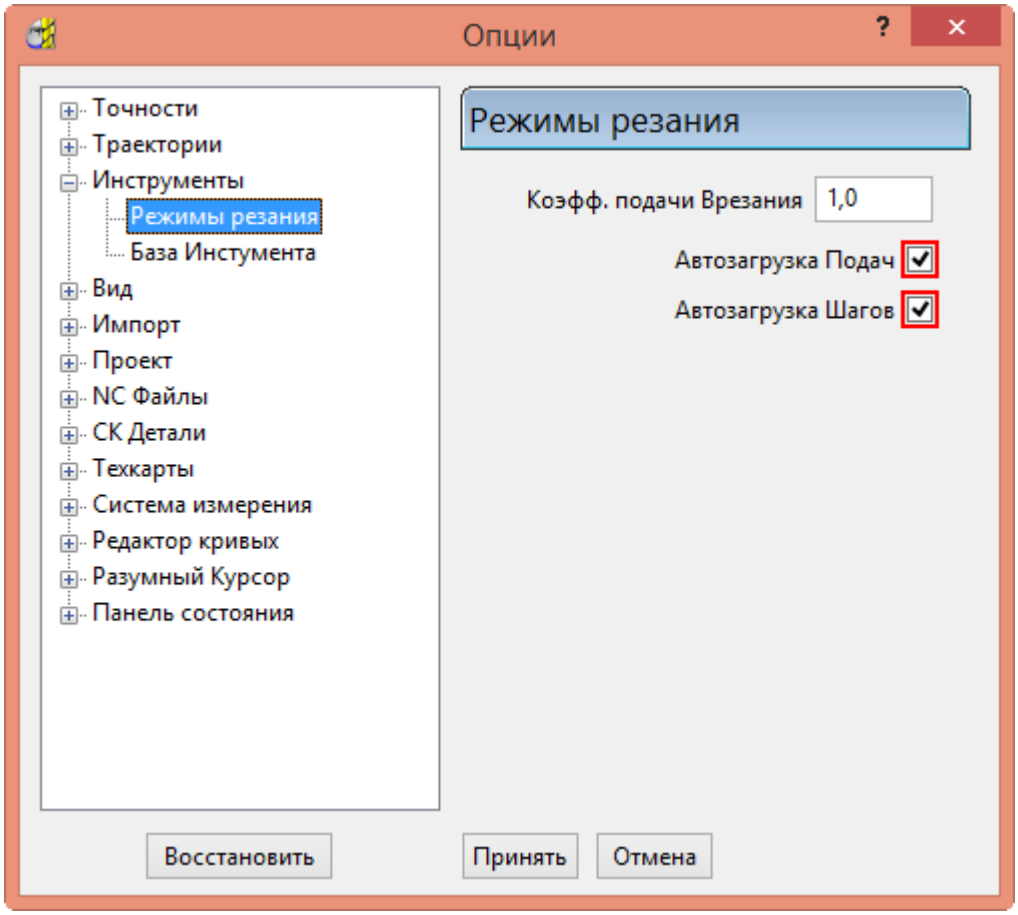


Рисунок 107 – Дополнительные опции «Режимы резания»

Начнём с индивидуального определения скоростей подачи.

Нажмите кнопку **Режимы резания** на главной панели .

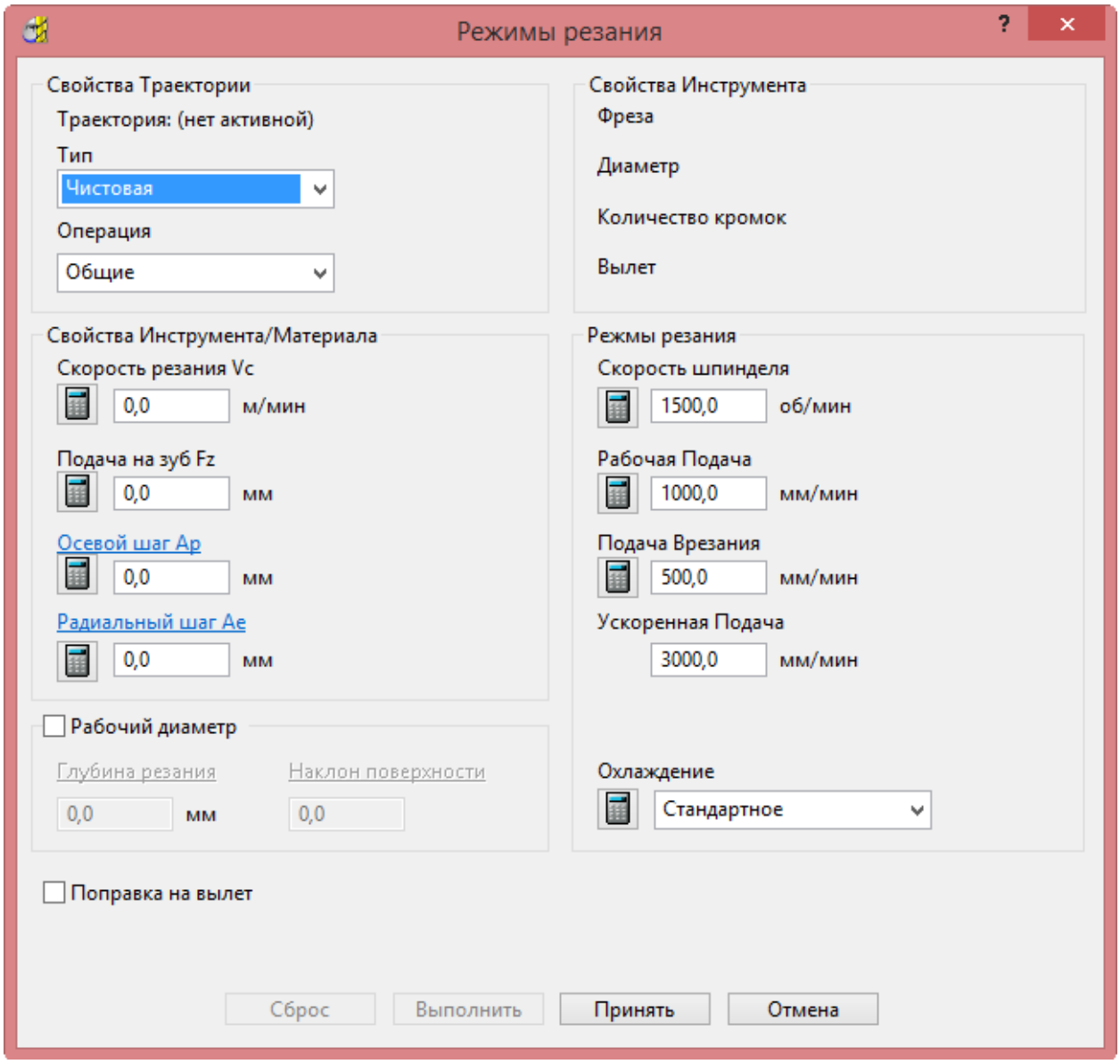


Рисунок 108 – Окно «Режимы резания»

Диалоговое окно разбито на две области (рисунок 108):

- **Свойства Инструмента/Материала**
- **Режимы резания**

При этом, поля области **Свойства Инструмента/Материала** заполняются на основании справочной информации из каталогов инструмента (если ни один инструмент не активирован, то поля имеют нулевые значения), при активации инструмента данные поля заполняются автоматически на основе значений заполненных при создании инструмента во вкладке **Режимы резания** (рисунок 109):

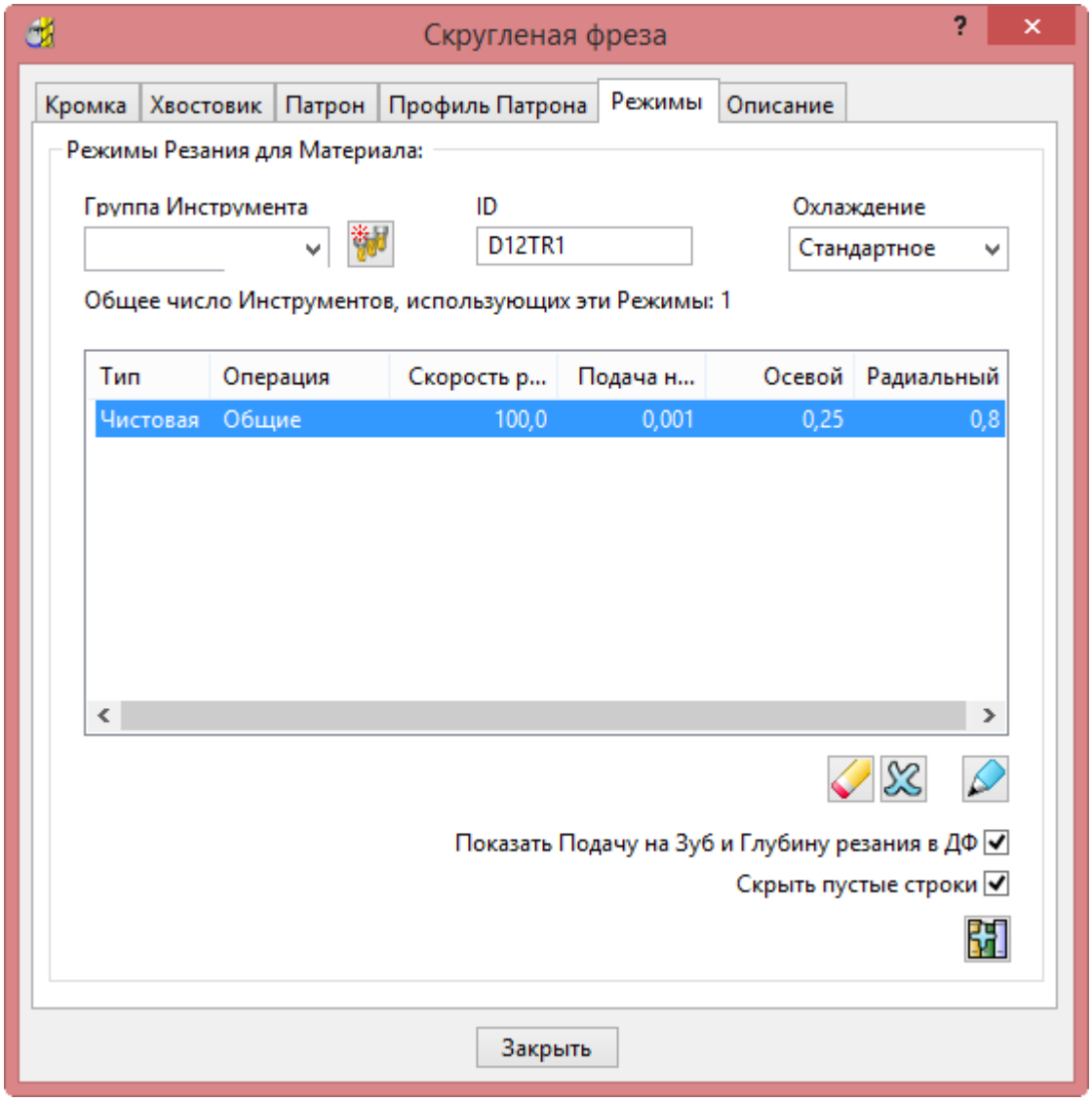


Рисунок 109 – Вкладка «Режимы» окна параметров «Инструмент»

В окне **Режимы резания** в области **Режимы резания** существуют следующие параметры:

- **Скорость шпинделя**, об/мин (при использовании стоек Haas соответствует коду *M03 S1500*);
- **Рабочая подача**, мм/мин (подача, с которой происходит основная обработка и выполняются рабочие резы);
- **Подача врезания**, мм/мин (подача с которой инструмент проходит путь от **Начальной Z** до рабочего реза, обычно выбирается меньше рабочей подачи);

- **Ускоренная подача**, мм/мин (обычно используется для холостых перемещений по прямой соединяющей начальную и конечную точку; рекомендуется выбирать максимальную подачу, которую способен обеспечить станок).

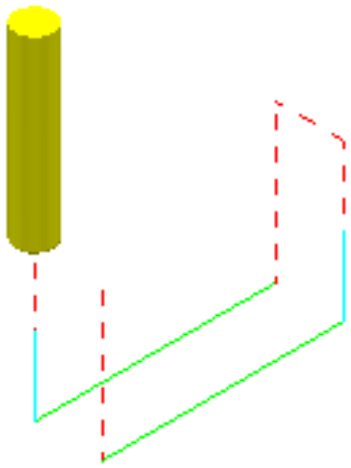


Рисунок 110 – Цветовая индикация траекторий в окне просмотра

Для более удобного визуального восприятия изображенных траекторий обработки принята следующая цветовая схема (рисунок 110)

- Рабочая подача (G01) – зелёные/оранжевые
- Подача врезания (G01) – бирюзовые
- Ускоренная подача (G01) – красные сплошные
- Ускоренные перемещения (G00) – красные пунктирные.

Так как для ускоренных перемещений и ускоренной подачи используются два различных кода (G00 и G01), то различными будут скорости и траектории перемещения. Например (рисунок 111), при перемещении из начала координат в точку (20; 60) с использованием ускоренных перемещений (`G00 X20. Y60.`) система ЧПУ не отслеживает промежуточных перемещения между точками, а просто включает привода осей X и Y на максимальную скорость, пока каждая из координат не достигнет требуемого значения. Поэтому на траектории ускоренных перемещений можно выделить два участка:

1. Работают оба привода с максимальной скоростью (если характеристики приводов идентичны, то линия будет наклонена приблизительно под 45 градусов). Когда перемещение достигнет координаты X=20, то привод подач соответствующей оси отключится.

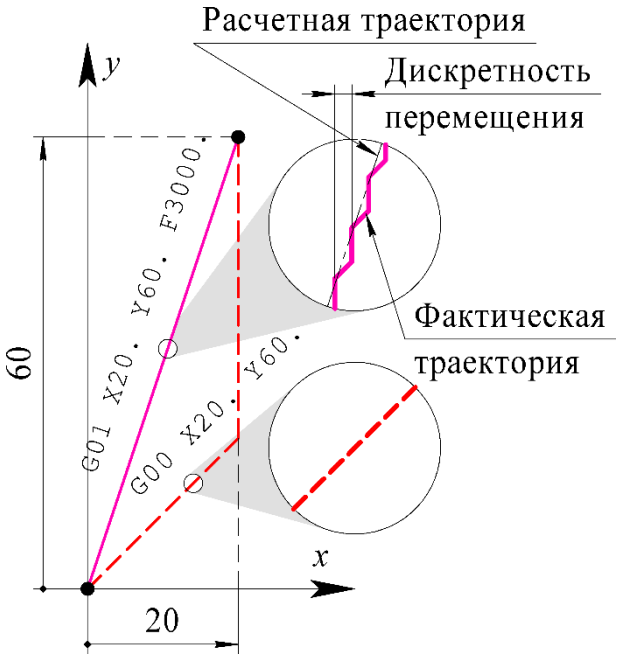


Рисунок 111 – Ускоренные перемещения и ускоренная подача

2. Работает только привод подач по Y. Поэтому участок траектории параллелен оси Y.

Если использовать для перемещения в ту же точку ускоренную подачу (`G01 X20. Y60. F3000.`), то фактическая траектория (кажущаяся прямой), будет состоят из «микроступенек», расположенных на расчетной прямой. Это объясняется тем, что любой станок имеет дискретность перемещения (микрошаг – обычно от 1 до 10 мкм), и идеальная прямая линия интерполируется набором микроотрезков. Таким образом, при перемещении в точку с координатами (20;60), первый микрошаг выполняют оба привода, а два последующих – только по оси Y. Далее цикл повторяется.

Такие «микроостановы» привода оси X приводят к снижению общей скорости движения инструмента и кадр `G00 X20. Y60.` осуществит перемещение инструмента быстрее, чем кадр `G01 X20. Y60. F3000.`, хотя его траектория будет казаться более длинной.

Также к отдельным участкам траектории, находящимся внутри границ, можно присвоить другие значения рабочих подач, задавая их в процентах от номинальной величины. PowerMILL отображает разные цвета для участков траектории с изменённой скоростью подачи.

Поля областей **Свойства Инструмента/Материала** и **Режимы резания** функционально связаны через геометрию инструмента, поэтому при изменении одного из значений остальные пересчитываются автоматически. Поля вводимые в ручную обозначаются символом  , поля высчитываемые автоматически –  .

2.11 Стратегии выборки

2.11.1 Основные параметры стратегий выборки

Основные стратегии первичной обработки трёхмерных моделей называются **3D Выборка** (рисунок 112).

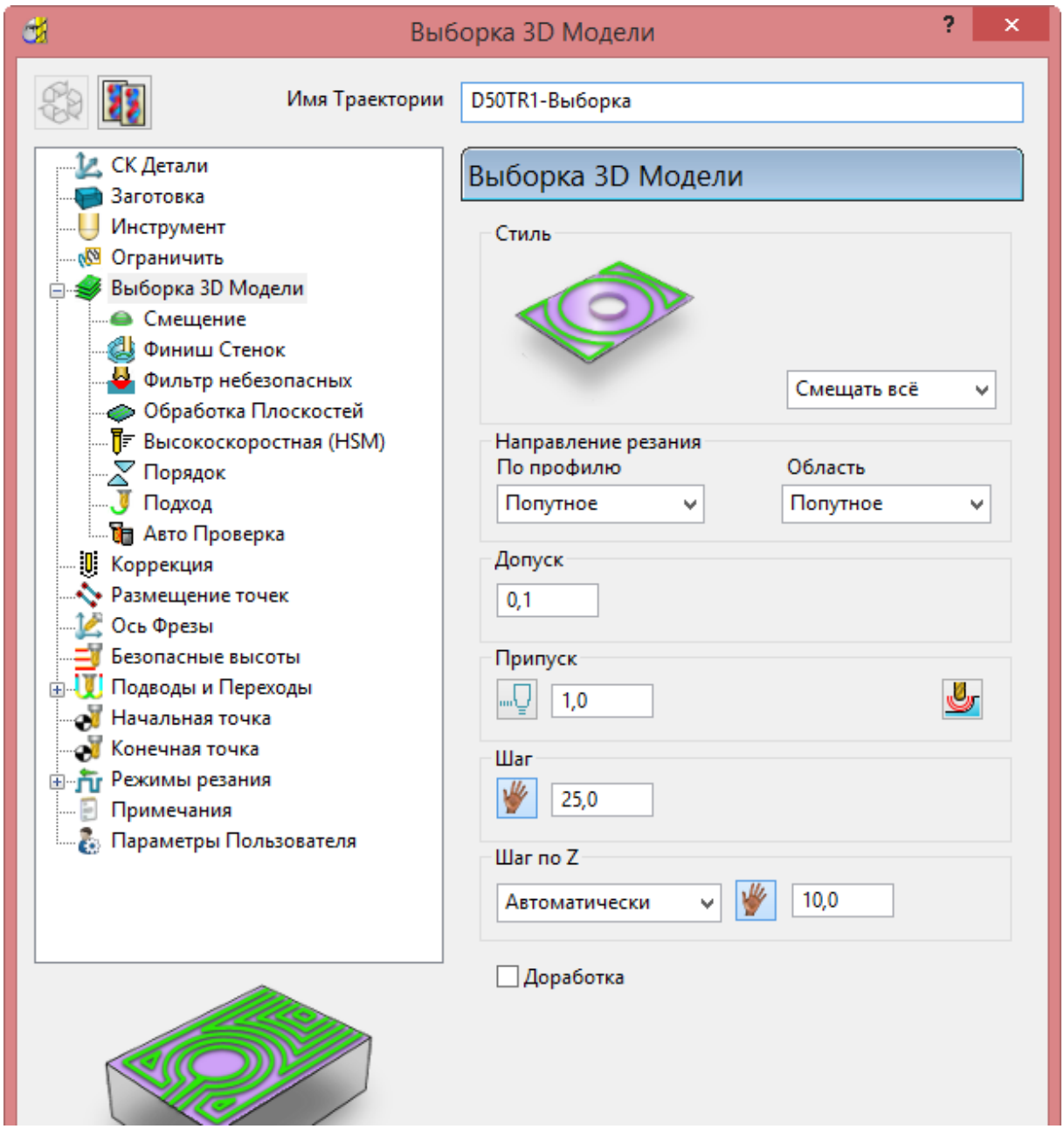


Рисунок 112 – Окно стратегии «Выборка 3D Модели»

Их назначение – убрать максимальное количество материала:

Объем удаляемого материала ≈ Объем Заготовки – Объем Модели Детали

Алгоритм работы стратегии следующий:

- Вычисляется объем материала, который подлежит удалению (рисунок 113)

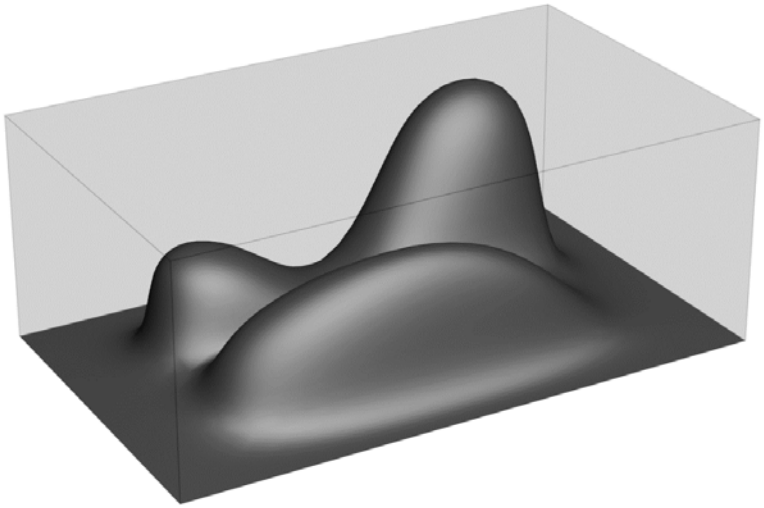


Рисунок 113 – Объем материала для удаления

- Данный объем рассекается горизонтальными плоскостями с равным шагом по Z (a_p), определяемым пользователем (рисунок 114)

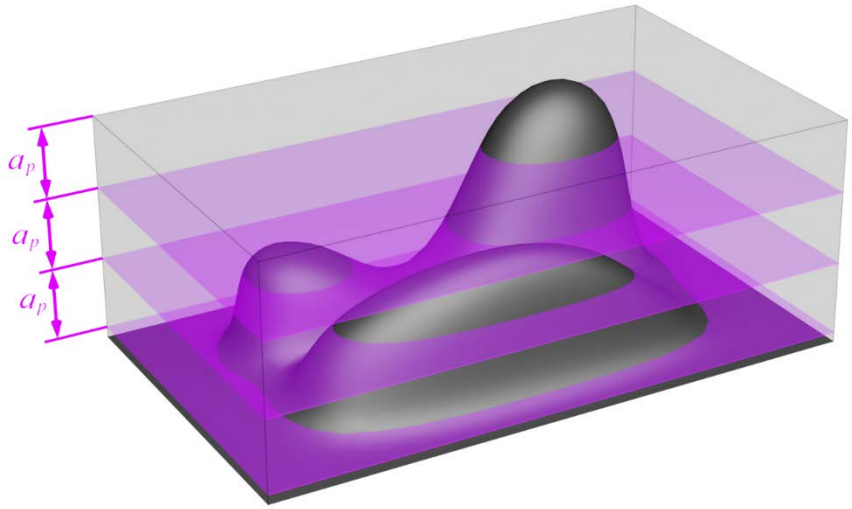


Рисунок 114 – Определение слоев обработки

- Вычисляются линии пересечения плоскостей с заготовкой и деталью. Данные линии ограничивают области обработки в слое (рисунок 115).

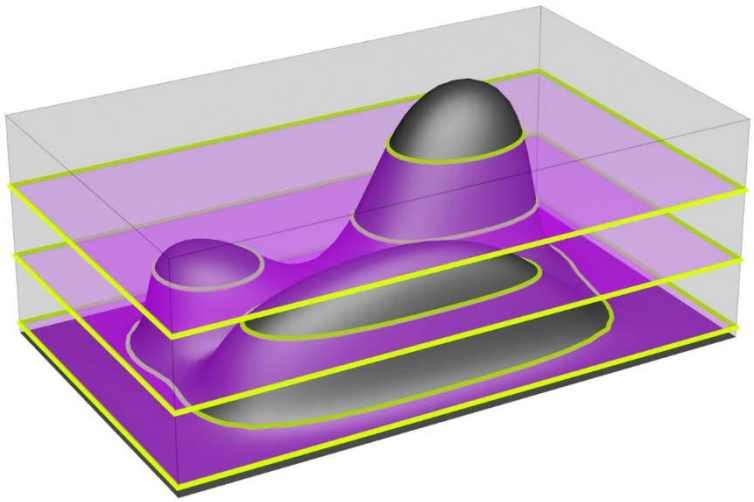


Рисунок 115 – Определение границ генерации сегментов траектории

- На основе линий пересечения, в каждом слое создаются сегменты траектории (для стиля **Смещать всё** – это эквидистанты данных линий, рисунок 116). Радиальный шаг между сегментами траекторий (a_e) также задается пользователем

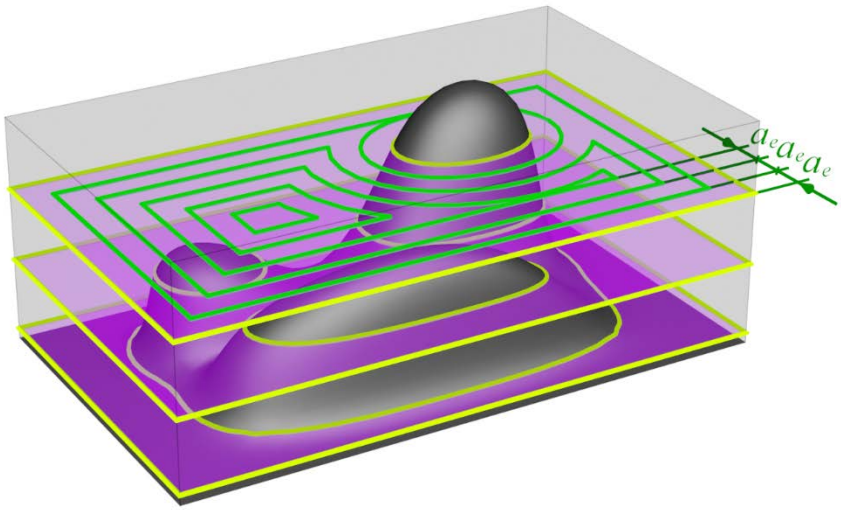
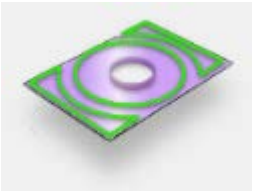
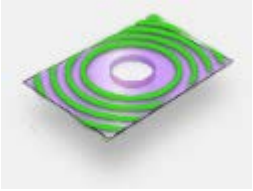


Рисунок 116 – Заполнение слоя сегментами траектории

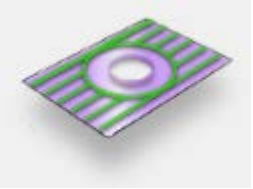
Форма генерируемых траекторий на слое зависит от выбираемого стиля:



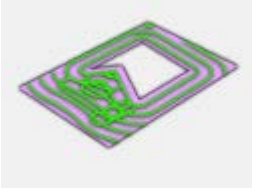
- **Смещать все** – в каждом слое на основании контура заготовки и контура детали генерируются эквидистанты с равным шагом, которые и являются траекториями движения инструмента.



- **Смещать модель** – траектории генерируются, на основании контура детали, контур заготовки не учитывается.



- **Растр** – в слое генерируется набор прямых линий с равным радиальным шагом. Линии ограничены контурами заготовки и детали. По умолчанию, последним резом в слое является обход по профилю детали.



- **Vortex** – создается траектория смещения, в которой участки где угол контакта превышает максимально заданное значение заменяются трохоидальными перемещениями инструмента, чтобы обеспечить постоянство нагрузки на инструмент.

Направление резания можно выбрать **попутное**, **встречное** или **любое.**

Выбор одного из этих вариантов зависит от комбинации обрабатываемого материала, геометрических параметров и материала инструмента.

Если станок и материал позволяют успешно использовать как встречное, так и попутное фрезерование, то рекомендуется выбрать опцию **Любое**, так как это сократит время на холостые перемещения, которые будут возникать при использовании одного направления фрезерования.

Наиболее важными параметрами траектории, определяющими точность создаваемых траекторий являются допуск и припуск на обработку (рисунок 117):

Припуск – величина дополнительного материала, оставляемого над деталью, который необходимо снять на последующих этапах обработки.

Допуск – определяет ширину области для построения траектории. Чем больше значение, тем более грубо будет построена траектория, при этом, в траектории будет меньше сегментов, а значит, меньше строк конечного кода управляющей программы.

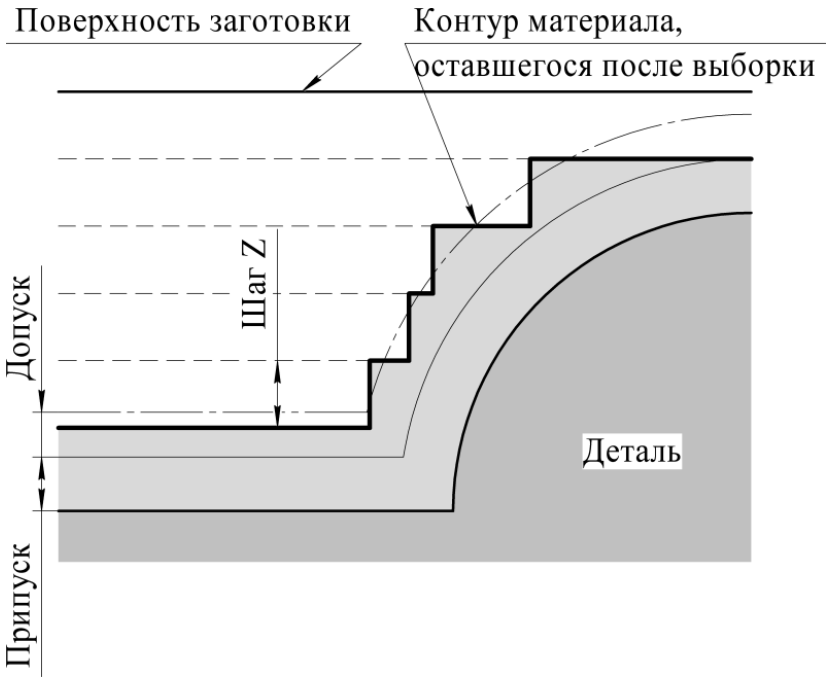


Рисунок 117 – Допуск, припуск, шаг

Шаг Z – расстояние между соседними слоями обработки.

Шаг – расстояние между соседними рабочими резами в одном слое

Численные значения шагов зависят от материала заготовки и инструмента и выбирается по справочнику либо каталогу инструмента. Большие значения – ускоряют процесс обработки детали, но снижают ресурс инструмента.

Пример: обработка участка с использованием растра

Практическое задание

1. Импортируйте модель

   …PowerMillData/Models/speaker_core.dgk

2. На главной панели нажмите **Заготовка** , установите опции **Задает Блок, Система координат – Глобальная СК**
3. Последовательно нажмите **Вычислить** и **Принять**.

4. На главной панели нажмите кнопку **Безопасные высоты** , в появившемся диалоговом окне нажмите последовательно **Вычислить** и **Принять**.
5. На главное панели нажмите кнопку **Стратегии обработки** .
6. На вкладке **3D выборка** выберите **Выборка 3D Модели**.
7. Нажмите ОК для открытия диалогового окна **Выборка 3D Модели**.
8. Введите параметры, как показано на рисунке 118:

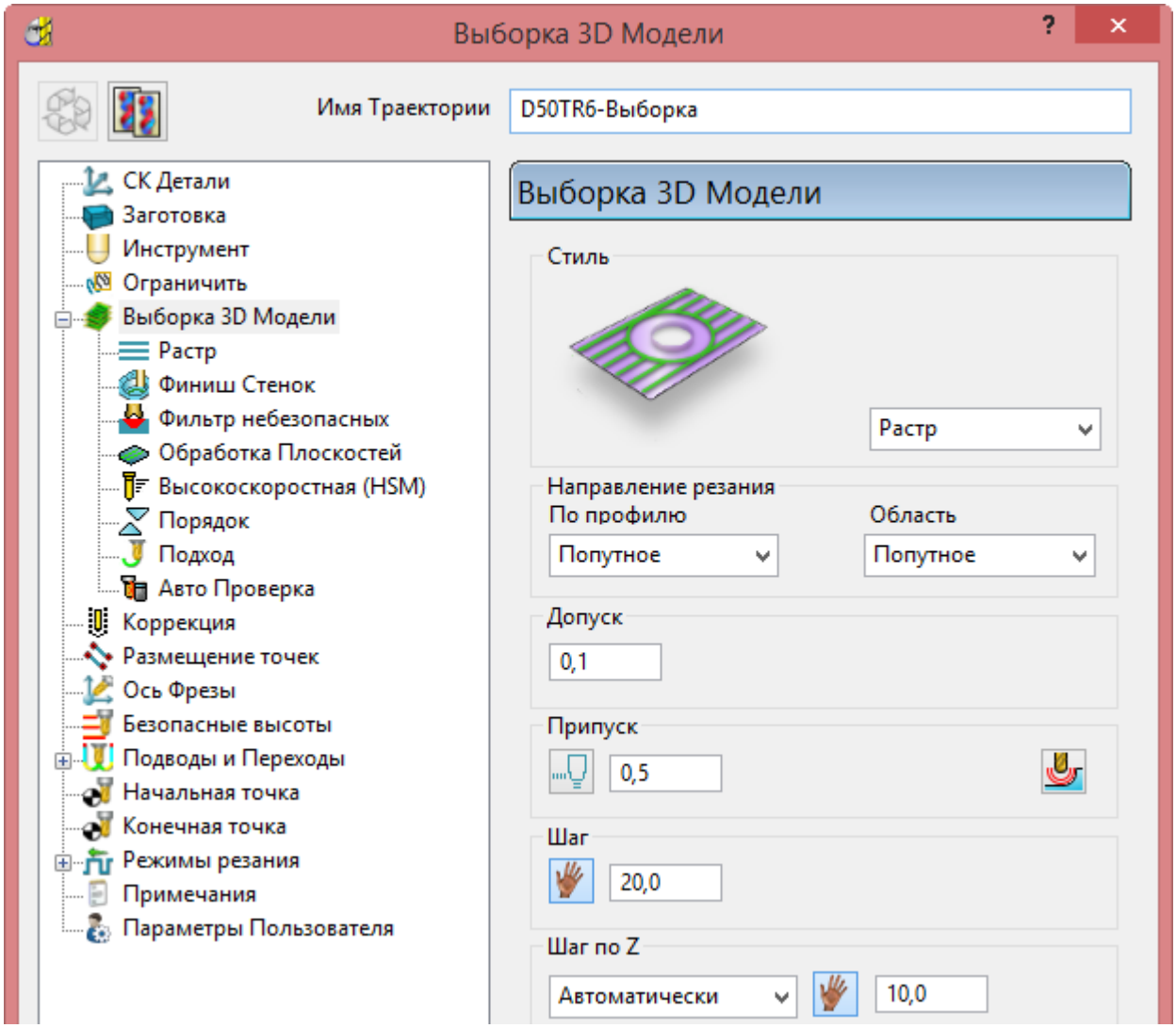


Рисунок 118 – Параметры стратегии выборки

9. Нажмите **Вычислить** и **Отмена**.
10. Вычисленная траектория появится в проводнике (рисунок 119):

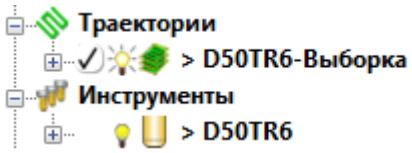


Рисунок 119 – Проводник проекта

Двойное нажатие на траектории активирует и деактивирует её. Активная траектория будет отображена в окне вида (рисунок 120)

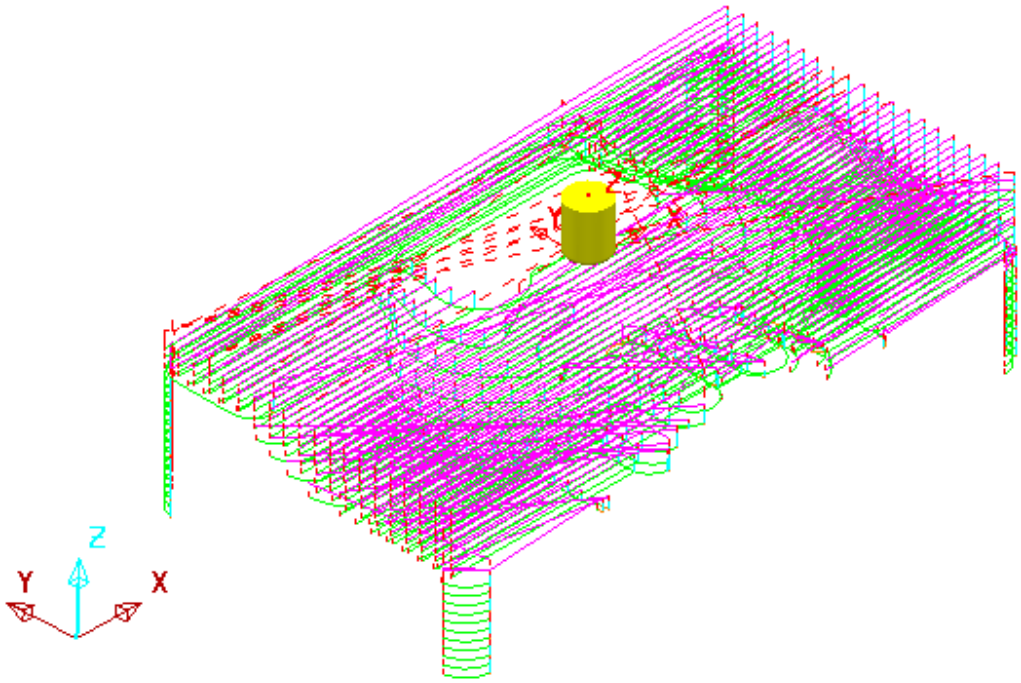


Рисунок 120 – Вычисленная траектория выборки

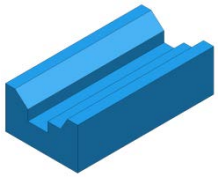
Нажмите +, чтобы раскрыть и изучить данные, используемые в траектории.

Самостоятельно выполните Задание 4:

Создать стратегии Выборка 3D Модель трех типов обработки (Растр, Смещать все, Смещать модель) для каждой из предложенных деталей. Вы-

брать одну из них, как наиболее удачную для конкретного случая и обосновать свой выбор (таблица 13).

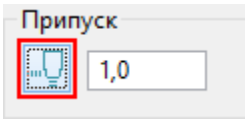
Таблица 13 – Задание 4

Модель	**Заготовка**	**СК**	**Инструмент**	**Стратегии**
Facia.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 0; Система координат – Глобальная СК	Глобальная СК	Скругленная фреза: ДФ – 16, РК – 3	Имя траектории – Выборка_СмещВсе, Тип – Смещать все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
				Имя траектории – Выборка_СмещМодель: Тип – Смещать Модель, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
				Имя траектории – Выборка_Растр: Тип – Растр, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
Handle.dgk 			Скругленная фреза: ДФ – 10, РК – 2	Имя траектории – Выборка_СмещВсе, Тип – Смещать все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
				Имя траектории – Выборка_СмещМодель: Тип – Смещать Модель, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
				Имя траектории – Выборка_Растр: Тип – Растр, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
GuideLinee.dgk 			Скругленная фреза: ДФ – 10, РК – 1	Имя траектории – Выборка_СмещВсе, Тип – Смещать все, Направление резания – Любое/Любое Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
				Имя траектории – Выборка_СмещМодель: Тип – Смещать Модель, Направление резания – Любое/Любое Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
				Имя траектории – Выборка_Растр: Тип – Растр, Направление резания – Любое/Любое Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ

2.11.2 Дополнительные параметры стратегий выборки

Осевой и радиальный припуск.

По умолчанию осевой и радиальный припуск считаются одинаковыми, однако, можно данные значения задавать по отдельности, для этого нужно нажать на кнопку **Разрешить/Запретить осевой припуск** после чего появится дополнительное поле для ввода осевого припуска.



Чтобы лучше понять, как распределится припуск по поверхности рассмотрим три случая задания припусков (рисунок 121).

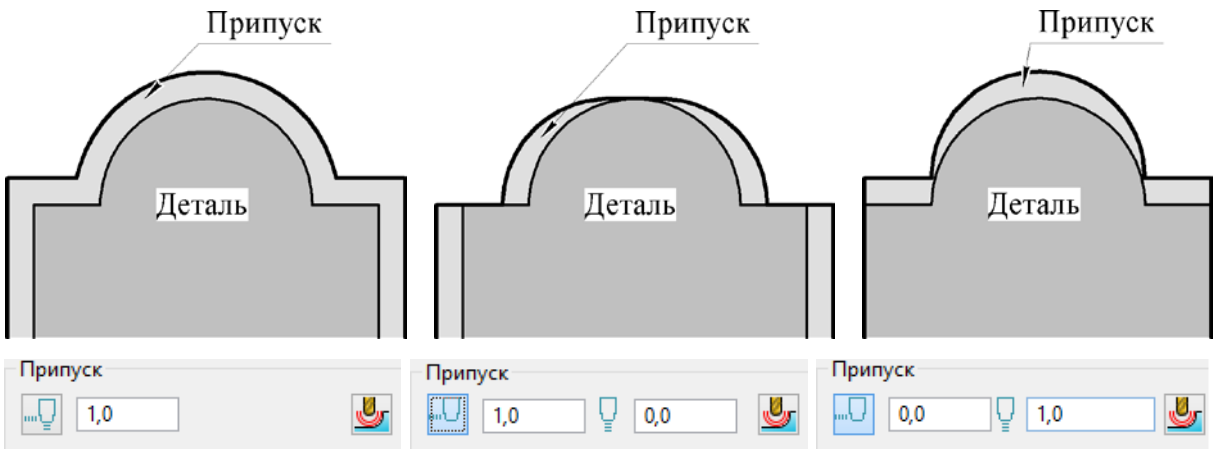


Рисунок 121 – Общий, радиальный и осевой припуски

Один из случаев, когда требуется задавать раздельный осевой и радиальный припуск является случай финишной обработки детали с горизонтальными и вертикальными поверхностями:

Шаг по Z

Существует два режима расчета шага по Z – **Автоматически** и **Вручную** (рисунок 122)**.**

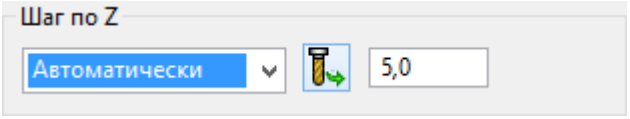


Рисунок 122 – Параметр «Шаг по Z»

В автоматическом режиме слои обработки генерируются с равным шагом, заданным пользователем, кроме того, дополнительные слои генерируются на горизонтальных плоскостях (рисунок 123).

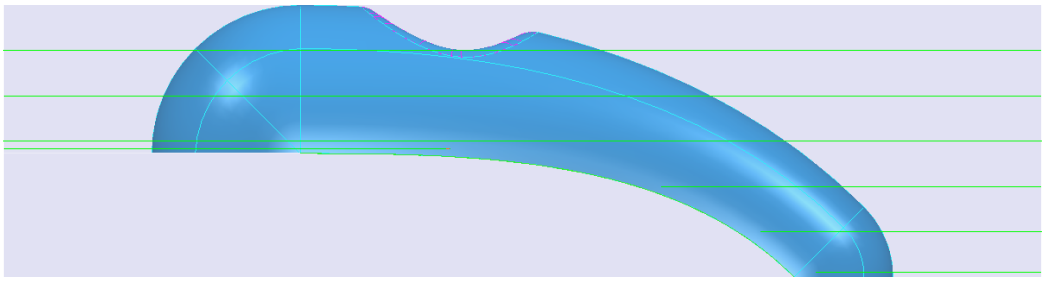


Рисунок 123 – Слои обработк

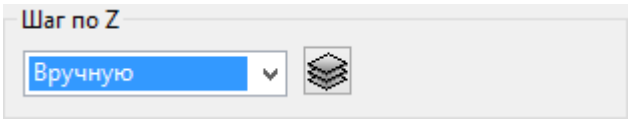


Рисунок 124 – Ручной режим задания шага по Z

В режиме ручного ввода высот диалоговое окно **Высоты Выборки** вызывается кнопкой  (рисунок 124).

Высоты выборки это значения координаты Z секущих плоскостей, на которых генерируются сегменты траектории (рисунок 125). Существует несколько типов плоскостей:

 – слои обработки определены, как промежуточные между уже заданными значениями;

 – высота определена на основе значения постоянного шага по Z;

 – высота задана точно введенным значением;

 – высота слоя определена на основании их заданного количества;

 – высота задана по распознанной плоской горизонтальной грани;

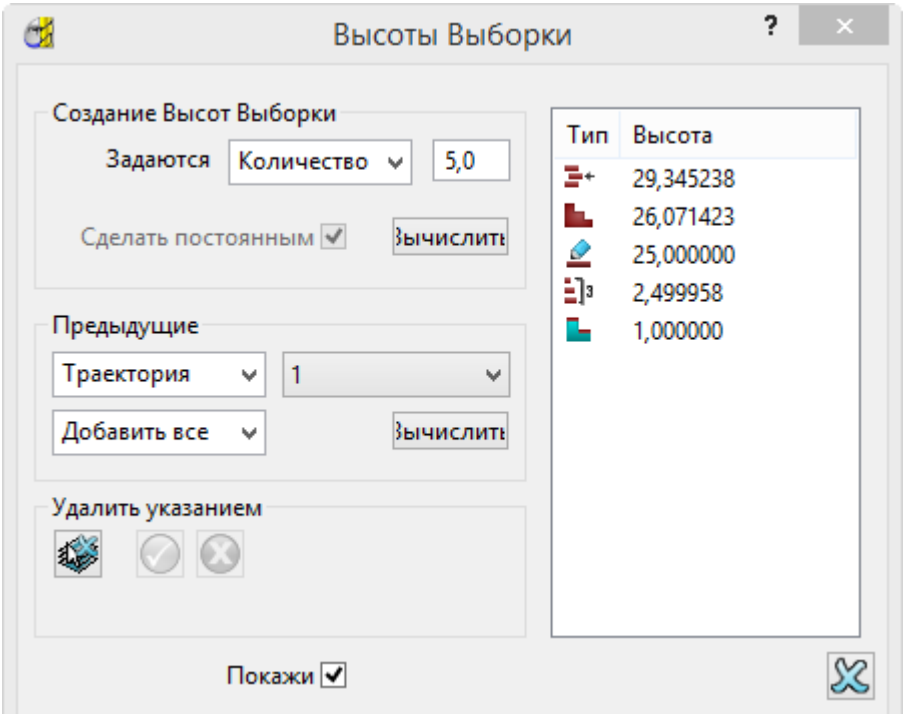


Рисунок 125 – Окно «Высоты выборки»

Существует несколько способов задания высот:

Количеством – задается количество слоев, которые равномерно разбивают заготовку по всей высоте (рисунок 126).

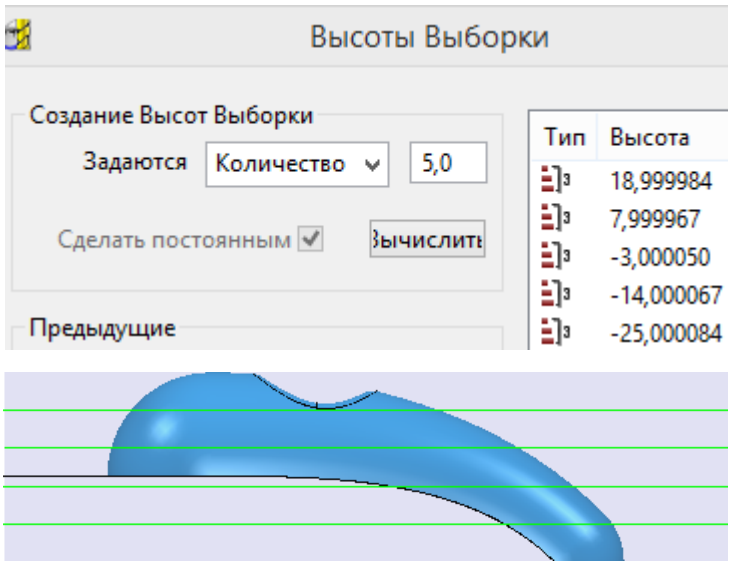


Рисунок 126 – Влияние параметра «Количество»

Шаг по Z – Задает шаг через которые создаются слои, начиная от верхней поверхности заготовки (рисунок 127).

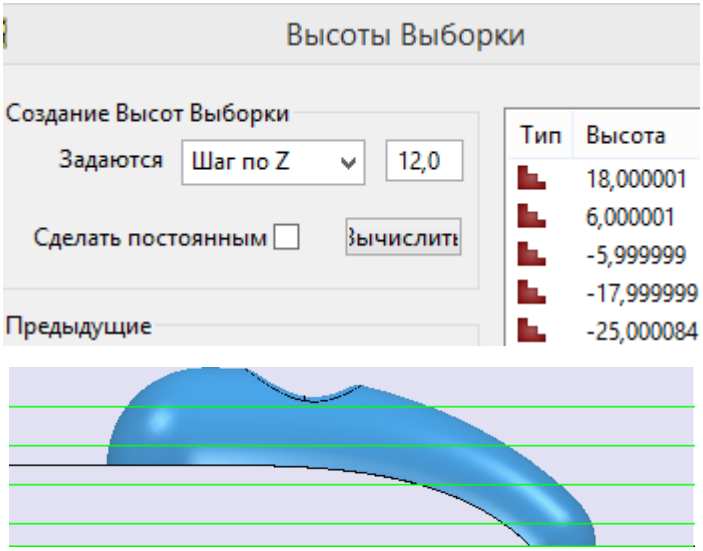


Рисунок 127 – Влияние параметра «Шаг по Z»

Значение – задает точно значение координаты Z, создаваемого слоя (рисунок 128).

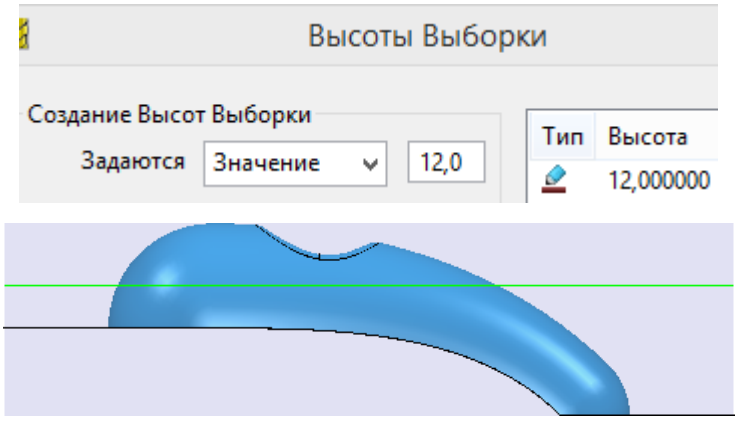


Рисунок 128 – Влияние параметра «Значение»

Промежуточные – задаются количеством слоев, которые будут вставлены между уже существующими. Для создания данного типа высот, необходимо предварительно создать, хотя бы одну высоту, от которой до верхней поверхности заготовки будет вставлено указанное количество промежуточных слоев с равным шагом по Z (рисунок 129).

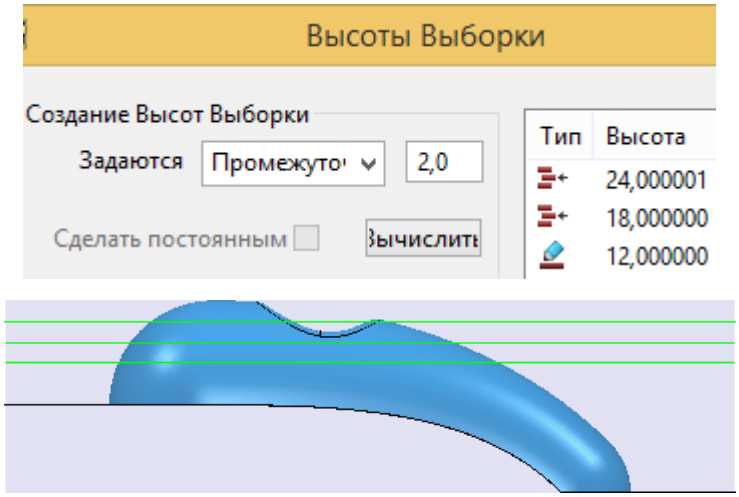


Рисунок 129 – Влияние параметра «Промежуточные»

Плоские – создаются слои обработки на уровнях, всех распознанных плоских горизонтальных поверхностей. Значение в поле никак не влияет на создаваемые слои (рисунок 130).

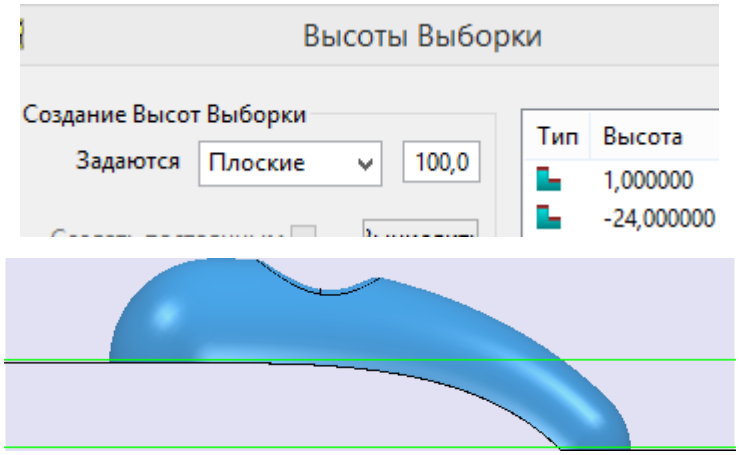


Рисунок 130 – Влияние параметра «Плоские»

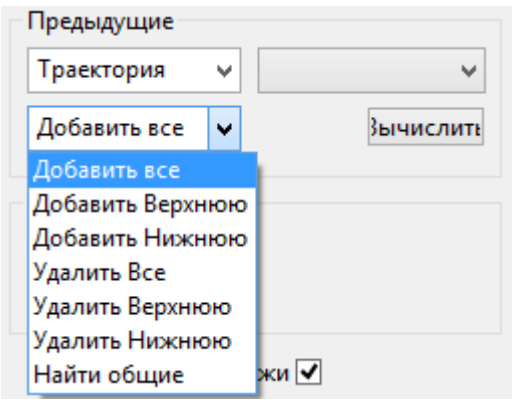


Рисунок 131 – Дополнительные возможности создания слоев обработки

Существуют дополнительные методы создания высот обработки (рисунок 131), которые сгруппированы в секции **Предыдущие**. В качестве предыдущих элементов можно выбрать: траектории, границы, шаблоны, 2D модели. При этом, создаются два слоя – на высоте самой высшей точке и самой нижней указанного элемента. Есть возможность вычислять высоту, только по одной из указанных точек, а для элемента **Траектория** можно работать со всеми высотами, содержащимися в траектории.

Практическое задание

1. Создайте новый проект **Файл – Удалить все**
2. Очистите диалоги: **Инструменты – Сбросить Диалоги**
3. Импортируйте модель **HeightsMachine01.dgk** (рисунок 132).
4. Задайте параметры заготовки типа **Блок** с использованием глобальной системы координат.
5. Создайте систему координат как показано на рисунке и активируйте ее.

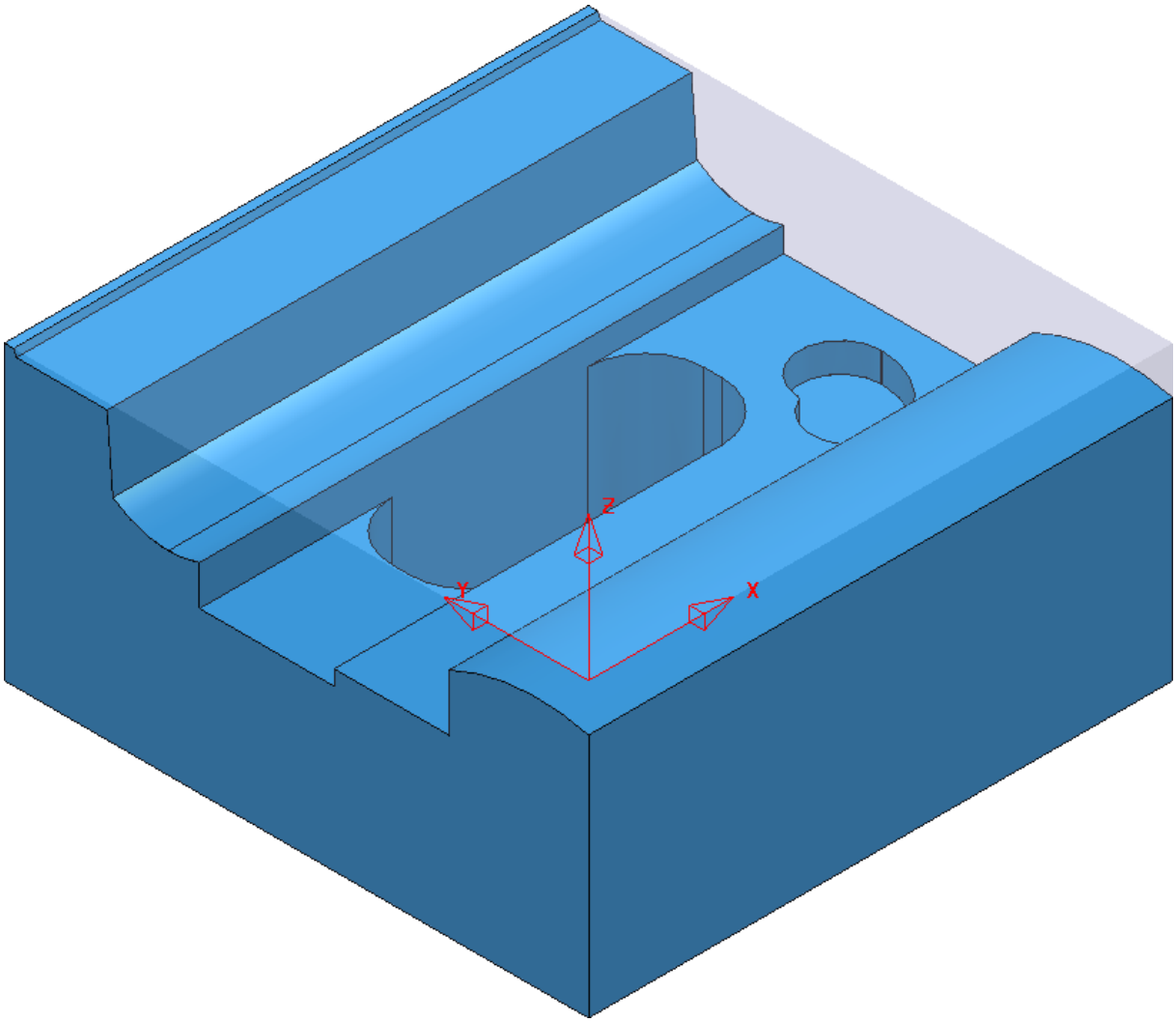


Рисунок 132 – Модель детали HeightsMachine01.dgk

6. Создайте скругленную фрезу диаметром 10 мм с радиусом кромки 3 мм и обозначьте ее **D10TR3**.
7. Установите безопасные высоты
8. Создайте траекторию Выборка 3D модели со значениями параметров представленных на рисунке 133:

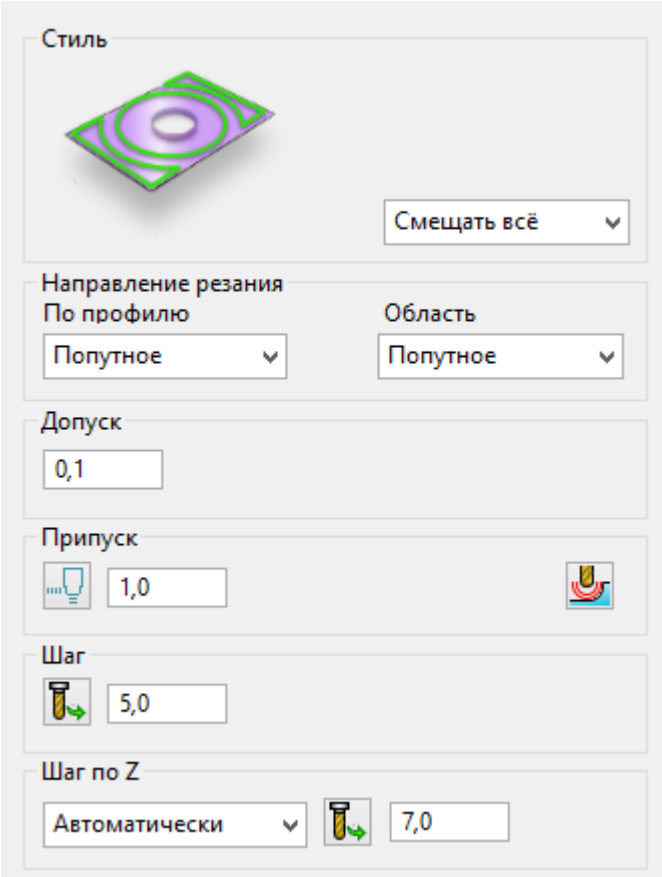


Рисунок 133 – Параметры стратегии выборки

Полученная траектория будет выглядеть как показано на рисунке134:

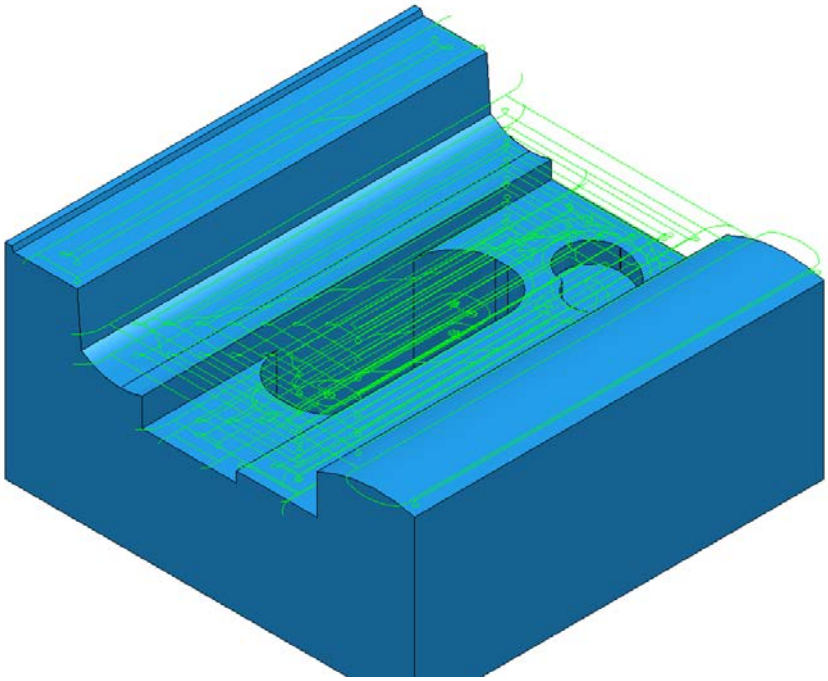


Рисунок 134 – Вычисленная траектория выборки

Анализ полученных слоев обработки позволяет выявить следующие проблемные участки:

1) Высота первого слоя около одного мм от верха заготовки, однако, по горизонтальной плоскости, был сгенерирован практически бесполезный слой обработки (рисунок 135).

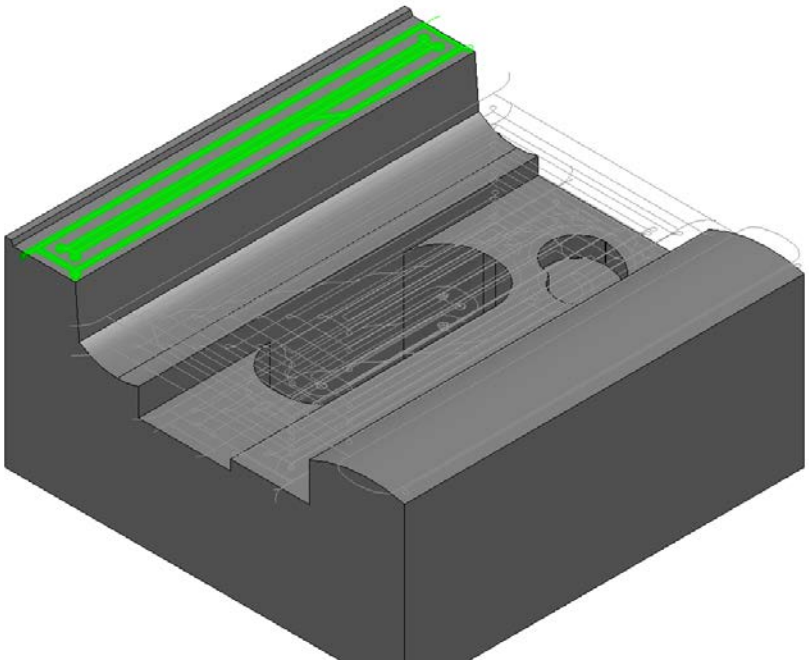


Рисунок 135 – Первый лишний слой обработки

2) Данный слой сгенерирован по плоской горизонтальной грани, имеет сегменты траектории сложной формы с неравномерной длиной и оставляет необработанным участок над маленьким карманом (рисунок 136)

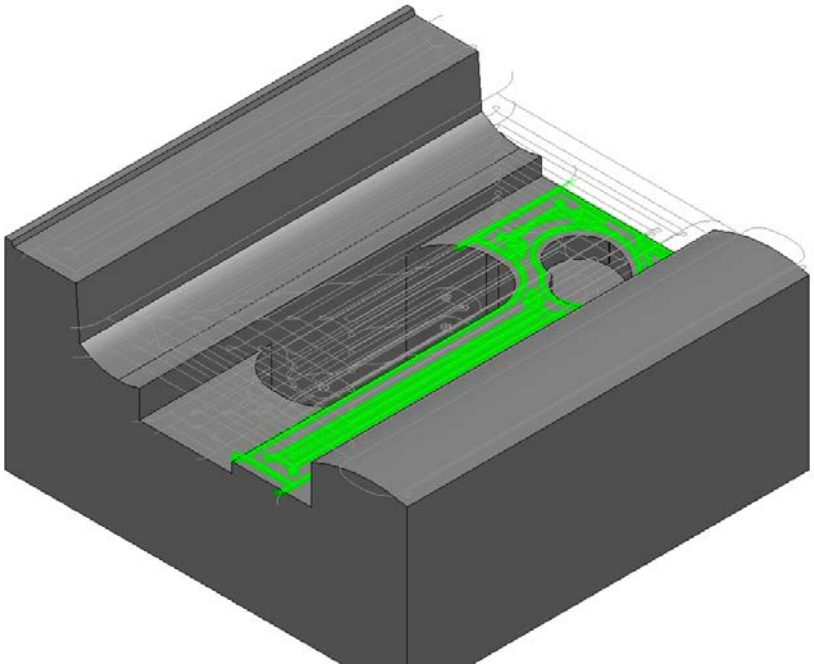


Рисунок 136 – Второй лишний слой обработки

3) Слой обработки ниже предыдущего на 0,5 мм, также имеет сегменты сложной формы и был создан по горизонтальной плоской грани (рисунок 137).

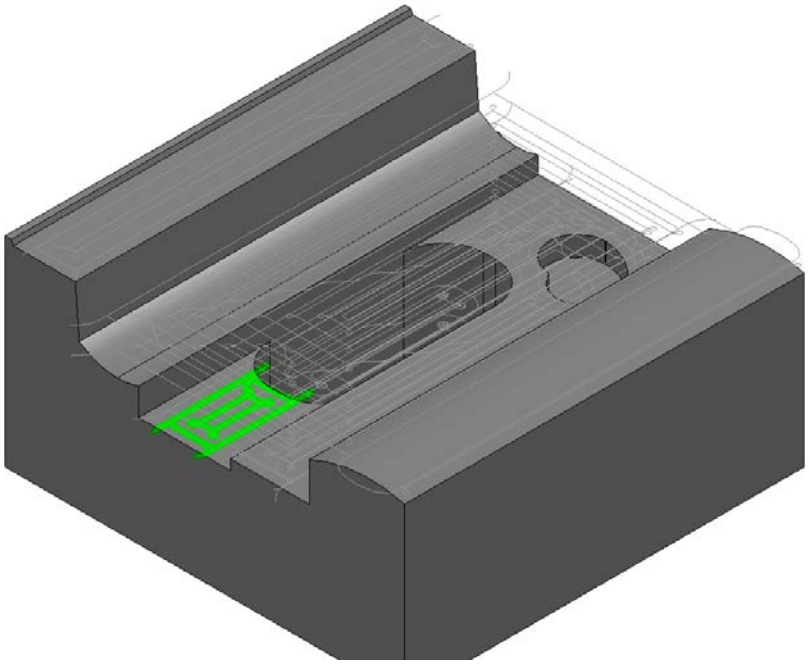


Рисунок 137 – Третий лишний слой обработки

4) Слой обработки маленького кармана, создан по плоскости и не очень подходит для обработки данным инструментом (рисунок 138).

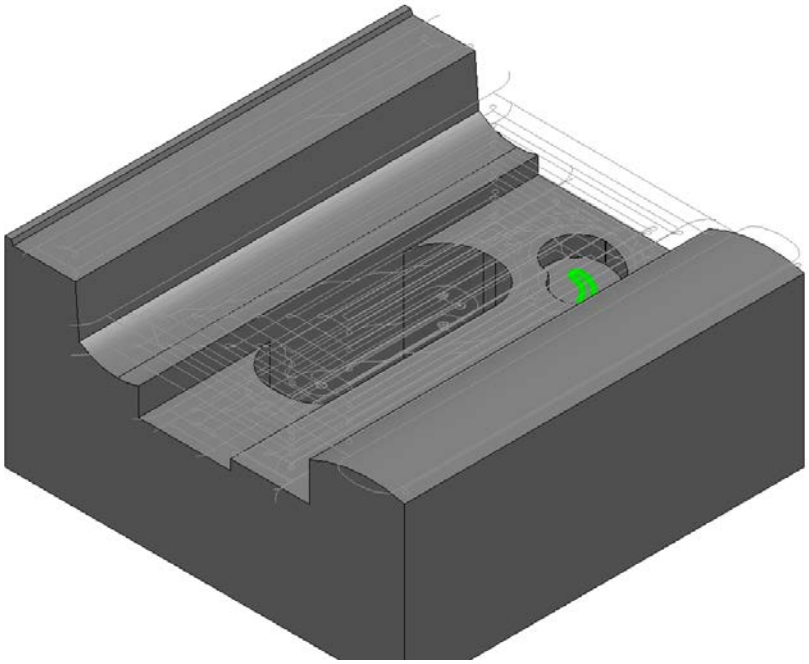


Рисунок 138 – Проблемная зона обработки

Таким образом, более правильным решением для данной детали должно стать создание слоев обработки в ручном режиме в соответствии с рисунком 139:

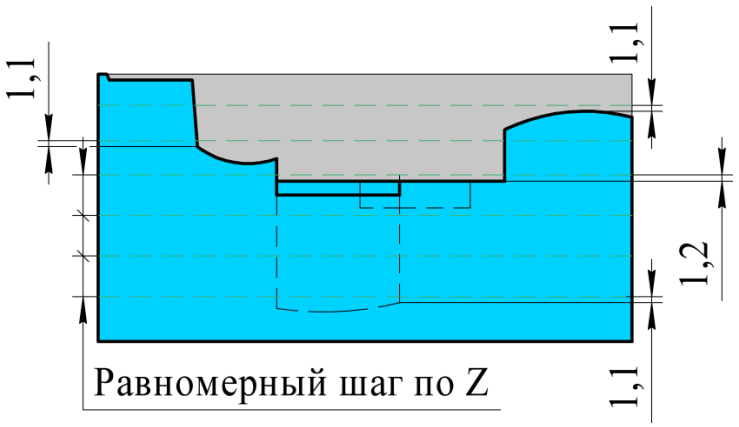


Рисунок 139 – Схема расположения слоев обработки относительно характерных элементов детали

Чтобы определить точные значения вводимых координат достаточно навести мышкой в нужную точку, а координаты курсора буду отображаться в низу экрана в панели **Состояния** (рисунок 140)**.**

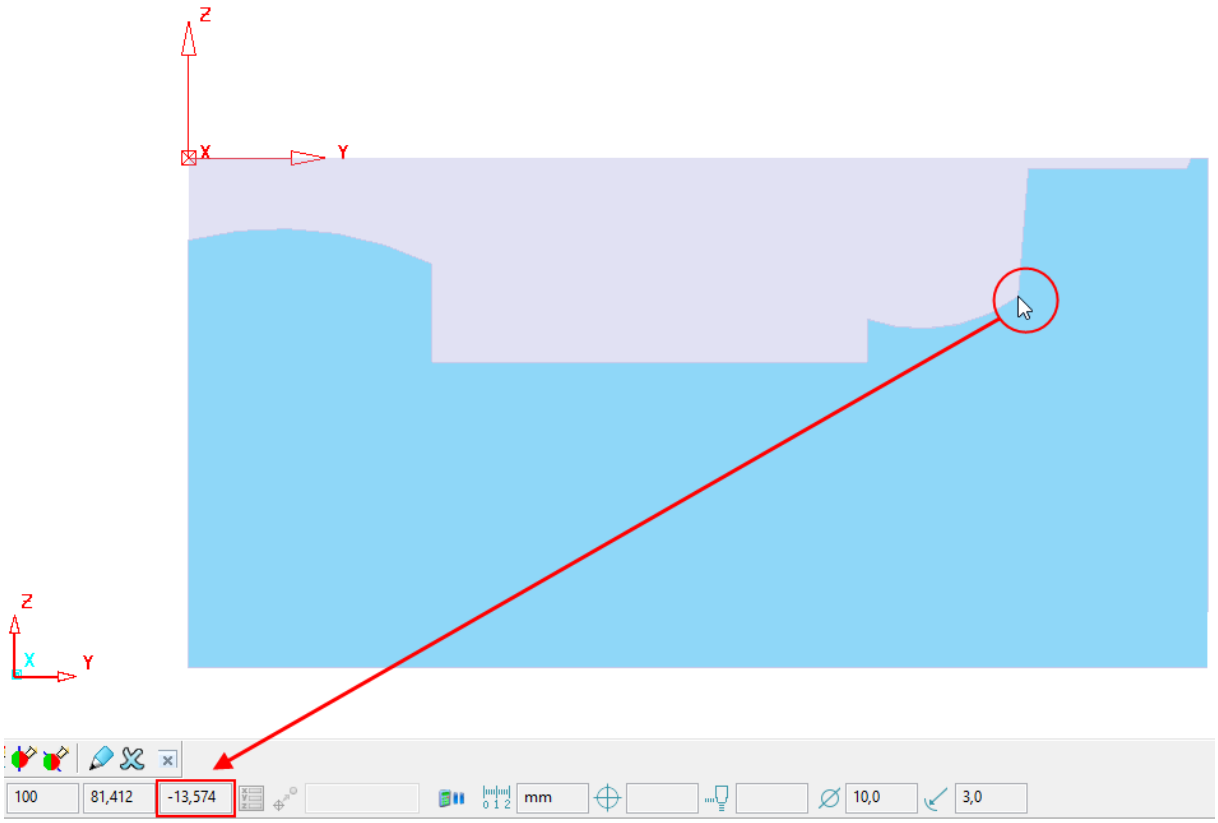


Рисунок 140 – Способ определения координат точки по курсору мышки

9. Создайте копию траектории, нажав кнопку **Копировать Траекторию** в панели **Траектория** (рисунок 141):



Рисунок 141 – Панель «Траектория»

10. Зайдите в параметры только что созданной траектории и измените режим создания высот с **Автоматического** на **Вручную:**
11. Вызовите панель **Высоты выборки**  **,** в которой удалите все имеющиеся высоты  .

12. Далее создайте высоты в соответствии с планом высот представленном выше:

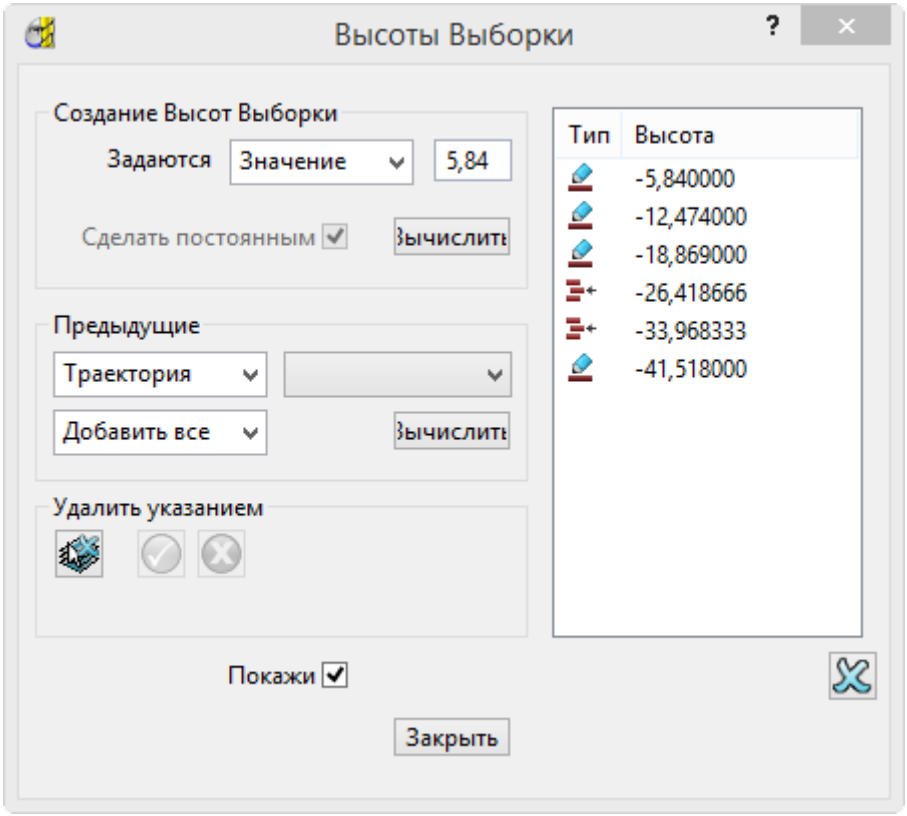


Рисунок 142 – Значения высот в окне «Высоты Выборки»

Рекомендуется создавать слои обработки снизу-вверх (рисунок 142).

Сопоставив время обработки (с помощью инструмента **Статистика**) и объем снимаемого материала (с помощью **Модели материала - Объем**), можно сделать вывод, что при использовании ручного создания высот, несмотря на то, что объем снимаемого материала уменьшается на 5%, время обработки снижается на 20%.

2.11.3 Параметры стиля «Смещение»

Окно с дополнительными параметрами стиля «Смещения» представлено на рисунке 143.

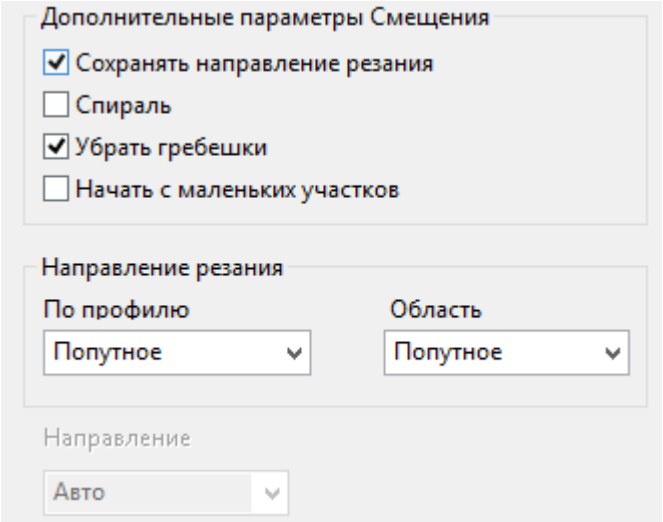
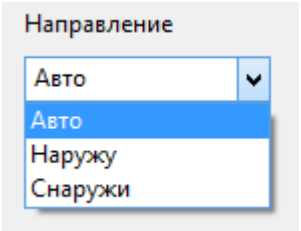


Рисунок 143 – Дополнительны параметры стиля «Смещения»

Сохранять направление резания – при расчете стратегии есть два критерия оптимизации последовательности обработки сегментов траектории:

- Сохранения направления резания, выбираемого для **Области** выборки (попутное или встречное).
- Минимизация подъемов, чтобы переходы между сегментами осуществлялись по минимальным расстояниям и являлись частью рабочих резов, а не холостыми перемещениями.

При установленной опции **Сохранять направление резания,** более значимым становится первый критерий и программа будет стараться составить такую последовательность прохода по сегментам, которая обеспечит, сохранение направления резания, а подъемы будут минимизироваться, только если это не противоречит первому критерию.



Если опция **Сохранять направление резания –** отключена, то главным становится критерий минимизации подъемов, а направление выбирается во вторую очередь. При этом, открывается доступ к настройке последовательности обработки сегментов траектории в слое: **Авто, Снаружи, Наружу.**

При выборе **Наружу**, первыми обрабатываются сегменты внутри заготовки, последними – на периферии (рисунок 144).

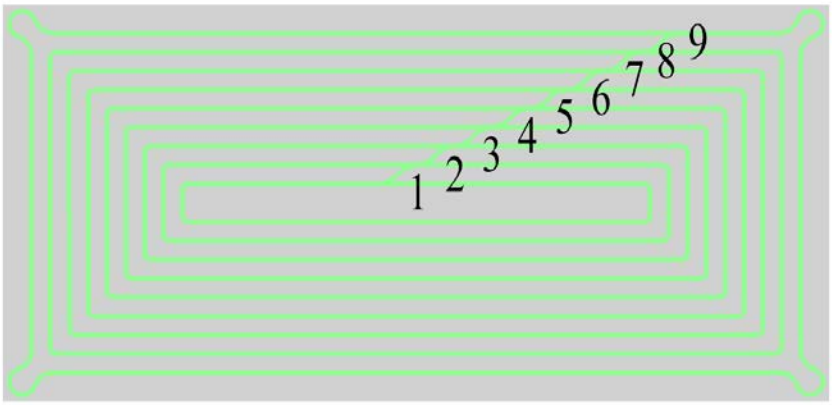


Рисунок 144 – Последовательность обработки сегментов при установленной опции «Наружу»

При выборе **Снаружи** – обработка производится от периферии к центру (рисунок 145).

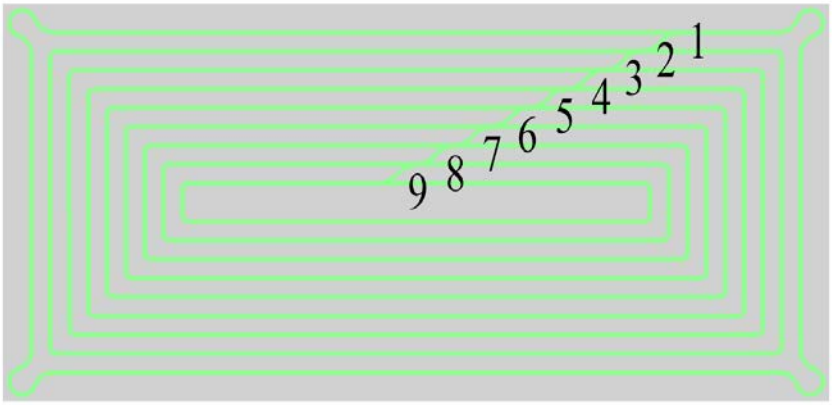


Рисунок 145 – Последовательность обработки сегментов при установленной опции «Снаружи»

При выборе **Авто –** деталь анализируется, и если выбираемый материал оказывается в кармане, то последовательность обработки сегментов будет **Наружу**, если материал заготовки, наоборот – охватывает поверхности детали, то обработка производится **Снаружи.**

Опция **Сохранять направление резания** доступна только для типа стратегии **Смещать Всё**.

Спираль – данная опция превращает набор эквидистантных линий в одну сплошную завитую кривую (на рисунке 146 красная линия без включенной опции **Спираль,** зеленая линия – **Спираль** включена). Данную опцию целесообразно использовать чтобы обеспечить равномерность срезаемого припуска на большей части обрабатываемого слоя.

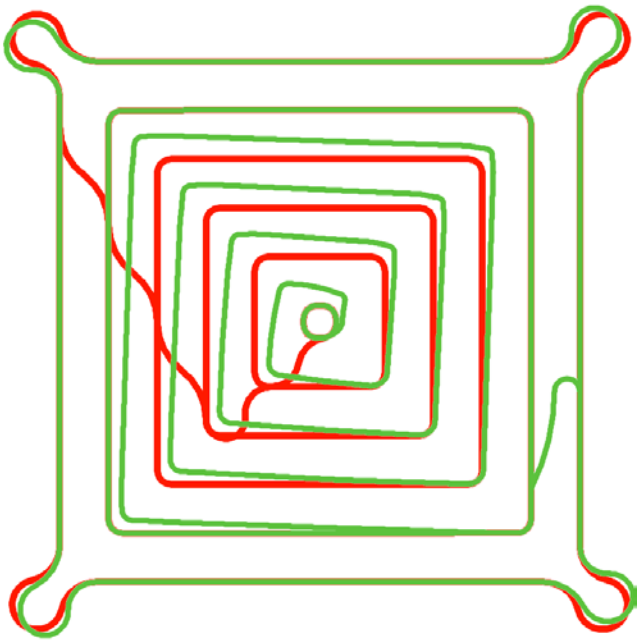


Рисунок 146 – Принцип работы опции «Спираль»

Убрать гребешки – опция ограничивает максимальный радиальный шаг обработки и создает дополнительные перемещений для удаления гребешков. При установленном флаге реальный шаг обработки в плоскости XY ограничен размером плоского участка фрезы (например, 10 мм фреза с радиусом кромки 2 мм имеет плоскую площадку 6 мм). При обработке с шагом более 6 мм автоматически будут добавлены дополнительные проходы, обеспечивающие удаление гребешков.

На рисунке 147 шаг задан одинаковым, на левом рисунке опция **Убрать гребешки** выключена, на правом – включена.

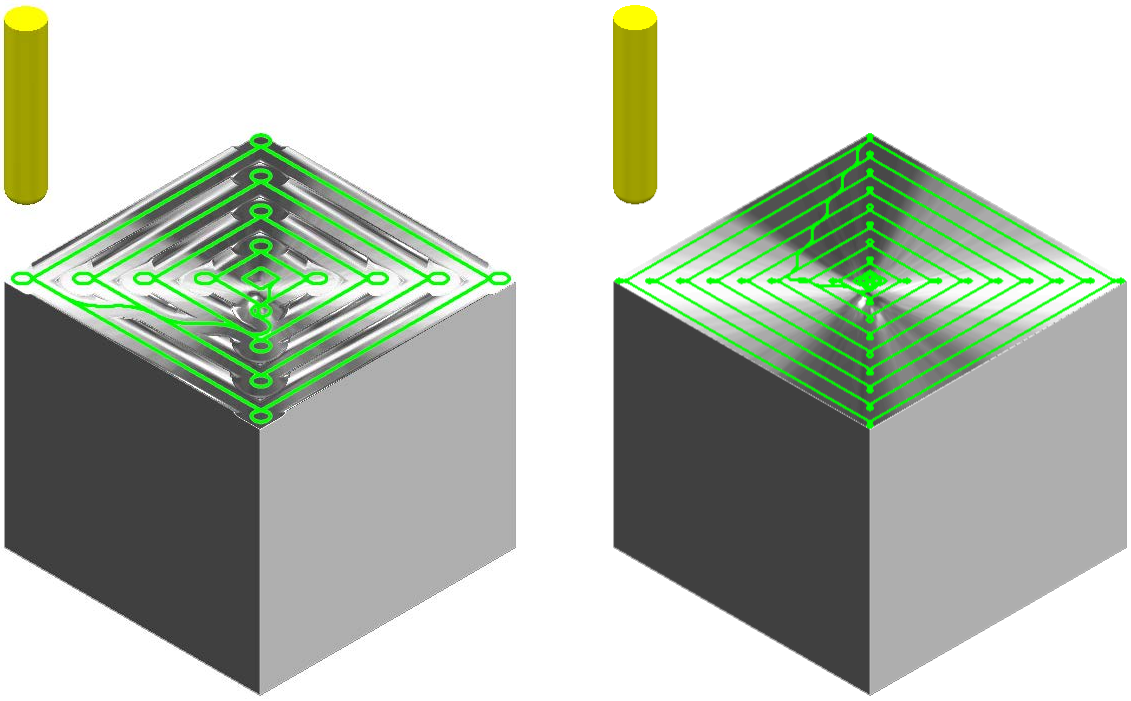


Рисунок 147 – Принцип работы параметра «Убрать гребешки»

Начать с наименьших – заставляет PowerMill сначала обрабатывать маленькие участки на поверхности детали.

2.11.4 Параметры стиля «Растр»

Окно с дополнительными параметрами показано на рисунке 148.

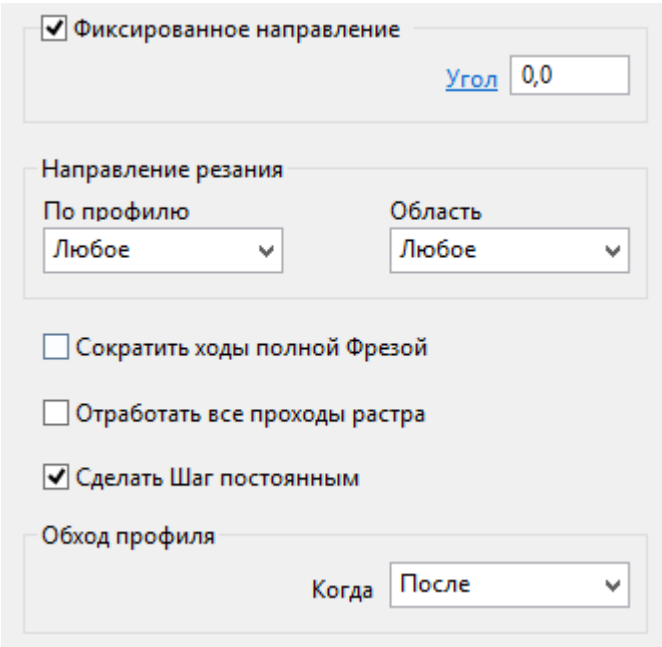


Рисунок 148 – Дополнительные параметры стиля «Растр»

Фиксированное направление – установка данного флажка позволяет управлять углом наклона линий растра в обрабатываемом слое (рисунок 149).

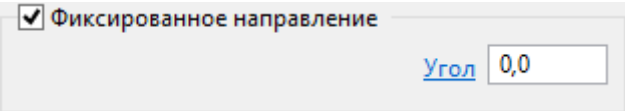
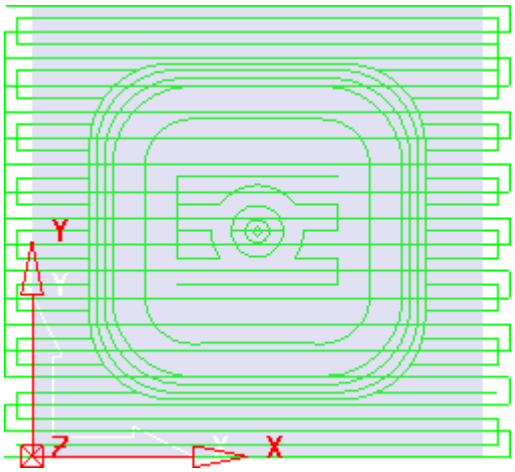
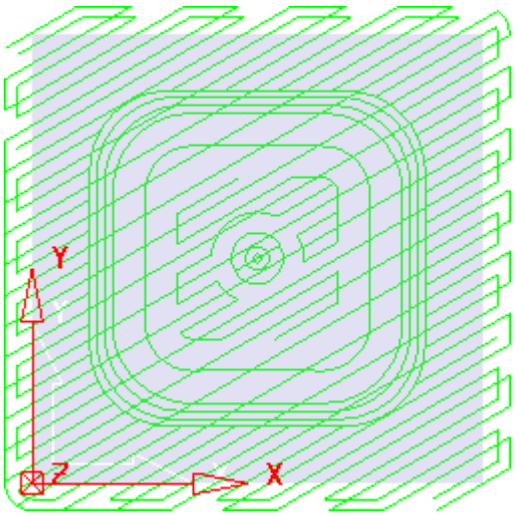


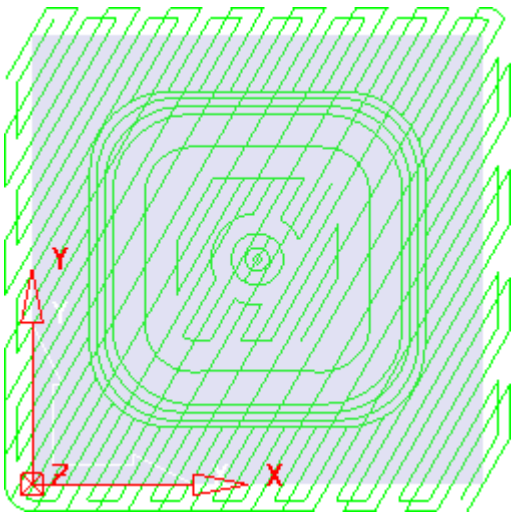
Рисунок 149 – Параметр «Фиксированное направление»



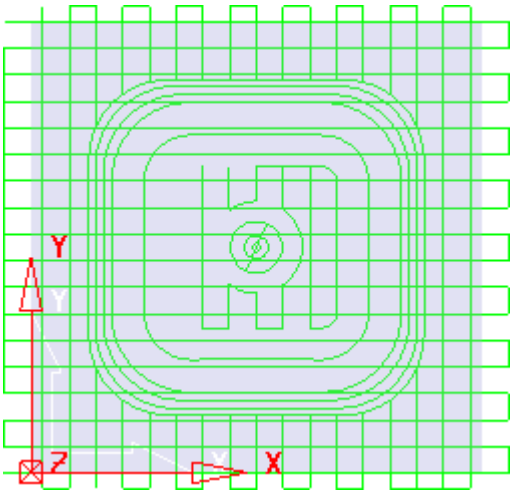
Угол = 0°



Угол = 30°



Угол = 60°



Фиксированное направление – выключено

Рисунок 150 – Влияние значений параметра «Фиксированное направление» на расположение сегментов траектории

Когда Фиксированное направление отключено, то угол наклона подбирается автоматически, обеспечивая максимально длинные отрезки сегментов (рисунок 150 и 151).

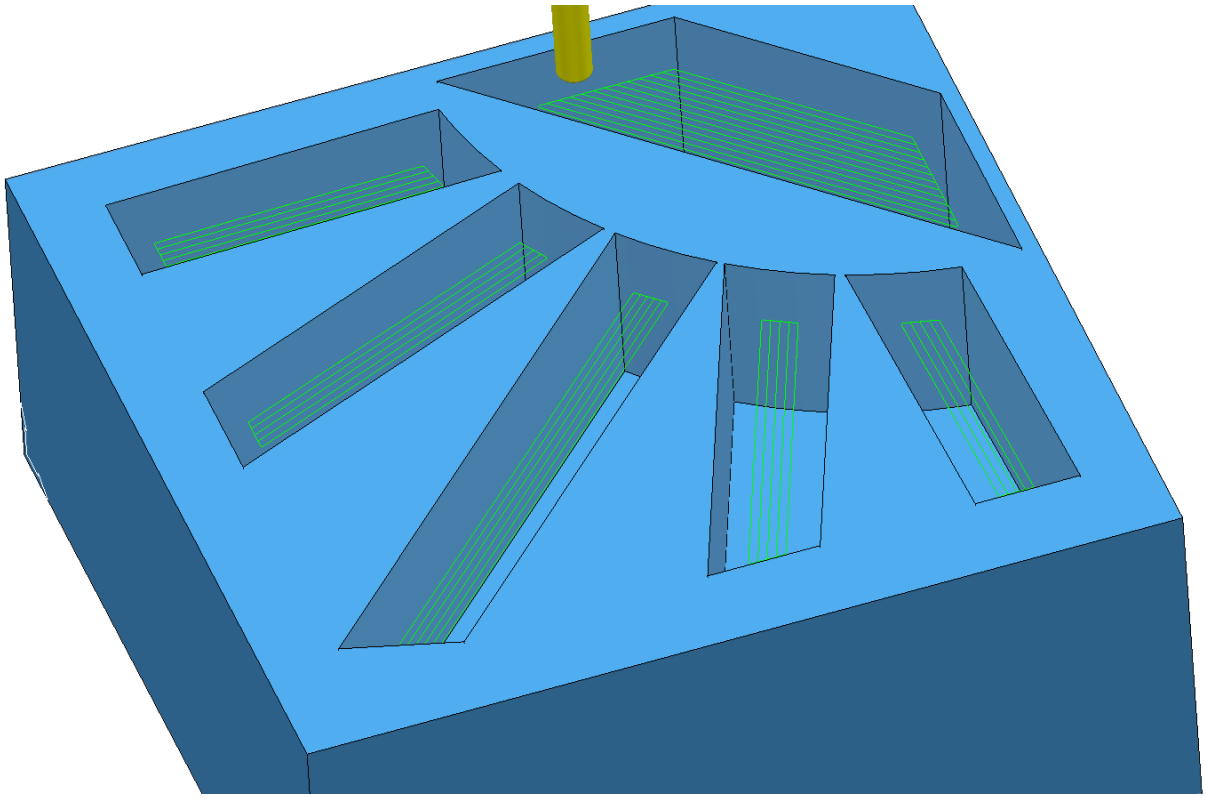


Рисунок 151 – Отключение параметра «Фиксированное направление»

Сократить ходы полной фрезой – PowerMILL старается распределить линии сегментов так, чтобы минимизировать области в которых фреза работает на полную ширину. Это особенно актуально при обработке твердых материалов.

Отработать все проходы растра – если опция выбрана, то все линии растра будут включены в траекторию движения инструмента (траектория на рисунке 152 будет состоять из зеленых и красной линий). Если опция отключена, тогда из траектории будут исключены проходы, в которых не идет про-

цесс удаления материала, или материал может быть удален в дальнейшем (траектория на рисунке 152 будет состоять только из зеленой линии).

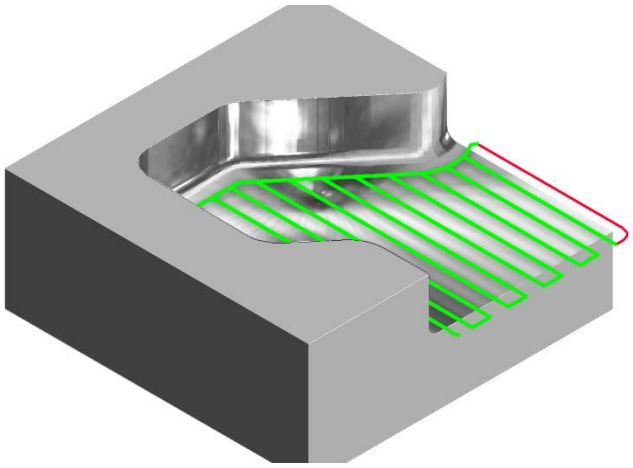


Рисунок 152 – Параметр «Отработать все проходы растра»

Для высокоскоростной обработки рекомендуется оставить эту опцию включенной, чтобы исключить перегрузку инструмента.

2.11.5 Финиш стенок

В некоторых случаях конфигурация деталей и требования по точности позволяют не делать отдельной финишной обработки, а совместить ее с черновой. Такая деталь представлена на рисунке 153.

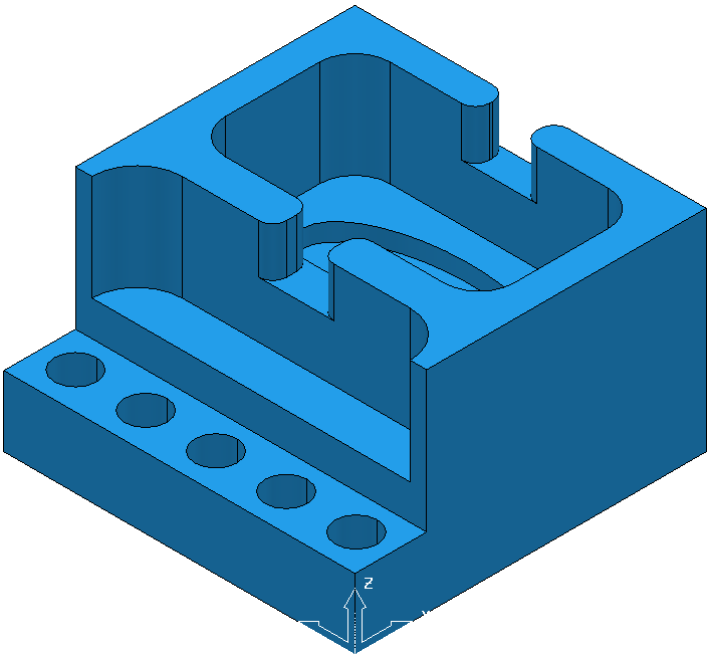


Рисунок 153 – Модель детали

У модели есть только горизонтальные плоскости и вертикальные поверхности, которые можно обработать за раз, применив к ней одну стратегию выборки с концевой фрезой.

Чтобы стратегия выполняла финишную обработку стенок, необходимо включить соответствующую функцию (рисунок 154)

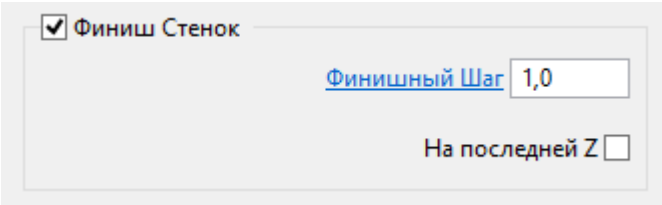


Рисунок 154 – Параметр «Финиш стенок»

Доступны следующие параметры:

Финишный Шаг – перед окончанием выборки материала на одном слое (темно-зеленные линии на рисунке ниже), происходит обход фрезы по профилю детали (синие линии), при этом, остается припуск материала для финишного обхода, толщина которого записана в поле **Финишный Шаг**. Финишный обход по профилю срезает этот припуск (красные линии). На следующем слое цикл повторяется (рисунок 154).

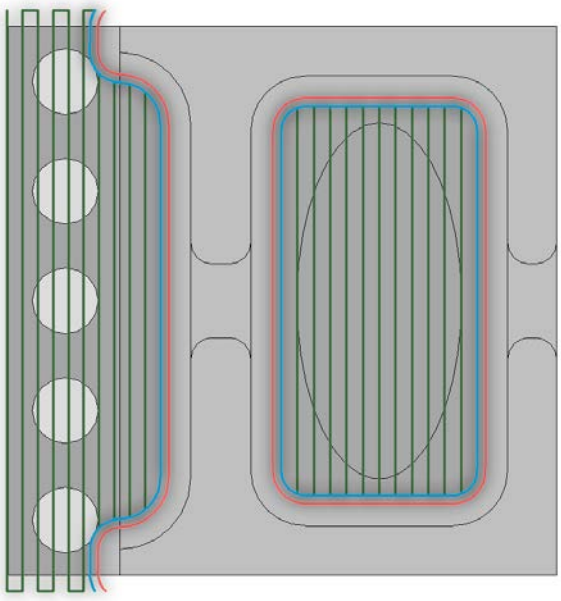


Рисунок 155 – Финишные проходы вдоль стенок детали

На последней Z – при установке этого параметра PowerMill будет выполнять финишный обход по профилю (красные линии на рисунке выше) только на последнем слое, срезая припуск за раз.

2.11.6 Обработка плоскостей

Для управления последовательностью и количеством проходов на горизонтальных плоских гранях, существуют соответствующие параметры.

Обработка плоскости – данный параметр определяет последовательность обработки слоев и плоскостей (рисунок 156).

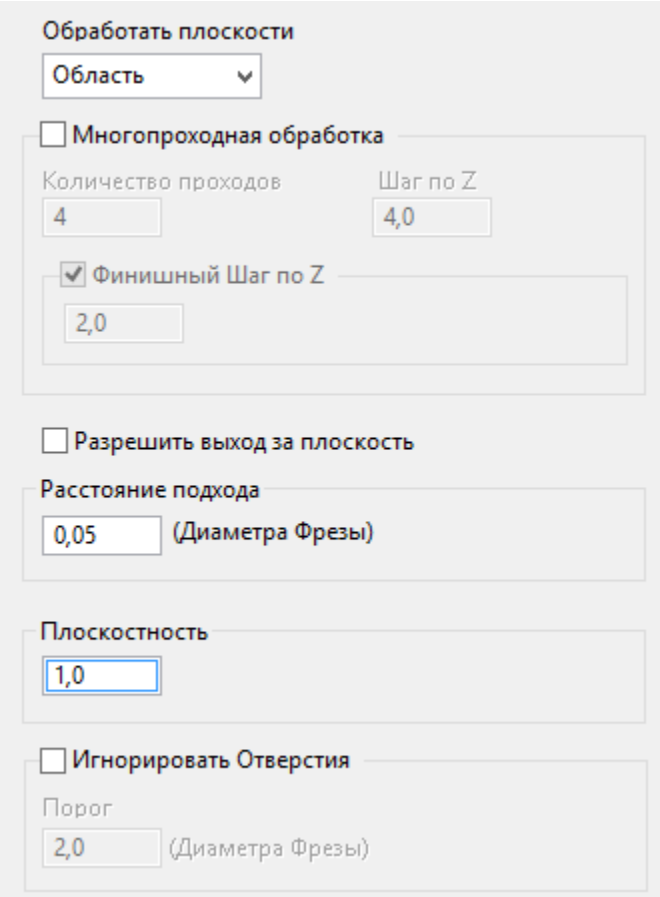
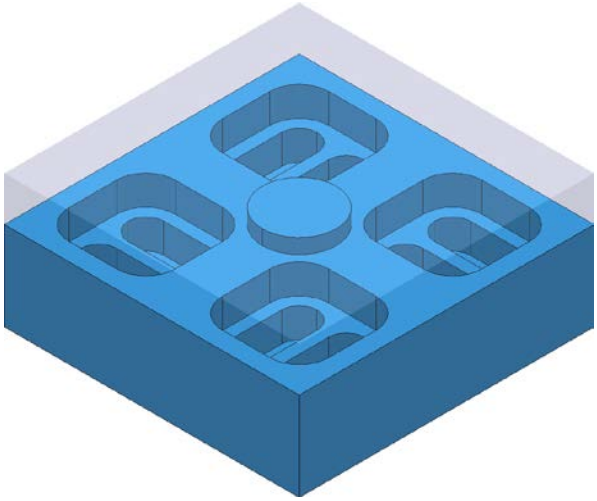


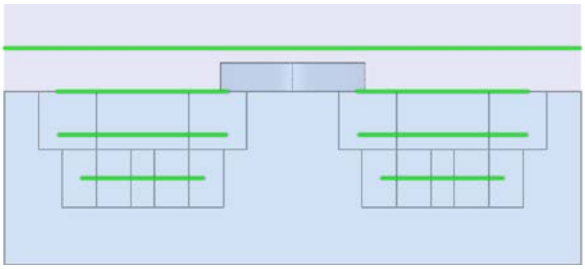
Рисунок 156 – Вкладка в стратегии «Обработка плоскостей»

Чтобы понять значение данного параметра можно обратиться к примеру (см. рисунок 157, *а*).

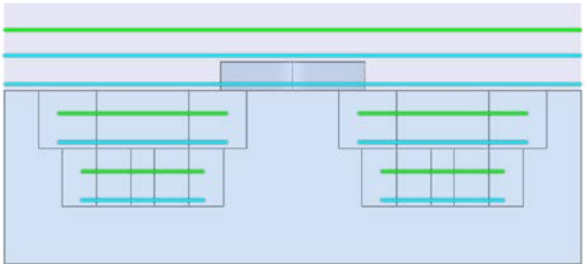
Существуют три варианта : **Выкл** – когда плоскости не распознаются, а слои обработки генерируются с равным шагом, заданным пользователем (рисунок 157, *б*).; **Слой –** сначала генерируются слои по распознанным плоскостям (голубые линии на рисунок 157, *в*), а между ними с одинаковым расстоянием добавляются слои обработки (зеленые линии на рисунке 157, *в*) для обеспечения шага по Z, не больше заданного пользователем, последовательность обработки слоев – сверху-вниз; **Область** – сначала генерируются слои обработки (как на рисунке 157, *б*), а затем добавляются слои по распознанным плоскостям, слои обрабатываются сверху-вниз, однако, если между слоями обработки (зеленые линии) встречается плоскость (голубые линии), то сначала обрабатываются эти слои, а потом дорабатывается плоскость.



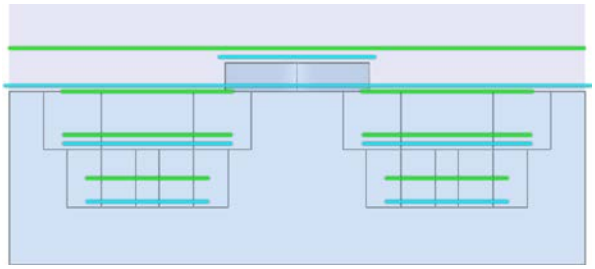
а



б



в



г

Рисунок 157 – Изменение последовательности обработки плоскостей

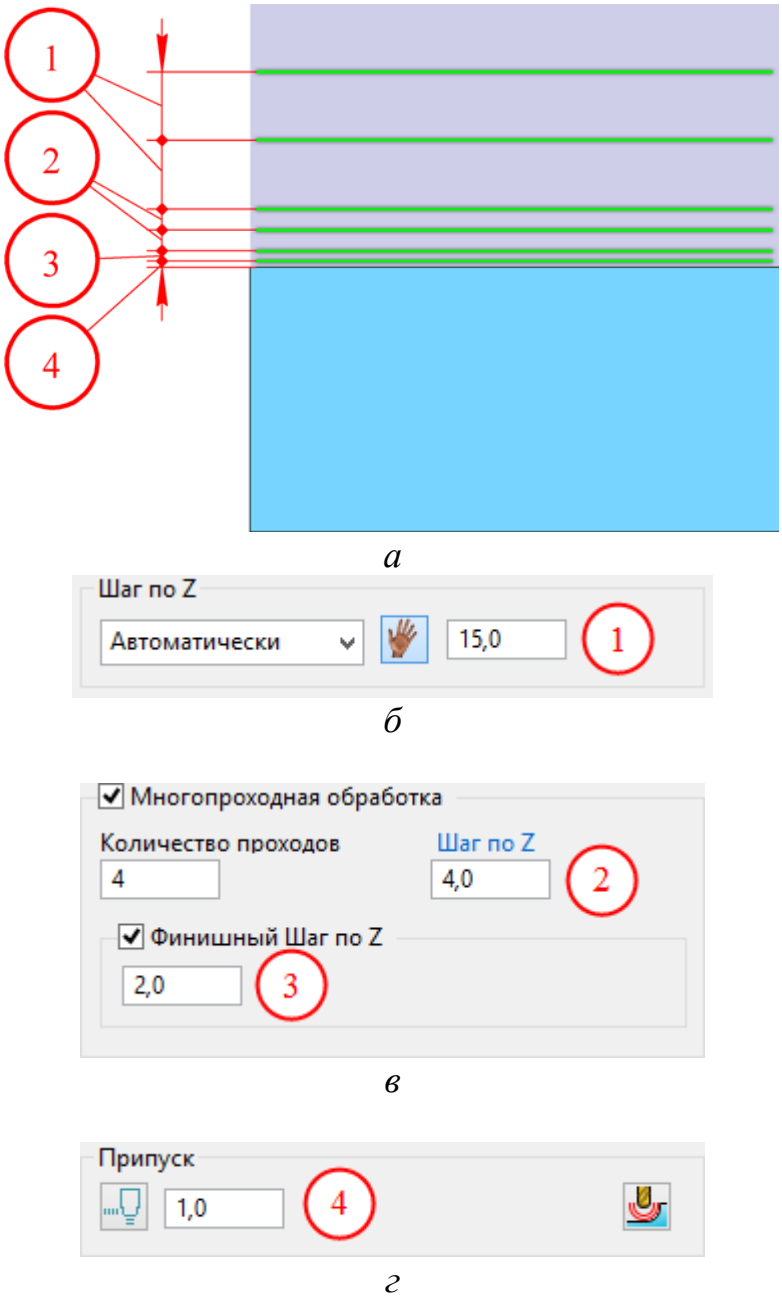
Многопроходная обработка – данный параметр позволяет настроить произвольное количество проходов над распознанной плоскостью с отличными значениями шага. Значения параметров в окне стратегии и соответствующие им слои обработки обозначены на рисунке 158:

1 – **Шаг по Z**, который задается на вкладке **Выборка 3D Модели** (рисунок 158, *б*);

2 – **Шаг по Z**, заданный во вкладке **Обработка плоскостей** при включенном параметре **Многопроходная обработка** (рисунок 158, *в*);

3 – **Финишный Шаг по Z**, последний из многопроходных слоев выполняется с отдельным шагом. Общее количество дополнительных слоев (включая финишный), задается параметром **Количество проходов** (рисунок 158, *в*);

4 – **Припуск** для последующей обработки задается на вкладке **Выборка 3D Модели** (рисунок 158, *г*).



а

б

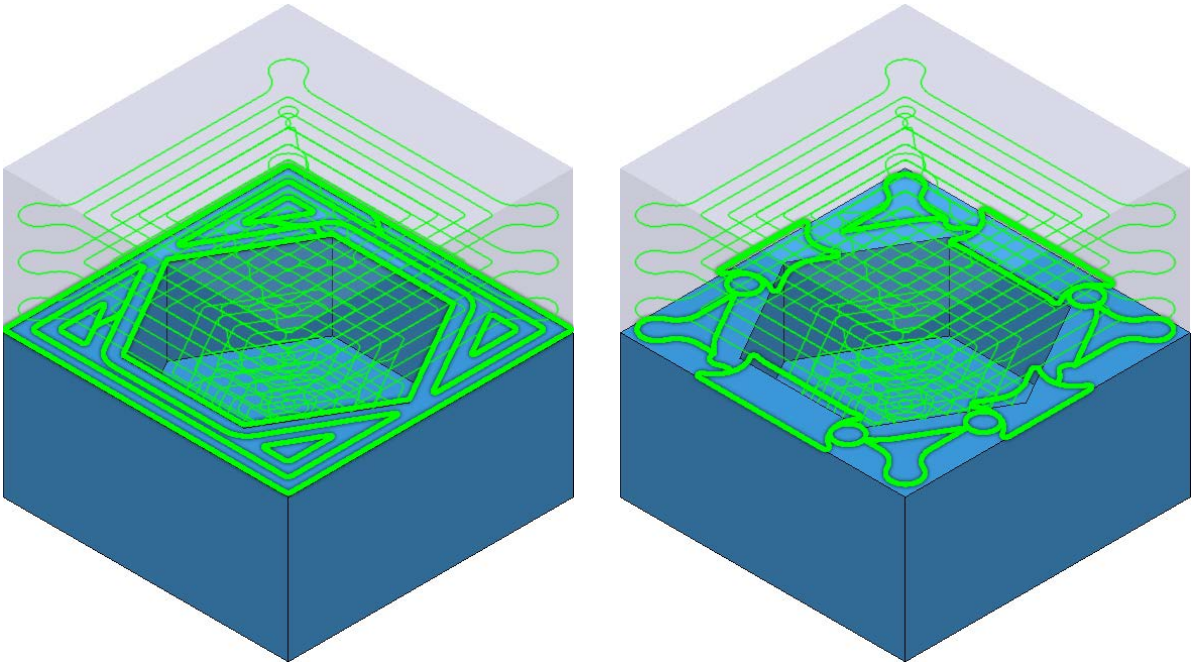
в

г

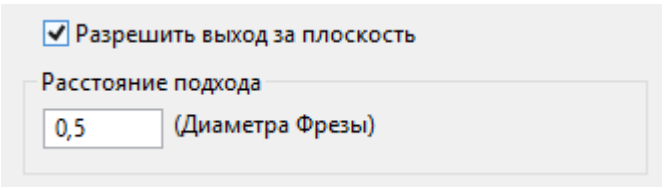
Рисунок 158 – Многопроходная обработка

Разрешить выход за плоскость – данный параметр доступен только в режиме **Обработка плоскости – Область** и позволяет создавать величину допустимого выхода центра инструмента за пределы распознанной плоскости. Так, на рисунке 159, *а*, данная опция отключена, а на рисунке 159, *б* –

включена со значением **Расстояния прохода** равным 0,5 диаметра фрезы. 159, *в.*



а *б*



в

Рисунок 159 – Разрешить выход за плоскость

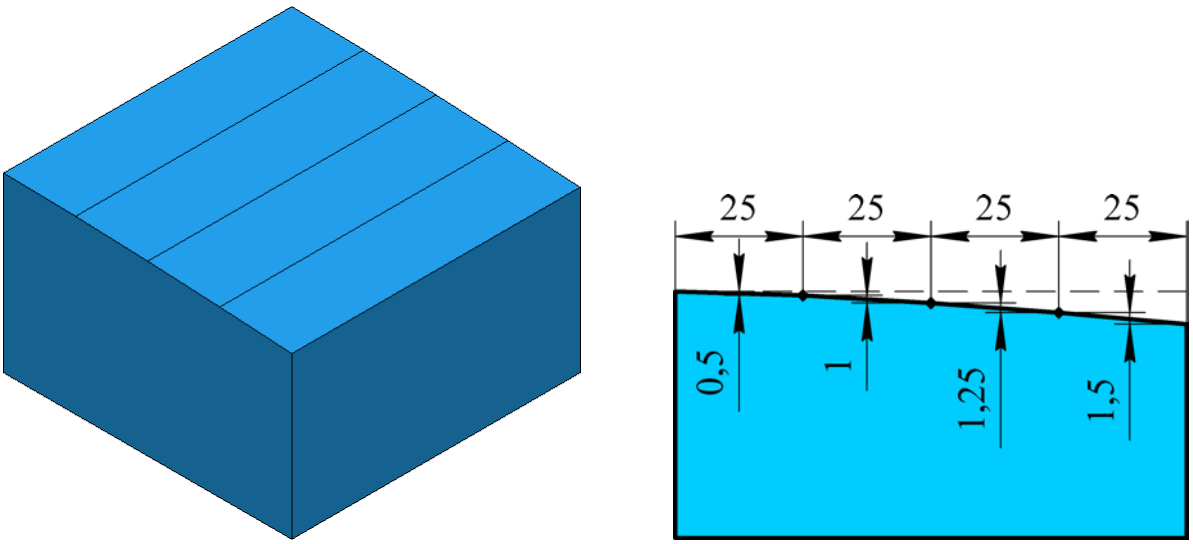
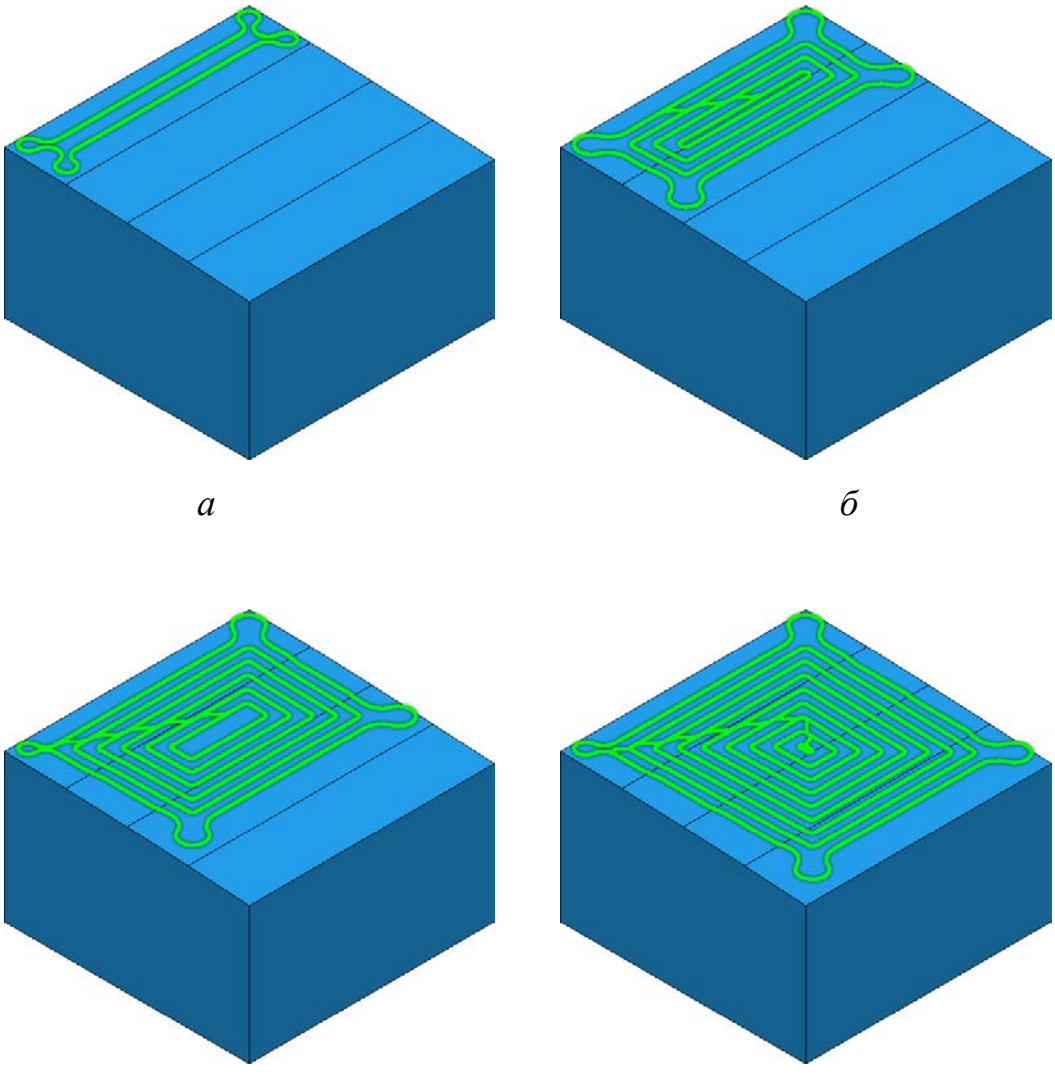


Рисунок 160 – Пример детали с неплоскими участками

Плоскостность – значение данного параметра определяет допустимое отклонение поверхности вдоль оси Z от горизонтальной плоскости, при котором поверхность будет считаться плоской и параллельной XY.

Например, для детали (рисунок 160), имеющей четыре не горизонтальных плоских участка с увеличивающейся крутизной, на рисунке 161 приведены результаты вычисления траектории выборки при различных значениях плоскостности. При этом, чтобы участок считался плоским, значение параметра плоскостности должно быть больше чем указанные на рисунке 160 перепады.



а *б*

в *г*

Рисунок 161 – Результат вычисления стратегии при различных значениях параметра плоскостности: *а* – 0,5; *б* – 1,1; *в* – 1,3; *г* – 1,6

2.12 Доработка заготовки

Обычно является целесообразным использование инструмента с наибольшим возможным диаметром для первичной обработки заготовки. Это гарантирует наиболее быстрое удаление максимально возможного количества материала. Однако, инструмент большого диаметра может не иметь полного доступа в некоторые области (углы и углубления внутри детали). В результате эти участки потребуют дальнейшей обработки одним или несколькими инструментами меньшего диаметра перед началом стратегии чистовой обработки.

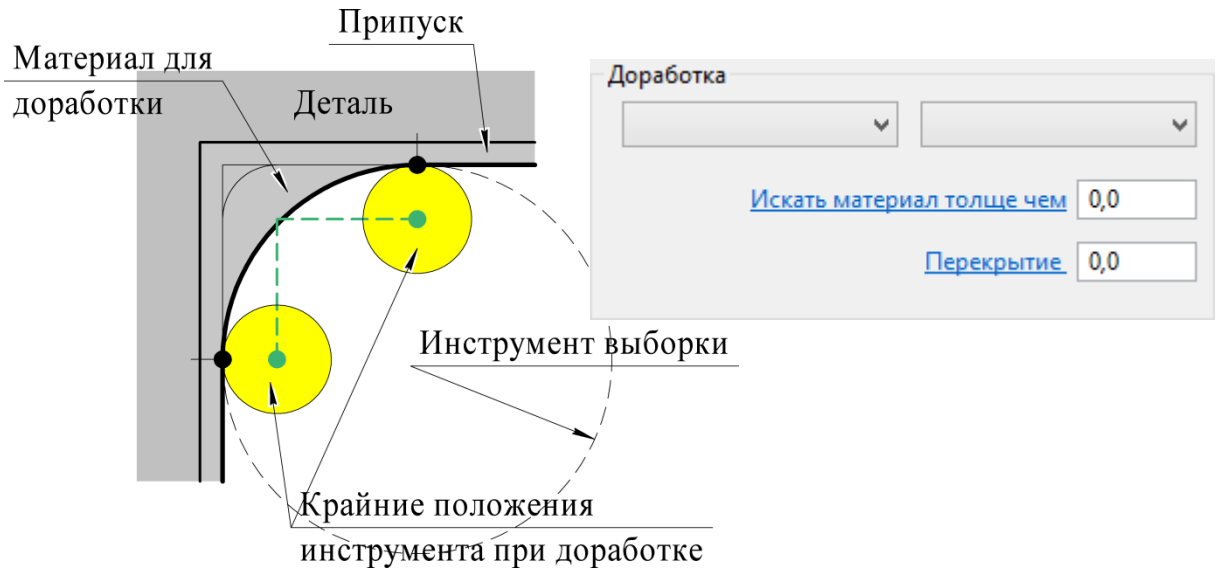


Рисунок 162 – Область доработки и предельное положение инструмента при доработке

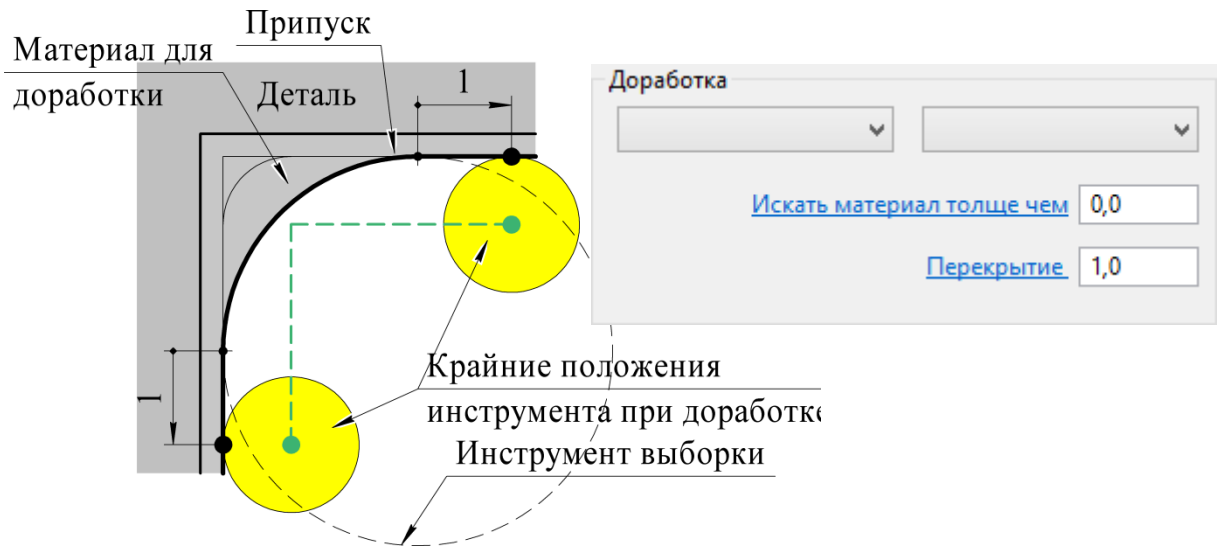


Рисунок 163 – Область доработки и предельное положение инструмента при доработке с перекрытием



Рисунок 164 – Область доработки и предельное положение инструмента при доработке с предельной толщиной материала

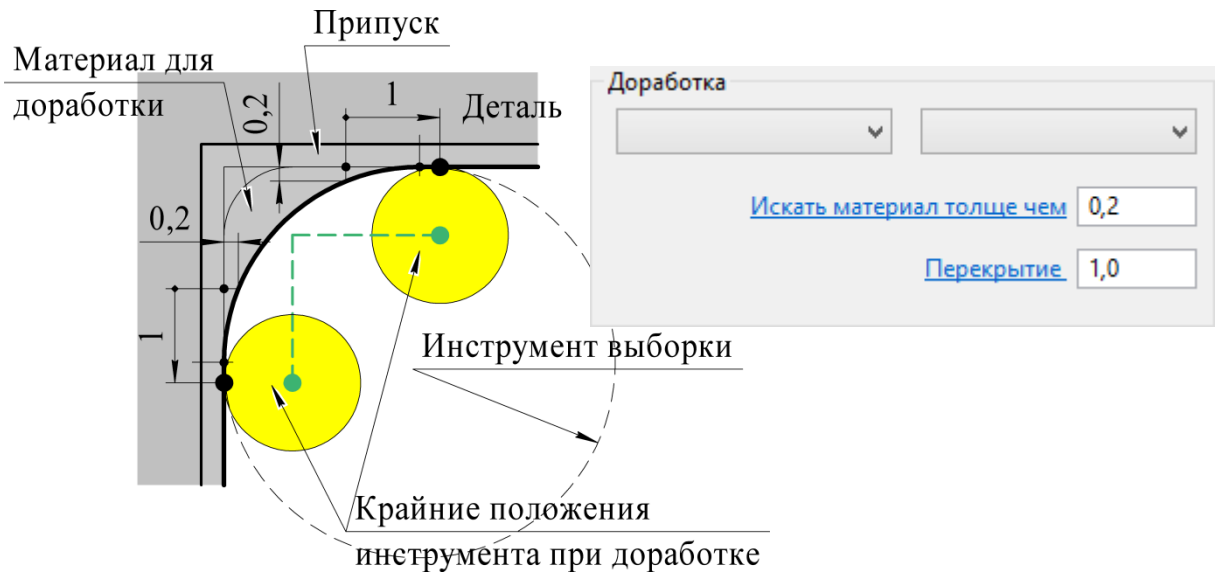


Рисунок 165 – Область доработки и предельное положение инструмента при доработке с перекрытием и предельной толщиной материала

Вне зависимости от выбора способа доработки (по траектории или по модели материала) существует возможность настройки двух важных параметров доработки **Искать материал толще чем** и **Перекрытие** (рисунки 162, 163, 164, 165)**.**

2.12.1 Доработка заготовки по траектории

В PowerMILL существует возможность создания траекторий выборки материала локально в недообработанных областях, оставшихся от предыдущей траектории, инструментом меньшего диаметр.

Таким образом, объем материала снимаемый на этапе доработки условно можно определить:

Объем материала, для доработки ≈ Объем Заготовки – Объем Детали – Объем материала, снятого при выборке

Практическое задание:

1. Импортируйте модель:

.....\PowerMILL_Data\models\WingMirrorDie.dgk

2. Создайте инструмент **Скругленная фреза** с диаметром 40, радиусом кромки 6 и названием **D40TR6**.
3. На главной панели откройте диалоговое окно **Заготовка**, задайте параметры **Задает – Блок** и нажмите кнопку **Вычислить**.
4. Используя настройки по умолчанию, в диалоге **Безопасные высоты** нажмите кнопку **Вычислить.**
5. В диалоговом окне **Начальные и конечные точки** установите для **Начальных и Конечных точек** значения **Центр Заготовки на безопасной Z и Последняя точка на безопасной Z**, соответственно (рисунок 166).

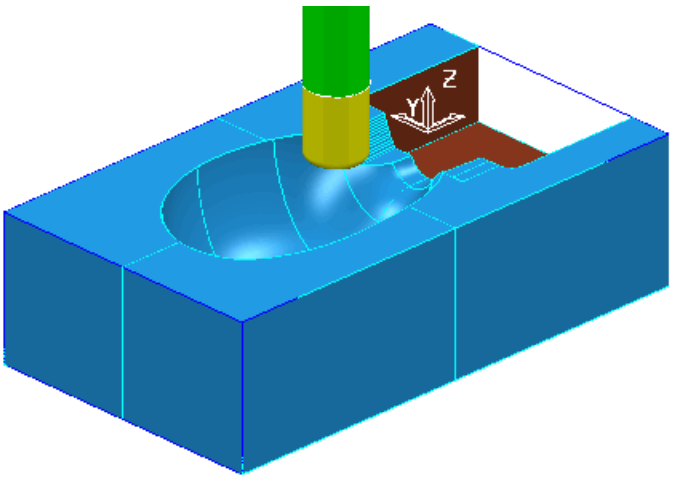


Рисунок 166 – Положение инструмента
после установки безопасных высот

6. На главной панели нажмите кнопку **Стратегии обработки** .
7. На вкладке **3D Выборка** выберите стратегию **Выборка 3D Модель**.
8. Введите параметры аналогично рисунка 168:

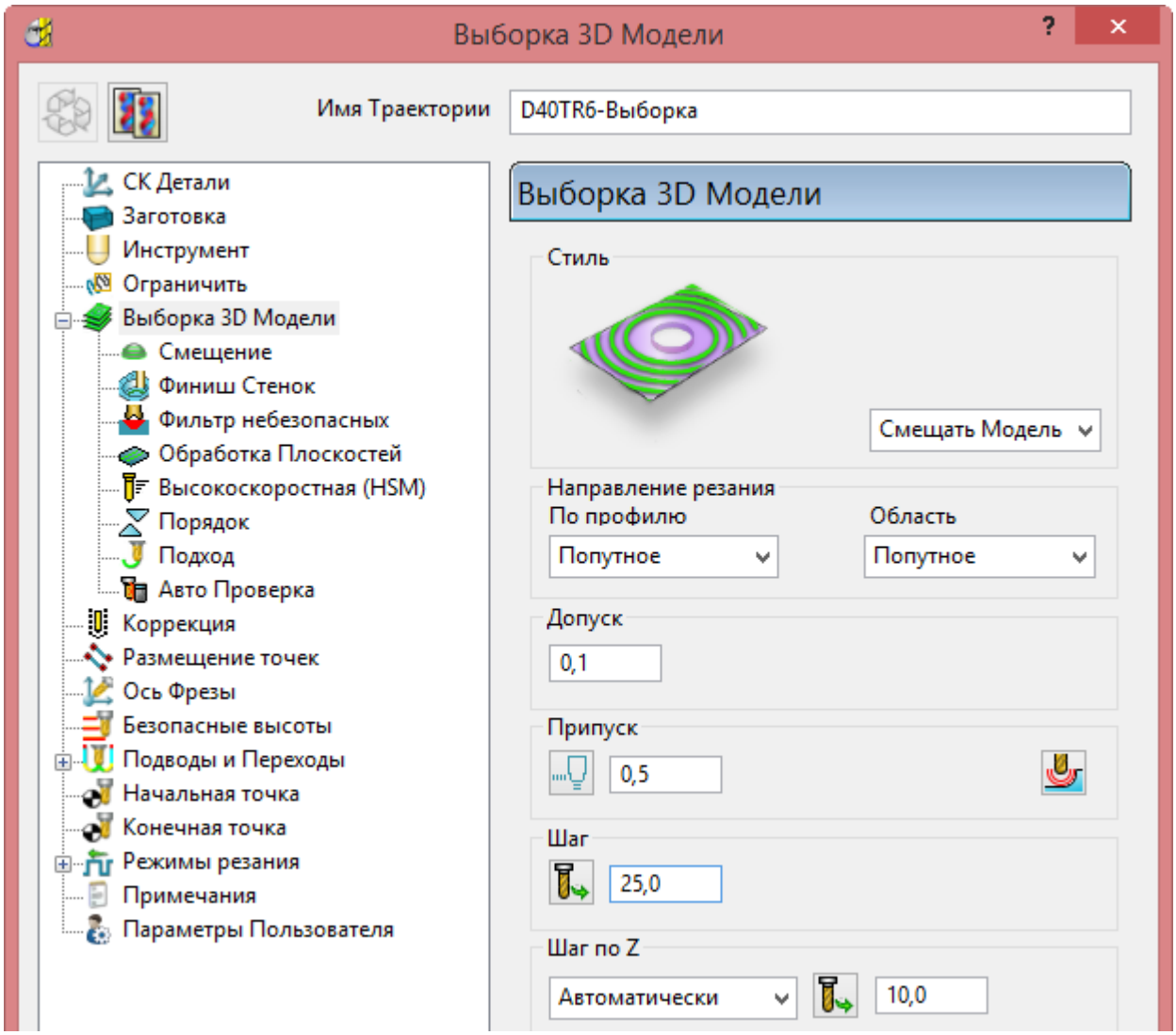


Рисунок 168 – Параметры стратегии выборки

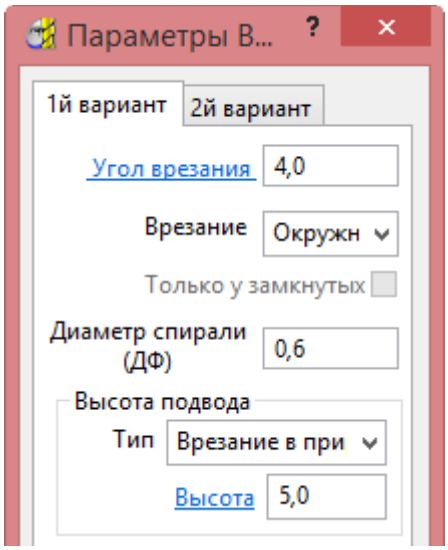


Рисунок 167 – Параметры наклонного врезания

9. Раскройте группу **Подводы и Переходы** и выберите **Подводы.**

10. В окне **Подвод** выберите **Вариант 1 – Наклонно** нажмите кнопку «Наклонно».

11. Введите значения, как показано на рисунке 168.

12. Нажмите **Вычислить** для создания траектории обработки участка.

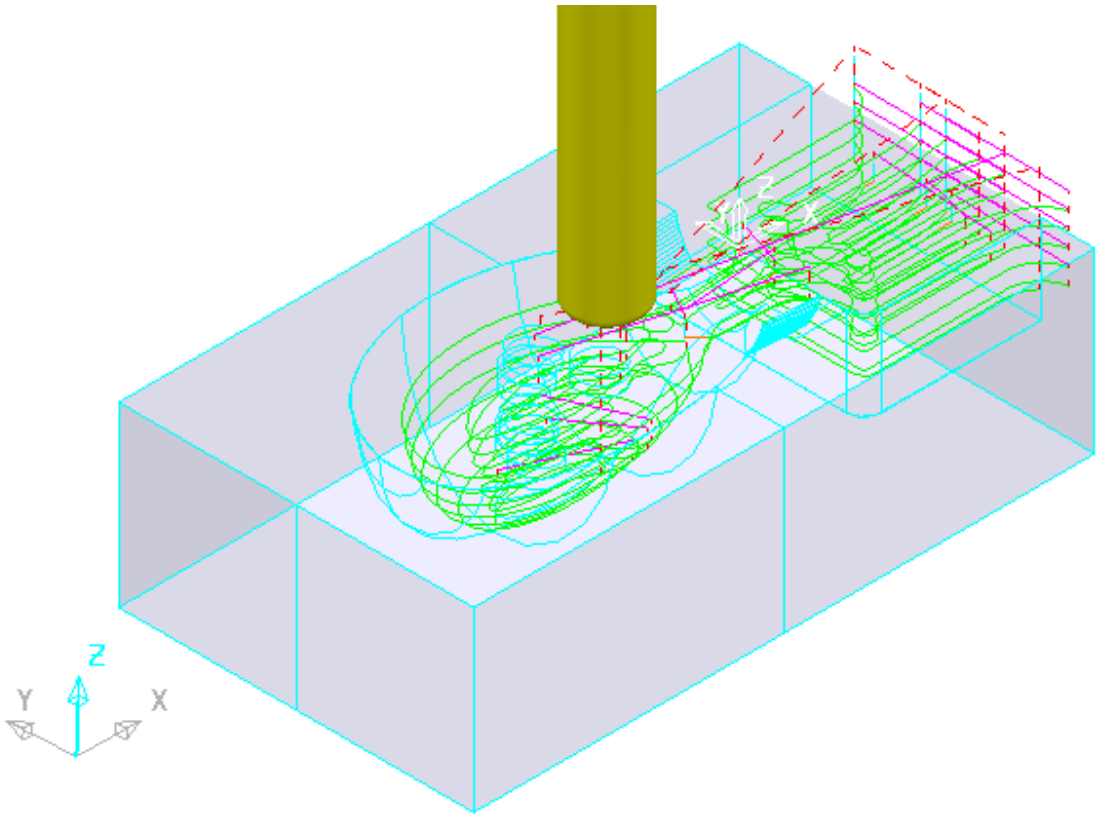


Рисунок 169 – Стратегия доработки

13. В проводнике нажмите правой кнопкой на траектории и выберите **Анимация с начала.**
14. Убедитесь, что панель **ViewMILL** активна (рисунок 170).



Рисунок 170 – Панель ViewMill

15. Нажмите  , чтобы изменить параметр **ViewMILL On/Suspend** на  , затем кнопку **Блестящая закраска**  .
16. Нажмите **Пуск**  **,** чтобы начать симуляцию траектории (рисунок 171).

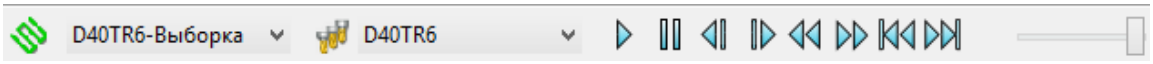


Рисунок 171 – Панель «Симулятор»

Отмена отрисовки инструмента ускорит симуляцию. Вы можете управлять отображением инструмента с помощью изображения лампочки слева от названия инструмента в проводнике (рисунок 172).

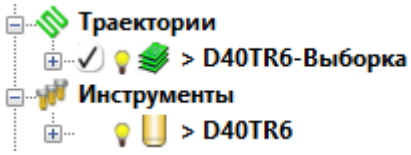


Рисунок 172 – Управление видимостью траекторий

Из окончательного результата видно, что используемый инструмент не удалил достаточно материала из некоторых участков модели (рисунок 173).

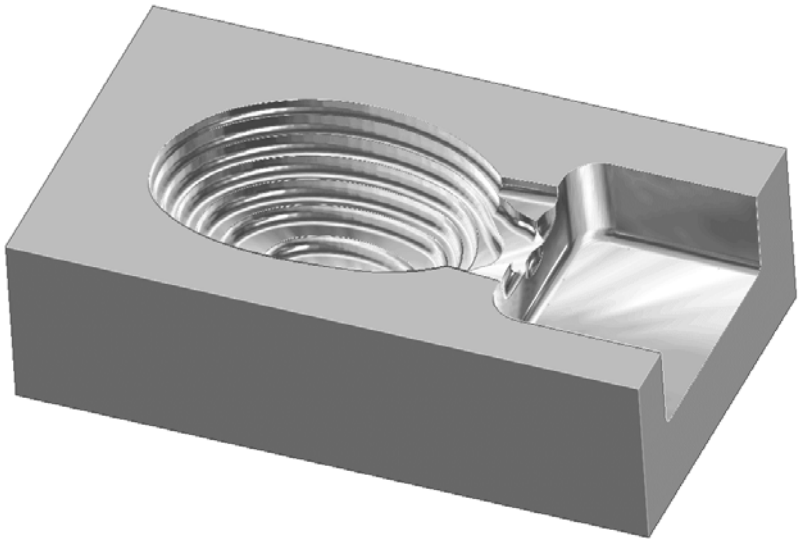


Рисунок 173 – Результат выполнения траектории доработки

В результате стратегия дальнейшей обработки участка потребует использования меньшего инструмента для выборки оставшегося материала.

17. Нажмите для приостановки **ViewMILL**.
18. Нажмите для выключения закраски.

Обработка остатков с использованием эталонного инструмента

19. Создайте и активируйте инструмент Скругленная фреза с диаметром 16, радиусом кромки 3 и названием **D16TR3**.
20. Нажмите правой кнопкой на траектории **D40TR6 – Выборка** и в контекстном меню выберите **Параметры**, чтобы открыть диалоговое окно **Выборка 3D Модели**.
21. Нажмите кнопку **Создать новую траекторию, базируясь на текущей** для создания копии данной траектории (рисунок 174).

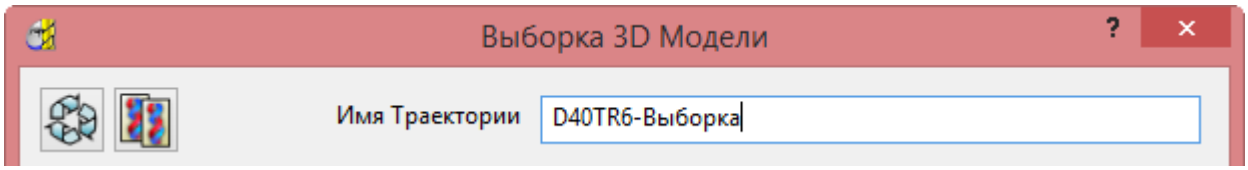


Рисунок 174 – Копирование траектории

Все настройки новой траектории снова доступны для редактирования.

22. В диалоговом окне траектории введите параметры аналогично представленным на рисунке 175:

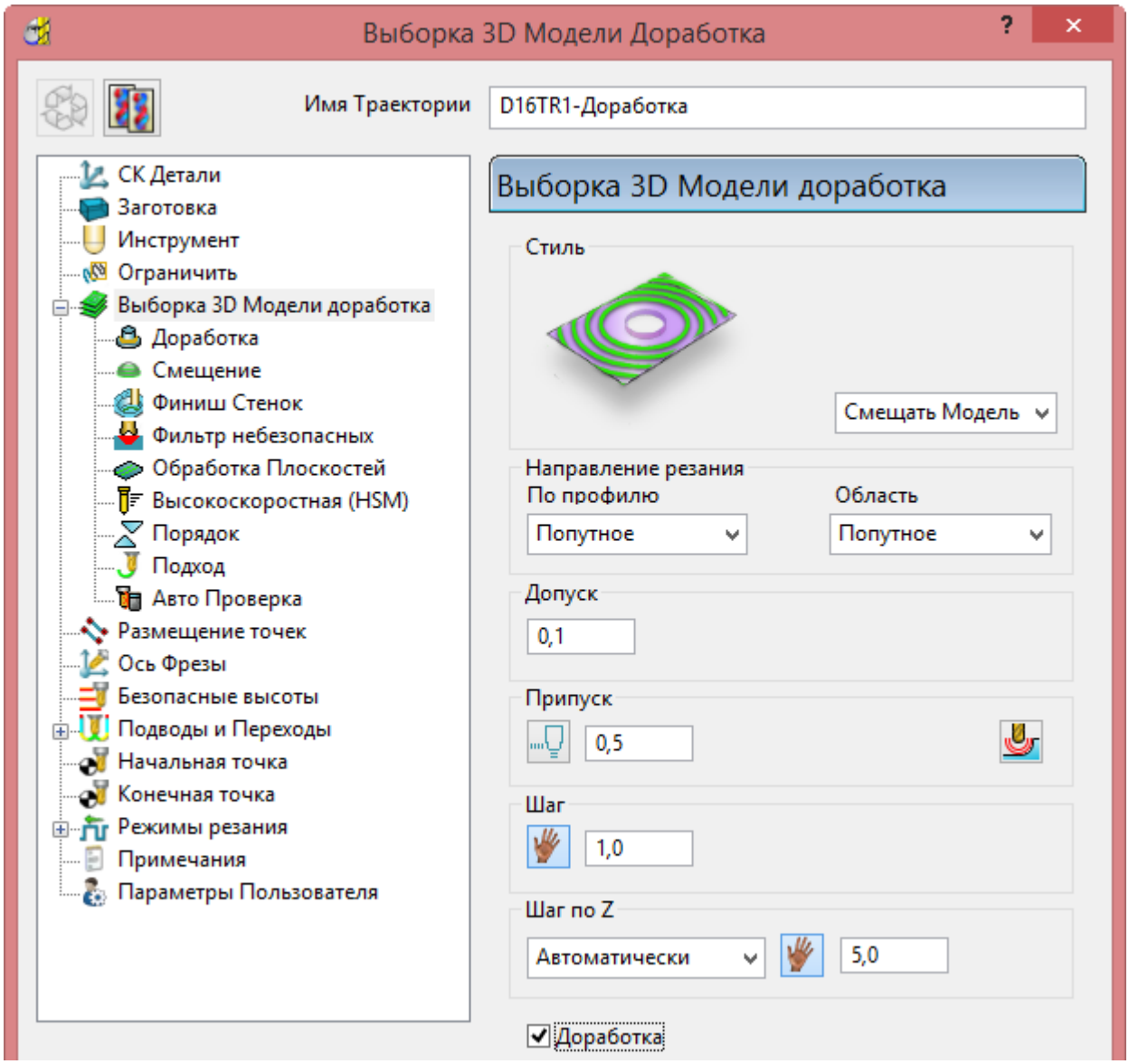
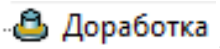


Рисунок 175 – Параметры траектории доработки

После установки флажка **Доработка** в дереве траектории появится дополнительный пункт 

.

23. Нажмите на появившийся пункт **Доработка** и настройте параметры следующим образом:

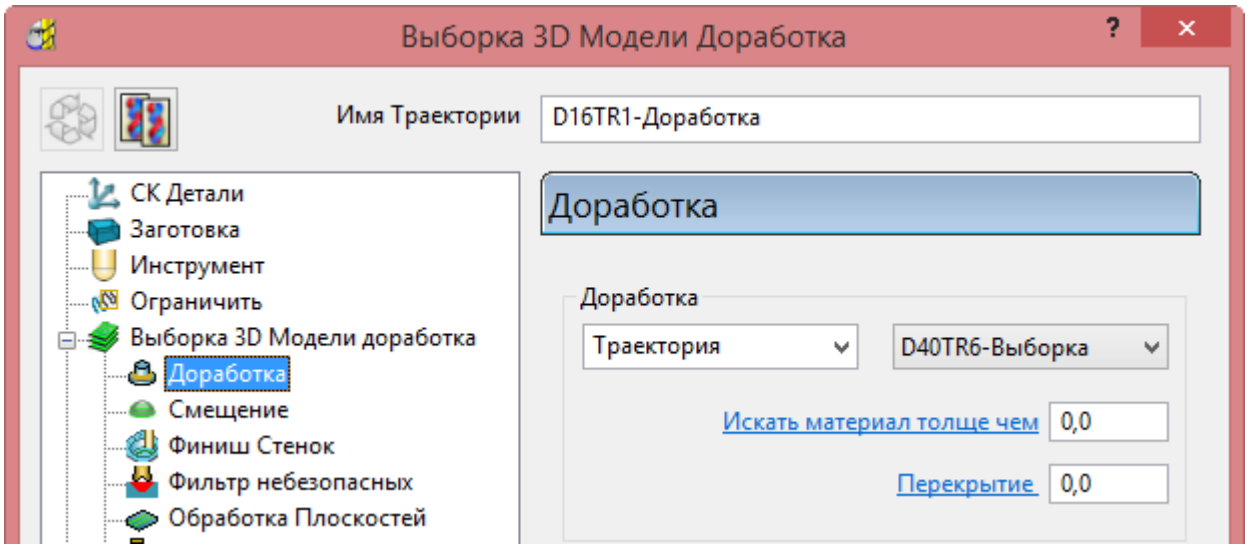


Рисунок 176 – Настройка параметров в ветке «Доработка»

Метод доработки – **Траектория**, а в качестве траектории которую требуется доработать выбираем – **D40TR6-Выборка**

24. Нажмите **Вычислить** и **Отмена.**

25. Нажмите , чтобы включить **ViewMILL**.

26. Нажмите кнопку **Закрасит по Инструменту** .

27. Выберите траекторию **D16TR1-Доработка** и запустите анимацию траектории с начала.

Симулятор **ViewMILL** выделить участки обработанные данной траекторией другим цветом (рисунок 177).

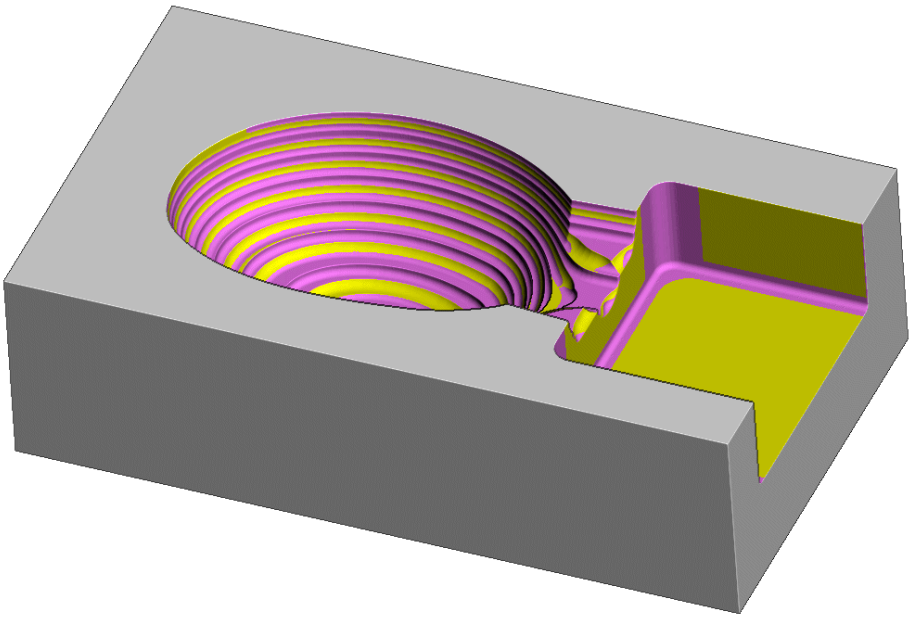


Рисунок 177 – Результат выполнения траектории доработки

Траекторий доработки сняла дополнительный материал, приблизив форму заготовки к форме конечной детали.

Самостоятельно выполните Задание 5:

Создать стратегию выборки и стратегию доработки по траектории для предложенных деталей (таблица 14):

Таблица 14 – Задание 5

Модель	**Заготовка**	**Система координат**	**Инструмент**	**Стратегии**
SimplePockets.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 0; Система координат – Глобальная СК	Глобальная СК	Скругленная фреза: ДФ – 12, РК – 1	Имя траектории – Выборка, Тип – Смещать все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
			Концевая фреза: ДФ – 4	Имя траектории – Доработка Доработка – Вкл Доработка по траектории «Выборка» Тип – Смещать все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ

Модель	Заготовка	Система координат	Инструмент	Стратегии
Facia.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 0; Система координат – Глобальная СК	Глобальная СК	Скругленная фреза: ДФ – 16, РК – 3	Имя траектории – Выборка, Тип – Смещать все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
			Скругленная фреза: ДФ – 4, РК – 1	Имя траектории – Доработка Доработка – Вкл Доработка по траектории «Выборка» Тип – Смещать все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
RestMaterials.dgk 	Тип – Цилиндр Припуск со всех сторон по 0; Система координат – Глобальная СК	Глобальная СК	Скругленная фреза: ДФ – 24, РК – 4	Имя траектории – Выборка, Тип – Смещать все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
			Скругленная фреза: ДФ – 4, РК – 1	Имя траектории – Доработка Доработка – Вкл Доработка по траектории «Выборка» Тип – Смещать все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ

2.12.2Доработка по модели материала

Другим методом учета снятого материала является использование модели материала. Модель материала – это математическое представление заготовки с учетом примененных к ней траекторий обработки.

Преимущества использования модели материала, а не справочной траектории, заключаются в следующем:

- Оставшийся избыточный материал может быть визуализирован в окне вида и зарегистрирован вместе с соответствующими траекториями в дереве проекта.

- Стратегия доработки, в которой есть ссылка на модель материала учитывает все предыдущие операции, зарегистрированные для этой модели материала.
- Вы можете использовать другую СК детали в траектории доработки, в отличие от той, что используется для модели материала. Это невозможно при использовании предыдущей траектории.
- Модель материала можно использовать для контроля столкновений хвостовика и патрона.

Следующее практическое задание позволит создать стратегию доработки по модели материала.

Практическое задание:

1. Импортируйте модель:

.....\PowerMILL_Data\models\WingMirrorDie.dgk

2. Создайте инструмент **Скругленная фреза** с диаметром 40, радиусом кромки 6 и названием **D40TR6**.
3. На главной панели откройте диалоговое окно **Заготовка**, задайте параметры **Задает – Блок** и нажмите кнопку **Вычислить**.
4. Используя настройки по умолчанию, в диалоге **Безопасные высоты** нажмите кнопку **Вычислить.**
5. В диалоговом окне **Начальные и конечные точки** установите для **Начальных и Конечных точек** значения **Центр Заготовки на безопасной Z и Последняя точка на безопасной Z**, соответственно.
6. На главной панели нажмите кнопку **Стратегии обработки**  .
7. На вкладке **3D Выборка** выберите стратегию **Выборка 3D Модель**.
8. Введите параметры аналогично рисунку 178:

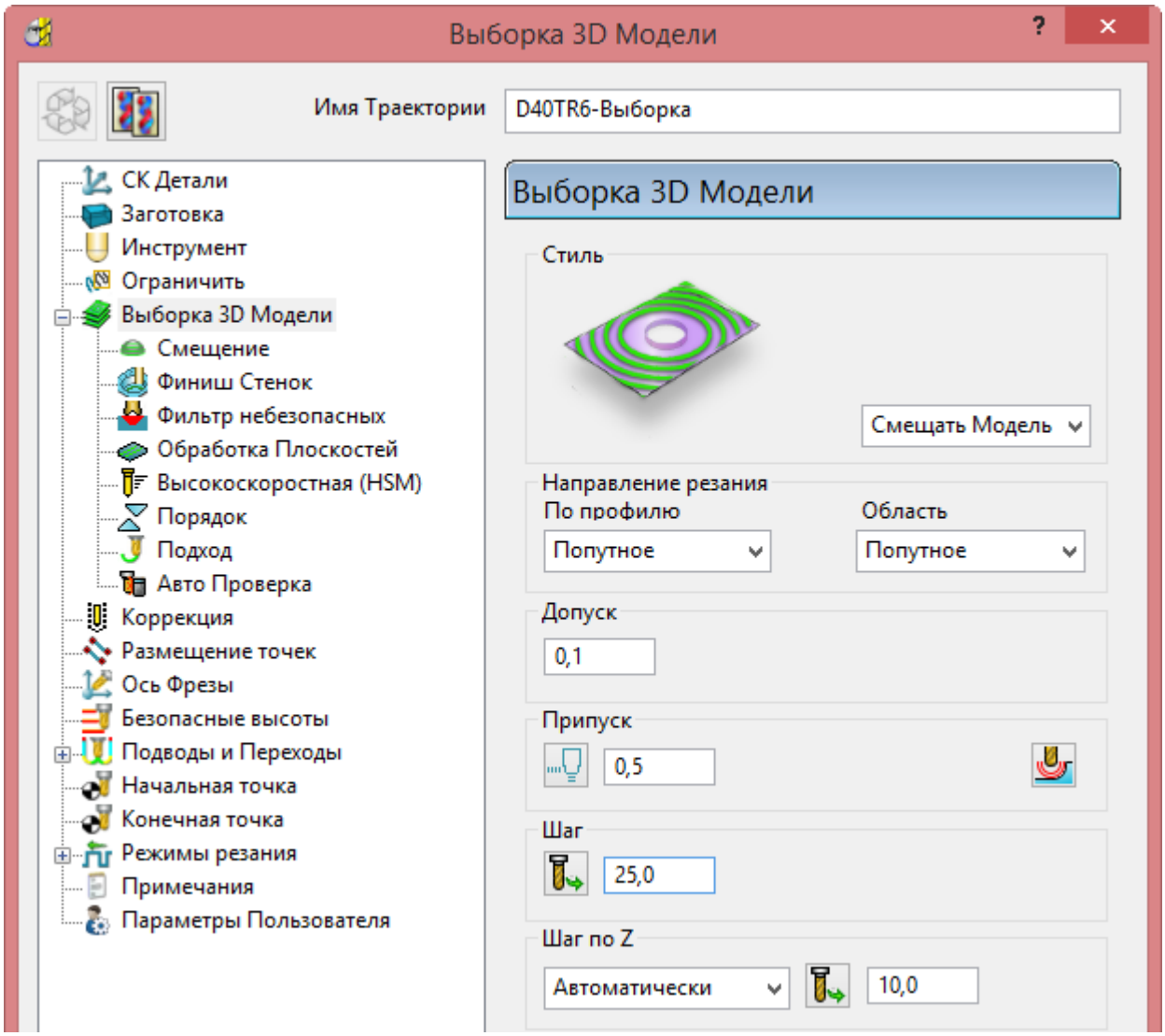


Рисунок 178 – Параметры траектории выборки

9. Нажмите **Вычислить** для создания траектории обработки участка (рисунок 179).

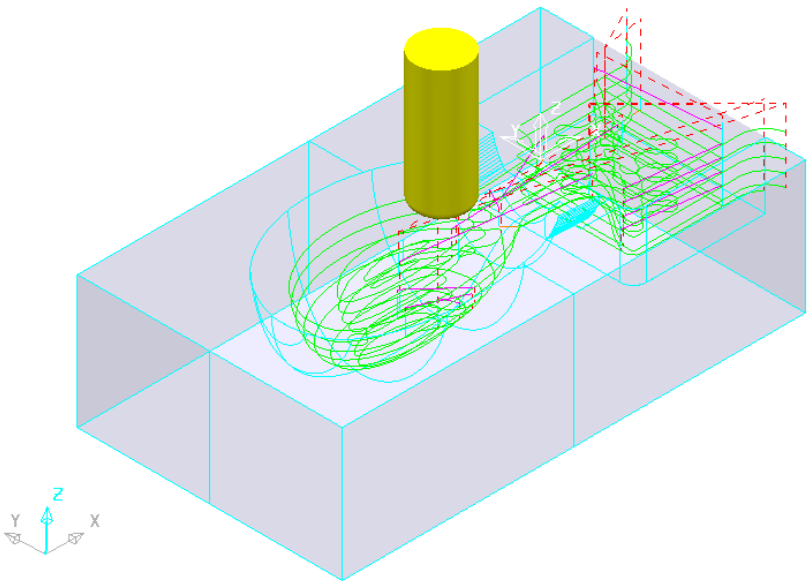


Рисунок 179 – Результат вычисления траектории

10. Создайте модель материала, щелкнув правой кнопкой мыши в дереве проекта на строке **Модели Материала** и выберите **Создать Модель Материала** (рисунок 180).

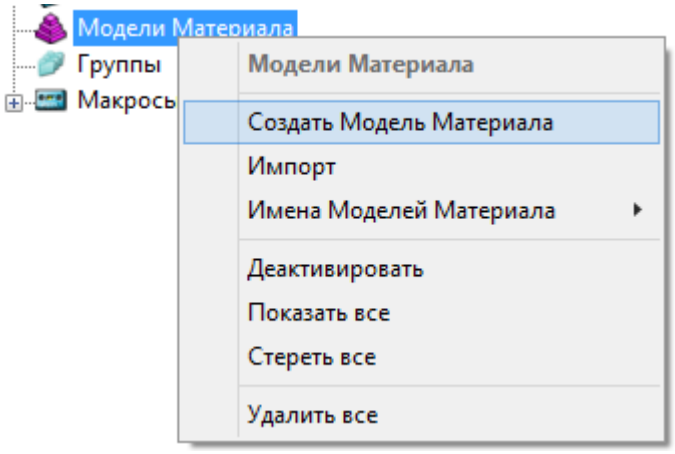


Рисунок 180 – Команда «Создать Модель Материала»

11. Разверните **Модель Материала** и модели материала **1** (рисунок 181).

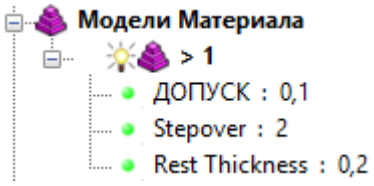


Рисунок 181 – Параметры модели материала «1»

Можно увидеть параметры данной модели материала:

Допуск – задает точность, с которой будет вычисляться модель материала.

Шаг (Stepover) – задает расстояние между слоями, на которых происходит вычисление модели материала.

Мин. толщина (Rest Thickness) – задает минимальную толщину недоработанного материала, который будет показан на экране при выполнении команды **Показать недоработанный**. Модель материала будет игнорировать материал тоньше этого значения.

Все эти значения становятся недоступными для редактирования после вычисления модели материала.

12. Щелкните правой кнопкой мыши на модели материала **1** и выберите строку **Задать Шаг** (рисунок 182)

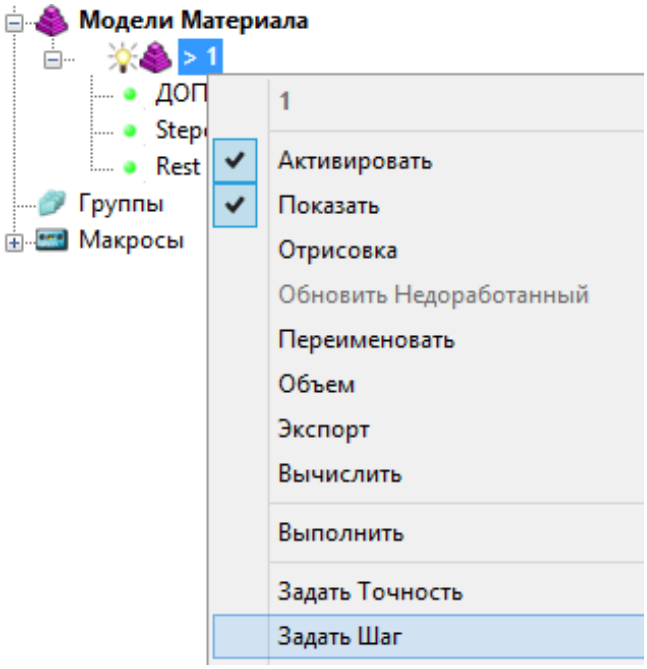


Рисунок 182 – Настройка параметров модели материала

13. В появившемся окне введите значение 1 мм и нажмите на зеленую галочку. Таким образом, шаг слоев вместо 2 мм составит 1 мм.
14. В дереве проекта щелкните на траектории **D40TR6-Выборка** правой кнопкой мыши и выберите пункт **Добавить: В Модель Материала** (рисунок 183)**.** Данное действие позволяет учесть выбранную траекторию в активной в текущий момент модели материала.
15.

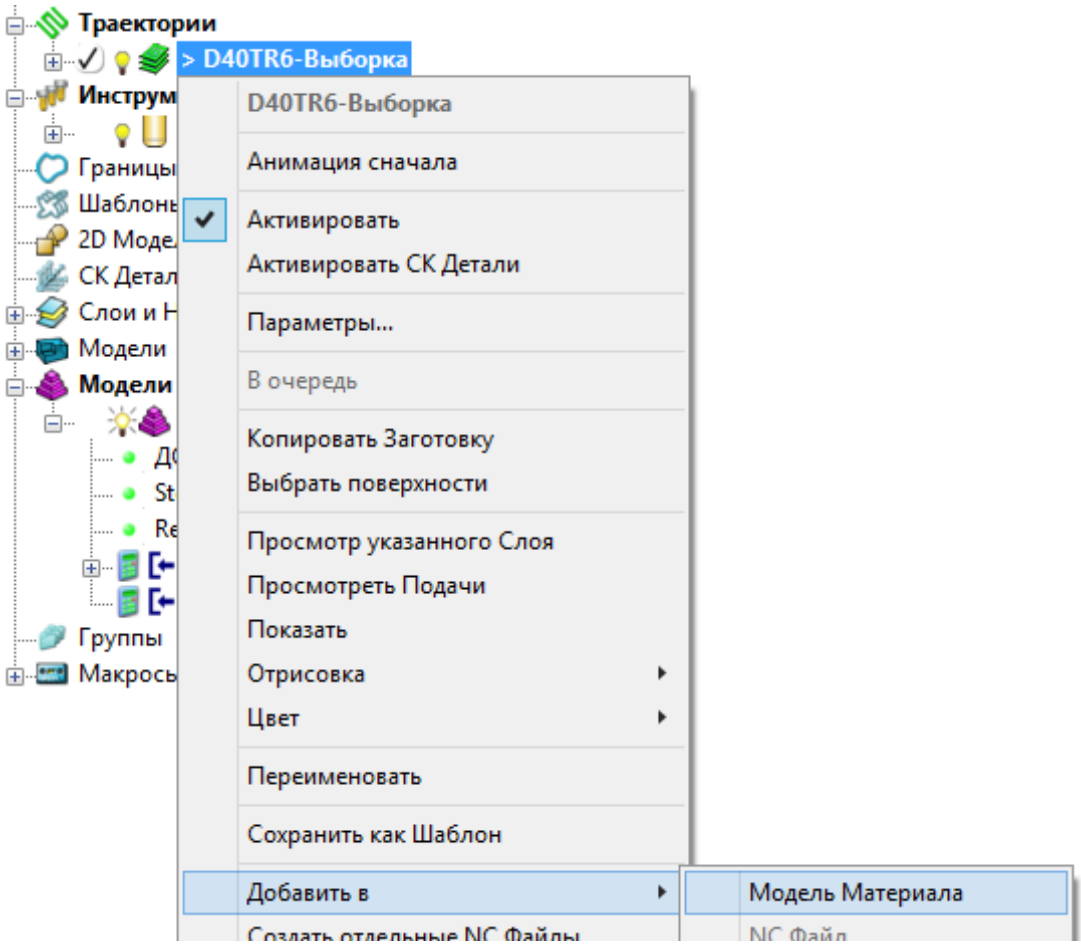


Рисунок 183 – Добавление траектории в модель материала

При этом, в модели материала 1 появится две новых строки: **Заготовка** и **D40TR6-Выборка**

Пиктограмма  означает, что данный этап модели материала пока не вычислен.

16. Для того чтобы вычислить модель материала, щелкните правой кнопкой мыши на модели материала 1 и в меню выберите строку **Вычислить** (рисунок 184)**.**

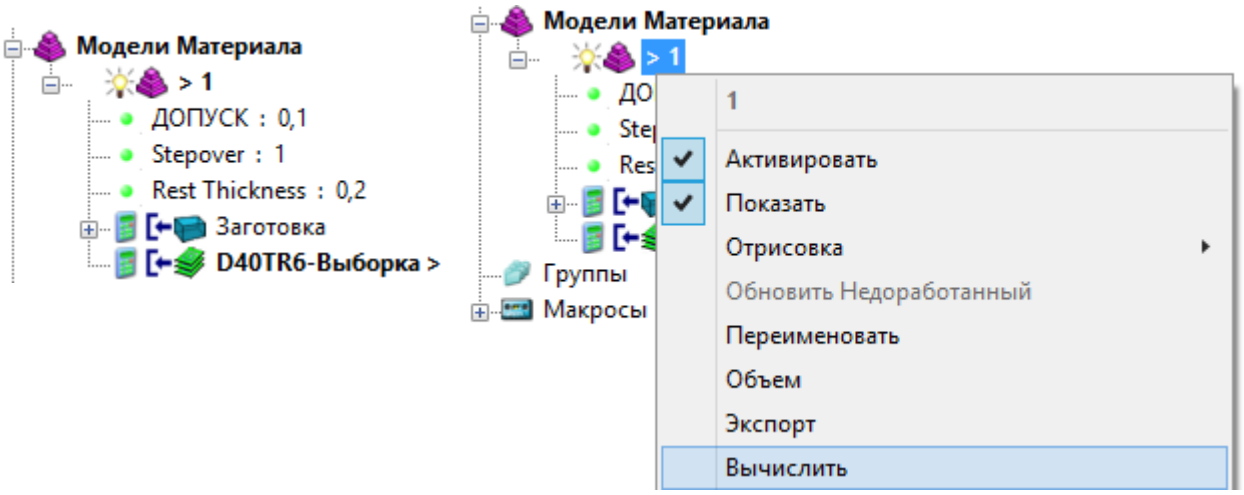


Рисунок 184 – Команда «Вычислить»

После вычисления в окне вида отобразится сетка модели материала (рисунок 185).

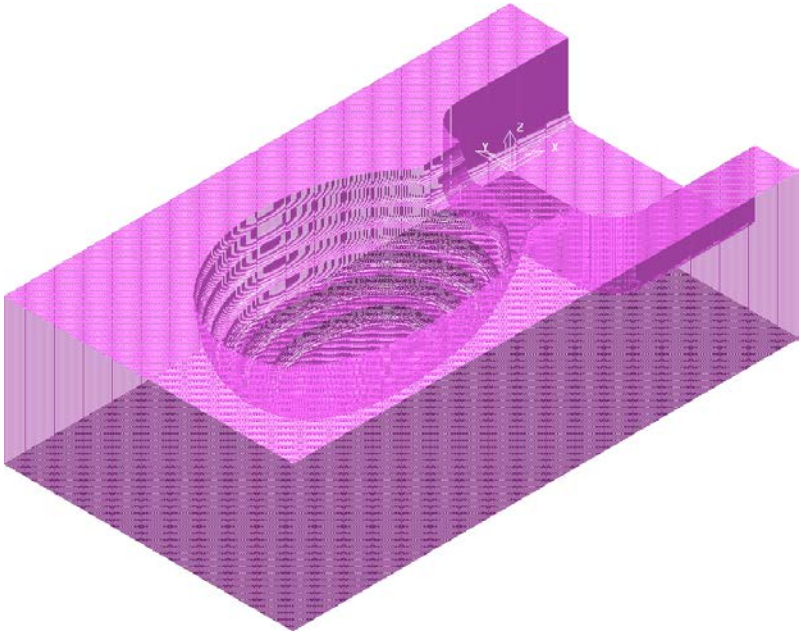


Рисунок 185 – Вид вычисленной модели материала

17. Чтобы изменить отображение модели материала с сетки на закрашенную модель, щелкните правой кнопкой мыши на модели материала 1 и выберите **Отрисовка–Закрасить** (рисунок 186)**.**

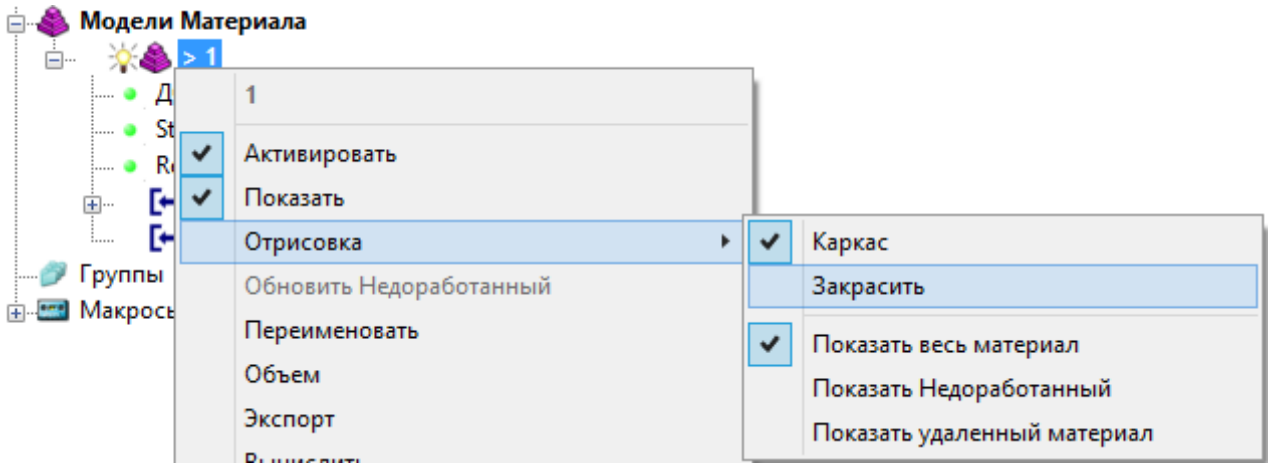
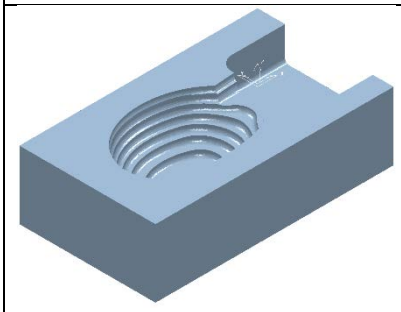
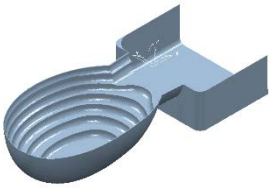
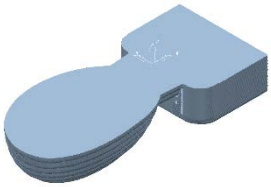


Рисунок 186 – Изменение внешнего вида модели материала

Дополнительные опции в этом подменю меняют отображаемую модель материала как показано в таблице 15.

Таблица 15 – Варианты отображение модели материала

Показать весь материал	**Показать Недоработанный**	**Показать удаленный материал**
		

18. Создайте и активируйте инструмент Скругленная фреза с диаметром 16, радиусом кромки 3 и названием **D16TR3**.
19. Нажмите правой кнопкой на траектории **D40TR6 – Выборка** и в контекстном меню выберите **Параметры**.

20. В появившемся окне нажмите кнопку **Создать новую траекторию, базируясь на текущей**  для создания копии данной траектории.
21. В диалоговом окне траектории введите параметры аналогично представленным на рисунке 187:

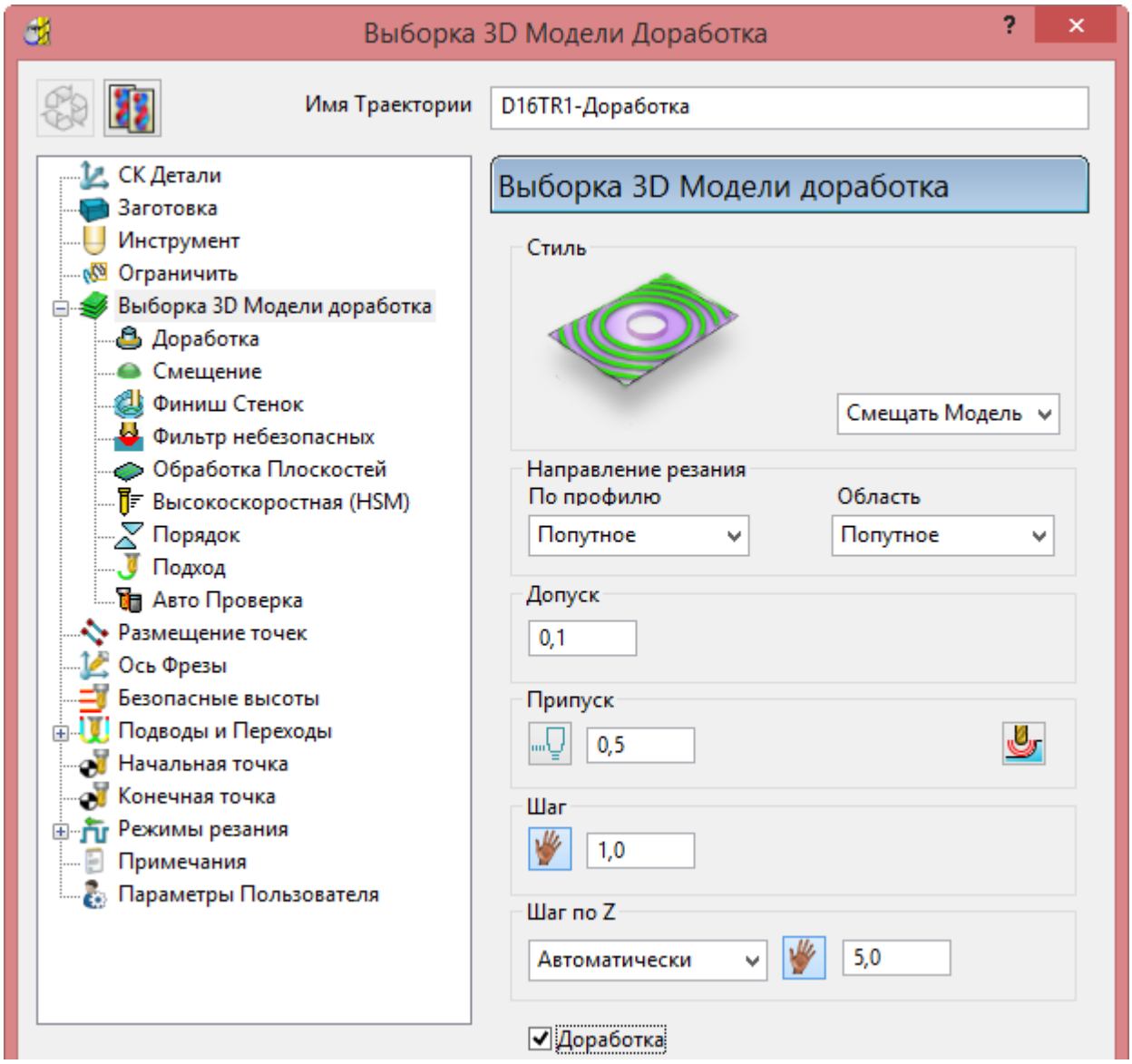


Рисунок 187 – Параметры траектории доработки

22. Нажмите на появившийся пункт **Доработка** и настройте параметры следующим образом:

Метод доработки – **Модель Материала**, а в качестве модели материала, на которую следует сослаться – 1 (рисунок 188).

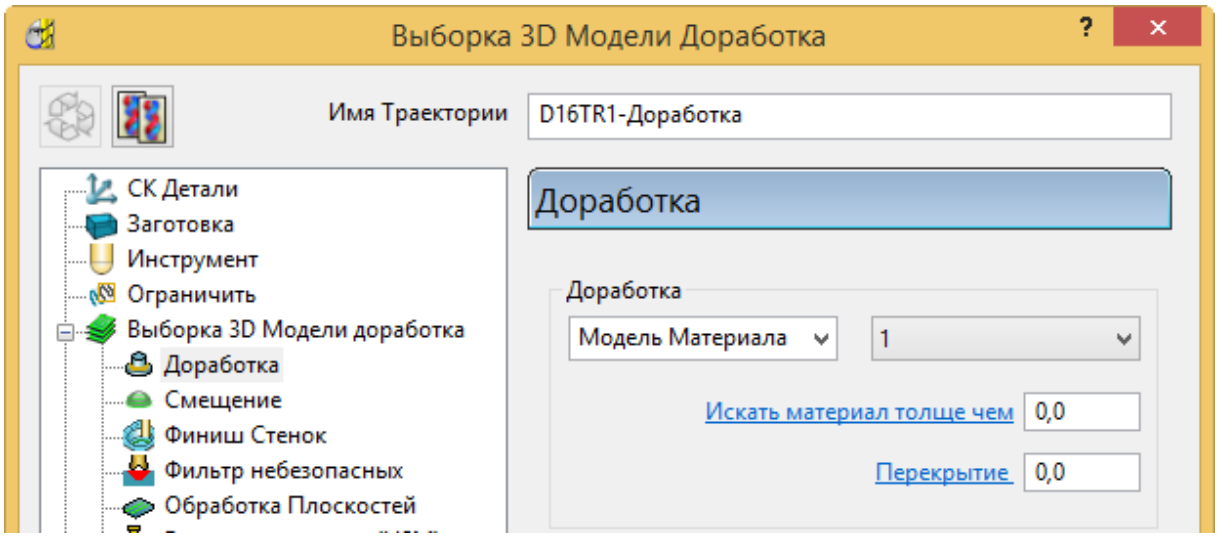


Рисунок 188 – Параметры на вкладке «Доработка»

23.Нажмите **Вычислить** и **Отмена.**

Получившаяся траектория обработки будет выглядеть как показано на рисунке 189:

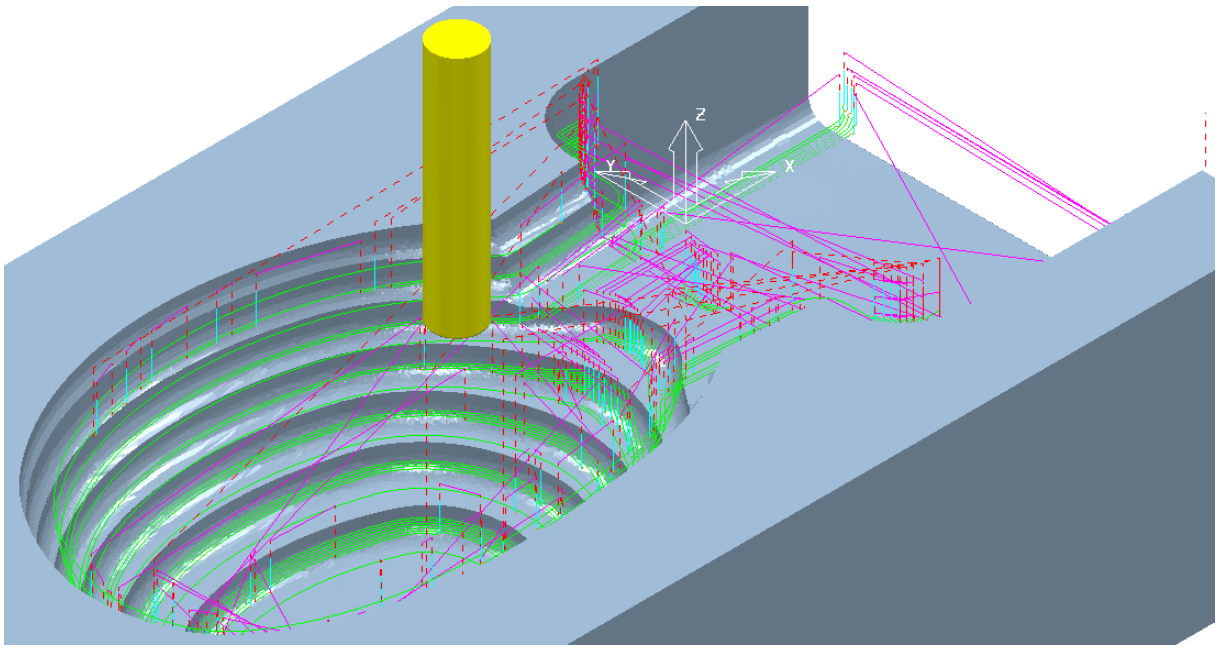


Рисунок 189 – Модель материала и траектория доработки

Модель материала 1 в дереве проекта будет иметь вид, представленный на рисунке 190.

Пиктограмма означает, что данный этап (стратегия обработки) учтен при расчете модели материала;

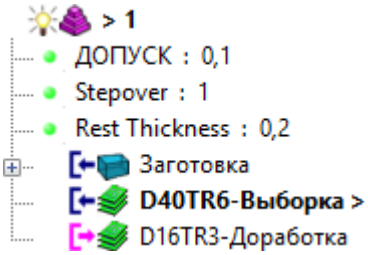


Рисунок 190 – Дерево модели материала

Пиктограмма показывает, что текущее состояние модели материала используется в траектории **D16TR3-Доработка.**

Чтобы в модели материала увидеть результат действия траектории **D16TR3-Доработка,** необходимо добавить ее в модель материала.

24. Нажмите в дереве проекта правой кнопкой мыши на траектории **D16TR3-Доработка** и в появившемся меню выберите **Добавить в – Модель материала.** Новая траектория появится в списке этапов модели материала 1 (рисунок 191). Однако, данная траектория пока не вычислена.

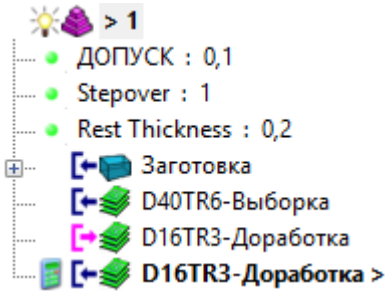


Рисунок 191 – Дерево модели материала с новой траекторией

25. Правой кнопкой мыши на модели материала 1 и выберите в появившемся меню **Вычислить**. Результат расчета модели материала появится в окне вида (рисунок 192):

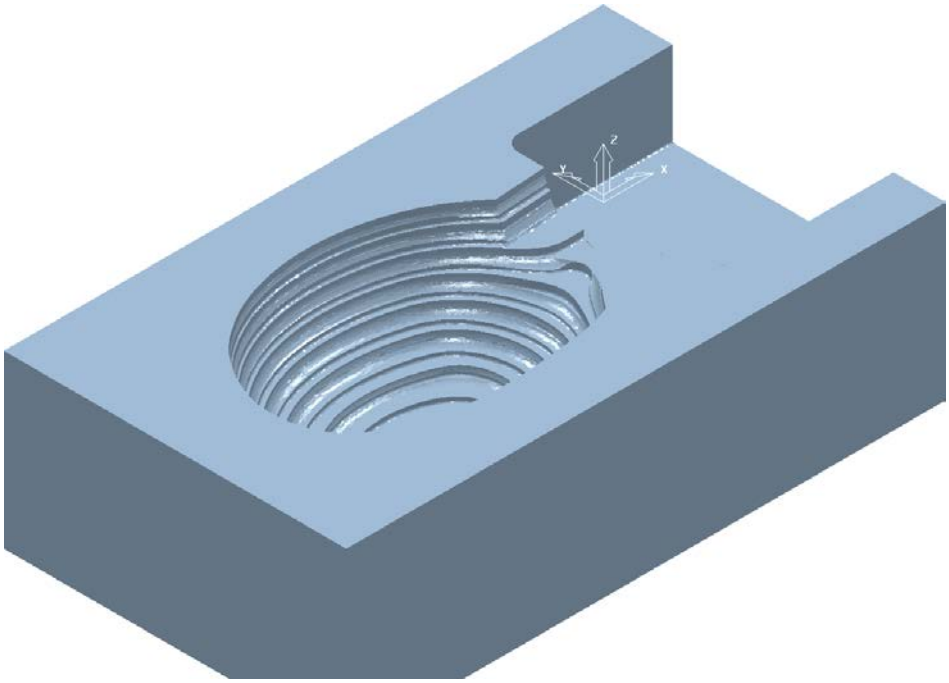


Рисунок 192 – Вычисленная модель материала

26. Если требуется снова увидеть результат обработки любого другого этапа, то два раза щелкните мышкой на пиктограмме нужного этапа в модели материала 1 (рисунок 193).

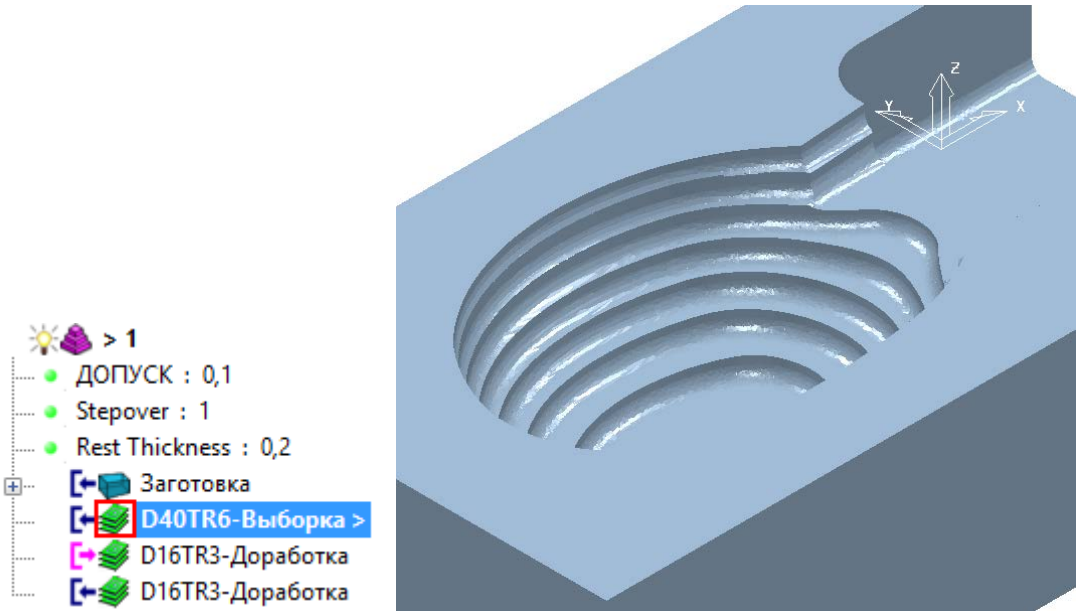


Рисунок 193 – Возврат предыдущего состояния модели материала

Таким образом, модель материала позволяет не только создать траекторию учитывающую все предыдущие стратегии обработки, но и всегда иметь возможность визуального представления результата обработки на любой стадии.

Если проводить выбор между способами доработки заготовки, то следует учитывать рекомендации, представленные в таблице 16:

Таблица 16 – Рекомендации при выборе способа доработки

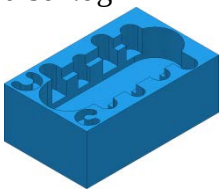
Характеристики	**Доработка по траектории**	**Доработка по модели материала**
Требования к СК траекторий выборки и доработки	Обязательно в одной СК	Не обязательно в одной СК
Скорость и простота создания траектории выборки	Высокая	Низкая
Количество элементов проекта, подлежащих пересчету (разблокировке), в случае редактирования траек-	2 (Траектория выборки и траектория доработки)	3 (траектория выборки, модель материала и траектория доработки)

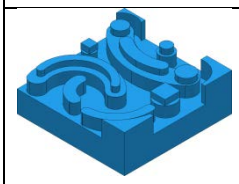
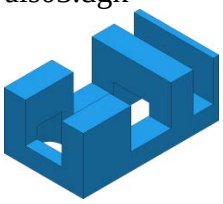
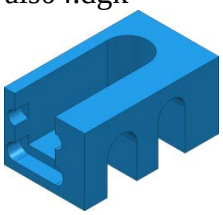
Характеристики	Доработка по траектории	Доработка по модели материала
тории выборки		
Возможность проверки столкновений с необработанным материалом	Нет	Да
Возможность визуализации оставшегося материала без ViewMill	Нет	Да

Самостоятельно выполните Задание 6:

Создайте стратегии выборки и доработки по траектории и/или модели материала в соответствии с таблицей 17 (выбор способа доработки произвести самостоятельно):

Таблица 17 – Задание 6

Модель	Заготовка	Система координат	Инструмент	Стратегии
RestMaterials01.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 0; Система координат – Глобальная СК	Две СК под 2 установа	Скругленная фреза: ДФ – 16, РК – 3 Скругленная фреза: ДФ – 8, РК – 1	Траектории выборки: Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Припуск – 1 мм; Допуск – 0,1 мм.
			Концевая фреза: ДФ – 5 Концевая фреза: ДФ – 3	Траектории доработки: Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Припуск – 0,1 мм; Допуск – 0,05 мм
RestMaterials02.dgk	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 0; Система коор-	Две СК под 2 установа	Скругленная фреза: ДФ – 8, РК – 1	Траектории выборки: Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Припуск – 1 мм; Допуск – 0,1 мм.

Модель	Заготовка	Система координат	Инструмент	Стратегии
	динат – Глобальная СК		Концевая фреза: ДФ – 5 Концевая фреза: ДФ – 3 Концевая фреза: ДФ – 1	Траектории доработки: Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Припуск – 0,1 мм; Допуск – 0,05 мм
RestMaterials03.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 0; Система координат – Глобальная СК	Две СК под 2 установа	Скругленная фреза: ДФ – 16, РК – 3 Скругленная фреза: ДФ – 8, РК – 1	Траектории выборки: Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Припуск – 1 мм; Допуск – 0,1 мм.
			Концевая фреза: ДФ – 10	Траектории доработки: Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Припуск – 0,1 мм; Допуск – 0,05 мм
RestMaterials04.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 0; Система координат – Глобальная СК	Три СК под 3 установа	Скругленная фреза: ДФ – 16, РК – 3 Скругленная фреза: ДФ – 8, РК – 1	Траектории выборки: Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Припуск – 1 мм; Допуск – 0,1 мм.
			Концевая фреза: ДФ – 12 Концевая фреза ДФ – 5	Траектории доработки: Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Припуск – 0,1 мм; Допуск – 0,05 мм

2.13 Создание границ

Граница – замкнутые линии, используемые для следующих целей:

- ограничение области обработки (область применения траектории);

- изменение подачу в определенной части траектории (заключенной в границе);
- создание шаблонов;
- создания заготовок по контуру границы с заданной высотой.

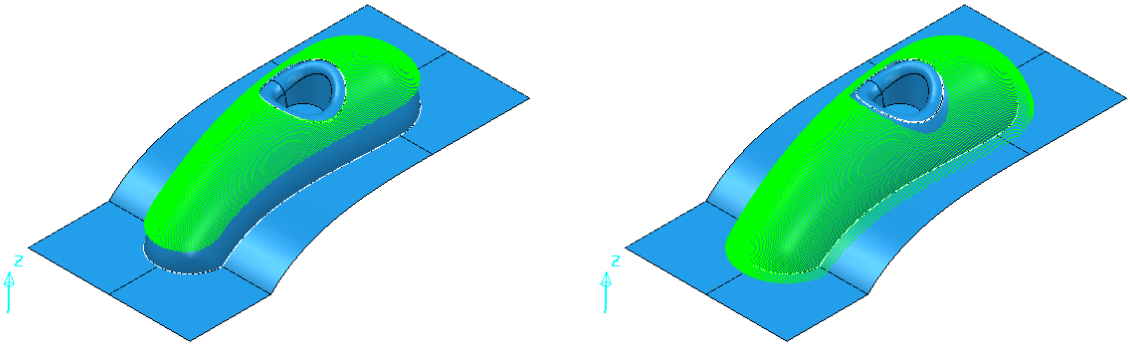
Существуют различные команды создания границ:

- **Заготовка** (граница является результатом пересечения плоскости XY активной системы координат с заготовкой)
- **Доработка** (граница охватывает область необработанную инструментом 1, которая подлежит доработке инструментом 2, при условии что диаметр инструмента 1 больше инструмента 2).
- **Выбранные поверхности** (ограничивает область обработки выбранных поверхностей активным инструментом)
- **Пологая** (отделяет пологие поверхности от крутых. Разделение поверхностей происходит по пороговому углу между касательной в точке поверхности и плоскостью XY)
- **Силуэт** (граница охватывает деталь по контуру, ограничивая область обработки)
- **Столкновения** (ограничивает области в которых обработка может привести к столкновениям хвостовика или патрона инструмента с деталью)
- **Доработка по модели материала** (ограничивает область доработки в которой наблюдается разница между Моделью Детали и Моделью материала)
- **Произвольная** (есть несколько способов создать произвольную границу: на основании копирования уже существующей границы или одного из ее сегментов, на основании шаблона или его части, при условии что он замкнут, на основании траектории или линий отдельных рабочих резов, если они замкнуты, на основании модели детали или отдельных выделенных поверхностей, на осно-

вании эскиза, с помощью редактора кривых PowerMill, либо на основании геометрии детали модели с редактированием во внешнем модуле PowerShape, либо на основании редактора кривых PowerShape. Граница ограничивает положения вершины инструмента)

- **Точка контакта** (создает границу методами аналогичными произвольной границе. Отличия заключаются в том, что граница ограничивает не положение вершины инструмента, а фактическую область обработки)

Произвольная граница лимитирует крайнее положение вершины инструмента, в результате нижний край выступающей части детали будет недоработан (рисунок 194). **Граница Точка контакта** ограничивает поверхность подлежащую обработки и результат практически идентичен применению границы **Выбранные поверхности**, однако, принципиальное отличие от последних заключается в отсутствии привязки к применяемому инструменту, припускам и допускам обработки.



Произвольная граница **Граница точки контакта**

Рисунок 194 – Разница границ «Произвольная» и «Точка контакта»

- **Контакта (корректированная)** (создает границу для вершины конкретного инструмента с указанными припусками и допусками

на основе границы **Точка контакта**. Т.е. создает границу, привязанную к конкретному инструменту**)**

- **Булева операция** (создает границу из 2-х имеющихся границ путем выполнения стандартных булевых операций Объединение/Пересечение/Вычитание)

Практическое задание

1. Импортируйте модель:

…\PowerMill_Data\Models\cowling.dgk

2. Создайте заготовку  типа **Блок**, **система координат – Глобальная СК.**
3. Нажмите **Вычислить**
4. Введите значение в поле **Z max = 32.**
5. Нажмите **Принять**
6. Создайте **СК Детали** в центре верхней грани заготовки.
7. Создайте **Шаровую фрезу** с диаметром 16 и именем BN16.
8. Вычислите **Безопасные высоты**  .
9. Выберите область, как показано на рисунке 195.

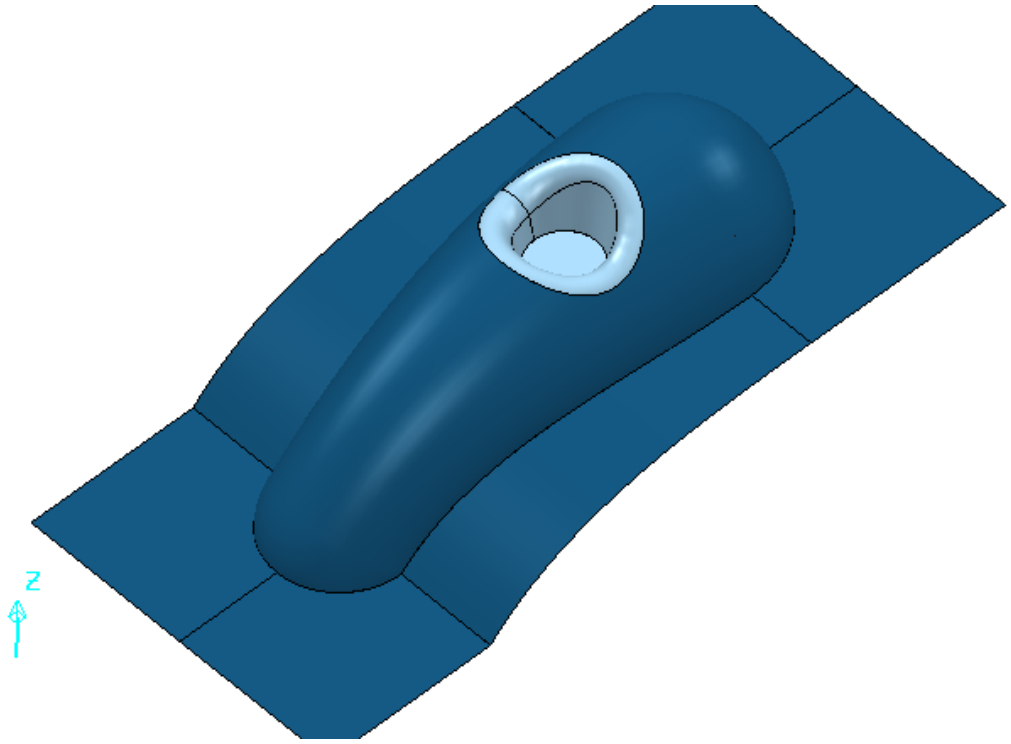


Рисунок 195 – Выделенная область детали

10. В проводнике нажмите правой кнопкой на **Границы** и выберите **Создать Границу – Выбранные поверхности** (рисунок 196).
11.

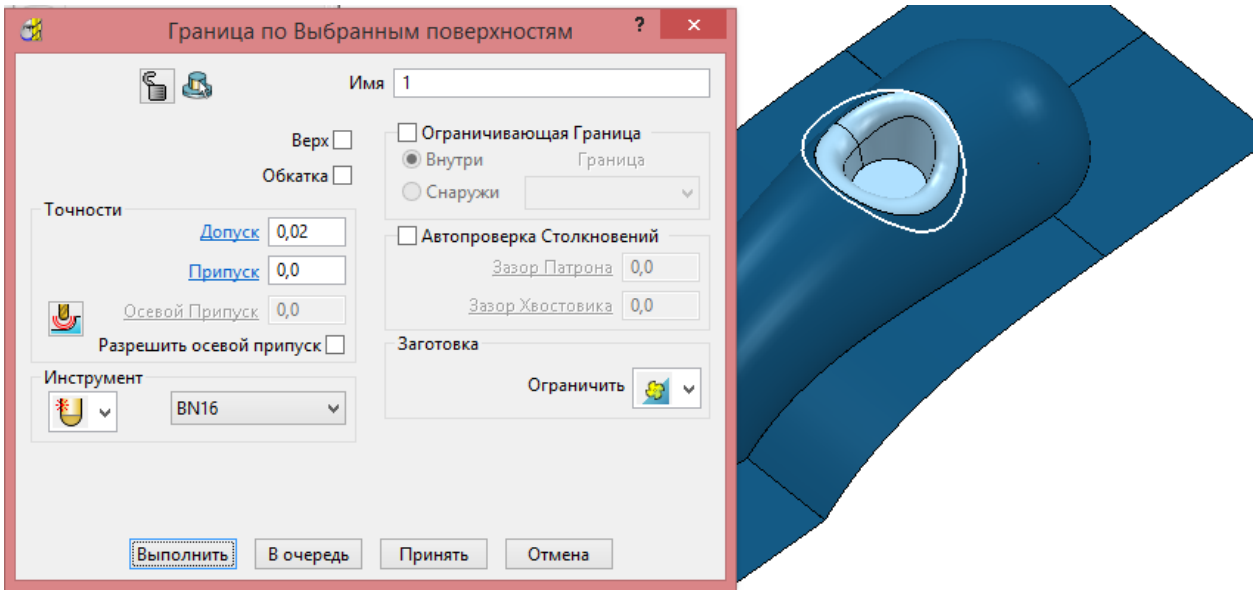


Рисунок 196 – Окно параметров «Граница по Выбранным поверхностям»

12. Используя настройки выше, нажмите **Выполнить** для создания сегмента границы выбранной поверхности.

Из рисунка 197, видно что граница не совпадает с выделенными поверхностями. Это объясняется тем, что граница описывает крайнее положение центра инструмента (с учетом допуска), при котором он будет обрабатывать края выделенных поверхностей.

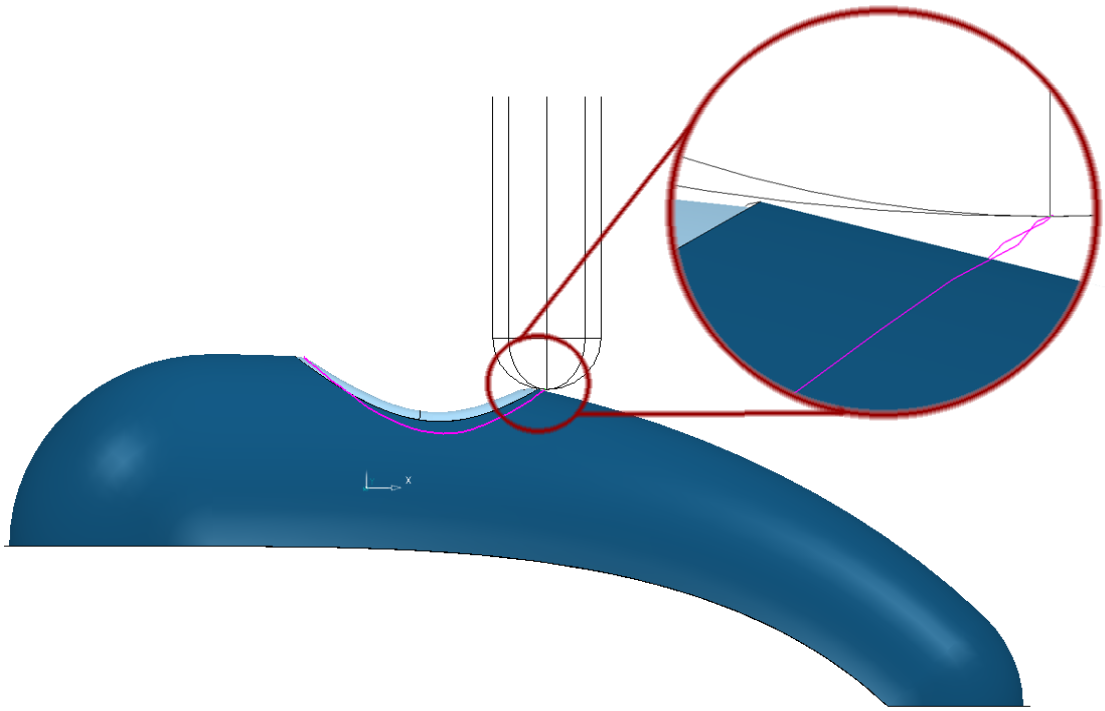


Рисунок 197 – Положение линии границы
относительно обрабатываемой поверхности

Практическое задание

1. Начните новый проект, импортируйте модель
…*\PowerMill_Data\Models\cowling.dgk*
2. Создайте заготовку  типа **Блок**, **система координат – Глобальная СК.**
3. Нажмите **Вычислить**
4. Введите значение в поле **Z max = 32.**
5. Нажмите **Принять**
6. Создайте **СК Детали** в центре верхней грани заготовки.
7. Создайте **Шаровую фрезу** с диаметром 16 и именем BN16.
8. Вычислите **Безопасные высоты**  .
9. В проводнике нажмите правой кнопкой на **Границе** и выберите **Создать границу – Пологая**.
10. Введите параметры в диалоговом окне аналогичные рисунку198.

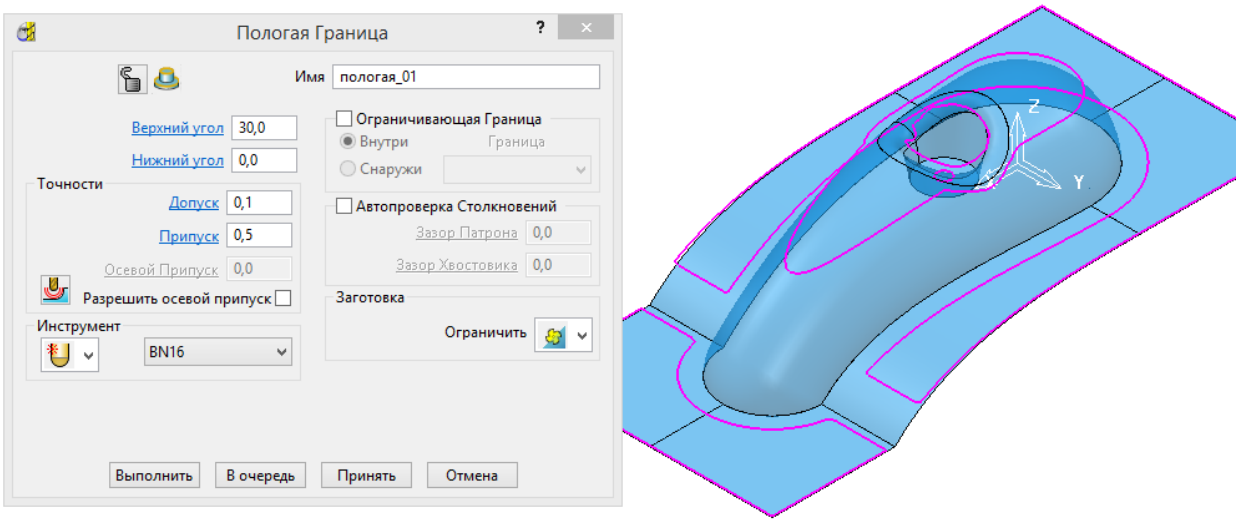


Рисунок 198 – Параметры создаваемой границы.

11. Нажмите **Выполнить,** чтобы получить границу.

Внутри замкнутых контуров поверхности считается пологими за их пределами – отвесными. Создадим две траектории для пологих и отвесных поверхностей, разделяемых границами.

12. В **Главной панели** нажмите на кнопку **Стратегии обработки**
13. В появившемся окне перейдите во вкладку **Чистовая**, выберите **Растр** и нажмите **ОК.**
14. В окне настройки стратегии введите параметры, обозначенные на рисунке 199.

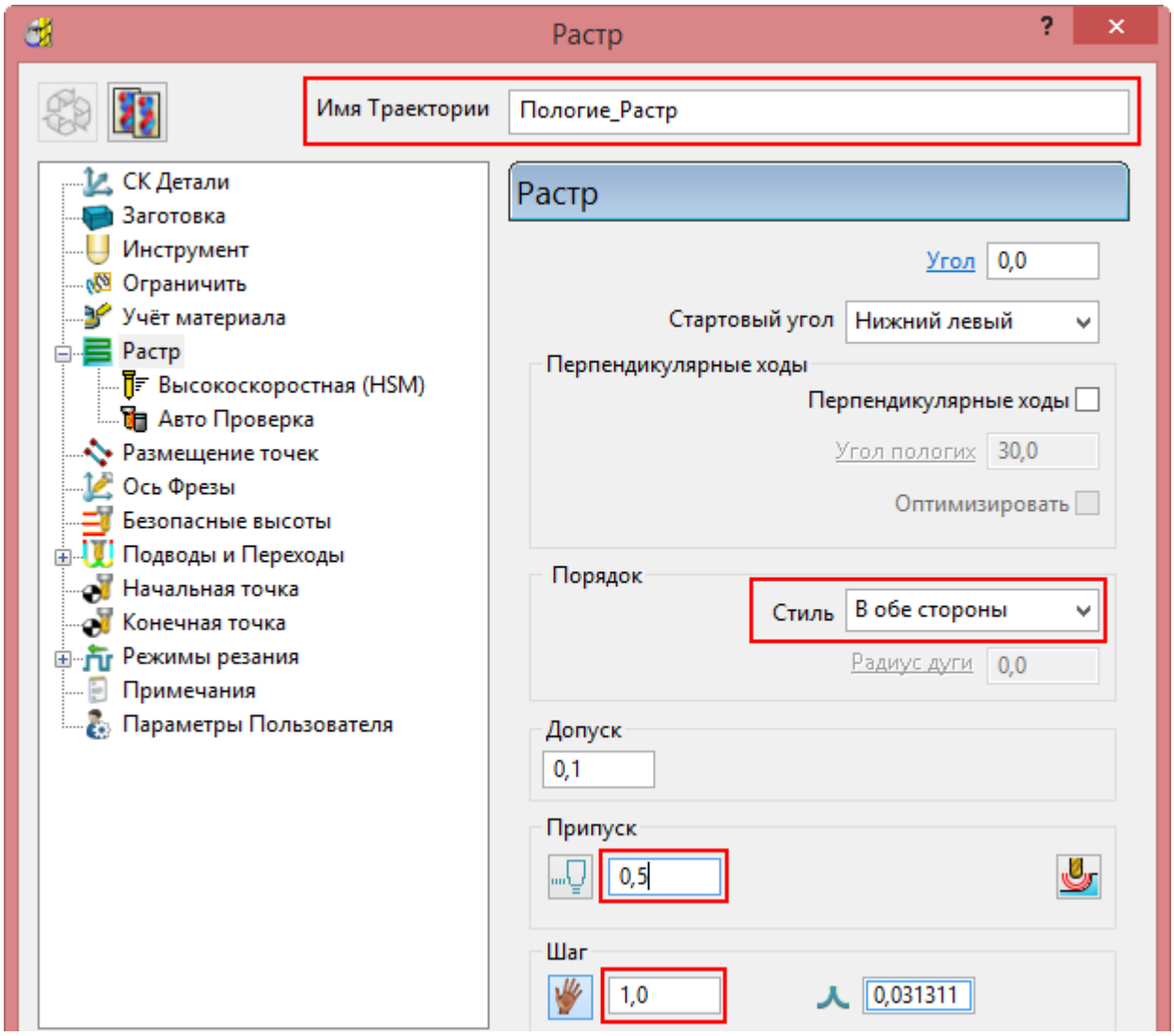


Рисунок 199 – Параметры чистовой траектории обработки.

15. После ввода параметров нажмите **Ограничить** в проводнике стратегии и настройте параметры следующим образом (рисунок 200):
    a. **Граница** – выберите, ранее созданную границу;
    b. **Обрезка** – т.к. требуется применение стратегии внутри границы, то выберите, соответствующий параметр.

Нажмите на кнопку **Вычислить** и **Отмена.**

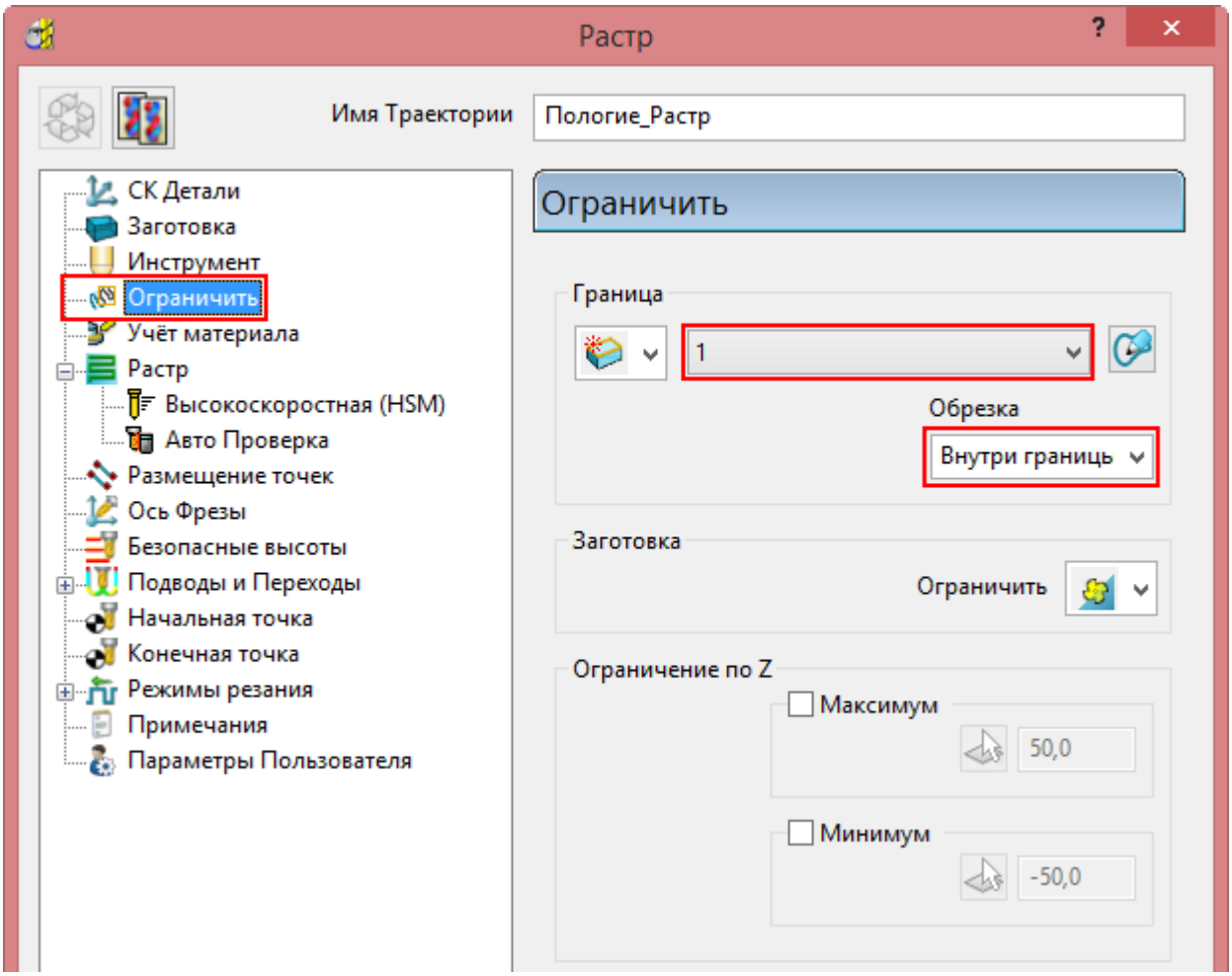


Рисунок 200 – Настройка вкладки «Ограничить»

Как видно из рисунка лини траектории созданы, только внутри границ.

16. Теперь необходимо создать траекторию снаружи границ. Для этого, снова нажмите на кнопку **Стратегии обработки** , в явившемся окне перейдите во вкладку **Чистовая**, выберите **Постоянная Z** и нажмите **ОК.**
17. Настройте параметры стратегии как показано на рисунке 201.

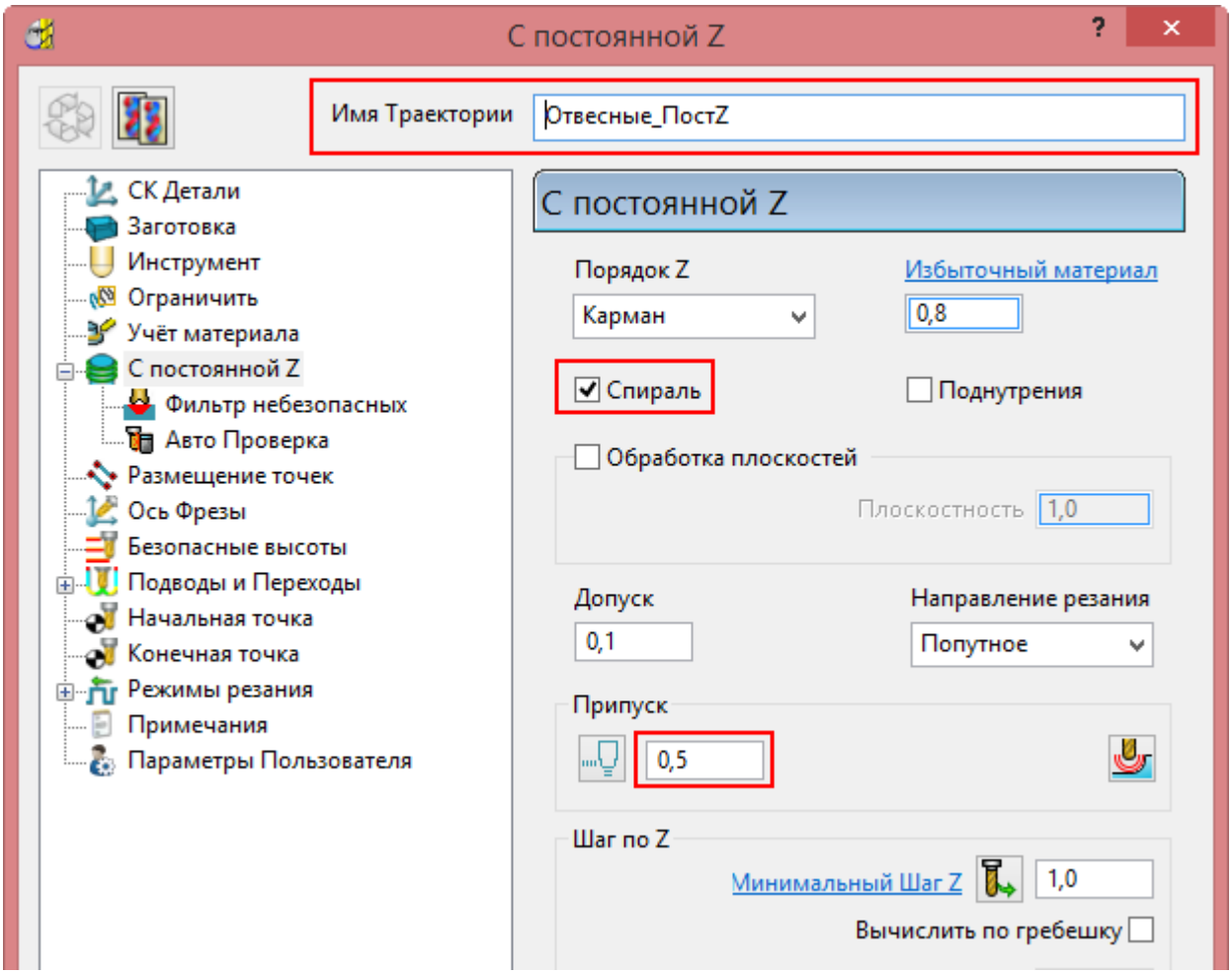


Рисунок 201 – Настройка параметров стратегии «С постоянной Z»

18. После этого, нажмите **Ограничить** в проводнике стратегии и настройте параметры следующим образом (рисунок 202):

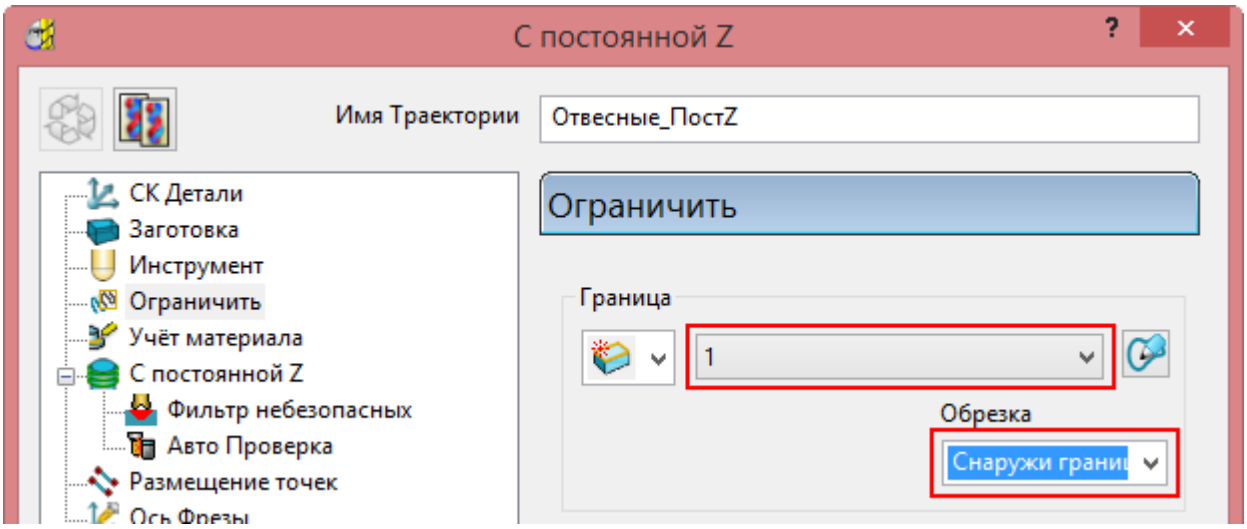


Рисунок 202 – Настройка параметров на вкладке «Ограничить»

a. **Граница** – выберите, ранее созданную границу;
b. **Обрезка** – т.к. теперь необходимо применить стратегию для необработанной области, требуется выбрать параметр **Снаружи границы.**

Нажмите на кнопку **Вычислить** и **Отмена.**

Комбинация данных стратегий позволяет обработать деталь целиком, а применение границ дает возможность определить области обработки для каждой стратегии индивидуально.

Окончательный вид траекторий представлен на следующем рисунке 203.

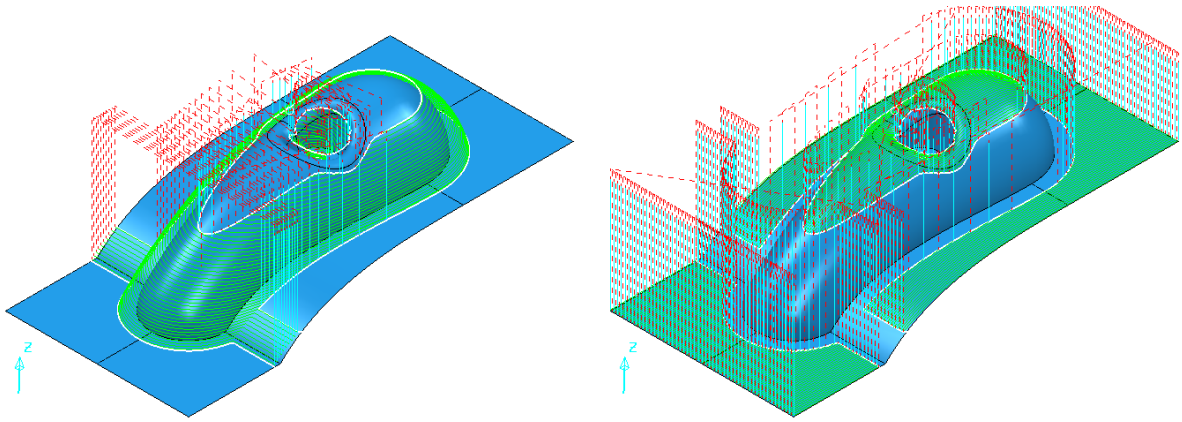
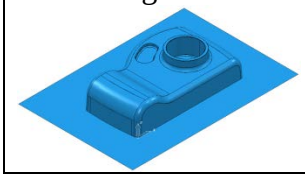


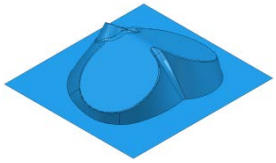
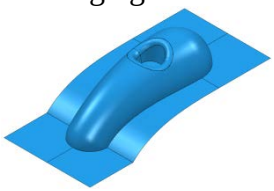
Рисунок 203 – Полученные траектории финишной обработки поверхностей.

Самостоятельно выполните Задание 7:

Создайте границы и используйте подходящие финишные стратегии, чтобы обработать отвесные и пологие поверхности (таблица 18):

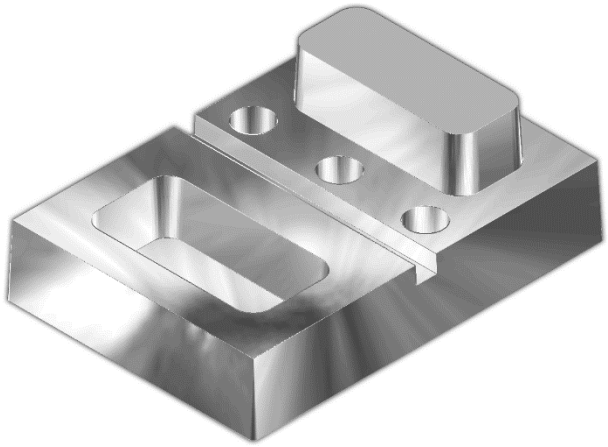
Таблица 18 – Задание 7

Модель	**Заготовка**	**Инструмент**	**Стратегии**
Camera.dgk 	Тип – Блок Припуск – со всех сторон 0, по Z max = 2 мм	Шаровая фреза: ДФ – 5	Для пологих поверхностей: Растр (шаг – 0,5 мм)
			Для отвесных поверхностей: Постоянная Z

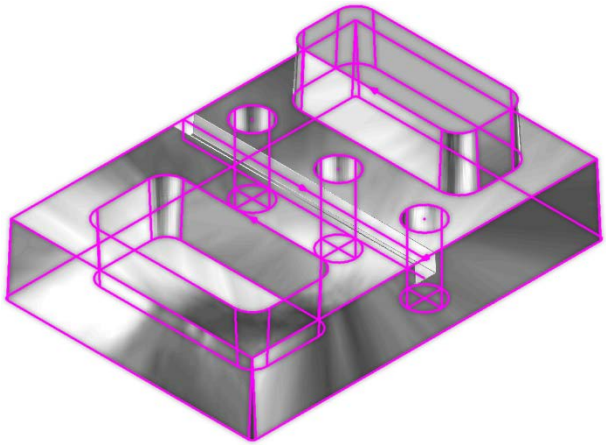
Модель	Заготовка	Инструмент	Стратегии
			(шаг –0,5 мм)
Chamber.dgk 		Шаровая фреза: ДФ – 4	Для пологих поверхностей: 3D смещение (шаг – 0,5 мм)
			Для отвесных поверхностей: Постоянная Z (шаг –0,5 мм)
cowling.dgk 		Шаровая фреза: – 5	Для пологих поверхностей: Растр (шаг – 0,5 мм)
			Для отвесных поверхностей: Оптимизированная Z (шаг –0,5 мм)

2.14 2D-элементы

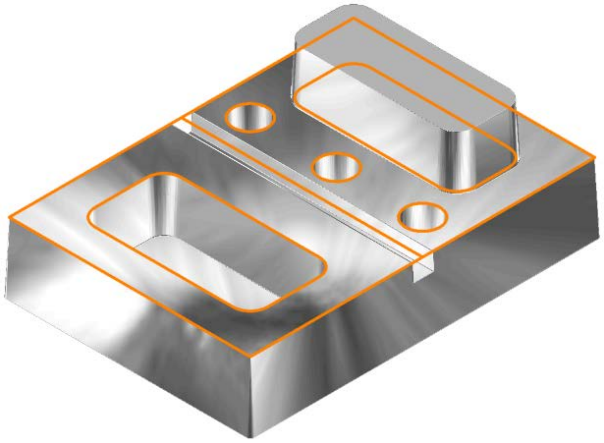
2D-элементы служат для математического описания простых 3-х мерных элементов детали, полученных из плоского эскиза, либо вовсе без него путем выдавливания вдоль оси Z.



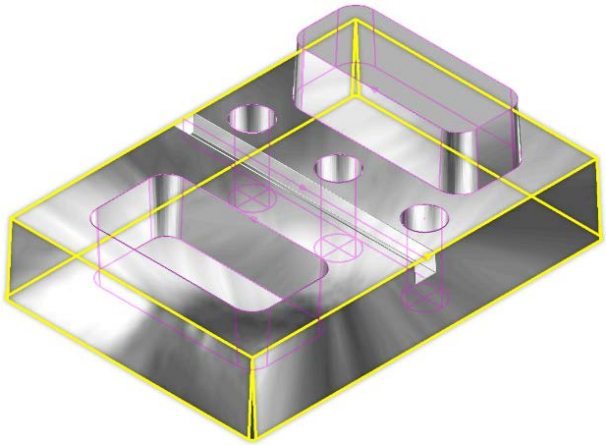
Простейшая деталь, обработка которой может быть запрограммирована на основе 2D-моделей.



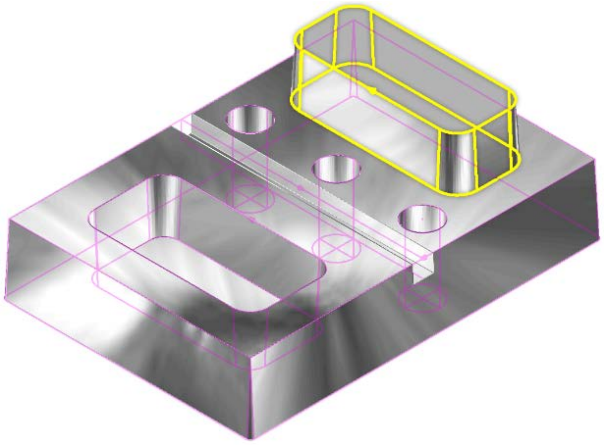
2D-элементы, на которые может быть разбита деталь



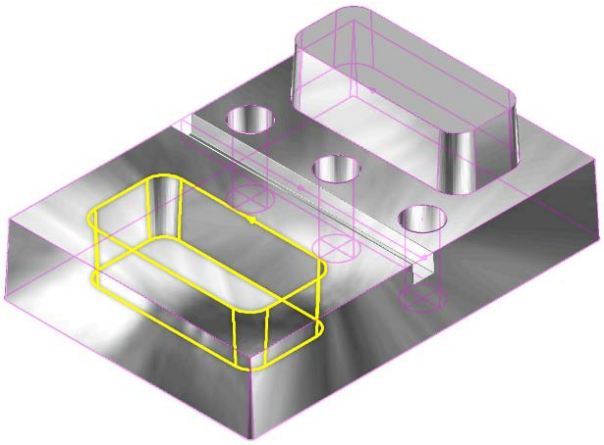
Базовый шаблон, для описания 2D-элементов



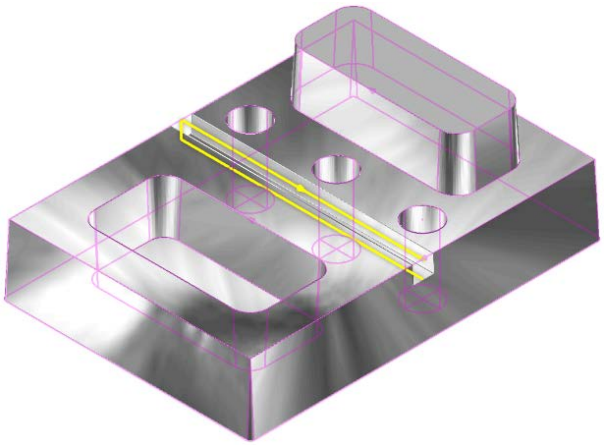
Для описания основания детали следует использовать 2D-элемент типа «Бобышка» в качестве образующего контура выбрать внешний прямоугольник базового шаблона



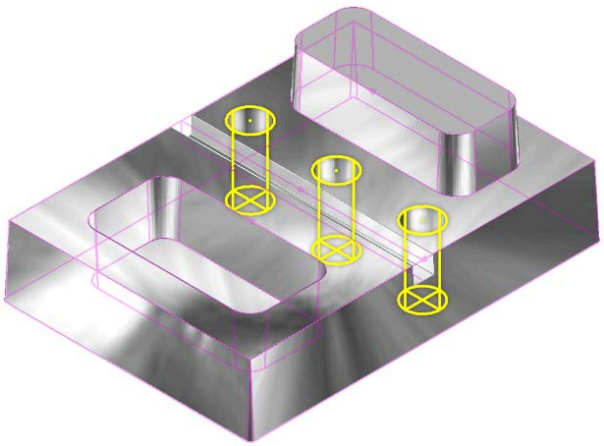
Для описания выступающей части детали также используется «Бабышка», построенного на базе скругленного прямоугольника



Для описания кармана – 2D-элемент типа «Карман», построенный на базе второго скругленного прямоугольника



Для описания паза – 2D-элемент типа «Паз», в качеств базового контура выбрать отрезок в центре базового шаблона



Для описания отверстий, обрабатываемых сверлами, развертками, метчиками и т.д. используется 2D-элемент типа «Отверстие», построенный на основе трех окружностей в центре базового шаблона.

Основная часть элементов имеет не так много настроек. В большинстве случаев достаточно задать высоты плоскостей, ограничивающих элемент сверху и снизу и угол наклона вертикальной стенки. Однако, при создании отверстий есть дополнительные способы их описания, выбираемые в разделе «По» (рисунок 204):

- «Точкам» – позволяет создать отверстия заданного диаметра и глубины по точкам выделенных кривых.

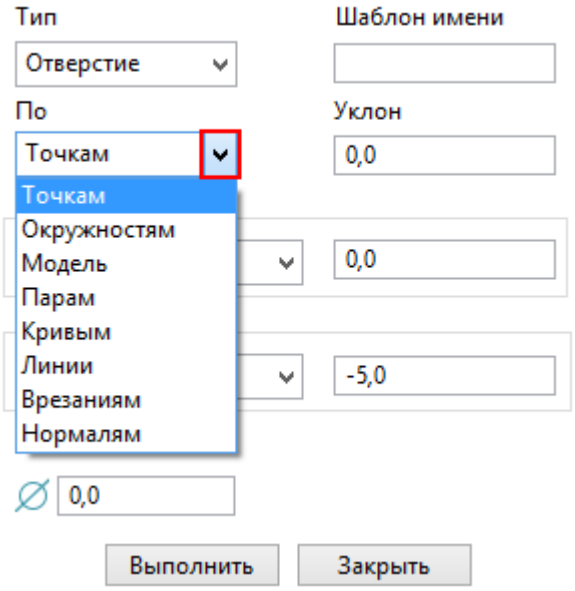


Рисунок 204 – Параметры создания 2D-элементов типа отверстия

• «Окружностям» – отверстия создаются в центре и с диаметром выбранных окружностей, начальные и конечные плоскости задаются пользователем.

• «Моделям» – отверстия создаются на основе выделенных поверхностей. Автоматически определяются диаметр, начальные и конечные плоскости, ориентация отверстия. Также есть возможность распознавать ступенчатые отверстия.

• «Парам» – отверстия создаются на основе пары окружностей в 3D-модели.

- «Кривым» – отверстия будут созданы если проекция кривой на плоскость XY активной системы координат образует окружность.
- «Линии» – отверстия с заданным диаметром создаются по прямым отрезкам, т.е. отрезок становится осью отверстия, при этом, начальные и конечные плоскости определяются длиной отрезка.
- «Врезаниям» – отверстия будут созданы по линиям вертикального врезания активной траектории. Принцип построения отверстия схож со способом «Линии», но вместо отрезков шаблона используются вертикальные врезания, диаметр отверстия равен диаметру инструмента активной траектории.
- «Нормалям» – при создании отверстия задаются диаметр и глубина отверстия. Положение начальной плоскости и центра отверстия определяются проекцией точек шаблона на поверхность

3D-модели (вдоль оси Z). Ориентация оси отверстия совпадает с нормалью к поверхности в начальной точке.

Помимо описанных выше 2D-элементов, существуют еще два:

«Круглый карман» – имеет, такие же способы создания элемента как и отверстие, однако в отличии от отверстия данный элемент может быть учтен при построении траектории «Выборка 2D-модель».

«Круглая бобышка» – имеет аналогичные способы создания элемента, но является выступающим элементом, также учитываемым при расчете траектории «Выборка 2D-модель».

2.15 Финишные стратегии

Целью финишных стратегий является получение высококачественной обработанной поверхности детали (с малой шероховатостью, высокой точностью размеров, формы и положения поверхностей). По этой причине, финишные стратегии рассчитываются исключительно на основе модели детали, без учета заготовки.

Как и в траекториях выборки в финишных стратегиях точность построения траектории (и количество кадров управляющей программы) зависит от значения допуска. Схематично это влияние можно показать с помощью рисунка 205.

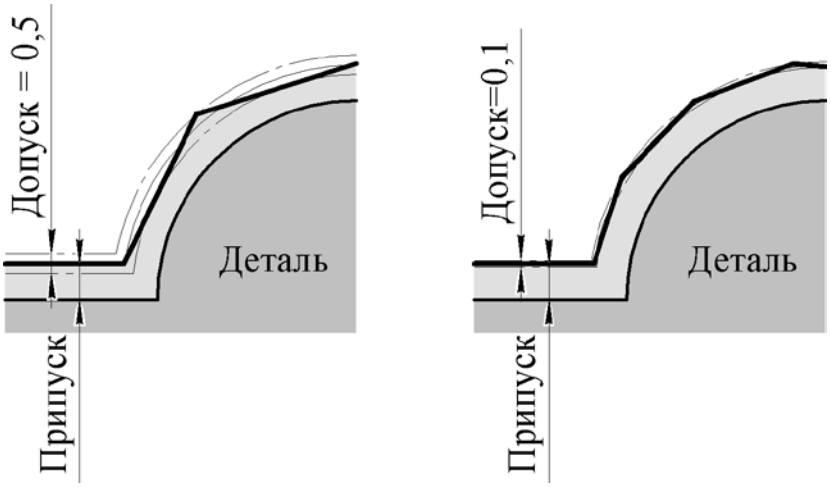


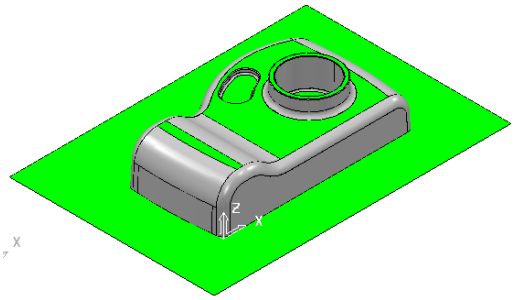
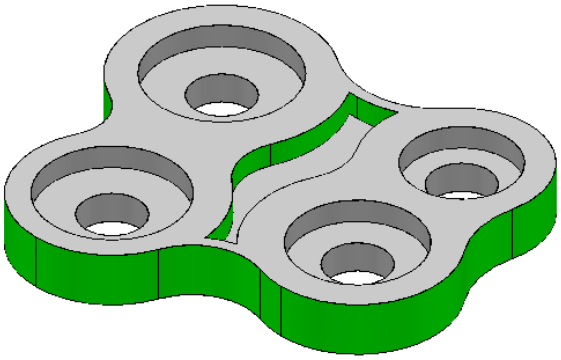
Рисунок 205 – Влияние величины припуска на конечную форму траектории

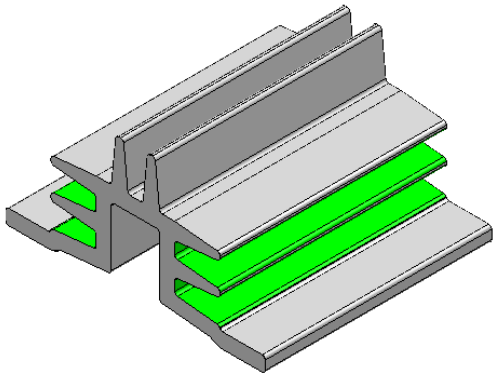
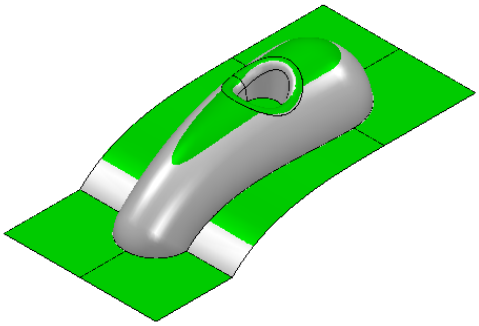
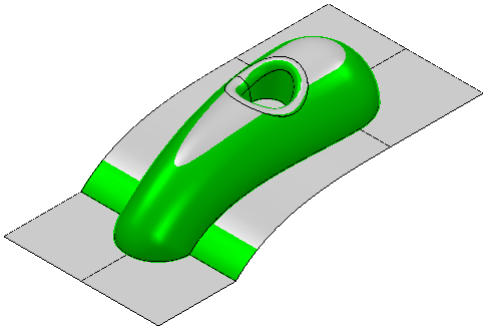
Для первичной финишной стратегии можно использовать большие значения допуск, для завершающей – меньшие.

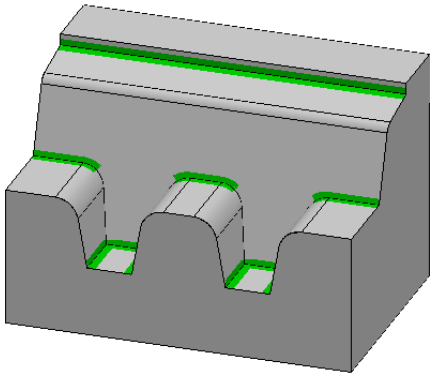
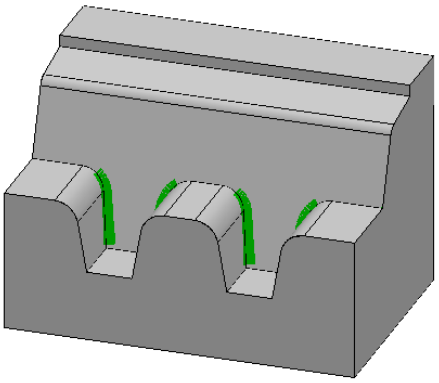
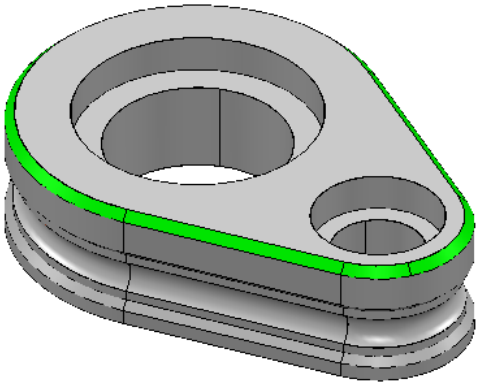
2.15.1 Классификация обрабатываемых элементов

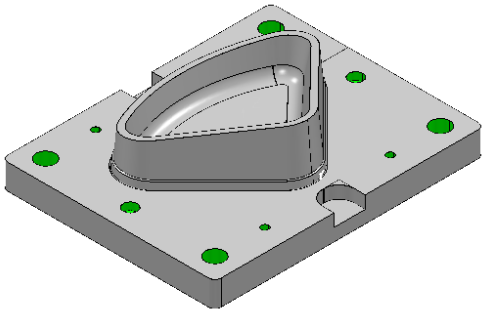
Чтобы легче было разобраться с траекториями финишной обработки, все конструктивные элементы обрабатываемой детали можно разделить в соответствии с таблицей 19:

Таблица 19 – Применяемость финишных стратегий обработки

Обрабатываемый элемент	**Пояснения**	**Траектории финишной обработки**	
		рекомендуемые	**допустимые**
Горизонтальные плоскости	Плоские поверхности следует обрабатывать фрезами с плоскими торцами, что дает возможность вести обработку более производительно 	Плоскости смещением, Плоскости растром	Растр, Спираль, Радиально, По шаблону, 3D смещение,
Вертикальные поверхности	Поверхности, у которых угол между касательной в любой точке и плоскостью XY равен 90 градусов 	Постоянная Z, По профилю, По шаблону	Оптимизированная Z

Обрабатываемый элемент	Пояснения	Траектории финишной обработки	
		рекомендуемые	допустимые
Поверхности с поднутрениями	Обработка дисковыми или роутерными фрезами 	По шаблону, Проекция кривой/линии/точки/плоскости/поверхности, Параметрическая спираль	
Пологие криволинейные поверхности	Поверхности, у которых угол касательной к плоскости XY не превышает порогового значения (обычно не более 30-35 градусов) 	Растр, Спираль, Радиально, По шаблону, 3D смещение, Пологие+Отвесные	Оптимизированная Z
Отвесные криволинейные поверхности	Поверхности, у которых угол касательной к плоскости XY больше порогового значения (обычно не более 30-35 градусов) 	Постоянная Z, Оптимизированная Z, Пологие+Отвесные	Проекция кривой/линии/точки/плоскости/поверхности

Обрабатываемый элемент	Пояснения	Траектории финишной обработки	
		рекомендуемые	допустимые
Пологие углы	Область между двумя пересекающими поверхностями, при этом касательная прямая в любой точке пересечения этих поверхностей образует угол с плоскостью XY, значение которого не превышает порогового 	Доработка углов (стратегия: автоматически или вдоль), Угол однопроходный, Угол многопроходный	По шаблону
Отвесные углы	Область между двумя пересекающими поверхностями, при этом, касательная прямая в любой точке пересечения этих поверхностей образует угол с плоскостью XY, значение которого больше порогового 	Доработка углов (стратегия: автоматически или поперек)	По шаблону
Фаски	Фаски по криволинейной кромке 	Обработка фасок	

Обрабатываемый элемент	Пояснения	Траектории финишной обработки	
		рекомендуемые	допустимые
Отверстия	Сверление глухих и сквозных отверстий, нарезание резьбы метчиком, фрезой, зенкерование, развертывание, растачивание отверстий, расфрезеровка. 	Сверление	

Существует общее правило фрезерования – вести обработку детали сверху вниз, поэтому первой создается траектория чистовой обработки вертикальных стенок.

2.15.2 Стратегии финишной обработки пологих поверхностей

Стратегии **Растр**, **Радиально**, **Спираль**, **По шаблону** генерируют траектории путём проецирования линий плоского шаблона вдоль оси Z на поверхность модели. Стандартные шаблоны, применяемые в растровой, радиальной и спиральной стратегиях, создаются на основании параметров введенных в диалоговом окне настройки стратегии (стратегия По шаблону использует заранее подготовленный шаблон). Кнопка **Просмотр** дает возможность увидеть получившийся плоский шаблон.

Четыре стратегии и их результат применение к одной и той же детали можно увидеть на рисунке 206.

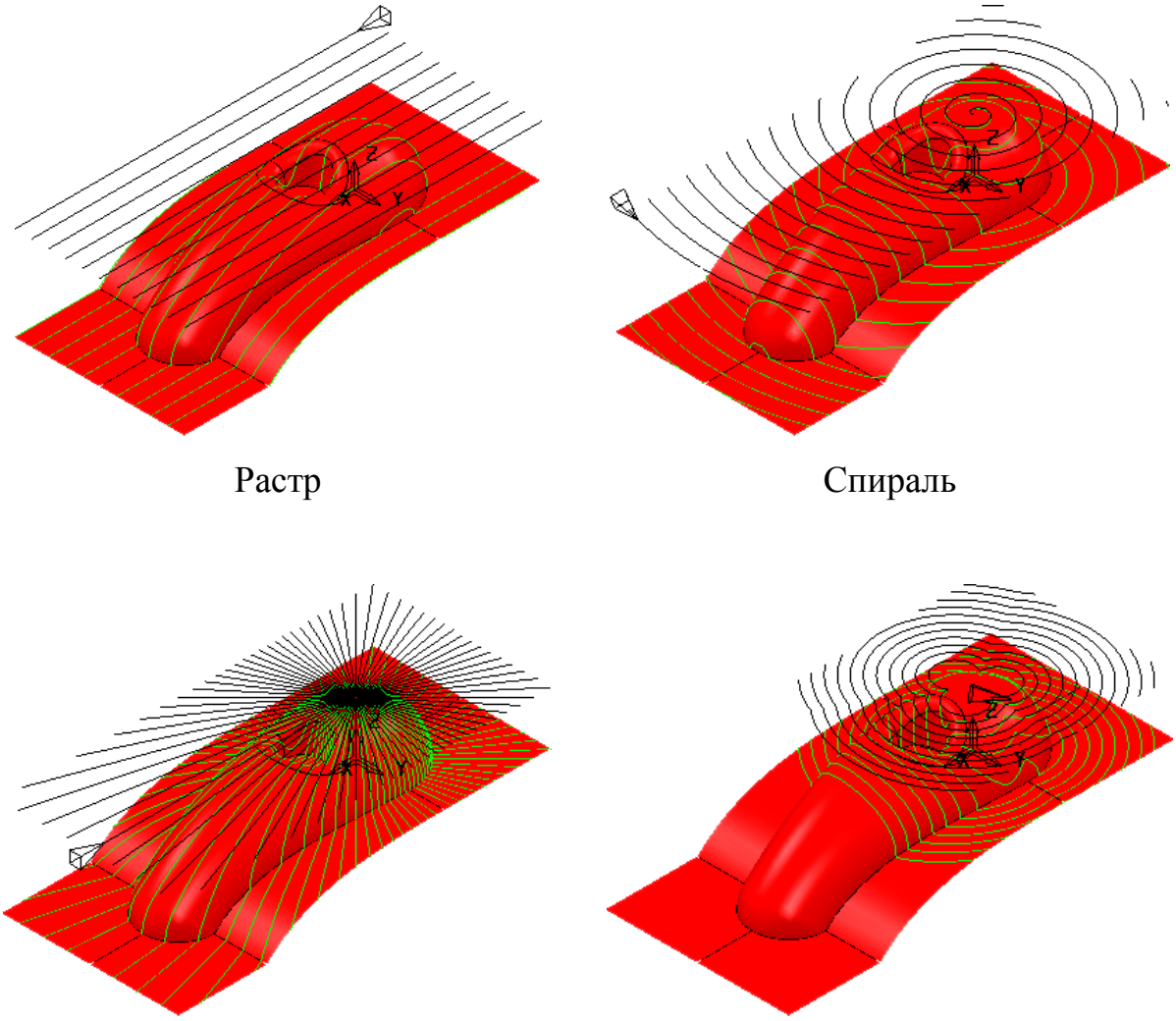


Рисунок 206 – Финишные стратегии обработки
на основе плоских шаблонов

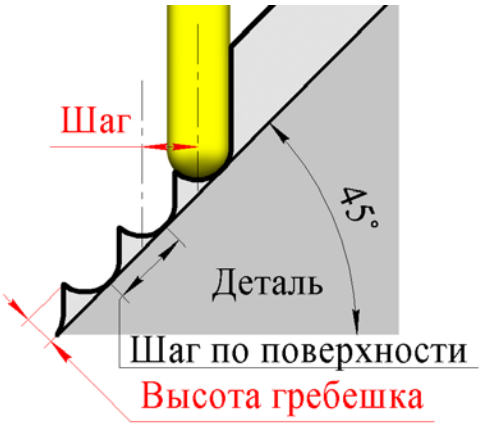


Рисунок 207 – Влияние шага
на высоту гребешка

Главным параметром определяющим шероховатость поверхности после финишной обработки является **Высота гребешка**, которая на прямую связана с **Шагом** эквидистант в плоском шаблоне. **Высоту гребешка** можно снизить, уменьшив **Шаг,** либо увеличив диаметр фрезы (рисунок 207).

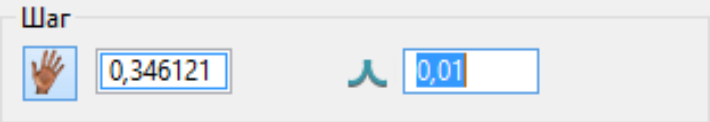


Рисунок 208 – Параметры шага и гребешка

В окне настройки параметров стратегии **Высота гребешка** соответствует значению при угле наклона обрабатываемой поверхности в 45 градусом (рисунок 208).

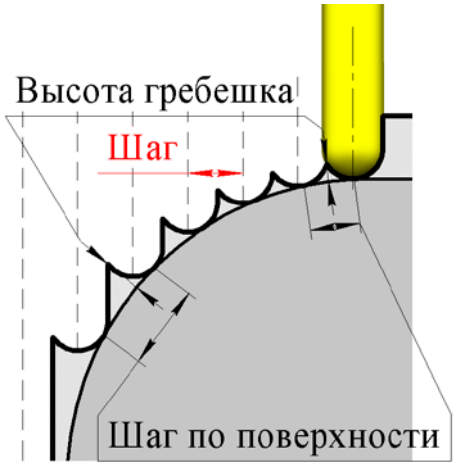


Рисунок 209 – Влияние шага на высоту гребешка на произвольной поверхности

Так как величины **Шаг** и **Высота гребешка** обе доступны для редактирования и взаимосвязаны, то можно ввести удовлетворяющую вас высоту гребешка, а шаг будет рассчитан автоматически.

Рассматриваемые стратегия хорошо обрабатывают плоские и пологие поверхности, но не подходят для отвесных и вертикальных, т.к. шаг по поверхности и высота гребешка увеличивается с ростом угла между касательной в точке обработки и горизонтальной плоскостью (рисунок 209).

Практическое задание

1. В панели **Меню** Выберите **Файл – Удалить Все**, затем **Инструменты – Сбросить Диалоги**.
2. В панели **Меню** выберите **Файл – Открыть проект:**

.....\PowerMILL_Data\Projects\chamber_start

3. В окне предупреждения, информирующем о том, что проект находится в режиме только для чтения, нажмите **OK.**

Данный проект содержит модель компонента и шаровую фрезу диаметром 12 мм.

4. Создайте Заготовку типа **Блок** с настройками по умолчанию.
5. Рассчитайте **Безопасные высоты** , используя настройки по умолчанию.
6. На главной панели нажмите **Стратегии обработки** .
7. В окне **Стратегии обработки** выберите вкладку **Чистовая,** затем стратегию **Растр** (рисунок 210).

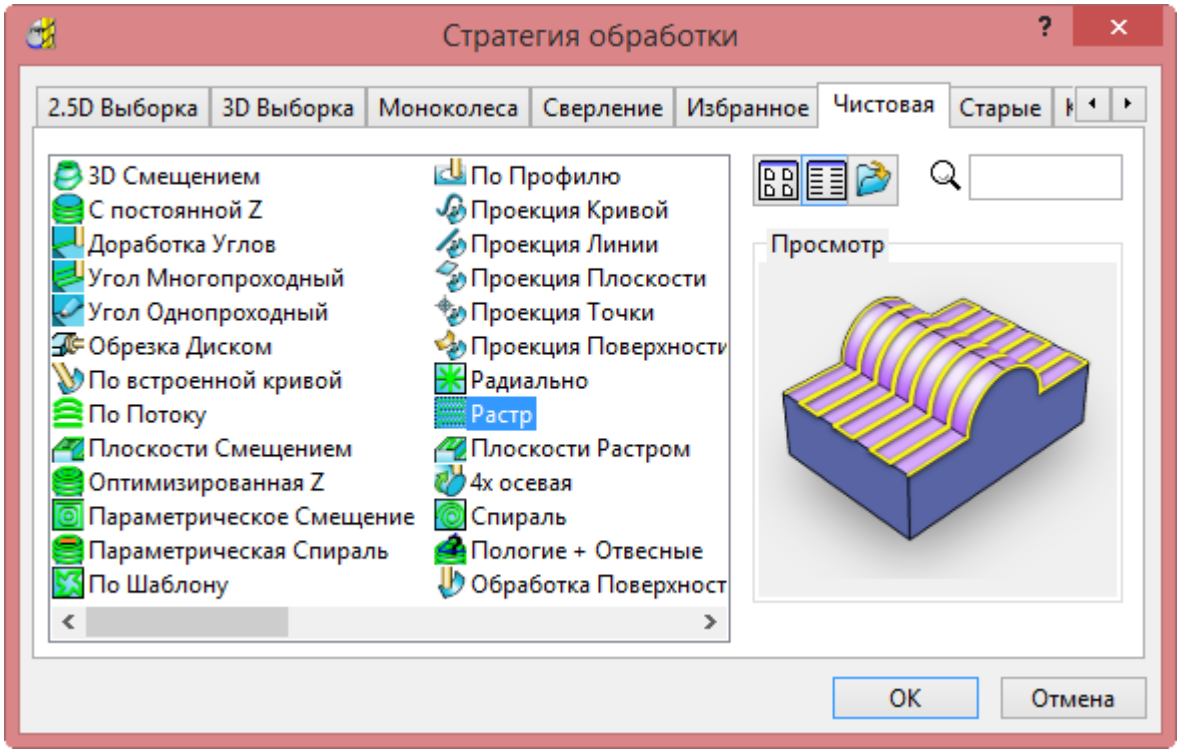


Рисунок 210 – Окно выбора чистовых стратегий обработки

8. Нажмите **OK** для отображения диалогового окна настройки стратегии и установите значения как на рисунке 210.

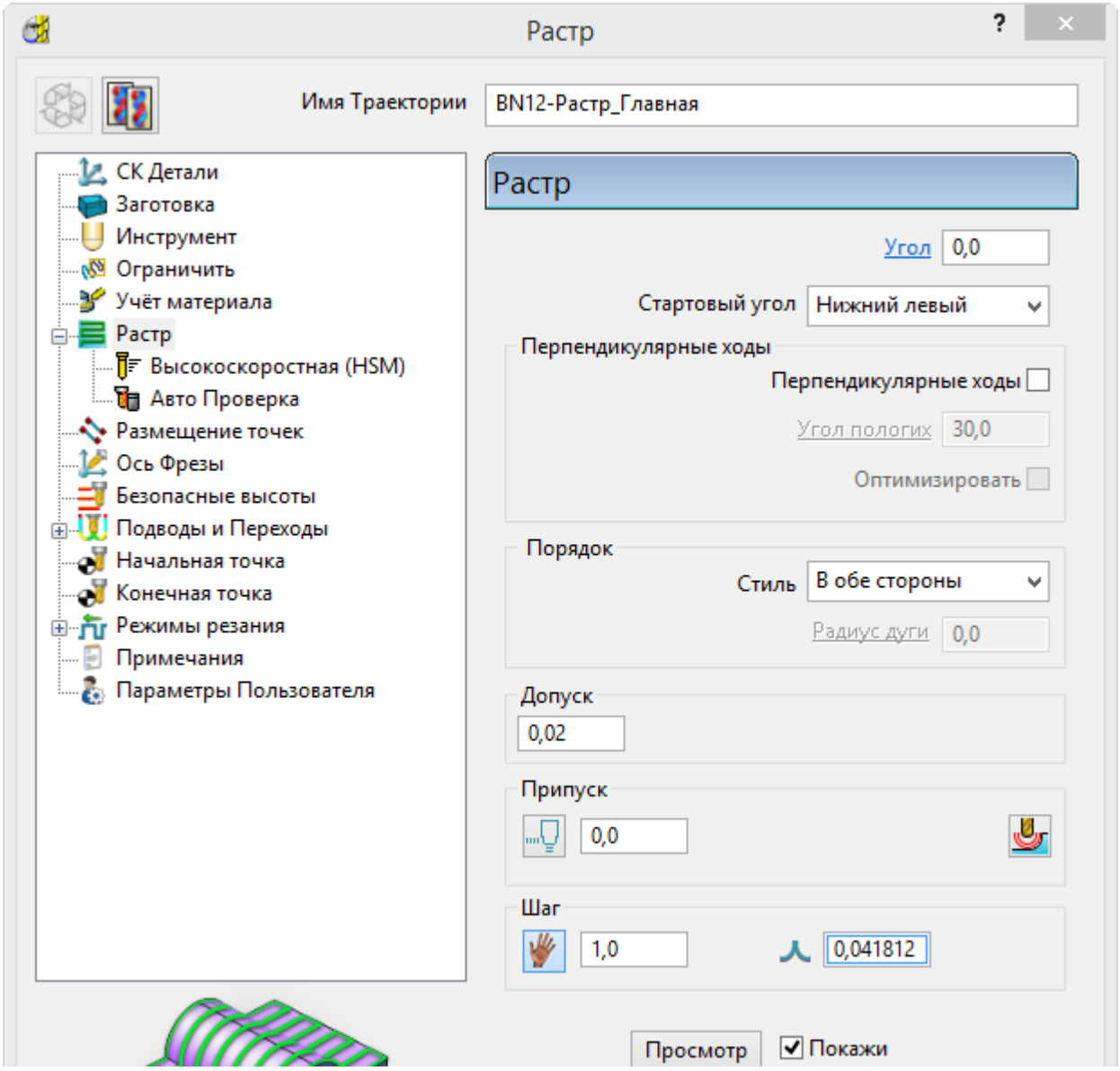


Рисунок 211 – Параметры траектории

9. Нажмите на кнопку **Просмотр** для отображения плоского шаблона траектории (рисунок 212).

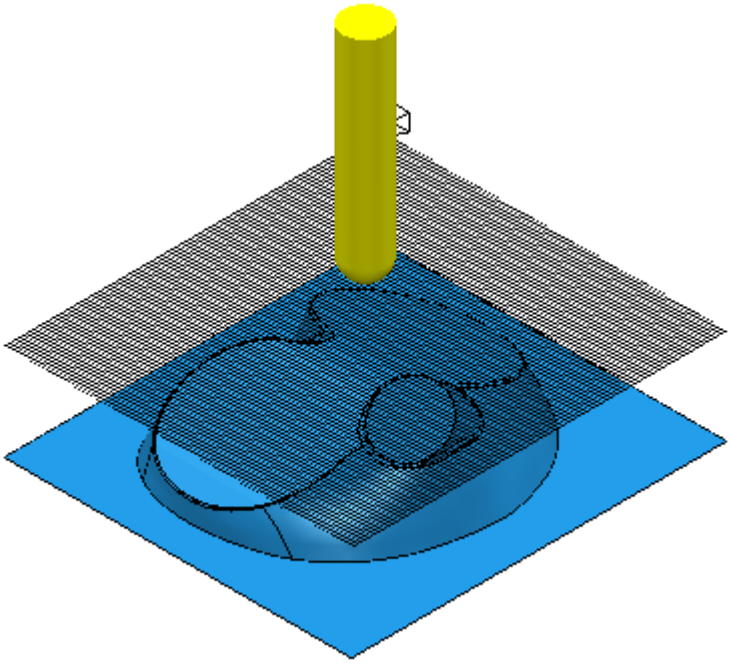


Рисунок 212 – Исходный проецируемый на поверхность шаблон

10. Нажмите **Вычислить** для создания траектории и закройте диалоговое окно (рисунок 213).

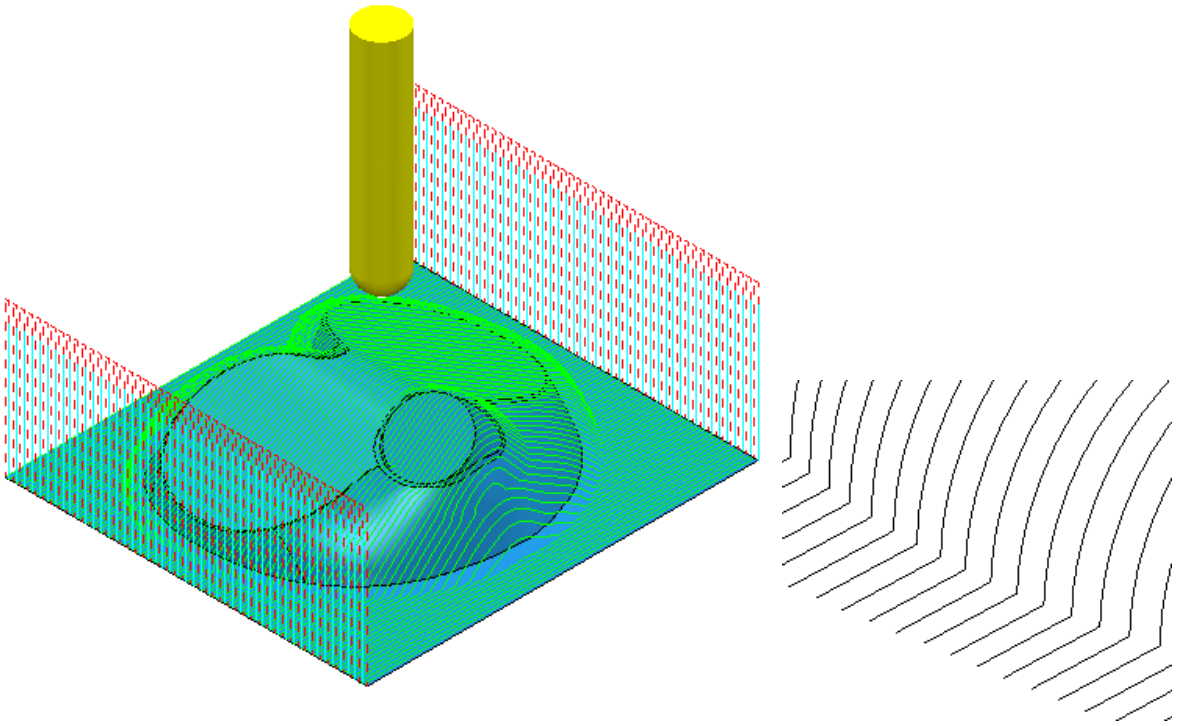


Рисунок 213 – Вычисленная траектория

При ближайшем рассмотрении, можно обнаружитья, что траектория содержит острые углы в вертикальной плоскости.

11. Чтобы избавиться от этого щелкните правой кнопкой мыши в проводнике проекта на траектории **BN12-Растр_Главная** и выберите в меню **Параметры**
12. Нажмите в левом верхнем углу на кнопке **Создать новую траекторию, базируясь на текущей** 
13. Переименуйте траекторию **BN12-Растр_Сгладить углы**
14. В группе параметров **Растр** выберите страницу **Высокоскоростная (HSM)** и отметьте **Сгладить углы,** установив значение радиуса на максимум - 0,2. Данное значения берется от диаметра фрезы, чтобы найти радиус дуги в мм нужно 0,2 умножить на 12 – 2,4 мм (рисунок 214)

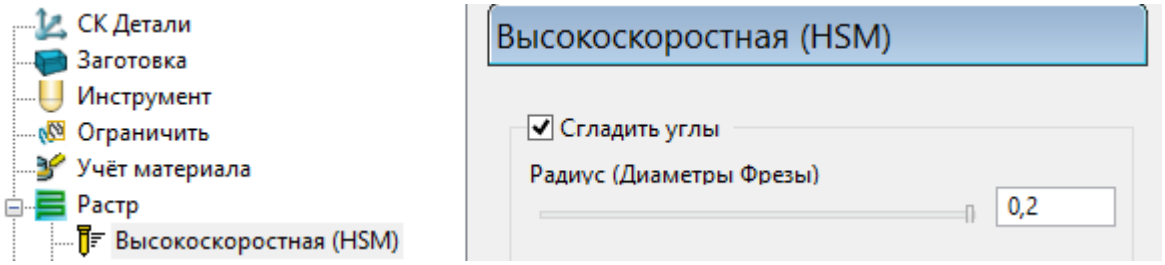


Рисунок 214 – Параметры высокоскоростной обработки

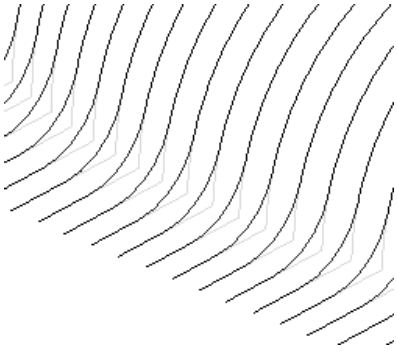


Рисунок 215 – Влияние шага на высоту гребешка на произвольной поверхности

15. Нажмите **Вычислить** для создания траектории и закройте диалоговое окно.

Увеличьте изображение, того же участка, чтобы увидеть сглаженную по дуге траекторию (рисунок 215).

В конце каждого рабочего реза инструмент поднимается до безопасной высо-

ты, смещается на величину шага (1 мм) и опускается к следующему рабочему резу. Такие большие холостые перемещения для близко расположенных рабочих резов значительно увеличивают время обработки. Чтобы повысить эффективность обработки нужно выбрать альтернативный вариант перехода между рабочими резами.

16. На главной панели нажмите кнопку **Подводы и переходы** .
17. Выберите вкладку **Переходы** и в параметрах **Короткие** выберите **Дуга, Длинные – Обе в приращения, Текущий – Обе в приращения** и нажмите кнопку **Выполнить** и **Принять** (рисунок 216)**.**

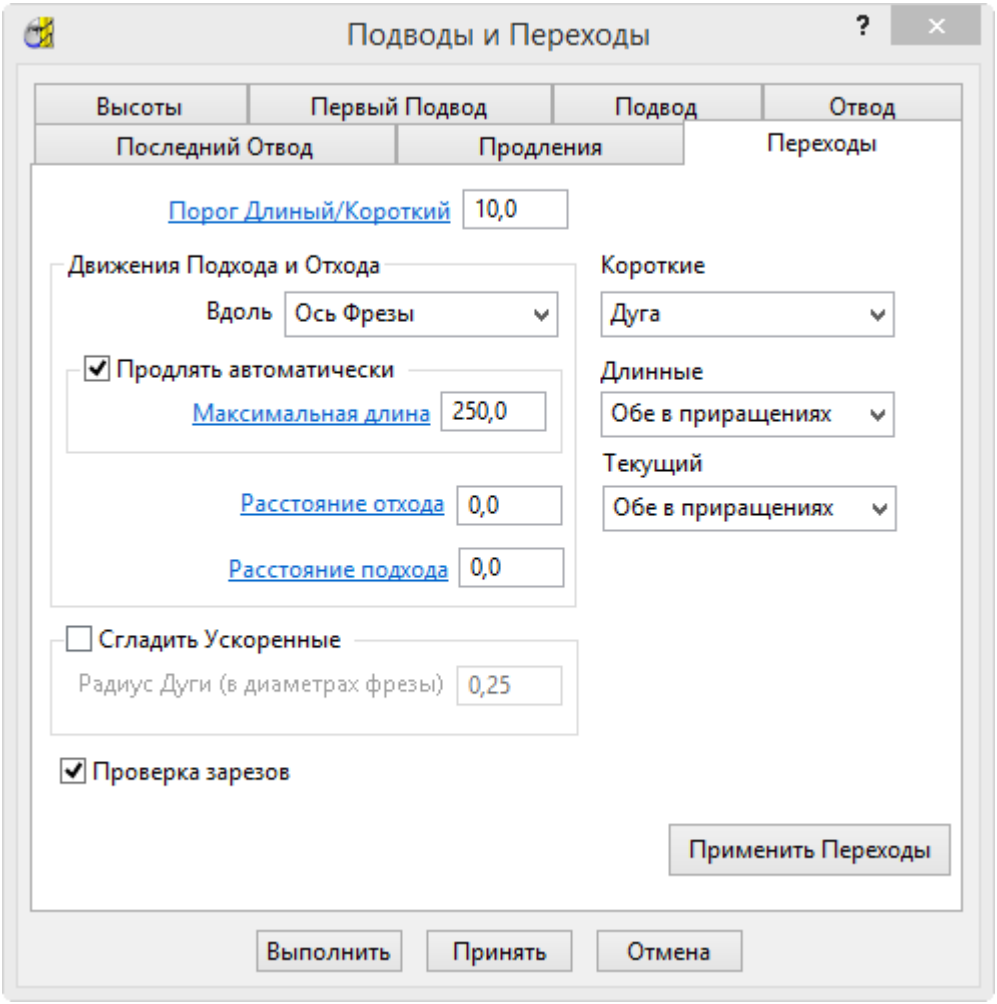


Рисунок 216 – Окно «Подводы и переходы»

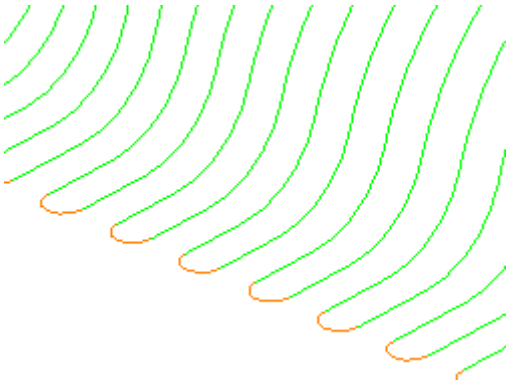


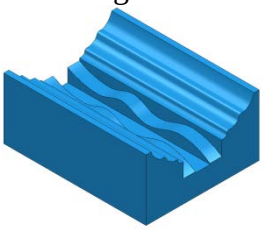
Рисунок 217 – Сглаженные по дуге переходы

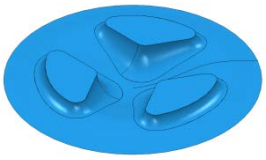
Все неэффективные холостые перемещения заменены на короткие перемещения по дуге (рисунок 217).

Самостоятельно выполните Задание 8:

Создайте стратегии финишной обработки для деталей в таблице 20:

Таблица 20 – Задание 8

Модель	**Заготовка**	**Инструмент**	**Стратегии**
Compound-Profile.dgk 	Тип – Блок Припуск – со всех сторон 0	Скругленная фреза: ДФ – 8; РК – 1	**Растр**: Угол – 90; Порядок – В обе стороны; Шаг – 1 мм; Подводы и Переходы: Подвод – Касательный (расстояние – 5 мм); Отвод – Касательный (расстояние – 5 мм); Переходы: Короткие – Дуга
Radial.dgk 	Тип – Цилиндр Припуск – со всех сторон 0	Шаровая фреза: ДФ – 2	**Радиально:** Радиус: Начало – 120, Конец – 0; Угол: Начало – 0, Конец – 360, Шаг – 0,5; Порядок – В обе стороны; Подводы и переходы: Переходы: Короткие – Дуга

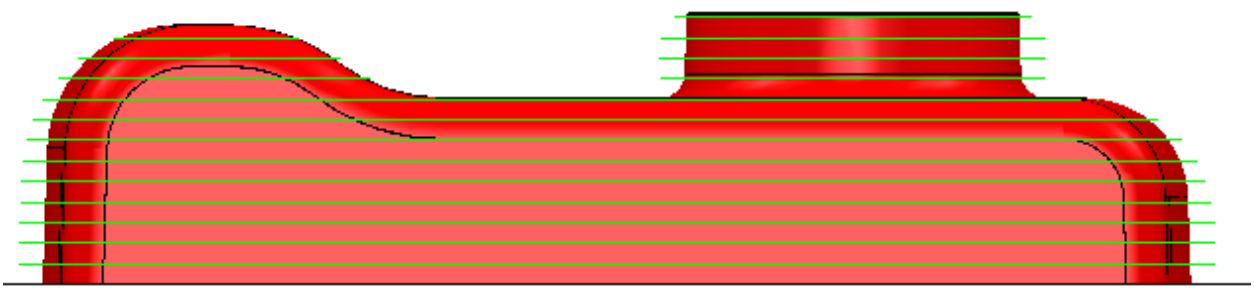
Модель	Заготовка	Инстру-мент	Стратегии
Swheel.dgk 	Тип – Цилиндр Припуск – со всех сторон 0	Шаровая фреза: ДФ – 8	**Спираль:** Радиус: Начало – 70, Конец – 0; Шаг – 1;

2.15.3 Финишные траектории обработки отвесных поверхностей

К этим стратегиям обработки относятся **С постоянной Z** и **Оптимизированная Z**. Принцип их работы существенно отличается от стратегий для обработки пологих поверхностей.

Стратегия **С постоянной Z,** на первом этапе строит с равным шагом по Z (задаваемым пользователем) горизонтальные плоскости, пересекающие деталь. Линии пересечения этих плоскостей с деталью и будут сегментами траектории (рисунок 218).

Достоинством данной стратегии обработки является горизонтальность сегментов траектории, что обеспечивает для инструмента благоприятные условия при резании. Недостаток траектории заключается в зависимости **Шага по поверхности** и **Высоты гребешка** от угла между горизонтальной плоскостью и касательной к точке обработки (рисунок 219).



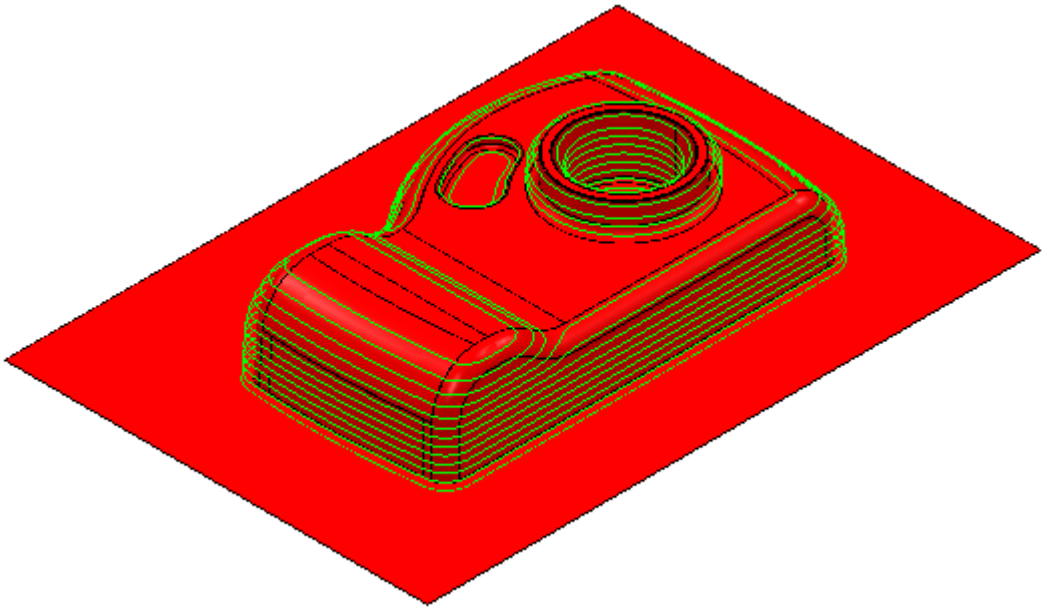


Рисунок 218 – Сегменты траектории «С постоянной Z»

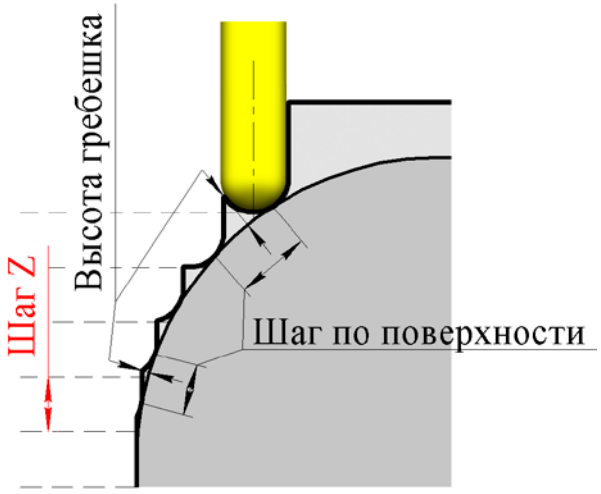
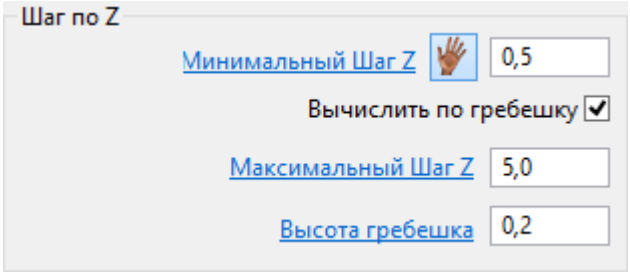


Рисунок 219 – Влияние величины шага по Z на высоту гребешков

Еще одна проблема заключается в том, что для горизонтальных поверхностей сегменты траектории не создаются .

По умолчанию **Шаг Z** в траектории постоянный, однако, можно использовать функцию **Вычислить по гребешку** (рисунок 220)**.** В этом случае, шаг Z будет переменным и лежать в диапазоне от минимального (0,5) до максимального (5,0) значения, стремясь обеспечить заданную высоту гребешка (0,2).



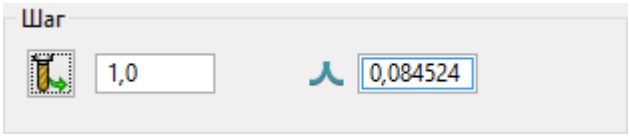


Рисунок 220 – Параметры шага по Z

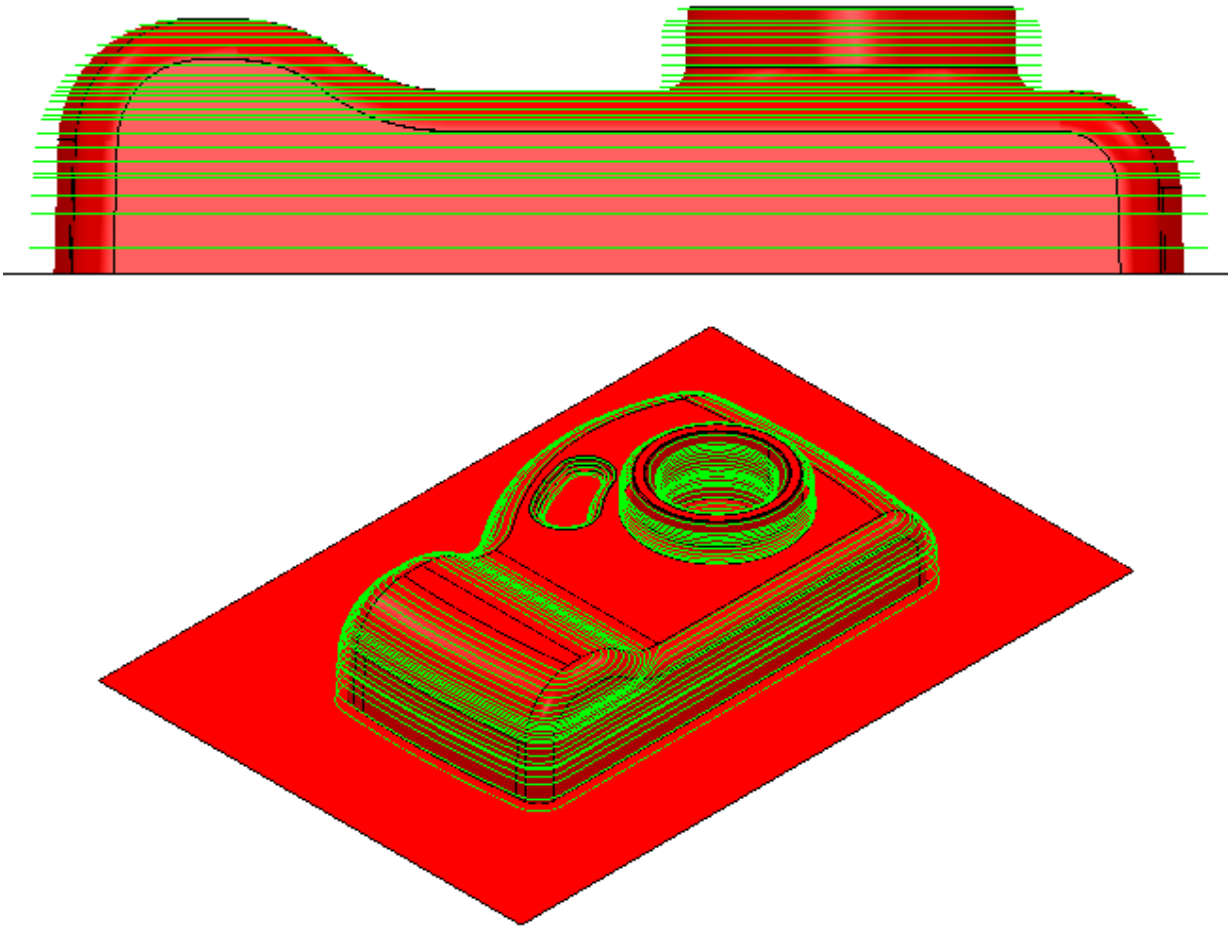


Рисунок 221 – Стратегия «С постоянной Z» и включенной опцией «Вычислять по гребешку»

Таких недостатков лишена стратегия **Оптимизированная Z.**

Как и в предыдущей стратегии существует связь **Шага Z** и **Высоты гребешка.** В начале работы стратегии, генерируются секущие плоскости с указанным шагом и строятся сегменты траектории, аналогично **Постоянной Z**. Далее анализируются сегменты траектории и получаемые при этом высоты гребешков. На пологих участках, где высоты гребешков превосходят указанные значения, применяется способ генерации сегментов эквидистантным

смещением ближайшего сгенерированного сегмента с аналогичным шагом, но по поверхности. Таким образом, стратегия может успешно сгенерировать траектории обработки как для отвесных поверхностей, так и для пологих с одинаковым шагом (рисунок 222).

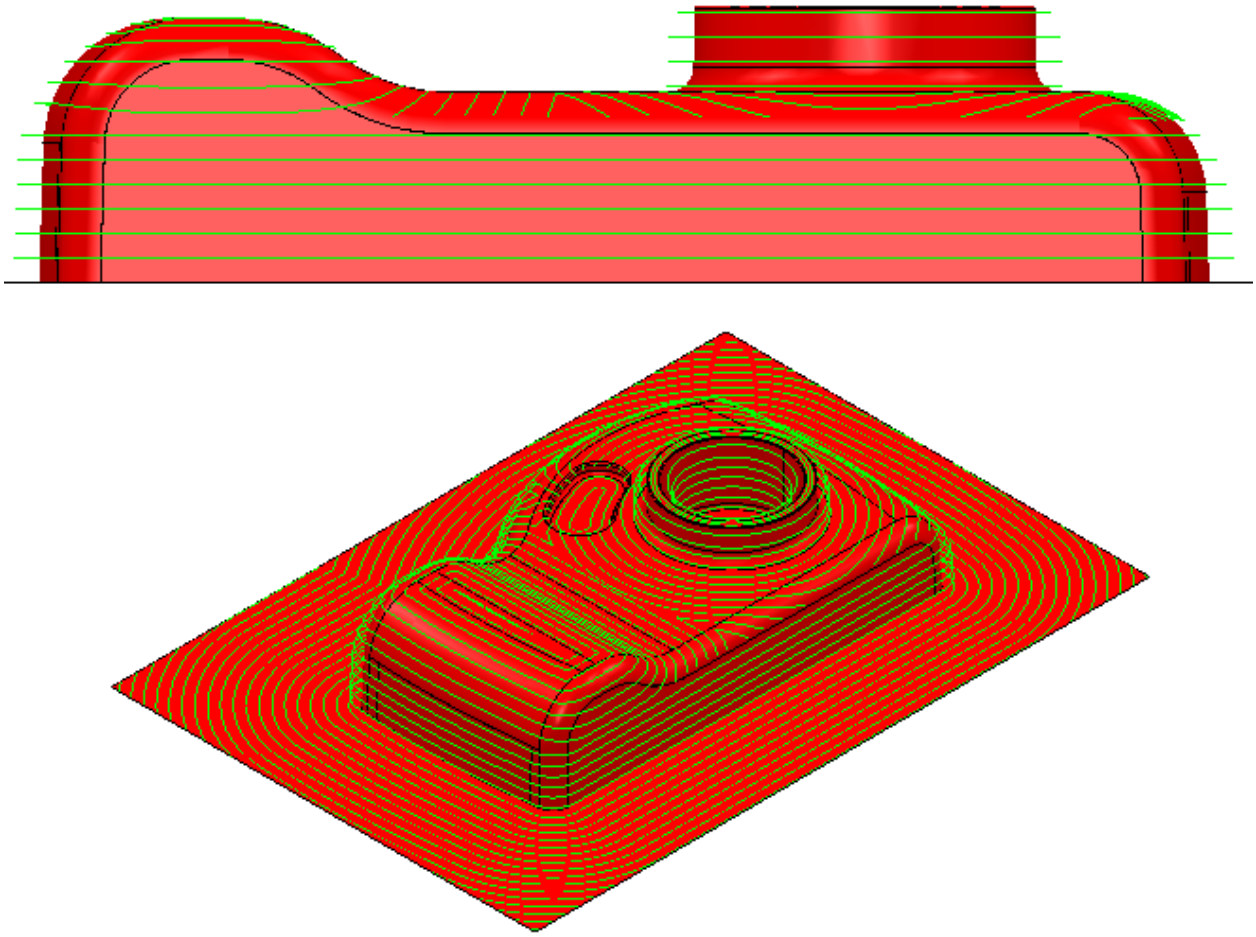


Рисунок 222 – Стратегия «Оптимизированная Z»

Практическое задание

1. В панели **Меню** Выберите **Файл – Удалить Все**, затем **Инструменты – Сбросить Диалоги**.
2. В панели **Меню** выберите **Файл – Импорт модели:**

.....\PowerMILL_Data\Models\Opt-ConstZ.dgk

3. Создайте инструмент **скругленная фрезу** с параметрами, как на рисунке223.

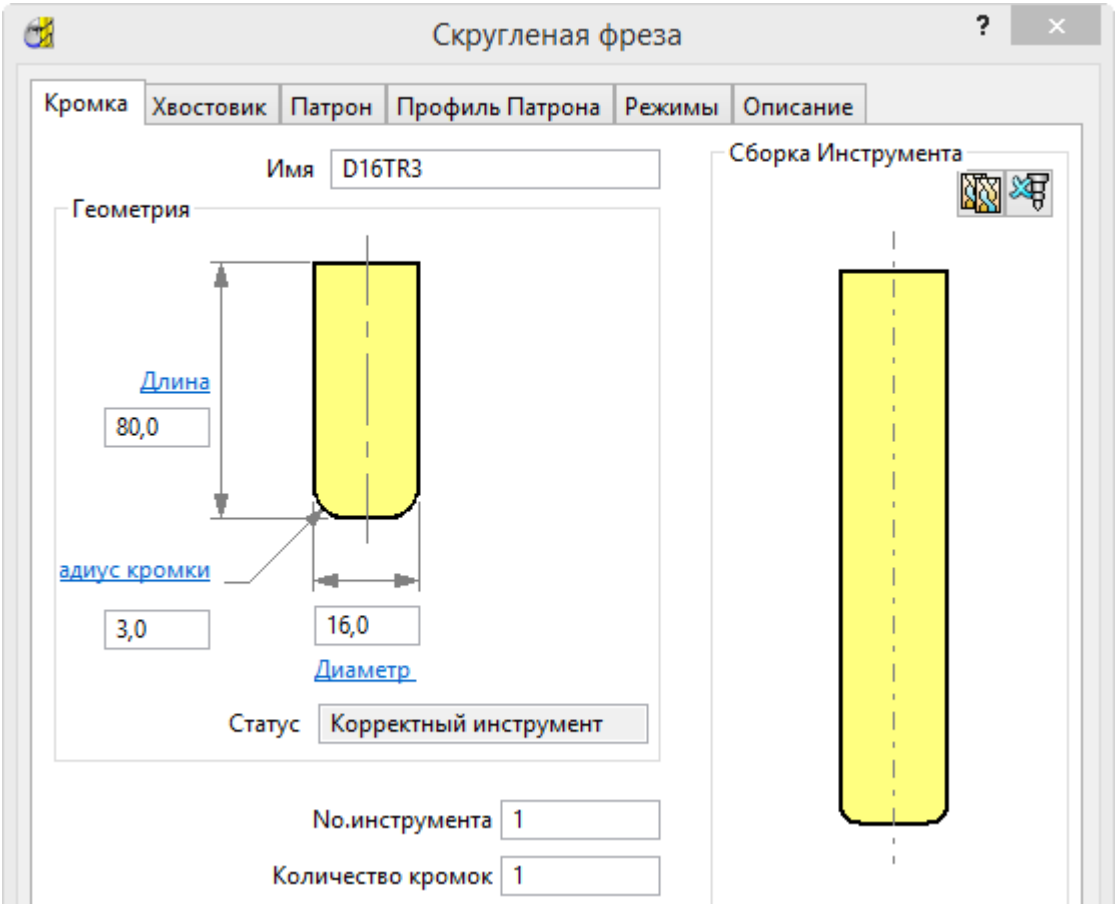


Рисунок 223 – Параметры создаваемого инструмента

4. Вычислите Заготовку типа **Блок** с настройками по умолчанию.
5. Рассчитайте **Безопасные высоты**, используя настройки по умолчанию.
6. На главной панели нажмите **Стратегии обработки**, выберите вкладку **Чистовые** и выберите **Постоянная Z.**

7. В диалоговом окне введите параметры аналогичные представленным на рисунке 224, затем нажмите **Вычислить** и **Отмена.**

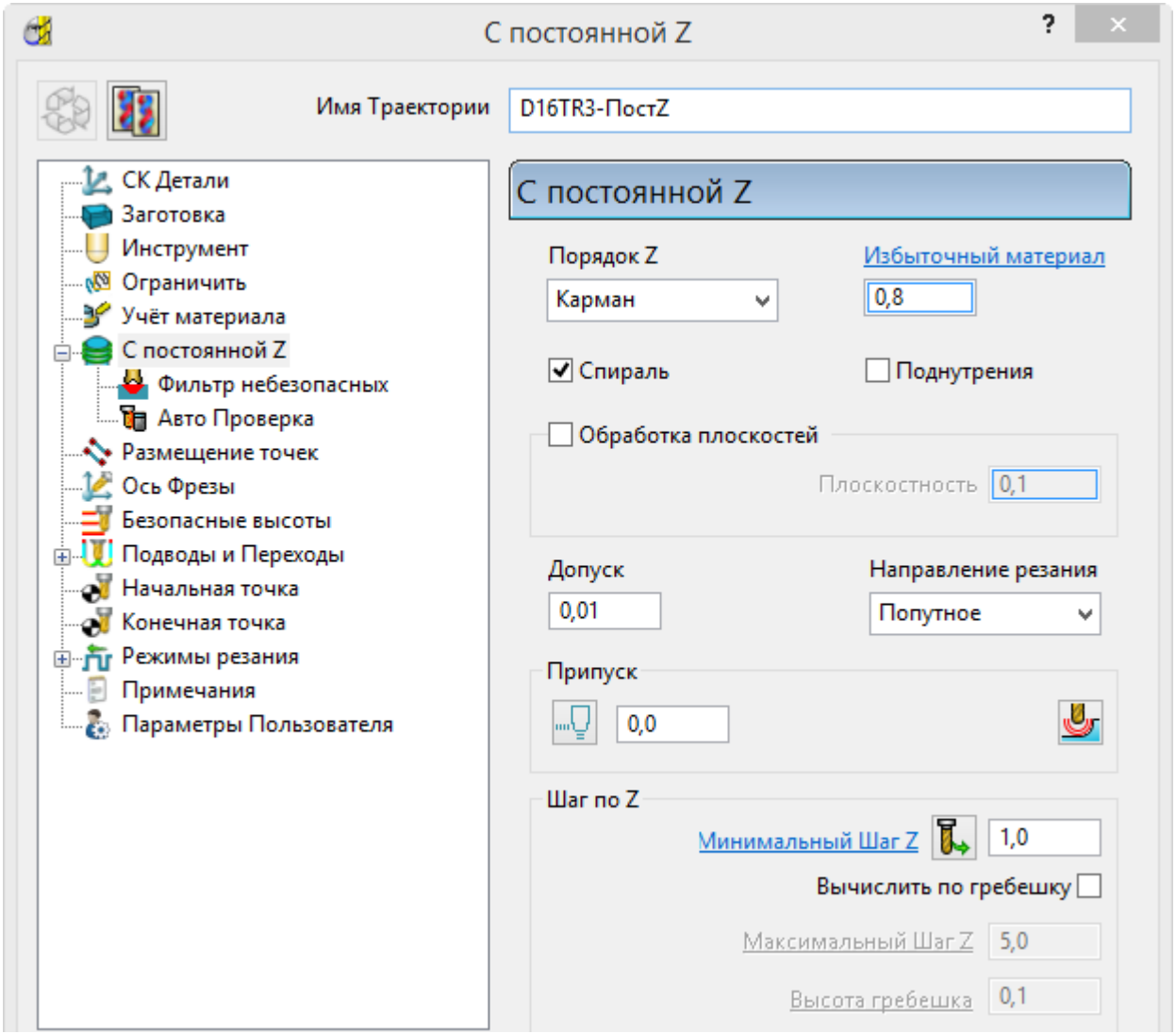


Рисунок 224 – Параметры стратегии «С постоянной Z»

Опция **Спираль** соединяет сегменты траектории в одну сплошную линию, что позволяет вести обработку непрерывно, сэкономить время и исключить нежелательные переходы и врезания.

Траектория была сгенерирована только для отвесных поверхностей, не затронув плоские, а для обработки плоскостей можно воспользоваться траекториями **Плоскости смещением, Плоскости растром** либо одну из траекторий для пологих поверхностей внутри предварительно созданных границ (рисунок 225).

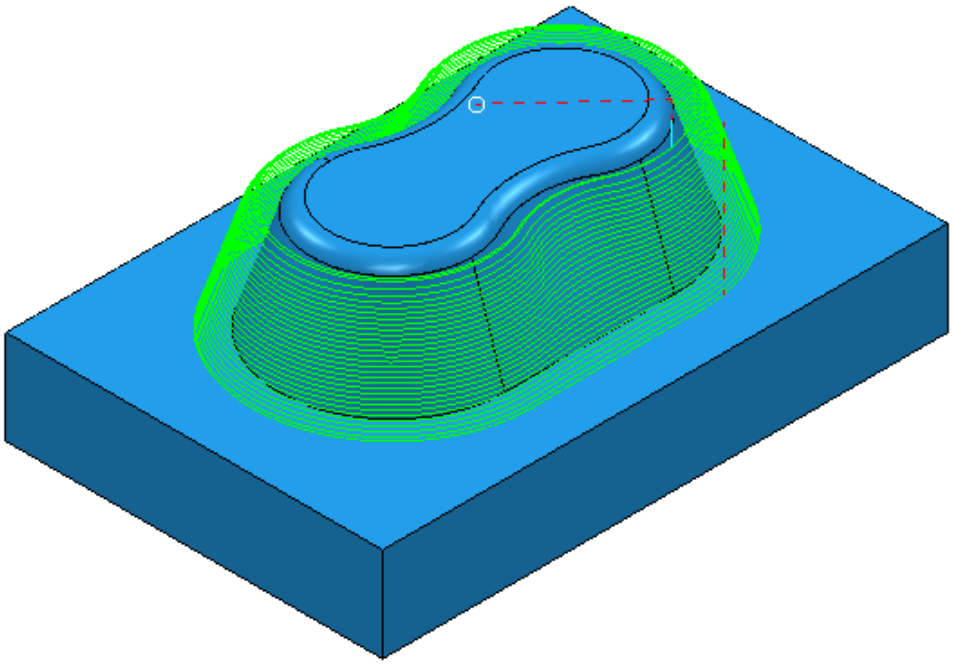


Рисунок 225 – Вычисленная траектория «С постоянной Z»

Теперь используем стратегию **Оптимизированная Z,** чтобы две стратегии.

8. Нажмите на кнопке **Стратегии обработки** , затем перейдите во вкладку **Чистовые** и выберите **Оптимизированная Z.**
9. Введите в диалоговом окне параметры, аналогичные представленным на рисунке 226, затем нажмите **Вычислить** и **Отмена**:

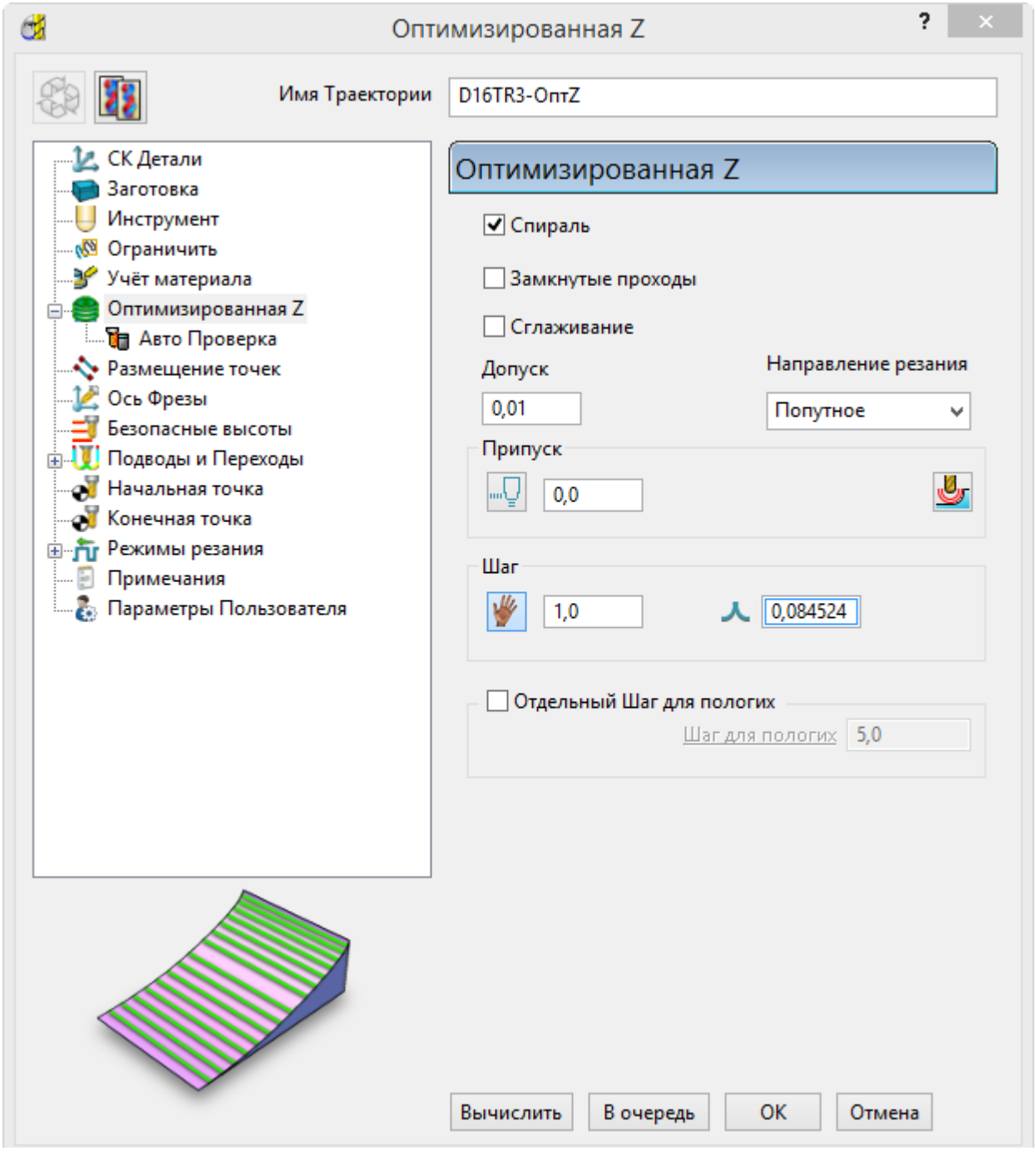


Рисунок 226 – Параметры стратегии «Оптимизированная Z»

Стратегия позволила создать сегменты траектории не только на отвесных поверхностях, но и на плоскостях с одинаковым шагом по поверхности (рисунок 227). Однако, в получившейся траектории слишком большое количество переходов, а также полученный шаг для плоскостей может быть уменьшен, т.к. фреза имеет плоский торцевой участок диаметром 10 мм. Чтобы повысить эффективность данной стратегии, изменим параметры тра-

ектории, увеличив шаг для пологих поверхностей до 6 мм и уменьшим лишние подъемы инструмента, замкнув проходы для пологих участков.

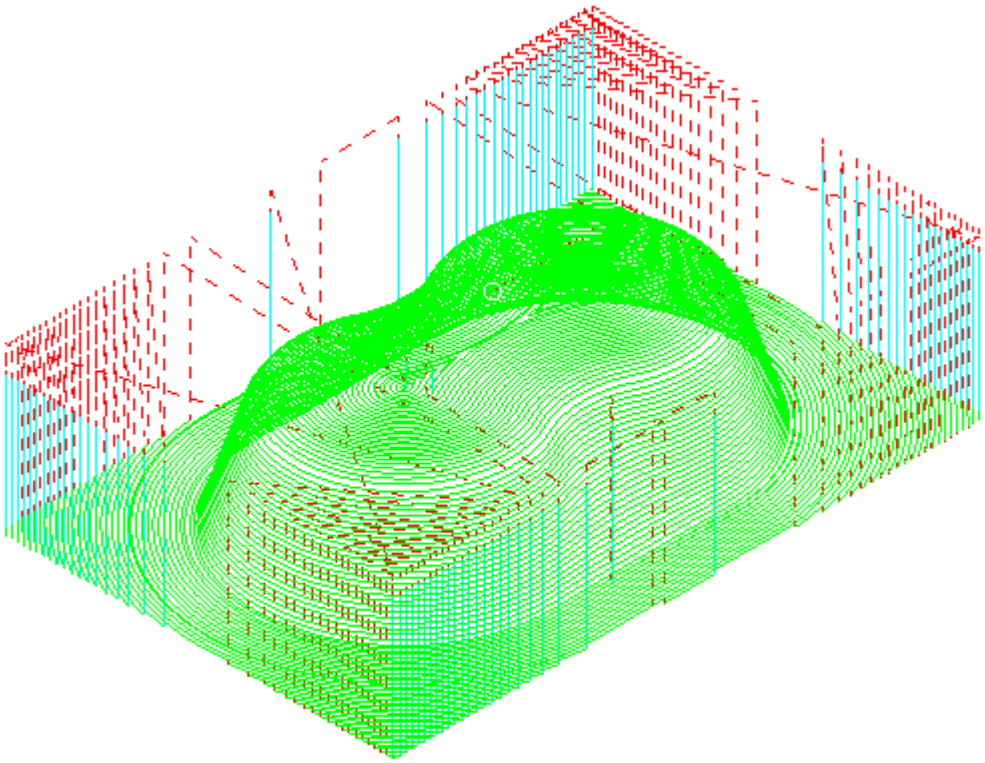


Рисунок 227 – Вычисленная траектория «Оптимизированная Z»

10. В проводнике нажмите правой кнопкой на траектории **D16TR3-ОптZ** и выберите **Параметры**.
11. В окне параметров нажмите на кнопку **Создать новую траекторию, базируясь на текущей** 
12. Настройте параметры аналогично рисунку 228, затем нажмите **Вычислить** и **Отмена**:

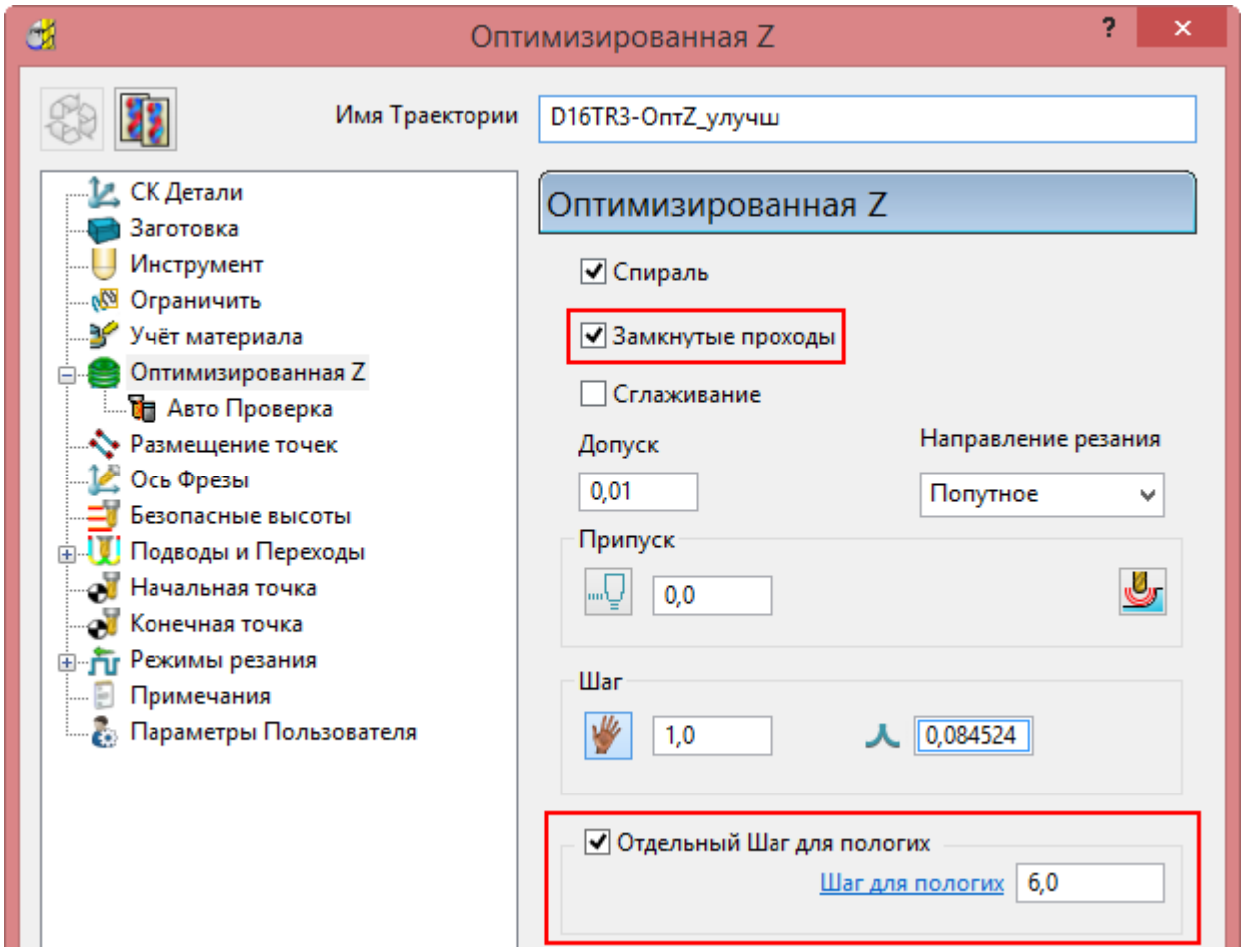


Рисунок 228 – Новые параметры стратегии «Оптимизированная Z»

Полученная траектория будет выглядеть как на рисунке

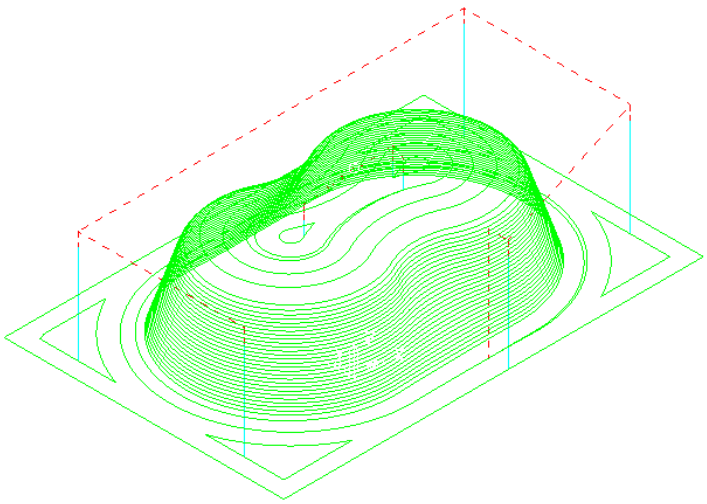


Рисунок 229 – Вычисленная траектория «Оптимизированная Z»
с новыми параметрами

Чтобы узнать на сколько новая траектория стала эффективнее, сопоставим время обработки двух траекторий **D16TR3-ОптZ** и **D16TR3-ОптZ_улучш.**

13. В проводнике нажмите правой кнопкой на траектории **D16TR3-ОптZ_улучш** выберите **Статистика…** (рисунок 230)**:**

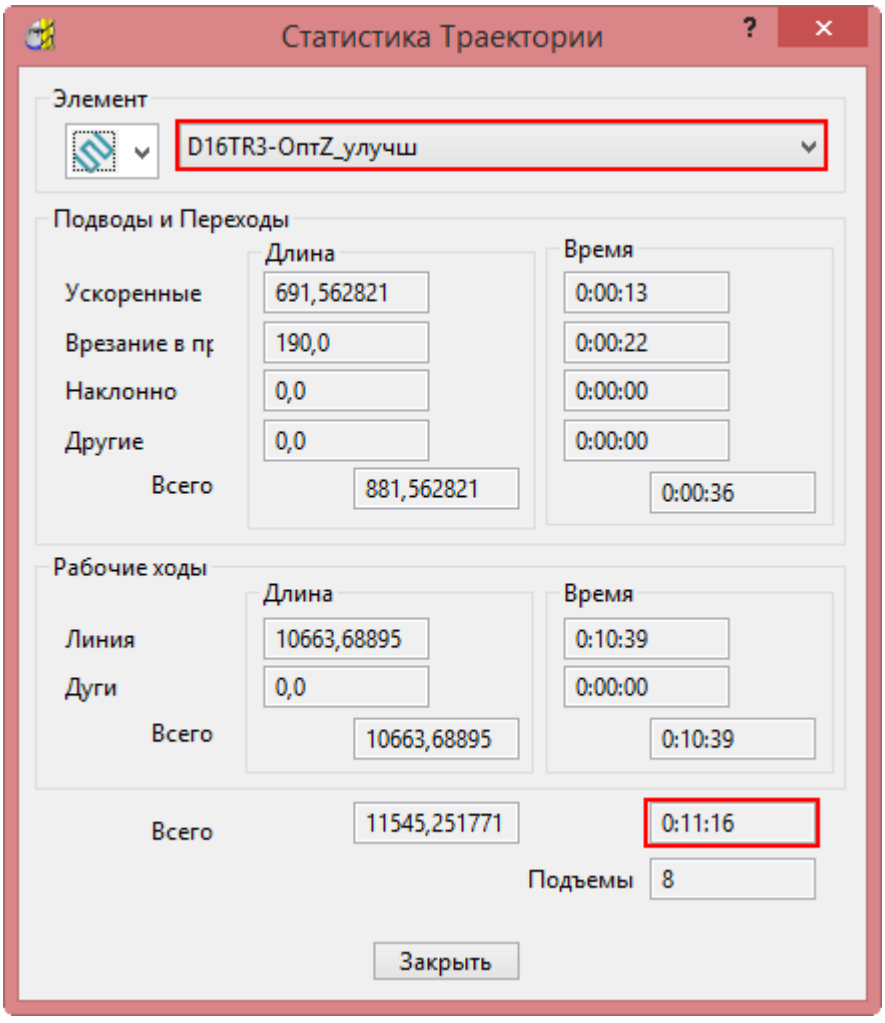


Рисунок 230 – Окно «Статистика Траектории»

14. В верхней части окна в группе **Элемент** выберите траекторию **D16TR3-ОптZ**, чтобы увидеть информацию по ней (рисунок 231):

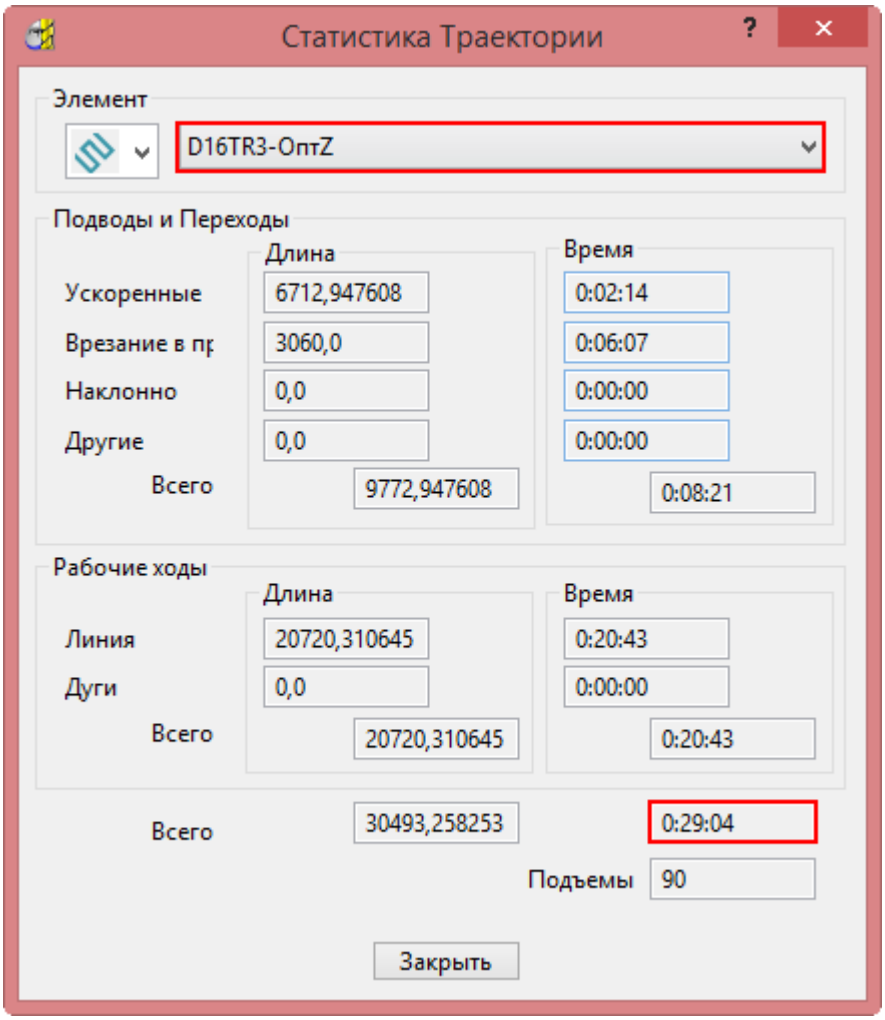


Рисунок 231 – Окно «Статистика траектории»

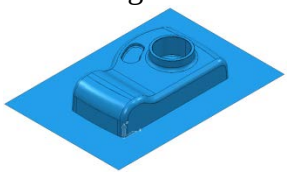
Видно, что общее время обработки сократилось на 62%, при этом уменьшилось время на **Подводы и Переходы** на 93%, а рабочие ходы – на 50%.

Самостоятельно выполните Задание 9:

1. Составить стратегии выборки и стратегии финишной обработки для деталей таблицы 21.
2. Оценить с помощью инструмента Статистика суммарное время двух стратегий – Постоянная Z и Плоскости смещением, сопоставить результат с одной стратегией – Оптимизированная Z.
3. Провести симуляцию всех стратегий во ViewMill;

4. Сделать вывод о наиболее оптимальном сочетании стратегий обработки для каждой детали и составить рекомендации по повышению эффективности данных стратегий.

Таблица 21 – Задание 9

Модель	Заготовка	Инструмент	Стратегии
Cones.dgk 	Тип – Цилиндр Припуск – со всех сторон 5 мм	Скругленная фреза: ДФ – 24; РК – 4	**Выборка 3D Модель** (тип – Смещать Все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ, Припуск – 5 мм)
		Скругленная фреза: ДФ – 20; РК – 1	**Постоянная Z** (Спираль – Вкл; Шаг– 1 мм)
		Концевая фреза: ДФ – 20	**Плоскости смещением** (Шаг – 5 мм)
		Скругленная фреза: ДФ – 20; РК – 1	**Оптимизированная Z** (Спираль – Вкл; Шаг– 1 мм, Отдельный Шаг для пологих – Вкл; Шаг для пологих – 5 мм)
Camera.dgk 	Тип – Блок Припуск – со всех сторон 0, по Z max – 5 мм	Скругленная фреза: ДФ – 16; РК – 2	**Выборка 3D Модель** (тип – Смещать Все, Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ, Припуск – 2 мм)
		Скругленная фреза: ДФ – 12; РК – 1	**Постоянная Z** (Спираль – Вкл; Шаг– 0,5 мм; Вычислить по гребешку – Вкл; Максимальный Шаг Z – 5,0 мм; Высота гребешка – 0,1 мм)
			Плоскости смещением (Шаг – 5 мм)
			Оптимизированная Z (Спираль – Вкл; Шаг– 0,5 мм, Отдельный Шаг для пологих – Вкл; Шаг для пологих – 5 мм)

2.16 Создание NC-Файла

Конечной целью работы в PowerMill является создание управляющей программы для станка с ЧПУ на языке понятном данному станку. Любая из созданных траекторий обработки может быть включена в NC-файл для последующего постпроцессирования и получения файла управляющей программы.

Постпроцессирование – операция преобразования информации о траекториях (координаты точек, форма элементарных сегментов, режимы резания, используемый инструмент и т.д.), полученной CAM-системой в текстовый файл управляющей программы.

Правила преобразования информации о траекториях для конкретного станка содержатся в опционном файле, используемым при постпроцессировании. Для создания NC-файлов под конкретный станок следует иметь соответствующий опционный файл и знать возможности станка (таблица 22):

Таблица 22 – Разделение управляющей программы на NC-файлы

Возможности станка	**Рекомендации для NC- файла в зависимости от возможностей станка**	
	Отсутствует	**Присутствует**
Устройство автоматической смены инструмента	В одном NC-файле должны содержатся траектории использующие один инструмент	В одном NC-файле можно использовать траектории с различными инструментами
Поворотная ось в станке	Один NC-файл должен содержать траектории, использующие одну систему координат, либо системы координат с одинаковой ориентацией	Можно использовать в одном NC-файле траектории с системами координат различной ориентацией.

В общем случае, количество траекторий, включенных в один NC-файл не ограниченно, как и не ограничено количество NC-файлов в одном проекте.

Далее попробуем создать NC-файл под станок ЧПУ с контроллером Heidenhain:

Практическое задание

Далее создайте NC-файл под станок ЧПУ с контроллером Heidenhain:

1. В панели **Меню** Выберите **Файл – Удалить Все**, затем **Инструменты – Сбросить Диалоги**.
2. В панели **Меню** выберите **Файл – Открыть Проект:**

.....\PowerMILL_Data\Projects\NCProgram-Start

На первом этапе, настроим путь вывода файлов управляющей программы.

3. В проводнике нажмите правой кнопкой мыши на **NC-Файлы** и выберите **Параметры**.
4. В параметрах NC-файлов выберите опцию **В проект – Вкл.** Включение этого параметра приводит к создание в папке с проектом дополнительной папки **ncprogram,** в которую будут сохраняться все NC-файлы после постпроцессирования (рисунок 232).

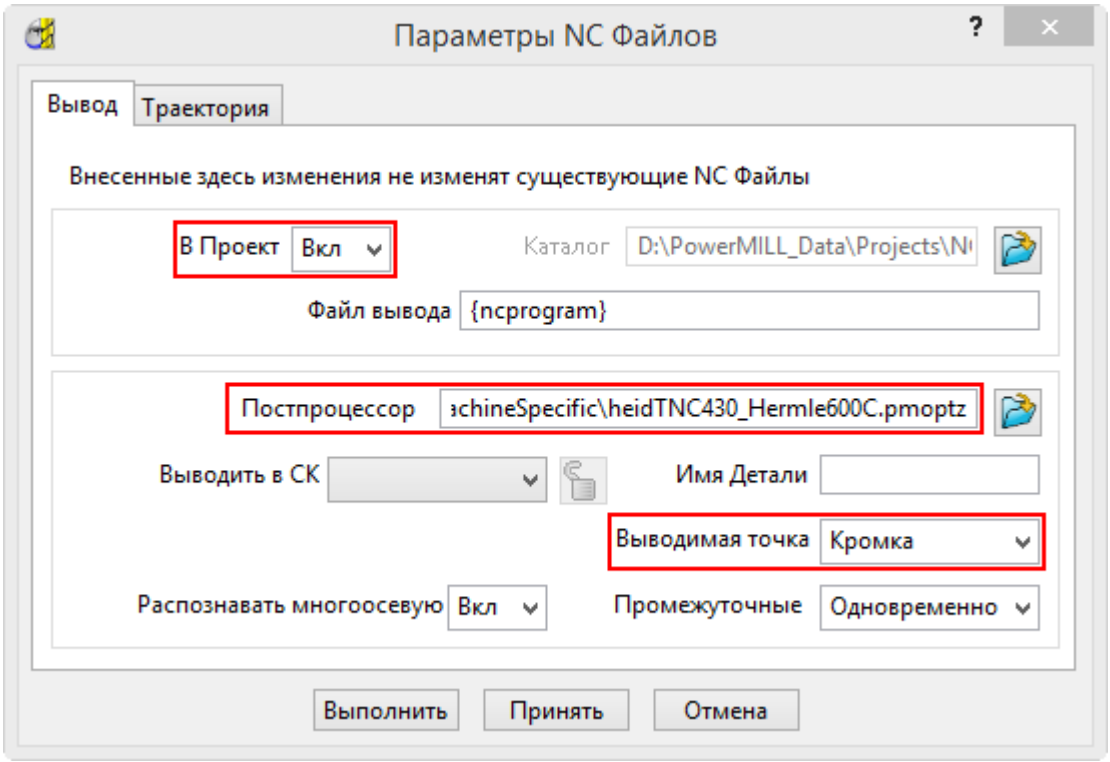


Рисунок 232 – Окно «Параметры NC Файлов»

5. Выберем нужный файл постпроцессора, нажав на кнопку  в появившемся окне находим следующий опционный файл:

C:\Users\Public\Documents\PostProcessor 2015 (x64) Files \MachineSpecific\heidTNC430_Hermle600C.pmoptz

6. Выберите опцию **Выводимая точка – Кромка**
7. Нажмите **Выполнить** и **Принять**.
8. В проводнике проекта нажмите правой кнопкой мыши на **NC Файлы** и выберите **Создать NC Файл** (рисунок 233)**:**

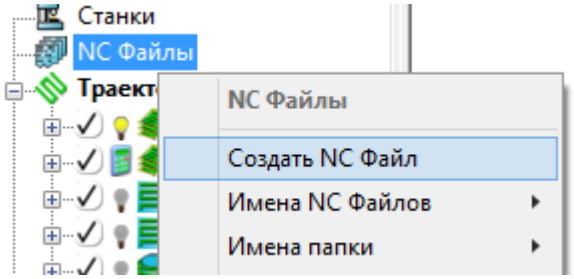


Рисунок 233 – Команда создания NC-файла

9. В появившемся окне введите параметры, аналогично представленным на рисунке 234.

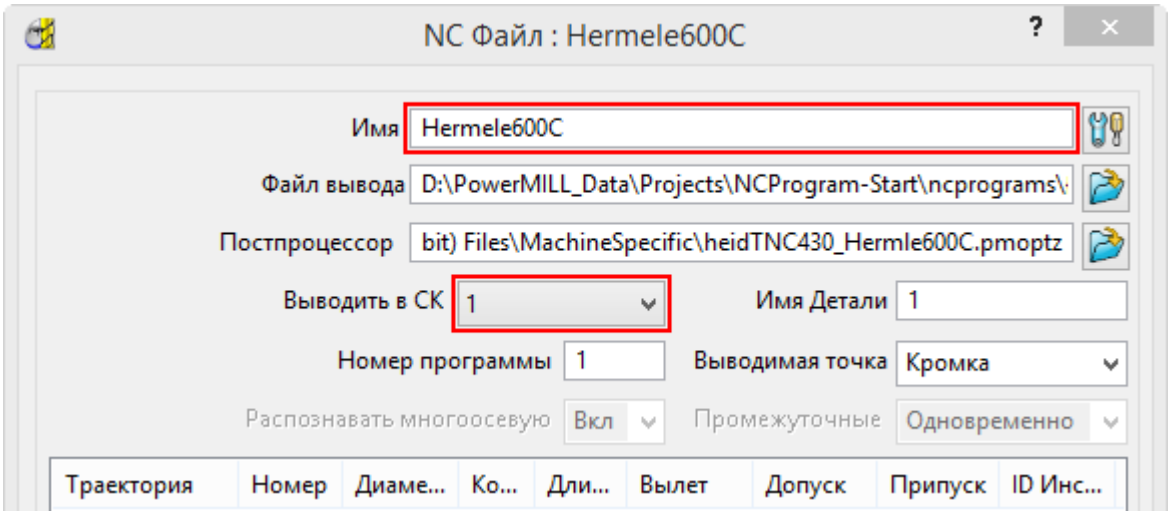


Рисунок 234 – Параметры создаваемого NC-файла

На данном этапе NC-файл не содержит траектории, которые можно постпроцессировать.

10. Не закрывая окна **NC Файл**, разверните траектории нажав на 

.

11. Нажмите правой кнопкой мыши на траектории **Roughing_16** и выберите в контекстном меню **Добавить в – NC файл** (рисунок 235)**:**

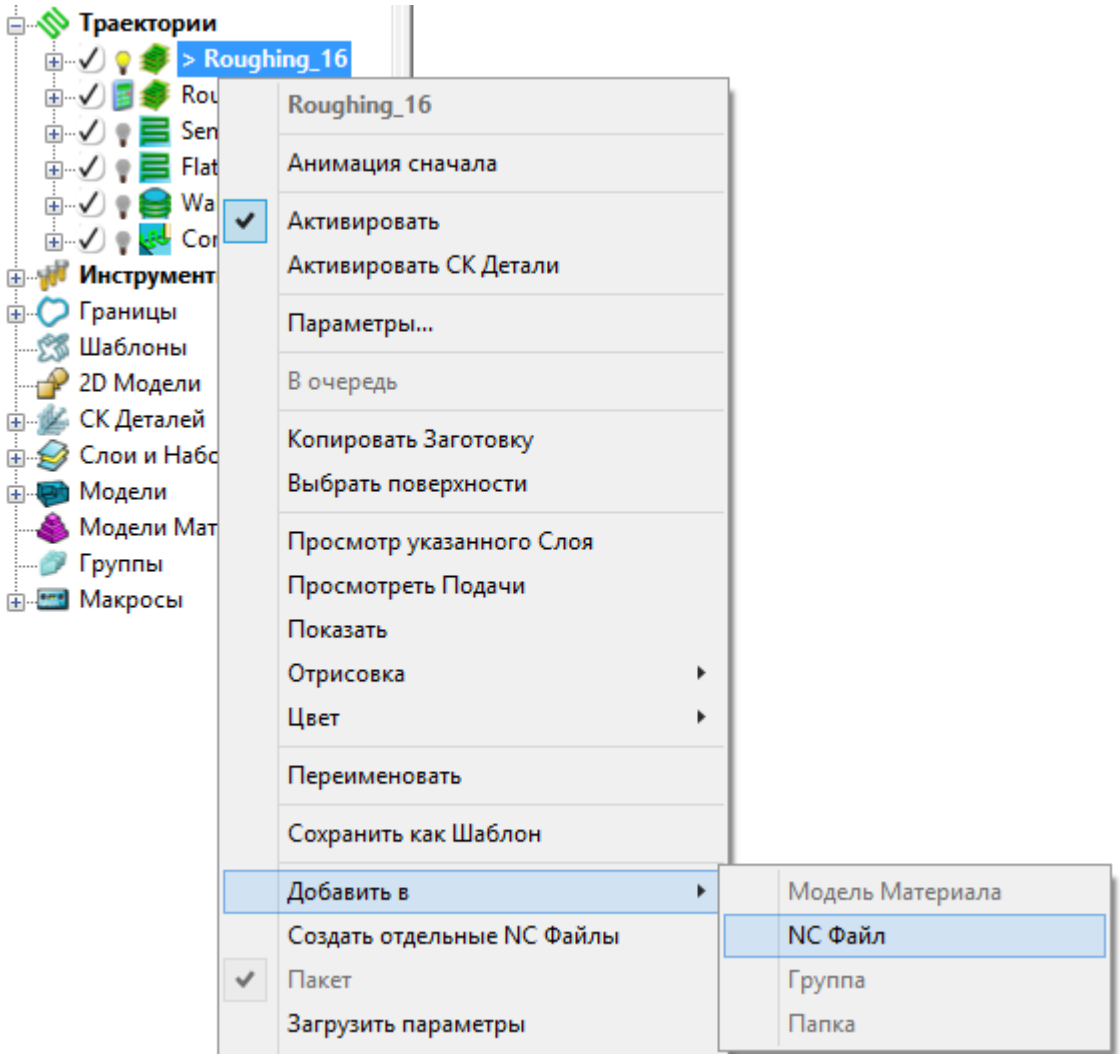


Рисунок 235 – Команды контекстного меню активной траектории

В результате траектория будет отображатся в списке **NC Файла** и в окне **NC Файла** (рисунок 236).

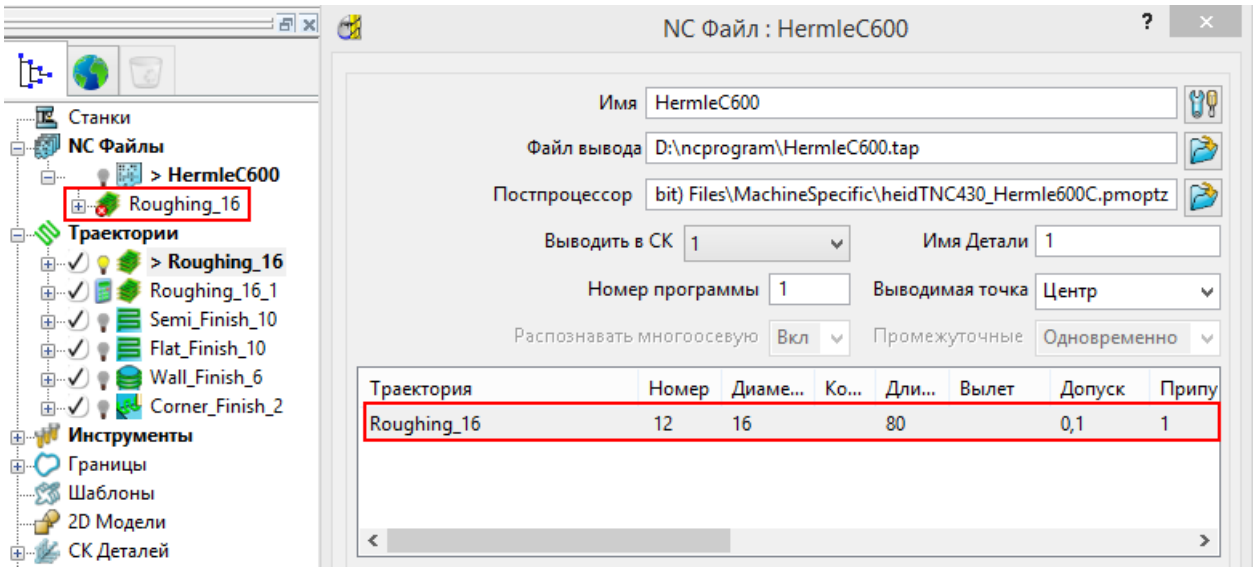


Рисунок 236 – Результат добавления траектории в NC файл

12. Подобным образом добавьте траектории: **Semi_Finish_10, Flat_Finish_10, Wall_Finish_6, Corner_Finish_2**

Добавленные в NC Файл траектории можно также исключить с помощью соответствующей команды контекстного меню (рисунок 237).

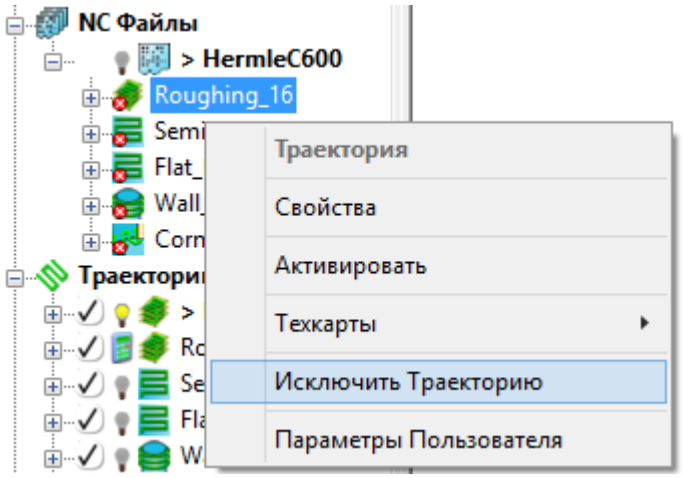


Рисунок 237 – Команда исключения выбранной траектории из NC файла

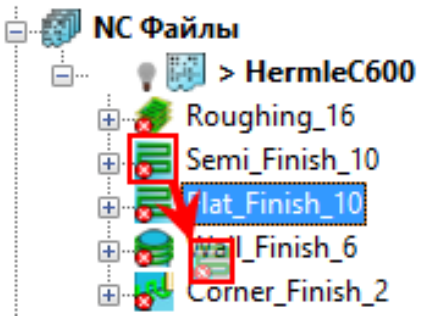


Рисунок 238 – Процедура изменения последовательности выполнения траекторий в NC файле

Можно изменять последовательность траекторий. Для этого нужно нажать и удерживать левую кнопку мышки на пиктограмме траектории, затем переместить курсор выше или ниже по списку траекторий в проводнике, внутри NC-файла и отпустить в позиции, после которой необходимо вставить перемещаемую траекторию (рисунок 238).

В данном проекте последовательность менять не будем.

Окончательный вид проводника и окна NC-файла выглядит как показано на рисунке 239.

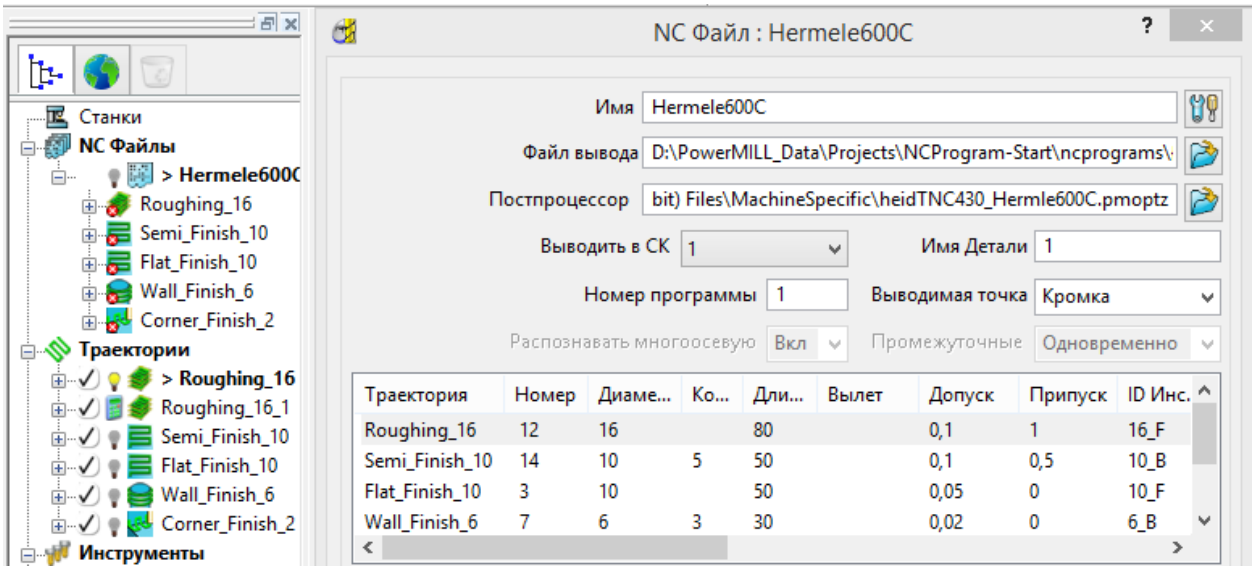


Рисунок 239 – Окончательный вид NC файла

13. Нажмите на кнопку **Записать,** чтобы выполнить постпроцессирование. Об успешном выполнении постпроцессирования и создания NC-файла и записи его на диск свидетельствует сообщение постпроцессора (рисунок 240).

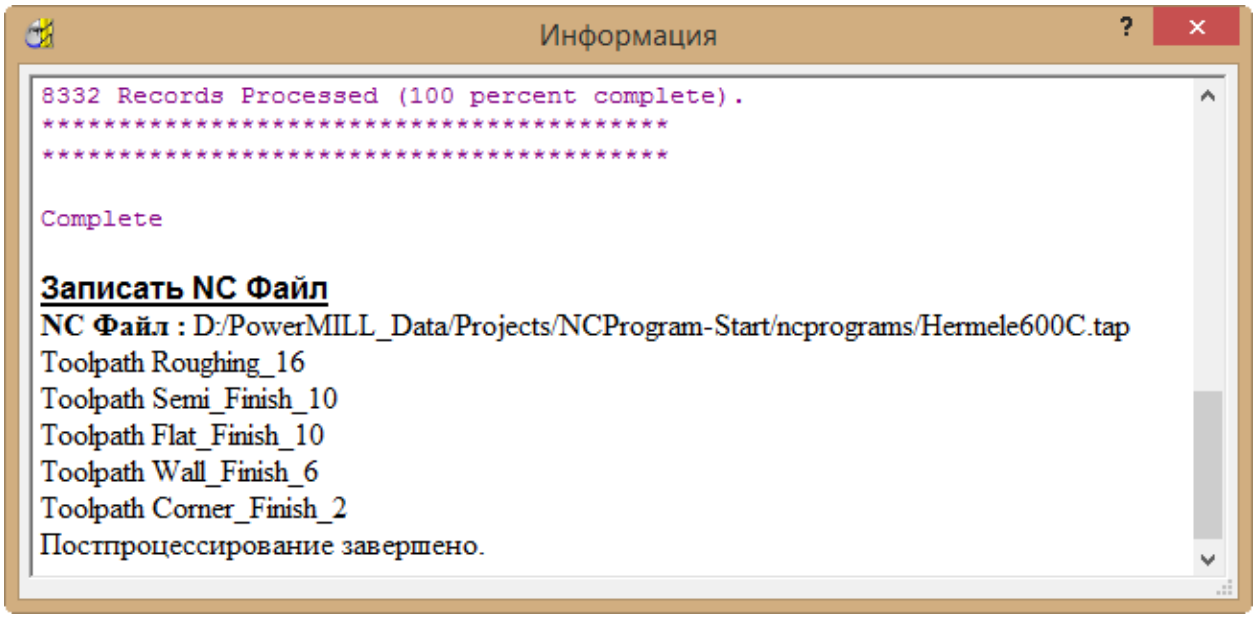


Рисунок 240 – Окно «Информация»

14. Откройте в проводнике Windows папку с программой и с помощью программы Блокнот (Notepad) откройте файл управляющей программы (рисунок 241).

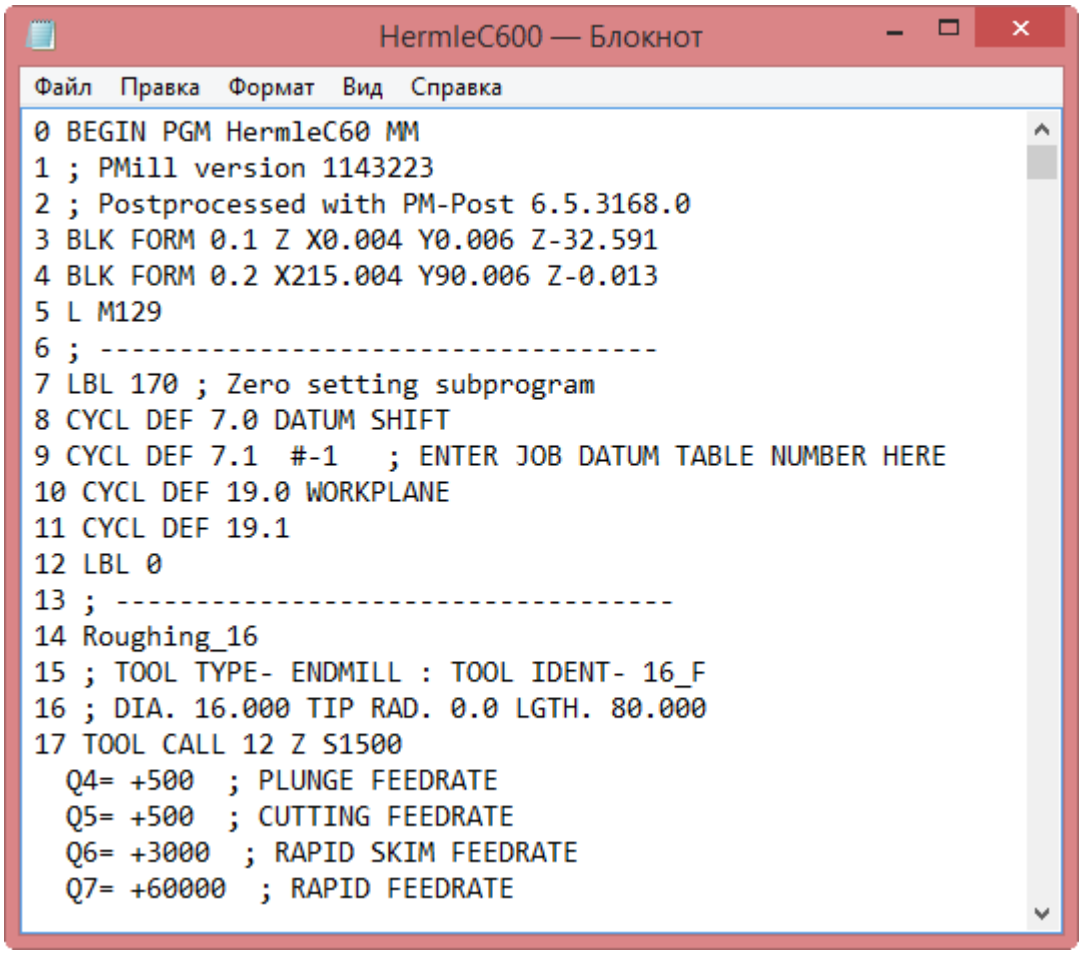


Рисунок 241 – Текст управляющей программы

Полученный файл можно легко отредактировать, как обычный текстовый документ, а затем передать его на контроллер станка для обработки деталей.

Самостоятельно выполните Задание 10:

Для деталей, представленных в таблице 23:

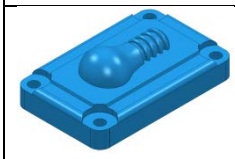
1. Разработать стратегии обработки в соответствии с представленными в таблице данными;
2. Создать NC файлы и их постпроцессировать для следующих условий:
    a. Для 3-х осевого станка с автоматической сменой инструмента и контролером Haas;

b. Для 3-х осевого станка с автоматической сменой инструмента и контроллером Heidenhain;

c. Для 3-х осевого станка с ручной сменой инструмента и контроллером Fanuc;

Таблица 23 – Задание 10

Модель	**Заготовка**	**Система координат**	**Инструмент**	**Стратегии**
2SidePart01.dgk 	Тип – Блок Припуск со всех сторон по 10 мм, по оси Z по 2 мм; Система координат – Глобальная СК	СК1 (ориентация для обработки с одной й стороны	Скругленная фреза: ДФ – 12, РК – 2	**Выборка 3D модель:** Тип – Смещать все, Припуск – 3 мм; Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
			Скругленная фреза: ДФ – 8, РК – 1	**Выборка 3D модель (Доработка):** Доработка – По траектории (по предыдущей); Тип – Смещать все, Припуск – 1м м Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ
			Скругленная фреза: ДФ – 3, РК – 1	**Оптимизированная Z:** Ограничить: Граница – Точка Контакта (отредактированная, см. рисунок 242); Спираль – Вкл; Шаг – 0,5 мм;
		СК2 (ориентация для обработки с другой стороны)	Скругленная фреза: ДФ – 12, РК – 2	**Выборка 3D модель:** Тип – Смещать все, Припуск – 3 мм; Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Граница – риунок 242;
			Скругленная фреза: ДФ – 8, РК – 1	**Выборка 3D модель (Доработка):** Доработка – По траектории (по предыдущей); Тип – Смещать все, Припуск – 1м м Шаг – 0,5*ДФ, Шаг Z – 0,5*ДФ Граница – рисунок 242
			Скругленная фреза: ДФ – 3, РК – 1	**Оптимизированная Z:** Спираль – Вкл; Шаг – 0,4 мм; Граница – рисунок 242
2SidePart02.dgk	Тип – Блок	СК1	Скругленная	**Выборка 3D модель:**

Модель	Заготовка	Система координат	Инструмент	Стратегии
	Припуск со всех сторон по 20 мм, по оси Z по 2 мм; Система координат – Глобальная СК	(ориентация для обработки с одной й стороны	фреза: ДФ – 32, РК – 4	Тип – Смещать все; Припуск – 3 мм; Шаг – 0,5*ДФ; Шаг Z – 0,5*ДФ
			Скругленная фреза: ДФ – 18, РК – 3	**Выборка 3D модель (Доработка):** Доработка – По траектории (по предыдущей); Тип – Смещать все; Припуск – 1мм; Шаг – 0,5*ДФ; Шаг Z – 0,25*ДФ
			Шаровая фреза: ДФ – 3	**3D Смещением:** Спираль – Вкл; Спираль – Вкл; Шаг – 0,5 мм; Ограничить: Граница – Точка Контакта (см. рисунок 243).
			Скругленная фреза: ДФ – 3, РК – 1	**Оптимизированная Z:** Спираль – Вкл; Шаг – 0,5 мм; Отдельный Шаг для пологих – Вкл; Шаг для пологих – 1 мм; Граница – Точка Контакта (рисунок 244).
		СК2 (ориентация для обработки с другой стороны)	Скругленная фреза: ДФ – 32, РК – 4	**Выборка 3D модель:** Тип – Смещать все; Припуск – 3 мм; Шаг – 0,5*ДФ; Шаг Z – 0,5*ДФ; Ограничить: Граница – Точка Контакта (рисунок 244);
			Скругленная фреза: ДФ – 18, РК – 3	**Выборка 3D модель (Доработка):** Доработка – По траектории (по предыдущей); Тип – Смещать все; Припуск – 1мм; Шаг – 0,5*ДФ; Шаг Z – 0,25*ДФ; Ограничить: Граница – Точка Контакта (рисунок 245)
			Скругленная фреза: ДФ – 3, РК – 1	**Оптимизированная Z:** Спираль – Вкл; Шаг – 0,5 мм; Отдельный Шаг для пологих – Вкл; Шаг для пологих – 1 мм; Граница – Точка Контакта (рисунок 245);

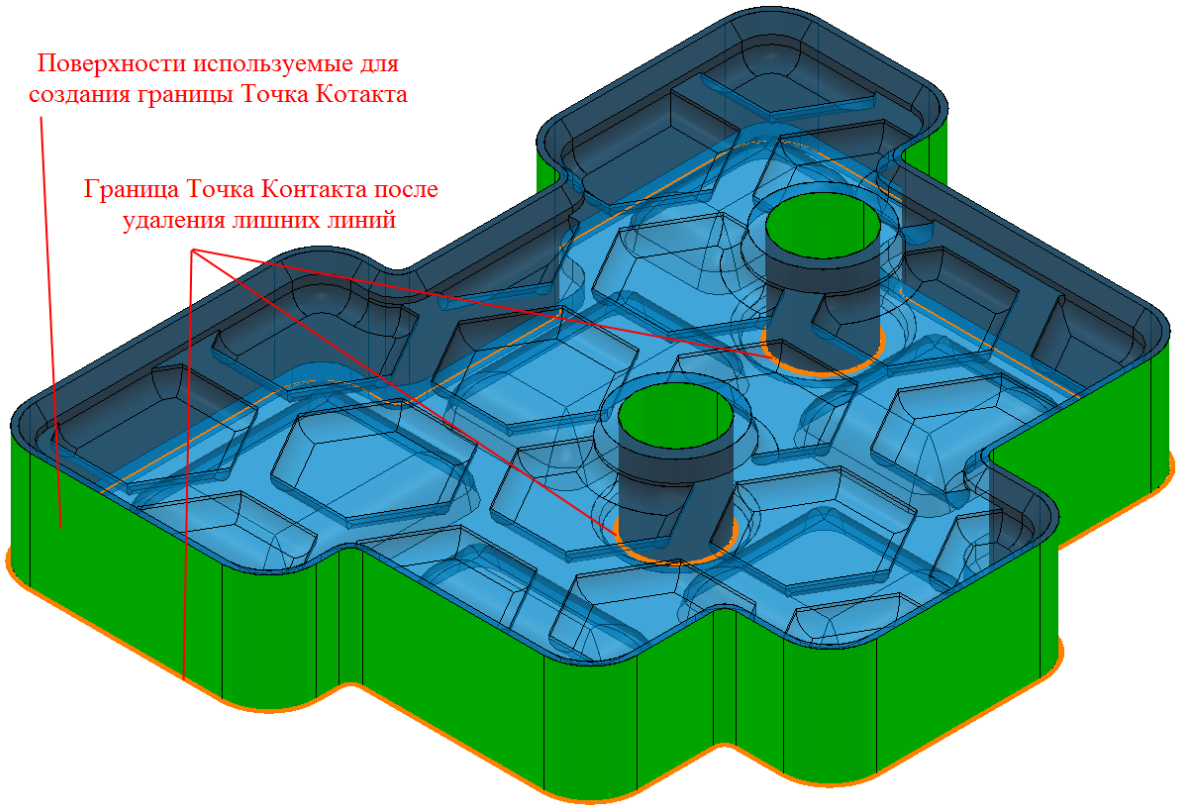


Рисунок 242 – Граница Точка контакта после редактирования

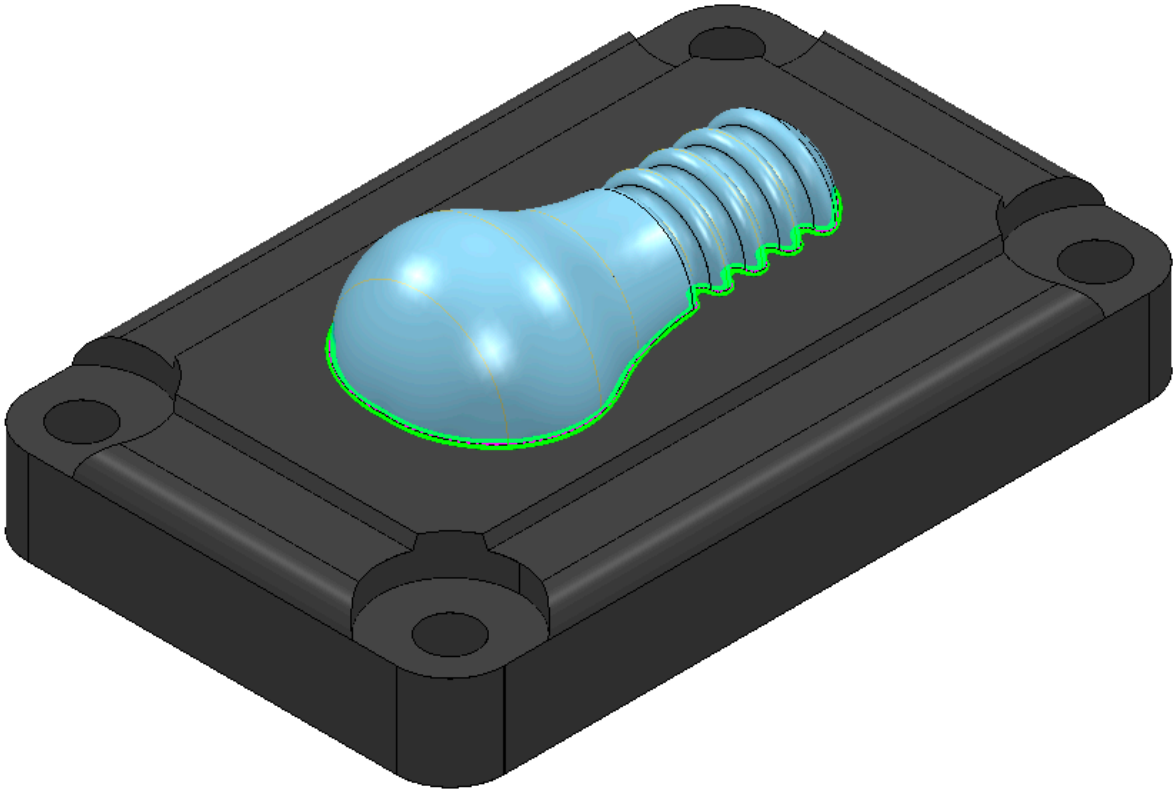


Рисунок 243 – Граница Точка контакта и поверхность для построения Границы 1

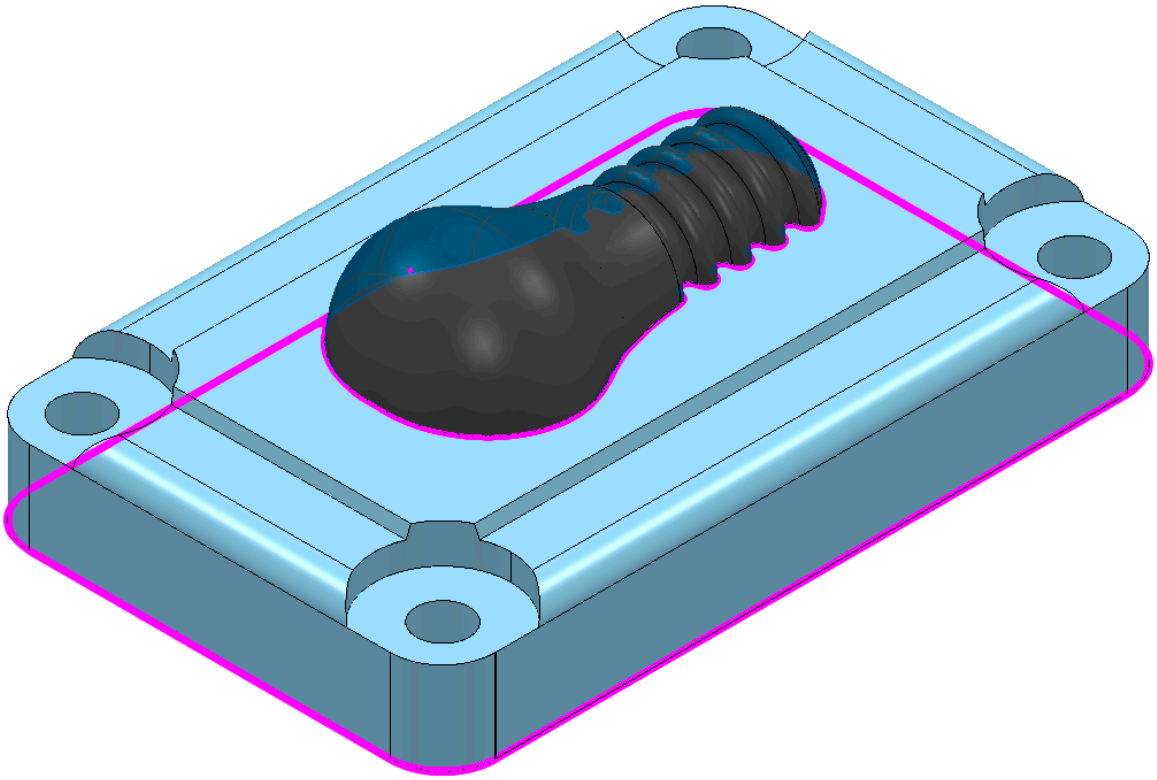


Рисунок 244 – Граница Точка контакта и поверхности для построения Границы 2

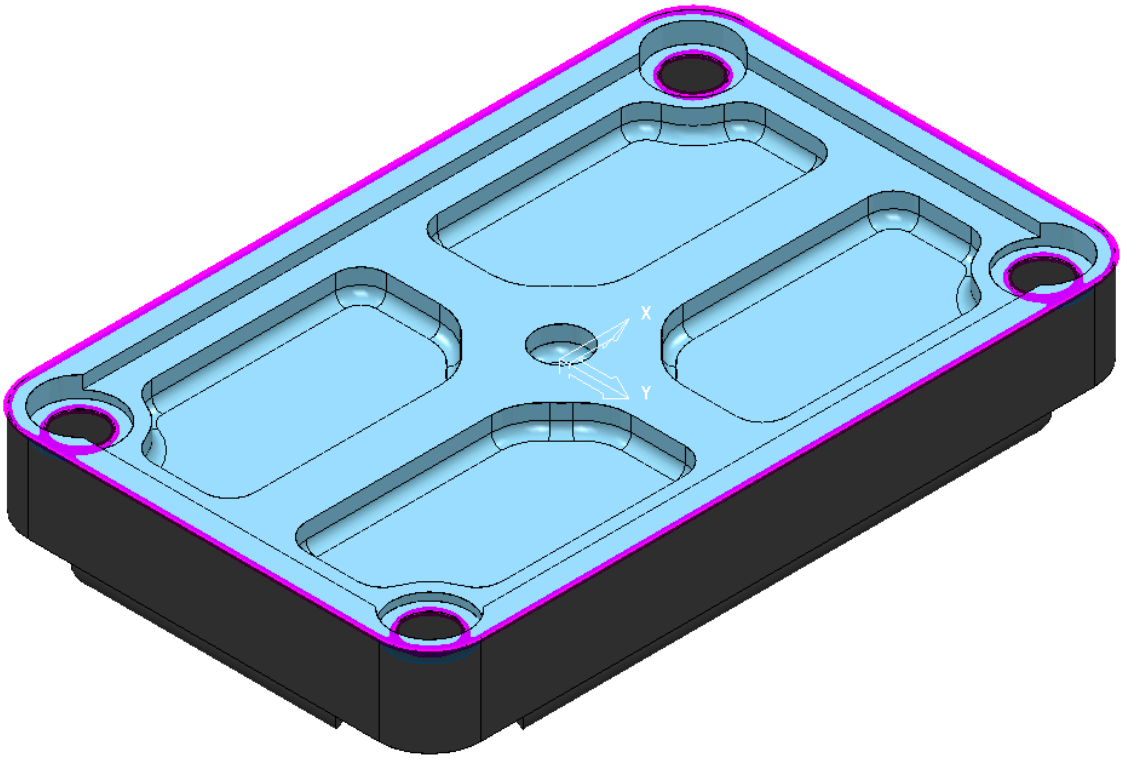


Рисунок 245 – Граница Точка контакта и поверхности для построения Границы 3

3 Пример пошаговой разработки управляющей программы для обработки корпусной детали

3.1 Технологический процесс изготовления корпуса

Для реализации механической обработки на фрезерном станке с ЧПУ и максимального использования возможностей оборудования, базовый технологический процесс обработки корпуса, был изменен:

- исключена операция шлифовки пазов-направляющих, так как необходимую точность и шероховатость можно получить фрезерованием;
- исключены переходы центровки отверстий – твердосплавные сверла позволяют проводить обработку без разметки.
- исключены переходы зенкерования – используемый инструмент позволяет проводить развертку после сверления.
- нарезание резьбы метчиком заменено на накатывание резьбы метчиком-накатчиком – производительность выше приблизительно на 30 %.
- заменено технологическое оборудование на один фрезерный станок с наклонно-поворотным столом, в результате уменьшено количество операций и переустановов;
- изменена последовательность обработки с целью сокращения переустановов.

Таким образом, весь технологический процесс был разбит на 4 операции:

- 005 Отрезная
- **010 Фрезерная**
- 015 Слесарная
- **020 Фрезерная**



Рисунок 246 – Станок HAAS VM-3 и наклонно-поворотный стол

В качестве основного оборудования был выбран станок HAAS VM-3 с установленным наклонно-поворотным столом (рисунок 246). Его основные характеристики приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Характеристики станка *Haas VM*-3

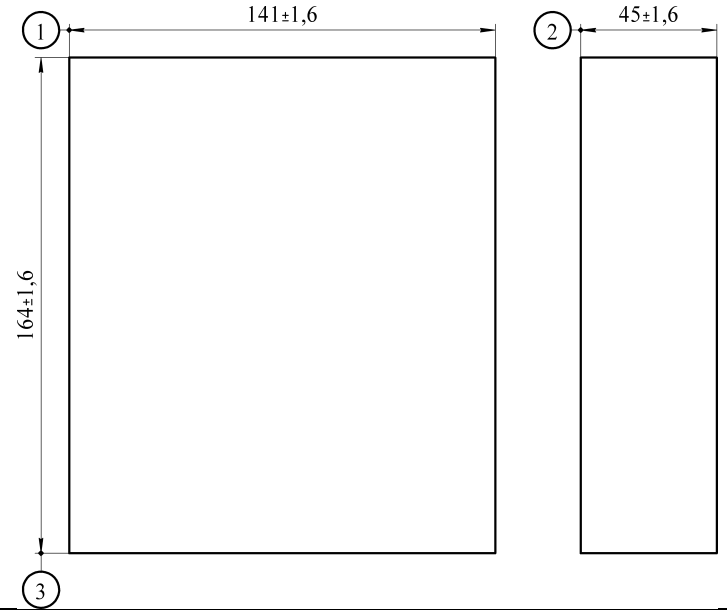
Характеристика	**Значение**
Макс. перемещение по оси X, мм	1016
Макс. перемещение по оси Y, мм	660
Макс. перемещение по оси Z, мм	635
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	737
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	102
Длина стола, мм	1372
Ширина стола, мм	635
Макс. нагрузка на стол (равном. распределенная), кг	1814
Ширина Т-образных пазов, мм	16
Расстояние между Т-образными пазами, мм	100
Размер конуса шпинделя	CAT 40 или BT 40
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	12000
Макс. мощность шпинделя, кВт	22,4
Макс. крутящий момент, кН	122
Макс. осевое усилие, кН	18,2
Макс. скорость холостых подач, м/мин	18

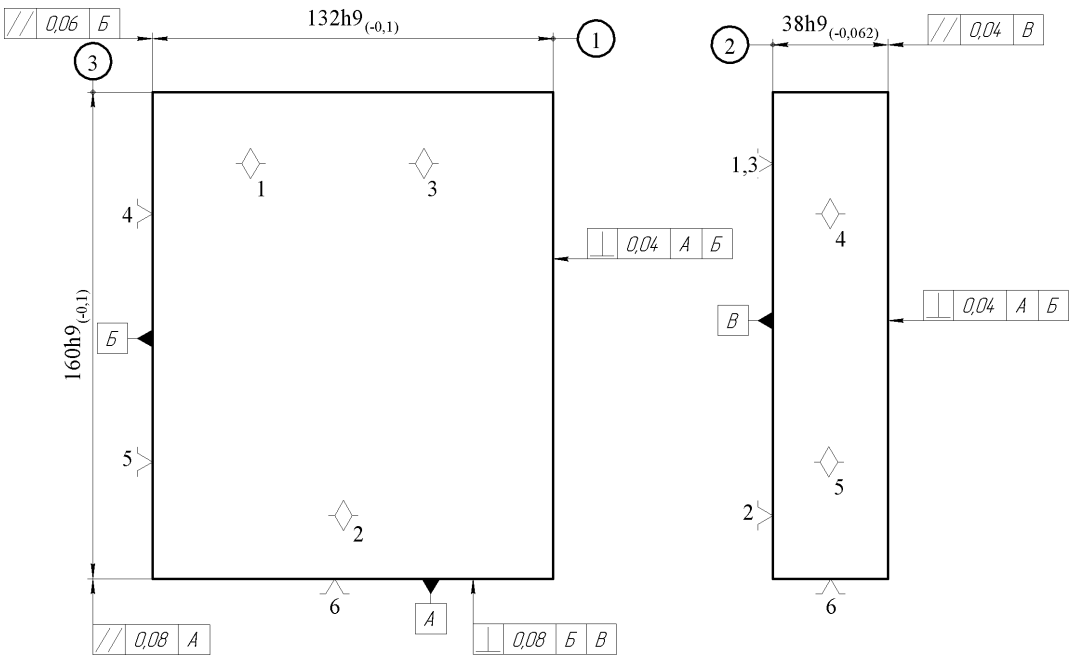
Характеристика	Значение
Макс. рабочие подачи по осям XYZ, м/мин	12,7
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт	24+1
Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), мм	76
Макс. масса инструмента, кг	5,4
Время смены инструмента (среднее), сек	2,8
Точность позиционирования, мм	±0,0050
Повторяемость, мм	±0,0025
Объем бака СОЖ, л	208

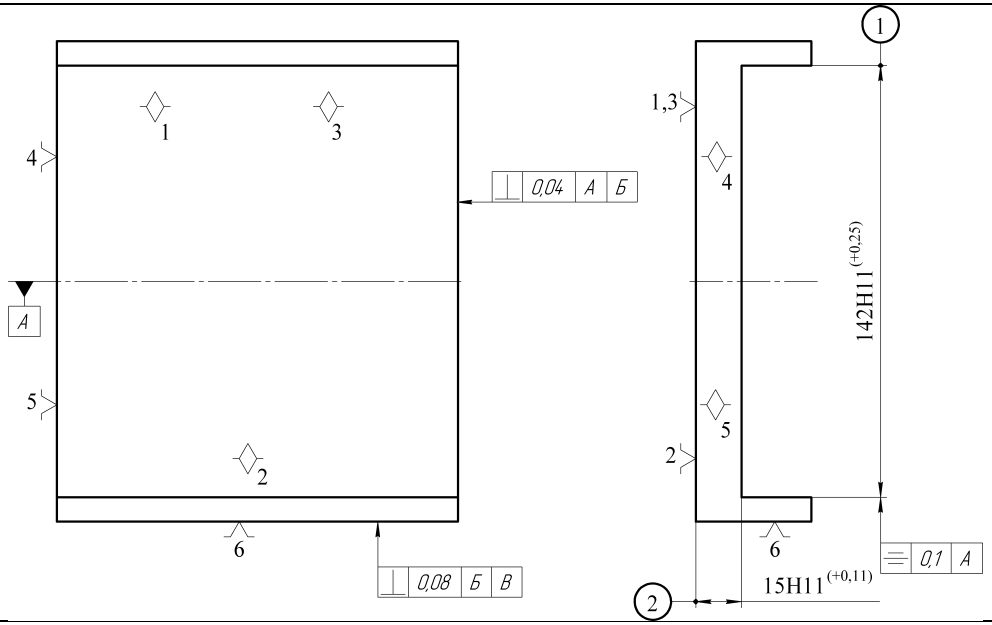
На станке выполняются операции 010 и 020. В среде PowerMill обе операции создаются в одном проекте. Готовый проект «TPKorpus» всего технологического процесса обработки корпуса представлен в папке «Projects».

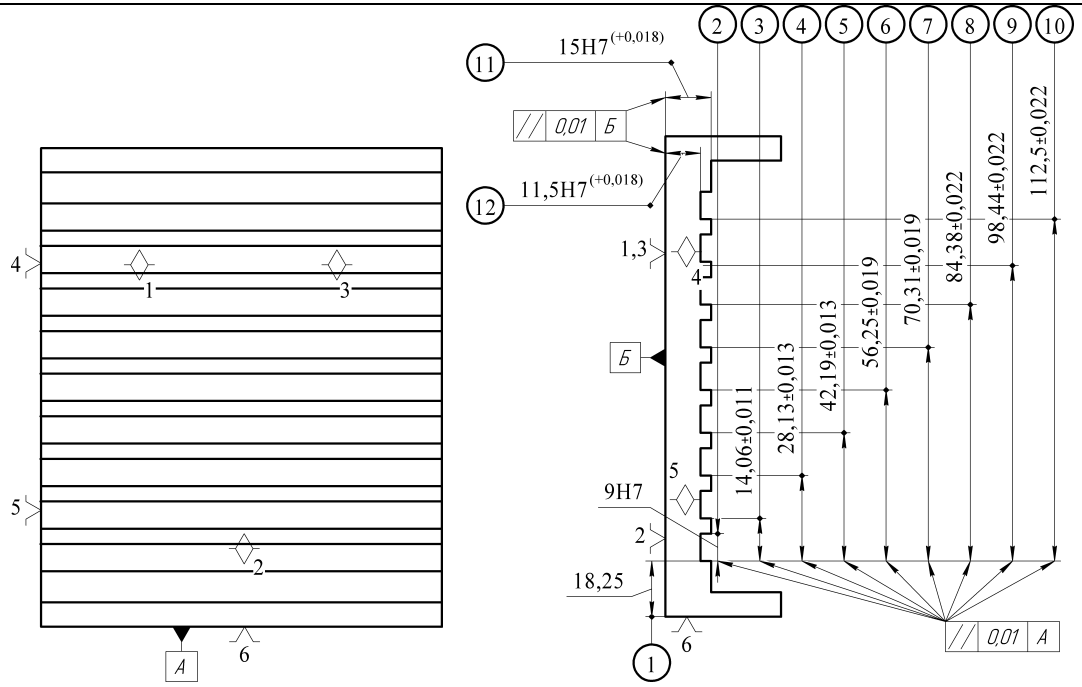
Новый технологический процесс представлен в таблице 25

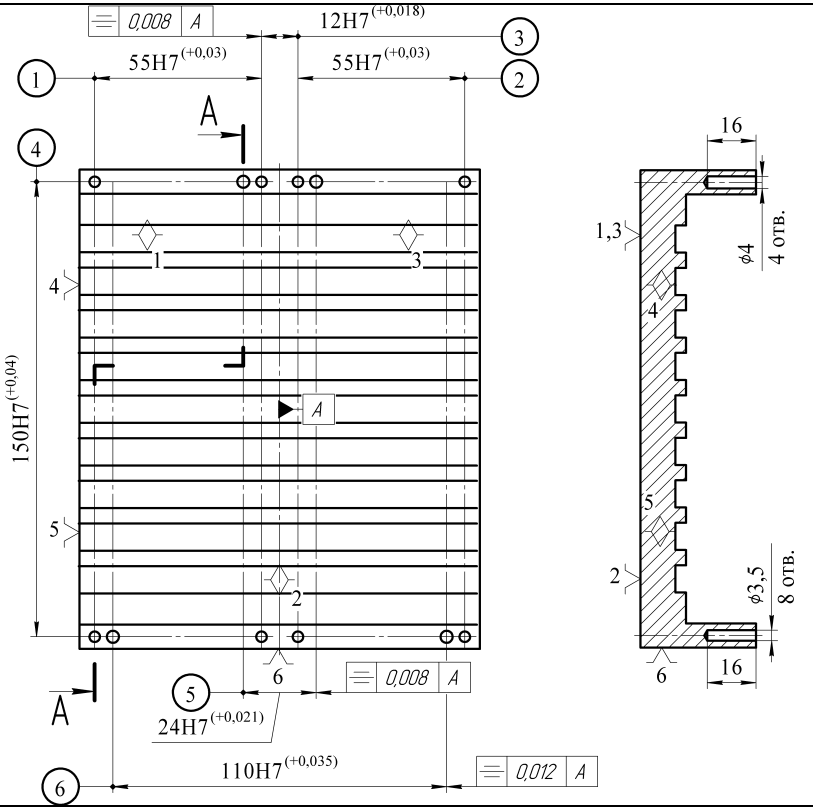
Таблица 25 – Последовательность механической обработки толкателя

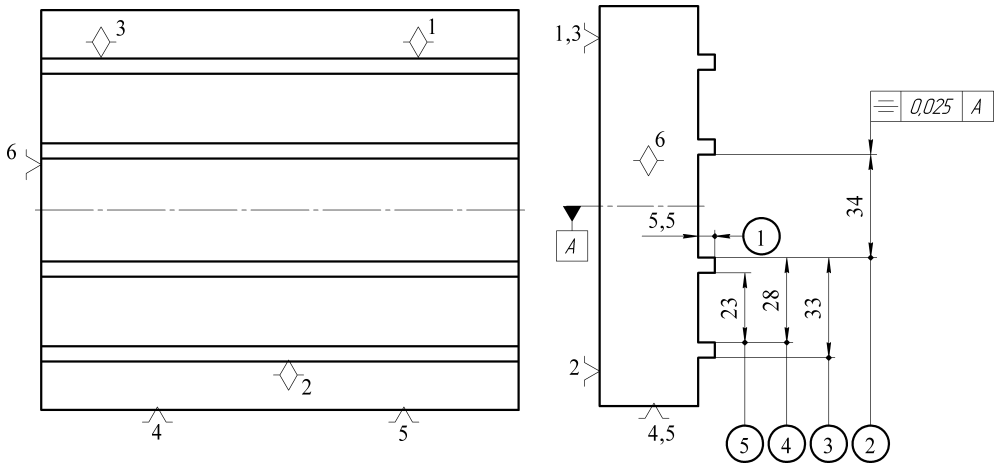
№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
005	Плазменно-отрезная. 1. Отрезать заготовку от полосы проката толщиной 45 мм, выдерживая размеры 1 и 2	Компактная установка плазменной резки DURMA PL-C 1530	

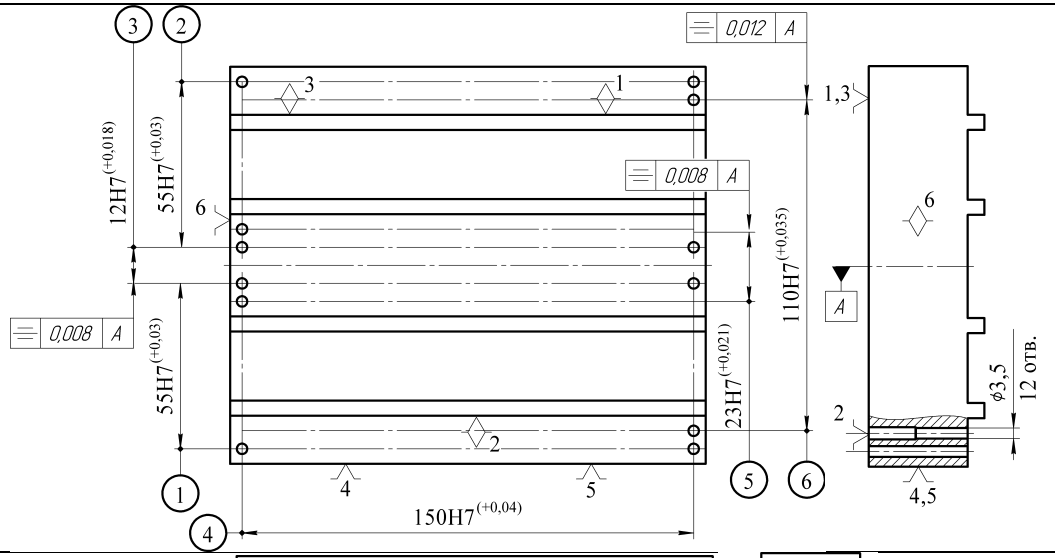
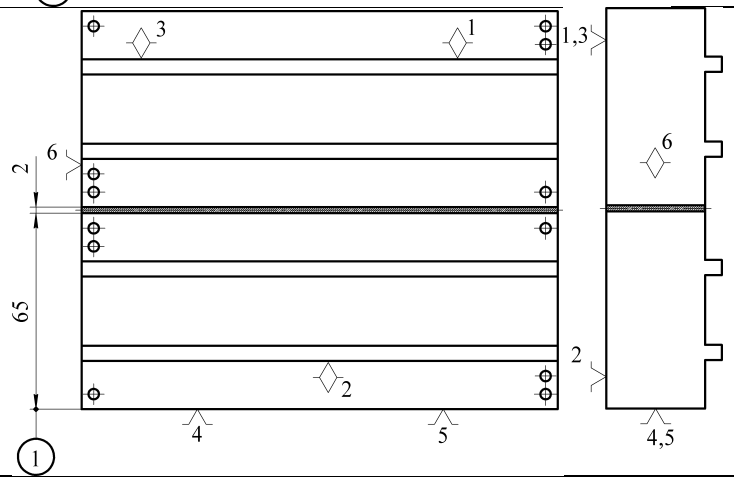
№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
010	Универсально-фрезерная 1. Черновое фрезерование верхней и нижней поверхности (158х132), торцев (158х38), (132х38) 2. Чистовое фрезерование нижней и верхней поверхностей и торцев, выдерживая размеры 1, 2 и 3, обеспечивая точность относительного расположения поверхностей	Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ HAAS VM-3	

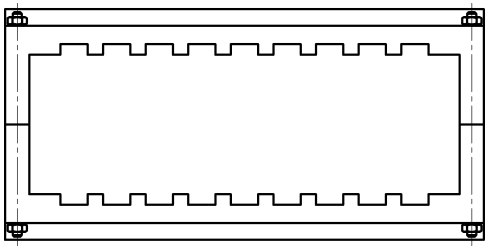
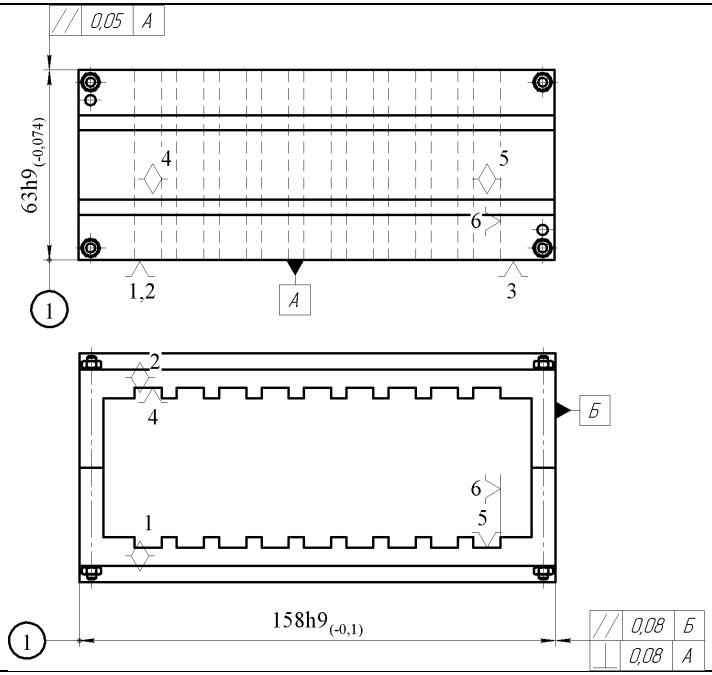
№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
010	3. Фрезеровать углубление, выдерживая размеры 1 и 2, обеспечивая точность относительного расположения поверхностей	Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ HAAS VM-3	

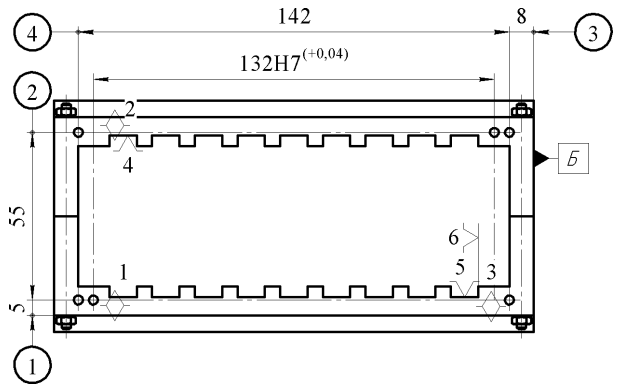
№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
010	4. Фрезеровать пазы 9х3,5 мм, выдерживая размеры 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12	Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ HAAS VM-3	

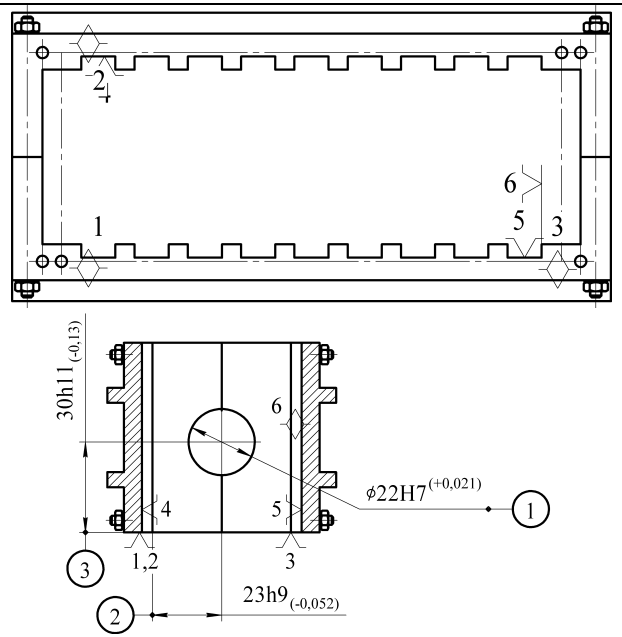
№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
010	5. Сверлить 4 отверстия Ø3,5 на глубину 16 мм выдерживая размеры 1, 2 и 3. 6. Сверлить 2 отверстия Ø3,8 на глубину 16 мм, выдерживая размеры 1, 2 и 3 7. Развернуть 2 отверстия до Ø4, выдерживая размеры 1, 2 и 3	Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ HAAS VM-3	

№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
010	8. Фрезеровать паз и 2 уступа, выдерживая размеры 1, 2, 3, 4 и 5	Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ HAAS VM-3	

№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
010	9. Сверлить 12 отверстий Ø3,5 на глубину 17 мм выдерживая размеры 1, 2, 3, 4, 5, 6.	Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ HAAS VM-3	
	10. Разрезать заготовку корпуса на 2 части, выдерживая размер 1		

№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
015	Слесарная. 1. Собрать две части корпуса с установкой 4х шпилек и 2х штифтов	Верстак слесарный СМ 520	
020	Фрезерная. 1. Фрезеровать поверхности с переустановкой, выдерживая размеры 1 и 2, обеспечивая точность относительного расположения поверхностей	Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ HAAS VM-3	

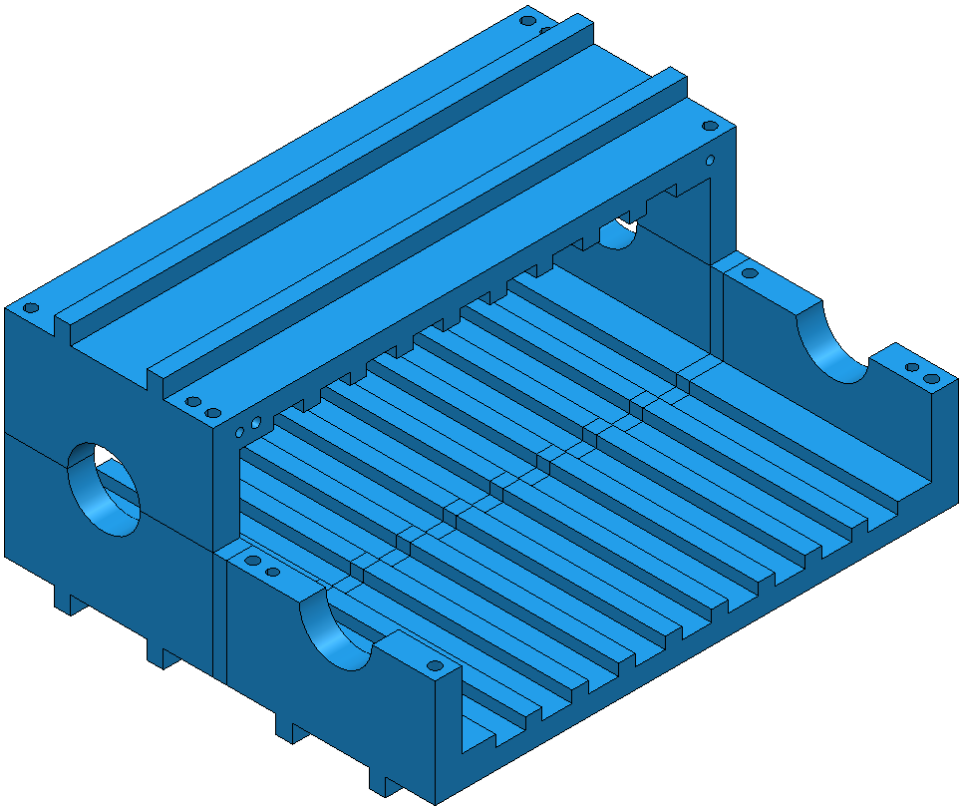
№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
020	2. Сверлить 4 отверстия Ø2,8 на глубину 10 мм, выдерживая размеры 1, 2, 3 и 4 3. Накатать резьбу М3х0,5 на глубину 6 мм	Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ HAAS VM-3	

№	Содержание операций и технологических переходов	Оборудование	Операционный эскиз
020	4. Сверлить отверстие Ø Ø21,8, выдерживая размеры 1 и 2 5. Развернуть в размер 3		

3.2 Импорт и позиционирование моделей, создание заготовки и систем координат

На первом этапе важно правильно разместить модели, определить заготовку, добавить вспомогательные поверхности и создать системы координат для всех установов.

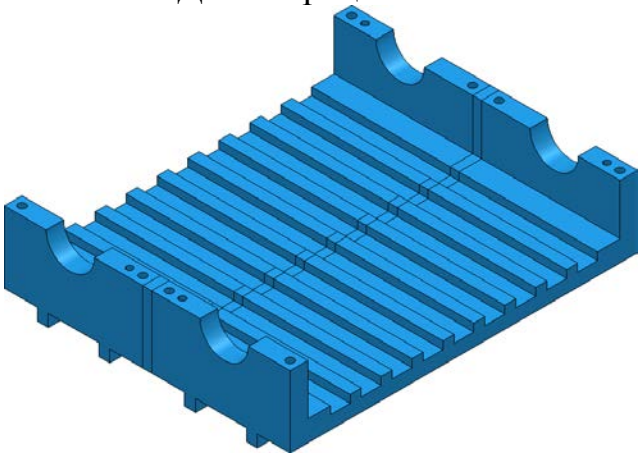
Для реализации операций 010 и 020 модели деталей были импортированы в проект и размещены следующим образом:



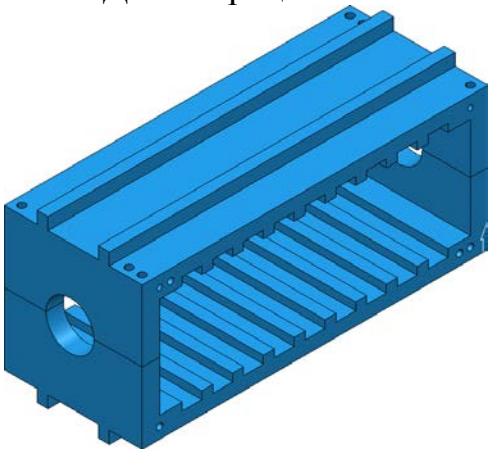
В операции 010 задействованы две нижние модели и модель промежутка между половинками корпусов, который необходим, чтобы образовать сплошную поверхность при обработке пазов. Данные промежуток будет удален при разрезании двух половин на этой же операции и снят в виде припуска на операции 020.

Чтобы спозиционировать модели в PowerMill необходимо воспользоваться инструментом «Трансформировать», вызываемом из контекстного меню в дереве проекта.

Для операции 010

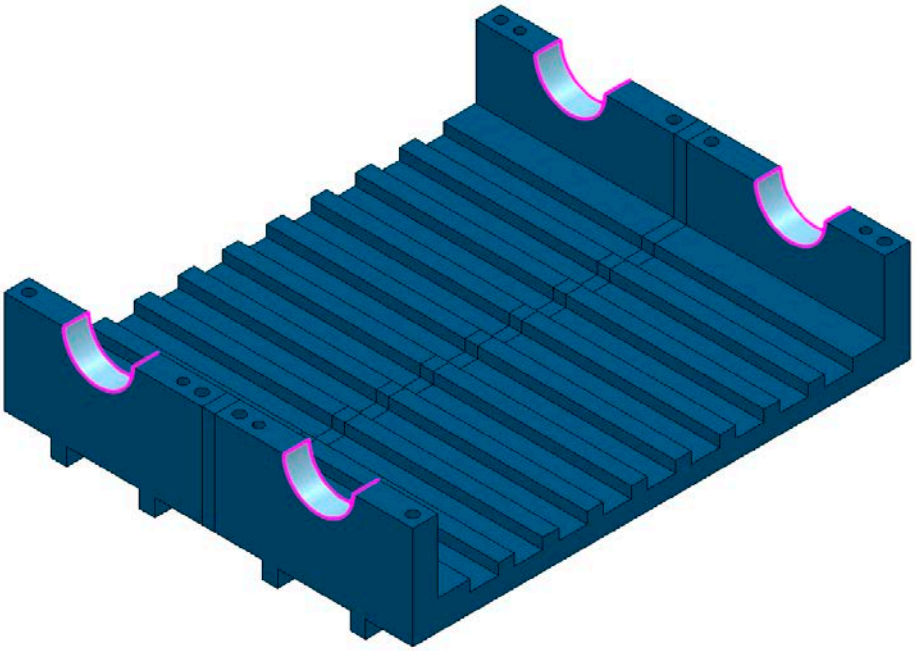


Для операции 020

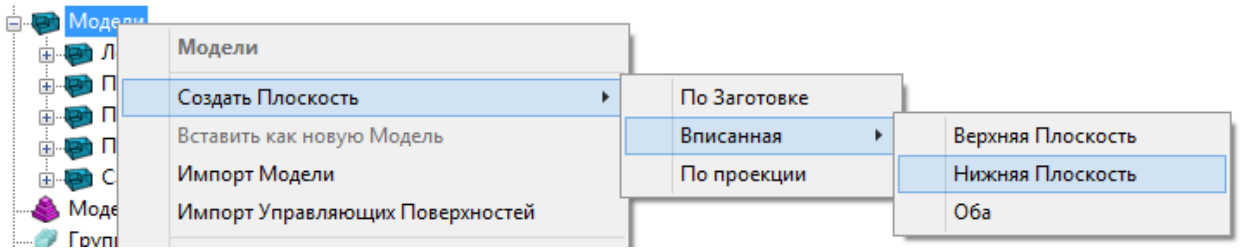


Так как все преобразования осуществляются относительно активной системы координат, то для поворота моделей, необходимо предварительно создать эти системы координат в точках предполагаемого вращения (после позиционирования всех моделей ненужные системы координат можно будет удалить).

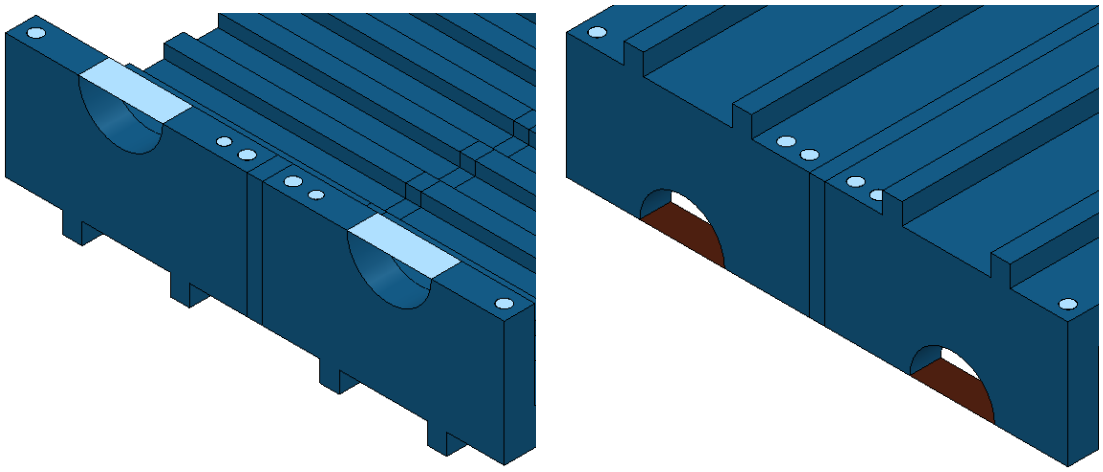
Так как посадочное отверстие под подшипник будет обрабатываться на операции 020, то необходимо на операции 010 создать закрывающую поверхность, чтобы плоскость разъема была обработана без лишних движений выборки. Для этого создается граница типа «Произвольная» по контуру выбранных поверхностей:



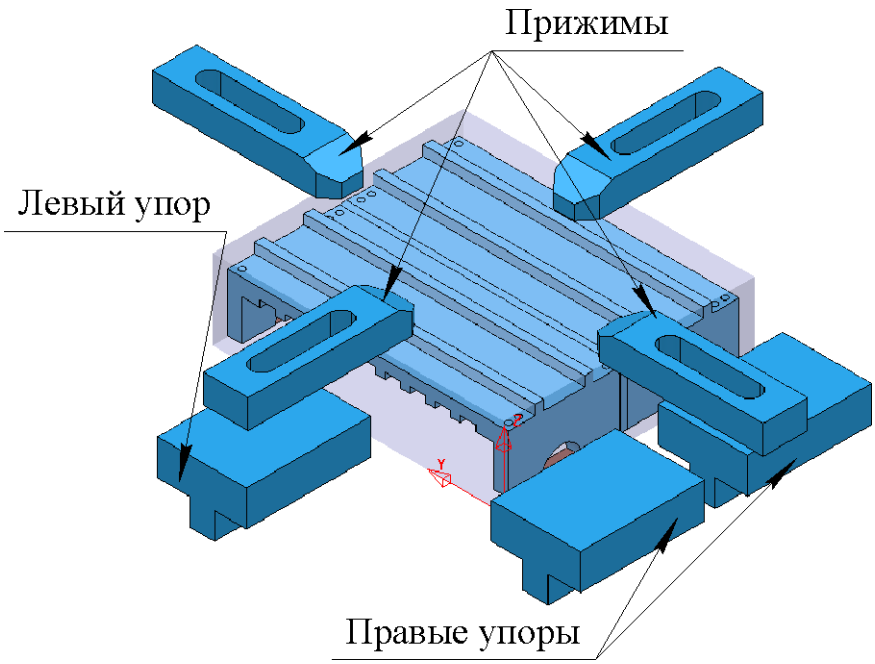
По полученной границы создаются плоскости с помощью соответствующей команды контекстного меню «Моделей» в дереве проекта:



Аналогичным образом закрываются отверстия под сверления с двух сторон заготовки.



На следующем этапе создается заготовка размерами 164x141x45, при этом, получившийся припуск должен распределиться равномерно относительно модели детали.

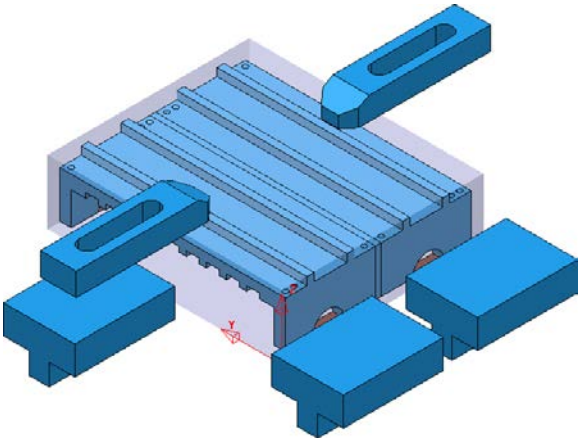


Далее импортируются модели оснастки (прижимы и упоры) и размещаются для первого установа, как показано на рисунке.

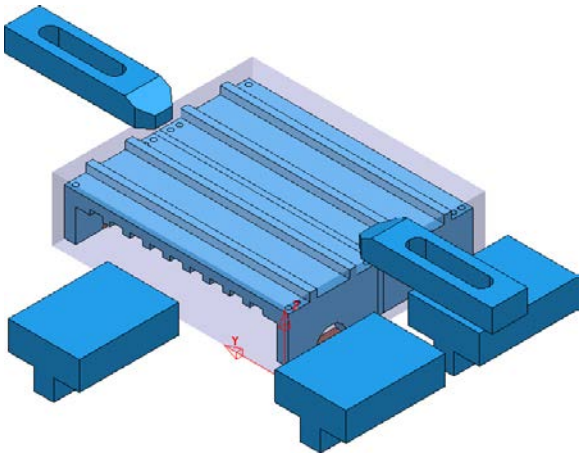
Если предположить, что на станке будет обрабатываться партия деталей, то необходимо сократить количество ручных настроек рабочей системы координат, поэтому начало каждой из координатных осей следует определить по базовым технологическим поверхностям оснастки и оборудования:

- начало оси X – плоскость левого упора;
- начало оси Y – плоскости правого упора;
- начало оси Z – плоскость технологической проставки.

При первом установе верхняя плоскость и боковые поверхности обрабатывается в 2 технологических перехода со сменой прижимов:



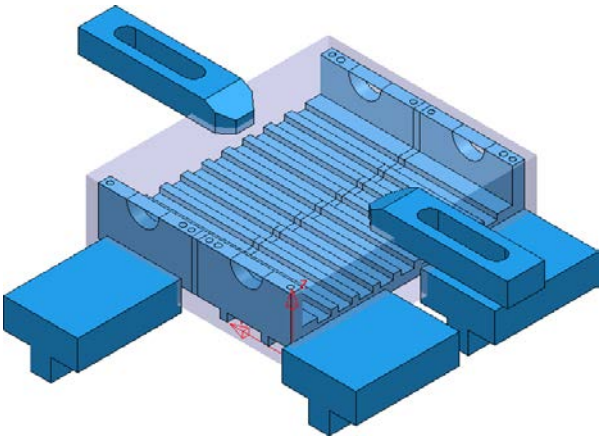
Обработка части верхней плоскости и вертикальной поверхности противоположной правым упорам



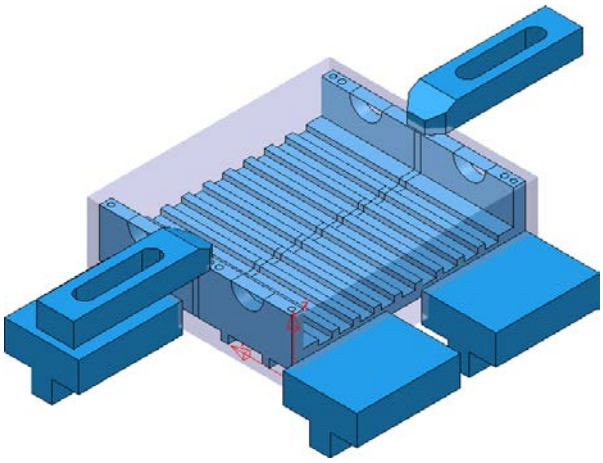
Обработка оставшейся части верхней плоскости и вертикальной поверхности противоположной левому упору

Для второго установа заготовку переворачиваем вокруг оси X на 180° и вокруг оси Z на 90° по часовой стрелке. В результате три обработанные поверхности становятся на поверхности упоров и стола (базирование происходит по обработанным поверхностям). Система координат создается в углу заготовки с учетом снятого припуска на предыдущих технологических переходах.

При обработке, как и в предыдущем случае, применяется «перезажим» заготовки.

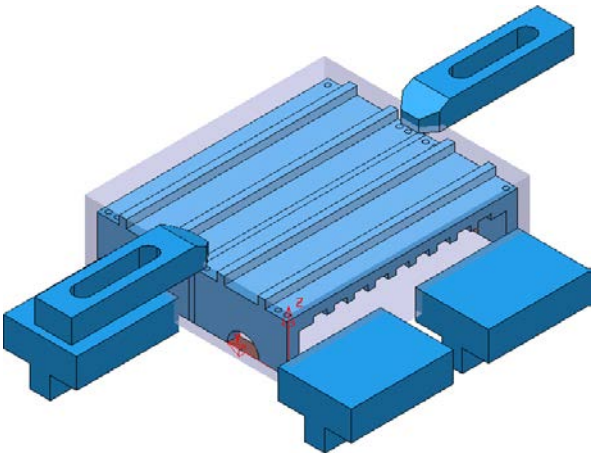


Обработка части верхних плоскостей и вертикальной поверхности противоположной левому упору

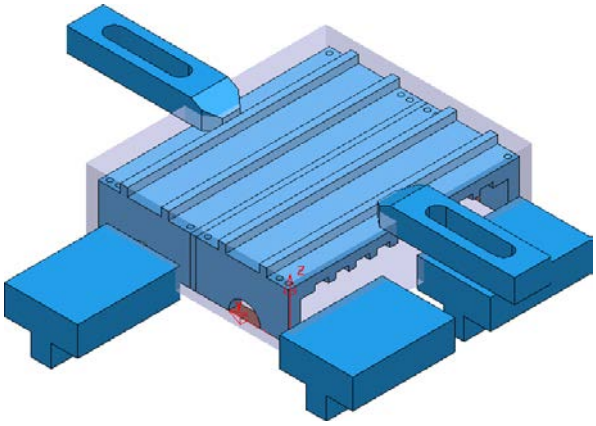


Обработка вертикальной поверхности противоположной правым упорам, выборка центральной части заготовки, обработка пазов и отверстий

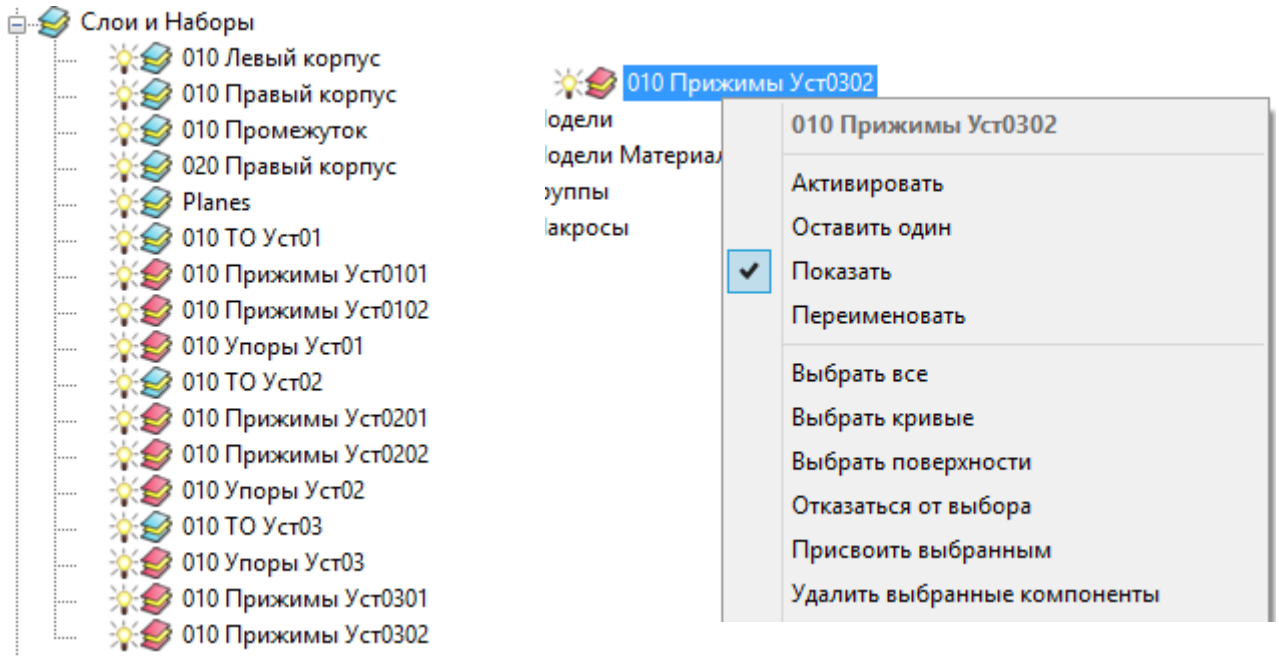
Для третьего установа заготовка снова переворачивается вокруг оси X на 180°, и также используется «перезажим»:



Фрезерование уступов и пазов по сторонам от прижимов

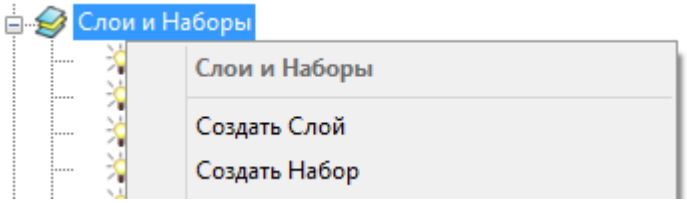


Обработка центрального паза, обработка отверстий и разрезание заготовок



Для каждого установа следует использовать новые модели технологической оснастки, которые можно создать, скопировав уже имеющиеся модели и переместив их в требуемые места. Для удобства работы элементы технологической оснастки, закрывающие поверхности и модели детали рекомендуется сгруппировать по слоям и наборам, с понятными и информативными названиями.

Создать слой или набор можно из контекстного меню выбрав соответствующую команду:



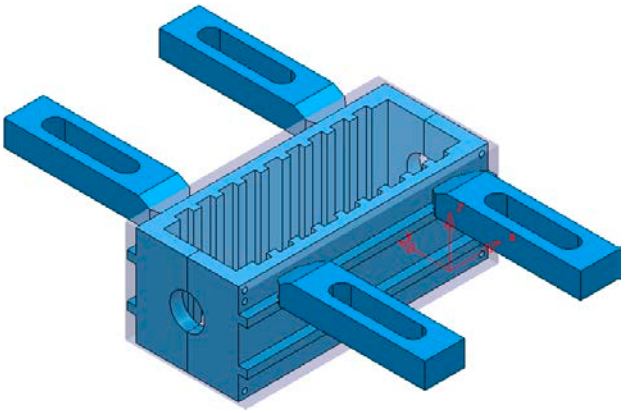
Чтобы присвоить слои или набор требуемым поверхностям, необходимо сначала выделить поверхности в окне вида и из контекстного меню конкретного слоя или набора выбрать пункт «Присвоить выбранным». Если требуется исключить поверхности из слоя или набора, то следует выбрать «Удалить выбранные компоненты». В этом же меню присутствуют команды для быстрого выделения всех элементов/кривых/поверхностей в данном слое (наборе).

При выборе способа организации поверхностей (слой или набор), следует учитывать следующие правила:

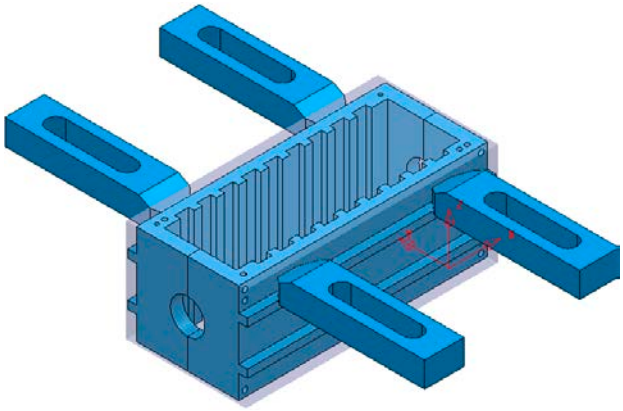
1. Любая поверхность может принадлежать нескольким наборам.
2. Любая поверхность может принадлежать только одному слою.
3. Любая поверхность может принадлежать и слою и наборам.

Следующим этапом является создание установов для операции 020, на которой деталь обрабатывается уже в сборе. Так как в этой операции деталь будет базироваться на специальном технологическом приспособлении по пазам-направляющим, расположенным внутри заготовки, то столкновения с данными элементами мало вероятны. Контроль столкновений будет проводиться только с прижимами.

Как и в операции 010, система координат будет настраиваться по базирующим поверхностям технологической оснастки.



Установ первый – обработка верхней плоскости



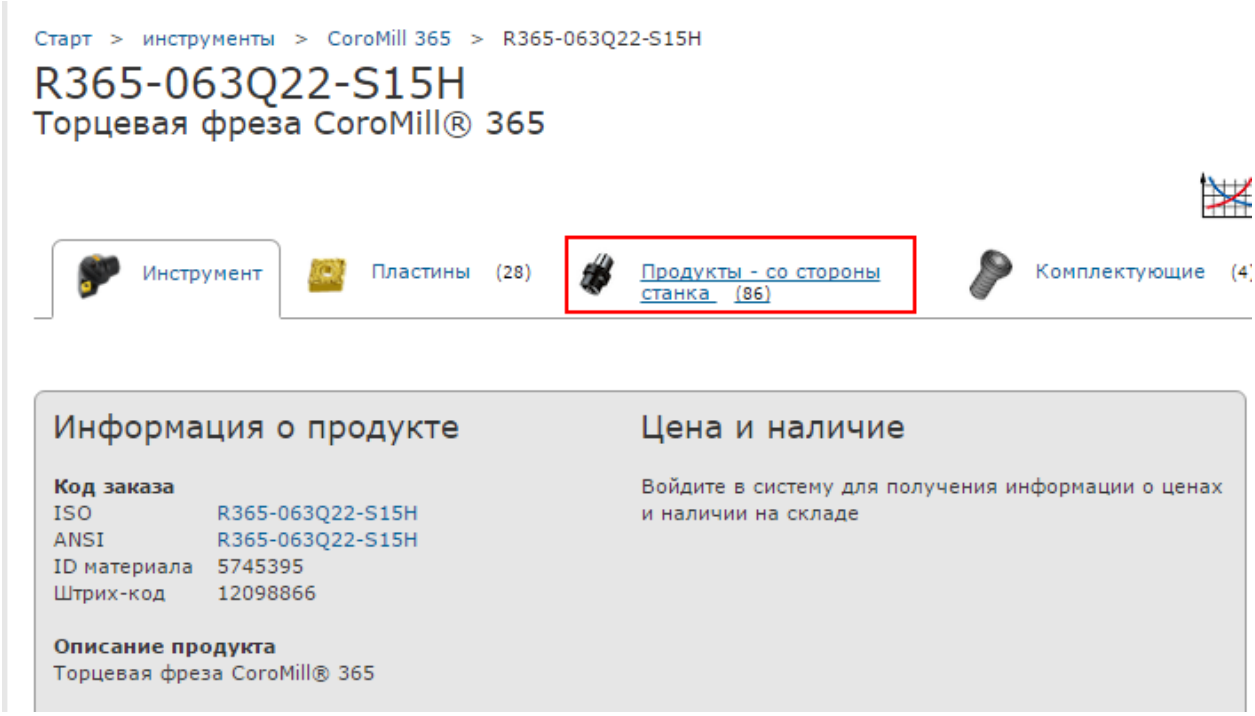
Установ второй – обработка обратной плоскости, обработка отверстий на плоскости, фрезерование торцевых плоскостей с обоих сторон, обработка посадочных отверстий.

Следующим этапом является создание необходимого режущего инструмента с патроном, выбор режимов резания.

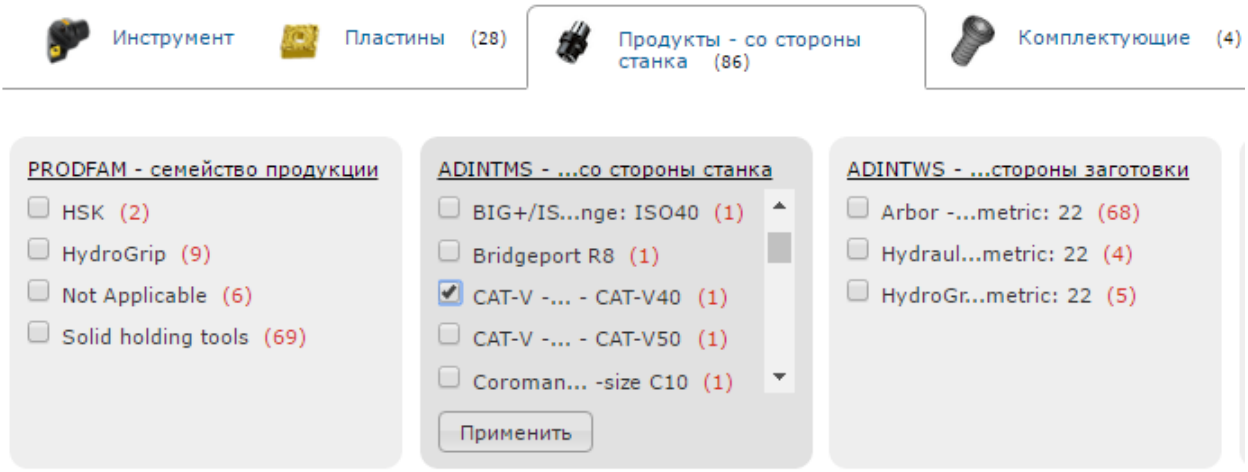
3.3 Создание инструмента и режимов резания

В используемом станке применяется интерфейс CAT 40, под который и выбиралась вся инструментальная оснастка.

Поиск конкретных адаптеров производился посредством сайта Sandvik Coromant, где сначала по шифру находился инструмент, а затем определялись продукты, присоединяемые со стороны станка:



В списке фильтров «ADINTMS - …со стороны станка» выбирался необходимый тип и размер конуса – CAT-V40



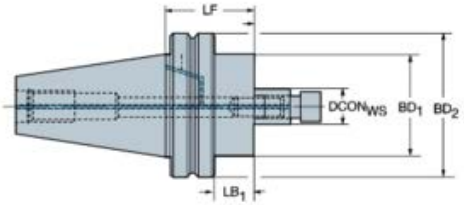
После нажатия на кнопке «Применить» в списке останется одна позиция, которая и была выбрана в качестве окончательного варианта.

Инструмент | Пластины (28) | Продукты - со стороны станка (1) | Комплектующие (4)

ADINTMS:CAT-V -AD/B central/flange coolant - CAT-V40 x | Сбросить все фильтры x

Код заказа	Описание
AA3B05-40 22 035	Переходник от CAT-V к креплению на оправке

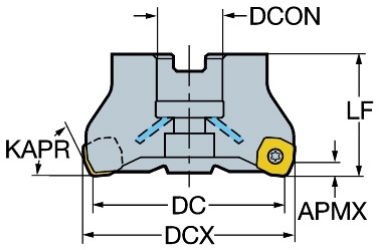


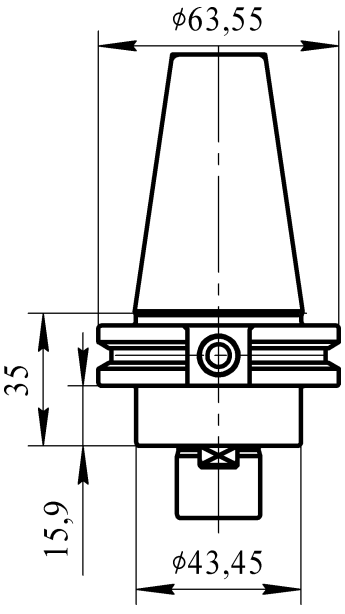


Если вариантов останется больше одного, то необходимо учесть способ подвода СОЖ к зоне резания (без СОЖ через центр инструмента, через фланец, снаружи), геометрию адаптера и обрабатываемой детали (исключить столкновения элементов инструмента и переходника с деталью и установочными элементами).

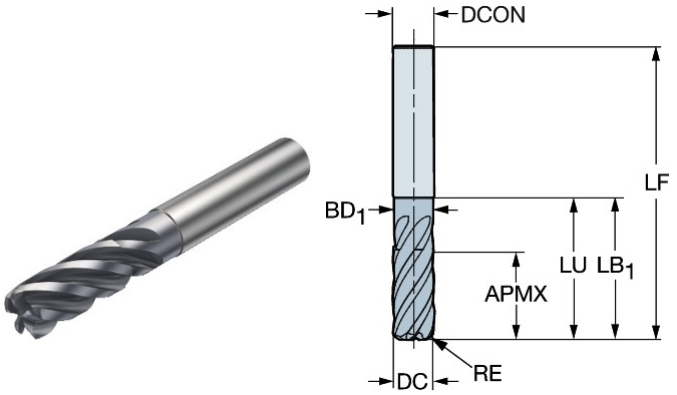
Вся номенклатура выбранного инструмента (включая адаптеры и переходники), а также режимы резания под все программируемые переходы технологического процесса для обоих операций приведена в таблице 26.

Таблица 26 – Инструмент для операций 010 и 020

<table>
<tr><td>Содержание операций и технологических переходов</td><td>Инструмент</td></tr>
<tr><td colspan="2">Операция 010 «Универсально-фрезерная»</td></tr>
<tr><td>1. Черновое фрезерование верхней и нижней поверхности (158х132), торцев (158х38), (132х38)</td><td rowspan="2">Торцевая фреза CoroMill 365 (R365-063Q22-S15H)+ пластинки CoroMill 365 (R365-1505ZNE-PM 4230)
 
 

Геометрические параметры
<table>
<tr><td>KAPR</td><td>DC</td><td>DCX</td><td>APMX</td><td>LF</td><td>DCON</td><td>CICT</td></tr>
<tr><td>65</td><td>63</td><td>69.7</td><td>6</td><td>50</td><td>22</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="7">CICT – число режущих пластин</td></tr>
</table>
Режимы резания (подвод СОЖ через инструмент)
<table>
<tr><td>Переход</td><td>a_p</td><td>a_e</td><td>V</td><td>n</td><td>S_z</td><td>$S_м$</td></tr>
<tr><td>Черновой</td><td>4</td><td>47</td><td>285</td><td>1390</td><td>0.241</td><td>2010</td></tr>
<tr><td>Чистовой</td><td>0.5</td><td>47</td><td>301</td><td>1500</td><td>0.193</td><td>1740</td></tr>
</table>
Переходник от CAT-V к креплению на оправке (AA3B05-40 22 035)
 
 
</td></tr>
<tr><td>2. Чистовое фрезерование нижней и верхней поверхностей и торцев, обеспечивая точность относительного расположения поверхностей</td></tr>
</table>

Содержание операций и технологических переходов	Инструмент
3. Фрезеровать углубление, обеспечивая точность относительного расположения поверхностей	Твердосплавная концевая фреза CoroMill Plura (2F342-1600-050-PC 1730)



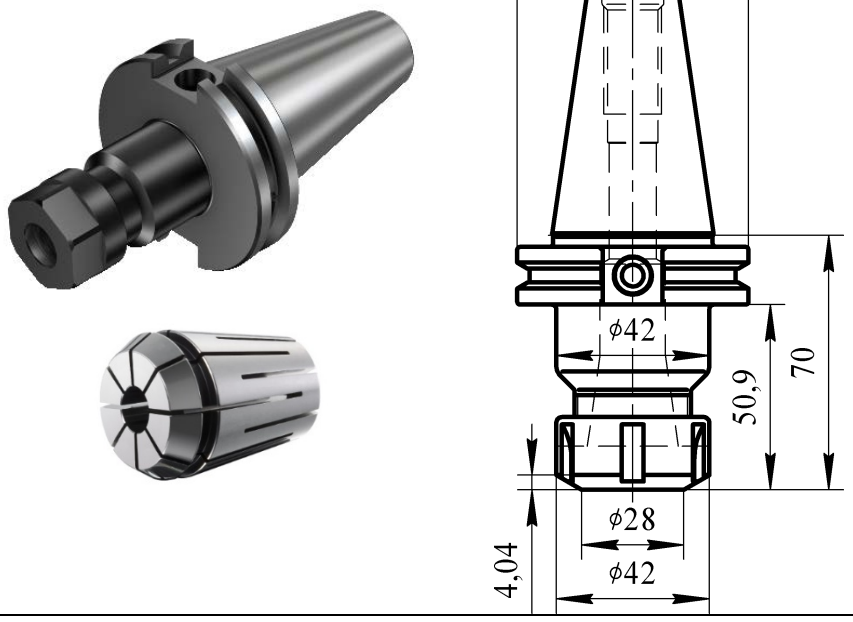
Геометрические параметры

RE	DC, DCON	APMX	BD_1	LU, LB_1	LF	ZEFP
0.5	16	34	15.2	42	92	5
ZEFP – количество режущих кромок						

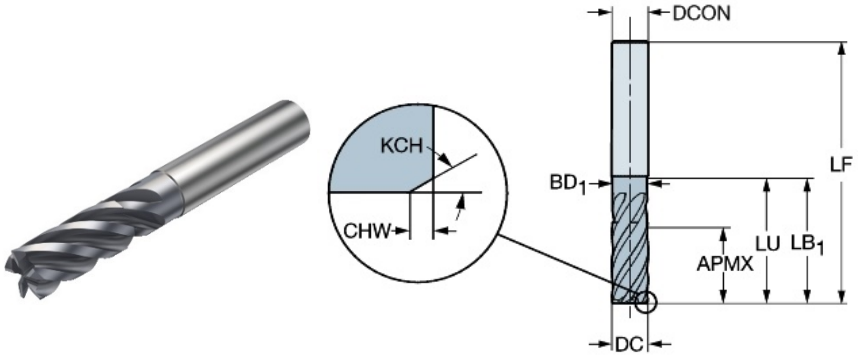
Режимы резания (подвод СОЖ снаружи)

Переход	a_p	a_e	V	n	S_z	$S_м$
Черн. врезание	3.58	15.5	229	4560	0.0824	910
Черновой	22.7	14.5	178	3540	0.0797	1410
Чист. врезание	0.32	15,5	258	5150	0.0888	1110
Чист. основание	0.32	14,5	269	5370	0.0528	1420
Чист. стенок	23	0,32	521	10400	0.0528	2740

Переходник от CAT-V к цанговому патрону ER (AA3B14-40 25 070) + цанга ER (393.15-25 16)



Содержание операций и технологических переходов	Инструмент
4. Фрезеровать пазы 9х3,5 мм	Твердосплавная концевая фреза CoroMill Plura (2N342-0600-PC 1730)



Геометрические параметры

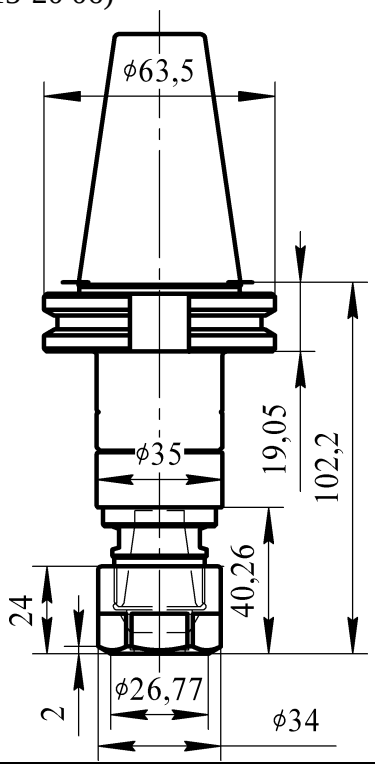
KCH	CHW	DC, DCON	APMX	BD_1	LU, LB_1	LF	ZEFP
45	0.1	6	13	5.7	20	57	5
ZEFP – количество режущих кромок							

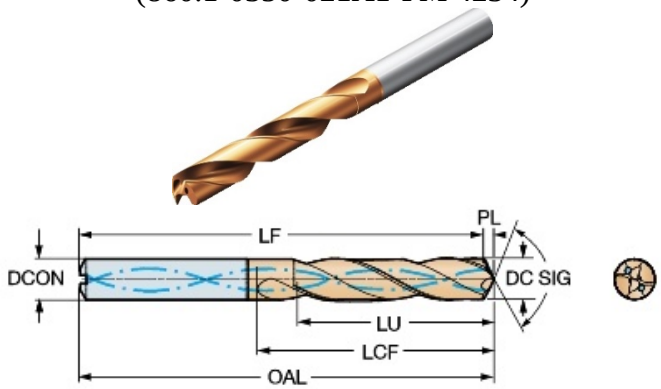
Режимы резания (подвод СОЖ снаружи)

Переход	a_p	a_e	V	n	S_z	$S_м$
Черновой	3.38	6	208	12000	0.0369	2040
Чист. основание	0.12	6	226	12000	0.0369	2210
Чист. стенок	3.5	0.12	226	12000	0.0401	2400

Переходник от CAT-V к CoroChuck 970 (970-V40-20-102) + цанга ER (393.15-20 06)

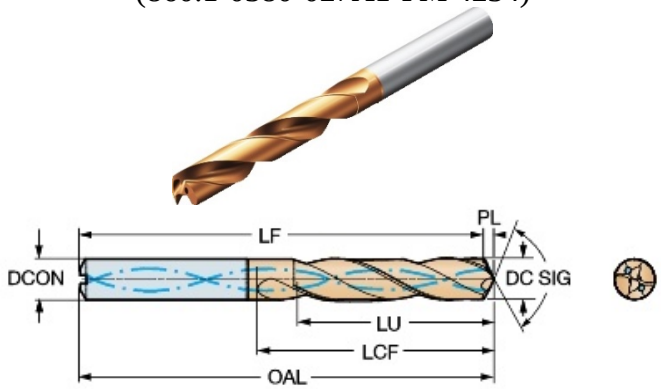




<table>
<tr><th>Содержание операций и технологических переходов</th><th>Инструмент</th></tr>
<tr><td>5. Сверлить 4 отверстия Ø3,5 на глубину 16 мм</td><td>
Твердосплавное сверло CoroDrill 860
(860.1-0350-021A1-PM 4234)


Геометрические параметры
<table>
<tr><th>SIG</th><th>PL</th><th>DC</th><th>DCON</th><th>LU</th><th>LCF</th><th>LF</th><th>OAL</th></tr>
<tr><td>143</td><td>0.6</td><td>3.57</td><td>6</td><td>18.5</td><td>28</td><td>65.4</td><td>66</td></tr>
</table>

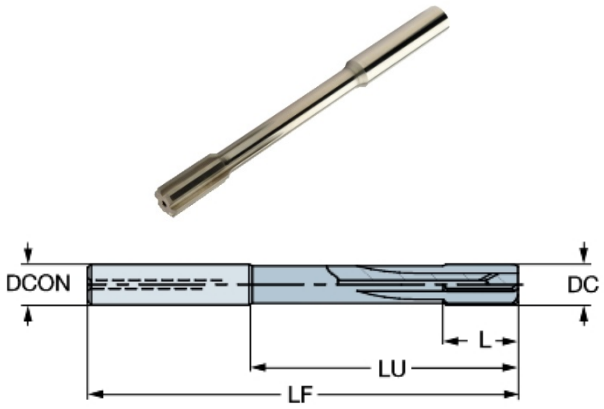
Режимы резания (подвод СОЖ через инструмент)
<table>
<tr><th>Переход</th><th>a_p</th><th>a_e</th><th>V</th><th>n</th><th>S</th><th>$S_м$</th></tr>
<tr><td>Сверление</td><td>16</td><td>-</td><td>135</td><td>12000</td><td>0.098</td><td>1180</td></tr>
</table>

Переходник от CAT-V к CoroChuck 970 (970-V40-20-102)
+ цанга ER (393.15-20 06)
</td></tr>
<tr><td>6. Сверлить 2 отверстия Ø3,8 на глубину 16 мм</td><td>
Твердосплавное сверло CoroDrill 860
(860.1-0380-027A1-PM 4234)


Геометрические параметры
<table>
<tr><th>SIG</th><th>PL</th><th>DC</th><th>DCON</th><th>LU</th><th>LCF</th><th>LF</th><th>OAL</th></tr>
<tr><td>141</td><td>0.67</td><td>3.8</td><td>6</td><td>19.7</td><td>36</td><td>73.3</td><td>74</td></tr>
</table>

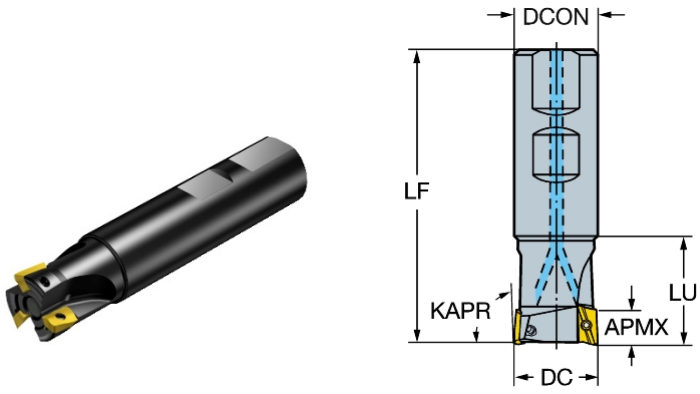
Режимы резания (подвод СОЖ через инструмент)
<table>
<tr><th>Переход</th><th>a_p</th><th>a_e</th><th>V</th><th>n</th><th>S</th><th>$S_м$</th></tr>
<tr><td>Сверление</td><td>16</td><td>-</td><td>143</td><td>12000</td><td>0.137</td><td>1640</td></tr>
</table>

Переходник от CAT-V к CoroChuck 970 (970-V40-20-102)
+ цанга ER (393.15-20 06)
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Содержание операций и технологических переходов</td><td>Инструмент</td></tr>
<tr><td>7. Развернуть 2 отверстия Ø4 на глубину 16 мм</td><td>
Твердосплавная развертка CoroReamer 435
(435.B-0400-A1-XF H10F)


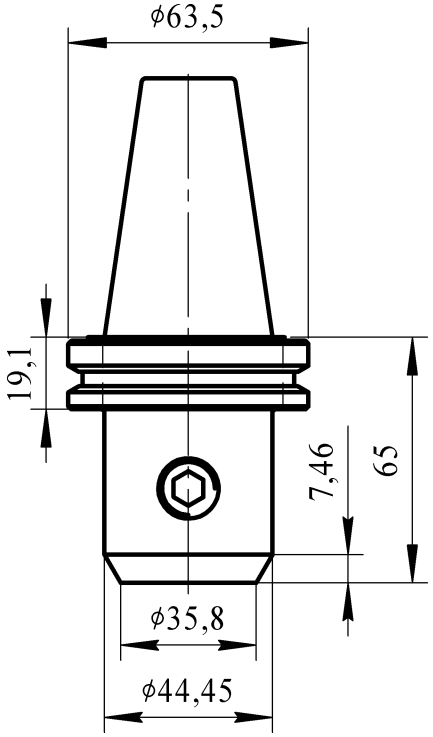
Геометрические параметры
<table>
<tr><td>DC</td><td>DCON</td><td>L</td><td>LU</td><td>LF</td><td>NOF</td></tr>
<tr><td>4</td><td>6</td><td>12</td><td>39</td><td>74.4</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="6">NOF – количество стружечных канавок (количество зубьев)</td></tr>
</table>

Режимы резания (подвод СОЖ через инструмент)
<table>
<tr><td>Переход</td><td>a_p</td><td>a_e</td><td>V</td><td>n</td><td>S</td><td>$S_м$</td></tr>
<tr><td>Развертывание</td><td>16</td><td>-</td><td>302.</td><td>2390</td><td>0.18</td><td>430</td></tr>
</table>

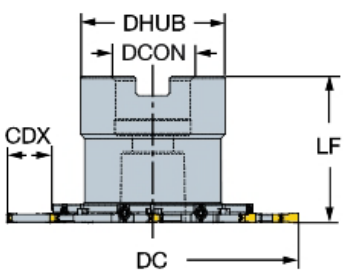
Переходник от CAT-V к CoroChuck 970 (970-V40-20-102)
+ цанга ER (393.15-20 06)
</td></tr>
<tr><td>8. Фрезеровать паз и 2 уступа</td><td>
Фреза для обработки прямоугольных уступов CoroMill 390
(RA390-019M19-11M)


Геометрические параметры
<table>
<tr><td>KAPR</td><td>DC</td><td>APMX</td><td>LU</td><td>LF</td><td>DCON</td><td>CICT</td></tr>
<tr><td>90</td><td>19.05</td><td>10</td><td>25.9</td><td>85.1</td><td>19.05</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="7">CICT – число режущих пластин</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Содержание операций и технологических переходов</td><td>Инструмент</td></tr>
<tr><td></td><td>
Режимы резания (подвод СОЖ через инструмент)
<table>
<tr><td>Переход</td><td>a_p</td><td>a_e</td><td>V</td><td>n</td><td>S_z</td><td>$S_м$</td></tr>
<tr><td>Черновой</td><td>5.12</td><td>19</td><td>286</td><td>4780</td><td>0.119</td><td>1710</td></tr>
<tr><td>Чист. основание</td><td>0.381</td><td>19</td><td>292</td><td>4880</td><td>0.0953</td><td>1390</td></tr>
<tr><td>Чист. стенок</td><td>5.5</td><td>0.38</td><td>320</td><td>5350</td><td>0.187</td><td>2990</td></tr>
</table>
Переходник от BIG-PLUS к Weldon A392.54523-4019065

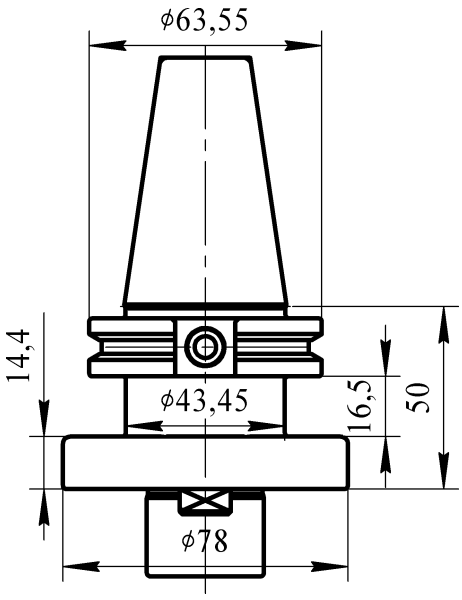


</td></tr>
<tr><td>9. Сверлить 12 отверстий Ø3,5 на глубину 17 мм</td><td>Инструмент, оснастка и режимы резания аналогичные переходу 5 операции 010</td></tr>
<tr><td>10. Разрезать заготовку корпуса на 2 части</td><td>
Отрезная фреза CoroMill 329 (329-125Q32-E)
Пластинки CoroCut 1-2 (N123E2-0200-0002-CM 1145)

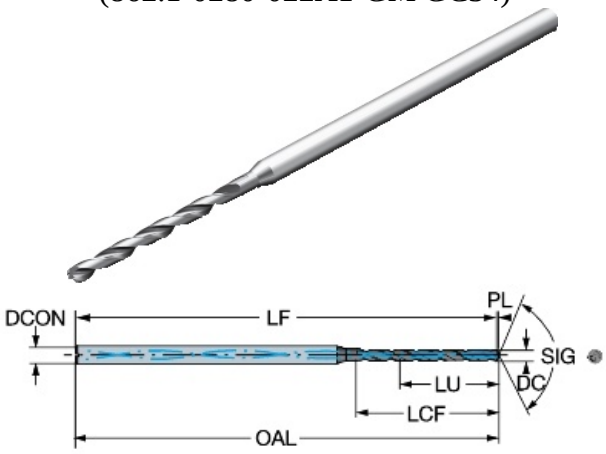


</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Содержание операций и технологических переходов</td><td>Инструмент</td></tr>
<tr><td></td><td>
Геометрические параметры
<table>
<tr><td>CDX</td><td>DC</td><td>DCON</td><td>DHUB</td><td>LF</td><td>CW</td><td>ZEFP</td></tr>
<tr><td>18</td><td>125</td><td>32</td><td>60</td><td>63</td><td>2</td><td>9</td></tr>
<tr><td colspan="7">CW – ширина резания</td></tr>
</table>
Режимы резания (подвод СОЖ снаружи)
<table>
<tr><td>Переход</td><td>a_p</td><td>a_e</td><td>V</td><td>n</td><td>S_z</td><td>$S_м$</td></tr>
<tr><td>Разрезание</td><td>-</td><td>18</td><td>106</td><td>270</td><td>0.06</td><td>145</td></tr>
</table>
Переходник от CAT-V к креплению на оправке
(AA3B05-40 32 050)

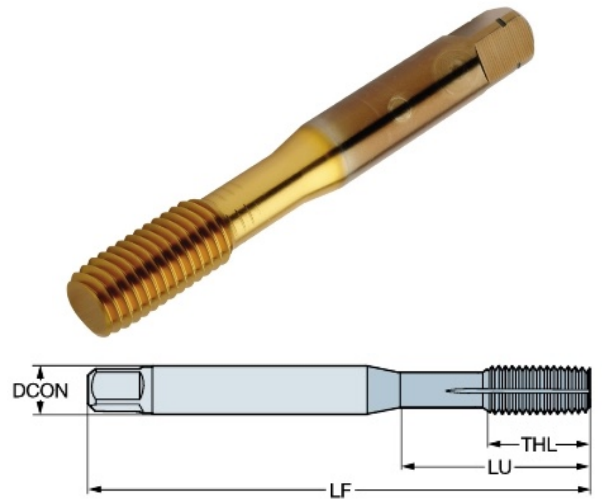


</td></tr>
<tr><td colspan="2">Операция 020 «Фрезерная»</td></tr>
<tr><td>1. Фрезеровать поверхности с переустановкой, обеспечивая точность относительного расположения поверхностей</td><td>Инструмент, оснастка и режимы резания аналогичные переходу 1 операции 010</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Содержание операций и технологических переходов</td><td>Инструмент</td></tr>
<tr><td>2. Сверлить 4 отверстия Ø2,8 на глубину 10 мм</td><td>
Твердосплавное сверло CoroDrill 862
(862.1-0280-022A1-GM GC34)


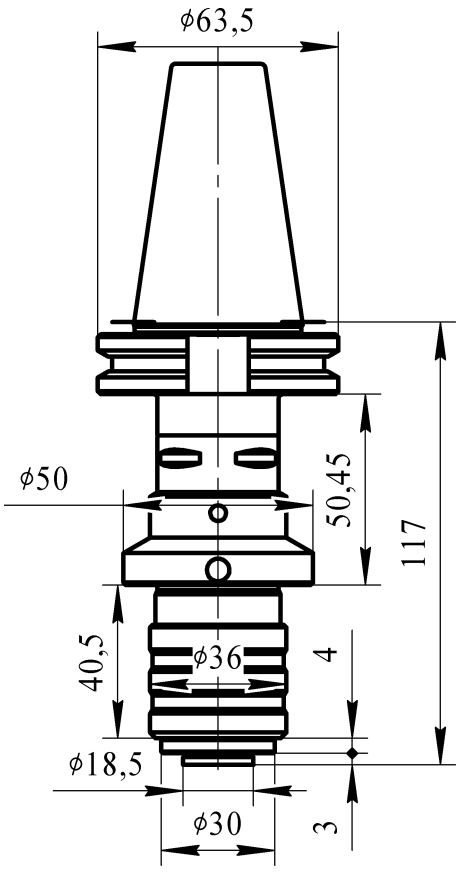
Геометрические параметры
<table>
<tr><td>SIG</td><td>PL</td><td>DC</td><td>DCON</td><td>LU</td><td>LCF</td><td>LF</td><td>OAL</td></tr>
<tr><td>140</td><td>0.51</td><td>2.8</td><td>3</td><td>22.9</td><td>30</td><td>83.5</td><td>84</td></tr>
</table>

Режимы резания (подвод СОЖ через инструмент)
<table>
<tr><td>Переход</td><td>a_p</td><td>a_e</td><td>V</td><td>n</td><td>S</td><td>$S_м$</td></tr>
<tr><td>Сверление</td><td>10</td><td>-</td><td>48</td><td>5460</td><td>0.0872</td><td>476</td></tr>
</table>

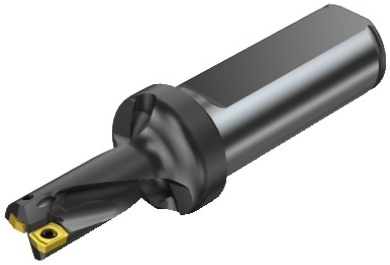
Переходник от CAT-V к CoroChuck 970 (970-V40-20-102)
+ цанга ER (393.15-20 03)
</td></tr>
<tr><td>3. Нарезать резьбу М3х0,5 на глубину 6 мм</td><td>
Метчик-раскатник CoroTap 400 (E091M3)


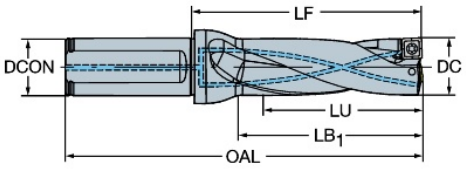
Геометрические параметры
<table>
<tr><td>THL</td><td>DCON</td><td>LU</td><td>LF</td></tr>
<tr><td>12.5</td><td>3.15</td><td>12.5</td><td>48</td></tr>
</table>

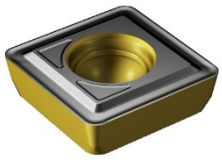
Режимы резания (без СОЖ)
<table>
<tr><td>Переход</td><td>a_p</td><td>a_e</td><td>V</td><td>n</td><td>S</td><td>$S_м$</td></tr>
<tr><td>Сверление</td><td>6</td><td>-</td><td>21.6</td><td>2290</td><td>0.5</td><td>1145</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Содержание операций и технологических переходов	Инструмент
	Переходник от NMTB к Coromant Capto (C3-A390B.45-40 030) + Переходник с Coromant Capto на быстросменный патрон для метчиков (C3-391.60-01 080A) + Быстросменный переходник (393.03-SE1 D0315X022)  

Содержание операций и технологических переходов	Инструмент
4. Сверлить отверстие Ø21,8	Сверло CoroDrill 880 (880-D2200L25-02) + сменные пластины 880-04 03 W07H-P-GR 4334 и 880-04 03 05H-C-GR 1044









Геометрические параметры

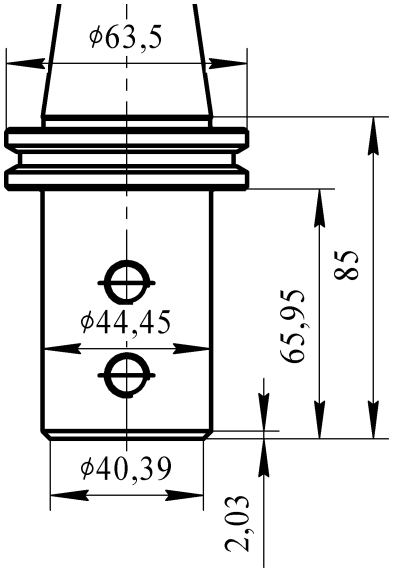
DC	LU	LB_1	LF	OAL	DCON	ZEFF
21.8	47.3	48	62.7	122	25	2
ZEFF – число эффективных торцевых режущих кромок						

Режимы резания (подвод СОЖ через инструмент)

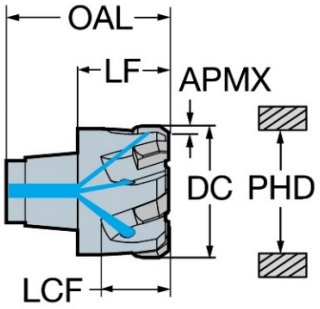
Переход	a_p	a_e	V	n	S	$S_м$
Сверление	15	-	195	2820	0.179	504

Переходник от CAT-V к патрону ISO 9766 (A3B27-40 25 085)

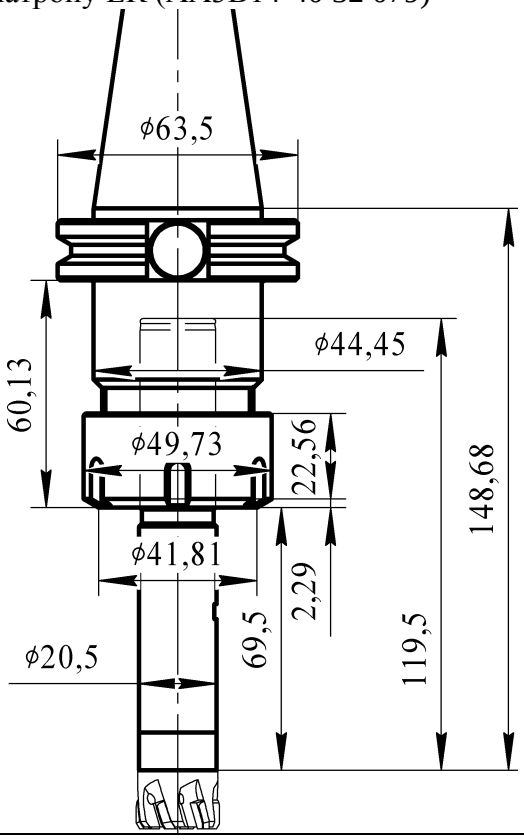




<table>
<tr><td>Содержание операций и технологических переходов</td><td>Инструмент</td></tr>
<tr><td>5. Развернуть отверстия до Ø22</td><td>
Головка развертки CoroReamer 830 (830A-E06D2200H7S14)

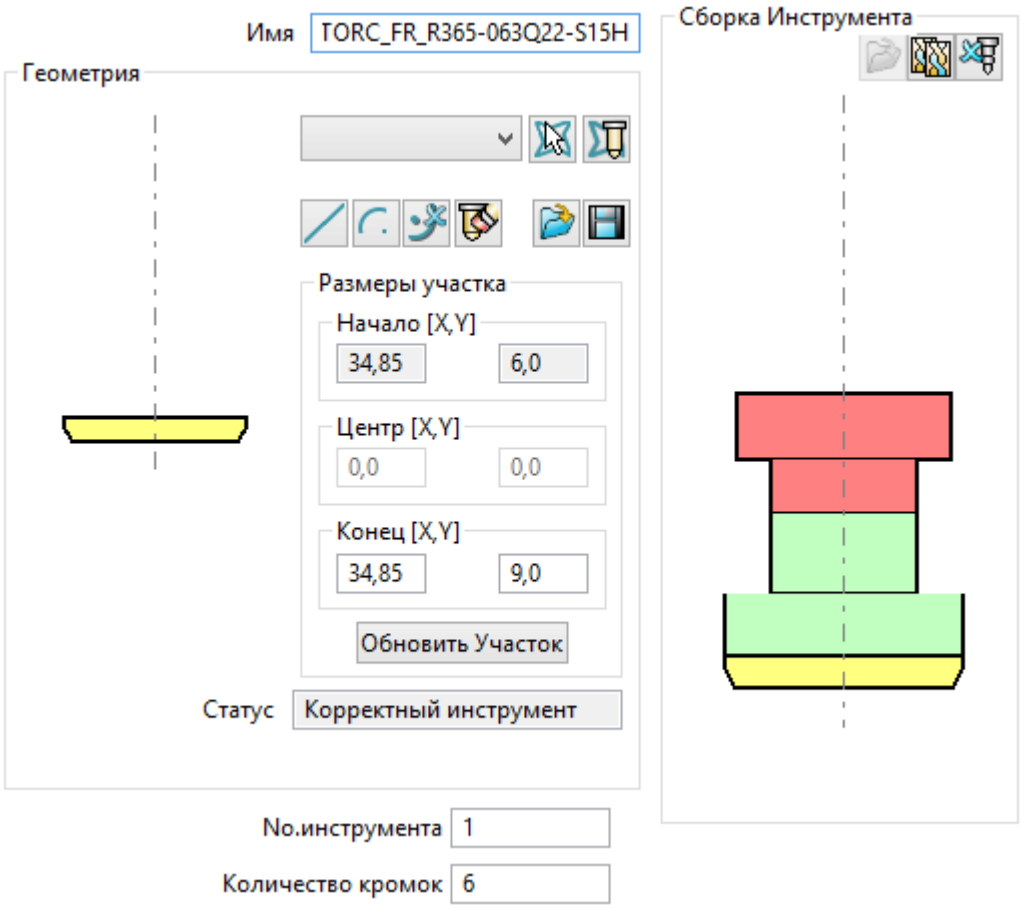
Геометрические параметры
<table>
<tr><td>DC</td><td>PHD</td><td>APMX</td><td>LF</td><td>LCF</td><td>NOF</td></tr>
<tr><td>22</td><td>21.8</td><td>0.3</td><td>15.5</td><td>13</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="6">NOF – количество стружечных канавок (количество зубьев)</td></tr>
</table>
Режимы резания (подвод СОЖ через инструмент)
<table>
<tr><td>Переход</td><td>a_p</td><td>a_e</td><td>V</td><td>n</td><td>S</td><td>$S_м$</td></tr>
<tr><td>Развертывание</td><td>16</td><td>-</td><td>302</td><td>2390</td><td>0.18</td><td>430</td></tr>
</table>
Переходник от цилиндрического хвостовика к CoroReamer 830 (830-S14A20070F) + Цанга ER (393.14-32 200) + Переходник от CAT-V к цанговому патрону ER (AA3B14-40 32 079)



</td></tr>
</table>

Следующим этапом является моделирование инструмента вместе с переходниками-адаптерами в PowerMILL, заполнение полей режимов резания и выбора способа подвода СОЖ.

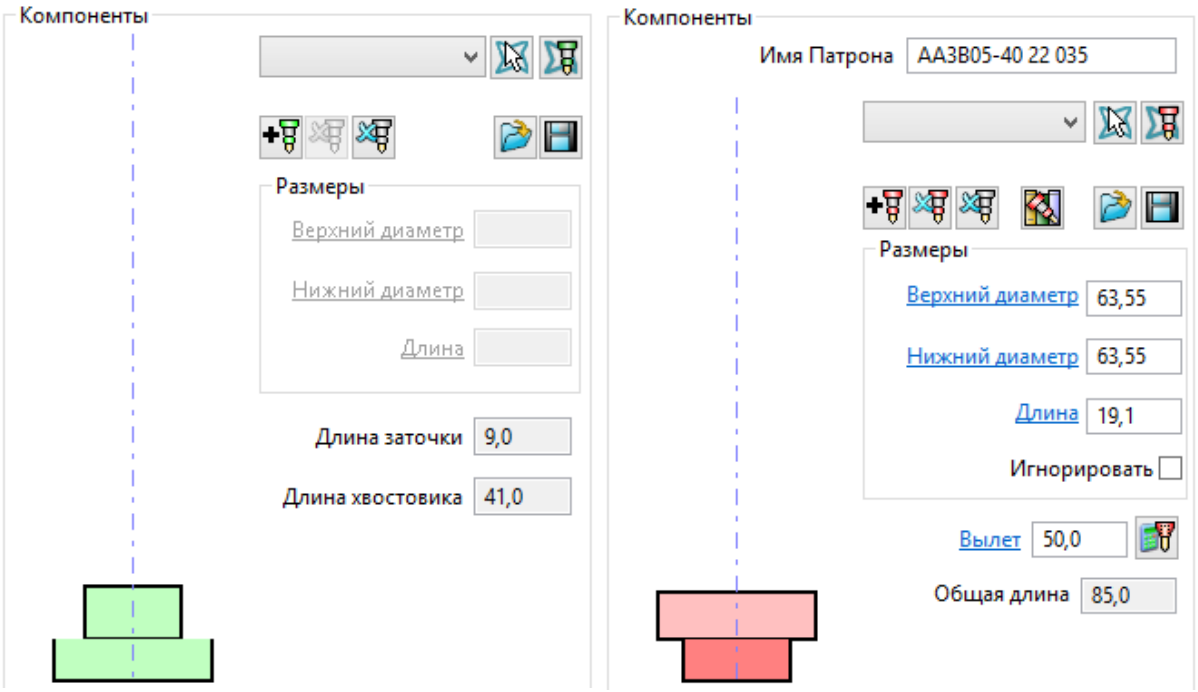
Первым инструментом является торцевая фреза. Она создавалась на основе произвольного инструмента  . Вкладка «Кромка» выглядит следующим образом:



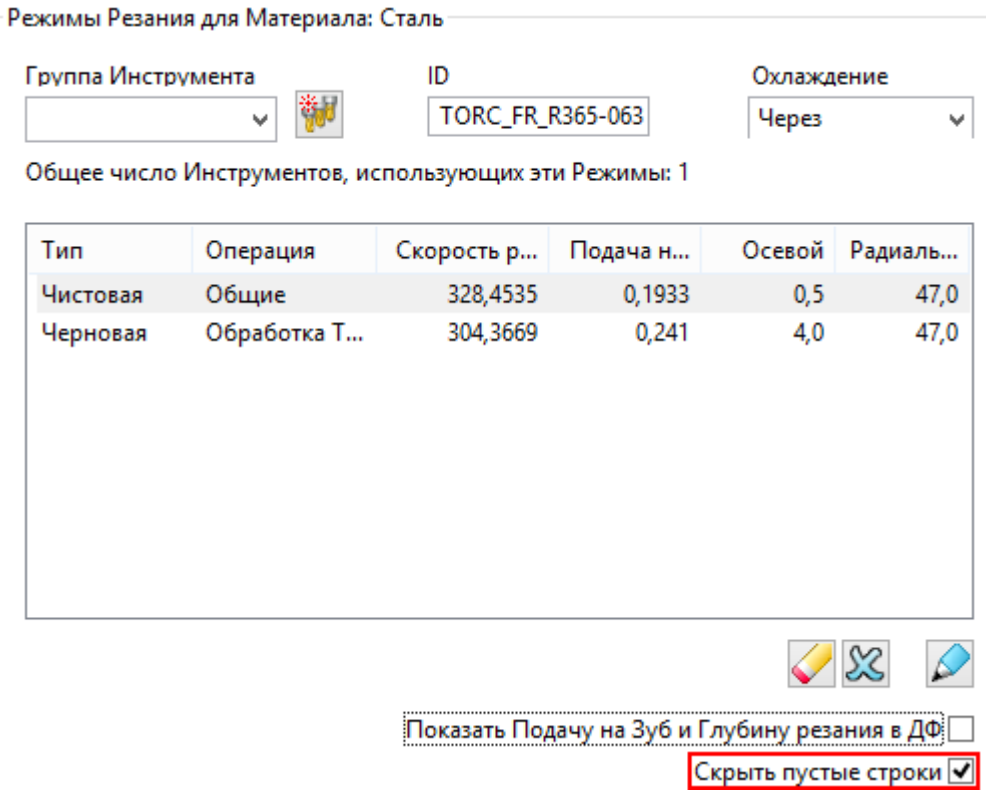
Режущая часть создавалась с помощью трех отрезков: первый – горизонтальный участок, второй – наклонный, третий – вертикальный.

Во вкладке «Хвостовик» корпус фрезы был смоделирован с помощью двух ступеней. Геометрические ограничения в программе не позволяют смоделировать конический участок хвостовика, в котором верхний диаметр меньше нижнего.

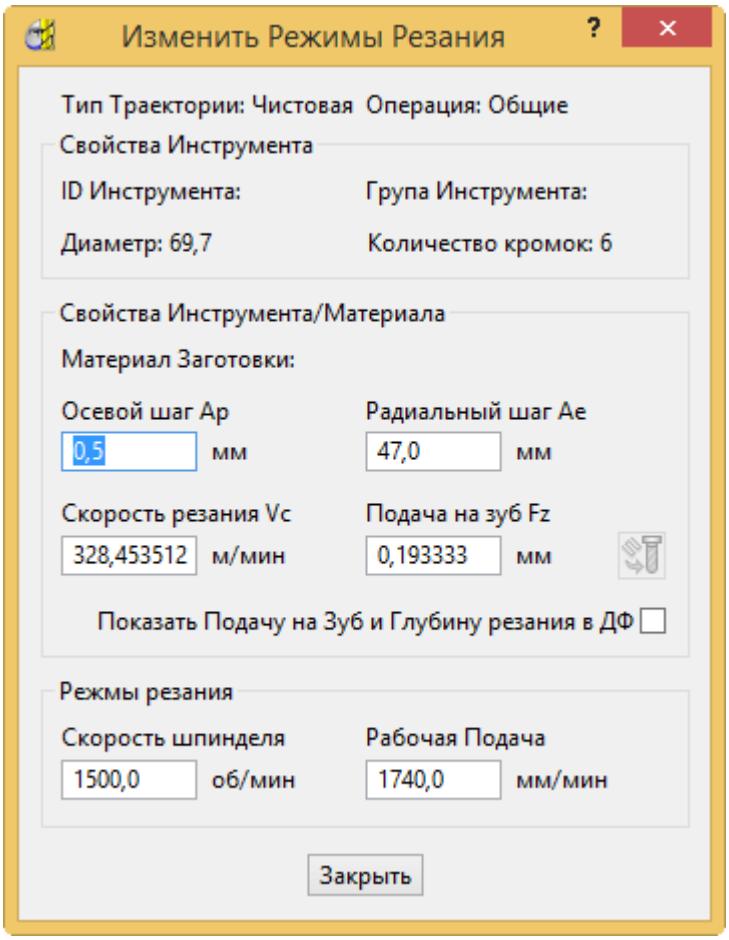
С помощью вкладки «Патрон» с помощью двух цилиндрических ступеней моделируется часть переходника, выступающая из шпинделя.



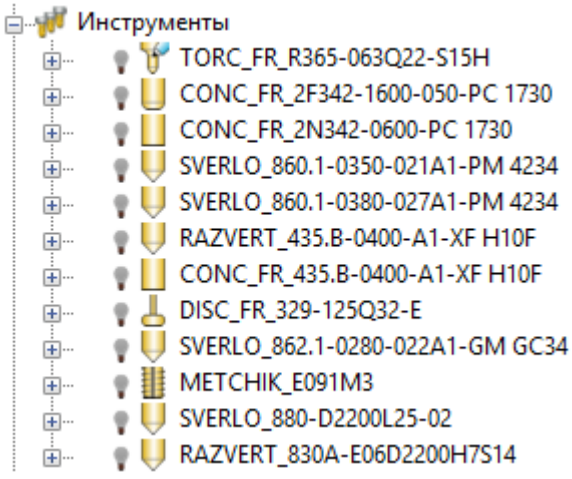
На вкладке режимы резания вводятся режимы для чистовой и черновой обработки. По умолчанию, ввести можно режимы резания только для чистовой обработки. Чтобы получить доступ к другим типам и операциям необходимо сбросить флажок «Скрыть пустые строки». На этой же вкладке необходимо выбрать способ подвода СОЖ.



Опцию «Показать Подачу на Зуб и Глубину резани в ДФ» рекомендуется отключить, чтобы использовать значения, предложенные программой CoroGuide.



При вводе режимов резания обязательно следует указать «Скорость шпинделя» (частоту вращения) и «Рабочую подачу» (минутную подачу). Рекомендуется указать осевой и радиальный шаги обработки, чтобы данные значения, автоматически заполнялись в соответствующие поля при настройки стратегий обработки.

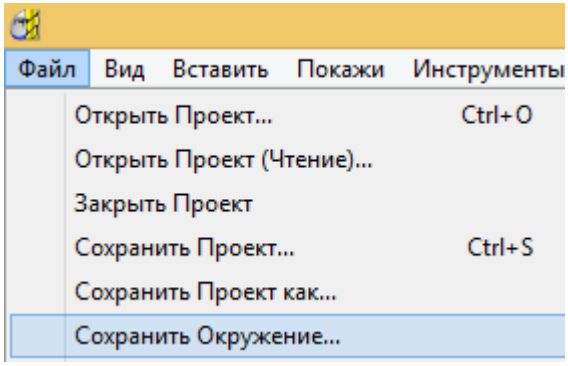


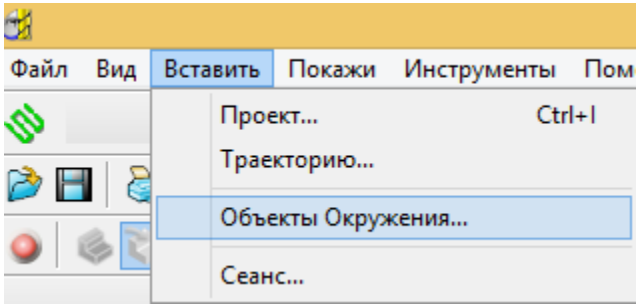
При моделировании остальных инструментов, следует учесть следующие рекомендации:

- имена всех инструментов состоят из обозначения типа инструмента (прописанного латиницей) и кода инструмента в соответствии с

каталогом Sandvik Coromant. Такой формат делает названия инструментов читаемыми даже в конечном тексте управляющей программы;

- при создании концевой фрезы для перехода 4 операции 010 фаской 0,1 можно пренебречь;
- для разверток использовался тип инструмента «Сверло», с углом при вершине 180°;
- так как переходник от CAT-V к CoroChuck 970 (970-V40-20-102) используется в нескольких сборках, его рекомендуется сохранить во внешний файл после первого создания и в дальнейшем загружать по необходимости.



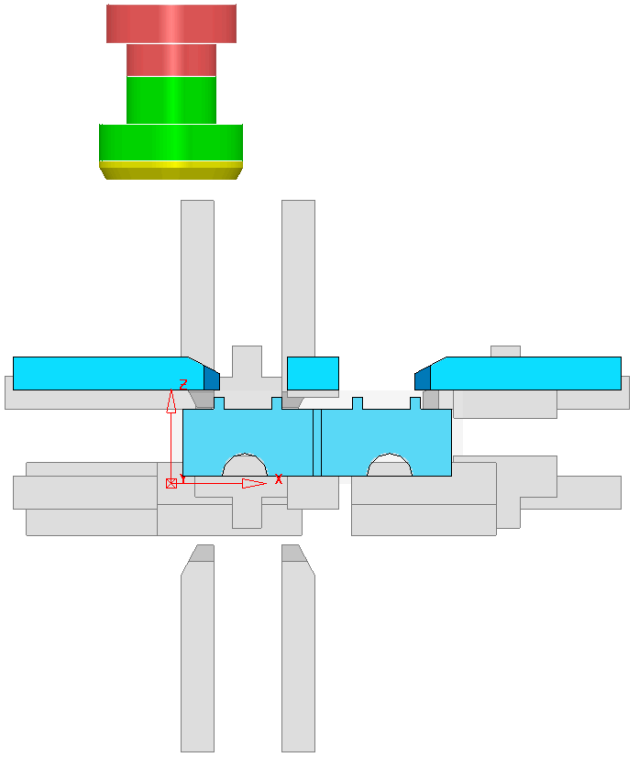


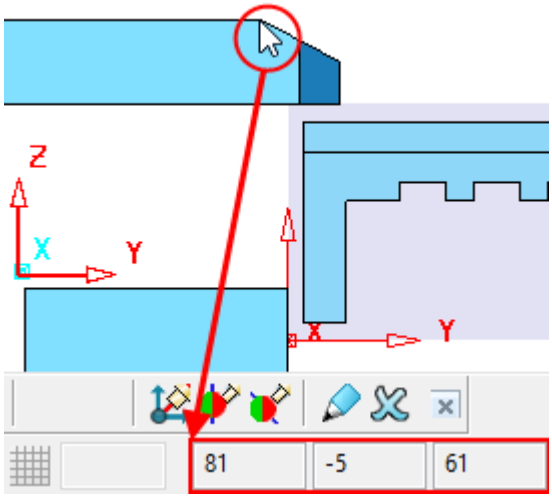
Если возникнет необходимость использовать тот же самый набор инструментов, то целесообразно сохранить все созданные инструменты в отдельный файл в виде объектов окружения. Объекты окружения можно вставлять в проекты на любом этапе работы.

3.4 Настройка безопасных высот, начальных и конечных точек, припусков по умолчанию.

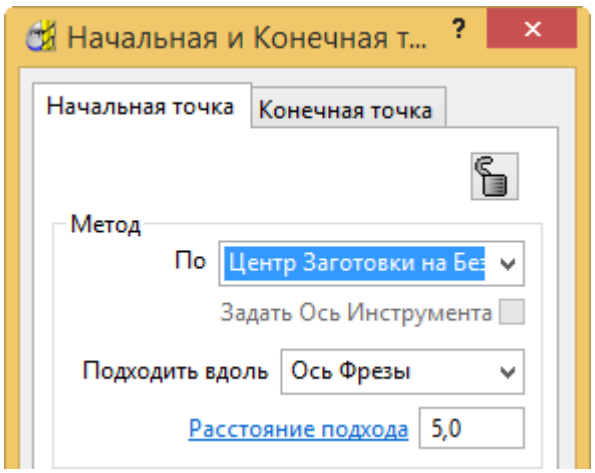
Чтобы сократить дальнейшее время на перенастройки проекта необходимо за ранее ввести значения по умолчанию для ряда параметров.

В большинстве случаев для установки безопасных высот достаточно последовательно нажать на кнопки «Вычислить» и «Принять». Однако, с учетом того, что в проекте содержатся дополнительные модели прижимов, безопасная высота и высота врезания будут вычислены не корректно.





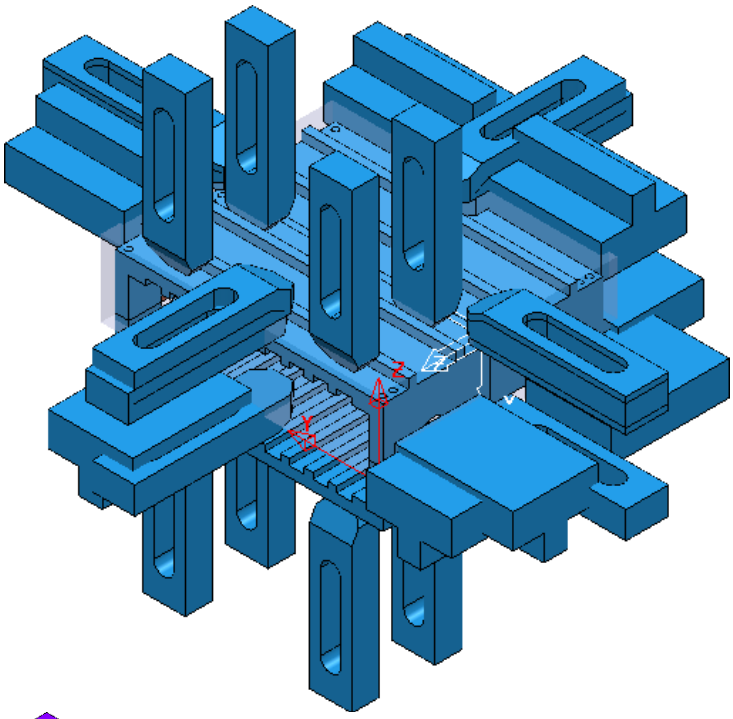
Поэтому обе высоты следует задать вручную. Безопасная высота должна на 5 мм быть выше, чем верхняя поверхность прижимов, высоту врезания можно сделать на 1 мм выше высоты прижимов. Чтобы узнать координаты верхней точки прижимов – достаточно навести курсор мышки на интересующую точку и в строке состояния появятся значения по трем осям в активной системе координат (X=81; Y=-5; Z=61). Таким образом, безопасная высота составит 66 мм, высота врезания 62 мм.

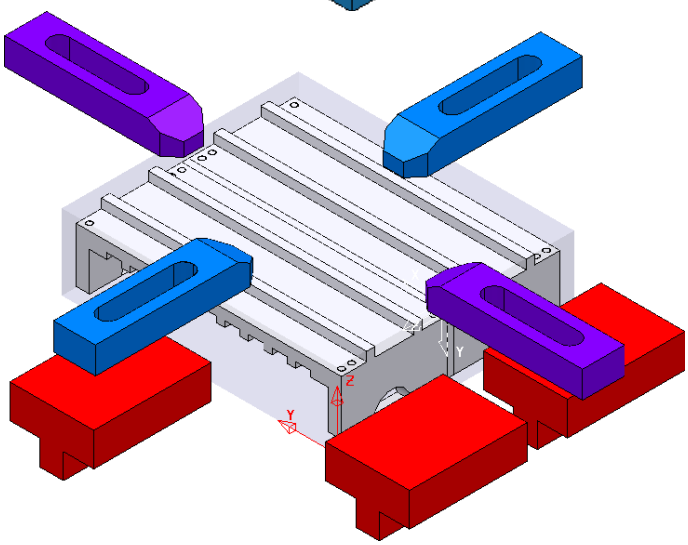


Команда «Начальные и конечные точки» – управляет точками, в которых инструмент должен находится перед началом прохода по траектории и по ее завершении.

Чтобы получить больше возможностей по контролю положения инструмента, а также минимизировать холостые перемещения (особенно при повороте наклонно-поворотного стола), целесообразно изменить метод задания начальной

точки. По умолчанию используется «Центр заготовки на безопасной Z», следует изменить на «Первая точка на безопасной Z». Конечную точку следует оставить значение по умолчанию – «Последняя точка на безопасной Z».

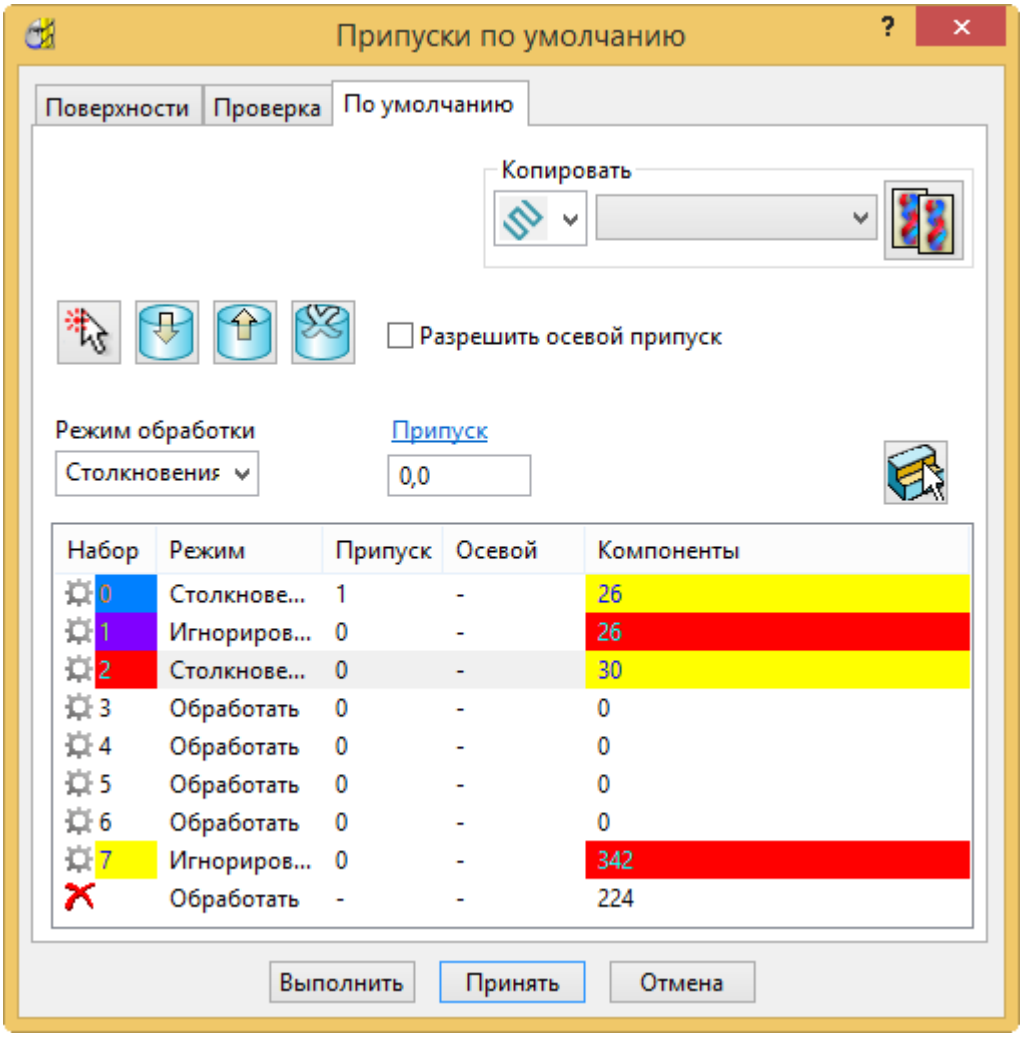




Для обработки на первом установе, чтобы избежать ненужных зарезов, необходимо задать всем моделям в проекте типы и значения припусков по умолчанию  (для других установов данные значения будут меняться).

Все модели следует включить в одну группу припусков, для которой «Режим обработки» назначеается «Игнорировать» (группа 7). Модели, участвующие в обработке на первом установе (технологическая оснастка) следует сгруппировать как показано на рисунке.

После перезажима заготовки на первом установе режим обработки групп 0 и 1 будет изменен на «Игнорировать» и «Столкновения», соответственно.

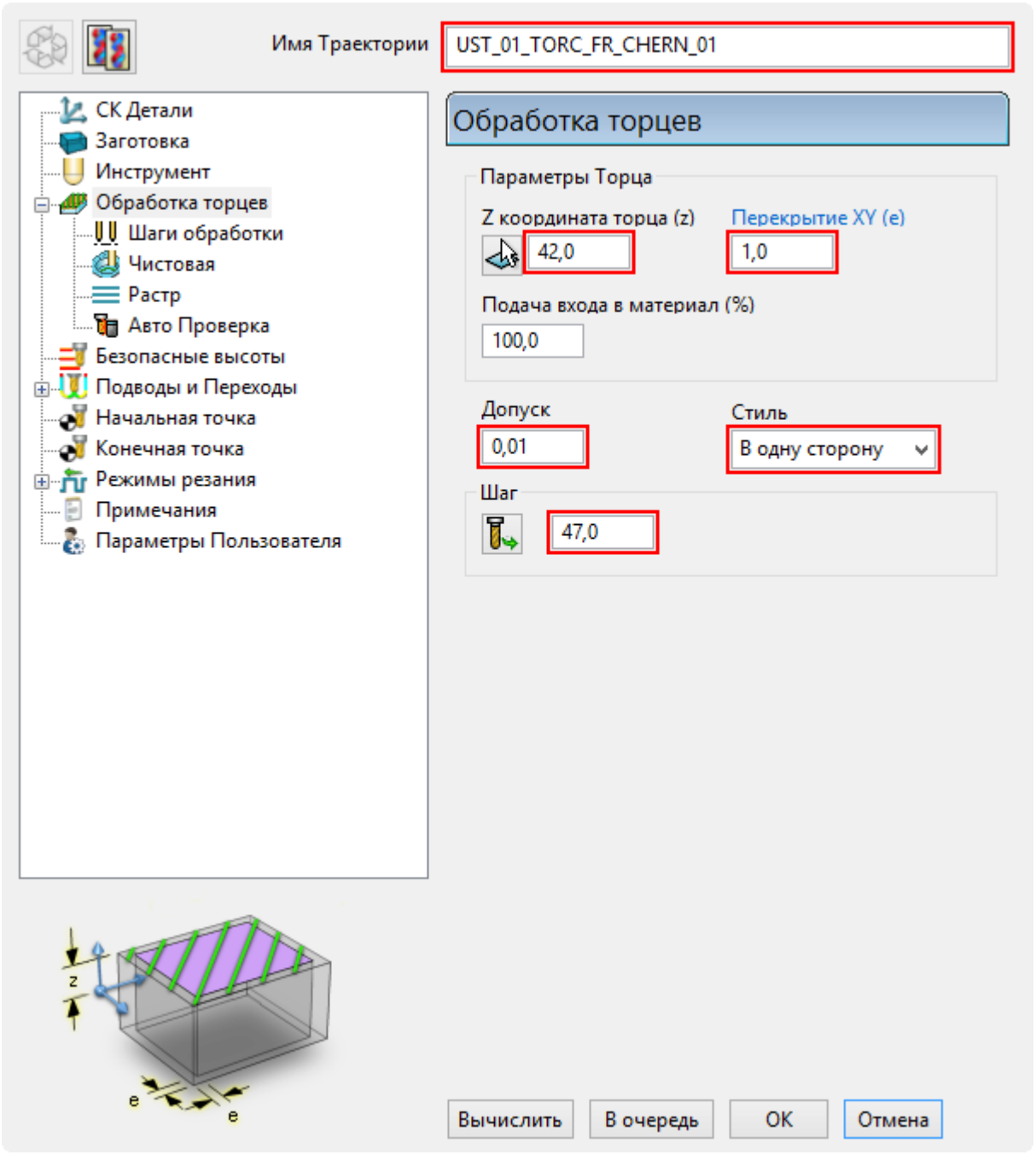


Следующим этапом является создание стратегий черновой обработки.

3.5 Создание стратегий черновой обработки на первом установе

Для создания первой стратегии обработки необходимо активировать систему координат «Уст01» и инструмент «TORC_FR_R365-063Q22-S15H» и нажать на кнопку «Стратегии обработки»  . В появившемся окне перейти на вкладку «2.5D обработка», и выбрать стратегию «Обработка торцев», которая настраивается следующим образом:

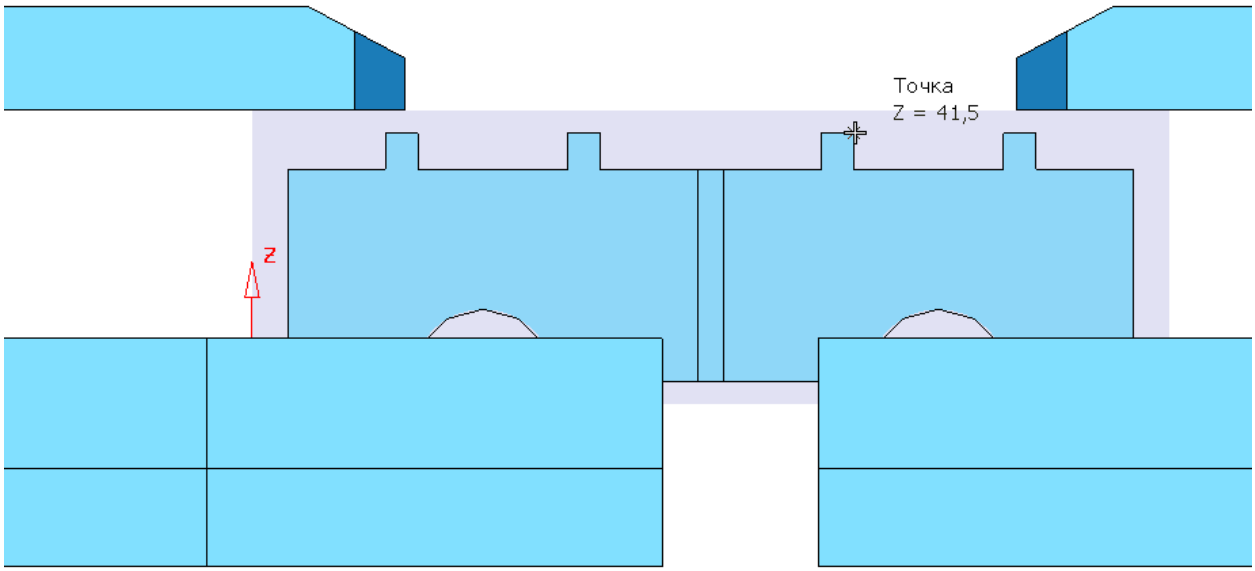
«Имя Траектории» – «UST_01_TORC_FR_CHERN_01». Формат имени следует избрать единообразный, содержащий название установа (или используемой системы координат), используемый инструмент, тип обработки и порядковый номер обрабатываемой поверхности в установе.



«Z координата торца (z)» определяется с ручным указанием высоты . Высоту следует указать по верху выступов.

Полученное значение необходимо увеличить на 0,5 мм (с учетом припуска для чистовой обработки).

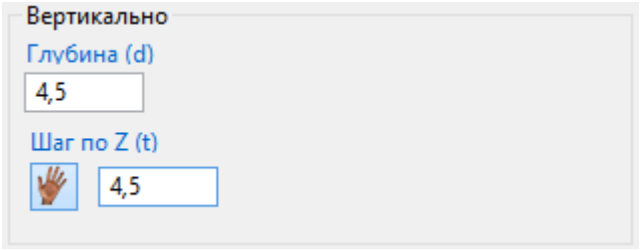
«Перекрытие XY» позволяет увеличить зону обработки в плоскости XY на 1 мм с каждой стороны, чтобы гарантированно обработать плоскость торца целиком.

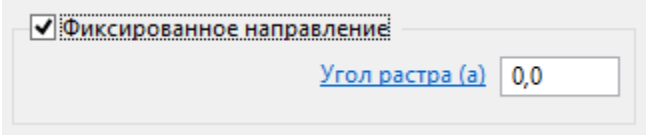


«Допуск» устанавливаем 0,01, т.к. для чистовой траектории планируется использовать копию текущей.

«Стиль» в одну сторону, т.к. необходимо обеспечить попутное фрезерования на всем участке обработки.

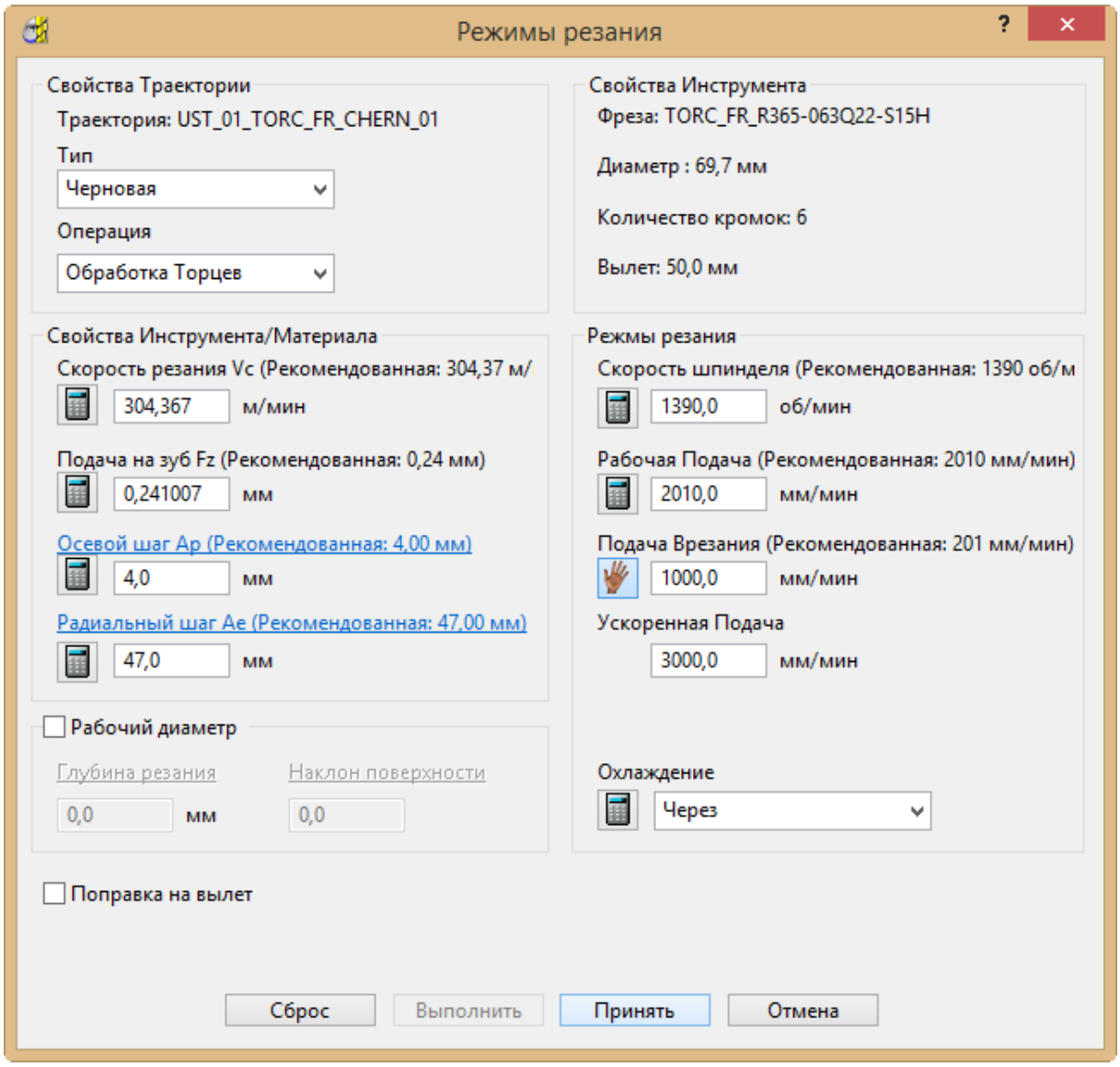
«Шаг» соответствует режимам резания, выбранным по каталогам инструмента.





Вкладка «Шаги обработки» позволяет настроить параметры глубины срезаемого слоя (измеряется вверх от «Z координата торца»).

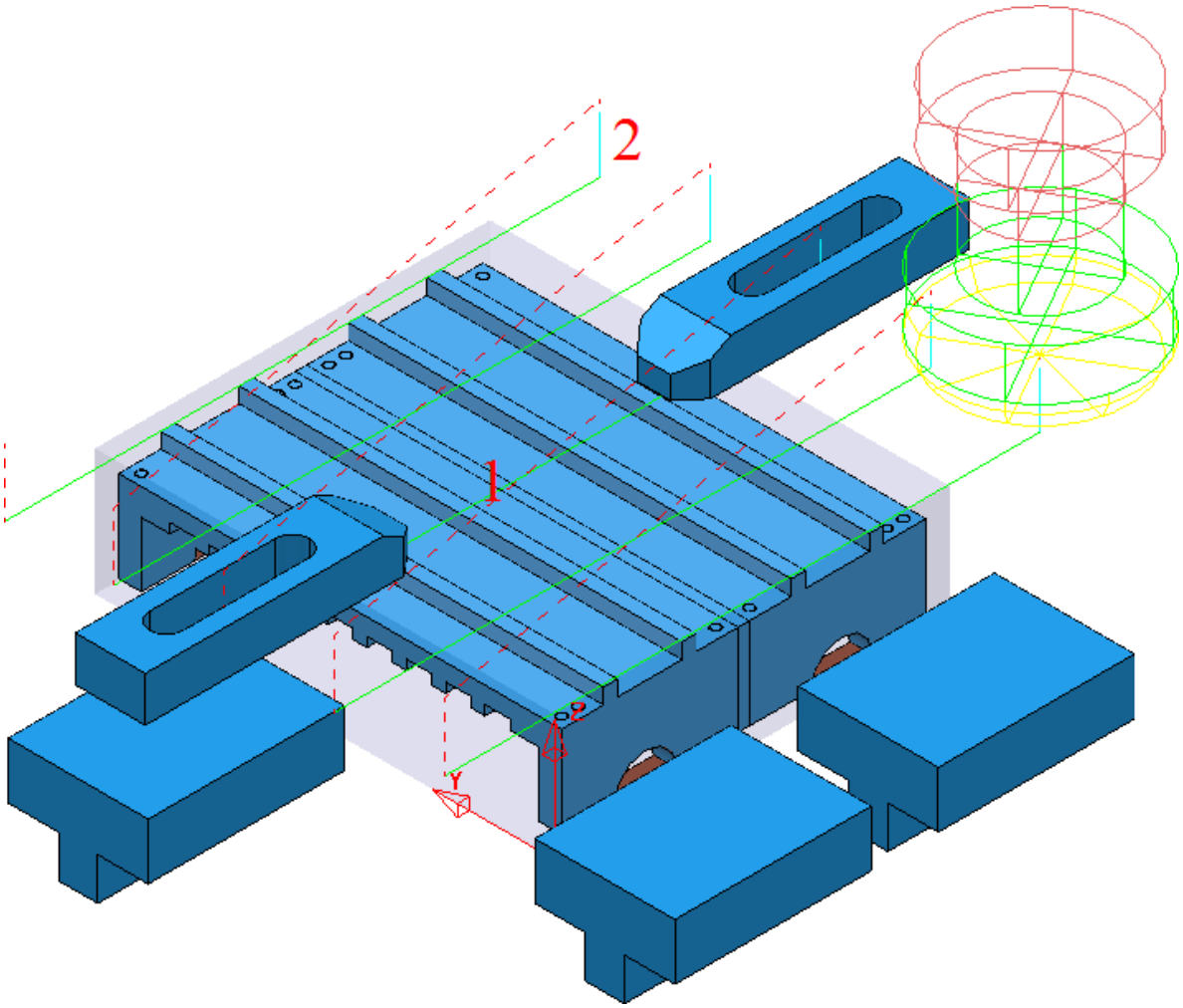
Вкладка «Растр» управляет углом наклона линий в плоскости XY к оси X. Так как необходимо, чтобы лини проходов шли вдоль прижимов, следует включить параметр «Фиксированное направление» и задать «Угол растра» – 0°.



На вкладке «Режимы резания» нажать на кнопку «Режимы резания»  и в появившемся окне выбрать «Тип» – «Черновая», «Операция» – «Обработка Торцев».

Чтобы применить режимы резания, настроенные для инструмента, необходимо нажать на кнопку «Сброс», исправить «Подачу врезания», установив значение 1000 мм/мин и нажать кнопку «Принять».

Теперь, когда стратегия настроена, следует нажать на кнопки «Вычислить» и после вычисления – «Отмена».



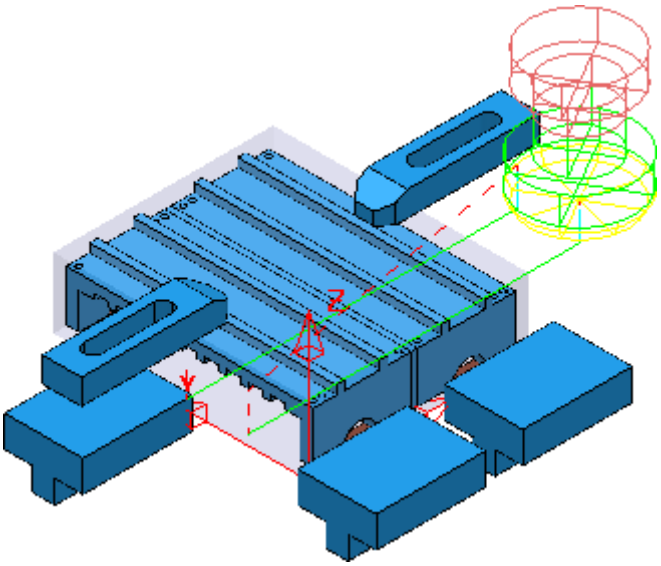
Полученная траектория имеет два недостатка:

1. Так как в стратегии не была включена проверка зарезов и столкновений с 3D-моделями, то траектория инструмента проходит через прижимы
2. Путь врезания до высоты обрабатываемого слоя достаточно большой (при этом, значение подачи врезания в 10 раз меньше рабочей подачи), а само вертикальное врезание происходит за пределами заготовки где материала нет. Следует установить минимальное значение высоты врезания.

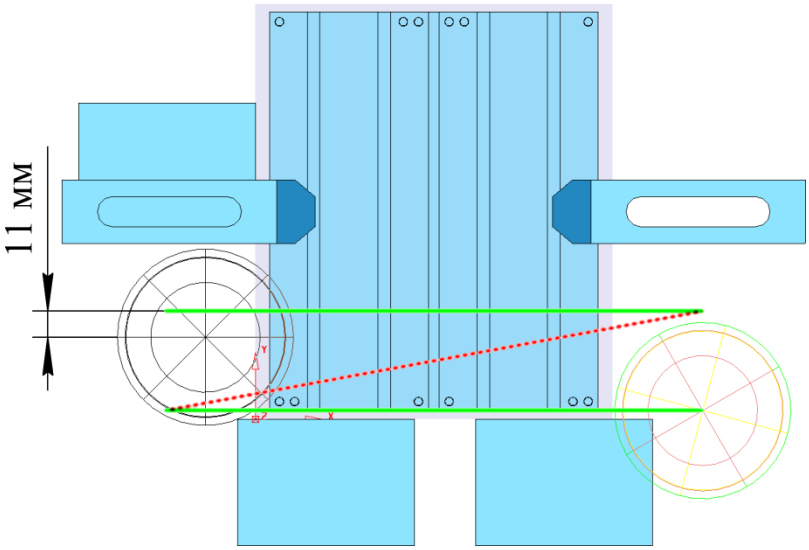
3.6 Редактирование и оптимизации стратегии черновой обработки

Для устранения первого недостатка, необходимо вручную отредактировать траекторию.

Для начала, следует удалить три последних сегмента. Для этого необходимо выбрать удаляемые сегменты траектории и из контекстного меню траектории «UST_01_TORC_FR_CHERN_01 » выполнить команду «Правка» – «Удалить выбранные».



Нажав комбинацию клавиш Ctrl+T, можно включить режим отображения курсора мыши в виде инструмента. Переключившись на вид сверху удобно оценить величину, на которую необходимо сместить сегменты траектории, чтобы избежать зарезов с прижимами (в данном случае – 11 мм).



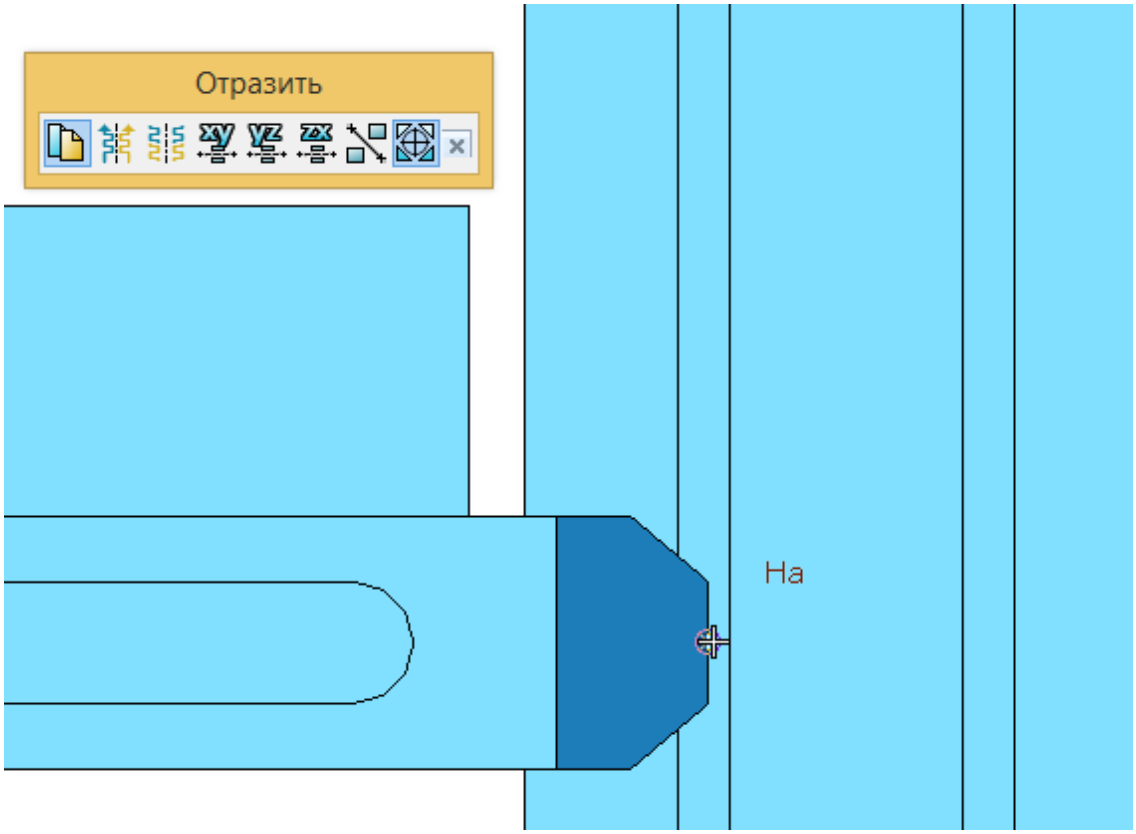
Чтобы сместить сегменты траектории из контекстного меню траектории «UST_01_TORC_FR_CHERN_01» следует запустить команду «Правка» – «Трансформировать».

В появившейся панели «Трансформировать» необходимо нажать кнопку «Переместить траекторию»  , в строке состояния ввести величины смещения по каждой координате, разделяя их пробелами

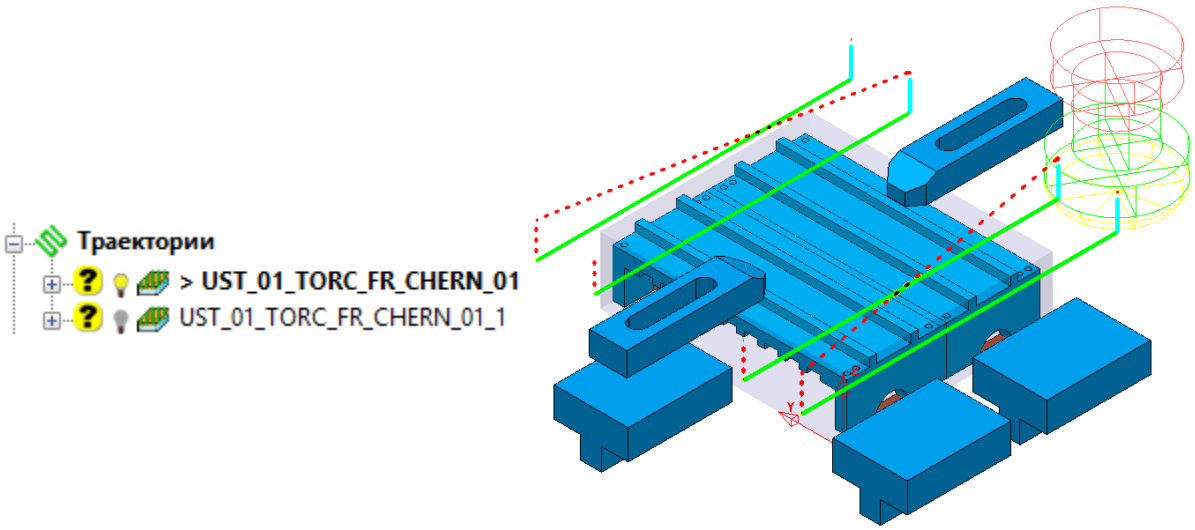


и нажать клавишу «Enter». В результате оба сегмента сдвинутся вниз относительно прижимов.

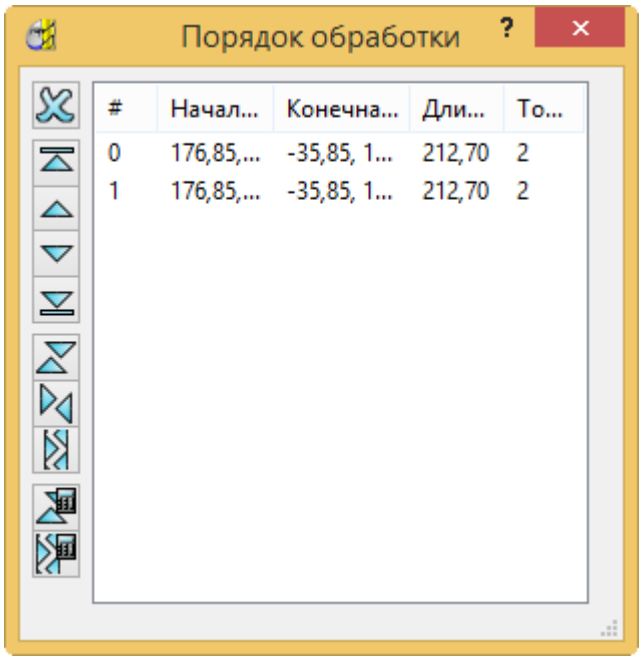
Чтобы создать два сегмента для обработки плоскости с другой стороны прижимов следует воспользоваться командой «Отразить зеркально»  и в появившейся панели инструментов изменить центр трансформации. Для этого необходимо нажать кнопку «Изменить центр трансформации»  и в окне вида указать кликом мышки новое положение центра трансформации (центр одного из прижимов), выбрать плоскость, относительно которой нужно отразить траектории (в данном случае это ZX ).



Завершается редактирование траектории нажатием на клавишу «Принять изменения»  в панели «Трансформировать». Появится сообщение о создании двух траекторий вместо одной (каждая содержит по два сегмента для обработки участка плоскости с обоих сторон прижимов).



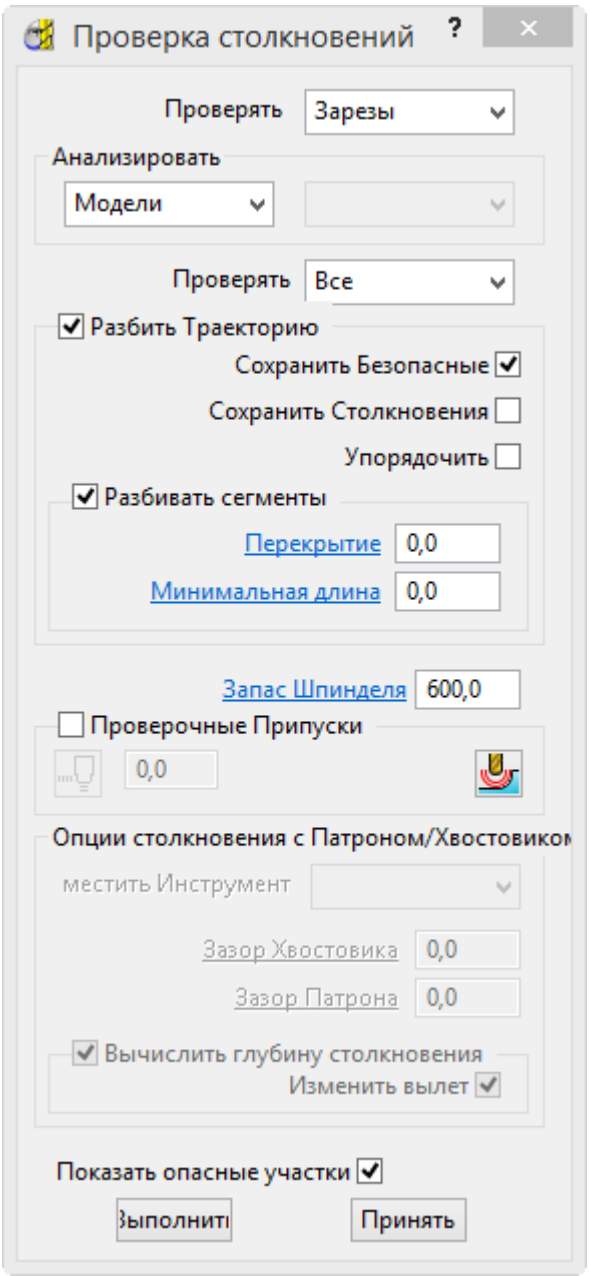
Для устранения второго недостатка исходной траектории («длинные холостые врезания») нужно воспользоваться инструментом «Безопасные высоты», указав значение параметра «Начальная Z» – 42,5 (42 мм – уровень фрезерования поверхности + 0,5 мм – высота врезания). Далее следует нажать кнопку «Выполнить», чтобы применить новое значение высоты врезания к активной траектории. Подобным образом устанавливается высота врезания для второй траектории.

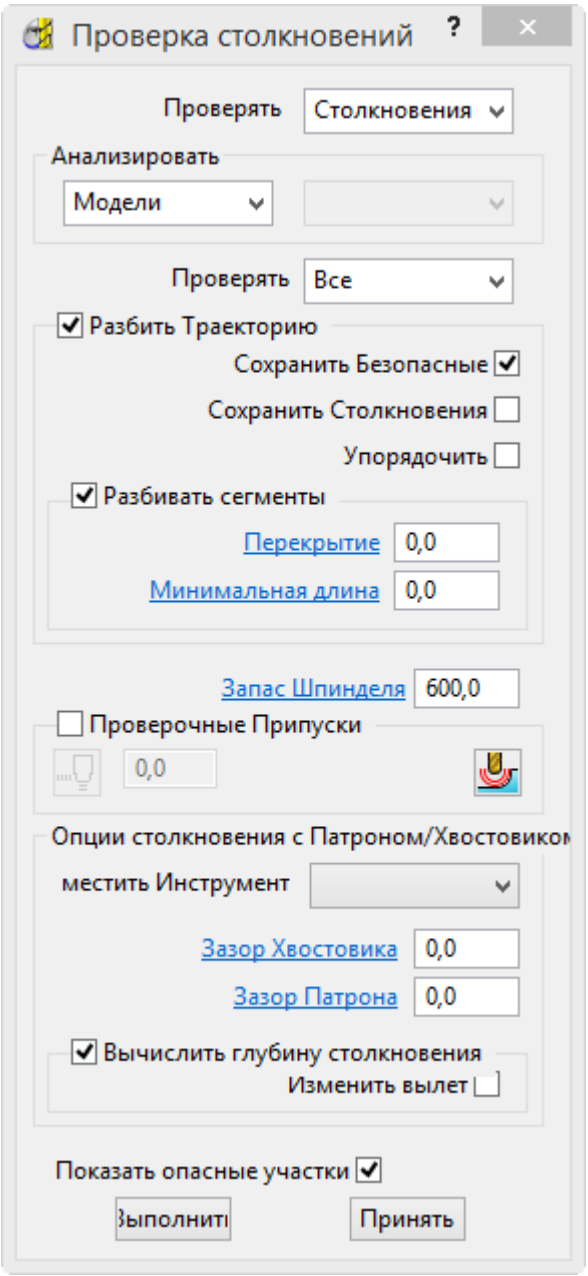


При создании второй траектории возникла другая проблема – направление фрезерование стало встречным. Для того чтобы исправить это, необходимо воспользоваться инструментов «Упорядочить траекторию»  в панели «Траектория». В появившемся окне необходимо нажать на кнопку «Развернуть направление»  .

Чтобы убедиться, что траектории не зарезают и не приводят к столкновениям с инструментом или хвостовиком необходимо провести соответствующую проверку.

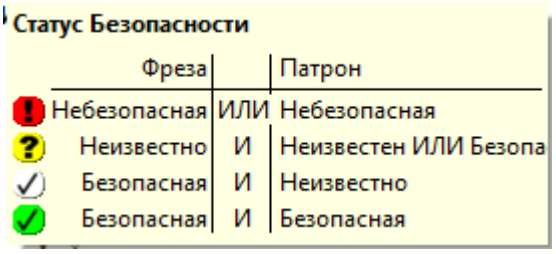
Из контекстного меню каждой траектории необходимо выбрать «Проверить» – «Траектория…», в появившемся диалоговом окне настроить параметры как показано на рисунке ниже. В группе «Разбить траекторию» оставить включенными только опции «Сохранить безопасные» и «Разбить сегменты» и нажать кнопку «Выполнить». После проверки появится окно с результатами проверки (нажать ОК). Не закрывая окна «Проверка столкновений», активируйте вторую траекторию и снова нажмите кнопку «Выполнить». Если траектория не приводит к зарезам, то следует изменить тип проверки с «Зарезы» на «Столкновения» и устано-



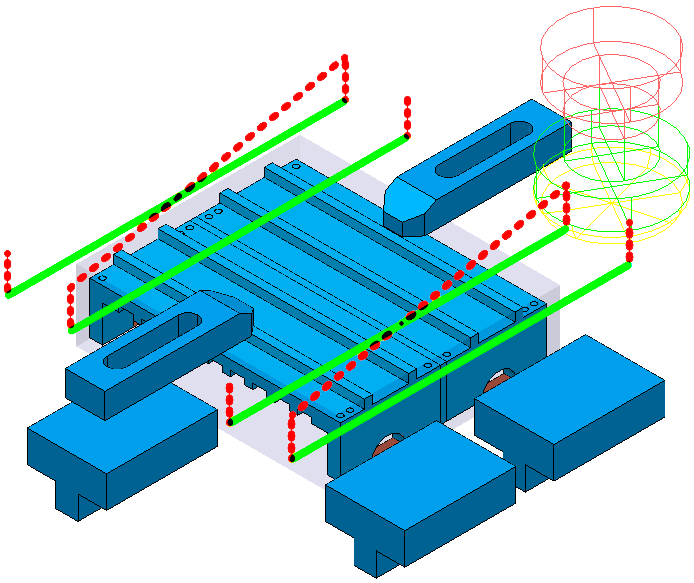


вить параметры как показано на рисунке.

Опцию «Изменить вылет» в группе параметров «Вычислять глубину столкновения» нужно отключить, так как конструкция инструмента не позволяет настраивать вылет режущей части.

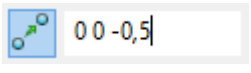


После удачной проверки обоих траекторий значки рядом с их пиктограммами должны измениться следующим образом. Если навести курсор мышки, то можно увидеть расшифровку статуса пиктограмм.



После всех редактирований две черновые траектории для обработки части верхней поверхности будут выглядеть как показано на рисунке.

Далее необходимо создать траектории чистовых проходов. Траектории чистовых проходов должны срезать припуск 0,5 мм и выполняться на других режимах резания, но при этом иметь туже самую форму, поэтому для создания чистовых траекторий обработки необходимо скопировать траектории черновой обработки, сместить их вниз на 0,5 мм и изменить режимы резания.

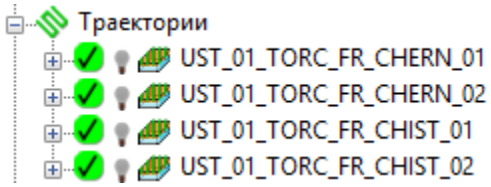
Чтобы сделать копию траектории со смещением вниз, необходимо ее активировать и в панели «Траектория» воспользоваться командой «Трансформировать траекторию»  . В появившейся панели «Трансформировать» нажать на кнопку «Переместить траектории»  . После запуска команды нужно ввести в поле командной стоки, относительные координаты смещения 

и нажать клавишу «Enter». Завершить команду

следует нажатием на кнопку «Принять изменения»  . В дереве появится новая траектория с измененными параметрами.

Чтобы изменить режимы резания нужно воспользоваться командой «Режимы резания»  из главной панели. В появившемся окне следует выбрать «Тип операции» – «Чистовая», «Операция» – «Обработка торцев» и последовательно нажать кнопки «Сброс», «Выполнить», «Принять».

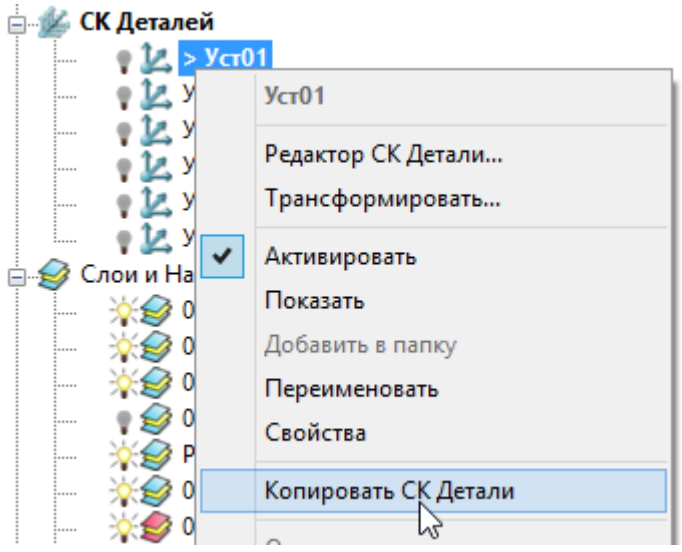
Далее следует выполнить проверку траектории на зарезы и столкновения. После чего, аналогично создать чистовую траекторию для части плоскости с другой стороны прижимов.



Все траектории рекомендуется переименовать и поменять их порядок в проводнике проекта, как показано на рисунке.

3.7 Создание траектории обработки первого свободного торца

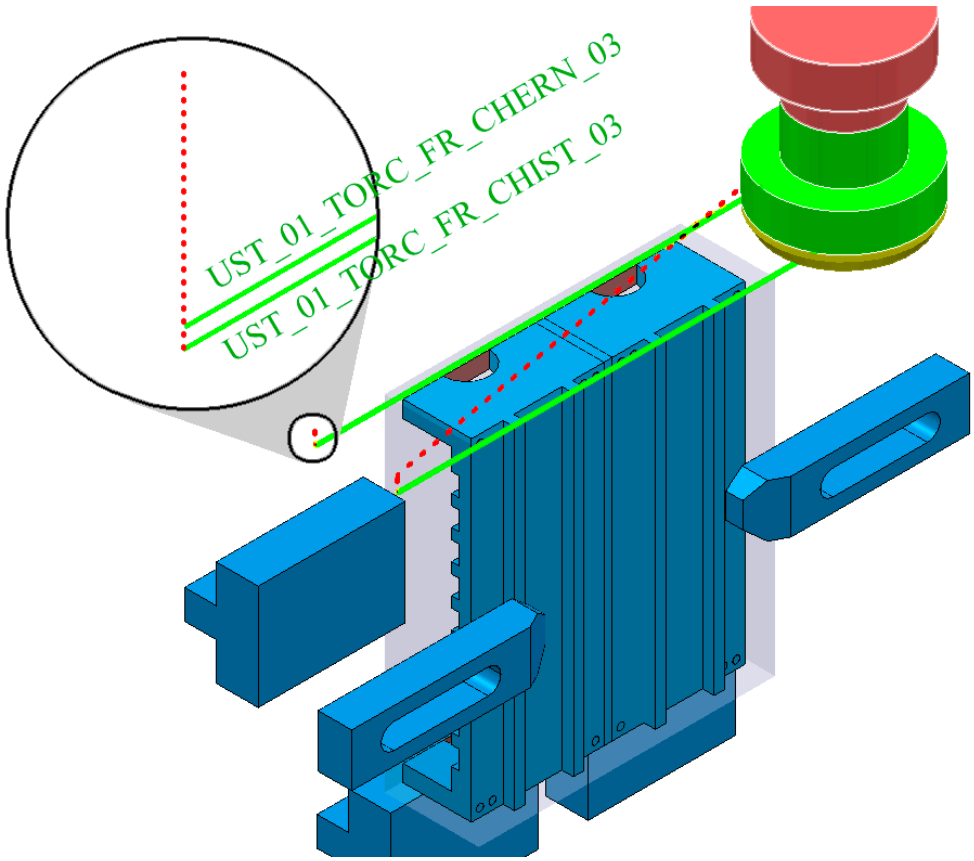
В соответствии с технологическим процессом, следующим обрабатывается торец свободный от прижимов и упоров. Для обработки данного торца необходимо повернуть наклонно-поворотный стол, чтобы плоскость торца была перпендикулярна оси вращения фрезы. Для этого необходимо создать новую систему координат с нужной ориентацией, но в той же точке.



С помощью контекстного меню необходимо скопировать систему координат «Уст01» и повернуть ее вокруг оси X на 90° по часовой стрелке (с помощью «Редактора СК Детали»).

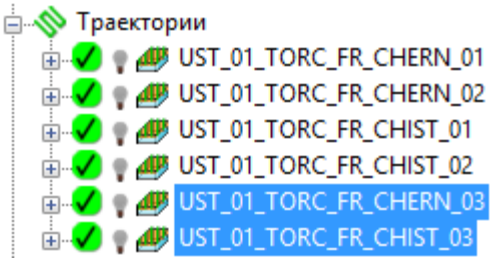
Для новой системы ко-

ординат устанавливаются безопасные высоты (Безопасная Z = 170 мм, Начальная Z = 163 мм).



Следующим шагом является создание черновой траекторий обработки со следующими параметрами:

- «Z координата торца» – 162,5 мм (161 мм – до поверхности детали + 1 мм – припуска для обработки в сборе + 0,5 мм – для чистовой обработки);
- Угол растра – 0°;
- Режимы резания: «Тип» – «Черновая», «Операция» – «Обработка торцев»;
- Остальные параметры – аналогично описанным выше.



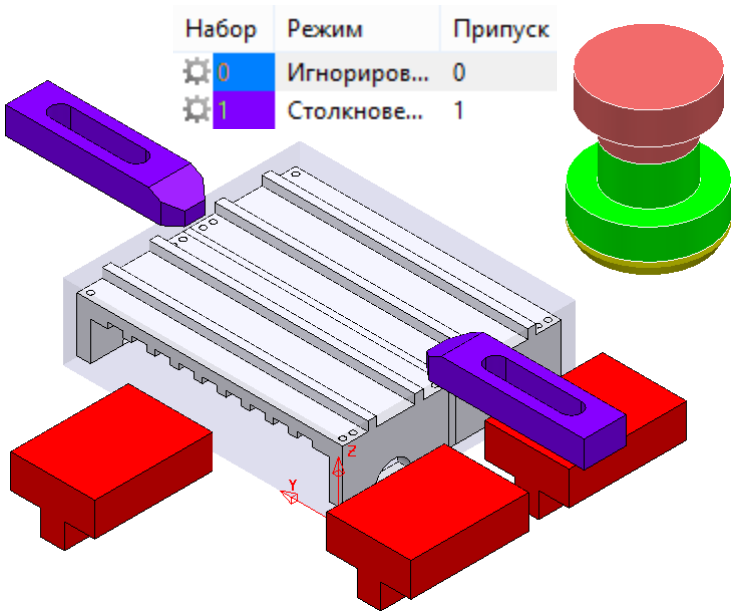
С помощью команды «Трансформировать» из панели «Траектория» создается чистовая траектория фрезерования торцев (черновая траектория смещается на 0,5 мм

вниз и изменяются режимы резания). Обе траектории следует проверить на зарезы и столкновения и переименовать в соответствии с принятым форматом имён.

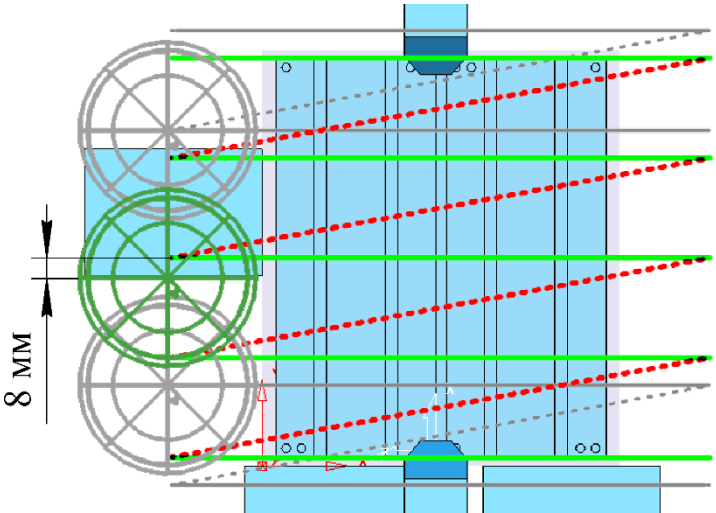
3.8 Создание траектории доработки горизонтальной плоскости

Следующим технологическим переходом является обработка оставшейся части верхней плоскости. Данный переход выполняется после перезажима заготовки.

Чтобы осуществить перезажим в PowerMILL, необходимо изменить припуски по умолчанию  , а именно, для групп припусков 0 и 1 установить режимы обработки «Игнорировать» и «Столкновение» (с припуском 1 мм), соответственно. Для более удобного визуального восприятия, также следует скрыть набор «010 Прижимы Уст0101» и сделать видимым набор «010 Прижимы Уст0102».



Перед началом создания новой траектории рекомендуется активировать систему координат «Уст01» и инструмент «TORC_FR_R365-063Q22-S15H», после чего, создать траекторию обработки торцев с параметрами идентичными траектории «UST_01_TORC_FR_CHERN_01».



Чтобы принять решение о том, какие сегменты траектории удалить, необхо-

димо на виде сверху включить отображение траекторий «UST_01_TORC_FR_CHERN_01», «UST_01_TORC_FR_CHERN_02» и режим отображения курсора в виде инструмента (Ctrl+T). Далее подвести курсор поочередно к ближайшим к центру сегментам траекторий и оценить оставшийся материал после фрезерования на первом установе. Как видно из рисунка, материал будет удален центральным сегментом траектории. Однако, в этом случае ось фрезы будет проходить прямо по центру срезаемого материала, что является не благоприятным вариантом обработки. Чтобы избежать этого, необходимо центральный сегмент сместить по оси Y на -8 мм.

После редактирования траектории ее следует проверить на столкновения и зарезы, после чего, создать траектории чистовой обработки описанным ранее способом. Две новых траектории должны получить названия «UST_01_TORC_FR_CHERN_04» и «UST_01_TORC_FR_CHIST_04».

3.9 Создание траектории обработки второго свободного торца

Следующим переходом является обработка второго торца (освободившегося от прижима). Как и при обработке первого торца, для выполнения фрезерования необходимо повернуть наклонно-поворотный стол, чтобы плоскость торца была перпендикулярна оси вращения фрезы, то есть необходимо создать новую систему координат с новой ориентацией, но в той же точке и повернуть ее на 90° против часовой стрелки вокруг оси Y. Далее необходимо установить безопасные высоты: «Безопасная Z» – 163 мм (на 6 мм выше поверхности упоров) и «Начальная Z» – 137,5 мм (135,5 мм до поверхности детали + 1 мм припуска, который должен остаться для операции 020 + 0,5 мм – припуск на чистовую обработку на данной операции + 0,5 мм высота врезания).

Далее следует создать траекторию черновой обработки торца:

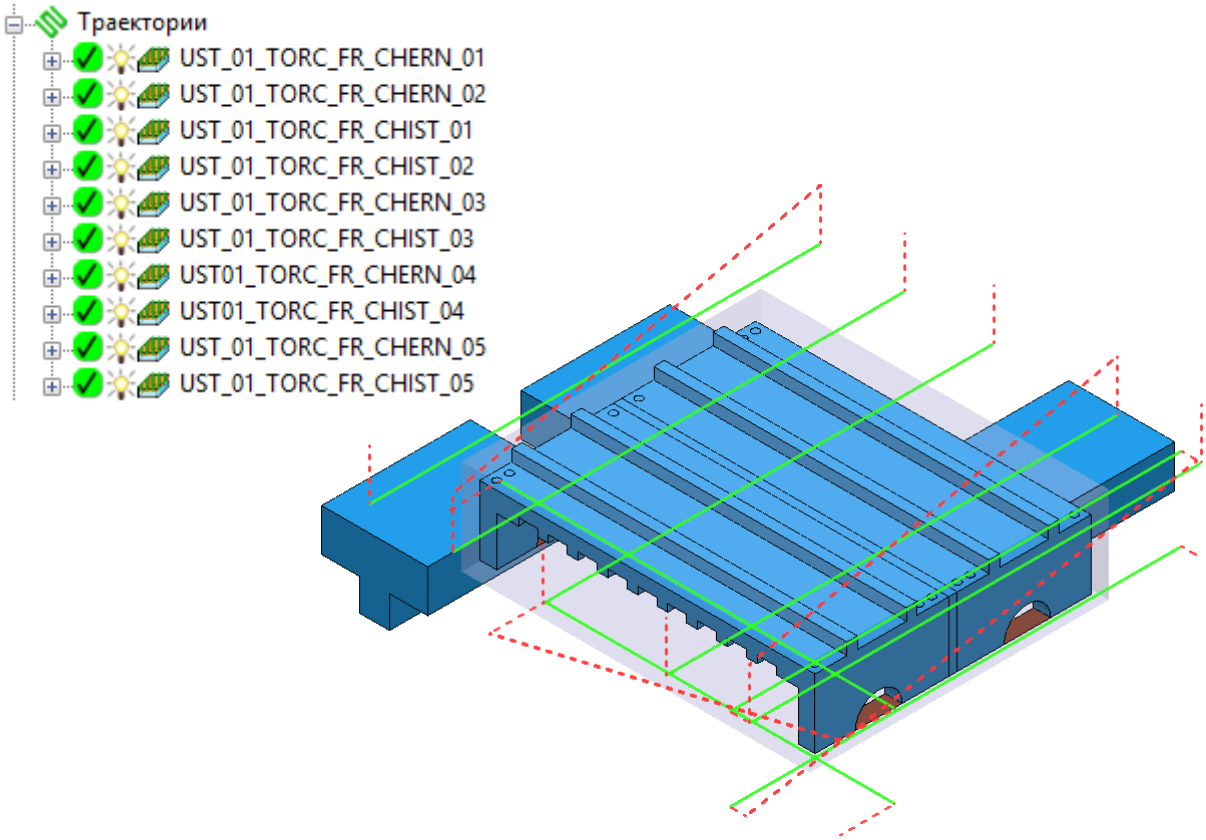
- «Имя траектории» – «UST_01_TORC_FR_CHERN_05»;

- «Z координата торца» – 137 мм;
- Угол растра – 90°;
- Остальные параметры – аналогично траектории UST_01_TORC_FR_CHERN_04.

По завершении создания траектории выполняется проверка на столкновения и зарезы. По результатам проверки будет создано две новых траектории с урезанными сегментами обработки (первая траектория создается после проверки на зарезы, вторая – после проверки уже «незарезающей» траектории на столкновения). Элементом с которым возникают зарезы является упор, поэтому следует оставить ту траекторию, которая не зарезает и не приводит к столкновениям, остальные можно удалить.

Теперь можно создать траекторию чистовой обработки по алгоритму описанному выше.

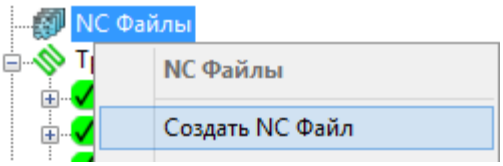
Полный перечень траекторий для первого установа будет выглядеть следующим образом:



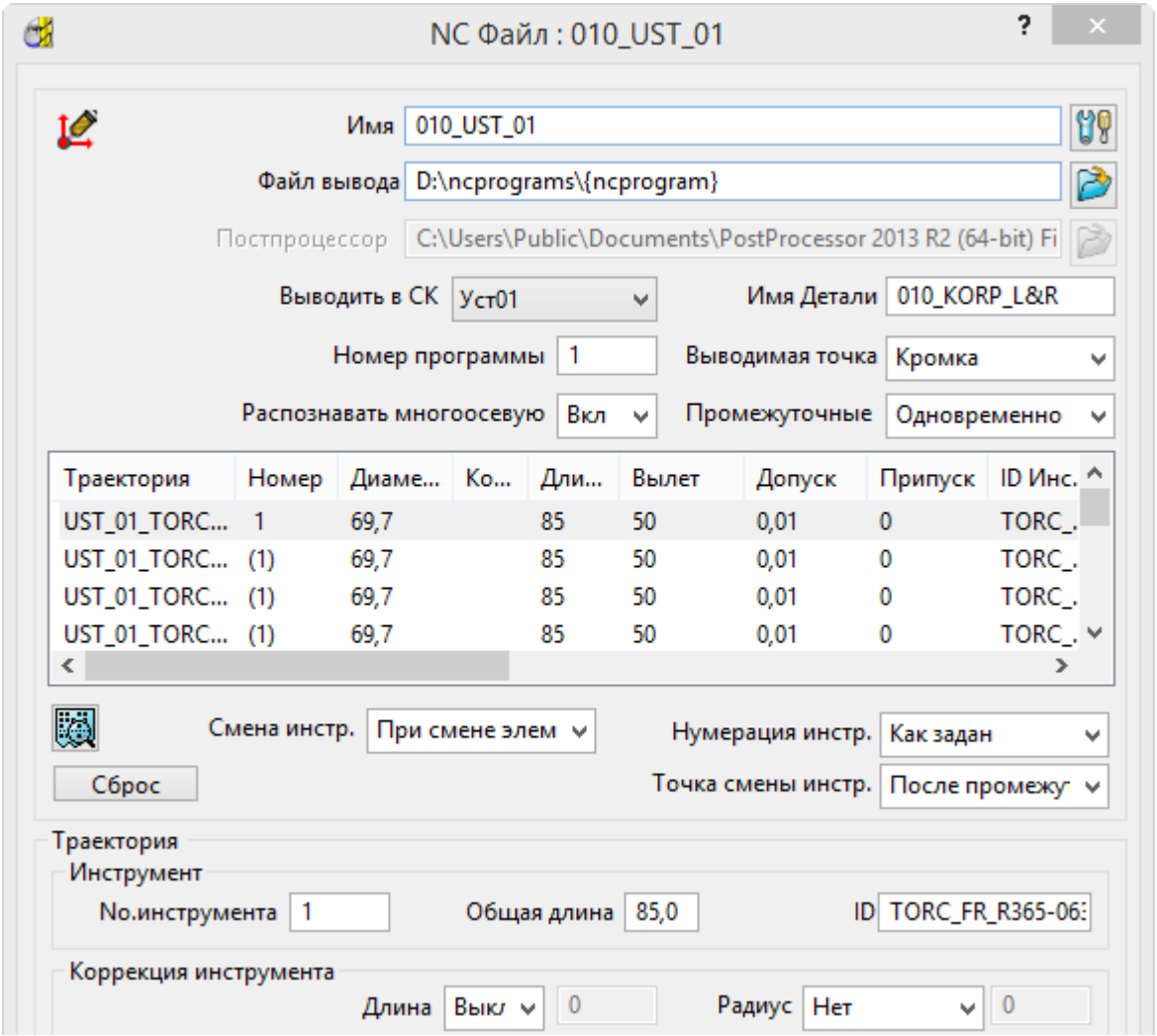
Следующим этапом является создание файла управляющей программы, содержащей все траектории обработки на первом установе, его симуляция с помощью ViewMill и исправление ошибок.

3.10 Создание NC-файла управляющей программы

Файлы управляющих программ формируются отдельно под каждый установ детали, то есть все ранее созданные траектории должны содержаться в одном NC-файле.

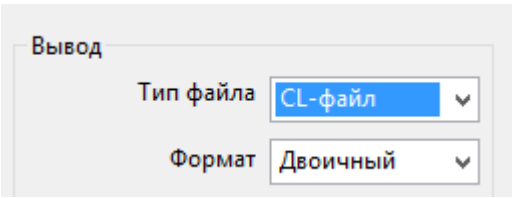


Создать NC-файл можно из контекстного меню NC-файла. После выполнения команды появится окно. Для настройки параметров файла управляющей программы, в которое следует ввести следующие данные:



Имя программы – «010_UST_01» (содержит имя первой операции и первого установа)

Чтобы получить файл управляющей программы, под конкретный станок, необходимо выполнить постпроцессирование с использованием опционного файла, содержащего настройки станка и правила форматирования конечной программы. В комплектации с программой PostProcessors прилагается более 40 опционных файла для различных стоек станков с ЧПУ, но все они рассчитаны на 3-х осевую обработку. С учетом того, что проектируемый технологический процесс выполняется с использованием наклонно-поворотного стола, то для постпроцессирования потребуется опционный файл с возможностью позиционирования по пяти осям (3+2). По этой причине, возникает необходимость в подготовке соответствующего опционного файла в программе PostProcessors и выполнения окончательного постпроцессирования в данной программе. Чтобы подготовить данные для PostProcessors, необходимо в PowerMILL изменить тип файла-вывода, т.е. выводить данные не в «NC-файл» (файл управляющей программы), а в «CL-файл» (файл с данными для постпроцессирования).



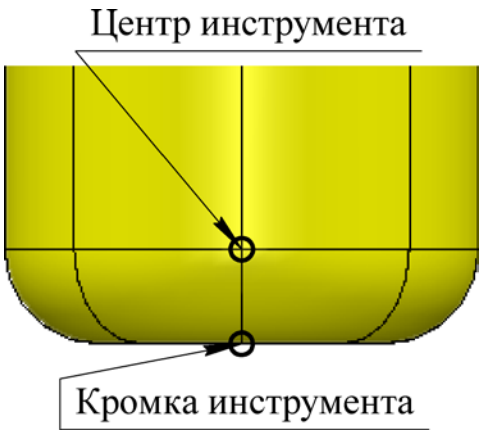
Чтобы изменить файл вывода, необходимо воспользоваться кнопкой «Открыть диалоги Опции»  . В появившемся окне изменить тип файл вывода с «NC-файл», на «CL-файл» и нажать кнопку «Принять».

Следующий параметр «Файл вывода» – по умолчанию задается папка «ncprogram» внутри папки с проектом, при этом, запись {ncprogram} определяет, что имя файла будет таким же, как в поле «Имя» (в данном случае «010_UST_01»).

Так как программа будет сохраняться в CL-файл данных, то строка с выбором постпроцессора становится не активной.

«Выводить в СК» – «Уст01». Координаты всех перемещений будут преобразованы к системе координат «Уст01».

«Имя детали» – «Правый_корпус.dgk, Левый_корпус.dgk». Желательно, чтобы имя детали совпадало с именем файла 3D-модели, либо с обозначением чертежа обрабатываемой детали.

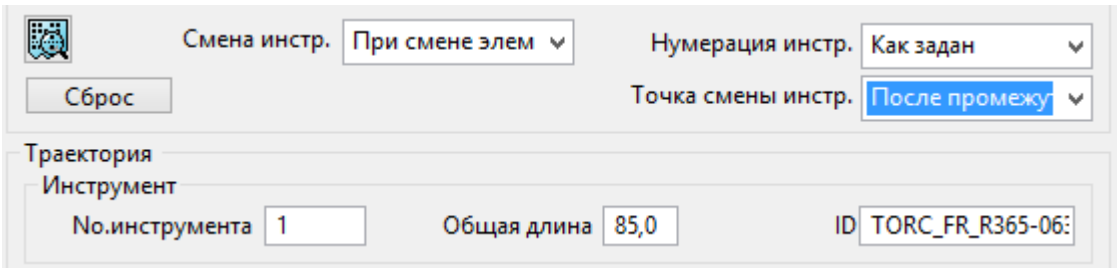


«Номер программы» – 1. В соответствии с правилами нумерации программ для станков HAAS, конечное имя файла будет в формате Onnnn, где nnnn – это часть имени формируемое по номеру программы. В рассматриваемом случае имя конечного файла управляющей программы получится – O0001.

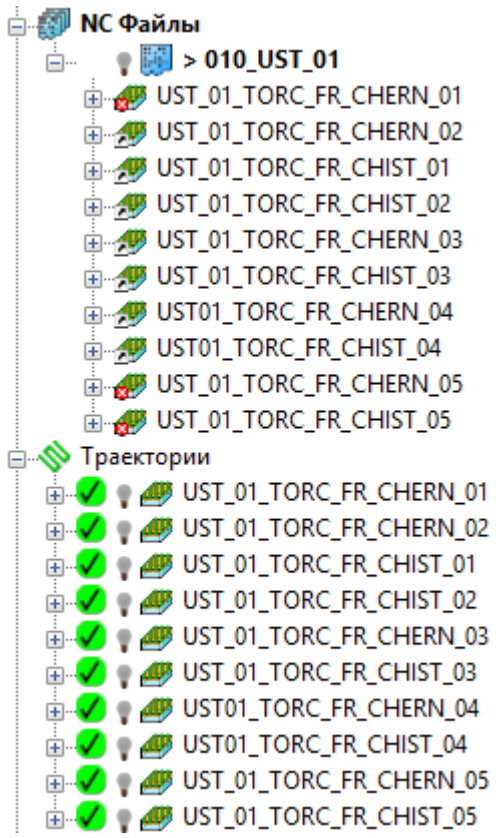
«Выводимая точка» – «кромка». Указывает для какой точки инструмента будут прописаны координаты в управляющей программе. Обе точки лежат на оси вращения инструмента.

Далее следует таблица с траекториями. Чтобы добавить траектории в NC-файл необходимо все траектории выделить в проводнике проекта и выбрать «Добавить в…» – «NC Файл». После этого все они появятся в таблице NC-файла.

Остальные параметры настраивают точку и момент смены инструмента, нумерацию позиций инструментов в траектории.



Далее идет параметр «Вывод циклов», разрешающий выводить стандартные циклы сверления с использованием таких кодов как G81–G89, G73, G74, G76, G77. Если значение параметра установлено как «Выкл», то циклы сверления будут выводиться через G01, G00.



Следующий параметр управляет способов охлаждения зоны резания.

После завершения настройки NC-файла следует нажать на кнопку «Принять».

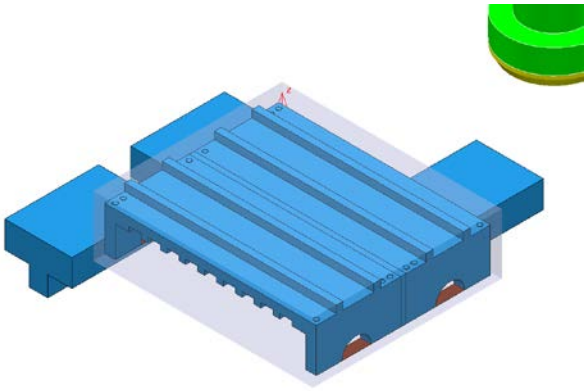
В дереве проекта в NC-Файле содержатся не сами траектории, а ссылки на них. Благодаря этому, траектории не блокируются (как это происходит, например, с инструментом, при его использовании в какой-то траектории), а остаются доступным для редактирования.

3.11 Симуляция обработки заготовки на первом установе

Визуализация процесса механической обработки является важным этапом создания управляющей программы, так как позволяет в динамике проследить процесс резания и выявить ошибки, которые при статическом анализе не возможно увидеть.

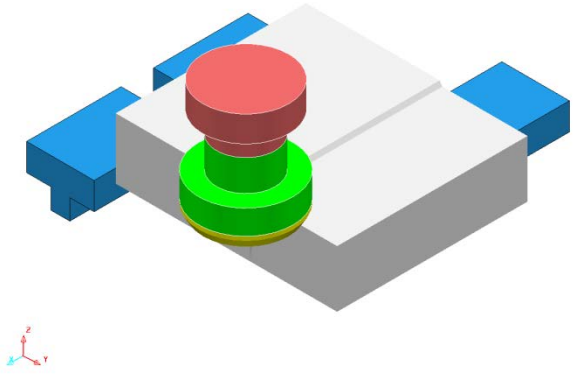
Чтобы не просто проверить движения инструмента, но и увидеть как будет меняться вид заготовки в процессе обработки в PowerMILL, имеется инструмент под названием ViewMill.

Для запуска симуляции в панели ViewMill, следует нажать кнопку «Вкл/Выкл ViewMill»  .

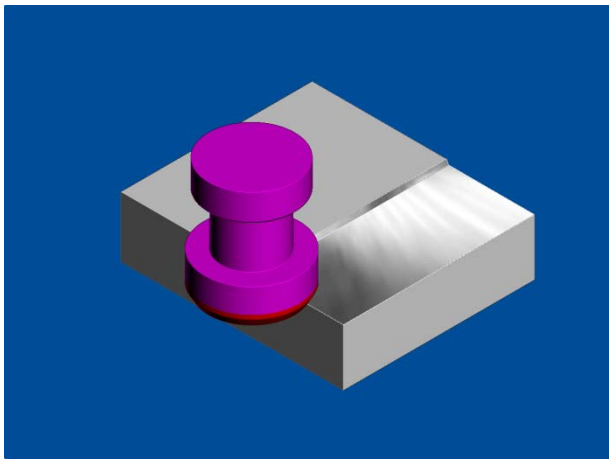


В окне вида необходимо развернуть заготовку так, чтобы можно было увидеть все обрабатываемые грани без дополнительных поворотов.

После чего, в панели ViewMill следует нажать на кнопку «Блестящая закраска»  . В этом режиме скрываются все модели, однако, остается более качественно прорисованная заготовка и инструмент.

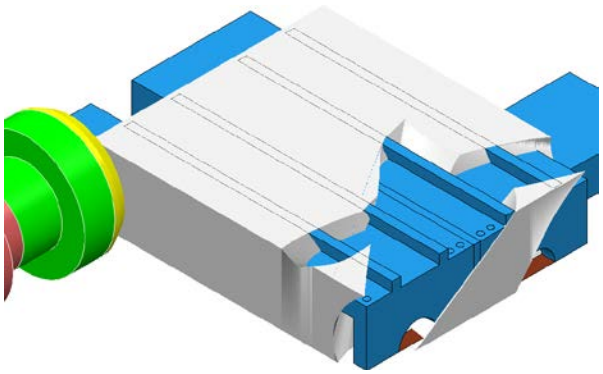


Динамическая закраска



Блестящая закраска

Если после нажатия на кнопку «Блестящая закраска» попытаться изменить вид (сдвинуть, повернуть или отмасштабировать), то режим блестящей закраски отключится и ViewMill перейдет в режим динамической закраски  , в котором отображаются все модели и менее качественно показывается обрабатываемая заготовка. Чтобы вернуться в режим блестящей закраски нужно снова нажать соответствующую кнопку, однако, вид на заготовку в режиме закраски останется прежним. Для того чтобы вид обновился нужно нажать кнопку «Освежить»  в панели «Вид».



Далее следует выполнить команду «Анимация сначала» из контекстного меню NC-файла «010_UST_01». Заголовок NC-файла и соответствующего инструмента появятся в панели «Симулятор». Эта панель явля-



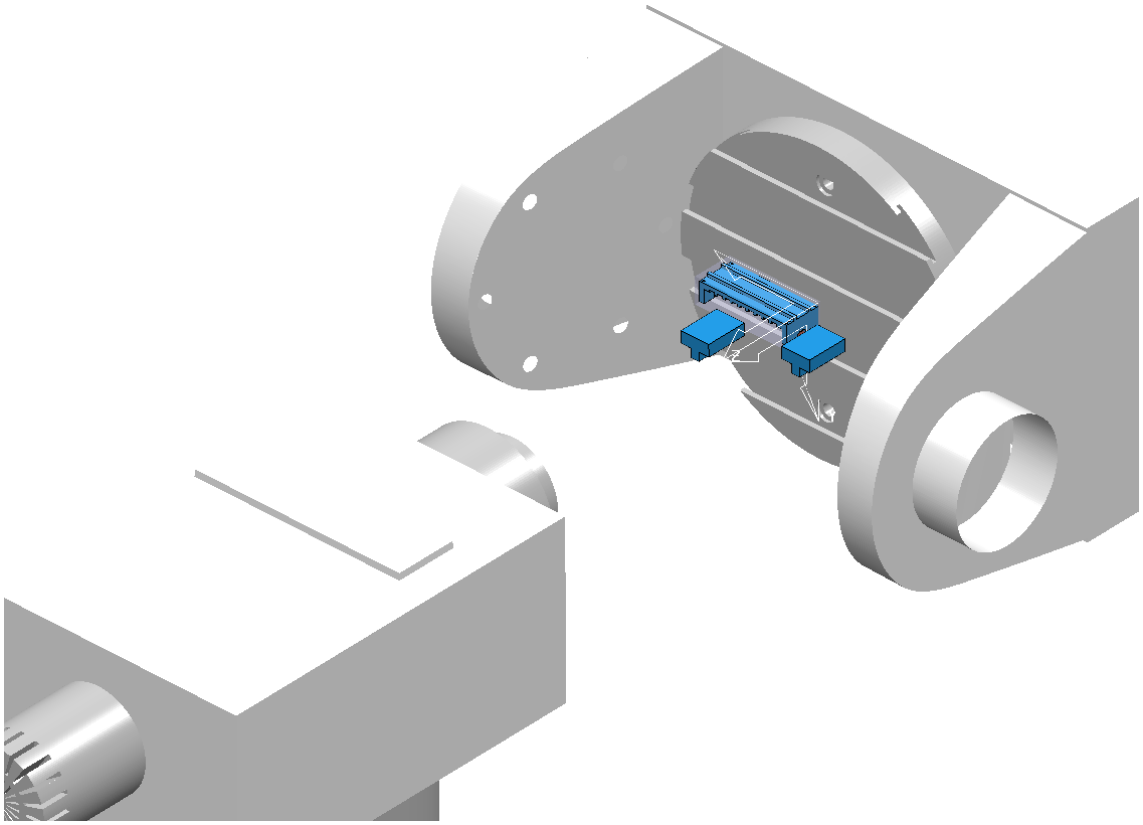
ется своего рода проигрывателем выбранной траектории или в данном случае всего NC-файла. На панели имеются кнопки управления схожие по функциям с традиционным медиаплеером, а также бегунок управления скоростью анимации. Для первого запуска его лучше установить приблизительно на 25-30% от максимальной скорости.

Нажав на кнопку «Пуск», можно увидеть, как происходит обработка на первом установе.

Так как управляющая программа предполагает наличие наклонно-поворотного стола, то необходимо исключить возможность столкновений элементов станка между собой. Чтобы выполнить такую проверку необходимо иметь 3D-модель станка с точно построенными проверяемыми элементами. Такая модель выполняется в специальном формате mtd-файла, содержащего не только 3D-модели, но и информацию о габаритах элементов, позиции смены инструмента, предельных перемещениях элементов.

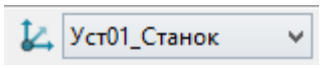
Для проверки на столкновения с элементами станка, можно воспользоваться MTD-файлом, поставляемым вместе с программой PowerMILL – «table-table.mtd». Данный файл соответствует кинематике станка HAAS VM-3 с установленным наклонно-поворотным столом, но отличается по размерам. Чтобы им воспользоваться, необходимо воспользоваться командой «Импортировать модель Станка»  , расположенной в панели «Станок». После импорта станок отобразиться в окне вида.

По умолчанию станок позиционируется таким образом, что центр стола совмещается с глобальной системой координат. При этом, ось Z глобальной системы координат совпадает с нормалью к поверхности стола, а ось X параллельна горизонтальной оси наклона стола.

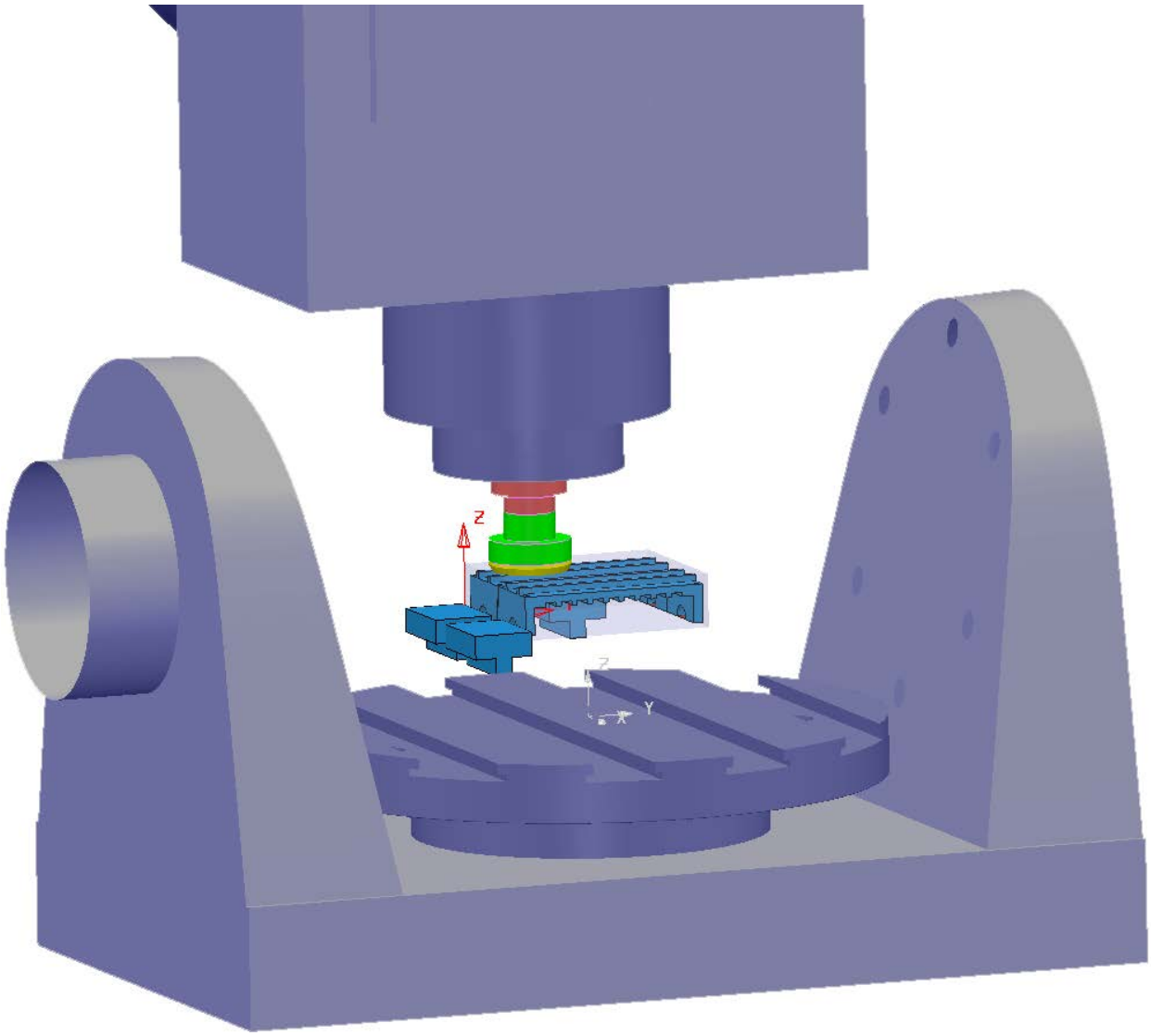


Для правильной привязки станка к детали необходимо создать новую систему координат с требуемой ориентацией и положением. Новая система координат станет центром стола, поэтому ее нужно создать ниже детали с учетом толщины подставок и ориентацией аналогичной системе координат «Уст01».

Рекомендуется скопировать систему координат «Уст01», сместить ее по оси X на 70 мм и по оси Z на -135 мм и переименовать в «Станок_Уст01».



Для привязки станка к новой системе координат, ее необходимо выбрать в панели «Станок» в списке «СК станка». После выбора станок изменит свою ориентацию как показано на рисунке ниже.

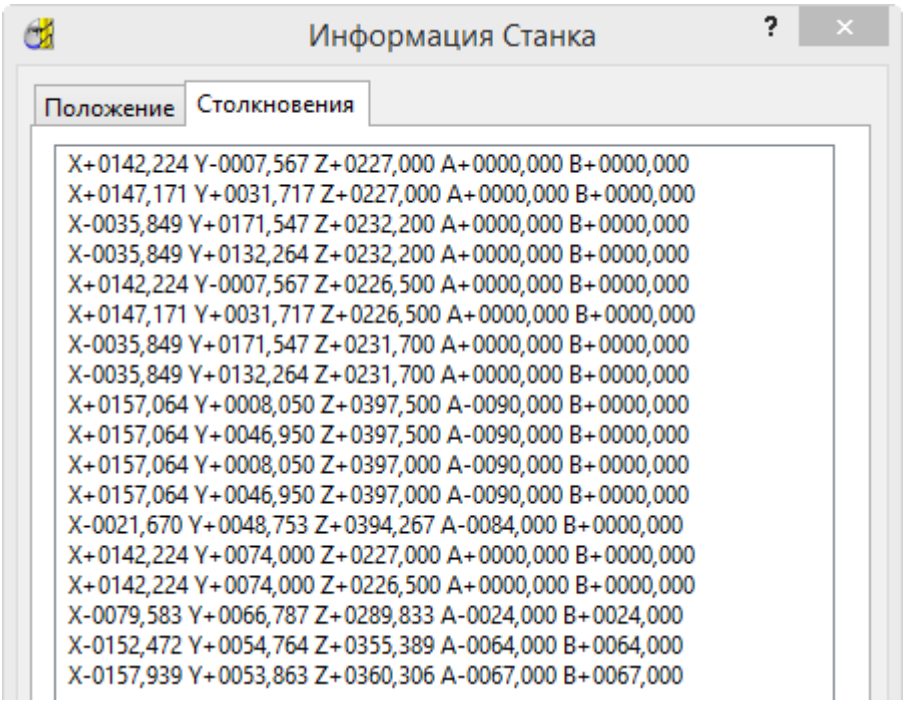


Теперь можно проверять управляющую программу на столкновения элементов станка между собой и с моделями детали и оснастки8. Для этого, необходимо выполнить следующие действия:

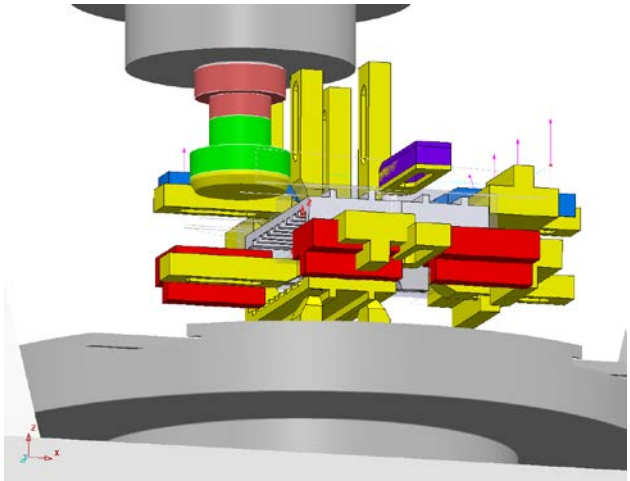
1. Снова выполнить команду «Анимация сначала» из контекстного меню управляющей программы «010_UST_01».
2. Выйти из ViewMill с помощью соответствующей кнопки  и снова включить его с помощью кнопки «Вкл/Выкл ViewMill». Эти действия вернут заготовку в исходное состояние. Режим ViewMill рекомендуется выбрать «Динамическая закраска»  .
3. В панели «Станок» нажать на кнопку «Включить панель Станок»  и в появившемся окне перейти на вкладку «Столкновения».

4. Запустить анимацию с помощью кнопки пуск  панели «Симуляция».

Координаты точек, в которых произошли столкновения элементов станка можно увидеть в окне «Информация о Станке»



Чтобы увидеть положения заготовки и инструмента в точке, в которой произошло столкновение достаточно нажать на соответствующую строку в списке.



Визуальный анализ точек показал, что столкновения в этих точках ложные. Такие ложные столкновения являются результатом того, что в проекте имеются скрытые модели, и при проверке не учитываются назначенные им режимы обработки. На рисунке, все желтые модели находятся в группе с режимом обработки «Игнорировать».

Для корректной проверки рекомендуется сохранить проект в отдельный файл и удалить из него все модели, не относящиеся к данному установу. Такая проверка подтвердит отсутствие столкновений элементов станка между собой и с моделью обрабатываемой детали.

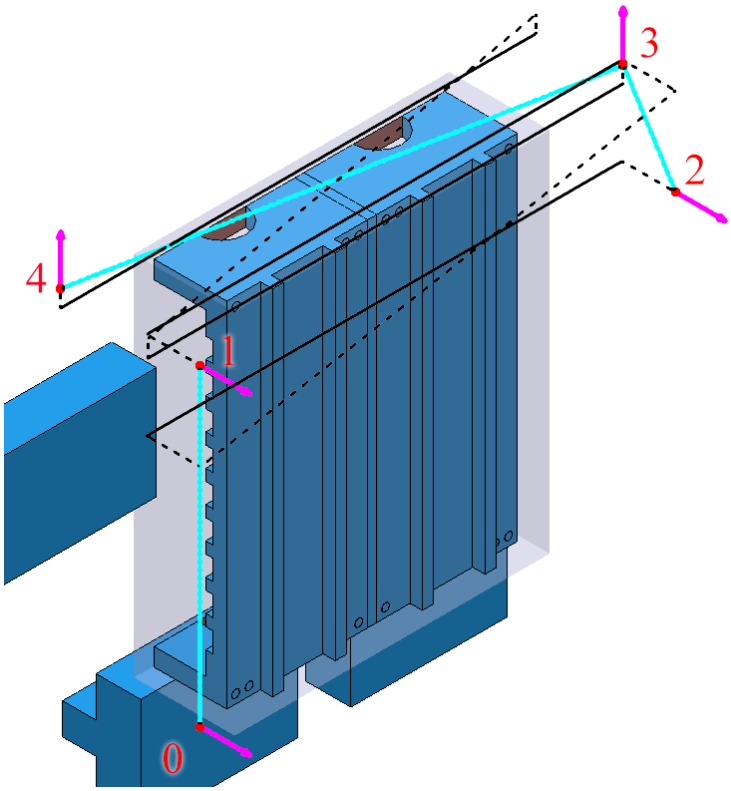
После проверки можно вернуться к исходному проекту и продолжить работу.

По результатам симуляции можно сделать вывод о следующих недостатках управляющей программы:

1. Во время поворота детали возникают зарезы и столкновения.
2. Управляющая программа не останавливается для выполнения перезажима заготовки.
3. В конце управляющей программы отсутствует возврат наклонно-поворотного стола в горизонтальное положение для переустановки заготовки.

Данные недостатки можно устранить добавив в файл управляющей программы дополнительные элементы.

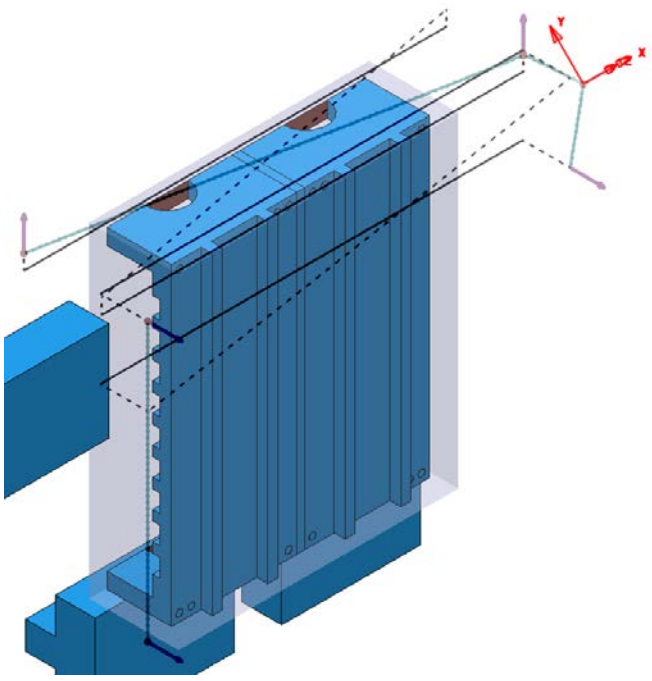
3.12 Создание дополнительных элементов управляющей программы



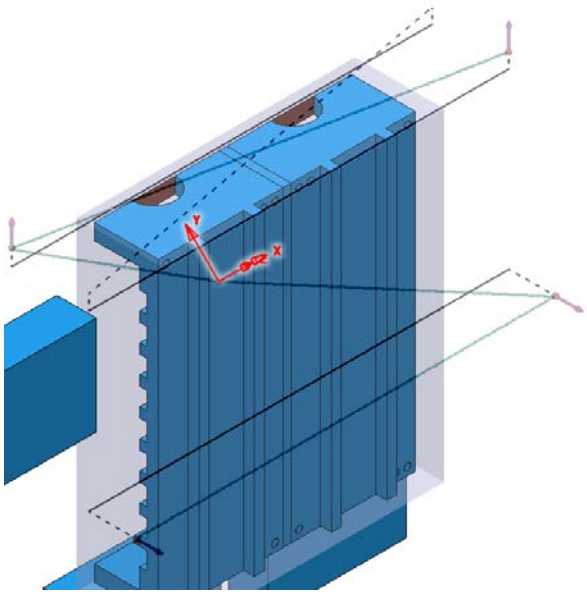
Чтобы избежать зарезов и столкновений инструмента с заготовкой во время поворота детали, необходимо добавить точку промежуточного положения инструмента между траекториями с различной ориентацией детали. На рисунке черными линиями показаны траектории

«UST_01_... CHIST_02» и следующая за ней «UST_01_... CHERN_03», переходы инструмента между траекториями показаны бирюзовым цветом. Фиолетовым цветом показаны направления оси инструмента в начальных и конечных точках траекторий. Таким образом, чтобы избежать столкновений необходимо добавить среднее положение инструмента между точками 2 и 3, с промежуточной ориентацией инструмента.

Такую промежуточную точку можно создать с помощью системы координат, вставленной в NC-файл между траекториями. При этом, вершина инструмента («кромка» или «центр») будут проходить через начало данной системы координат, а ориентация инструмента будет совпадать с осью Z.



Новая система координат была создана как копия «Уст01», перемещена относительно начального положения в точку с координатами (177; 172; 72) и повернута вокруг оси X на 45° по часовой стрелке. Имя для новой системы координат «Переход_02-03».

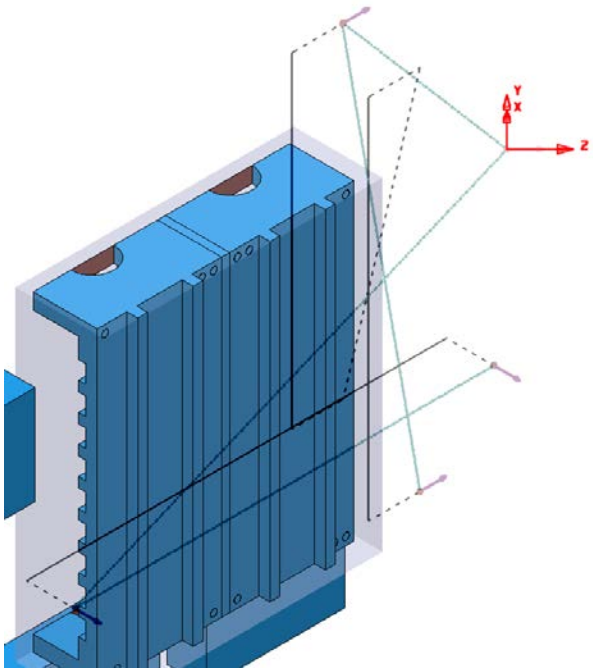


Аналогичным образом, были созданы и другие точки перехода:

между траекториями «…CHIST_03» и «…CHERN_04»:

- Система координат для копирования – «Переход_02-03»;

- Имя – «Переход_03-04»;



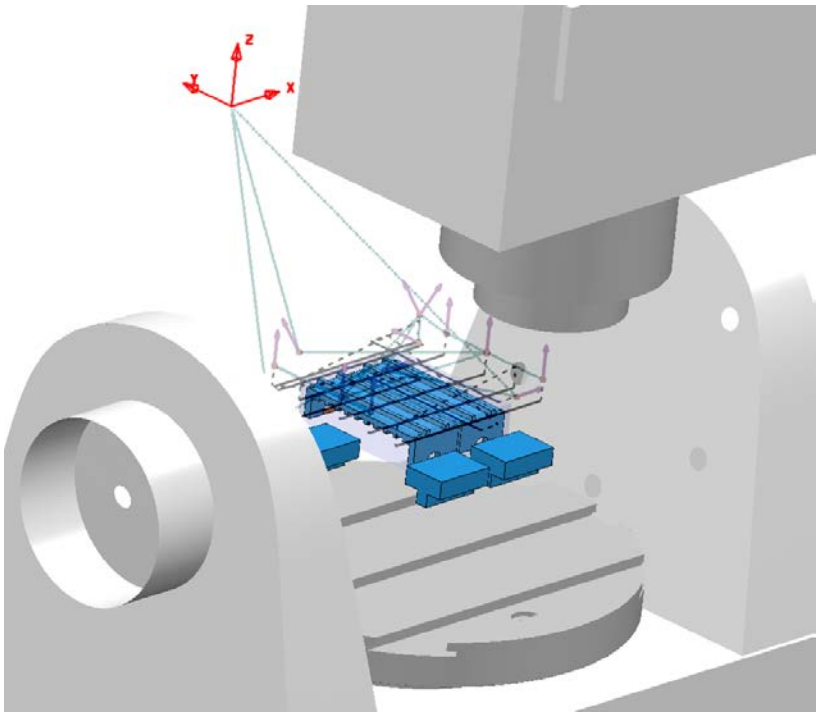
- Координаты относительно смещения: (-177;0;0).

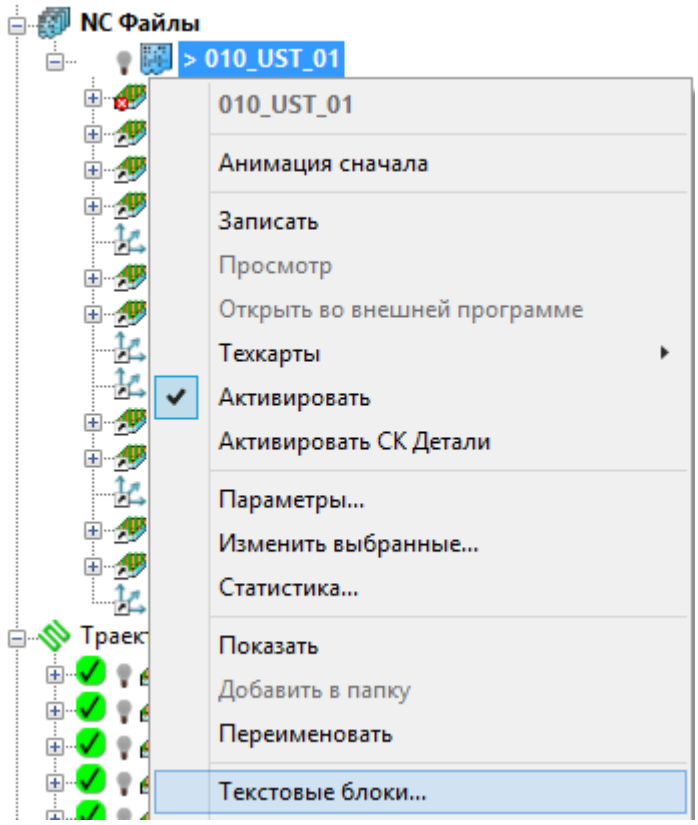
между «…CHIST_04» и «…CHERN_05»:

- Система координат для копирования – «Уст01»
- Имя – «Переход_04-05»;
- Координаты относительно смещения: (177; 172; 72);
- Поворот: Вокруг оси Y на 45° против часовой стрелки.

после «….CHIST_03» (для перезажима заготовки) и после «….CHIST_05» (для переустановки заготовки):

- Система координат для копирования – «Уст01»
- Имя – «Останов_03,05»;
- Координаты относительного смещения: (0; 300; 300);





Из описанных ранее недостатков управляющей программы остался последний – отсутствие остановки для перезажима заготовки.

Чтобы остановить выполнение программы, необходимо, чтобы в тексте управляющей программы был код M00, расположенный после отвода инструмента в начало системы координат «Останов_03,05». Данный код можно добавить с помощью текстового блока.

Создать текстовый блок можно с помощью соответствующей команды контекстного меню NC-файла «010_UST_01». В появившемся диалоговом окне «Текст NC файла», следует нажать на кнопку «Создать новый Текстовый блок»  .

Текстовые блоки бывают четырех типов:

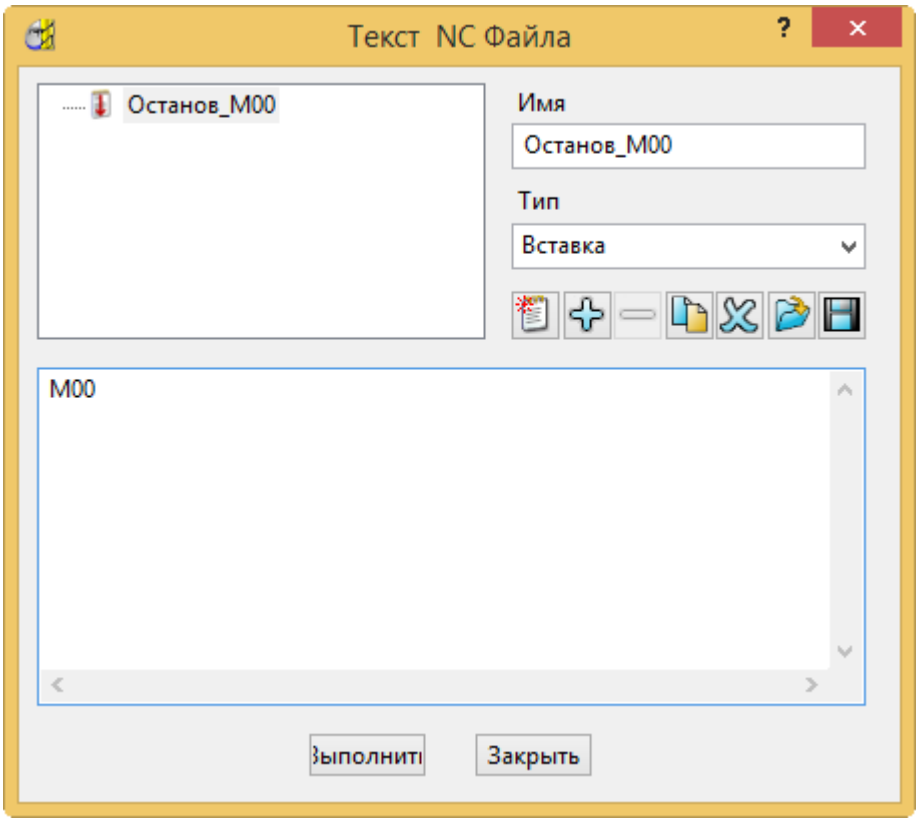
«Комментарии» – буду попадать в текст управляющей программы, как комментарии, в круглых скобках и при выполнении управляющей программы будут игнорироваться.

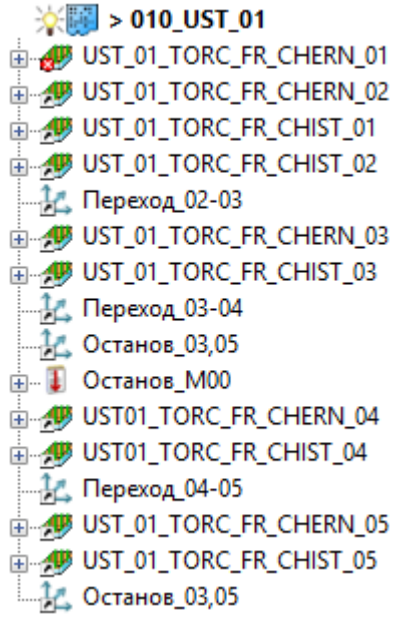
«Вставка» – попадают в конечную управляющую программу в том виде, в котором они были записаны, без обработки постпроцессором.

«PP функция» – можно создавать свои функции, которые постпроцессор будет обрабатывать и вставлять в конечный файл управляющей программы, однако необходимо в опционном файле создать соответствующий обработчик.

«Поворот» – позволяет задавать угол поворота вокруг оси Z, управляя поворотным столом.

Для нового текстового блока следует задать следующие параметры:





После чего необходимо нажать на кнопку «Добавить текстовый блок в NC файл»  и вручную расположить блок в дереве. Окончательный вид NC-файла «010_UST_01» представлен на рисунке.

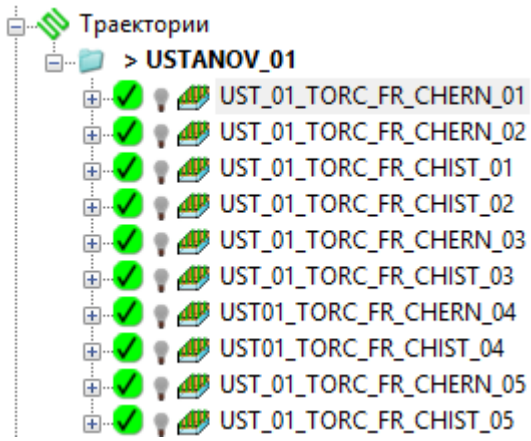
Теперь можно сохранить проект в отдельный файл, удалить в этом файле все модели, не относящиеся к первому установу и выполнить симуляцию обработки по NC-файлу с учетом станка и отображаемым окном «Информация станка» на вкладке «Столкновения». Если такая проверка столкновений не выявила, то следует вернуться в основной файл проекта для дальнейшей работы.

3.13 Подготовка проекта ко второму установу

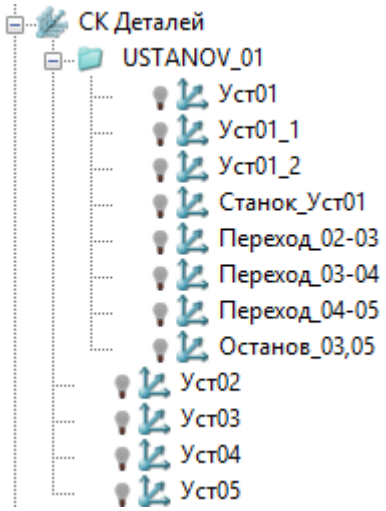
Подготовка проекта заключается в выполнении следующих действий:

- группировка по папкам траекторий и систем координат, первого установа;
- активация системы координат «Уст02» ;
- управление видимостью слоев и наборов необходимых для второго установа;
- изменение групп обработки и припусков по умолчанию;
- установка безопасных высот;

Для удобства, все траектории первого установа рекомендуется собрать в одну папку. Чтобы это сделать нужно из контекстного меню «Траектории» выбрать команду «Создать Папку», затем ее следует переименовать в «USTANOV_01». Созданную папку необходимо активировать, выделить все траектории и из контекстного меню выделенных траекторий выбрать «Добавить в» – «Папка». Все траектории буду перенесены в активную папку.



Чтобы вновь создаваемые траектории не оказывались в папке «USTANOV_01» необходимо ее сделать не активной (деактивировать).



Аналогичным образом создается папка для систем координат первого установа.

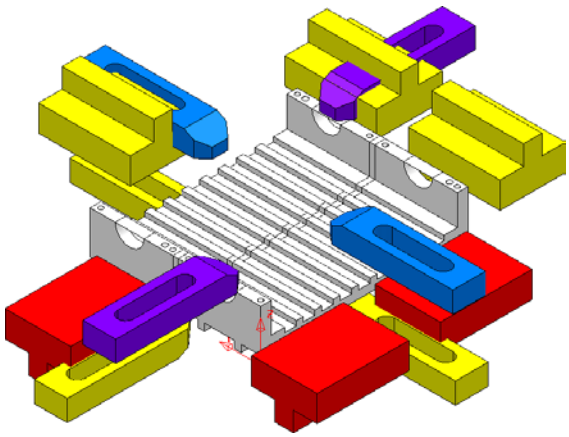
Для создания траекторий обработки второго установа необходимо сделать видимыми набо-

ры, содержащие технологическую оснастку «Прижимы Уст0201», «Прижимы Уст0202» и «Упоры Уст02».

Следующим этапом является переназначение групп обработки и припусков по умолчанию, выполнив следующие действия:

1. Перенести компоненты технологической оснастки из групп 0, 1 и 2 в последнюю группу – 7, содержащую все игнорируемые при обработке объекты.
2. В группу 0 добавить прижимы, которые будут использованы на первой части второго установа и с которыми не должно происходить столкновений инструмента.
3. В группу 1 добавить прижимы, которые будут использованы во второй части второго установа и которые в первой части следует проигнорировать при обработке
4. В группу 2 должна добавить упоры, с которыми не должно быть столкновений при обработке в течении всего второго установа.

Набор	Режим	Припуск	Компоненты
0	Столкновения	1	26
1	Игнорировать	1	26
2	Столкновения	0	30
3	Обработать	0	0
4	Обработать	0	0
5	Обработать	0	0
6	Обработать	0	0
7	Игнорировать	0	342
	Обработать	-	224



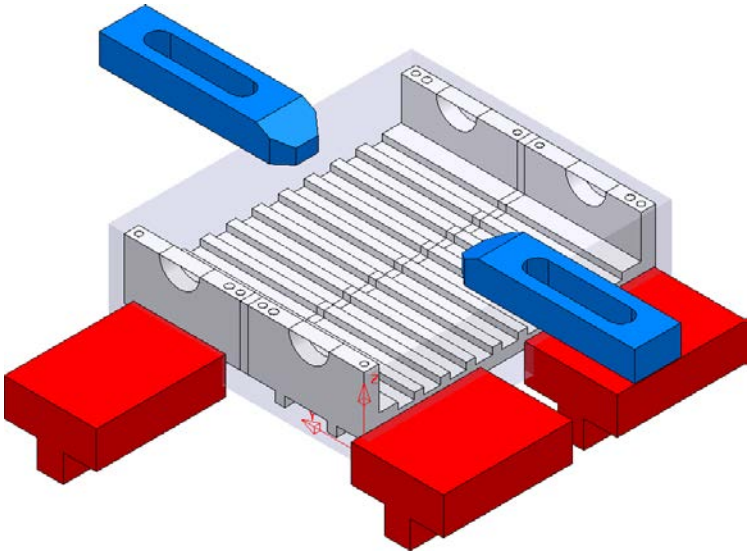
Итог преобразований представлен на рисунке. Желтые упоры и прижимы – это модели технологической оснастки используемой на первом установе. Теперь наборы «010 Прижимы Уст0101», «010 Прижимы Уст0102», «010 Упоры Уст01», и слой «010 ТО Уст01» можно скрыть.

Безопасные высоты для системы координат «Уст02» и активном инструменте «TORC_FR_R365-063Q22-S15H» следует установить следующим образом: «Безопасная Z» – 62,5 мм (на 5 мм выше поверхности при-

жимов), «Начальная Z» – 39 мм (38 мм – высота обработанной поверхности + 0,5 мм – припуск, срезаемый на чистовой обработки + 0,5 мм – высота врезания для черновой обработки).

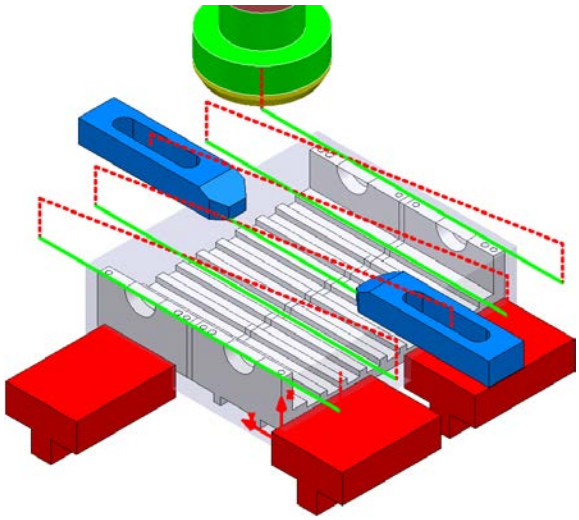
Следующим этапом является создание траекторий черновой обработки.

3.14 Создание траекторий обработки заготовки второго установа



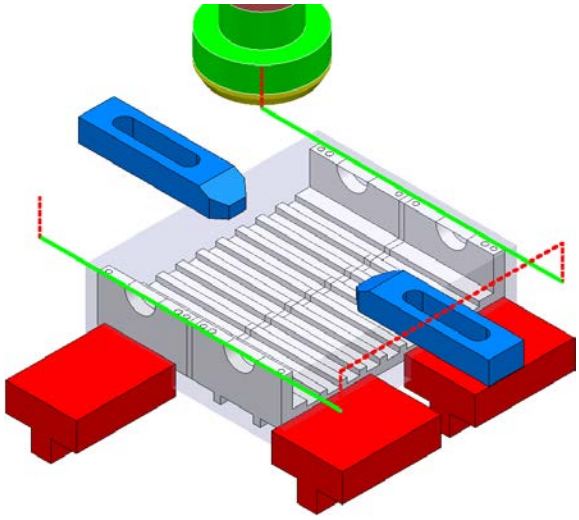
Первыми переходами на втором установе являются черновая и чистовая обработка плоскости разъема корпуса.

Стратегия обработки будет применена такая же как и ранее – «Обработка торцев», со следующими параметрами:



- «Имя траектории» – «UST_02_ TORC_FR_CHERN_01»;
- «Z координата торца» – 38,5 мм;
- Угол растра – 90°;
- Режимы резания: «Тип» – «Черновая»; «Операция» – «Обработка торцев»;

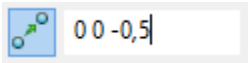
- Остальные параметры – аналогично траектории «UST_01_TORC_FR_ CHERN_05».



Так как не требуется обрабатывать всю поверхность целиком, а достаточно только уступов для обработки плоскостей разъемов, то в траектории можно удалить все сегменты кроме первого и последнего. При этом, направление резания последнего сегмента следует развернуть, чтобы обеспечить попутное фрезерование.

Далее следует проверить траекторию на зарезы и столкновения. Для этого можно воспользоваться кнопкой на главной панели «Проверка столкновений»  .

После чего следует создать траекторию чистовой обработки, выполнив следующие действия:

- сместить последнюю траекторию: запустив режим «Трансформировать траекторию»  , выполнив команду «Переместить траекторию»  (в поле координат относительного смещения ввести 

) и выйдя из режима нажатием на кнопке «Принять изменения»  . В результате смещения появится новая траектория, которая ниже 0,5 мм.
- переименовать новую траекторию в «UST_02_TORC_FR_ CHIST_01» (с помощью команды «Переименовать» контекстного меню);
- изменить режимы резания  : «Тип» – «Чистовая»; «Операция» – «Обработка торцев» (завершить изменение режимов ре-

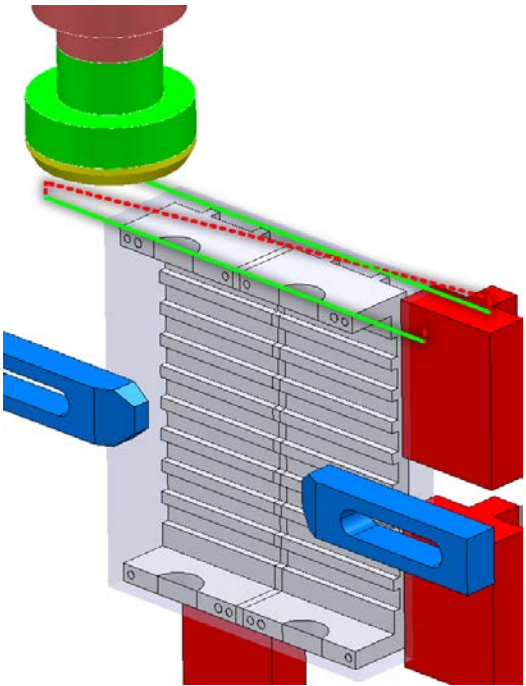
зания последовательным нажатием кнопок «Сброс», «Выполнить», «Принять»);

- проверить траекторию на зарезы и столкновения  .

Если траектория не приводит к зарезам или столкновениям, значит можно переходить к созданию траекторий для обработки свободного от зажимов торца.

Данные траектории создаются аналогично траекториям первого установа «UST_01_TORC_FR_CHERN_03» и «UST_01_TORC_FR_CHIST_03»:

- с помощью копирования системы координат «Уст02» создается новая – «Уст02_1», которая поворачивается вокруг оси Y на 90° против часовой стрелки.
- для новой системы координат устанавливаются «Безопасные высоты»  : «Безопасная Z» – 166 мм (5 мм над поверхностью заготовки); «Начальная Z» – 161 мм (159 мм – высота торца детали + 1 мм припуска для обработки на операции 020 + 0,5 мм – припуск на чистовую обработку на данной операции + 0,5 мм – высота врезания)
- с использование системы координат «Уст02_1» создаются траектории черновой и чистовой обработки торца.



При этом, для стратегии черновой обработки используются следующие параметры:

«Имя траектории» – «UST_02_TORC_FR_CHERN_02»;

«Z координата торца» – 160,5 мм (159 мм – высота торца детали + 1 мм припуска для обработки на операции 020

+ 0,5 мм – припуск на чистовую обработку);

«Угол растра» – 90°;

Режимы резания: «Тип» – «Черновая»; «Операция» – «Обработка торцев»;

Остальные параметры – аналогично траектории «UST_02_TORC_FR_
CHERN_01».

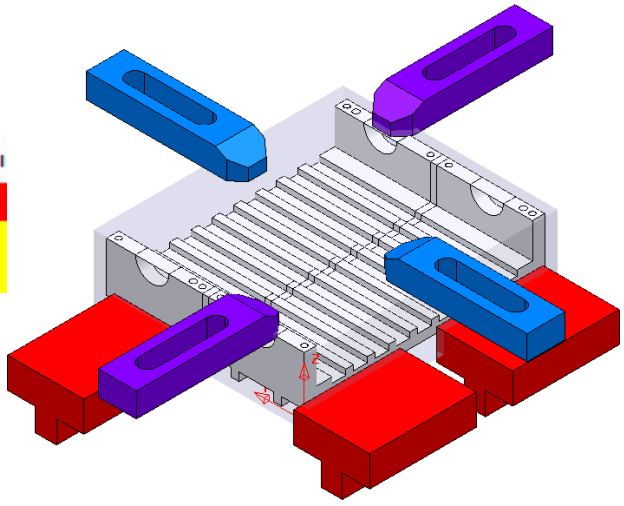
Траектория чистовой обработки «UST_02_TORC_FR_CHIST_02» создается, как и в предыдущем случае, смещением траектории «UST_02_TORC_FR_CHERN_02» и изменением режимов резания.

После создания, обе траектории проверяются на столкновения и зарезы. Если столкновений и зарезов не выявлено, то можно переходить к созданию следующих переходов, выполняемых после перезажима заготовки – черновая и чистовая обработка оставшегося торца.

Для выполнения перезажима в проекте PowerMILL, как и на первом установе, необходимо изменить режимы обработки поверхностей. Но сначала необходимо деактивировать все траектории.

Изменение режимов обработки проводится с помощью инструмента «Припуски по умолчанию»: для группы 0 – режим обработки: «Игнорировать»; для группы 1 – режим обработки: «Столкновения».

Набор	Режим	Припуск	Компоненты
0	Игнорировать	1	26
1	Столкновения	1	26
2	Столкновения	0	30

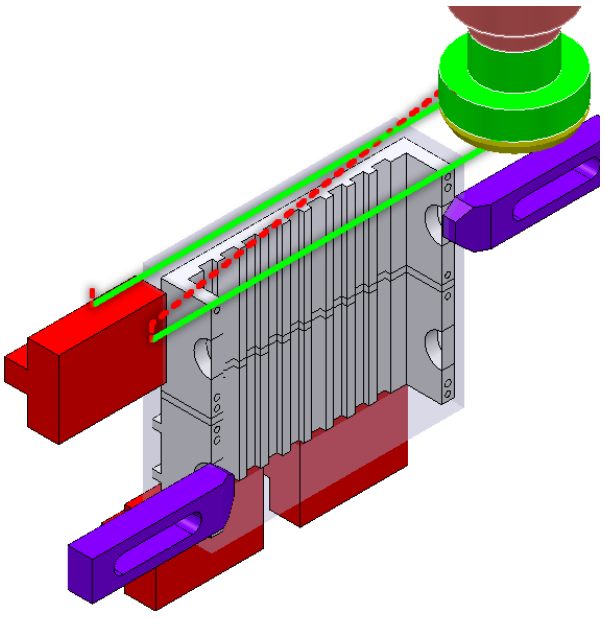


Кроме того, рекомендуется скрыть набор «010 Прижимы Уст0201» и сделать видимым набор «010 Прижимы Уст0202».

Обработка свободного торца выполняется с поворотом стола, поэтому как и ранее необходимо создать систему координат с новой ориентацией:

- с помощью копирования системы координат «Уст02» создается – «Уст02_2», которая поворачивается вокруг оси X на 90° по часовой стрелке;
- для новой системы координат устанавливаются «Безопасные высоты»  : «Безопасная Z» – 141,5 мм (5 мм над поверхностью заготовки); «Начальная Z» – 133 мм (131 мм – высота торца детали + 1 мм припуска для обработки на операции 020 + 0,5 мм – припуск на чистовую обработку на данной операции + 0,5 мм – высота врезания);
- с использование системы координат «Уст02_2» создаются траектории черновой и чистовой обработки торца.

Стратегия черновой обработки со следующими параметрами:



- «Имя траектории» – «UST_02_TORC_FR_CHERN_03»;
- «Z координата торца» – 132,5 мм (131 мм – высота торца детали + 1 мм припуска для обработки на операции 020 + 0,5 мм – припуск на чистовую обработку);
- Угол растра – 0°;
- Режимы резания: «Тип» – «Черновая»; «Операция» – «Обработка торцев»;
- Остальные параметры – аналогично траектории «UST_02_TORC_FR_CHERN_02».

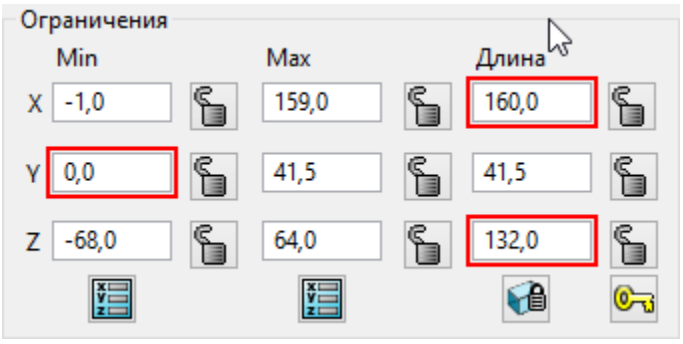
Траектория чистовой обработки «UST_02_TORC_FR_CHIST_03» создается, смещением траектории «UST_02_TORC_FR_CHERN_03» и изменением режимов резания.

Следующим переходом является выборка средней части заготовки, при этом стол поворачивается, возвращая заготовку в горизонтальное положение (используется система координат «Уст02»), происходит смена инструмента на «CONC_FR_2F342-1600-050-PC 1730».

3.15 Подготовка проекта к созданию траектории выборки

Перед началом создания траектории выборки необходимо выполнить следующие действия.

- деактивировать все траектории;
- активировать инструмент «CONC_FR_2F342-1600-050-PC 1730»;
- активировать систему координат «Уст02»;
- установить «Безопасные высоты» с новой системой координат: «Безопасная Z» – 59 мм (5 мм над поверхностью прижимов); «Начальная Z» – 44,5 мм (3 мм над поверхностью заготовки).

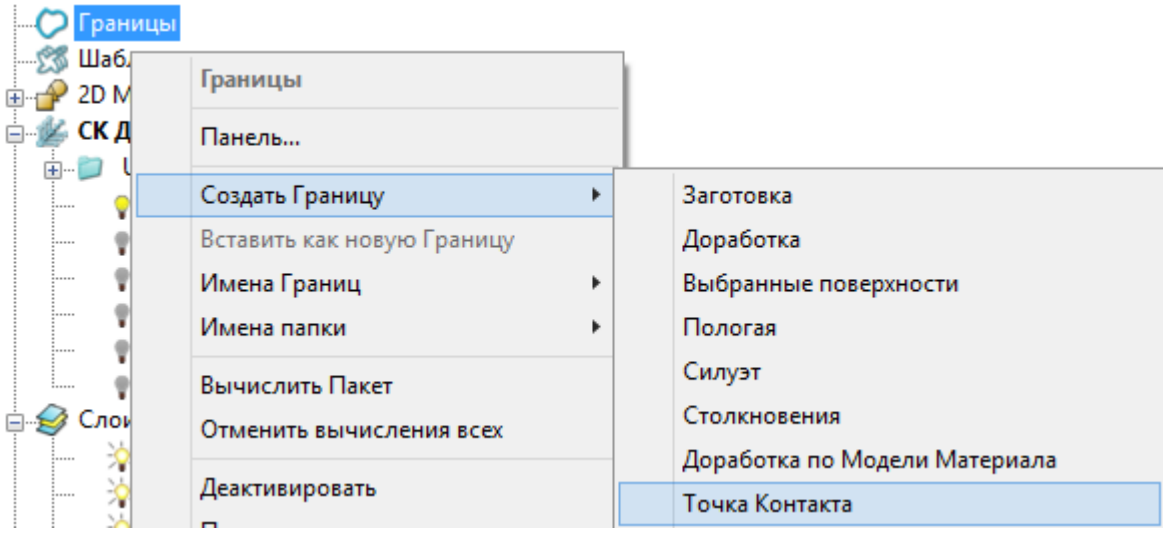


- изменить размер заготовки, как показано на рисунке (убирается материал, который был снят на предыдущих переходах).

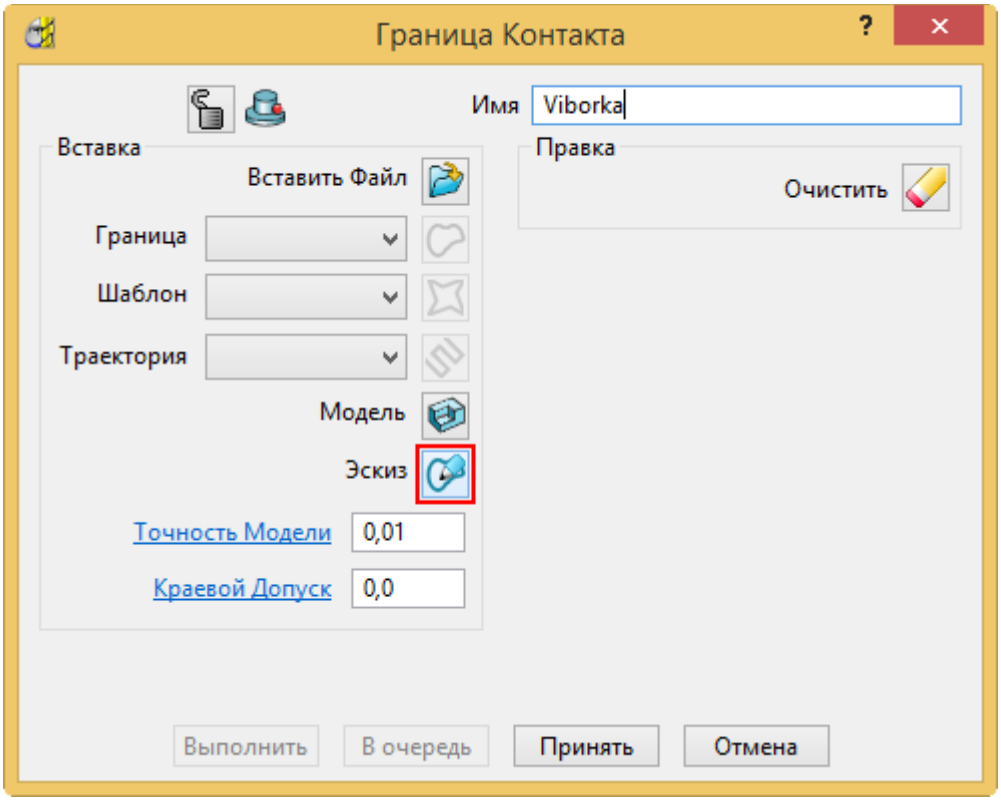
Кроме того, необходимо создать границу, охватывающую область обработки.

3.16 Создание границы для траектории выборки

Для создания границы можно воспользоваться контекстным меню «Границы».

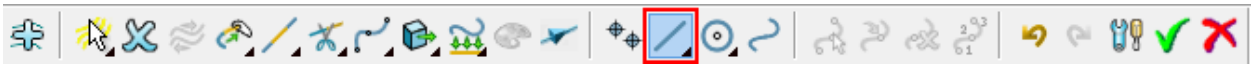


Для проектируемого технологического процесса будет использована граница «Точка контакта»

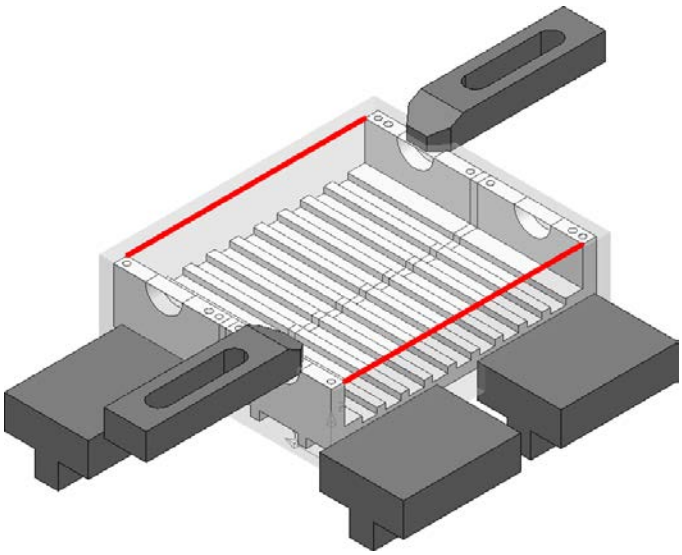


Линия границы создается с помощью команды «Вставить Эскиз». При запуске этой команды, PowerMill переходит в «Редактор Кривых», в котором из панели редактора необходимо воспользоваться инструментом «Одиночная линия» и нарисовать два отрезка между внутренними углами, как показано на рисунке.

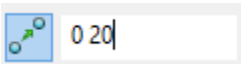
Далее следует сместить оба отрезка за пределы детали вдоль оси Y

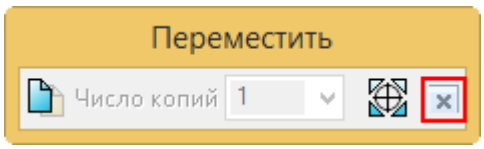


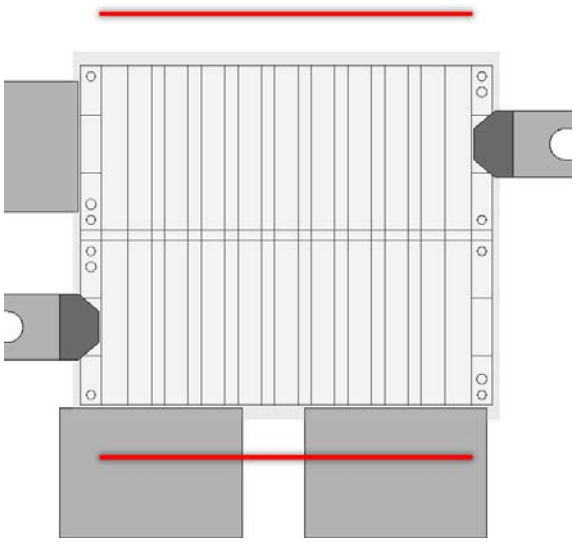
на расстояние достаточное для захода инструмента. Для этого, нужно выбрать один из отрезков и воспользоваться инструментом «Переместить»  в панели «Редактора кривых».



С учетом того, что диаметр фрезы CONC_FR_2F342-1600-050-PC 1730 16 мм, после предыдущих технологических переходов остался припуск 1 мм, то с учетом гарантированного зазора в 3 мм, расстояние на которое необходимо сместить отрезки получится равным 20 мм.

Поэтому для отрезка, расположенного на свободном от упоров торце, в строке для ввода относительного смещения необходимо ввести  и нажать клавишу «Enter». После этого, следует закрыть окно инструмента «Переместить».

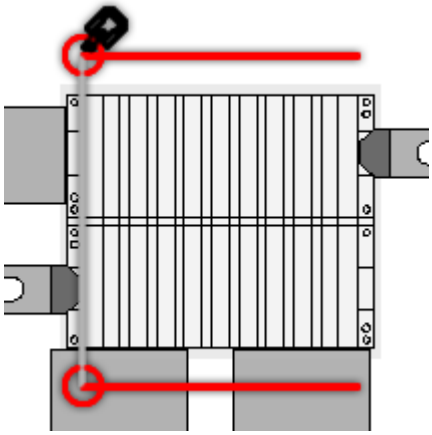




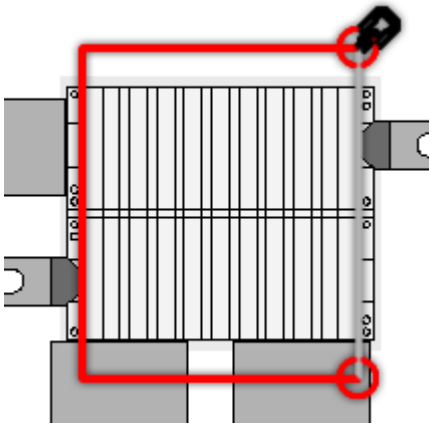
Далее выделяется второй отрезок и перемещается на -20 мм вдоль оси Y. В результате два отрезка должны расположиться как показано на рисунке.

Теперь необходимо замкнуть границы с помощью инструмента «Объединить»  . Для объединения необходимо кликнуть левой кнопкой мышки на один конец одного из отрезков, затем на ближайший конец дру-

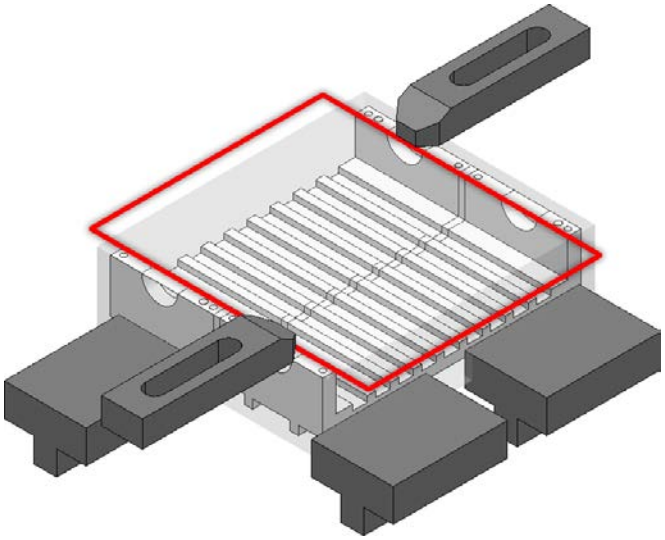
гого отрезка. В результате появится линия соединяющая два конца отрезков. Повторить операцию для другой пары концов.



Соединение первых концов отрезков



Соединение вторых концов отрезков

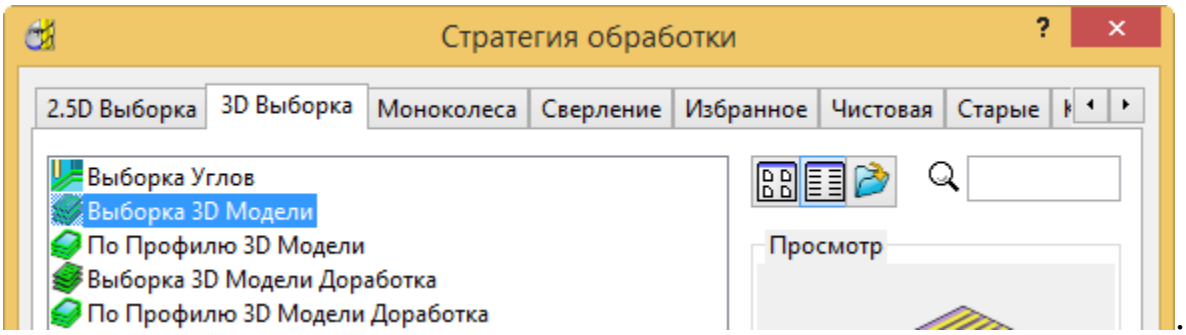


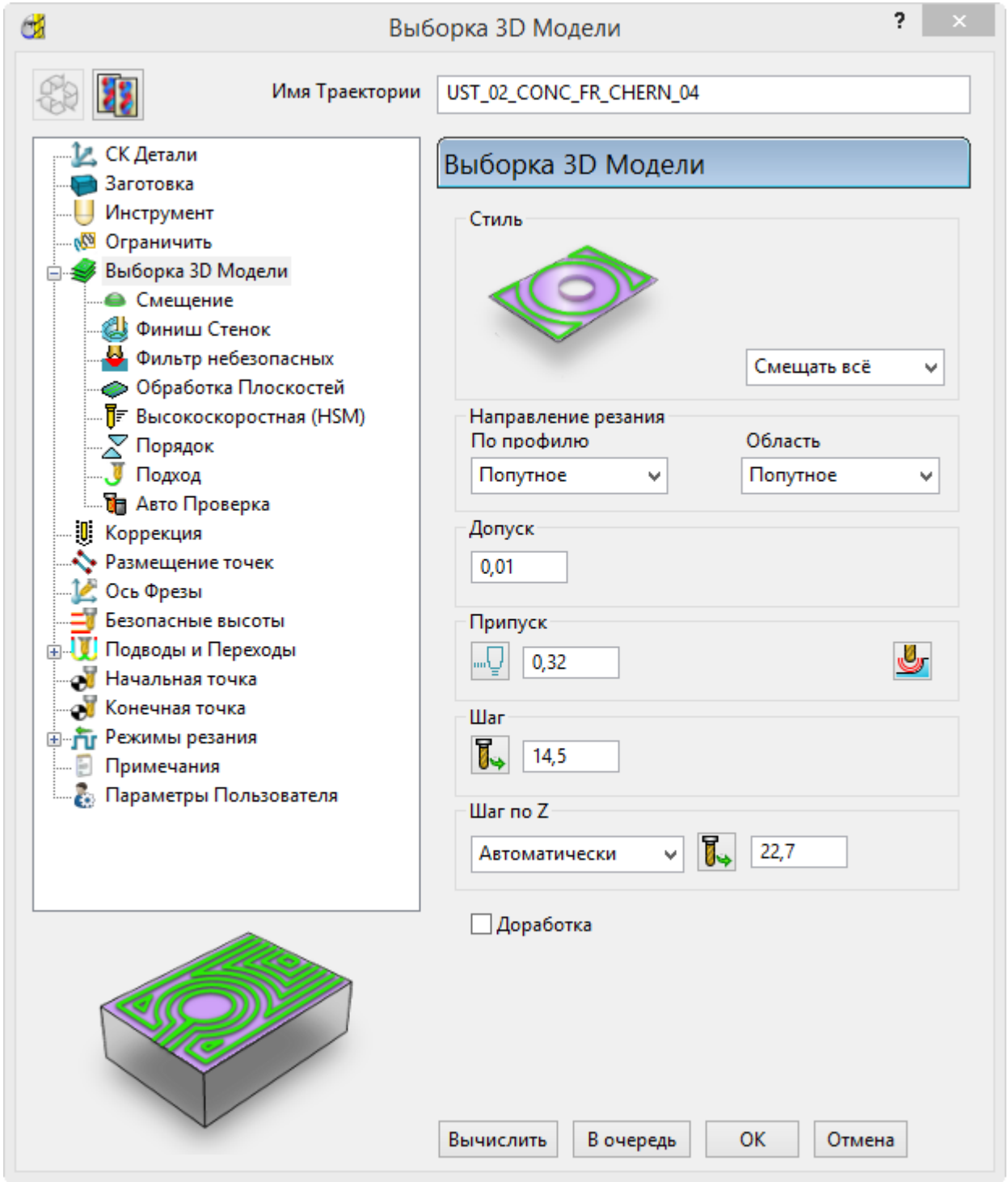
Завершить создание границы нужно нажатием на кнопке «Принять изменения» в панели «Редактор кривых» и на кнопке «Принять» в окне «Граница контакта». Полученная граница будет выглядеть следующим образом:

Граница следует переименовать в «Viborka_Ust02»

3.17 Создание первого варианта траектории выборки

Для создания траектории, необходимо воспользоваться кнопкой «Стратегии» , перейти на вкладку «3D выборка» и дважды щелкнуть на стратегии «Выборка 3D-модели»

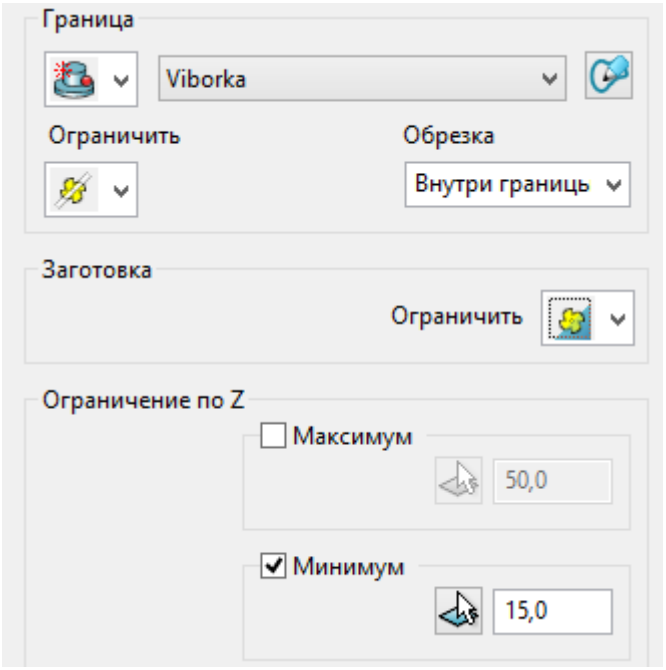

Стратегия обработки
2.5D Выборка
3D Выборка
Моноколеса
Сверление
Избранное
Чистовая
Старые
Выборка Углов
Выборка 3D Модели
По Профилю 3D Модели
Выборка 3D Модели Доработка
По Профилю 3D Модели Доработка
Просмотр


Выборка 3D Модели
Имя Траектории
UST_02_CONC_FR_CHERN_04
СК Детали
Заготовка
Инструмент
Ограничить
Выборка 3D Модели
Смещение
Финиш Стенок
Фильтр небезопасных
Обработка Плоскостей
Высокоскоростная (HSM)
Порядок
Подход
Авто Проверка
Коррекция
Размещение точек
Ось Фрезы
Безопасные высоты
Подводы и Переходы
Начальная точка
Конечная точка
Режимы резания
Примечания
Параметры Пользователя
Выборка 3D Модели
Стиль
Смещать всё
Направление резания
По профилю
Область
Попутное
Попутное
Допуск
0,01
Припуск
0,32
Шаг
14,5
Шаг по Z
Автоматически
22,7
Доработка
Вычислить
В очередь
OK
Отмена

Главное назначение данной стратегии – удаление максимального количество материала в минимальное время.

Для начала рекомендуется выбрать стиль обработки «Смещать Всё», так как он при сохранении направления резания может обеспечить минимальные подъемы фрезы, особенно при установленной опции «Спираль» на ветке «Смещение» в дереве стратегии.

Чтобы большая часть параметров была заполнена на основе режимов резания, в окне стратегии следует перейти в раздел «Режимы резания» и нажав на кнопку «Режимы резания», выбрать «Тип» – «Черновая», «Операция» – «3D обработка», затем последовательно нажать кнопки «Сброс», «Выполнить» и «Принять». После этих действий режимы резания инструмента будут применены к траектории и останется только скорректировать оставшиеся параметры: «Припуск» – 0,32 мм, «Допуск» – 0,01 мм.

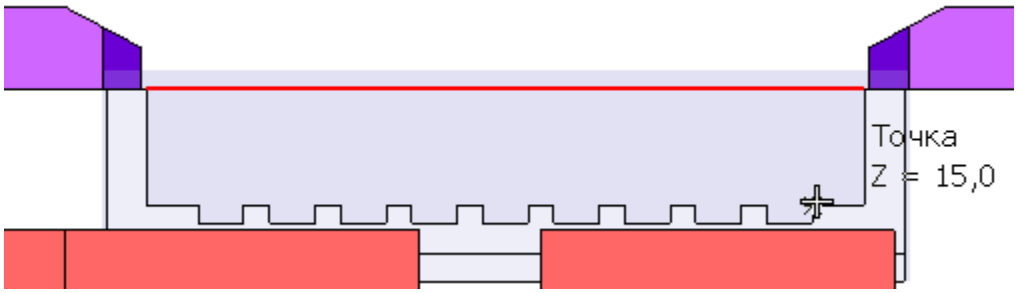


В разделе «Ограничить» необходимо использовать следующие параметры:

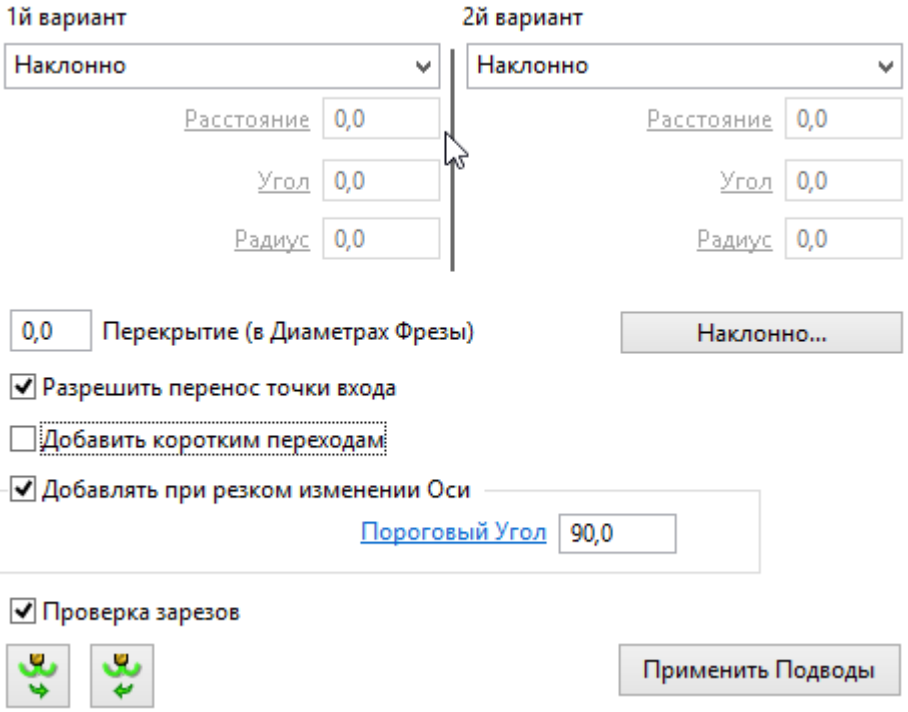
- «Граница» – «Viborka»;
- «Ограничить» – «Кромку» Данная опция запрещает инструменту выходить за пределы границы в процессе обработки;
- «Обрезка» – «Внутри границы» указывает на то, что сегменты траектории будут созданы внутри границы;
- «Заготовка»: «Ограничить» – «Запретить выход за Заготовку» Данная опция позволяет создавать сегменты траектории,

при которых центр инструмента не окажется за пределами заготовки;

- «Ограничения по Z» – группа параметров, позволяющая задать диапазон высот, на которых будут созданы сегменты траектории. В данном случае, следует ограничить «Минимум», который должен совпадать с нижней поверхностью, показанной на рисунке.

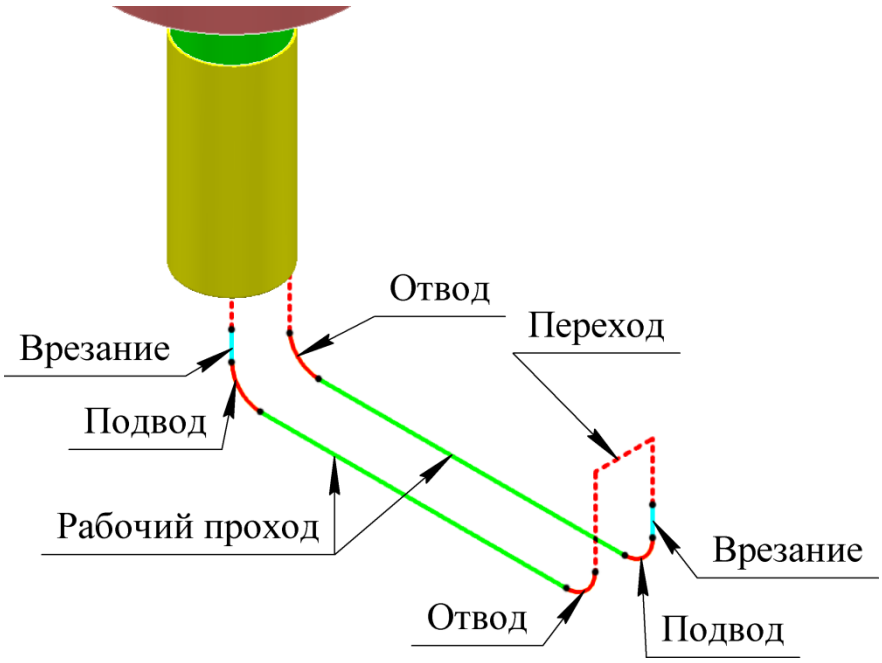


В разделе «Подводы и переходы» требуется настроить подводы, воспользовавшись диалоговым окном «Подводы и переходы»  на вкладке «Подвод».



Подвод – дополнительный элемент траектории перед рабочим проходом (сегментом траектории).

Отвод – дополнительный элемент траектории на выходе из рабочего прохода.



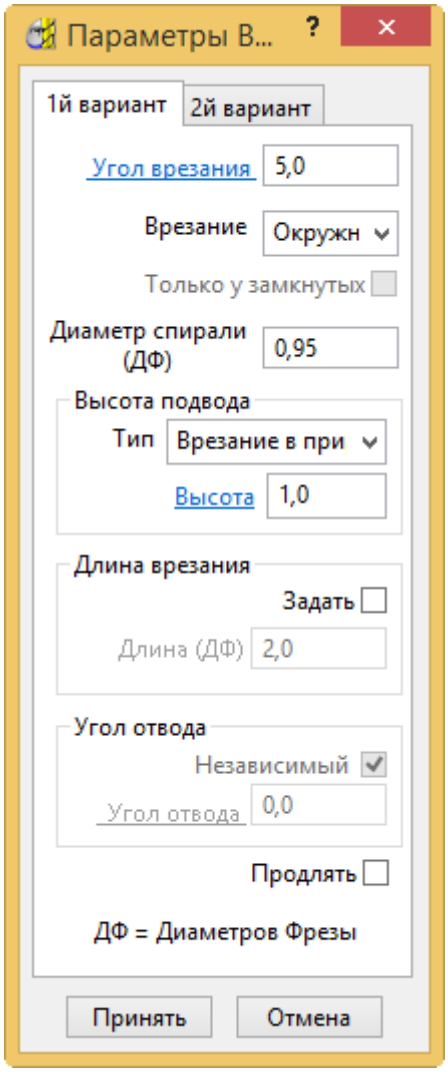
Переход – обязательный элемент траектории соединяющая два рабочих прохода (через отвод и подвод при их наличии).

Подводы и отводы необходимы в следующих случаях:

- для обеспечения плавности движения, при больших скоростях перемещений;
- для обеспечения наиболее благоприятных условий врезания;
- как участки для включения и отключения компенсации на радиус инструмента.

На вкладках «Подвод» и «Отвод» существует по два настраиваемых варианта подвода и отвода

Если первый вариант подвода (отвода) будет приводить к зарезам детали, то будет использован второй вариант. Если второй вариант также приводит к зарезам, то будет применено вертикальное врезание. Поэтому второй вариант, следует настраивать особенно тщательно, чтобы гарантированно избежать зарезов, и как следствия вертикального врезания.



В настраиваемой стратегии обработки подвод нужен для обеспечения врезания фрезы на обрабатываемый слой, поэтому в качестве первого варианта подвода следует выбрать «Наклонно», в качестве второго варианта – тоже «Наклонно». Тип подвода «Наклонно» позволяет создать наиболее благоприятный вид врезания – спиральное врезание.

Для доступа к параметрам наклонного врезания есть кнопка – «Наклонно», нажав на которую можно получить доступ к первому и второму варианту подвода.

Для первого варианта следует ввести следующие параметры:

«Угол врезания» – 5°. Данное значение ограниченно возможностями инструмента (для применяемой фрезы предельный угол врезания составляет 7°).

«Врезание» – «Окружность». Данный параметр подразумевает проекцию траектории врезания на плоскость XY, поэтому вариант параметра «окружность» с заданным углом врезания образуют спиральную линию. Другие варианты траекторий наклонного врезания: «Линия» – прямая линия к начальной точки под углом врезания; «Траектория» – кривая, наклонённая под углом врезания к начальной точки и проекция которой на плоскость XY будет совпадать по форме с траекторией.

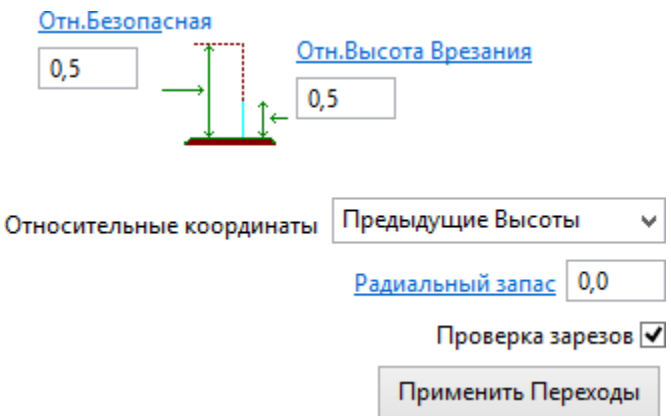
«Диаметр спирали» – 0,95*ДФ (ДФ – диаметры фрезы). Данное значение совпадает с рекомендуемым для используемого инструмента.

«Высота подвода» – 1 мм. Так как во вкладке «Высоты» окна «Подводы и переходы» в качестве «Относительных высот» установлены «Предыдущие высоты», то значение «Высота» для первого слоя обработки

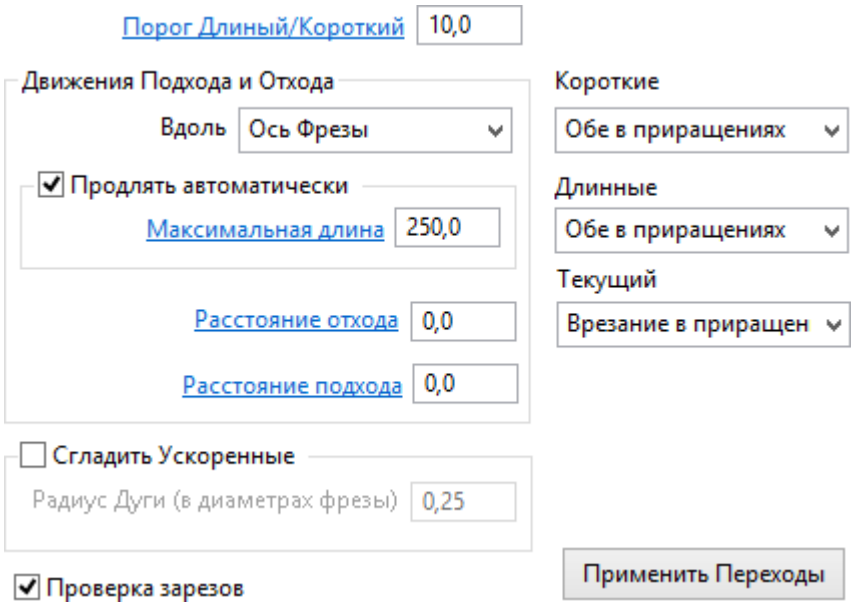
измеряется от поверхности заготовки, для всех последующих – от предыдущих слоев.

Для 2-го варианта рекомендуется использовать аналогичные настройки за исключением «Диаметра спирали», его принять равным 0,65. По завершении ввода параметров наклонного врезания – нажать кнопку «Принять».

Также на вкладке «Подвод» следует отключить опцию «Добавить коротким переходам», так как короткие переходы выполняются в одном обрабатываемом слое, поэтому, переход между ними должен осуществляться уже из обработанной зоны.



На вкладке «Высоты» следует задать значения относительной безопасной высоты и относительной высоты врезания по 0,5 мм. Так как, эти расстояния будут измеряться от только что обработанной поверхности, то снизить холостые перемещения можно минимизировав данные значения.



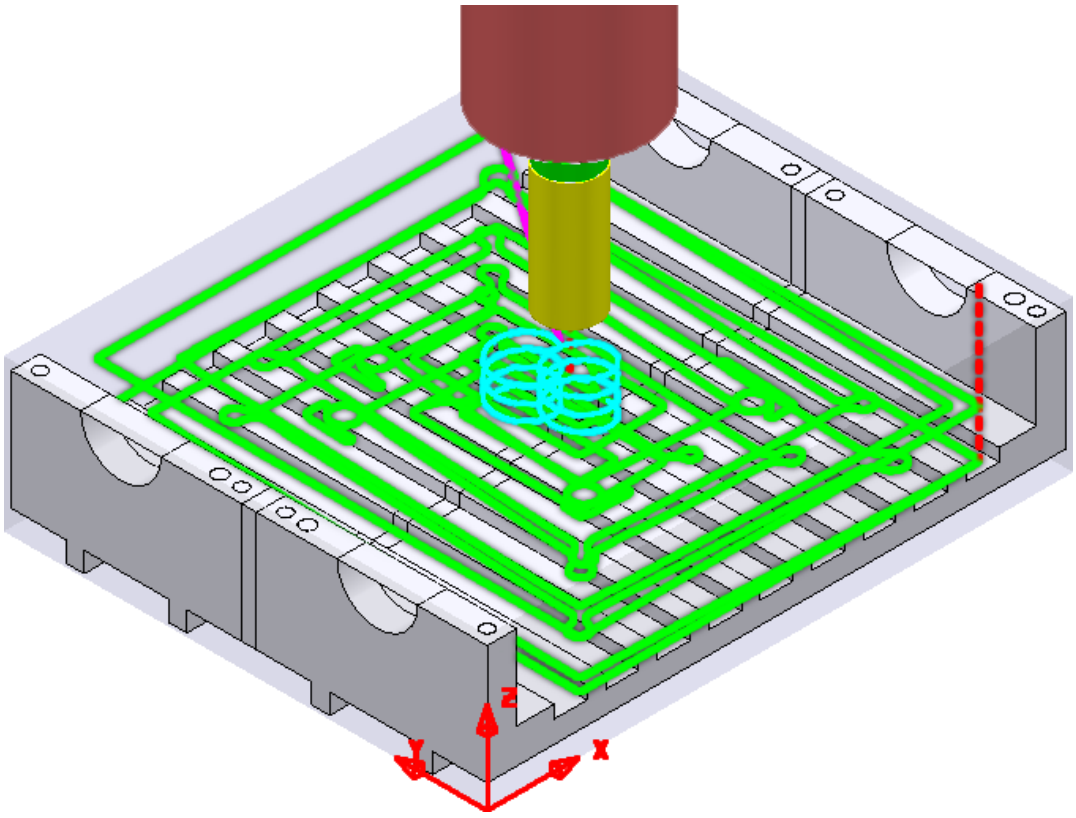
На вкладке «Переходы» необходимо установить тип «Короткие» и «Длинные» переходы в состояние «Оба в приращениях». Это значит, что переходы между рабочими резами будут выполняться на высотах, значения и точки отсчета которых установлены на вкладке «Высоты». При этом, «Короткими» считаются переходы, соединяющие рабочие проходы на расстоянии меньше значения в поле «Порог Длинный/Короткий».

По завершении настройки всех параметров в окне «Подводы и переходы» необходимо нажать последовательно кнопки «Выполнить» и «Принять».

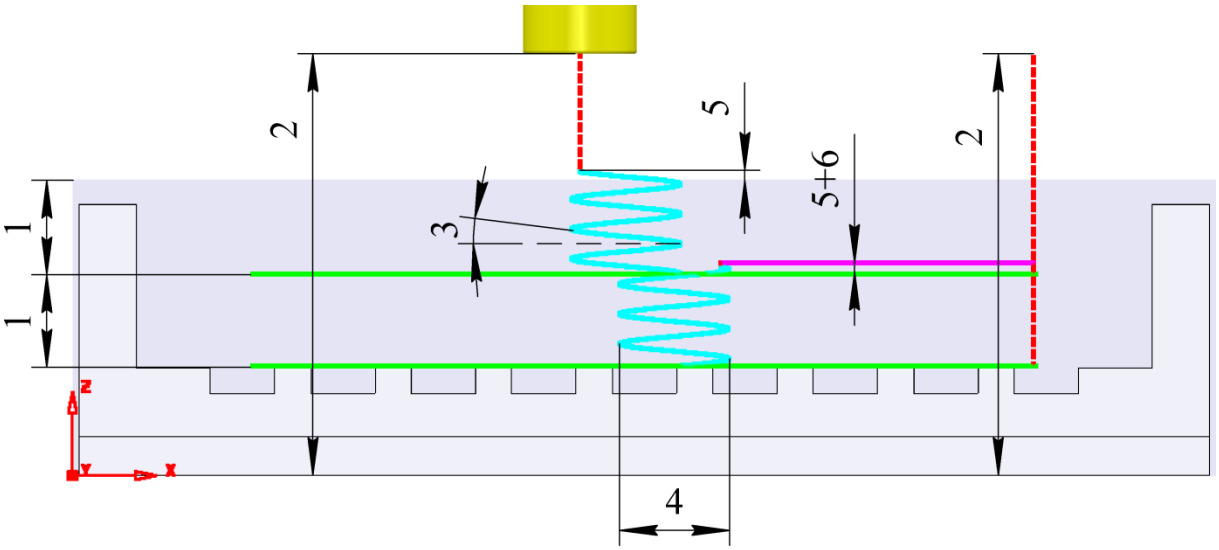
Имя траектории следует задать «UST_02_CONC_FR_CHERN_04».

Прочие значения параметров траектории можно оставить как есть. Теперь траекторию можно вычислить и закрыть окно.

Полученная траектория выглядит следующим образом.



Если на траекторию посмотреть вдоль оси Y, то можно выделить следующие обозначенные цифрами параметры:



1 – «Осевой шаг», настраиваемый в параметрах инструмента a_p, который затем попадает в поле «Шаг по Z», создаваемой траектории;

2 – «Безопасная Z». Настраивается в диалоговом окне «Безопасные высоты»  ;

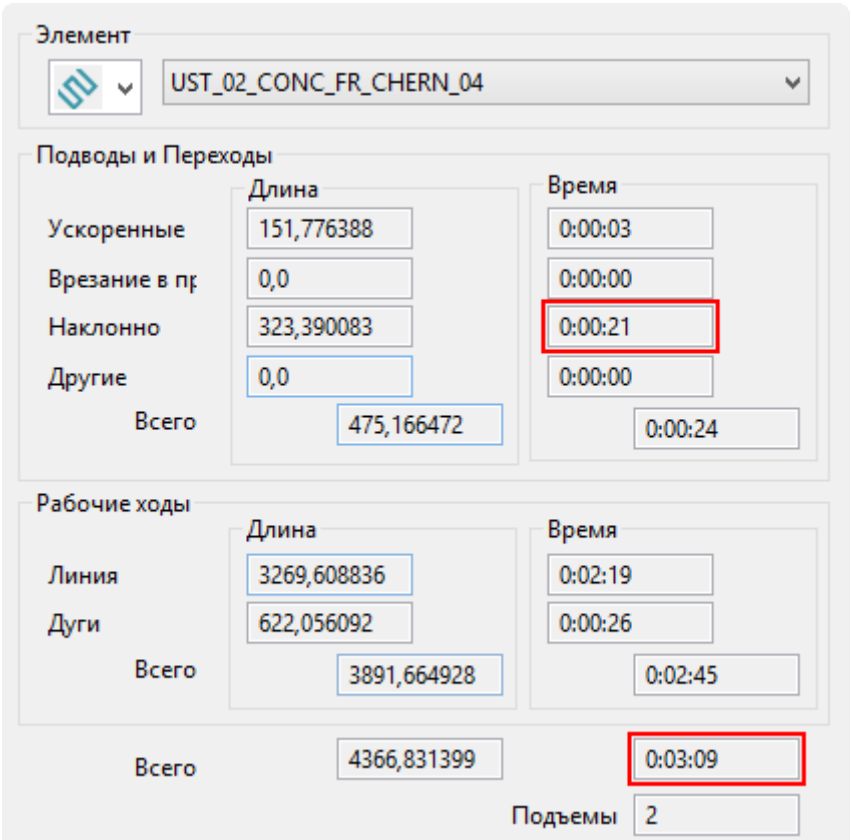
3 – «Угол врезания». Настраивается в диалоговом окне «Параметры врезания», попасть в которое можно из окна «Подводы и переходы»  , на вкладке «Подвод» и выборе в качестве одного из вариантов «Наклонно»;

4 – «Диаметр спирали». Настраивается в том же диалоговом окне, что и «Угол врезания»;

5 – «Высота врезания». Настраивается в том же диалоговом окне, что и «Угол врезания»;

6 – «Относительная безопасная». Настраивается в диалоговом окне «Подводы и переходы»  на вкладке «Высоты», при установленном типе «Коротких» и «Длинных» переходов «Оба в приращениях» (на вкладке «Переходы»).

Получившаяся траектория обладает одним недостатком – обработка производится от центра к периферии, в результате в центре необходимо производить спиральное врезание, которое занимает 21 секунду от полного времени обрбаботки в 3 мин 9 секунды.



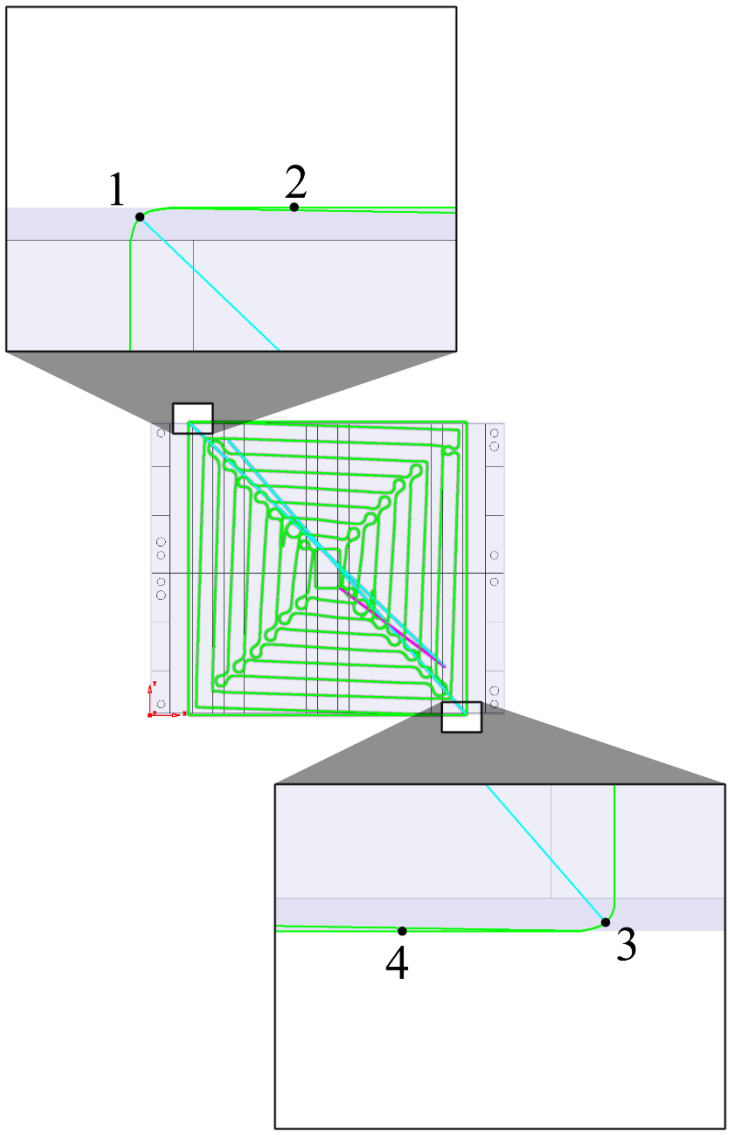
Оценить данное время можно с помощью инструмента «Статистика» на панели «Траектория».

Создание траекторий обработки всегда связано с анализом и выбором из нескольких вариантов оптимального. Соответственно необходимо создать такие варианты для анализа.

3.18 Создание второго варианта траектории выборки

В качестве второго варианта будет создана траектория стиля «Смещать все», но с подводом снаружи, чтобы избежать спирального врезания.

Чтобы создать соответствующие траектории нужно создать копию текущей с помощью инструмента «Копировать траекторию» из панели «Траектория», после чего зайти в параметры и их изменить.



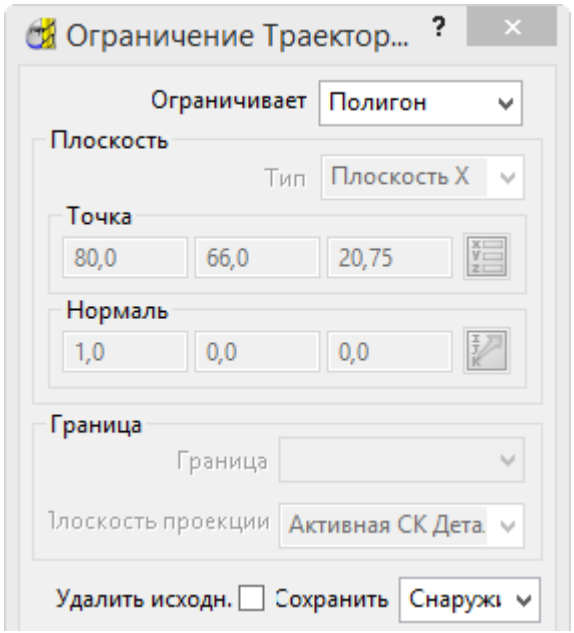
Для создания траектории с подводом инструмента со свободного торца достаточно просто изменить направления реза с помощью команды «Упорядочить траекторию» на панели «Траектория». Однако, при обработки снаружи возникают следующие проблемы:

1. Начало каждого из слоев выборки начинается в центре скругленного угла, врезаться в который без зарезов практически невозможно. Для

устранения данного недостатка необходимо удалить участки скруглений от 1 до 2 точки и от 3 до 4 точки.

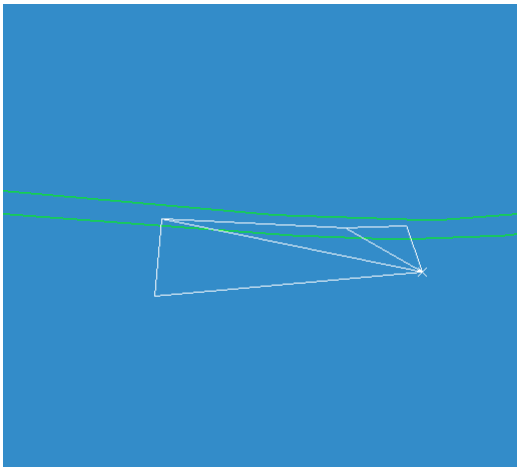
2. На первых проходах, при движении инструмента вдоль поверхности детали обработка производится на полную ширину фрезы. Поэтому на данных участках необходимо снизить величину подачи на 20%.

Чтобы удалить части скруглений, необходимо воспользоваться инструментом «Ограничить»  из панели «Траектория». В появившемся диалоговом окне в качестве ограничивающего элемента следует выбрать «Полигон», в качестве сохраняемой стороны следует выбрать «Сохранить» – «Снаружи».

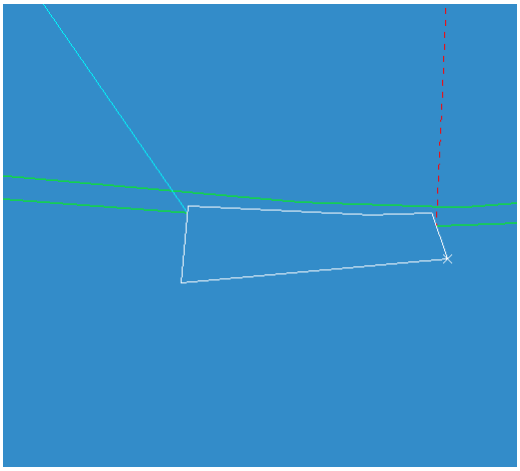


«Полигон» – трехмерное тело, получаемое выдавливанием контура, создаваемого пользователем. При этом, контур, получается в плоскости просмотра (в окне вида), а выдавливание происходит вдоль нормали к данной плоскости.

После каждого выполнения операции «ограничить» исходная траектория остается в дереве проекта без изменений, а результаты операции содержится уже в копии данной траектории. Соответственно сколько раз была применена операция ограничить, столько дополнительных траекторий появится в проекте.



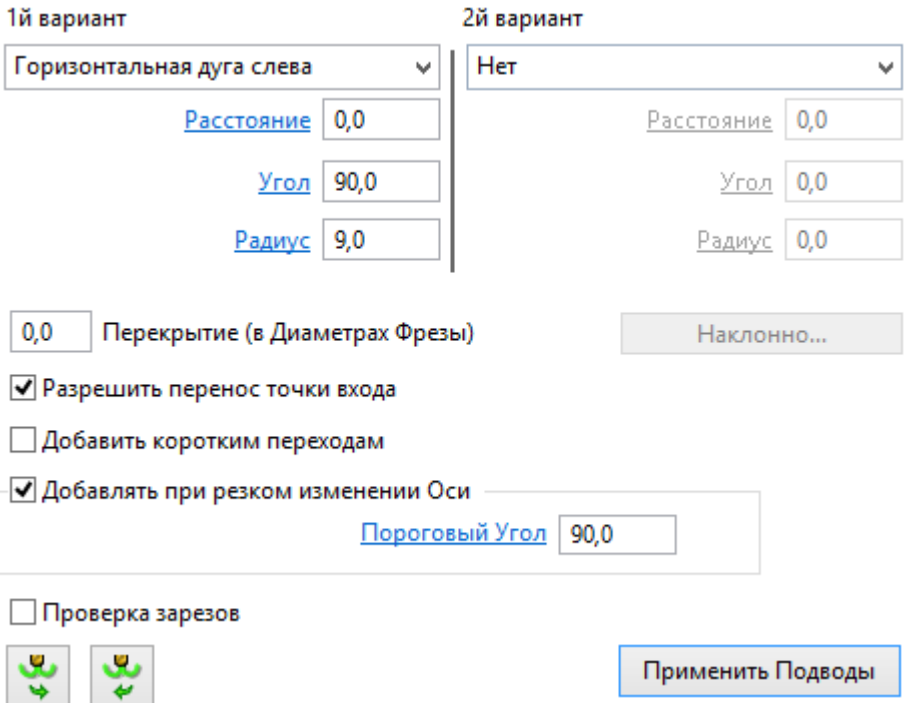
Нарисованный контур



Обрезка после нажатия на кнопку «Выполнить»

После разбиения траекторий оставшиеся ненужные участки сегментов следует удалить с помощью команды «Правка» – «Удалить выбранные» в контекстном меню редактируемой траектории.

Теперь необходимо настроить подводы к траектории, воспользовавшись инструментом «Подводы и переходы»  из главной панели.



На вкладке «Подводы» необходимо изменить значения как показано на рисунке.

Обязательно следует отключить опцию «Проверка зарезов». Это исключит появления ложных предупреждений, а чтобы убедиться в безопас-

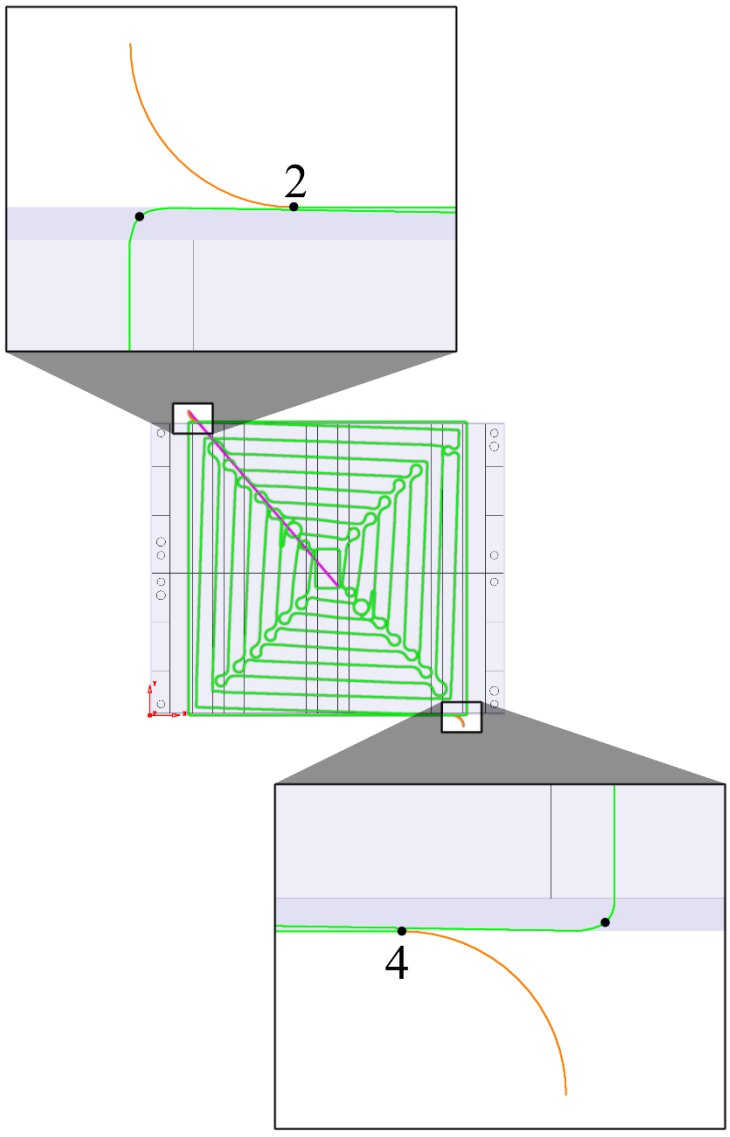
ности траектории, после ее окончательной настройки можно воспользоваться инструментом «Проверка Столкновений» .

«Тип» – «Горизонтальная дуга слева». Если выбрать «Горизонтальная дуга», то в создаваемом проекте автоматически формируемая дуга оказывается с неправильной ориентацией.

«Расстояние» – длина прямого участка расположенного касательно к сегменту траектории в точке врезания.

«Угол» – 90°. Такое значение угла обеспечит траекторию подхода с максимальным удалением от поверхности заготовки и с наиболее благоприятным врезанием.

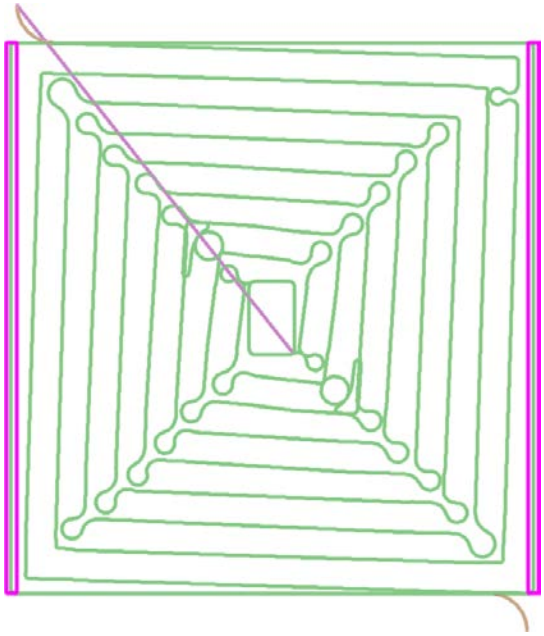
Нажав на кнопку «Применить Подводы» траектория примет следующий вид.



На вкладке «Высоты» «Относительные координаты» следует установить значение «Точка траектории».

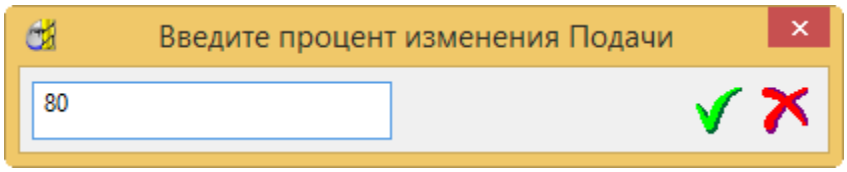
Для уменьшения подачи на участках где фреза работает на полную ширину необходимо создать границы, охватывающие проблемные сегменты траектории.

Создать границу типа «Произвольная» можно из контекстного меню «Границы». В появившемся диалоговом

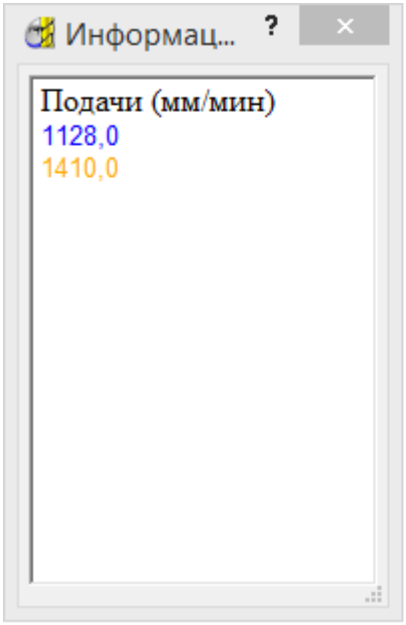


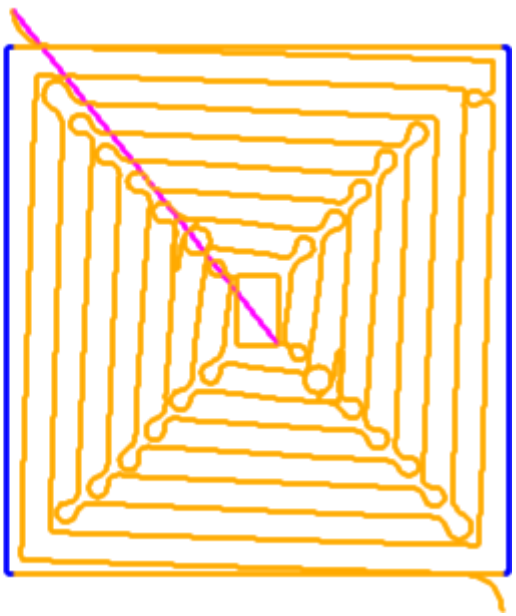
окне следует зайти в режим редактора кривых  в окне вида и создать два прямоугольника с помощью соответствующей команды. Завершить команду следует последовательным нажатием на кнопки «Принять изменения» в панели редактора кривых и «Принять» в окне «Произвольная граница».

Далее из контекстного меню активной траектории следует выбрать «Правка» – «Изменить подачу внутри границы» и в появившемся окне ввести 80 (80% от рабочей подачи). Завершить команду следует нажатием на кнопку «Принять»  .

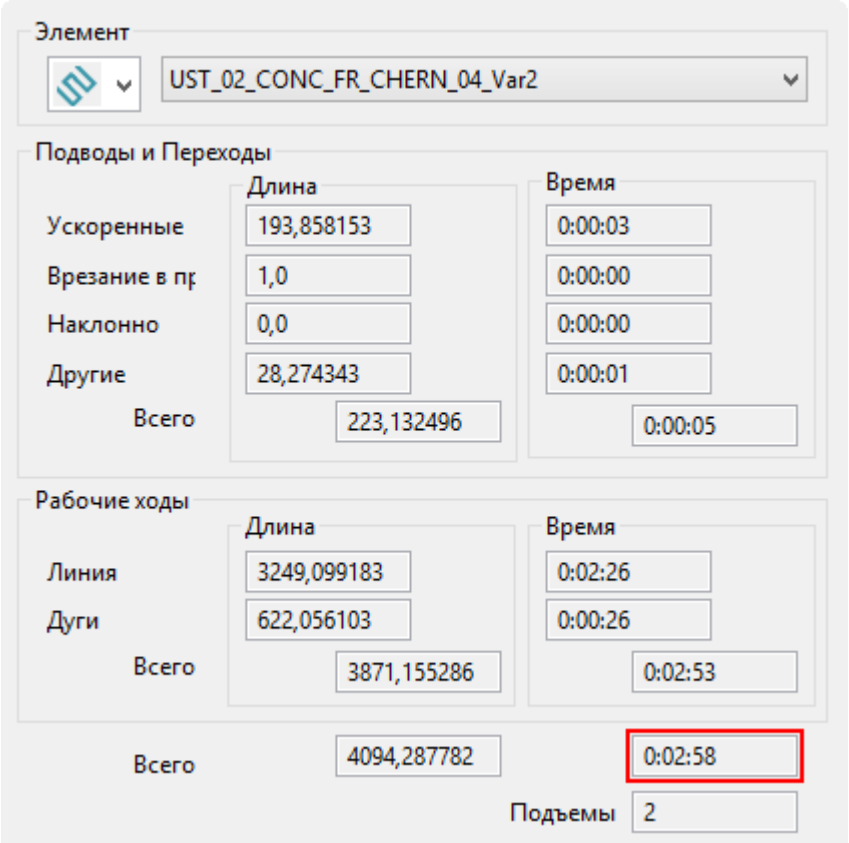


По завершении команды траектория изменит свой цвет и появится окно с пояснением значений подач и соответствующим им цветам.





В конце следует проверить траекторию на столкновения и зарезы и переименовать в «UST_02_CONC_FR_CHERN_04_Var2».



Анализируя статистику траектории видно, что общее время обработки сократилось за счет отсутствия врезания по спирали на 11 секунд (на 6%).

Следующий рассматриваемый вариант – обработка растром.

3.19 Создание третьего варианта траектории выборки

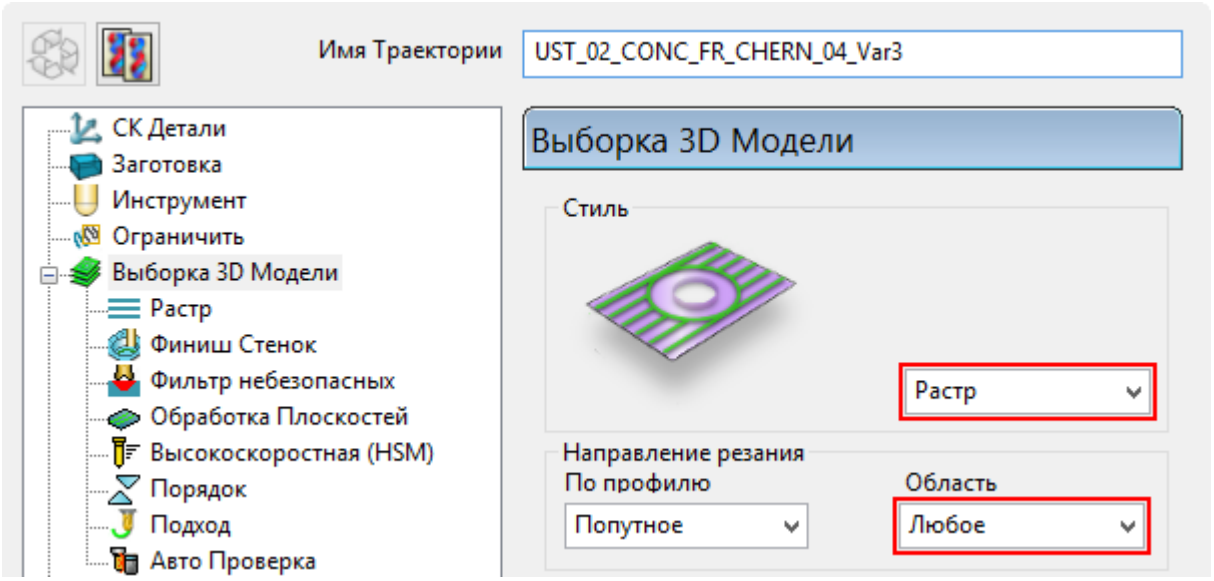
В качестве третьего вариант была выбрана обработка растром, так как она обладает простой формой траектории наиболее подходящей к конфигурации данной детали.

Для создания траектории обработки растром необходимо сделать копию траектории «UST_02_CONC_FR_CHERN_04» и отредактировать параметры стратегии следующим образом:

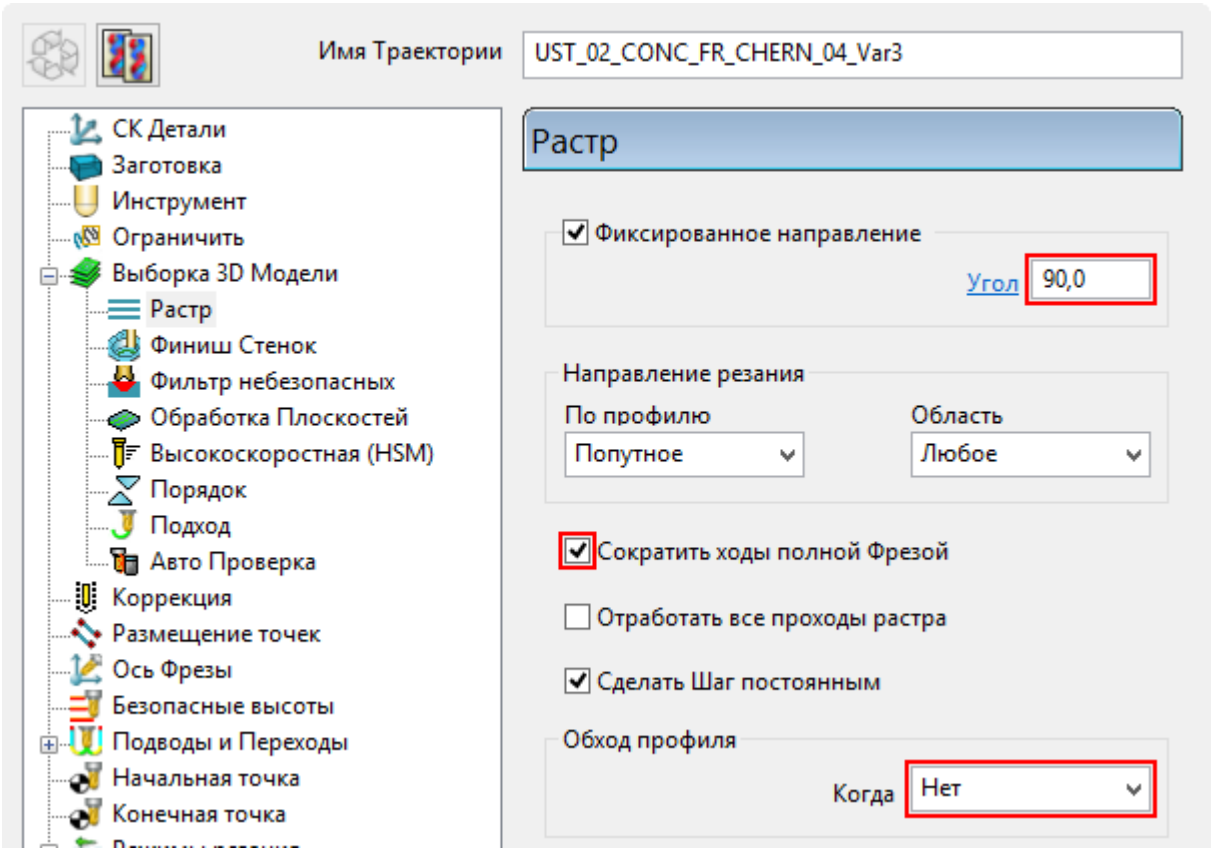
«Стиль» – «Растр»

«Направление резания»: «Область» – «Любое». Установка данной опции позволяет инструменту выполнять рабочие проходы как с попутным

так и со встречным фрезерованием – это значительно сокращает количество холостых перемещений.



На вкладке «Растр»:

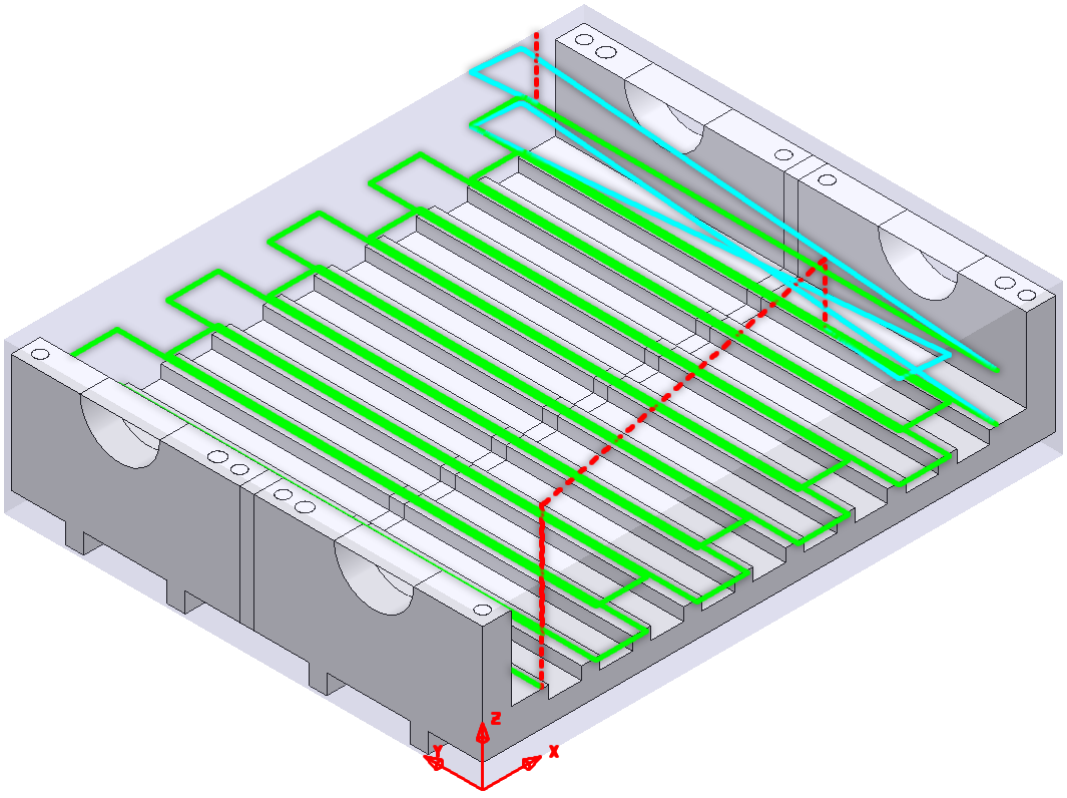


«Фиксированное направление» – «Угол» – 90°. Чтобы линии растра были направлены по оси Y (вдоль обрабатываемых поверхностей).

«Сократить ходы полной фрезой» – при создании стратегии, PowerMill постарается минимизировать рабочие проходы, в которых присутствует обработка полным диаметром фрезы.

«Обход профиля»: «Когда» – «Нет». Так как было выбрано направление растра вдоль обрабатываемых стенок, то обход по профилю будет лишним.

Теперь траекторию можно вычислить. Полученная траектория будет выглядеть следующим образом:



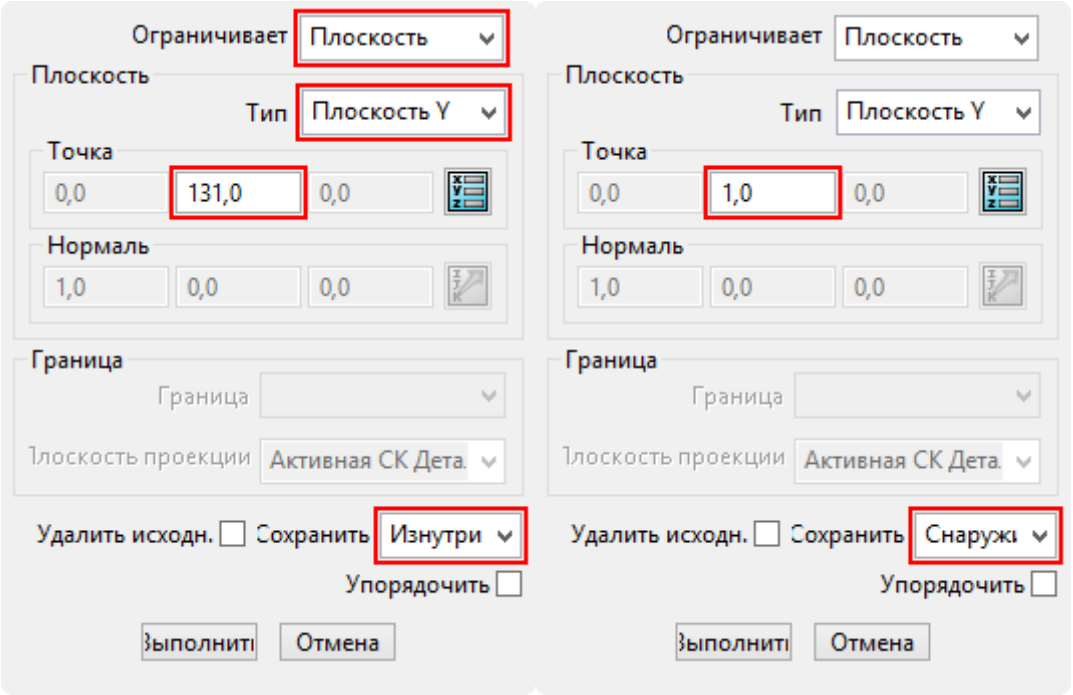
Недостатки траектории следующие:

1. Острые углы на рабочих проходах будут приводить к увеличению силы резания. Чтобы этого избежать, необходимо обрезать прямые переходы соединяющие основные рабочие проходы и сделать переходы по дуге.
2. Подводы следует выполнять не в виде наклонного врезания, а по дуге со стороны заготовки свободной от материала.
3. Фрезерование полном диаметром фрезы на полной скорости рабочей подачи.

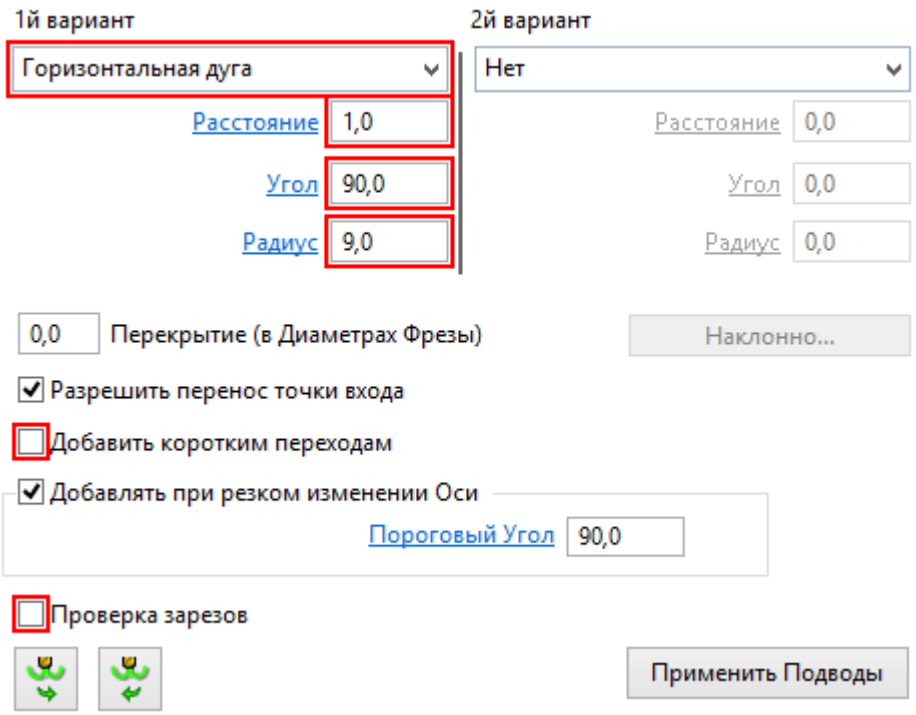
Чтобы обрезать прямые переходы необходимо воспользоваться командой «Ограничить»  из панели «Траектория».

В качестве ограничивающего элемента следует выбрать «Плоскость», «Тип» – «Плоскость Y». После чего выбрать точку, через которую будет проходить секущая плоскость, выбрать направление для сохранения и нажать кнопку «Выполнить» в диалоговом окне «Ограничить».

Операцию ограничения следует выполнить для двух сторон заготовки со следующими параметрами:

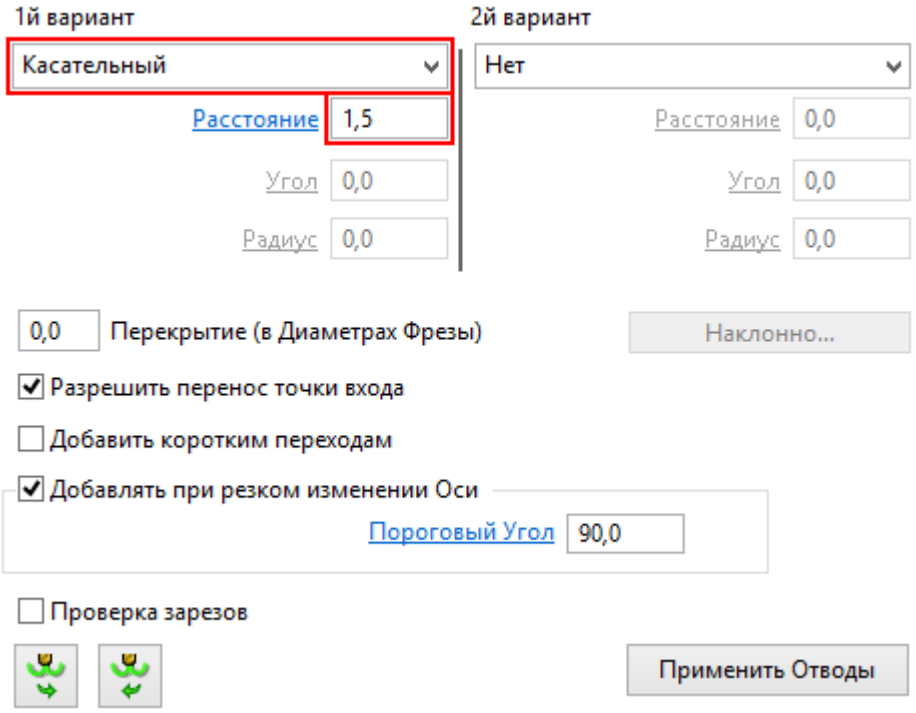


В диалоговом окне «Подводы и переходы» на вкладке «Подводы» следует установить следующие параметры:



По завершении ввода необходимо нажать кнопку «Применить Подводы»

Отключение опции «Добавлять коротким переходам» приводит к тому, что данные подводы останутся только для первых рабочих проходов на слое.

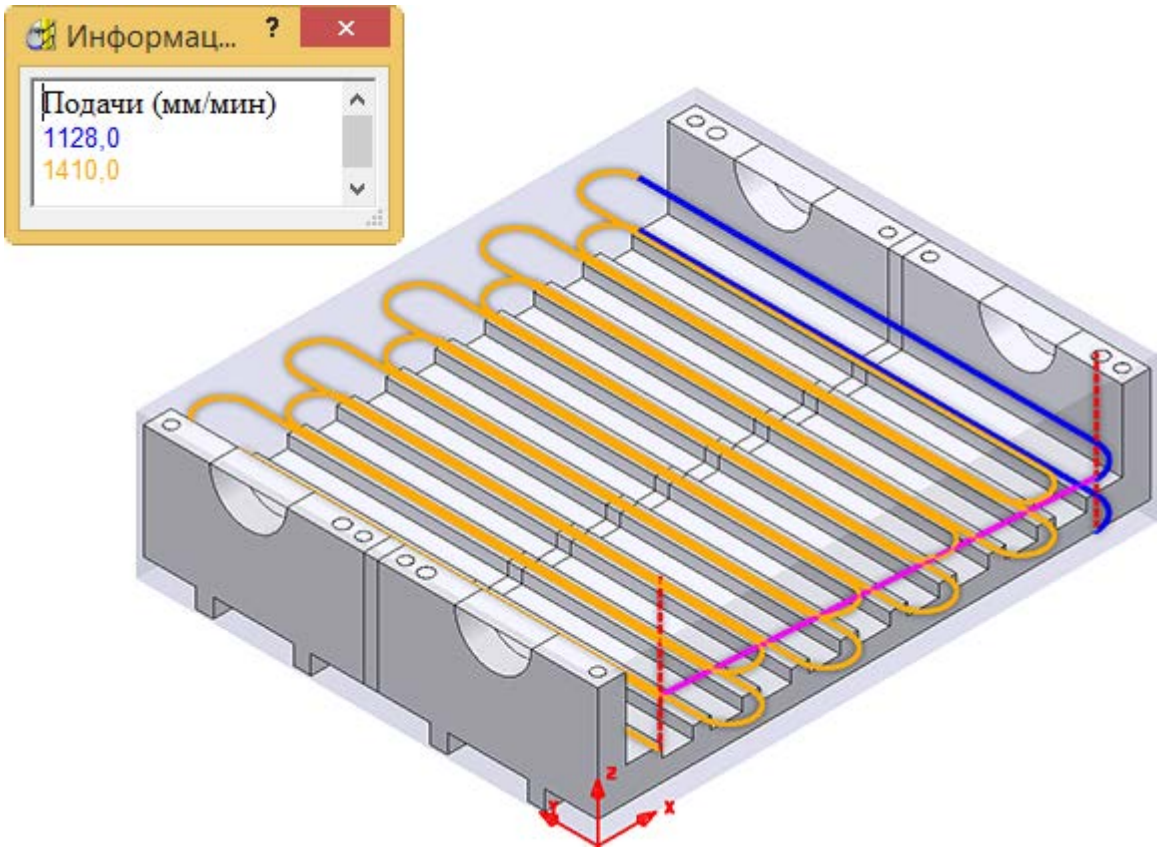


На вкладке «Отвод» параметры следует настроить как показано на рисунке.

Тип отвода «Касательный» достраивает прямой отрезок в конце рабочего прохода, а с учетом того, что опция «Добавлять коротким отключена» отвод будет добавлен только последним рабочим сегментам в слое. Значения 1,5 мм достаточно, чтобы пройти по прямой и выйти из заготовки (1 мм – величина торцевого припуска + 0,5 мм – величина на выход из заготовки)

На вкладке «Высоты»: «Относительные координаты» следует выбрать «Точка траектории» и нажать на кнопку «Применить Переходы».

На вкладке «Переходы» – «Порог Длинный/Короткий» установить значение 15 мм; «Тип коротких переходов» – «Дуга». В конце следует нажать кнопку «Применить Переходы».



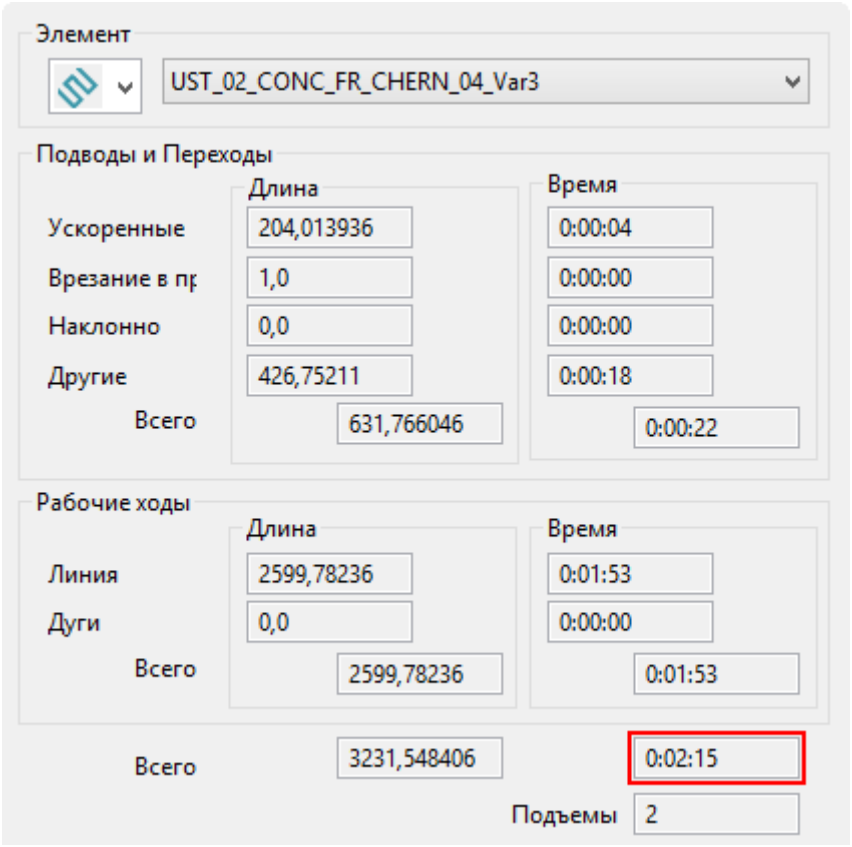
Чтобы изменить подачу на участках, где фреза работает полным диаметром, рекомендуется, как в предыдущем варианте создать границу и

воспользоваться командой «Правка» – «Изменить подачу внутри границы» из контекстного меню активной траектории.

По завершении следует выполнить проверку траектории на зарезы и столкновения, удалить все промежуточные версии траектории и переименовать траекторию в «UST_02_CONC_FR_CHERN_04_Var3».

Анализ времени обработки показывает что траектория оказалась самой быстрой из рассмотренных вариантов – на 54 секунды быстрее, чем первый вариант (почти на 30%).

Однако, последний вариант является одним из самых неблагоприятных по условиям работы инструмента, поэтому окончательный выбор в пользу той или иной стратегии обработки, следует производить с учетом стоимости используемого инструмента – можно выполнить обработку быстро, существенно сократив ресурс инструмента, либо наоборот – максимально бережно использовать инструмент в ущерб производительности.



Условно примем в качестве главного показателя эффективности стратегии – время обработки, поэтому в качестве окончательного варианта

будет выбран третий вариант – обработка растром. Поэтому остальные варианты выборки можно удалить, а траекторию «UST_02_CONC_FR_CHERN_04_Var3» переименовать в «UST_02_CONC_FR_CHERN_04».

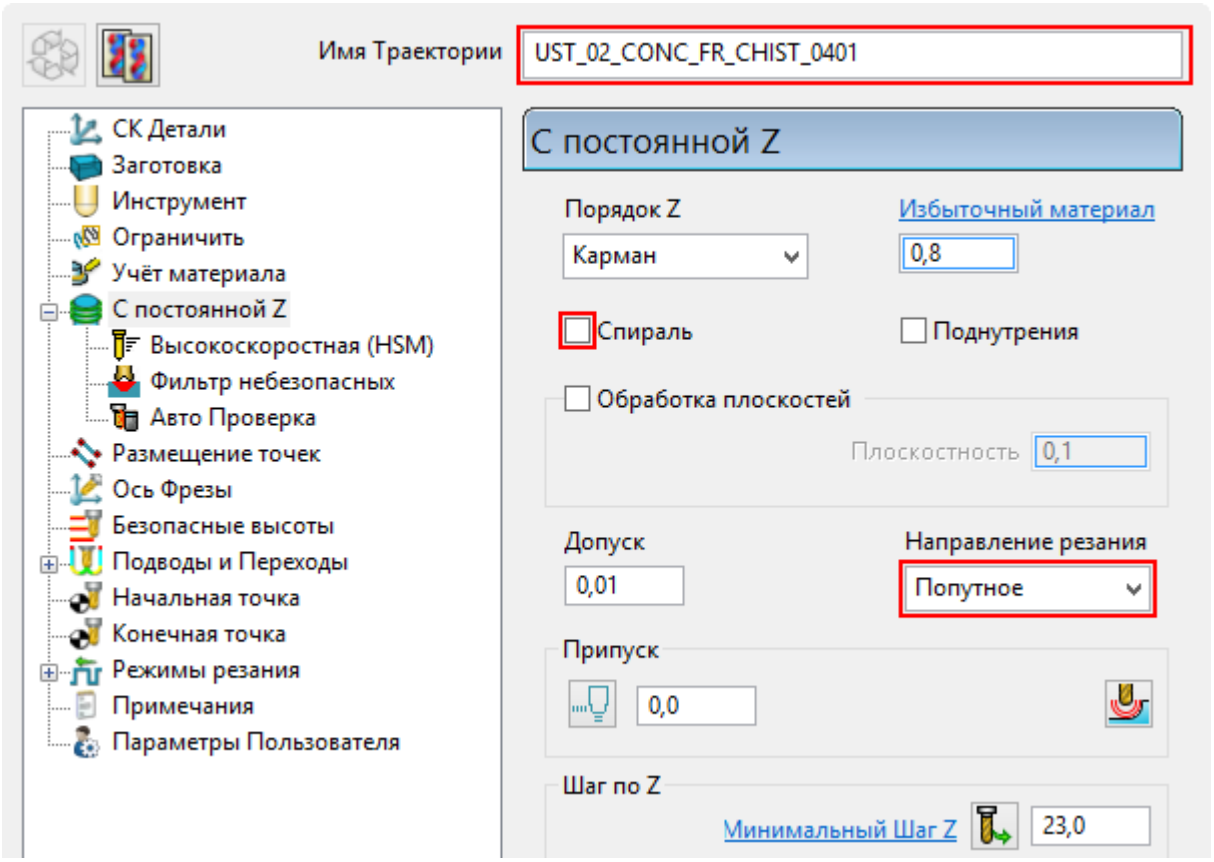
Обработка со стилем «Смещать модель» не рассматривалась, так как при заданных условиях, траектория становится практически идентичной траектории со стилем «Смещать Все».

3.20 Создание траектории чистовой обработки стенок

Как следует из рекомендаций представленных выше, в качестве стратегии чистовой обработки используется стратегия «С постоянной Z», которая выбирается из диалогового окна «Стратегии» на вкладке «Чистовая».

В появившемся диалоговом окне необходимо изменить следующие параметры:

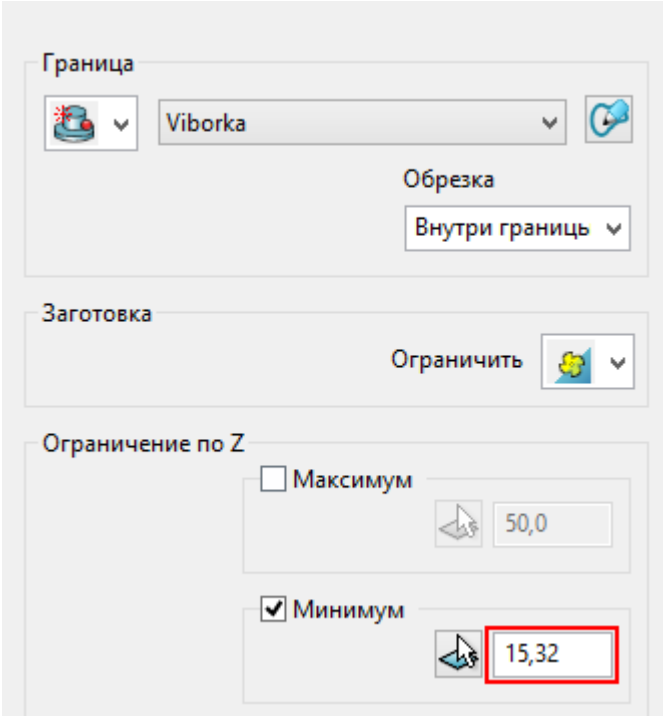
«Имя траектории» – «UST_02_CONC_FR_CHIST_0401»;



«Спираль» – опцию следует отключить, так как в модели отсутствуют замкнутые полости, где применение спирали позволяет создавать непрерывную линию реза, двигаясь по которой инструмент медленно опускается вниз.

«Направление резания» – «Попутное». Так как проход финишный, то следует исключить встречное фрезерование, при котором качество поверхности получается хуже и возможны перерезы (снятие лишнего материала с заготовки) из-за особенностей процесса встречного фрезерования.

На вкладке «Режимы резания», необходимо нажать на кнопку «Режимы резания» и в диалоговом окне, выбрать «Тип» – «Чистовая», «Операция» – «Обход профиля», далее нажать «Сброс», изменить значение «Подачи врезания» – 1110 и последовательно нажать на кнопки «Выполнить» и «Принять».

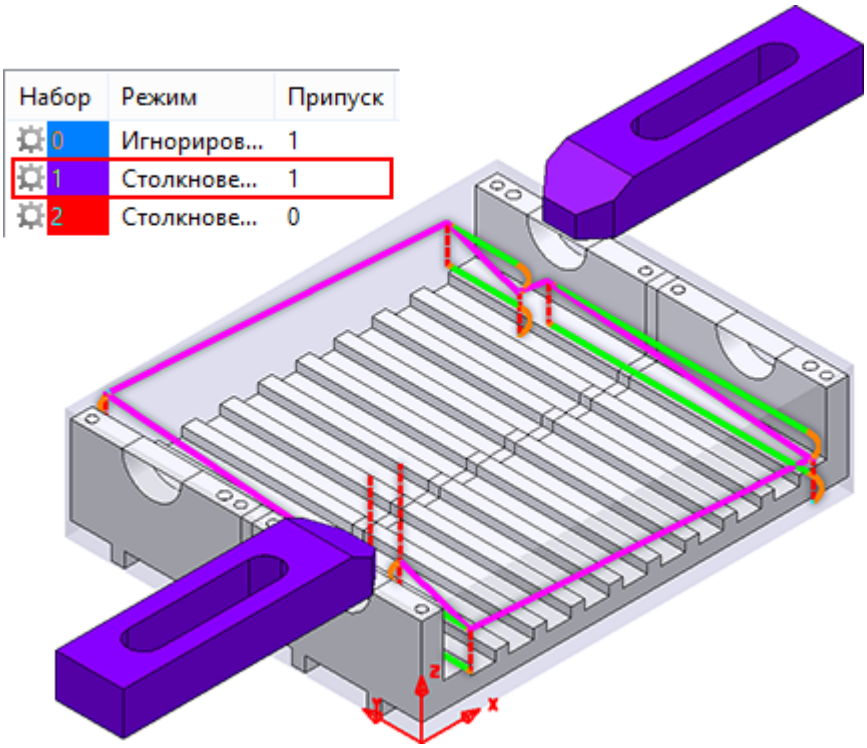


На вкладке «Ограничить» следует изменить значение нижней границы по оси Z, увеличив высоту нижнего предела обработки на величину оставшегося припуска (0,32 мм). Это необходимо, чтобы при обработке стенок инструмент оставлял припуск на нижней горизонтальной плоскости для последующей обработки.

После вычисления на траектории можно обнаружить следующие проблемные участки:

1. Разрыв траектории в местах прижимов. Данная проблема является следствием того, что для прижимов установлен припуск для проверки столкновений в 1 мм.

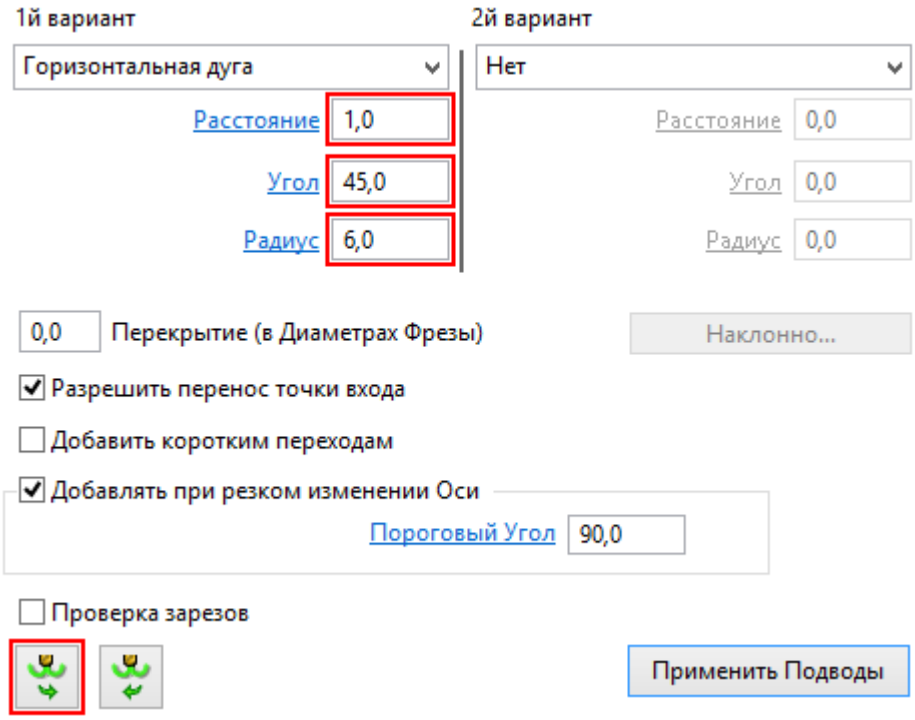
2. Подводы и отводы могут привести к зарезам вовремя ускоренных переходов, либо привести к дефектам на обработанной поверхности.



Чтобы исправить первый недостаток, достаточно в припусках по умолчанию  , на вкладке «Поверхности» изменить значение припуска для группы 1, установив значение 0,5 мм и нажав последовательно кнопки «Выполнить» и «Принять». После нажатия на кнопку «Выполнить» появится сообщение о необходимости пересчитать траекторию, в появившемся диалоговом окне следует нажать «Да». Вкладка поверхности содержит значения припусков для конкретной траектории. Чтобы во вновь создаваемых траекториях припуски в группе 1 были также по 0,5 мм, необходимо изменить значение припуска на вкладке «По умолчанию» и по завершении можно закрыть диалоговое окно, нажав на кнопку «Принять.

Теперь можно вычислить траекторию, нажав соответствующую кнопку.

Для того, чтобы ускоренные переходы не выполнялись уже по обработанным поверхностям, необходимо подводы и отвод сделать по горизонтальной дуге, развернутой на 45°, а чтобы поверхность детали на входе и выходе инструмента получалась плоской, необходимо между дугой и рабочим проходом добавить прямой участок длиной 1 мм (величина оставшегося припуска на торце). Чтобы не заполнять параметры отводов, а скопировать их из подводов, достаточно нажать на кнопку «Отвод такой же как подвод»  . Таким образом, окно «Подводы и переходы» на вкладках «Подвод» и «Отвод» будут выглядеть следующим образом:

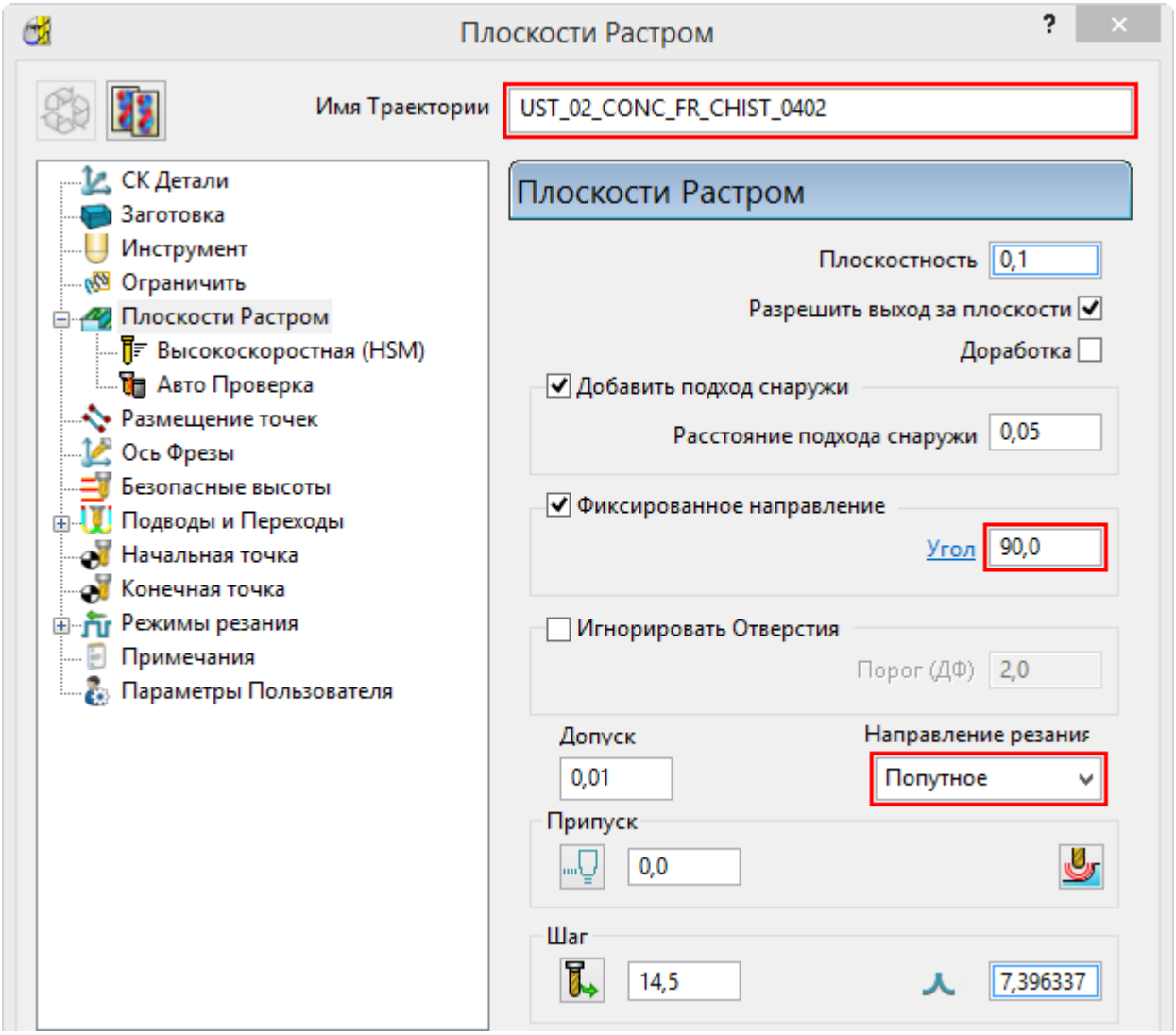


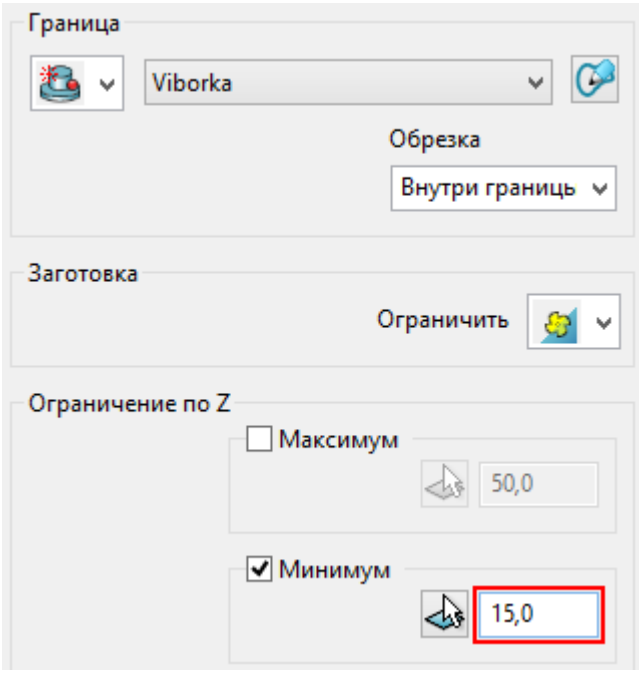
По завершении необходимо проверить траекторию на столкновения и зарезы.

3.21 Создание траектории чистовой обработки плоскости

Для траектории чистовой обработки плоскости рекомендуется выбрать «Плоскости растром».

Параметры стратегии следует настроить следующим образом:





«Имя траектории» – «UST_02_CONC_FR_CHIST_0402».

«Угол» – 90°. Чтобы направление резания выполнялось вдоль стенок.

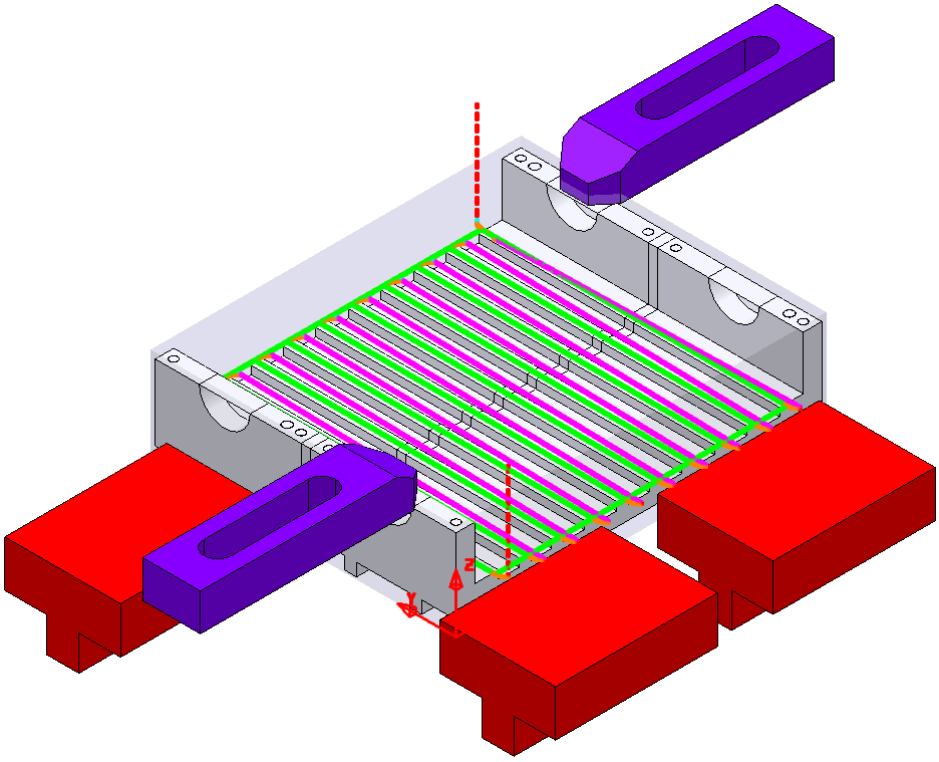
«Направление резания» – «Попутное»

На вкладке «Ограничить» – «Ограничения по Z»: «Минимум» – установить значение 15 мм.

На вкладке «Режимы резания» нажать на кнопку «Режимы резания» и в диалоговом окне, выбрать «Тип» – «Чистовая», «Операция» – «Обработка торцев», далее нажать «Сброс», изменить значение «Подачи врезания» – 1110 и последовательно нажать на кнопки «Выполнить» и «Принять».

Значения остальных параметров оставить по умолчанию.

Полученная стратегия выглядит следующим образом:



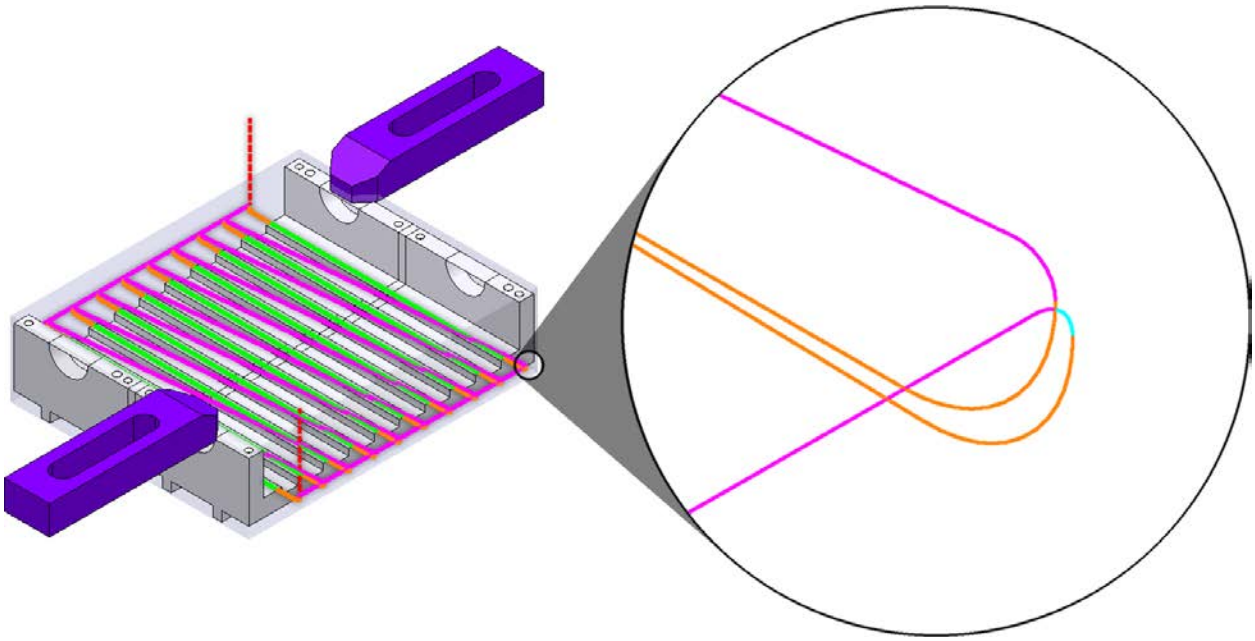
Данная траектория имеет следующие недостатки:

1. Лишние рабочие проходы вдоль оси X по краям детали.
2. Так как все рабочие резы производятся в одну сторону, то в траектории очень много переходов для подвода инструмента к следующему рабочему резу. При этом, перемещения выполняются по прямым линиям с острыми углами.

Чтобы избавиться от лишних проходов, необходимо воспользоваться инструментом «Ограничить» из панели «Траектория», обрезав лишнее, как при редактировании траектории «UST_02_CONC_FR_CHERN_04».

«Подвод» и «отвод» следует настроить по вертикальной дуге с «расстоянием» – 10 мм (1 мм – припуск на последующую обработку + 1 мм – запас + 8 мм – радиус инструмента), «радиус» – 3 мм (достаточный, чтобы сгладить движение), «угол» – 90° (чтобы обеспечить плавный переход от вертикального движения к горизонтальному).

В диалоговом окне «Подводы и переходы» на вкладке «Переходы» для всех типов переходов следует установить «Оба в приращениях»; включить опцию «Сгладить ускоренные» (это добавит скругления к траекториям переходов). На вкладке «Высоты» следует установить «относительную безопасную Z» – 3 мм (при слишком малой безопасной высоте, скругления могут не добавиться).



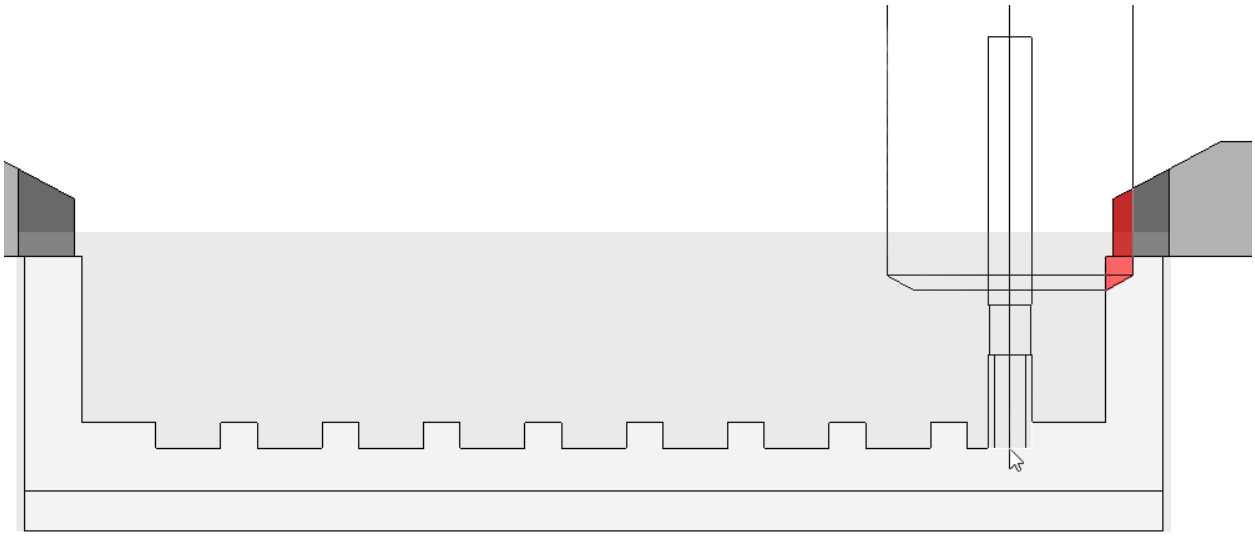
Конечный вид траектории выглядит как показано на рисуке. При этом, переходы выполняются без острых углов – по скруглениям.

По завершении последнюю активную траекторию следует переименовать в «UST_02_CONC_FR_CHIST_0402» и выполнить проверку на зарезы и столкновения. Промежуточные траектории рекомендуется удалить.

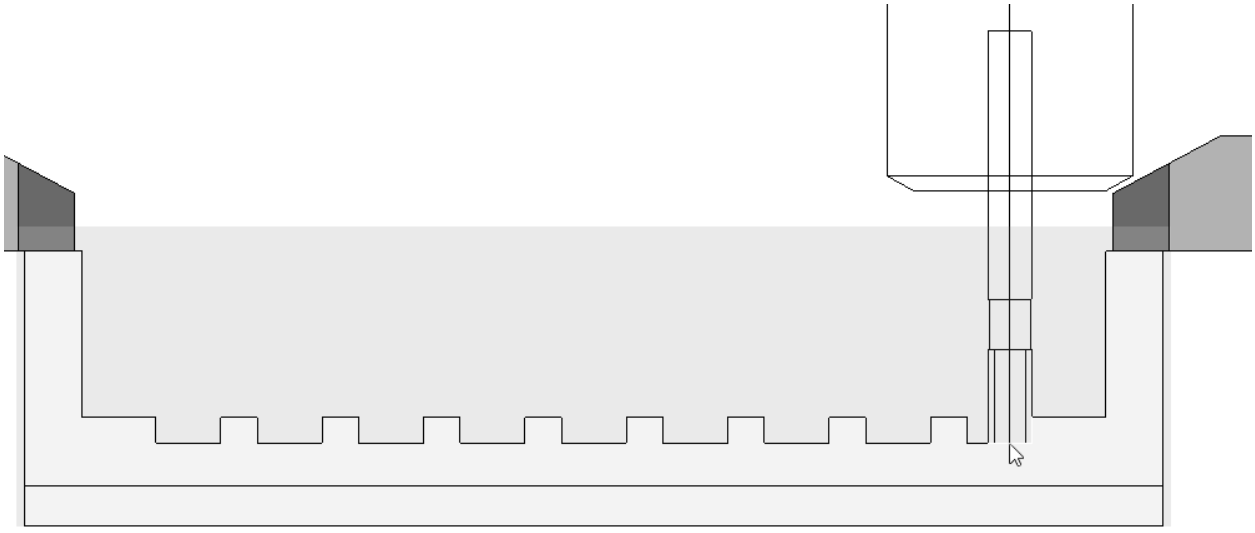
3.22 Создание траектории черновой обработки пазов 9x3,5

Перед созданием траектории обработки пазов необходимо активировать инструмент «CONC_FR_2N342-0600-PC 1730». При этом, если вклю-

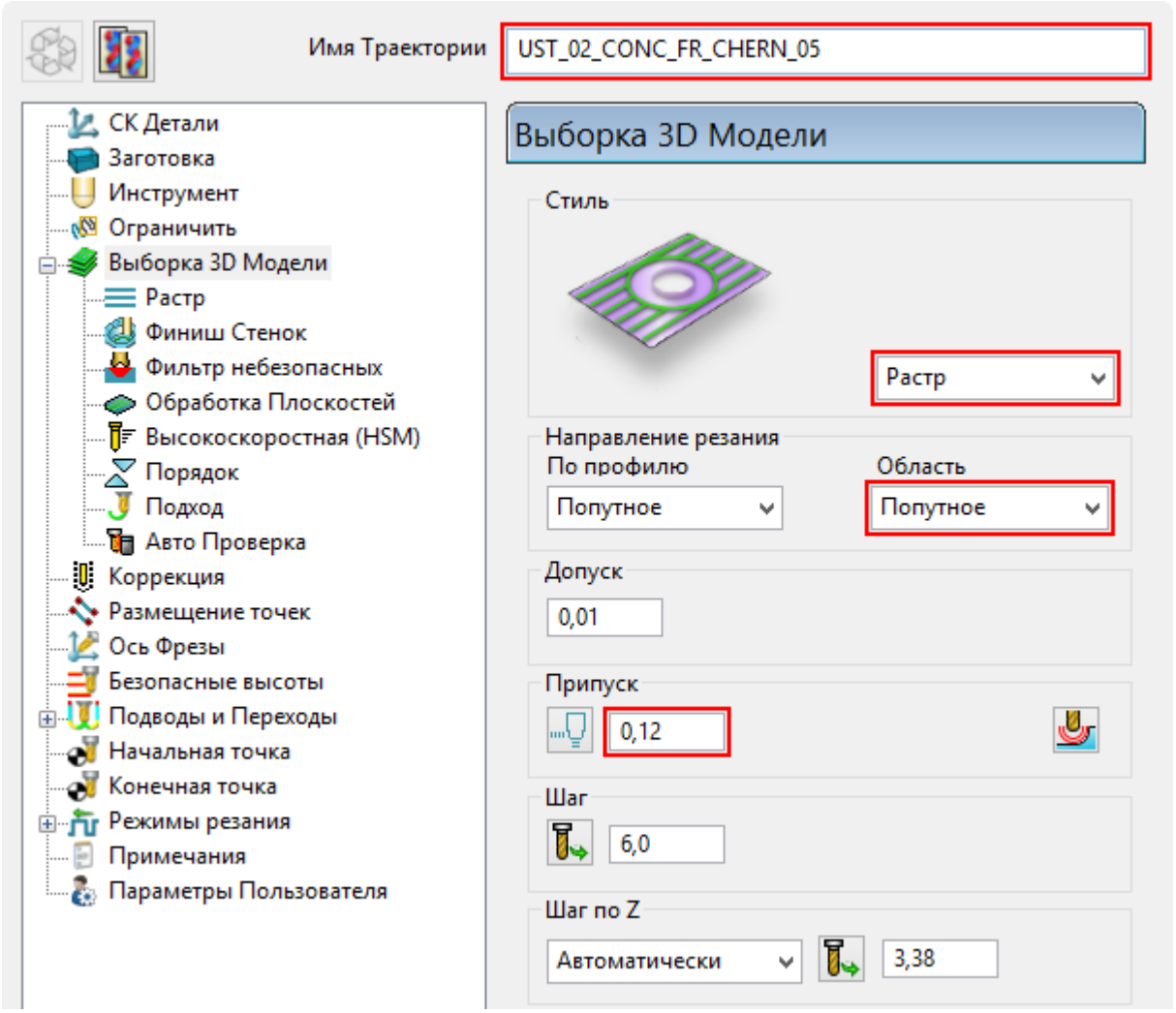
чить отображение курсора мышки в виде инструмента (Ctrl+T) и навести курсор к месту обработки на виде спереди, то можно увидеть, что такая конфигурация инструмента приведет к столкновениям патрона с деталью и с прижимами.



Чтобы предотвратить столкновения необходимо увеличить вылет инструмента на 13 мм.



Для обработки пазов необходимо воспользоваться стратегией «Выборка 3D-модель», со следующими параметрами.



«Имя Траектории» – «UST_02_CONC_FR_CHERN_05».

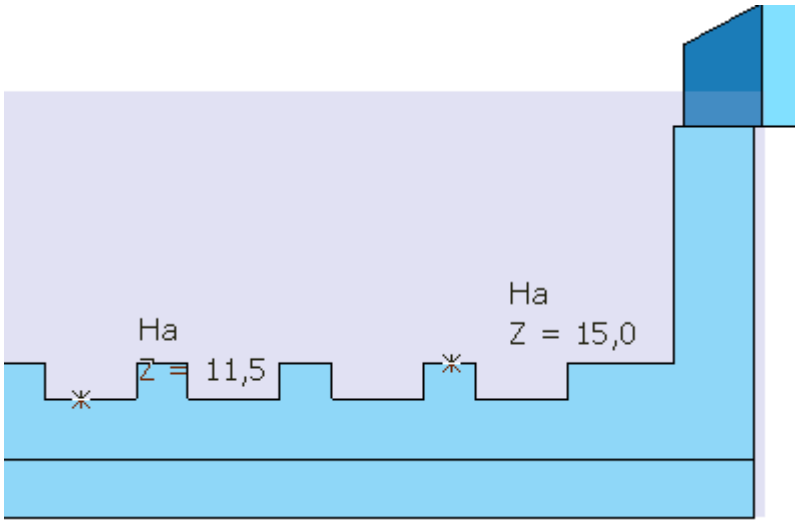
«Стиль» – «Растр». Данная стратегия настраивается почти так же как и «UST_02_CONC_FR_CHERN_04».

«Направление резания»: «Область» – «Попутное». Так как припуск после обработки остается очень маленьким (0,12 мм) и при встречном фрезеровании можно его «провалить», то необходимо использовать только попутное фрезерование.

Чтобы воспользоваться значениями шага, соответствующими инструменту, на вкладке «Режимы резания» необходимо нажать на кнопку «Режимы резания» и в диалоговом окне, выбрать «Тип» – «Черновая», «Операция» – «3D Обработка», далее нажать «Сброс», изменить значение «Подачи врезания» – 1360 и последовательно нажать на кнопки «Выполнить» и «Принять».

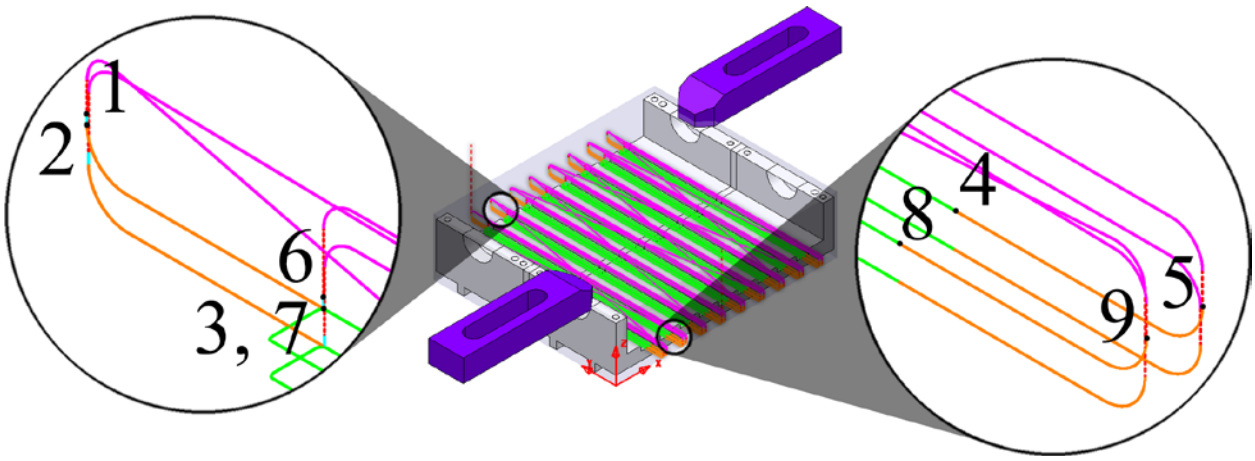
После чего следует снова вернуться на вкладку «Выборка 3D модели» и исправить «Припуск» – 0,12 мм.

На вкладке «Растр» настроить все параметры, как для траектории «UST_02_CONC_FR_CHERN_04», кроме «Направление резания» (см. выше).



На вкладке «Ограничить» изменить «Ограничения по Z»: «Максимум» – 15 мм; «Минимум» – 11,5 мм.

Остальные параметры следует оставить, как в траектории «UST_02_ CONC_FR_CHERN_04» и нажать кнопку вычислить.

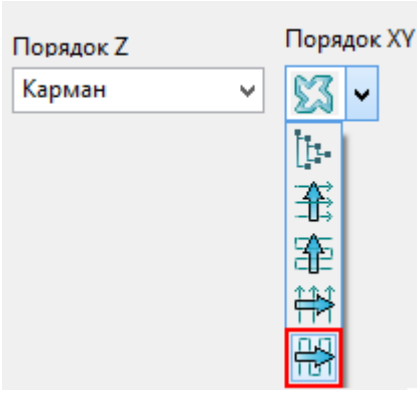


Полученная траектория имеет следующие недостатки:

1. Если условно пронумеровать пазы и №1 – это ближайший к началу координат, а №9 – это самый удаленный от начала координат, то последовательность обработки пазов будет следующая: 2-1-3-5-7-9-8-6-4, что является не самым оптимальным вариантом.
2. При выборе «Направления резания»: «Область» – «Попутное» паз обрабатывается в два прохода. Первый – на полную ширину фре-

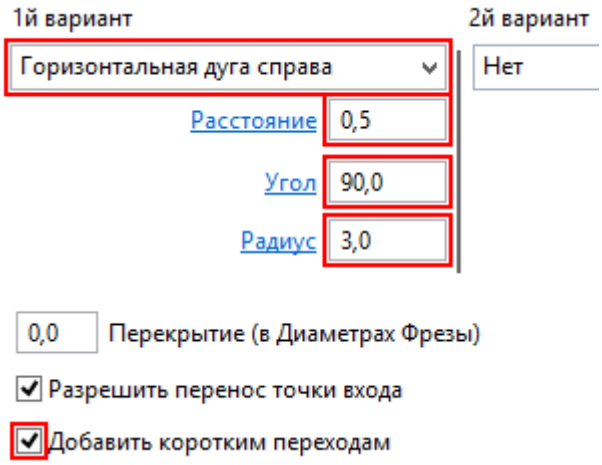
зы, причем, ближайшая стенка паза будет отфрезерована «Встречным» методом (цифры на рисунке обозначают последовательность прохода по траектории на первом слое).

3. Врезание на слой рекомендуется выполнять по горизонтальной дуге, а не по прямой.
4. Первый проход каждого слоя выполняется на полную ширину фрезы без уменьшения рабочей подачи.



Чтобы исправить первый недостаток, необходимо зайти в параметры траектории и на вкладке «Порядок» изменить «ПорядокXY», выбрав «Вдоль X, в обе стороны по Y». Данная опция управляет последовательностью обработки разделенных областей (карманов и пазов).

Для устранения второго недостатка – изменить «Направления резания»: «Область» – «Любое» на вкладке «Выборка 3D-модель».



Для устранения третьего недостатка на вкладке «Подводы и переходы» следует открыть диалоговое окно «Подводы и переходы»  , на вкладке «Подвод» установить следующие параметры:

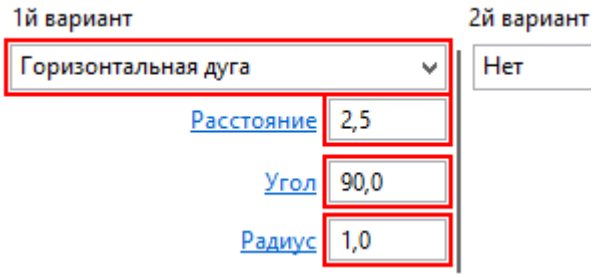
«1й вариант» – «Горизонтальная дуга справа», именно такой вид врезания по горизонтальной дуге рекомендует производитель инструмента.

«Расстояние» – 0,5 мм – такого значения достаточно, чтобы продлить прямой участок рабочего сегмента, для обработки плоской стенки с учетом оставшегося припуска.

«Угол» – 90°, «Радиус» – 3 мм. Данной сочетание параметров обеспечить подход инструмента за пределами заготовки.

Опцию «Добавить коротким переходам» следует включить, т.к все переходы оказываются «короткими».

На вкладке «Отвод»:

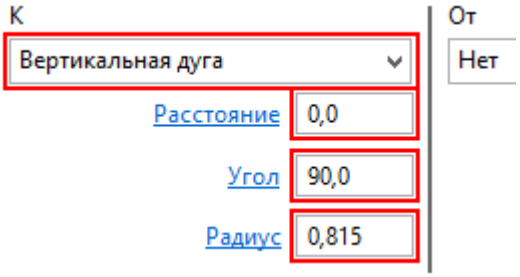


«1й вариант» – «Горизонтальная дуга». Здесь дуга необходима, чтобы избавиться от острого угла.

«Расстояние» – 2,5 мм. Прямого участка должно быть достаточно, чтобы инструмент вышел из заготовки.

«Угол» – 90°, «Радиус» – 1 мм. Чтобы выйти на другое направление движение, развернутое на 90°.

Опцию «Добавить коротким переходам» следует включить, т.к все переходы оказываются «короткими».



Далее следует настроить «Продления» на соответствующей вкладке.

«Продления» – дополнительный элемент траектории, создаваемый между «переходом» и «подводом» (продление «К») и/или между «переходом» и «отводом» (продление «От»).

Обычно этот элемент добавляется для сглаживания углов на траектории или создания участков включения и отключения компенсаторов на радиус инструмента (в рассматриваемой траектории – для сглаживания углов, возникающих при изменении направления движения инструмента).

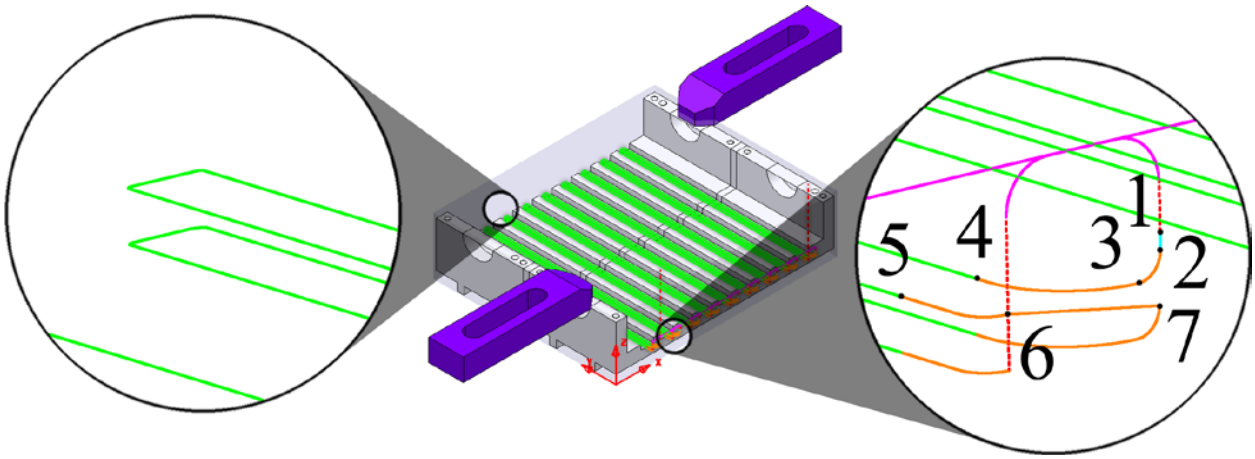
Параметры продления «К» следует настроить следующим образом:

«Тип» – «Вертикальная дуга»; «Расстояние» – 0; «Угол» – 90°; «Радиус» – 0,815 мм (половина расстояния между слоями выборки).

На вкладке «Переходы» следует изменить тип коротких переходов на «Прямо». С учетом настроенных «Подводов», «Отводов» и «Продлений», конечная точка «Отвода» рабочего сегмента траектории будет соединена с начальной точкой «продления «К» следующего сегмента траектории по прямой линии (без подъемов до безопасных высот и высот врезания).

Чтобы применить сразу настройки всех вкладок диалогового окна «Подводы и переходы» следует нажать на кнопку «Принять» и в окне настройки стратегии – «Вычислить».

После вычислений траектория примет следующий вид:



На траектории можно выделить следующие элементы, задаваемые ранее

1-2 – «Врезание» (0,5 мм – «отн. врезание» на вкладке «Высоты» окна «Подводы и переходы»);

2-3 – «Продление «К» («Вертикальная дуга»: радиус – 0,815 мм; угол – 90°);

3-4 – «Подвод» («Горизонтальная дуга справа»: расстояние – 0,5 мм; радиус – 3 мм; угол – 90°);

5-6 – «Отвод» («Горизонтальная дуга»: расстояние – 2,5 мм; радиус – 1 мм; угол – 90°);

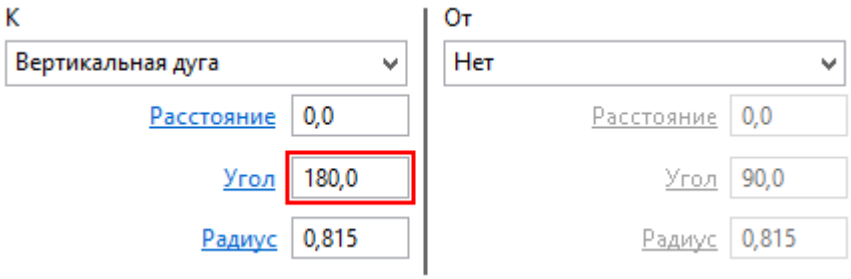
6-7 – «Переход» (тип – «Прямо»).

После перехода на второй слой обработки следуют те же элементы, в том же порядке.

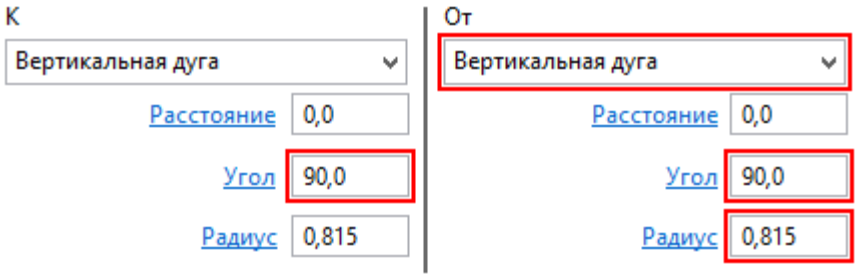
Для второго слоя необходимо добавить скругление перед подводом второго слоя (изменить «Продление «К») и после отвода второго слоя.

Редактирование подводов и переходов выполняется в два этапа:

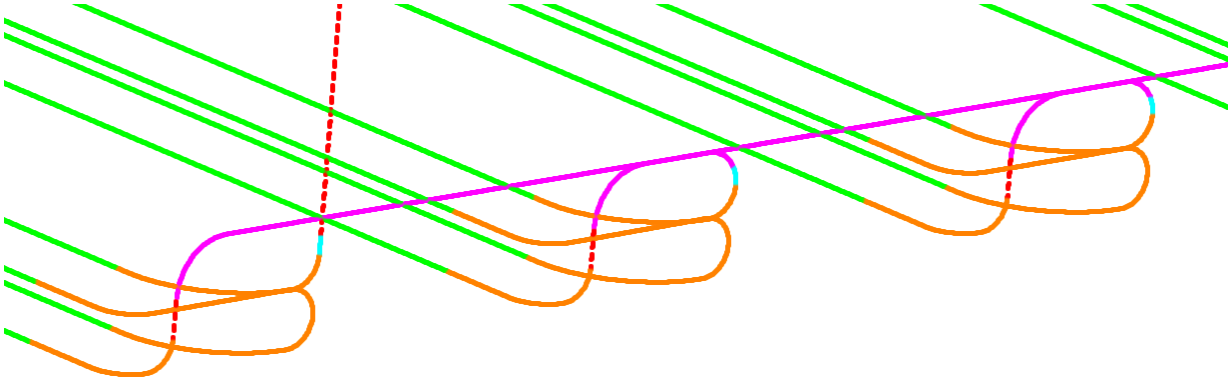
1. Необходимо выделить переходы от первого слоя ко второму, и во вкладке «Продления» окна «Подводы и переходы» изменить параметры как показано на рисунке ниже и нажать кнопку «Выполнить»



2. Выделить переходы между пазами и для них «Выполнить» следующие параметры:



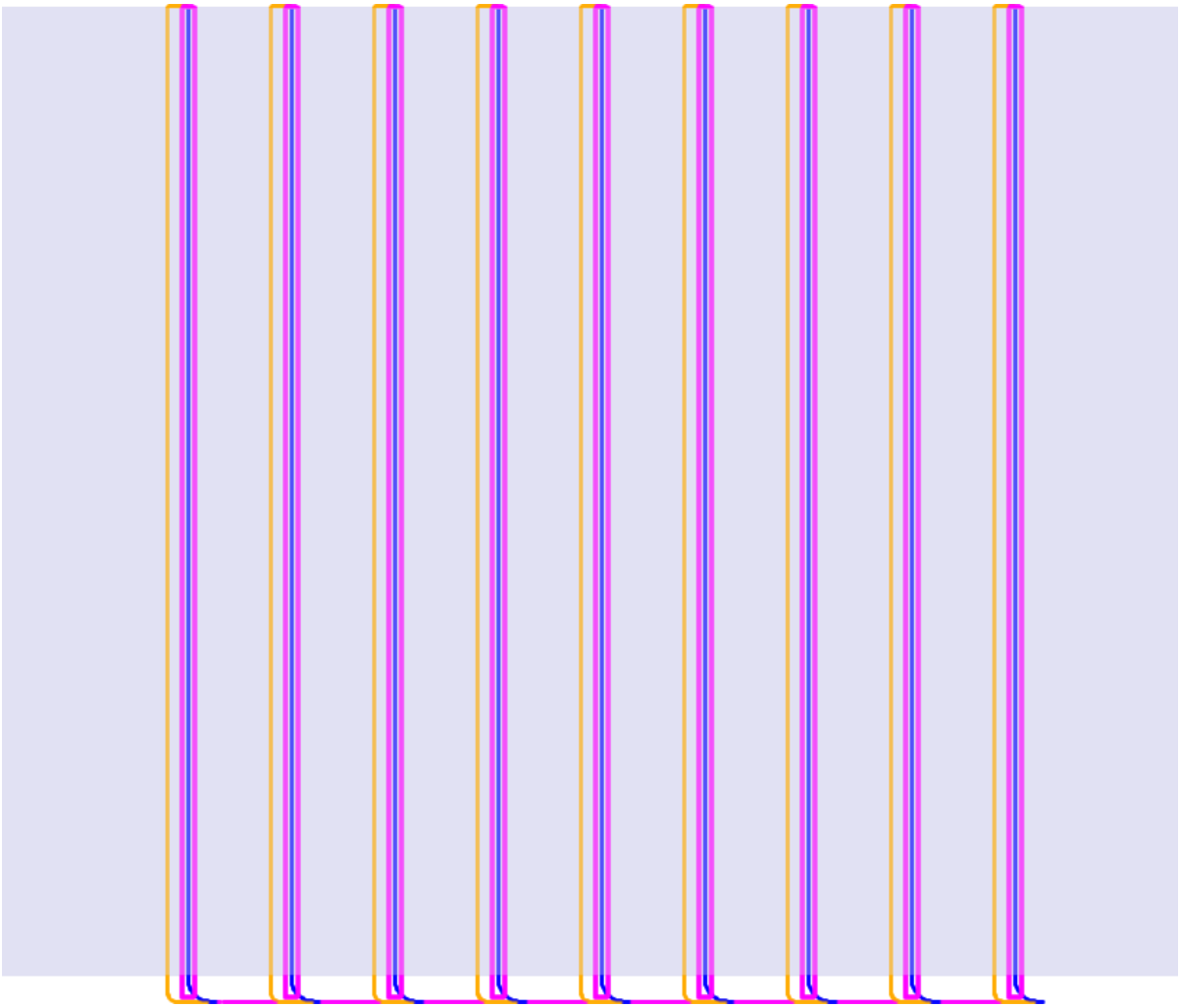
После исправления подводов и переходов окончательный их вид будет следующим:



На траектории отсутствуют острые углы, а все перемещения (в том числе и холостые) осуществляются по сглаженным линиям.

Четвертый недостаток траектории будет исправлен также как и в траектории «UST_02_CONC_FR_CHERN_04» – с помощью инструмента «Изменить подачу внутри границы».

На виде сверху видно, коричневым цветом показаны участки траектории с рабочей, равной 100%; синим цветом – участки траектории с подачей равной 80%; фиолетовым цветом – линии границ.



По завершении траекторию следует проверить на столкновения и зарезы.

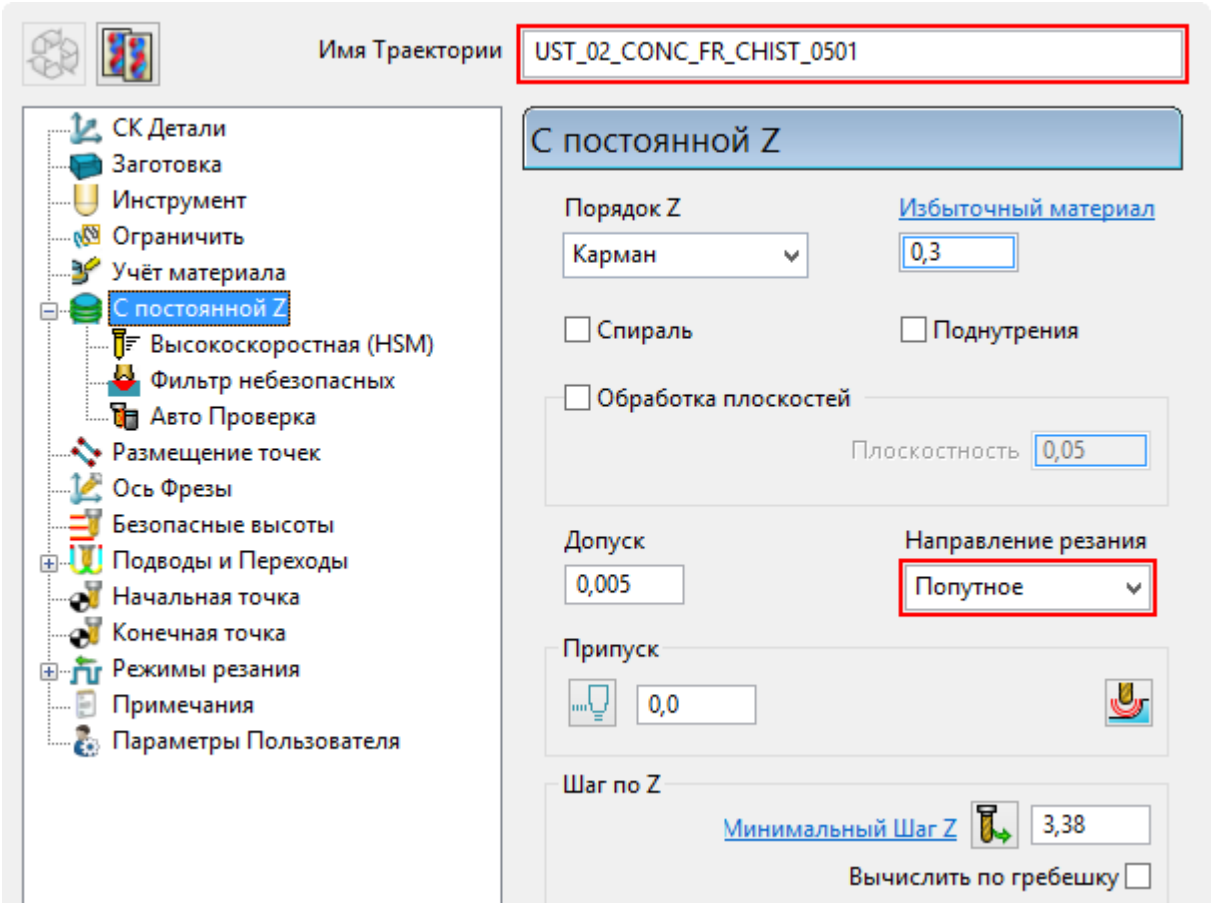
3.23 Создание траектории чистовой обработки стенок пазов 9х3,5

Стратегию для чистовой обработки стенок следует выбрать «С постоянной Z» и настроить ее параметры следующим образом:

«Имя траектории» – «UST_02_CONC_FR_CHIST_0501»;

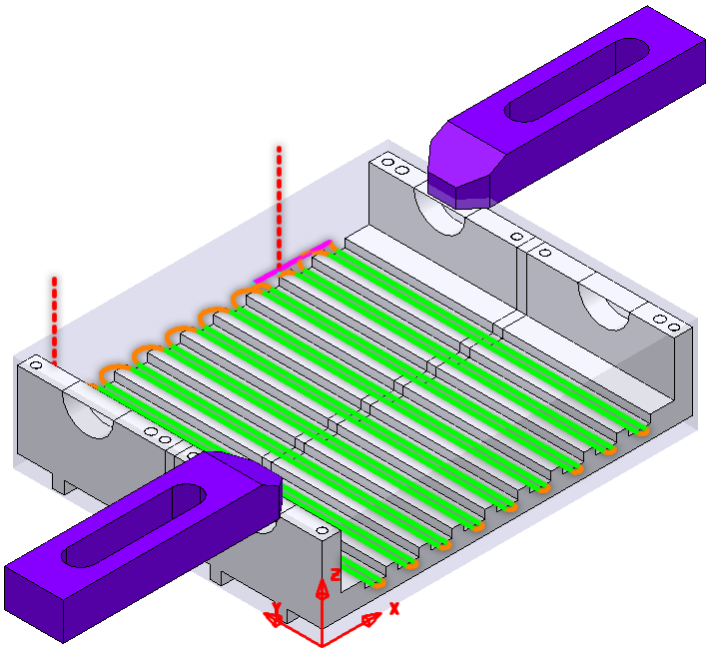
«Направление резания» – «Попутное».

Далее необходимо перейти на вкладку «Режимы резания», нажать на кнопку «Режимы резания» и в диалоговом окне, выбрать «Тип» – «Чистовая», «Операция» – «Обход профиля», нажать «Сброс», изменить значение «Подачи врезания» – 1600 и последовательно нажать на кнопки «Выполнить» и «Принять».

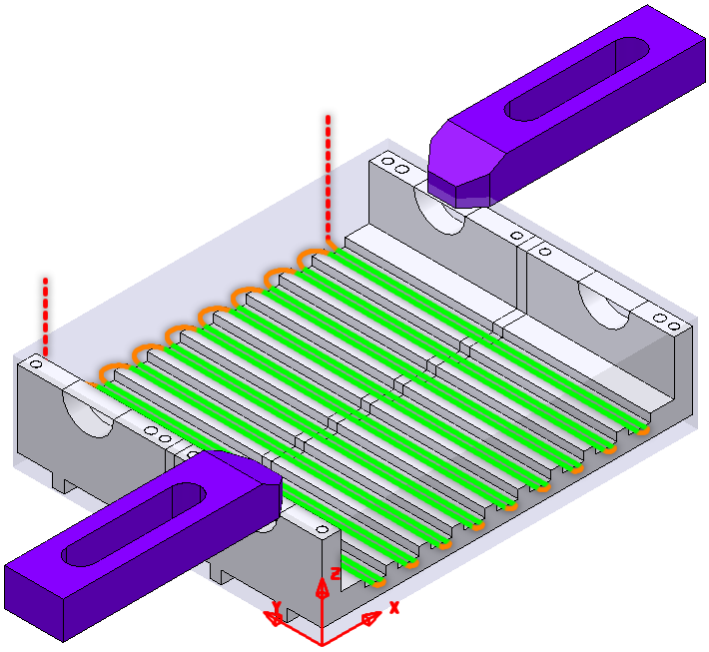


На вкладке «Ограничить» следует изменить значение нижней границы по оси Z, увеличив высоту нижнего предела обработки на величину оставшегося припуска (на 0,12 мм).

На вкладке «Подводы и переходы» следует открыть диалоговое окно «Подводы и переходы»  и на вкладке «Подвод» установить угол – 75° (сегменты траектории уже начинаются с небольших скруглений с углом приблизительно в 15°, поэтому суммарный угол, как раз получится равным 90°), радиус дуги – 4 мм (для подхода фрезы за пределами заготовки), на вкладке «Отвод» изменить тип отвод на «Касательный» (расстояние – 4 мм, для свободного выхода фрезы из заготовки) и отключить опцию «Добавлять коротким переходам»; на вкладке «Переходы» изменить тип коротких переходов, установив значение «Дуга». Далее необходимо закрыть окно, нажав кнопку «Принять». После чего траекторию можно вычислить.



Полученная траектория имеет один недостаток: не упорядочена последовательность обработки пазов.



Чтобы исправить данный недостаток необходимо воспользоваться инструментов «Упорядочить»  в панели «Траектория» и изменить порядок следования сегментов траектории, чтобы первый сегмент траектории был самым близким к началу координат, а последний – самый дальний.

По завершении необходимо проверить траекторию на столкновения и зарезы.

3.24 Создание траектории чистовой обработки плоскости пазов 9x3,5

Для траектории чистовой обработки плоскости необходимо просто сделать копию предыдущей траектории, опустив ее вниз на 0,12 мм и изменив режимы резания.

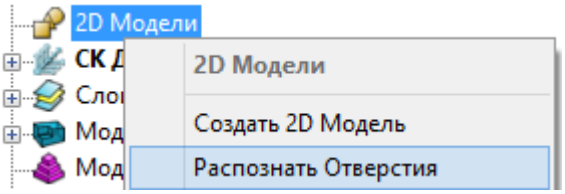
Чтобы сместить траекторию вниз необходимо воспользоваться инструментом «Трансформировать»  на панели «Траектория».

Изменить режимы резания, можно нажав на кнопку «Режимы резания»  и в диалоговом окне, выбрать «Тип» – «Чистовая», «Операция» – «Обработка Торцев», далее нажать «Сброс», изменить значение «Подачи врезания» – 1470 и последовательно нажать на кнопки «Выполнить» и «Принять».

По завершении последнюю активную траекторию следует переименовать в «UST_02_CONC_FR_CHIST_0502» и выполнить проверку на зарезы и столкновения.

Создание 2D-элементов отверстий

Перед началом сверления отверстий необходимо создать 2D-элементы типа «Отверстия».



Для создания отверстий удобней всего их распознать из 3D-модели, для этого необходимо выбрать все поверхности двух деталей (можно из контекстного меню соответствующего набора или слоя) и запустить команду «Распознать отверстия» из контекстного меню «2D Модели».

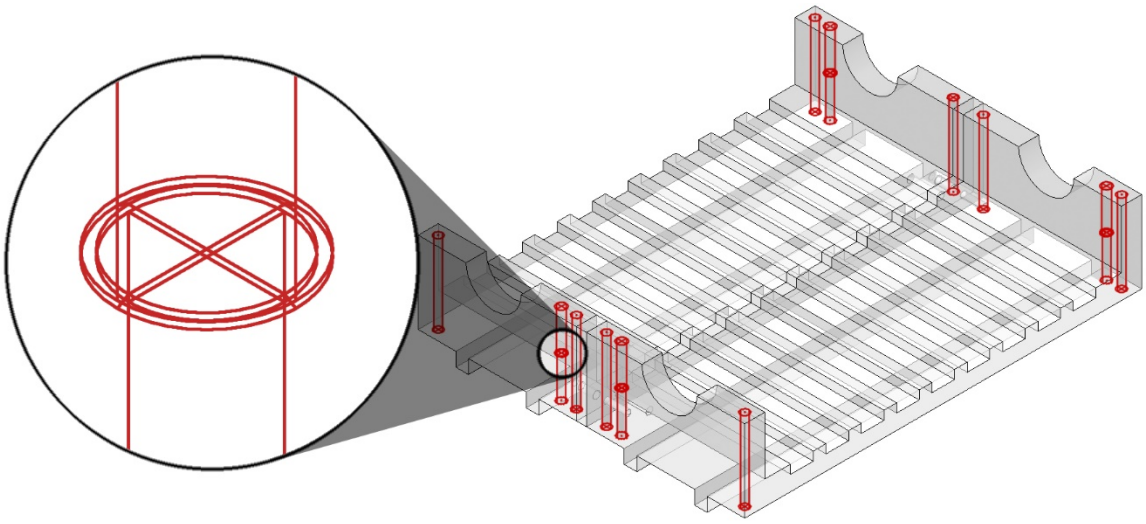
В появившемся диалоговом окне «2D Элемент» следует ввести следующие параметры:

Способ создания отверстий «По» – «Модель»;

«Допуск» – 0,01 мм (достаточная для распознавания отверстий с требуемой точностью);

Опция «Только Активная СК Детали» – включить. Что позволяет избежать создания отверстий на других гранях детали.

Нажав на кнопку «Выполнить», будут получены следующие отверстия:

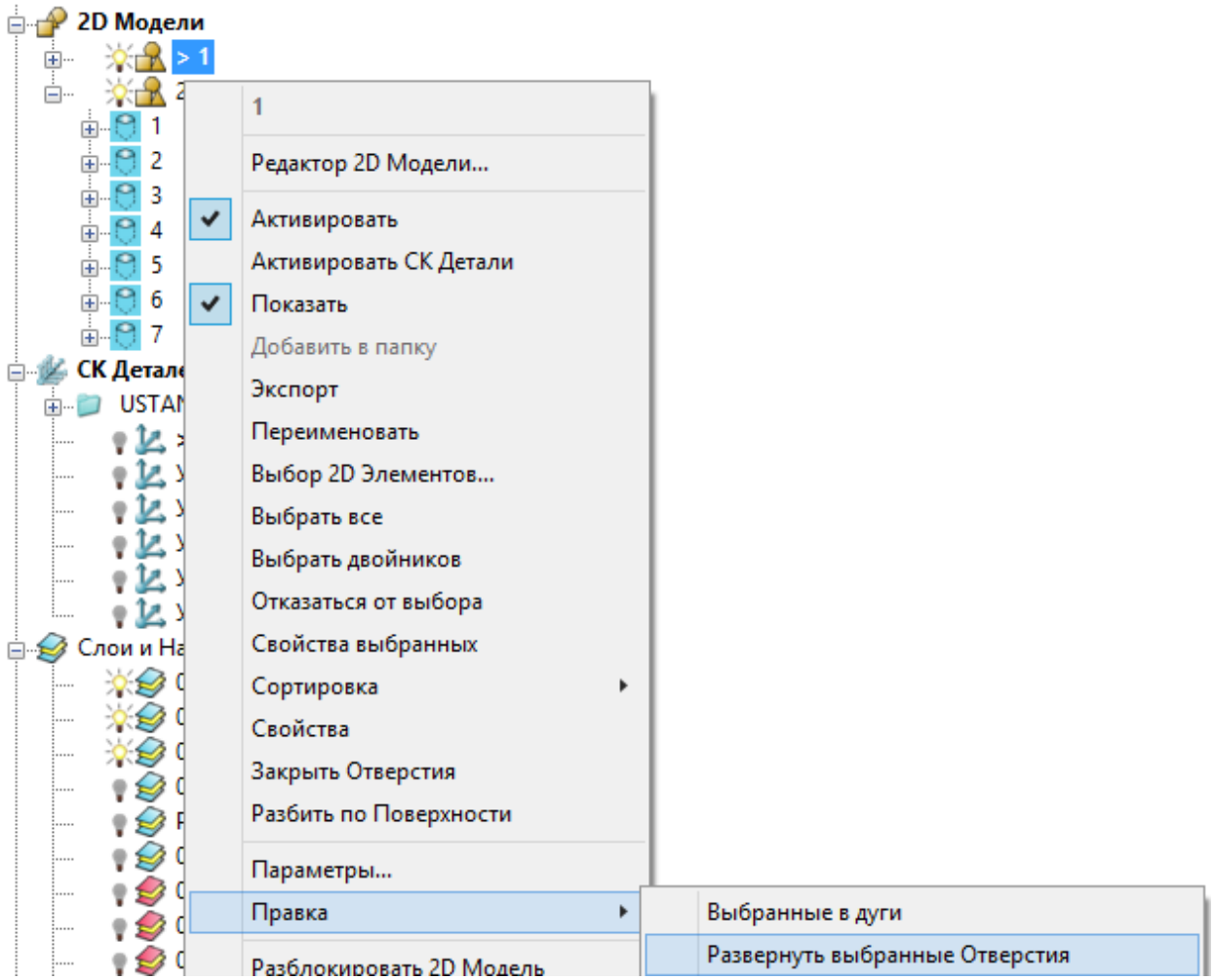


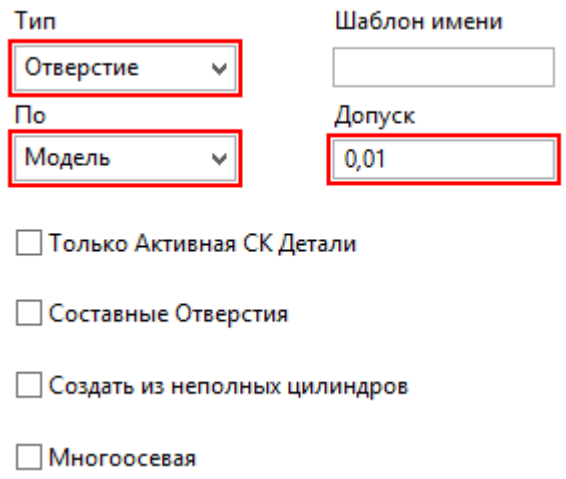
После автоматического распознавания отверстий выявились следующие проблемы:

1. В местах соединения отверстий разного диаметра, фаска была распознана как отдельное отверстие.
2. Ориентация некоторых отверстий не правильна (отверстия оказались перевернуты)
3. Длинные отверстия диаметром 3,5 с данного установа обрабатываются не на полную глубину, а на 17 мм.
4. Вместо одного 2D-элемента были созданы 2, часть отверстий оказалась в одном элементе, часть – в другом.

Для удаления лишних отверстий достаточно их выбрать в окне вида и удалить с помощью клавиши «Delete».

Чтобы перевернуть отверстия, необходимо их выбрать в окне вида и из контекстного меню соответствующего 2D-элемента выбрать «Развернуть выбранные отверстия».

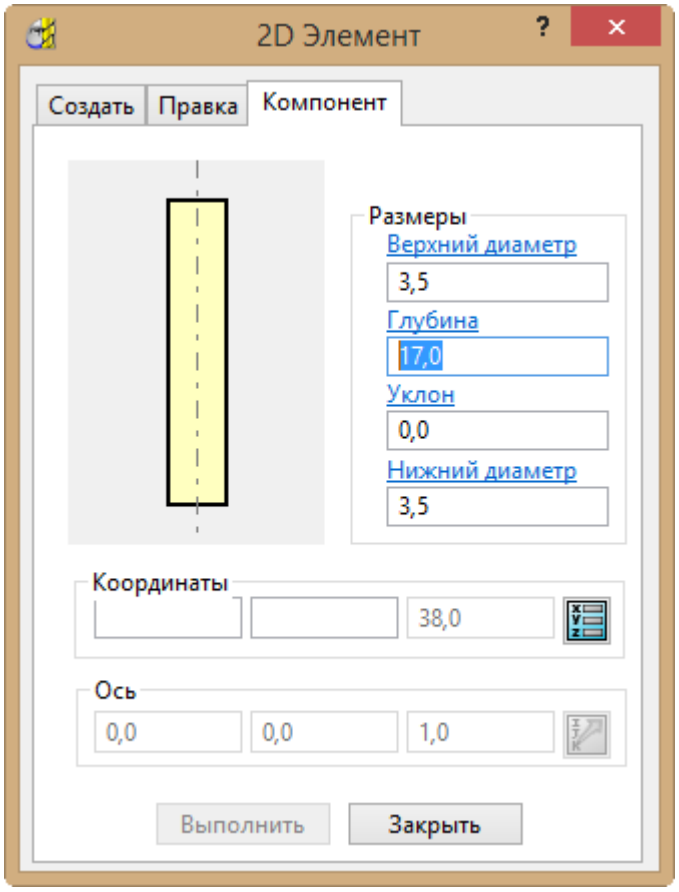




Чтобы изменить длину отверстий, необходимо их выделить и из контекстного меню 2D-элемента выбрать пункт «Параметры». В появившемся диалоговом окне перейти на вкладку «Компонент» и изменить значение «Глубина», установив 17 мм.

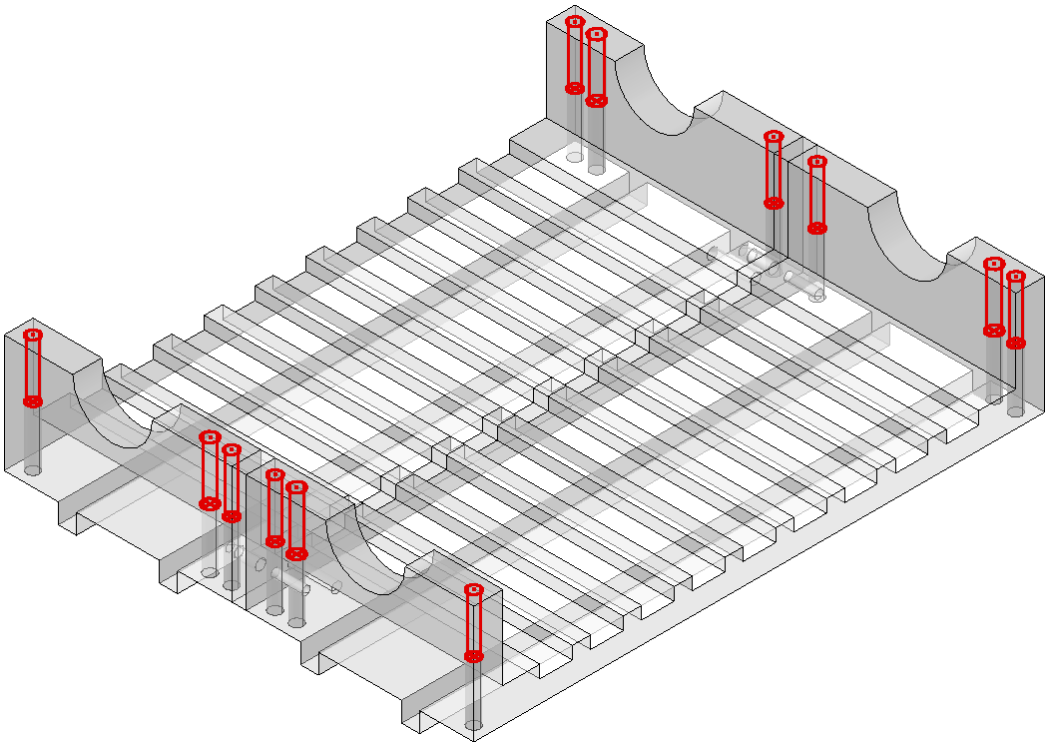
После удаления всех лишних отверстий 1-ый 2D-элемент содержит только одно отверстие, поэтому его можно удалить, а отверстие распознать заново, активировав 2-й 2D-элемент.

Удалить 2D-элемент можно из контекстного меню с помощью команды «Удалить 2D-элемент».



Создать отверстие можно с помощью вкладки «Создать» диалогового окна «2D-элемент».

Параметры необходимо настроить как на рисунке, выбрать поверхности модели для распознавания в окне вида и нажать кнопку «Выполнить». Новое отверстие появится в списке элементов «2D Модели». После чего, глубину полученного отверстия следует уменьшить до 17 мм, способом описанным ранее.

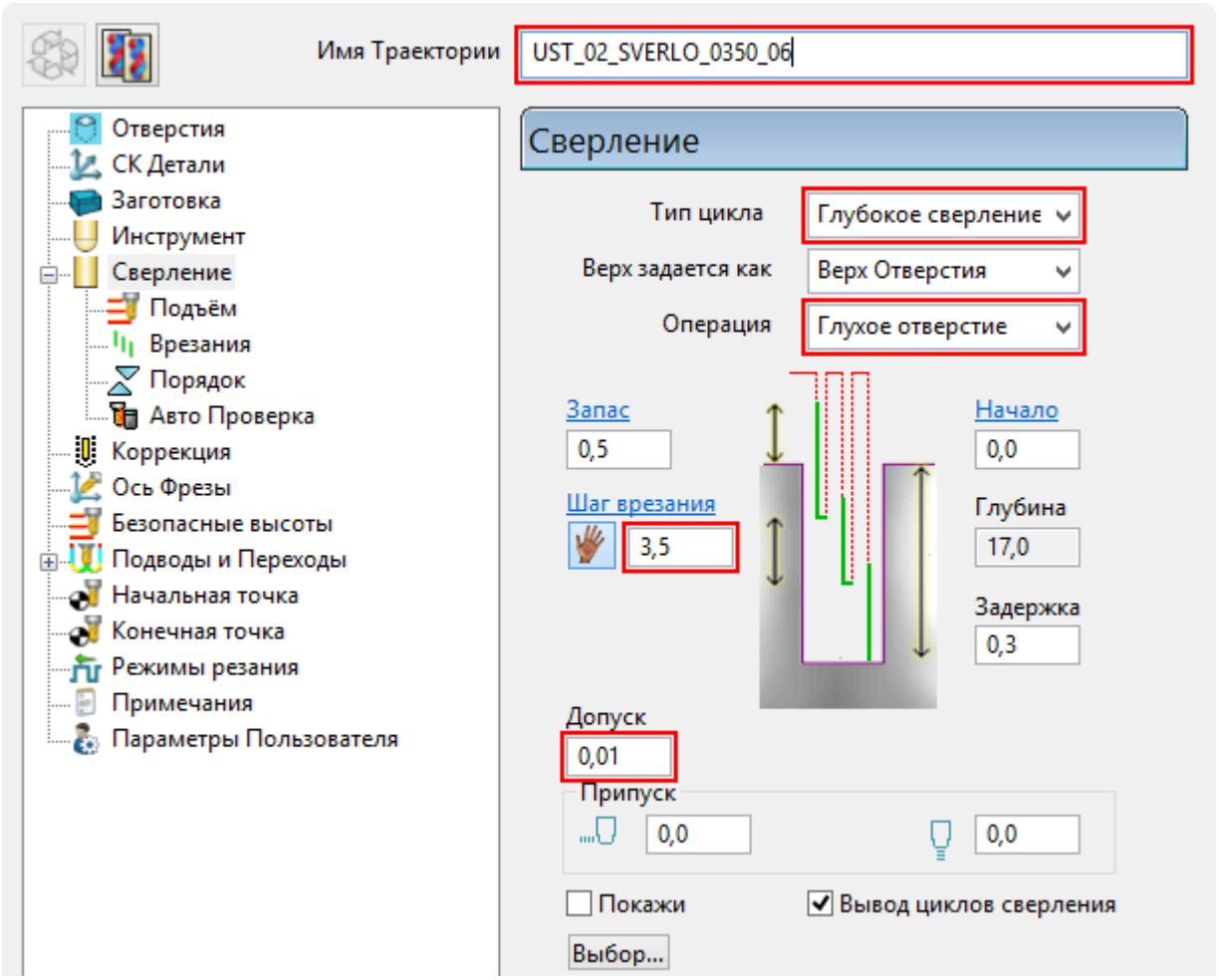


После редактирования «2D модели» окончательный вид всех двенадцати отверстий будет выглядеть как показано на рисунке.

3.25 Создание траекторий сверления отверстий диаметром 3,5 мм

Перед тем как создавать траекторию обработки отверстий необходимо изменить припуски по умолчанию, добавив все плоскости, закрывающие отверстия в группу 7 припусков по умолчанию, чтобы при создании траекторий, эти поверхности игнорировались.

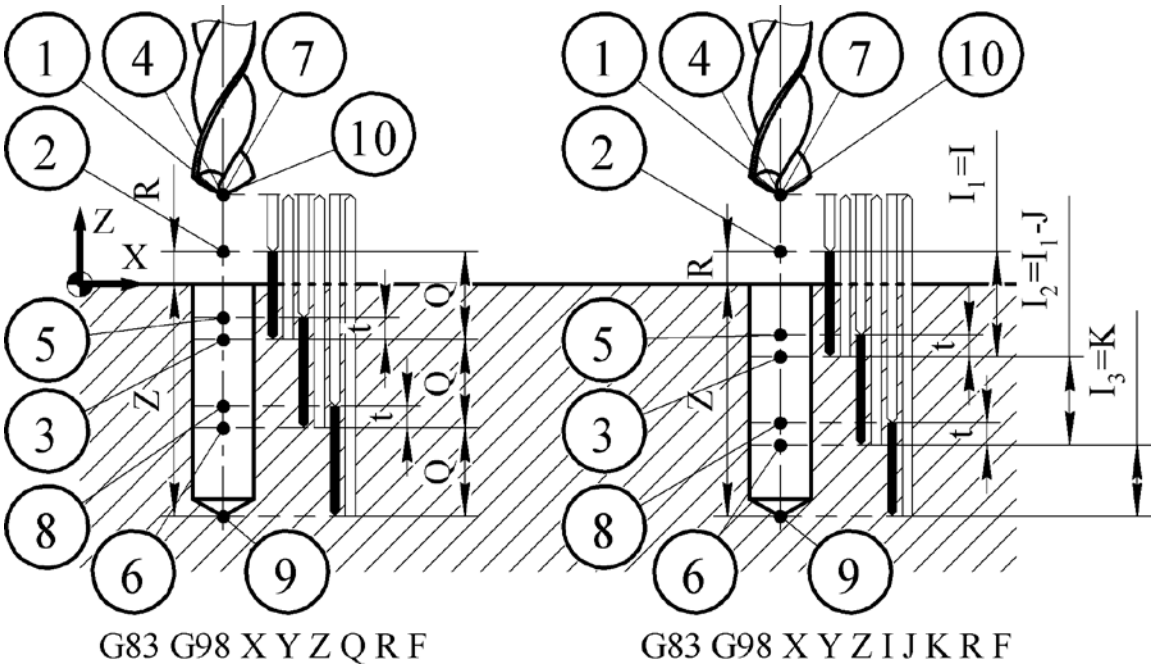
Для того, чтобы создать траекторию сверления, необходимо активировать инструмент «SVERLO_860.1-0350-021A1-PM 4234» воспользоваться стратегией «Сверления» из меню «Стратегии обработки» на вкладке «Сверление».



Параметры используемые для настройки стратегии следующие:

«Имя Траектории» – «UST_02_SVERLO_0350_06»;

«Тип цикла» – «Глубокое сверление». Данный параметр устанавливает метод сверления отверстия, а следовательно, определяет стандартный G-код, получаемый в тексте управляющей программы после постпроцессирования (в данном случае G83).



движение с рабочей подачей F

ускоренное перемещение

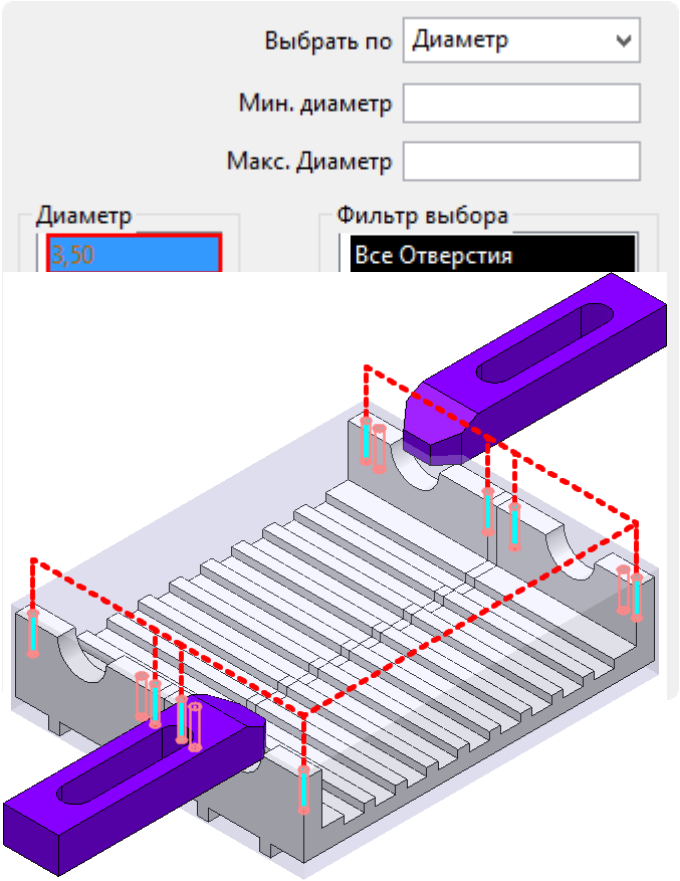
Понять принцип выполнения цикла глубокого сверления и связь со строками конечного кода можно с помощью рисунка и следующего пояснения:

1. Подвод инструмента к точке с координатами X Y;
2. Быстрый подвод инструмента вниз до уровня R плоскости врезания, задаваемого в стратегии параметром «Запас» – 0,5 мм;
3. Сверление с подачей на глубину Q («Шаг врезания» – 3,5 мм) от высоты точки врезания R, либо на глубину I_1 при использовании I, J, K вместо Q (в этом случае, дополнительно настраиваются параметры на вкладке «Врезания»);
4. Ускоренный отвод сверла до высоты исходной точки (при использовании кода G98) либо до высоты точки врезания (для кода G99). Использование того или иного варианта подъема настраивается на вкладке «Подъем»: «Полный» – G98, «Частичный» – G99;
5. Ускоренный подвод сверла для начала следующего прохода (точка на высоте t от дна обработанного отверстия);

6. Сверление с подачей на глубину Q («шаг врезания») от текущей точки (либо на глубину I_2 при использовании I, J, K вместо Q);
7. Ускоренный отвод сверла до высоты исходной точки (G98) либо до высоты точки врезания (код G99);
8. Ускоренный подвод сверла для начала следующего прохода (точка на высоте t от дна обработанного отверстия);
9. Сверление с подачей на глубину Q («шаг врезания») от текущей точки (либо на глубину I_3 при использовании I, J, K вместо Q);
10. Ускоренный отвод сверла;

«Задержка» – параметр управляет временем на которое останавливается подача инструмента на дне отверстия перед его выводом. Задается в секундах и необходима для более качественного получения дна отверстия.

Далее следует изменить режимы резания, перейдя на соответствующую вкладку и нажав на кнопку «Режимы резания»  . В диалоговом окне, выбрать «Тип» – «Черновая», «Операция» – «Сверления», нажать «Сброс», изменить значение «Подачи врезания» – 1180 (подача врезания и рабочая должны совпадать) и последовательно нажать на кнопки «Выполнить» и «Принять».



Для выбора отверстий, которые будут обработаны данной стратегией необходимо воспользоваться кнопкой «Выбор». В появившемся диалоговом окне в левой половине отображается полная номенклатура всех диаметров отверстий, справа «Фильтр выбо-

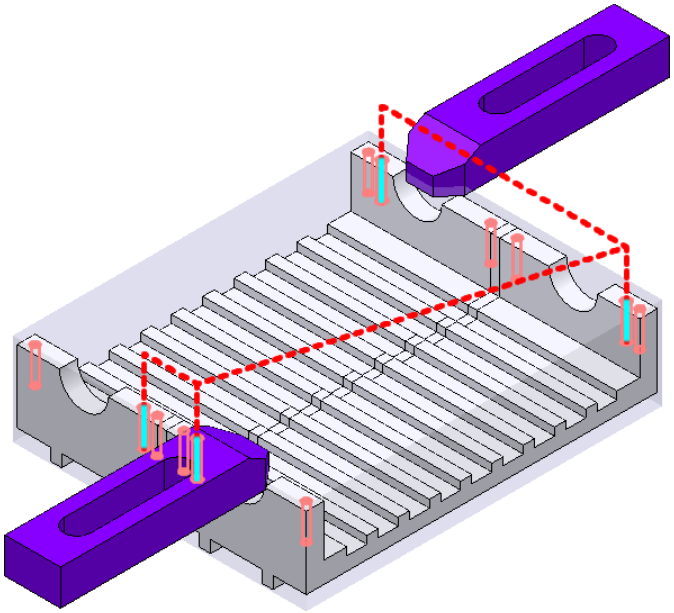
ра» (т.е. отверстия с какими диаметрами будут выбраны при нажатии на кнопку «Выбрать»). Так как требуется выбрать для обработки отверстия только диаметром 3,5 мм, то сначала, необходимо выбрать соответствующее значение в левой части и добавить в «Фильтр выбора», нажав на кнопку «Добавить в список и выбрать», после чего окно можно закрыть.

После выбора отверстий, к которым будет применена стратегия необходимо вычислить траекторию.

По завершении, траекторию следует проверить на столкновения и зарезы.

3.26 Создание траекторий сверления отверстий диаметром 3,8 мм

Аналогичным образом создается траектория для сверления отверстий под штифты:



1. Активируется инструмент «SVERLO_860.1-0380-027A1-PM 4234»;
2. В диалоговом окне «Стратегии обработки» выбирается стратегия «сверления» параметры идентичны предыдущим;
3. Задаются режимы резания в соответствующем разделе стратегии;
4. Выбираются отверстия, подлежащие обработки с помощью инструмента «Выбор 2D-элементов».
5. После вычисления траектории ее следует проверить на зарезы и столкновения.

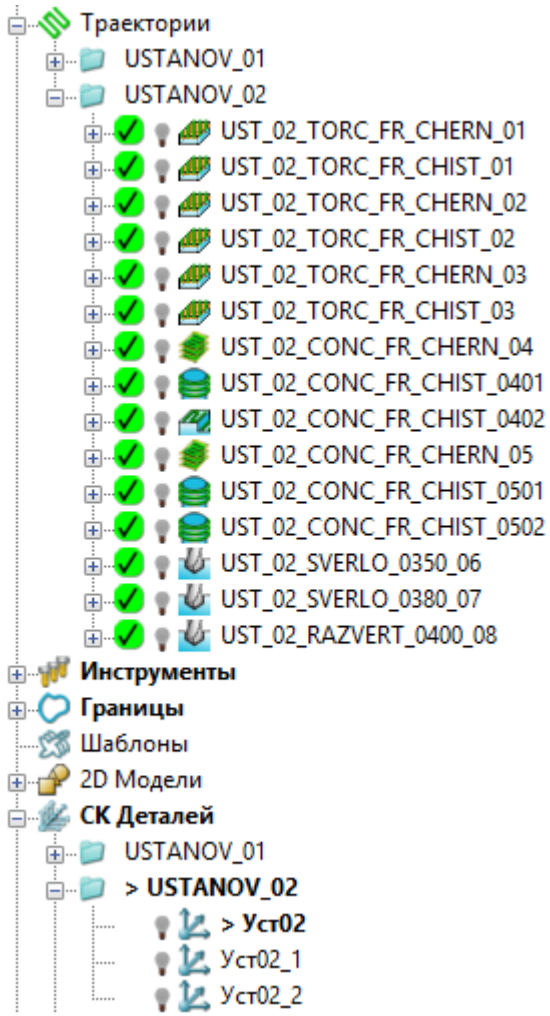
6. Полученную траекторию следует переименовать в «UST_02_SVERLO_0380_07».

3.27 Создание траекторий развертывания отверстий диаметров 4 мм

Для развертывания следует использовать ту же стратегию, но с другим инструментом и режимами резания:

1. Активируется инструмент «RAZVERT_435.B-0400-A1-XF H10F»;
2. В диалоговом окне «Стратегии обработки» выбирается стратегия «Сверления»;
3. В появившемся диалоговом окне следует установить «Тип цикла обработки» – «Развертка».
4. Задаются режимы резания в соответствующем разделе стратегии;
5. Выбираются отверстия, подлежащие обработки с помощью инструмента «Выбор 2D-элементов».
6. После вычисления траектории ее следует проверить на зарезы и столкновения.
7. Полученную траекторию следует переименовать в «UST_02_RAZVERT_0400_08».

3.28 Создание NC-файла управляющей программы второго установа



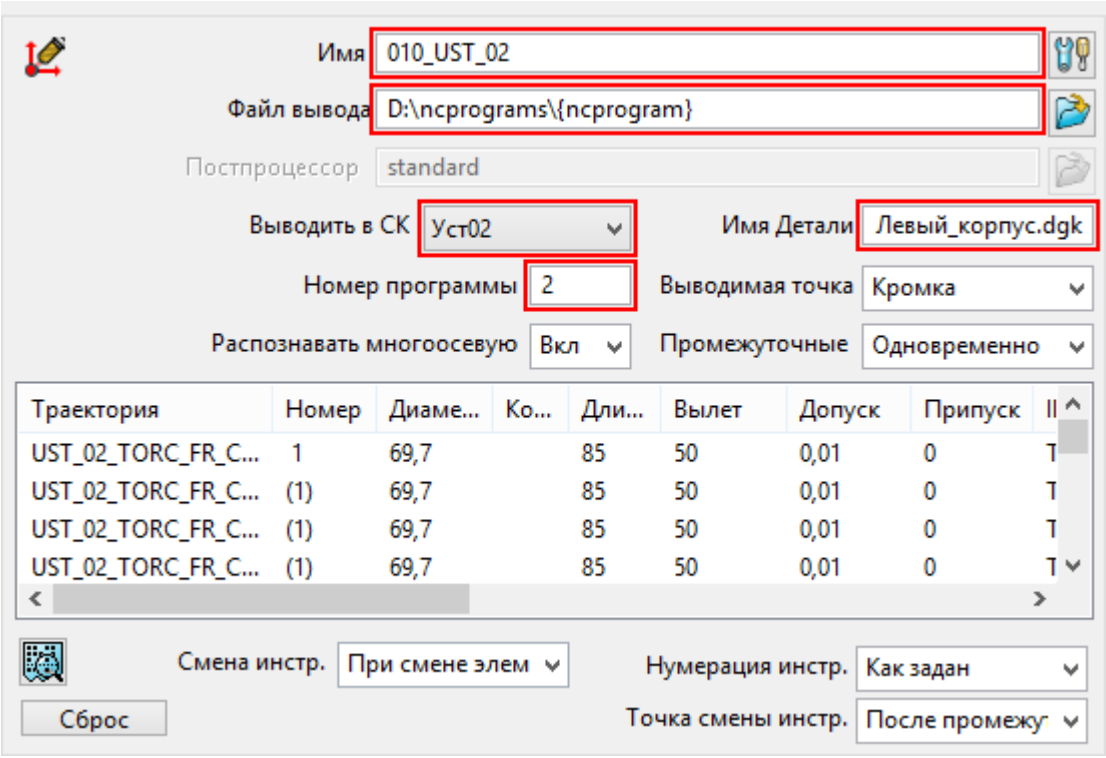
Перед созданием файла, необходимо организовать траектории и системы координат в папки.

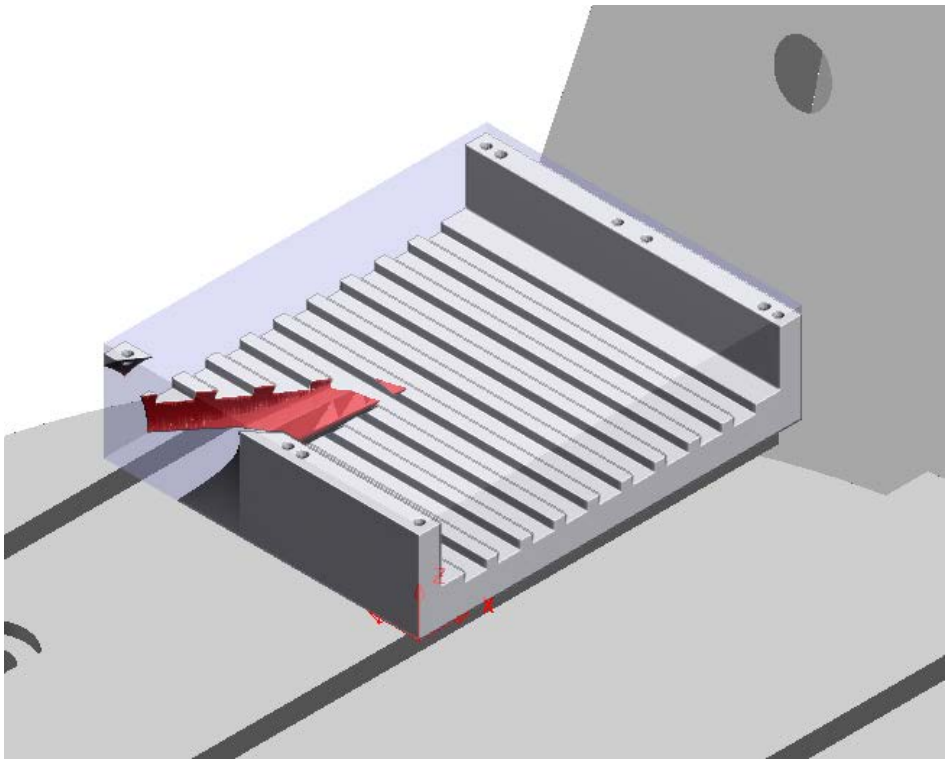
Чтобы создать папки необходимо воспользоваться соответствующей командой контекстного меню «Траектории» и «СК Деталей».

Для добавления всех траекторий в папку «Ustanov_02» необходимо ее активировать, затем выбрать все траектории второго установа и из контекстного меню выбрать команду «Добавить в» – «Папка», в результате, все траектории окажутся в активной папке. Аналогичным образом добавляются системы координат в собственную папку.

Создать «NC файл» для второго установа можно с помощью контекстного меню ветки «NC файлы». Для добавления всех траекторий в активный NC файл, необходимо из контекстного меню папки «Ustanov_02» (в ветке «Траектории») выбрать команду «Добавить в» – «NC файл».

Настроить файл следует в соответствии со следующим рисунком. По завершении настройки файла следует нажать на кнопку «Принять».





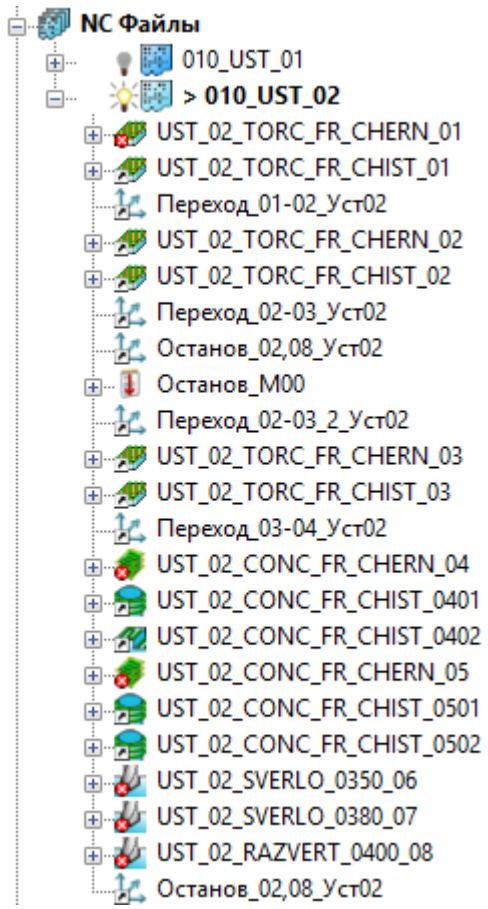
После создания и настройки NC файла, его необходимо проверить на столкновения с элементов станка в процессе обработки, а также на столкновения и зарезы, которые могут возникать при поворотах стола во время позиционирования. Для этого, как и для предыдущего NC файла, необходимо создать систему координат для привязки к ней модели станка.

Данная система координат создается копированием «Уст02» и ее смещением вдоль оси X на 70 мм и вдоль Z на -135 мм. Имя для новой системы координат – «Станок_Уст02».

Для выполнения проверки, проект следует сохранить в отдельный файл и удалить модели, не участвующие в обработке на втором установе.

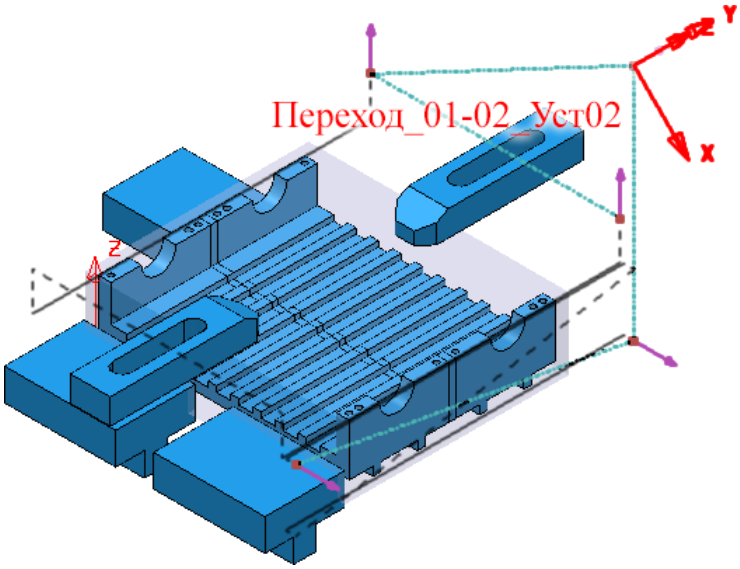
После симуляции с использованием станка и ViewMill можно сделать следующие выводы:

1. Столкновений элементов станка между собой и с деталью не выявлено.
2. Необходимо добавить промежуточные точки при смене ориентации системы координат чтобы исключить зарезы детали:
    a. перед траекторией «UST_02_TORC_FR_CHERN_02»;
    b. перед траекторией «UST_02_TORC_FR_CHERN_03»;
    c. перед траекторией «UST_02_CONC_FR_CHERN_04».
3. Необходимо добавить точку отвода инструмента для выполнения оператором перезажима и переустановки заготовки:
    a. после траектории «UST_02_TORC_FR_CHIST_02»;
    b. после траектории «UST_02_RAZVERT_0400_08».
4. Требуется создать команду остановки программы для выполнения перезажима после позиционирования по точке п.3.



Для устранения описанных проблем, необходимо выполнить действия, описанные ранее на этапе создания NC-файла «010_UST_01».

Окончательный вид дерева NC-файла «010_UST_02» показан на рисунке.



Промежуточные точки были созданы следующим образом:

«Переход_01-02_Уст02»:

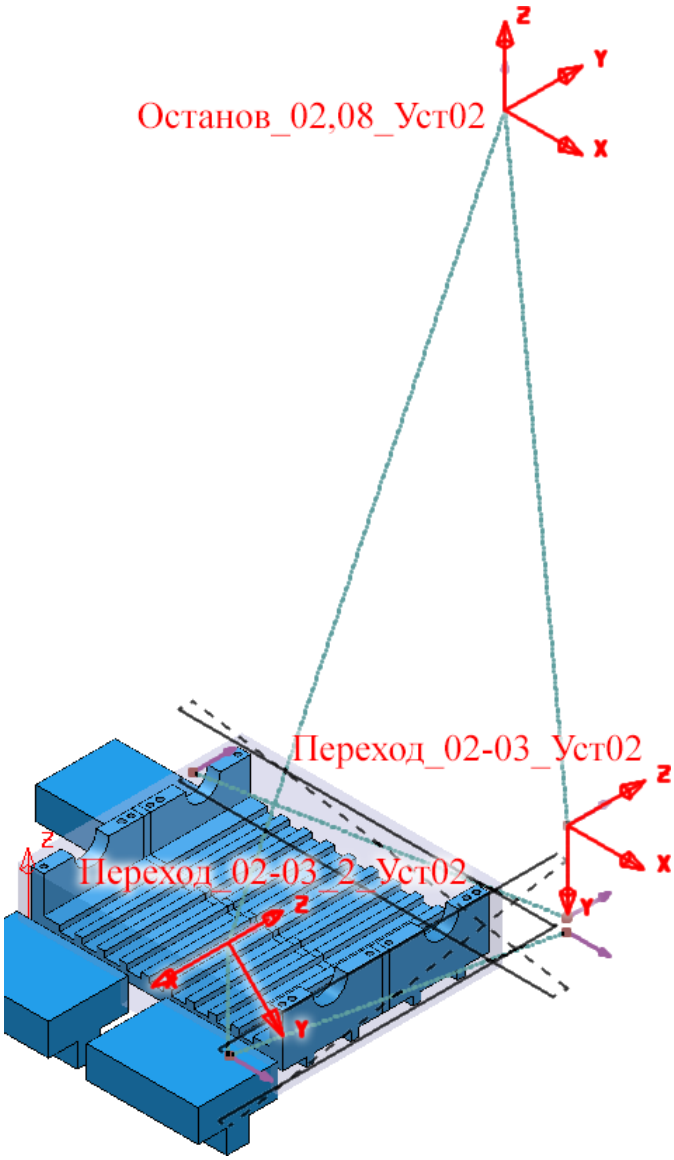
- координаты относительно «Уст02» – (167; 173; 150)
- поворот – вокруг оси Y на 45° против часовой стрелке.

«Переход_02-03_Уст02»:

- координаты относительно «Уст02» – (166,5; -40;100);
- поворот – вокруг оси Y на 45° против часовой стрелке.

«Переход_02-03_2_Уст02»:

- координаты относительно «Уст02» – (198; -142; 90);
- поворот – вокруг оси X на 90° по часовой стрелке.

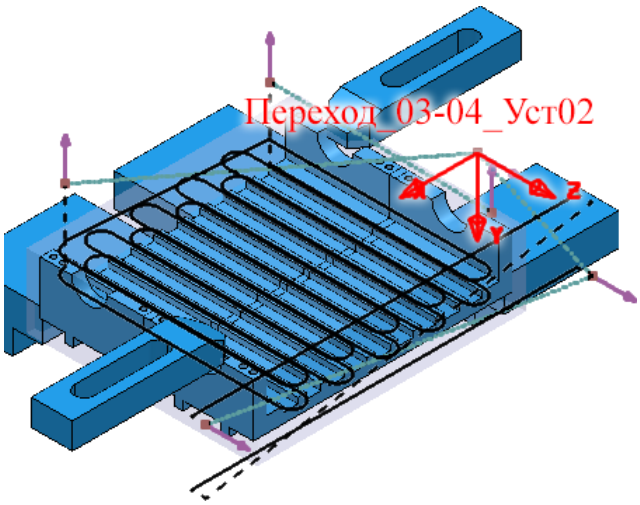


«Останов_02,08_Уст02»:

- координаты отно-

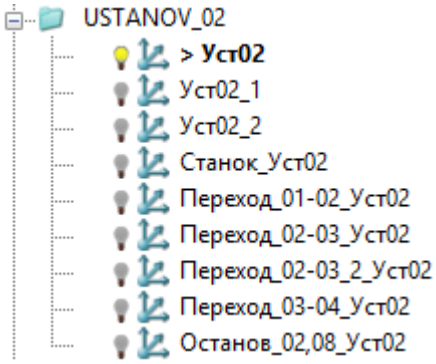
сительно «Уст02» – (0; 300; 300);

- без поворота.



«Переход_03-04_Уст02»:

- координаты относительно «Уст02» – (32; 141; 100);
- поворот – вокруг оси X на 90° по часовой стрелке.



После создания всех промежуточных точек NC-файл «010_UST_02» необходимо повторно проверить на столкновения и зарезы с учетом кинематики станка. Если проблем не выявлено, то можно переходить к созданию третьего установа.

Полный комплект систем координат, используемых на втором установе приведен на рисунке.

3.29 Подготовка проекта к третьему установу

Подготовка проекта заключается в выполнении следующих действий:

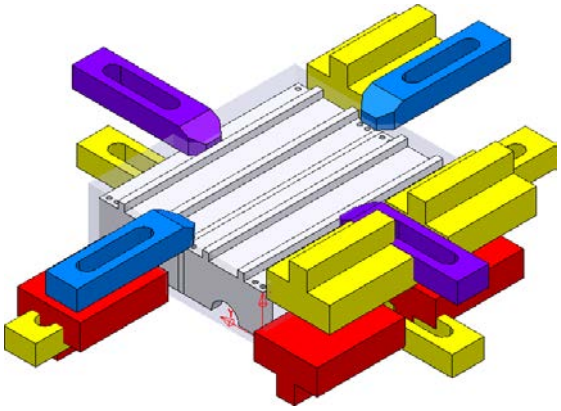
- активация системы координат «Уст03» ;
- управление видимостью слоев и наборов, необходимых для третьего установа;
- изменение групп обработки и припусков по умолчанию;
- установка безопасных высот;

После активации системы координат «Уст03» необходимо в диалоговом окне «Припуски по умолчанию»  на вкладке «По умолчанию» выполнить переназначение групп обработки как это делалось ранее:

1. Перенести все компоненты технологической оснастки из групп 0, 1 и 2 в последнюю группу – 7, содержащую все игнорируемые при обработке объекты.
2. В группу 0 следует добавить прижимы, которые будут использованы на первой части третьего установа и с которыми не должно происходить столкновений инструмента.
3. В группу 1 добавляются прижимы, которые будут использованы во второй части установа и которые в первой части следует проигнорировать при обработке
4. Группа 2 должна содержать упоры, с которыми не должно быть столкновений при обработке в течении всего третьего установа.

Итог преобразований представлен на рисунке. Желтые упоры и прижимы – это модели технологической оснастки используемой на втором установе. Теперь наборы «010 Прижимы Уст0201», «010 Прижимы Уст0202», «010 Упоры Уст02», и слой «010 ТО Уст02» можно скрыть.

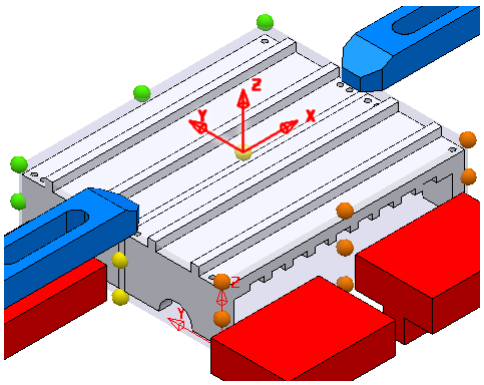
Набор	Режим	Припуск	Компоненты
0	Столкнове...	0,5	26
1	Игнориров...	0,5	26
2	Столкнове...	0	30
3	Обработать	0	0
4	Обработать	0	0
5	Обработать	0	0
6	Обработать	0	0
7	Игнориров...	0	370
	Обработать	-	196



Безопасные высоты для системы координат «Уст03» и активном инструменте «CONC_FR_435.B-0400-A1-XF H10F» следует установить следующим образом: «Безопасная Z» – 59 мм (на 5 мм выше поверхности прижимов), «Начальная Z» – 33,381 мм (32,5 мм – высота обработанной поверхности + 0,381 мм – припуск, срезаемый на чистовой обработке + 0,5 мм – высота врезания для черновой обработки).

3.30 Создание границы для обработки крайних уступов

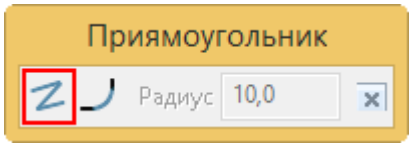
Для того чтобы стратегия применялась только на уступах, необходимо их ограничить с помощью границы типа «Точка контакта».



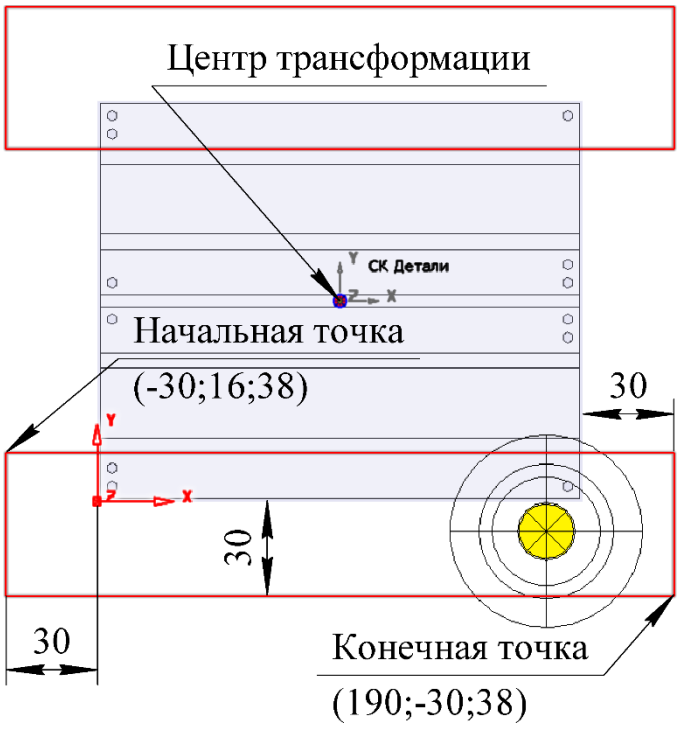
Так как граница строится симметрично относительно заготовки, то необходимо создать «временную систему координат» в центре верхней грани заготовки, через которую будет проходить плоскость симметрии.

Для создания границы необходимо выполнить следующие действия:

1. С помощью команды «Создать границу» – «Точка контакта», выбираемой из контекстного меню ветки «Границы» проводника проекта, необходимо открыть диалоговое окно, и запустить редактор кривых  ;
2. Из панели «Редактор кривых» следует запустить команду прямоугольник и в появившемся окне отключить разбиение прямоугольника на отдельные линии;

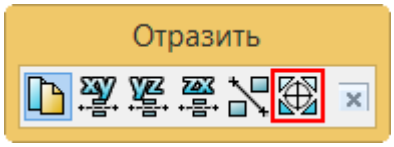


3. Прямоугольник создается по точкам со следующими координатами: начальная точка – (-30;16;38); конечная точка – (190; -30; 38). Координаты точек можно задать в соответствующем поле командной строки, отделяя значения по

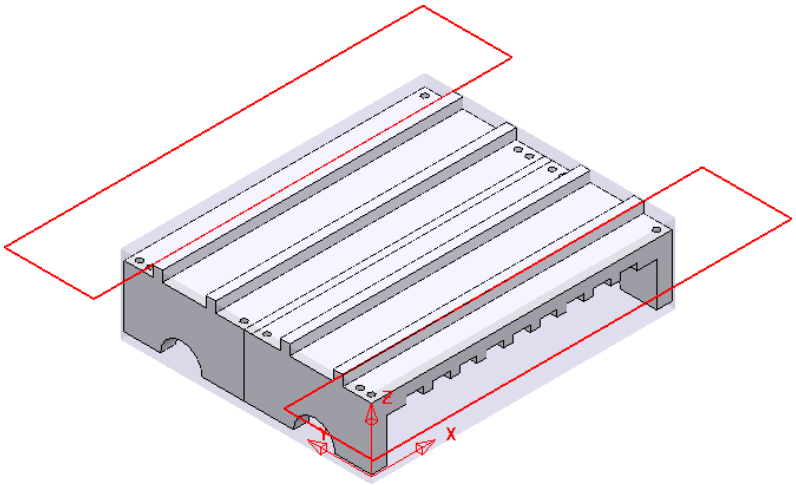


каждой координате пробелами). Такие значения координат включают область для свободного входа инструмента между заготовкой и линией границы;

4. Чтобы создать второй прямоугольник необходимо воспользоваться инструментом «Отразить»  в панели «Редактор кривых», и изменить центр трансформации, сместив его во временную систему координат и сделать зеркальную копию относительно плоскости ZX с помощью кнопки  ;



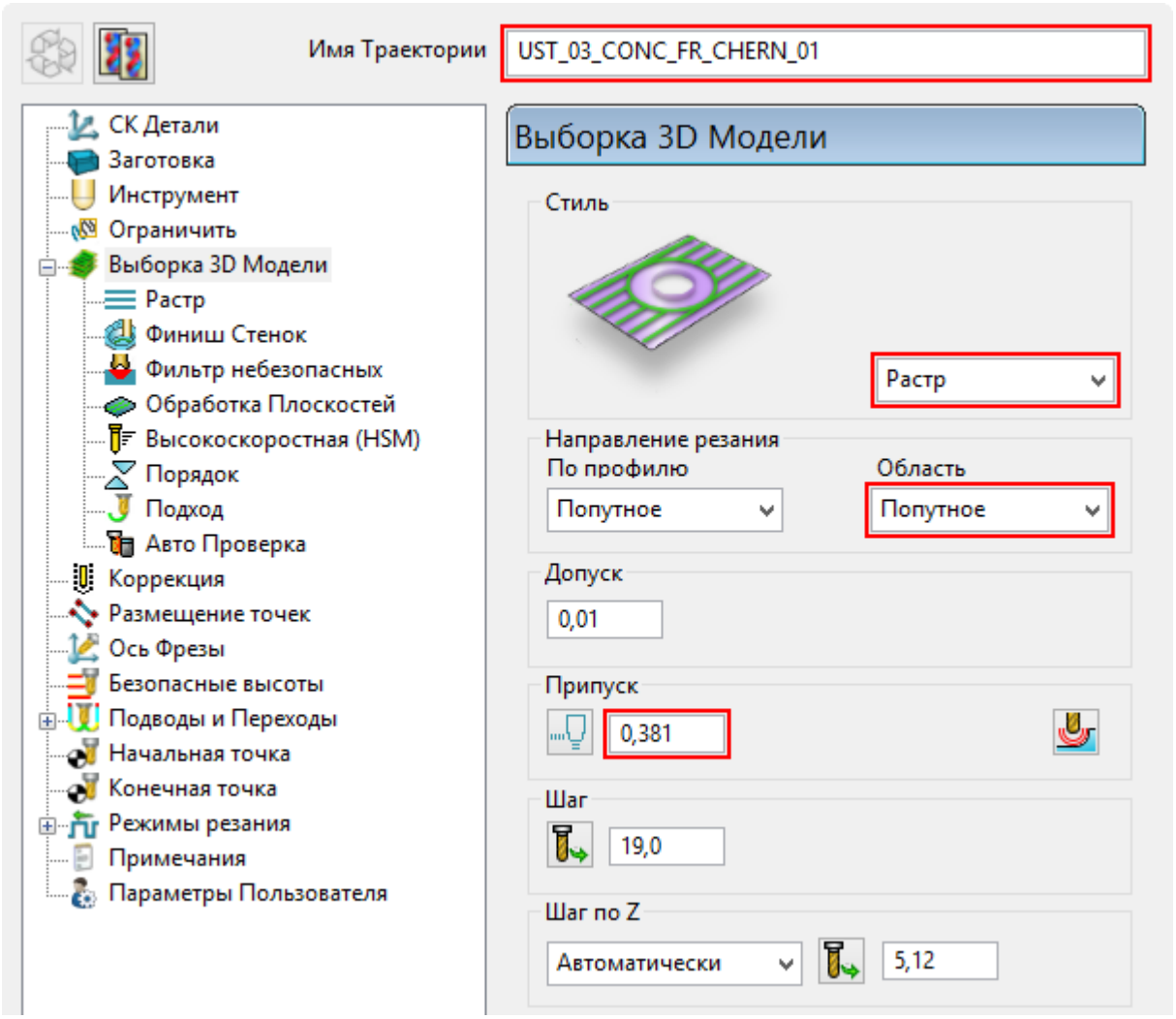
5. Принять изменения с помощью соответствующей кнопки на панели «Редактор кривых»  ;
6. В диалогов окне «Точка контакта» ввести новое имя «Ustupi01_Ust03»



Окончательные вид границы показан на рисунке.

3.31 Создание траектории черновой обработки крайних уступов

Для обработки уступов рекомендуется использовать стратегию «Выборка 3D-модель».



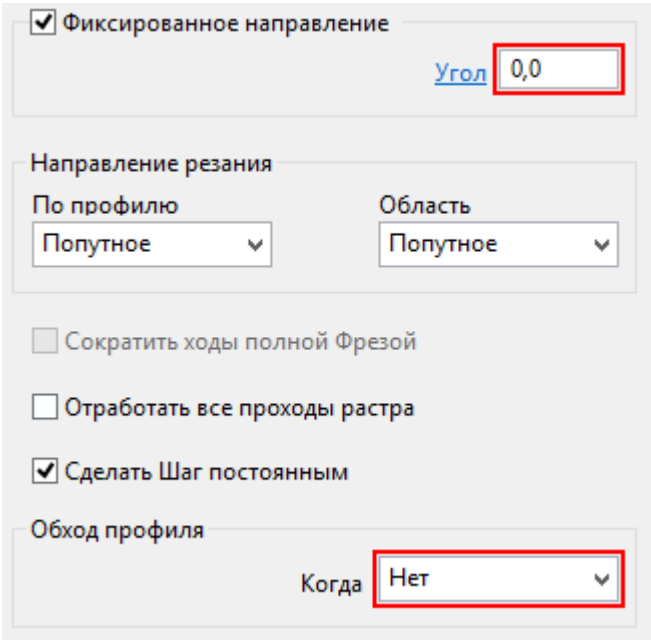
«Имя Траектории» – «UST_03_CONC_FR_CHERN_01»;

«Стиль» – «Растр». Линии растра будут направлены вдоль обрабатываемых уступов.

«Направление резания»: «Область» – «Попутное».

«Припуск» – 0,381 мм (в соответствии с рассчитанными режимами резания).

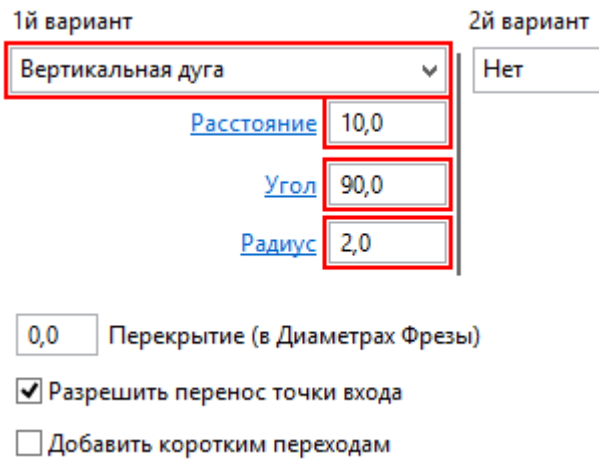
На вкладке «Растр» следует установить «Угол» – 0° и «Обход профиля» – «Нет». Такое сочетание параметров направляет линии растра вдоль обрабатываемой стенки детали, поэтому обход по профилю не нужен.



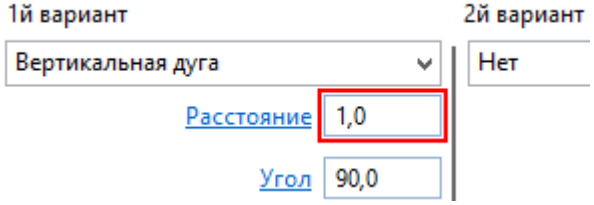
Далее необходимо перейти на вкладку «Режимы резания» и воспользоваться командой «Режимы резания»  . В появившемся окне следует выбрать «Тип операции» – «Черновая», «Операция» – «Общее», нажать кнопку «Сброс», ввести подачу врезания – 1140 мм/мин, затем последовательно нажать кнопки «Выполнить» и «Принять».

На вкладке «Подводы и переходы» необходимо открыть диалоговое окно «Подводы и переходы»  и изменить следующие параметры:

- на вкладке «Подвод»: так как фреза будет врезаться не на полную ширину, то вместо подвода по «Горизонтальной дуге» допускается вход в материал по прямой («Расстояния» – 10 мм, больше радиуса инструмента), а для сглаживание траектории выбирается тип «Вертикальная дуга» с углом 90° и радиусом 2 мм. После настройки параметры «Подвода» следует скопировать в «Отвод» с помощью соответствующей кнопки  ;



- на вкладке «Отвод»: так как, дойдя до конца сегмента поверхность уже будет обработанной, а дополнительное расстояние добавит лишь холостое перемещение, то

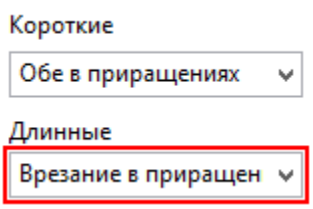


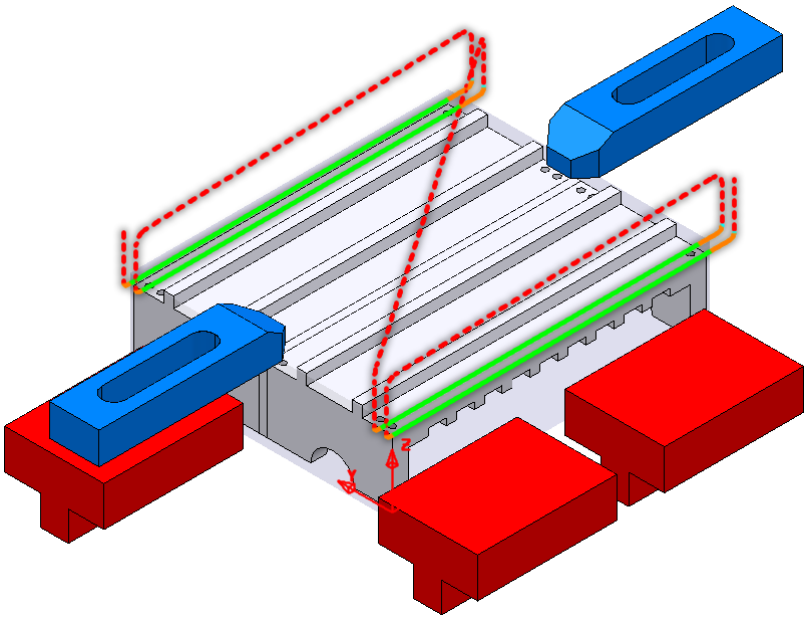
следует изменить расстояние уменьшив его до 1 мм;

- на вкладке «Продления»: следует отключить все продления (для обеспечения сглаженной траектории достаточно уже настроенных подводов и отводов);



- на вкладке «Переходы»: так как два обрабатываемых участка разнесены по разным краям детали, то чтобы переход не приводил к зарезам, его лучше выполнять на высоте выше прижимов, т.е. на безопасной высоте, поэтому тип длинных переходов следует выбрать – «Врезание в приращениях»;



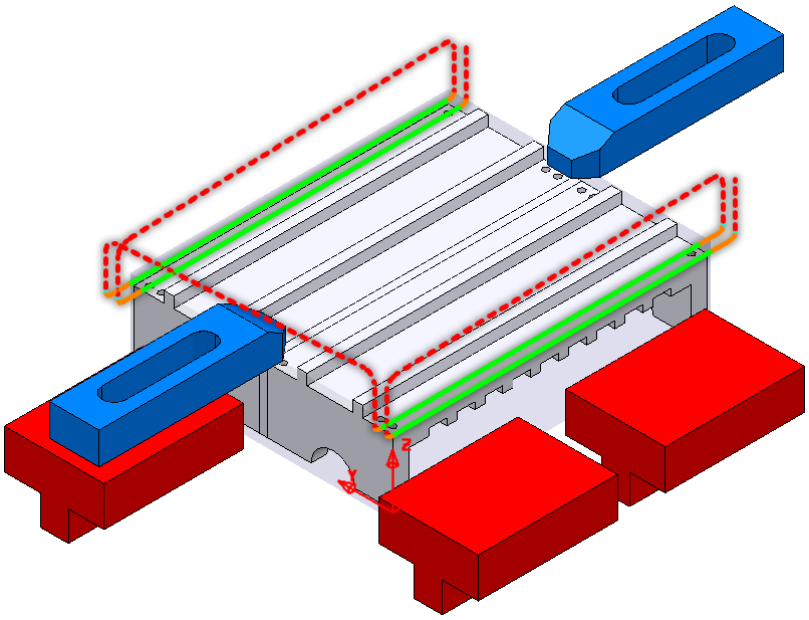


По завершении настройки, в диалоговом окне «Подводы и Переходы» следует последовательно нажать кнопки «Выполнить» и «Принять».

Теперь траекторию можно вычислить.

В полученной траектории есть два недостатка:

1. Рабочие резы на дальнем уступе выполняются в не правильной последовательности
2. Проход по дальним сегментам осуществляется со встречным фрезерованием.

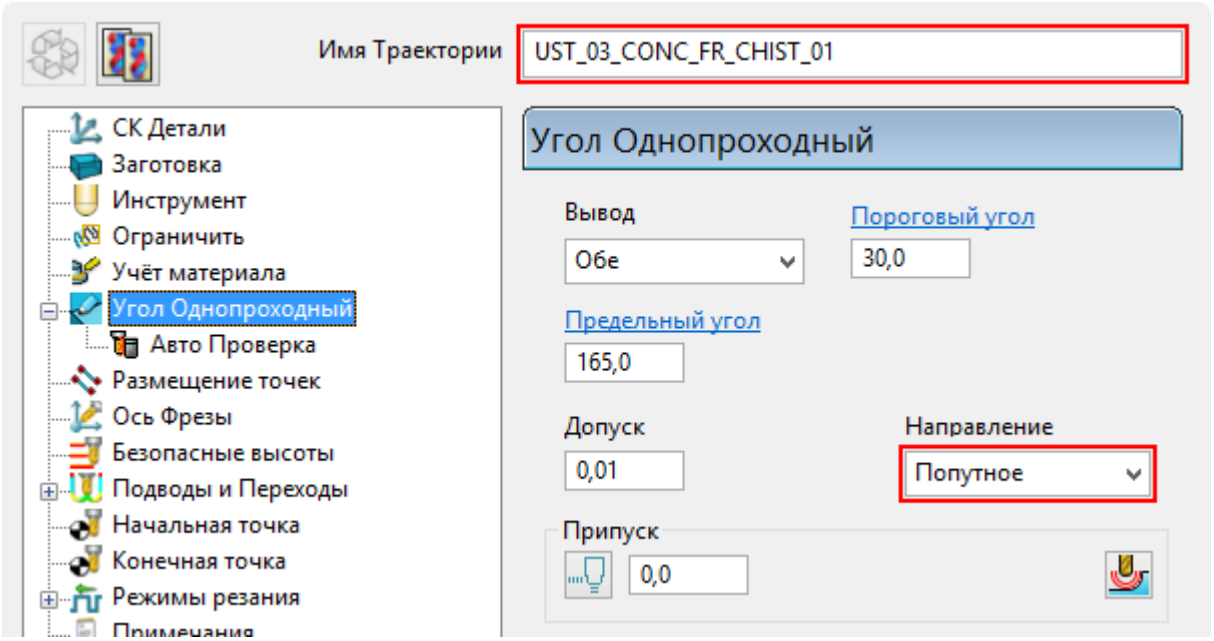


Чтобы исправить данные недостатки необходимо с помощью инструмента «Упорядочить» изменить направление и порядок последних сегментов.

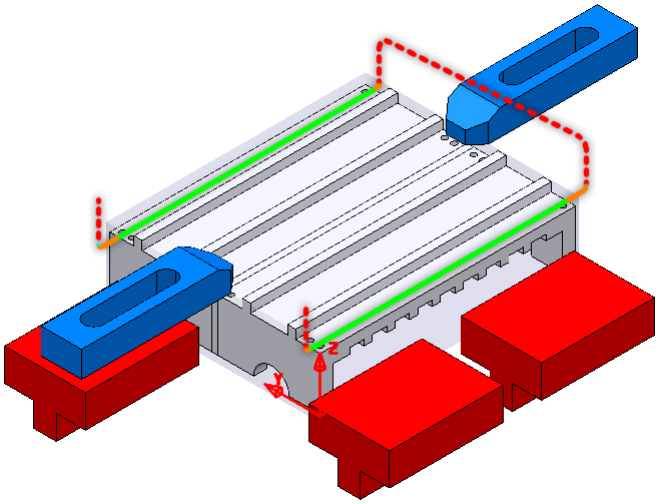
Полученную траекторию необходимо проверить на столкновения и зарезы.

3.32 Создание траектории чистовой обработки крайних уступов

Так как не требуется высокой точности обработки на данной поверхности, то горизонтальная плоскость и вертикальная стенка обрабатываются за один проход, который можно создать с помощью стратегии «Угол однопроходный».



«Имя Траектории» – «UST_03_CONC_FR_CHIST_01».



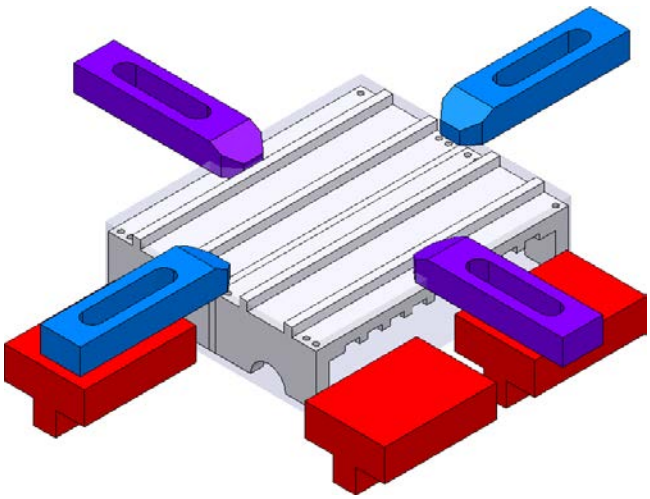
«Направление резания» – «Попутное».

Режимы резания установлены методом описанным ранее. Полученная стратегия полностью удовлетворяет первоначальной задумке.

3.33 Перезажим заготовки

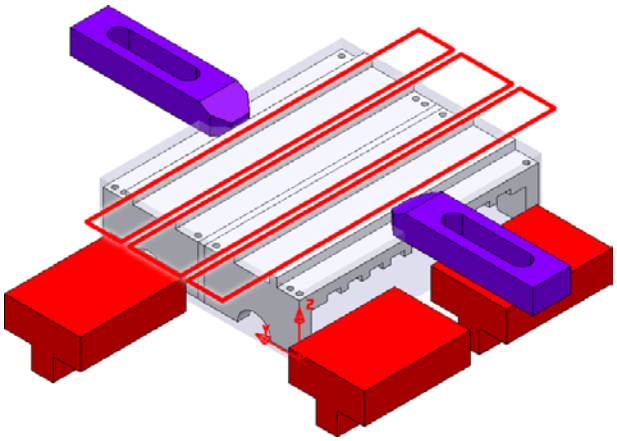
Перед выполнение перезажима необходимо деактивировать все траектории. Для выполнения перезажима необходимо изменить режимы обработки поверхностей, т.е. сначала изменить режимы обработки поверхностей с помощью инструмента «Припуски по умолчанию»  : для группы 0 – режим обработки: «Игнорировать»; для группы 1 – режим обработки: «Столкновения».

Набор	Режим	Припуск	Компоненты
0	Игнориров...	0,5	26
1	Столкнове...	0,5	26
2	Столкнове...	0	30



Рекомендуется скрыть набор «010 Прижимы Уст0301» и сделать видимым набор «010 Прижимы Уст0302».

3.34 Создание границы для обработки трех пазов



Чтобы траектории не применялись к поверхностям не принадлежащим к трем обрабатываемым пазам, их как и ранее, необходимо ограничить с помощью границы типа «Точка контакта» с 30 мм запасов для свободного подвода инструмента.

Имя границы – «Pozi02_Ust03»

3.35 Создание траектории черновой обработки трех пазов

Траектория черновой обработки создается как и траектория «UST_03_CONC_FR_CHERN_01».

«Имя Траектории» – «UST_03_CONC_FR_CHERN_02»;

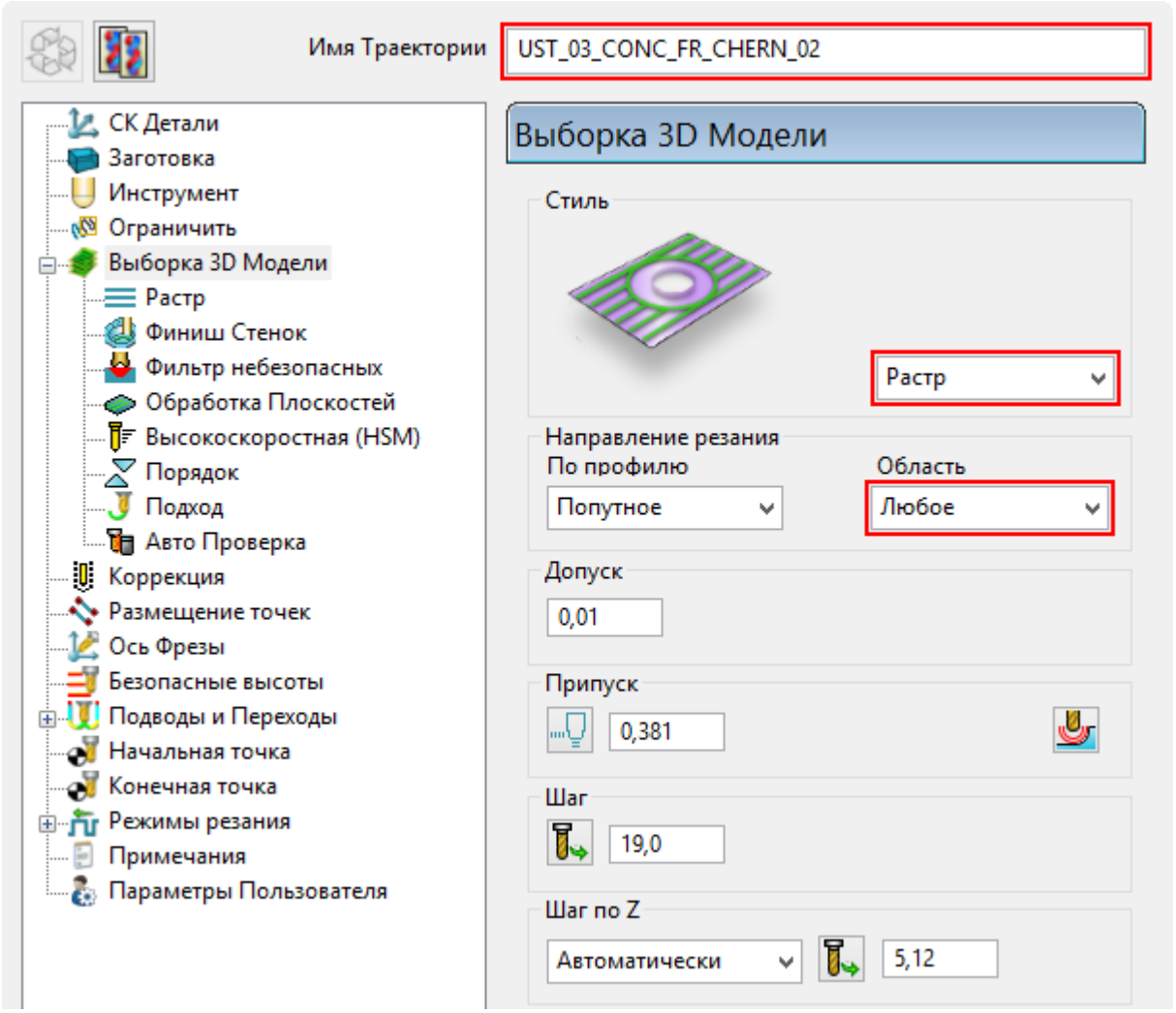
«Стиль» – «Растр».

«Направление резания»: «Область» – «Любое». Это даст обработку стенок пазов с попутным фрезерованием.

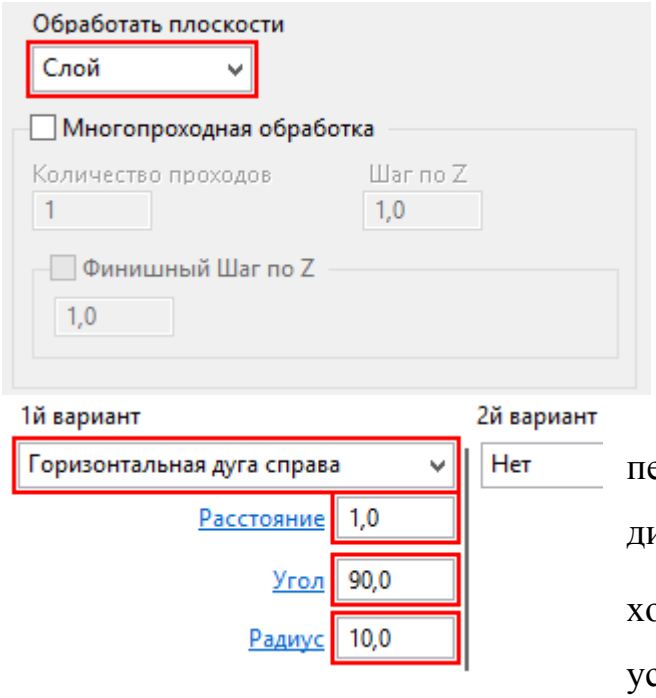
«Припуск» – 0,381 мм (в соответствии с рассчитанными режимами резания).

На вкладке «Растр» следует установить «Угол» – 0° и «Обход профиля» – «Нет».

Далее необходимо перейти на вкладку «Режимы резания» и воспользоваться командой «Режимы резания»  . В появившемся окне следует выбрать «Тип операции» – «Черновая», «Операция» – «Общее», нажать кнопку «Сброс», ввести подачу врезания – 1140 мм/мин, затем последовательно нажать кнопки «Выполнить» и «Принять».

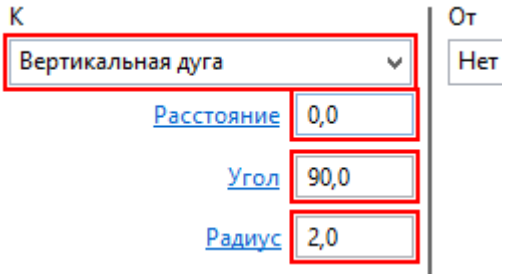


На вкладке «Обработка Плоскостей» изменить последовательность обработки плоскостей, выбрав «Слой». Если оставить значение по умолчанию («Область»), то в результате программной ошибки создается лишний слой обработки.



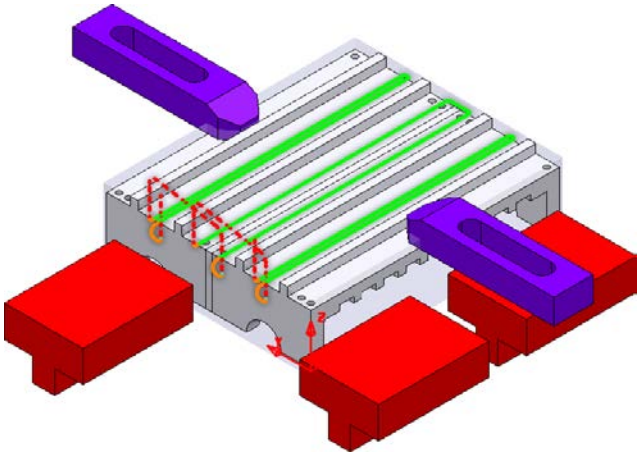
На вкладке «Подводы и переходы» необходимо открыть диалоговое окно «Подводы и переходы» и на вкладке «Подвод» установить следующие параметры: «Тип» – «Горизонтальная дуга»; «Угол» – 90°; «Радиус» – 10 мм. Так как

первый проход выполняется на полную ширину фрезы, то врезания рекомендуется выполнять по дуге.



Чтобы фреза опускалась и выходила на горизонтальную дугу тоже по окружности, следует перед подводом добавить «Продление «К». Для этого необходимо перейти на соответствующую вкладку. И изменить параметры как на рисунке.

После чего в окне «Подводы и переходы» необходимо последовательно нажать кнопки «Выполнить» и «Принять». После чего, траекторию можно вычислить.



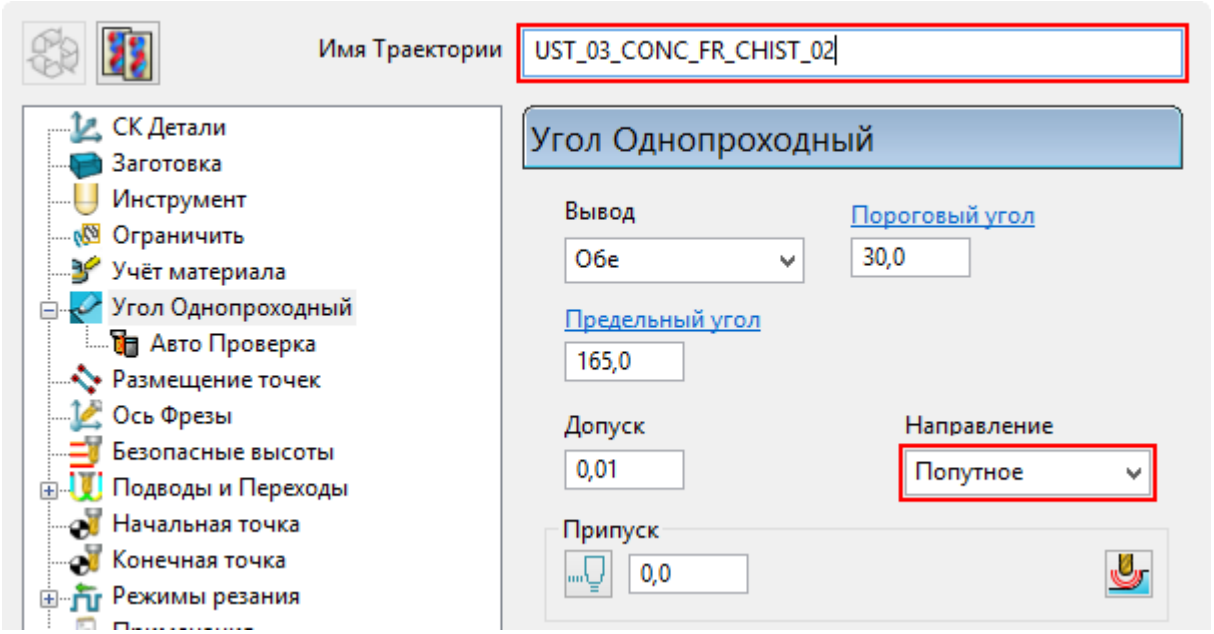
На данной траектории резы выполняемые полной шириной фрезы нужно делать с уменьшенной на 20% подачей. Чтобы сделать это, необходимо воспользоваться границами и инструментом «Изменить подачу внутри границы» (например, как в траектории «UST_02_CONC_FR_CHERN_04»).

По завершения расчета траектория проверяется на зарезы и столкновения.

Следующим этапом является создание траектории чистовой обработки, для чего также будет использована стратегия обработки углов – «Угол Однопроходный»

3.36 Создание траектории чистовой обработки трех пазов

Как и при обработке уступов по краям детали, для пазов также следует применить стратегию «Угол однопроходный». Для создания траектории следует ввести значения параметров, изображенные на рисунке.

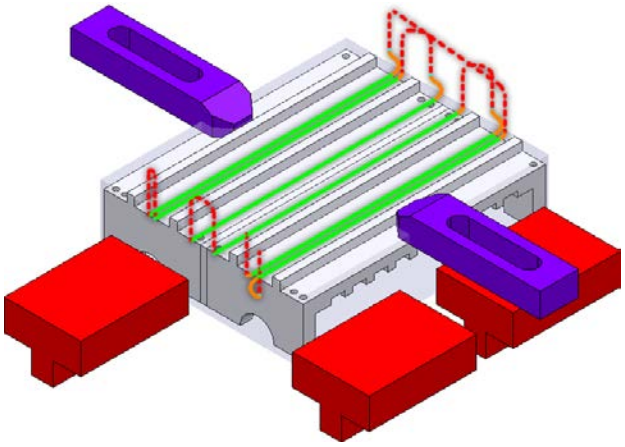


«Имя Траектории» – «UST_03_CONC_FR_CHIST_02»;

«Направление» – «Попутное».

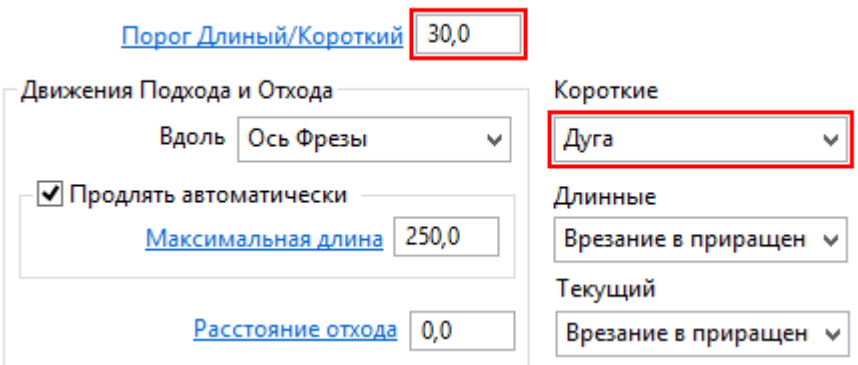
На вкладке «Режимы резания» установить режимы резания, соответствующие чистовой обработки торцов.

Полученная траектория имеет следующие недостатки:



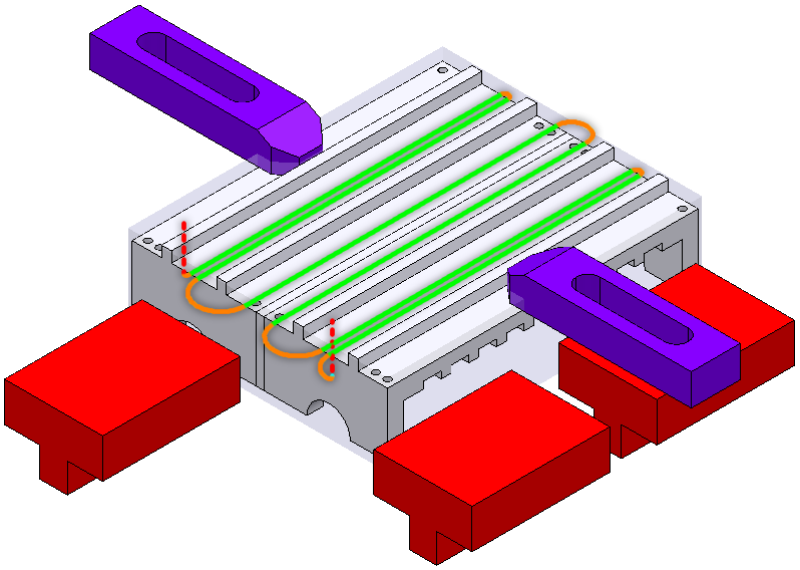
1. Последовательность обработки не оптимальная – много длинных переходов.
2. Лишние подводы и отводы по дуге.

Последовательность обработки можно изменить с помощью инструмента «Упорядочить» на панели «Траектория».



С помощью инструмента «Подводы и переходы» необходимо изменить переходы:

«Порог Длинный/Короткий» – 30 мм. Увеличения данного значения позволит считать все переходы короткими, соответственно к ним будет применена дуга без подводов и отводов.



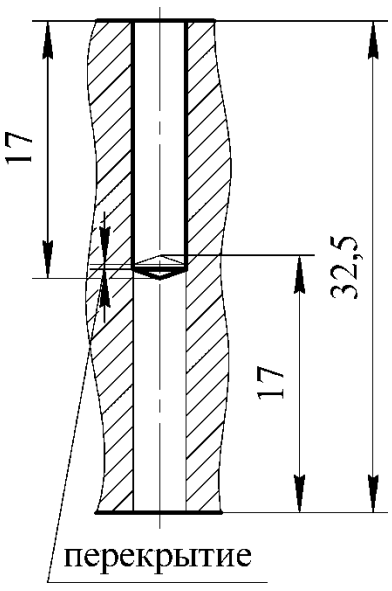
«Тип коротких переходов» – «Дуга».

Итоговая траектория будет выглядеть следующим образом

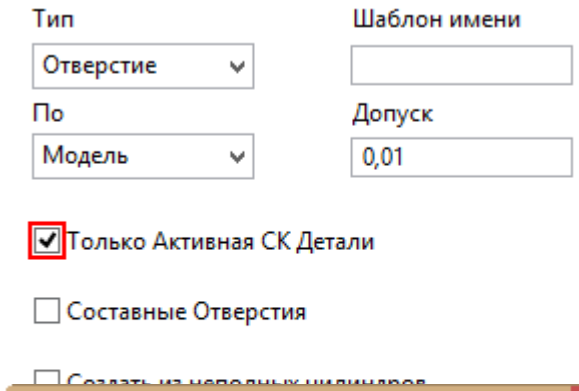
По завершении необходимо проверить траекторию на зарезы и столкновения.

3.37 Создание траектории сверления 12 отверстий

Перед созданием траектории необходимо распознать отверстия для сверления. Для этого необходимо выбрать поверхности модели, образующие отверстия и из контекстного меню «2D-модель» выбрать «Распознать отверстия». В появившемся диалоговом окне необходимо включить опцию «Только Активная СК Детали» – это позволит правильно сориентировать создаваемые отверстия и исключить отверстия с осью не параллельной оси инструмента. Глубину полученных отверстий следует установить 17 мм.

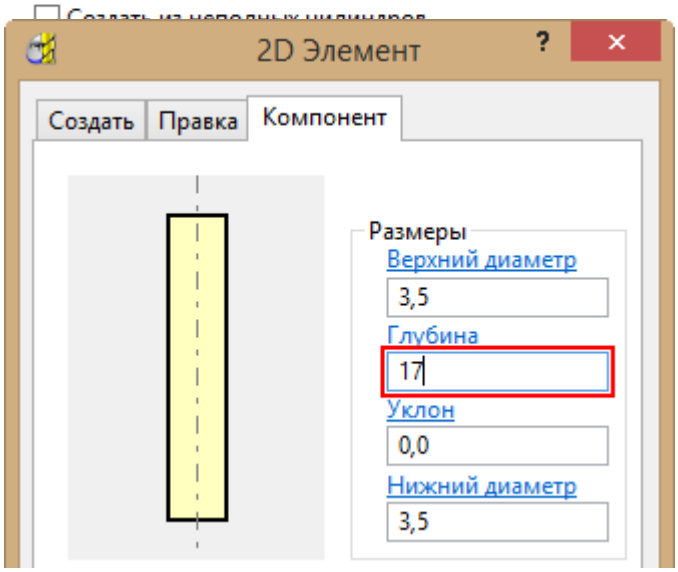


Несмотря на то, что глубина получаемого с помощью двухстороннего сверления отверстия 32,5 мм с каждой стороны необходимо сверлить

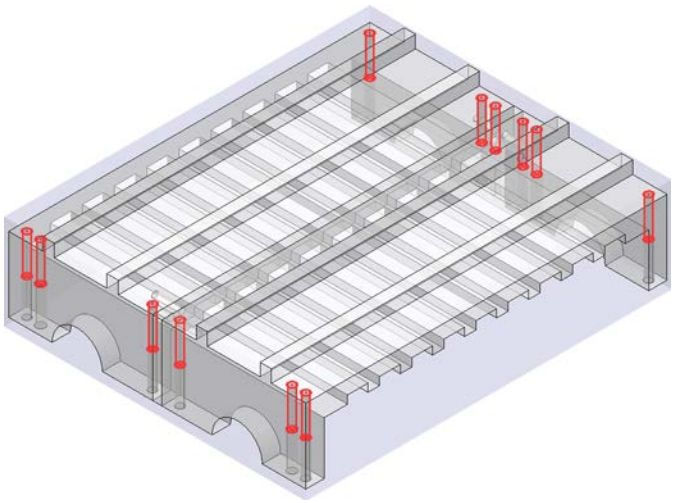


отверстие по 17 мм, чтобы обеспечить перекрытие в зоне стыка отверстий сверления.

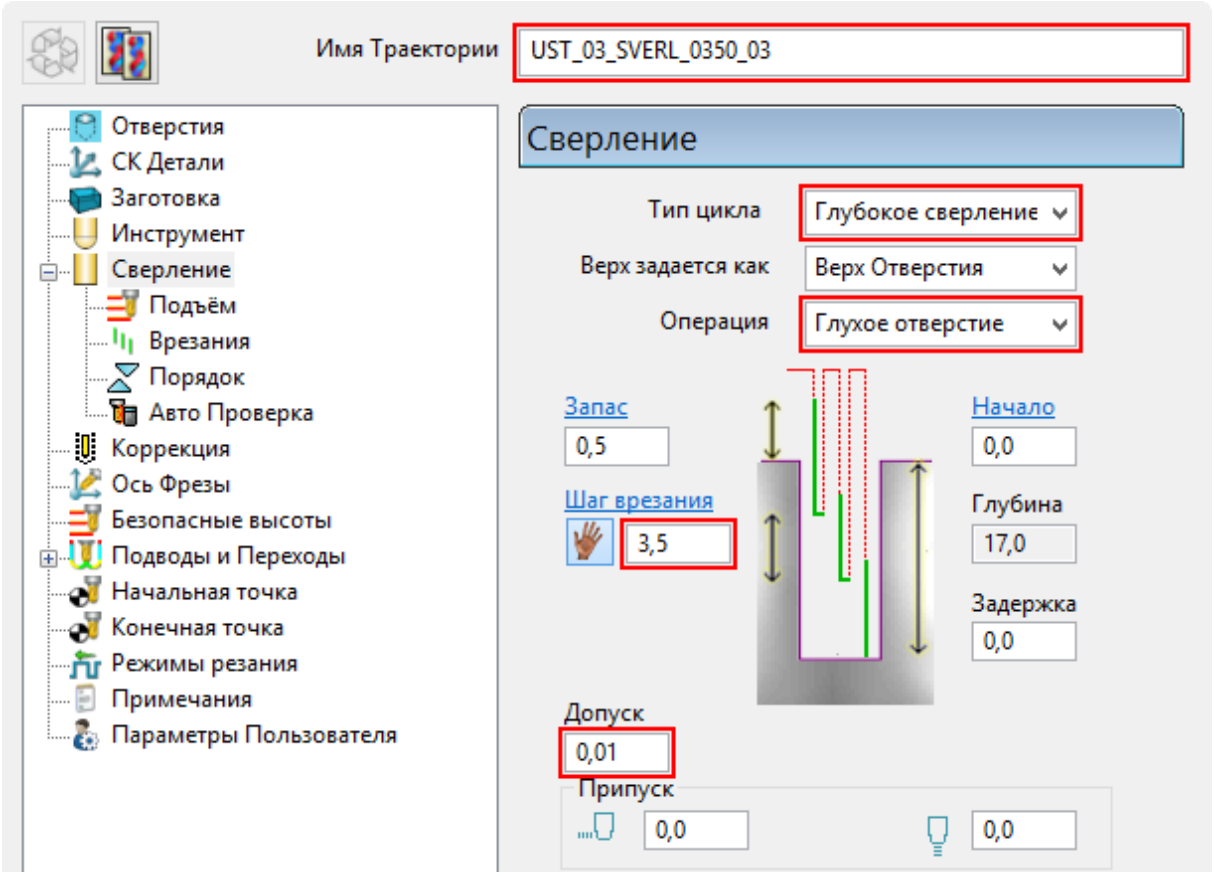
Чтобы это сделать, необходимо, активировать 2D модель содержащую обрабатываемые отверстия и в окне вида выделить все элементы, после чего из контекстного меню активной модели выбрать команду «Параметры». В появившемся диалоговом окне «2D-элемент» перейти на вкладку «Компонент» и ввести в поле «Глубина» необходимое значение (17 мм). После чего все отверстия будут одной установленной глубины.



Итоговый вид элементов показан на рисунке.



Следующим этапом является создание стратегии сверления данных отверстия. Для этого необходимо активировать инструмент «SVERLO_860.1-0350-021A1-PM 4234» и открыть стратегию сверления, в диалоговом окне которой ввести следующие параметры:

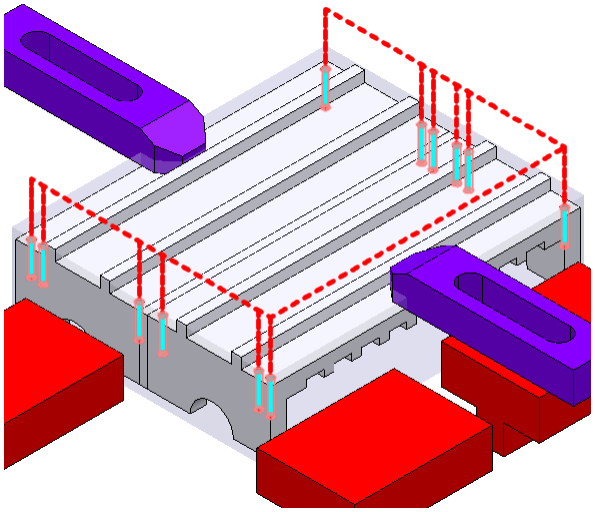


«Имя Траектории» – «UST_03_SVERLO_0350_03»;

«Тип цикла» – «Глубокое сверление».

«Операция» – «Глухое отверстие». Это позволит ограничить движение сверла глубиной отверстия и не приведет к столкновению хвостовика с деталью.

«Шаг врезания» – 3,5 мм. Это значение равно диаметру и позволяет обработать отверстие за 5 врезаний сверла.



На вкладке «Режимы резания» необходимо установить режимы резания для операции чернового сверления.

По завершении ввода параметров траекторию можно вычислить.

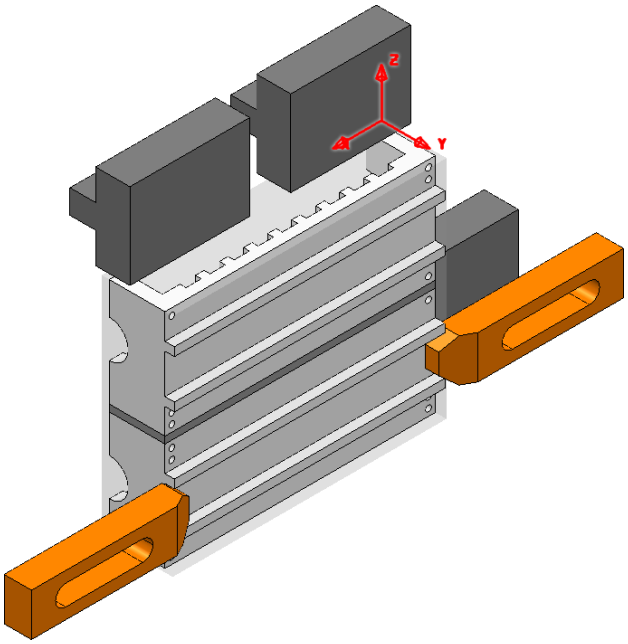
Полученная траектория полностью удовлетворяет всем требованиям.

По завершении настройки, траекторию следует проверить на зарезы и столкновения.

3.38 Создание траектории разрезания заготовки

Завершающим переходом операции 010 является разрезание заготовки на две половины. Перед тем как разрезать заготовку выполняется перезажим, чтобы прижимы не мешались шпинделю и дисковой фрезе, поэтому перед началом создания траектории необходимо:

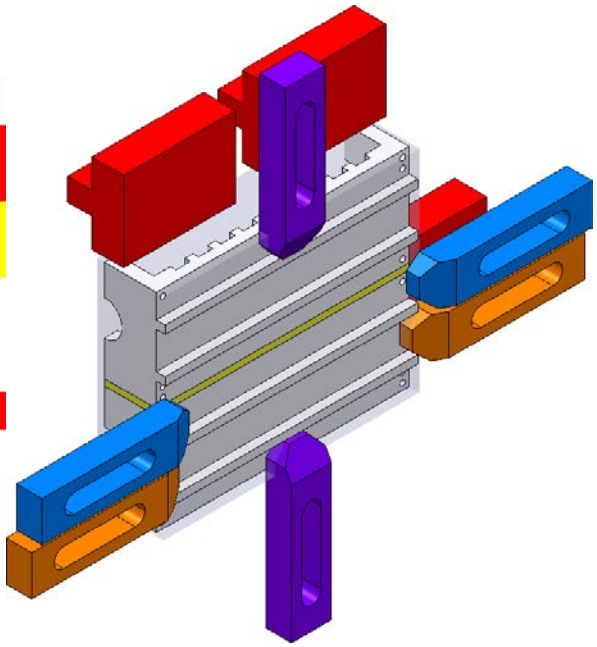
1. Деактивировать все траектории;
2. Создать систему координат «Уст03_1», скопировав «Уст03», и повернув копию на 90° против часовой стрелке вокруг оси X;



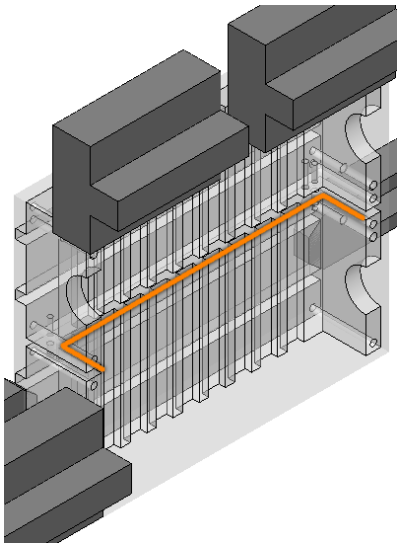
3. Активировать инструмент «DISC_FR_329-125Q32-E» и новую систему координат;
4. Создать копию модели «Прижимы Уст03» удалить лишние прижимы и сдвинуть их как показано на рисунке;
5. Присвоить поверхностям новых прижимов набор «010 Прижимы Уст0303»;
6. Изменить припуски по умолчанию:
   a. Для групп обработки 0 и 1 установить «Режим обработки» – «Игнорировать»;
   b. Поверхности из набора «010 Прижимы Уст0303» добавить в группу обработки 3 и назначить режим обработки «Столкновение» с припуском 0,5 мм;

7. Поверхности слоя «010 Промежуток» добавить в группу 7, которая игнорируется при обработке. Установить безопасные высоты: «Безопасная Z» – 55 мм (5 мм над поверхностью торца детали); «Начальная Z» – -66,5 мм (-68 мм до нижней половины отрезаемой заготовки + 1 мм – припуск, оставляемый для последующей обработки + 0,5 мм – высота врезания).

Набор	Режим	Припуск	Компоненты
0	Игнорировать	0,5	26
1	Игнорировать	0,5	26
2	Столкновения	0,5	30
3	Столкновения	0,5	26
4	Обработать	0	0
5	Обработать	0	0
6	Обработать	0	0
7	Игнорировать	0	414
	Обработать	-	152



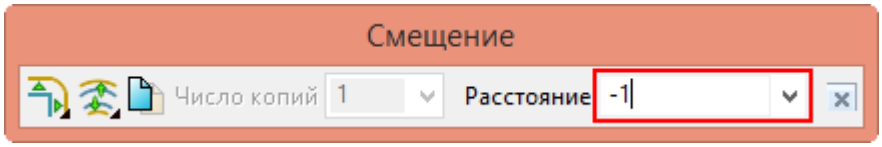
Перед настройкой стратегии обработки необходимо создать линию, по которой будет производится разрезание заготовки. Данная линия создается в шаблоне с помощью «редактора кривых».



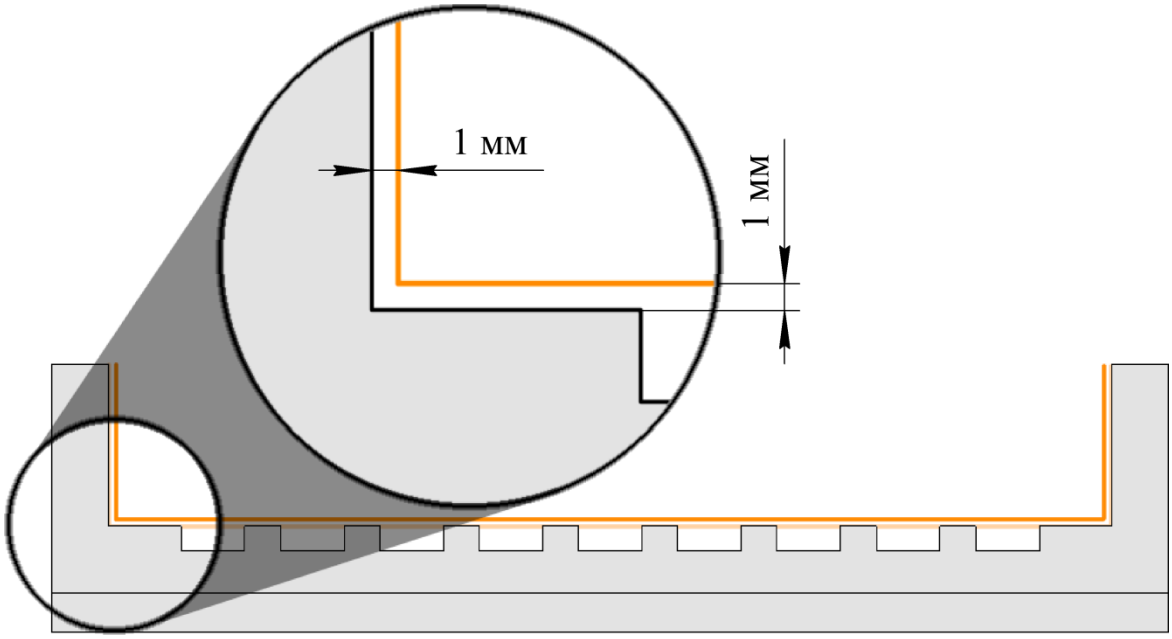
Чтобы создать пустой шаблон необходимо выбрать соответствующую команду из контекстного меню «Шаблоны», полученный пустой шаблон следует переименовать в «010 Razrez_Ust03».

В редакторе кривых необходимо создать линию шаблона по нижним точкам модели «Промежуток» с помощью инструмента «Непрерывная линия»  .

С помощью команды «Сместить элемент» линию требуется преобразовать, как показано на рисунке, задав в появившейся панели величину смещения -1 мм.



Полученная кривая будет выглядеть следующим образом:



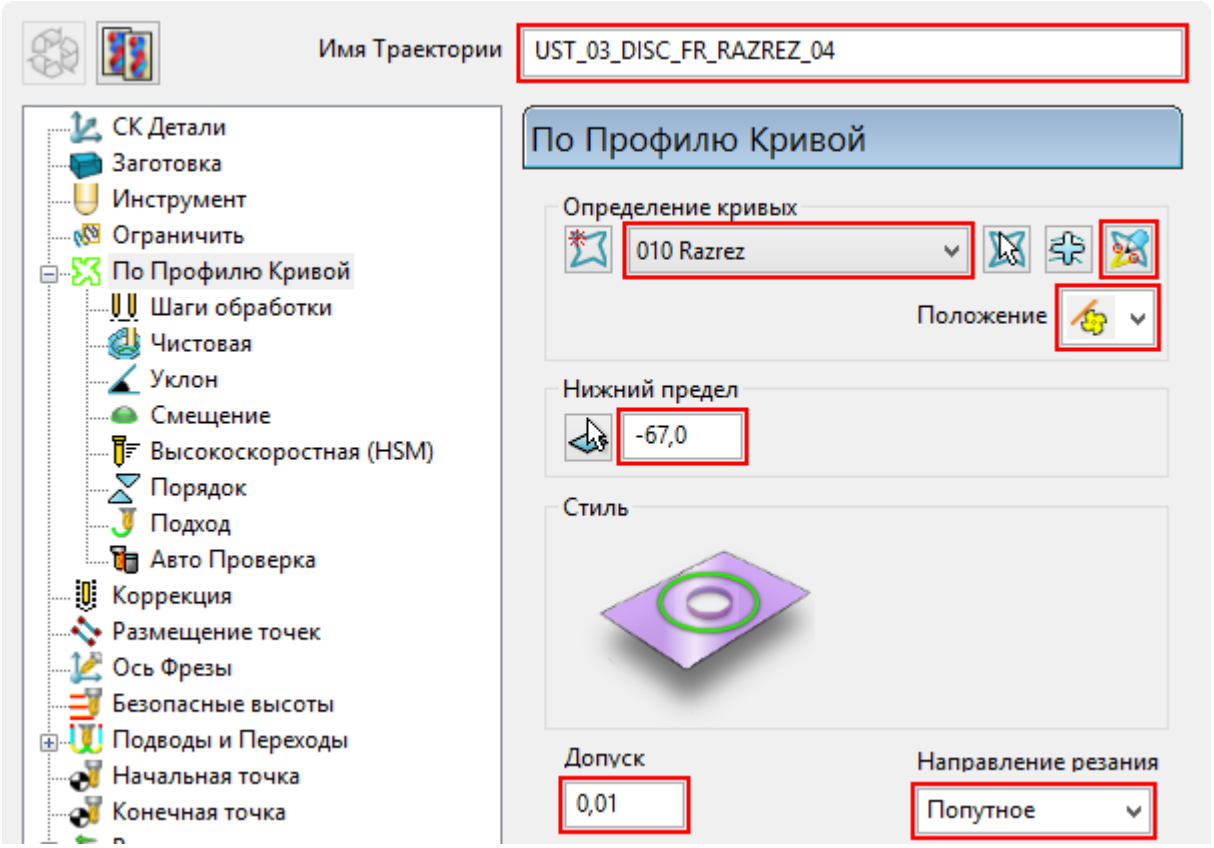
С помощью команды «Переместить» кривую необходимо поднять на 1 мм вдоль оси Z, чтобы фреза оказалась точно по середине модели «Промежуток» и с каждой стороны отрезаемых заготовок оставался припуск в 1 мм.

Для создания траектории разрезания заготовок можно воспользоваться 2.5D стратегией «По Профилю 2D кривой»:

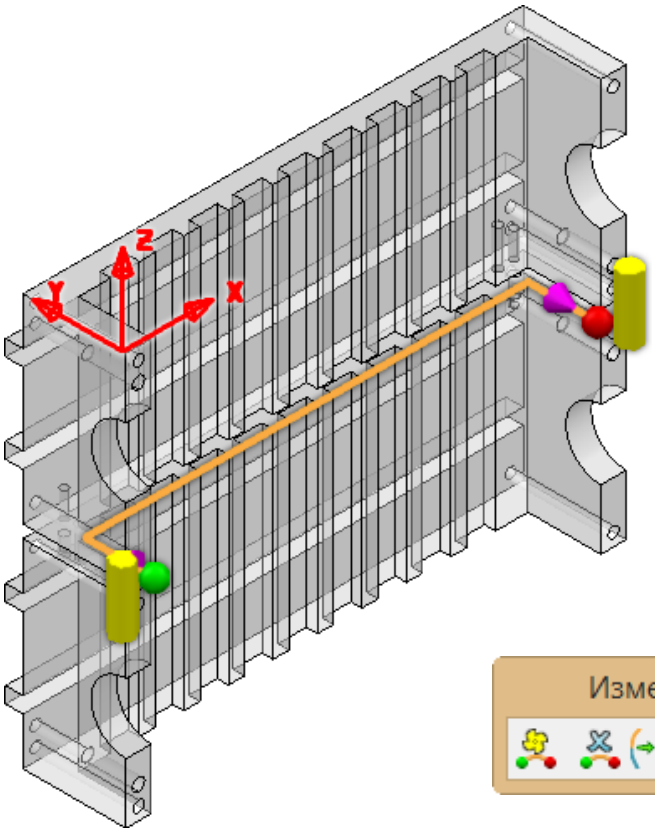
«Имя Траектории» – «UST_03_DISC_FR_RAZREZ_04»;

«Определение кривых» – «010 Razrez». Кривая для определения профиля, по которому будет проходить инструмент.

«Положение инструмента» – «Шаблон задает положение кромки инструмента», т.е. инструмент не должен заходить за кривую.



Чтобы выбрать сторону положения инструмента при обработке относительно кривой, необходимо воспользоваться инструментом «Изменение обрабатываемой части»  .





В появившейся панели «Изменить обрабатываемые кривые» необходимо воспользоваться ин-

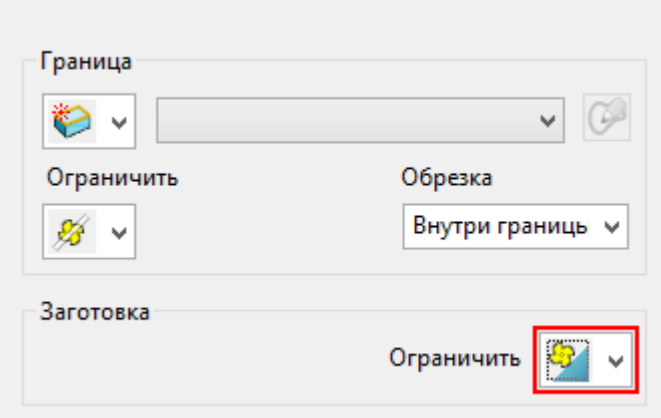
струментом «Сменить сторону обработки», чтобы расположить инструмент снаружи контура.

«Нижний предел» – 65 мм. Его можно задать, указав нижнюю координату с помощью соответствующей кнопки  .

«Направление резания» – «Попутное».

«Допуск» – 0,01 мм.

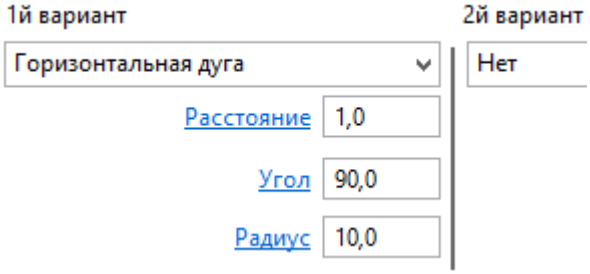
На вкладке «Режимы резания» необходимо установить режимы резания: «Тип» – «Черновая»; «Операция» – «Общие». Подачу врезания сделать такой же как и рабочая подача.

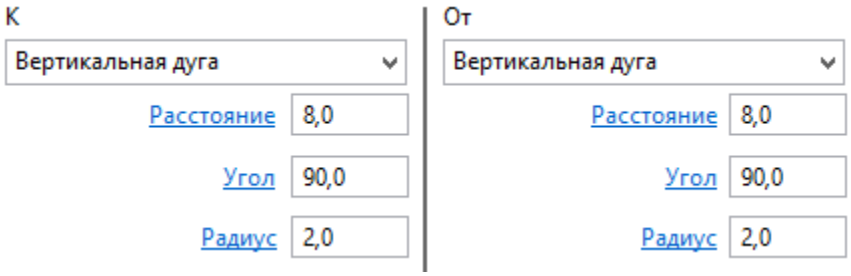


Во вкладке «Ограничить» следует разрешить выход инструмента за пределы заготовки.

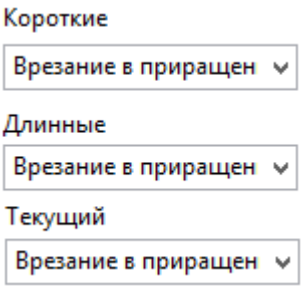
На вкладке «Подводы и переходы» – открыть диалоговое окно «Подводов и переходов» и настроить следующим образом:

- на вкладке «Подвод»: чтобы фреза прошла насквозь через всю толщина разрезаемого материала, ей необходимо пройти расстоянии 9 мм, поэтому «радиус», по которому инструмент будет входить в заготовку, должен быть больше данного расстояния. А чтобы обеспечить полное разрезание заготовки, перед началом основного сегмента траектории следует добавить перед точкой входа касательный отрезок («Расстояние» – 1 мм). После настройки параметров «Подвода» их следует скопировать в «Отвод» с помощью соответствующей кнопки  ;

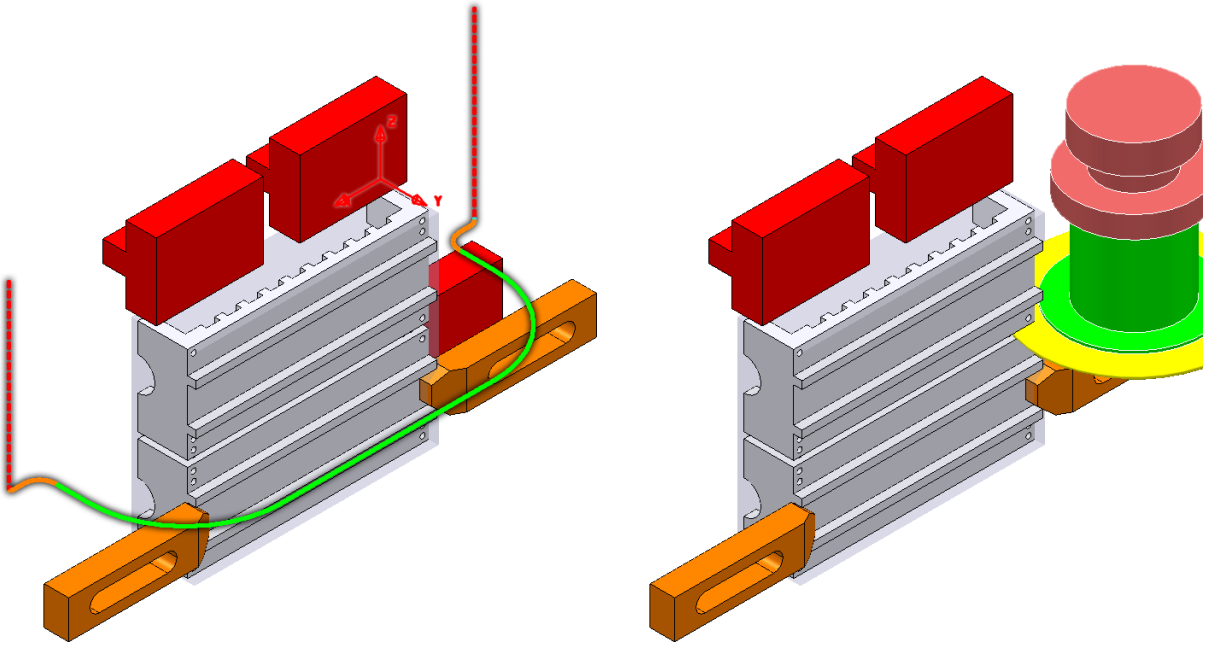




- на вкладке «Продления»: чтобы опускающийся и поднимающийся инструмент не сталкивался с элементами технологической оснастки, необходимо перед подводом и после отвода добавить прямые участки длиной достаточной, чтобы вертикальные перемещения инструмента осуществлялись в безопасных местах («Расстояние» – 8 мм). А чтобы переход между вертикальным и горизонтальным перемещениями проходил по сглаженной линии, «продление «К» и «продление «От» настраиваются в виде вертикальных дуг.



- на вкладке «Переходы»: чтобы избежать вертикального смещения инструмента с подачей врезания, а пройти данный путь с ускоренными перемещениями, необходимо установить все три типа переходов в значение «Врезание в приращениях»;



После всех настроек, траекторию можно вычислить и проверить на столкновения и зарезы.

Полученная траектория и положение фрезы в процессе разрезания двух заготовок изображены на рисунке.

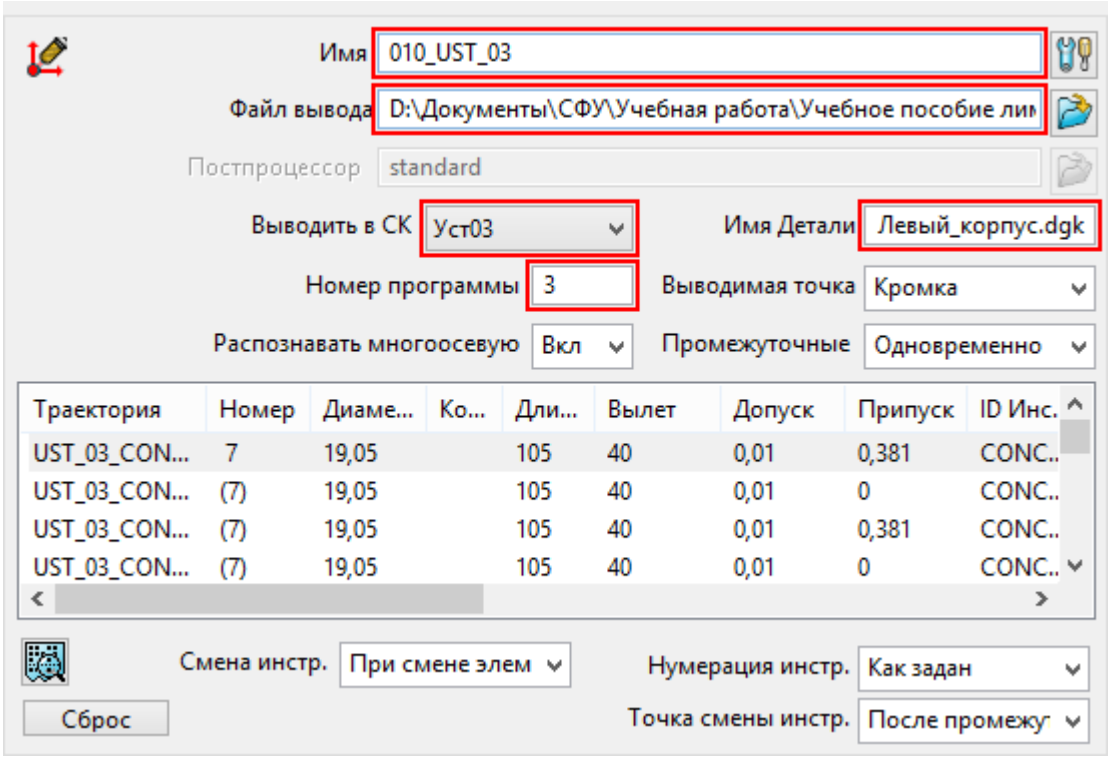
Данная траектория является последней в операции 010.

3.39 Создание NC-файла управляющей программы третьего установа

Перед созданием файла, необходимо, как и ранее, организовать траектории и системы координат в папки «USTANOV_03».

После создания «NC файла» для третьего установа, в него следует добавить соответствующие траектории и настроить как показано на рисунке. По завершении настройки файла следует нажать на кнопку «Принять».

После создания и настройки NC файла, его необходимо проверить на столкновения с элементами станка в процессе обработки, а также на столкновения и зарезы, которые могут возникать при поворотах стола во



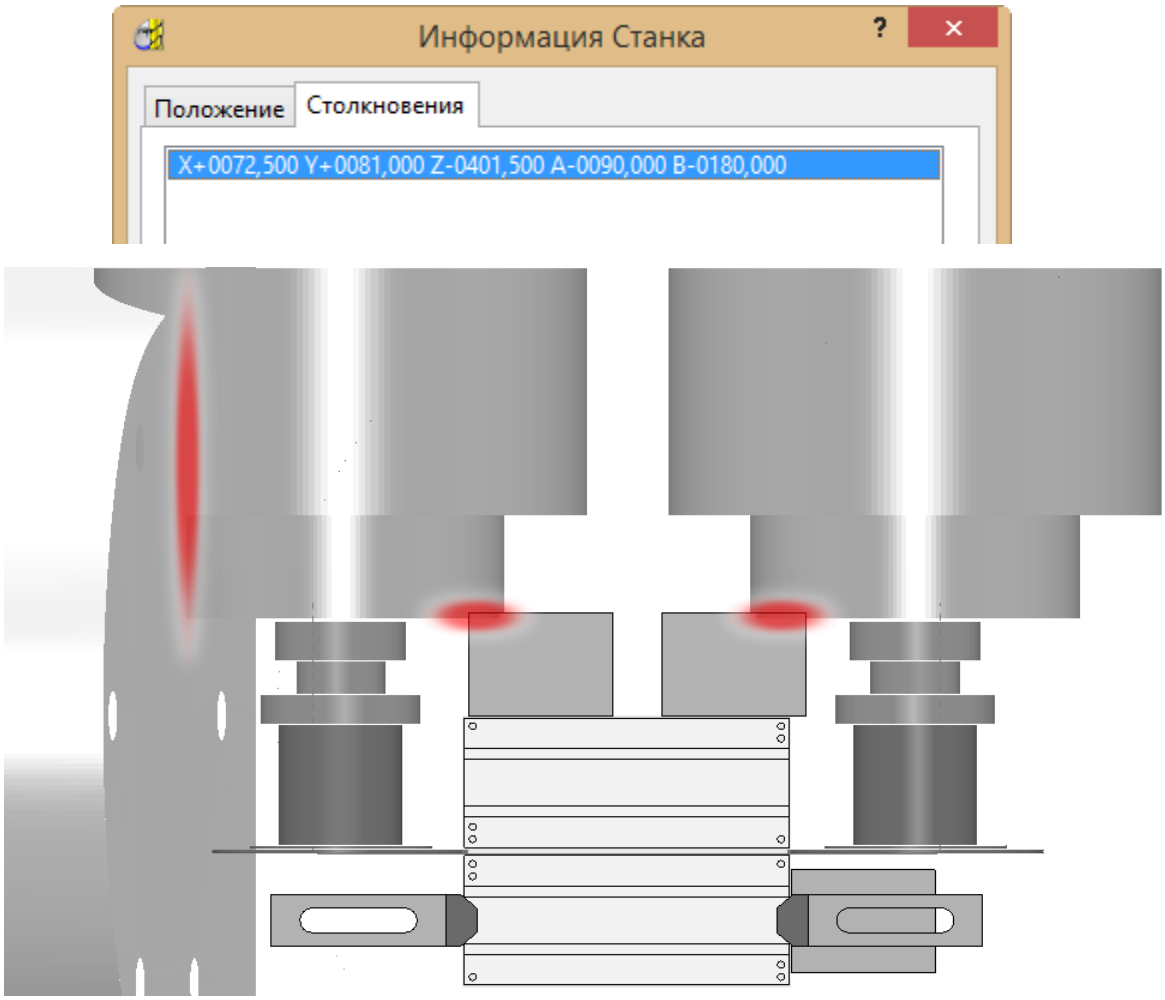
время позиционирования.

Перед началом проверки необходимо создать систему координат «Станок_Уст03» для привязки к ней модели станка. Она создается копированием «Уст03» с последующим смещением вдоль оси X на 70 мм и вдоль оси Z на -135 мм

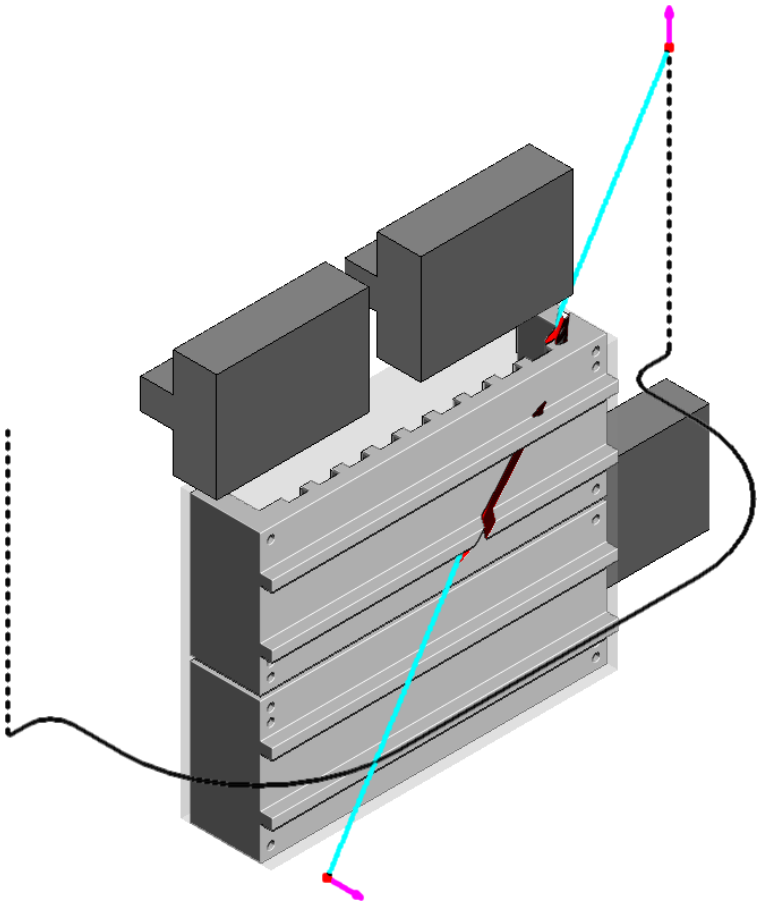
Кроме того, для проверки проект рекомендуется сохранить в отдельный файл и удалить модели, не участвующие в обработке на третьем установе.

После симуляции с использованием станка и ViewMill можно обнаружить следующие недостатки:

1. Выявлены следующие столкновения:
    a. Упоры со шпинделем станка;
    b. Шпиндель с несущей системой наклонно-поворотного стола
    c. Шпиндель с рабочей поверхностью стола

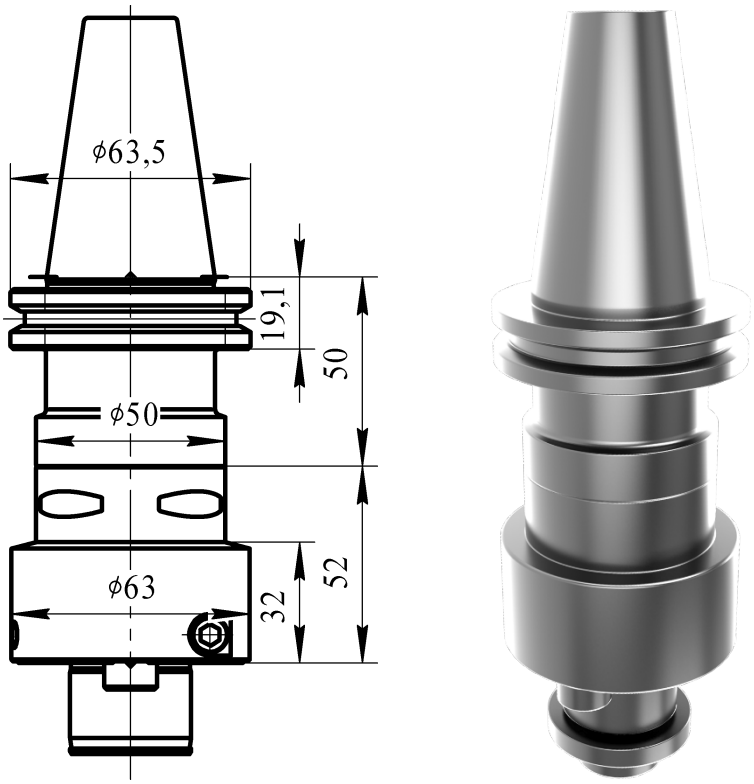


2. Необходимо добавить промежуточные точки перед траекторией «UST_03_DISC_FR_RAZREZ_04» при смене ориентации системы координат, чтобы исключить зарезы детали;



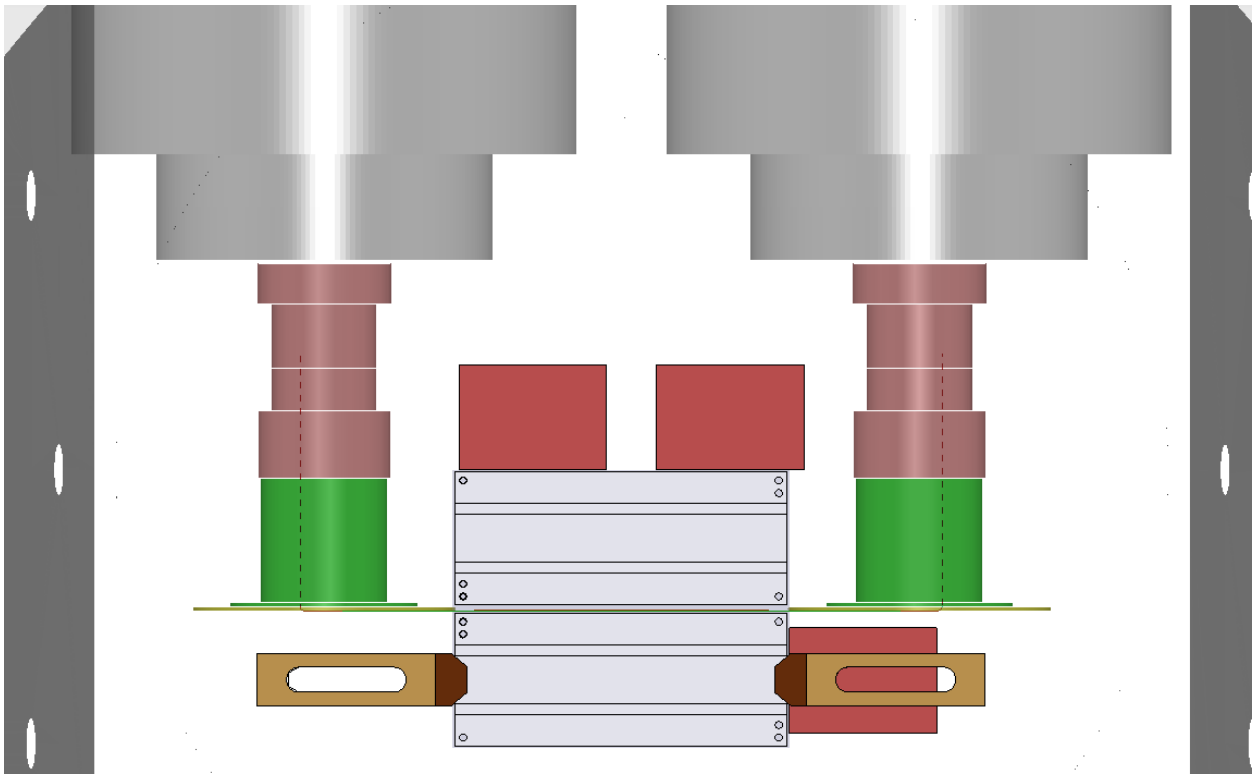
3. Необходимо добавить точку отвода инструмента для выполнения оператором перезажима и переустановки заготовки:
    a. После траектории «UST_03_CONC_FR_CHIST_01»;
    b. После траектории «UST_03_SVERL_0350_03».
4. Требуется создать команду остановки программы для выполнения перезажима после позиционирования по точкам п.3.

Для устранения первого недостатка был заменён используемый переходник между инструментом и станком AA3B05-40 32 050 (таблица 6.3) на сборную систему C5-A390.45-40 050+C5-391.05CG-32 052



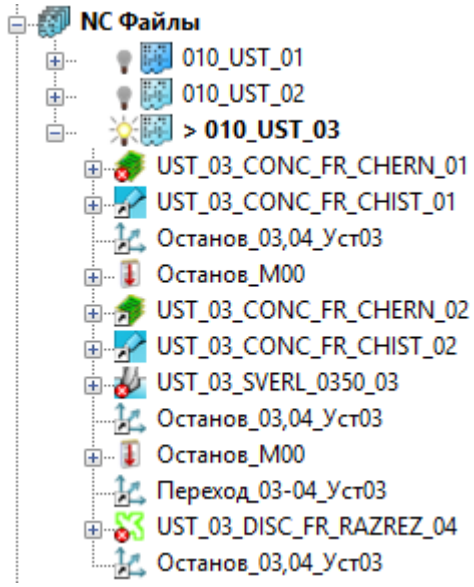
Инструмент следует создать новый, чтобы сохранить обе версии адаптеров в проекте. Для экономии времени, затрачиваемого на создание инструмента с самого начала, можно сделать копию существующей фрезы «DISC_FR_329-125Q32-E» с помощью команды контекстного меню «Правка» – «Копировать Инструмент». После выполнения команды появится новый инструмент «DISC_FR_329-125Q32-E_2». Его необходимо активировать и на вкладке «Патрон» отредактировать элементы патрона в соответствии с рисунком.

Чтобы траекторию не вычислять заново, в ней можно быстро заменить инструмент воспользовавшись командой контекстного меню «Правка» – «Заменить инструмент». Данная команда заменит инструмент в траектории на активный в текущей момент. После чего траекторию снова необходимо проверить на столкновения и зарезы, в том числе на столкновения элементов станка.



В процессе проверки проблем не выявлено.

Окончательный вид дерева NC-файла «010_UST_03» показан на рисунке.



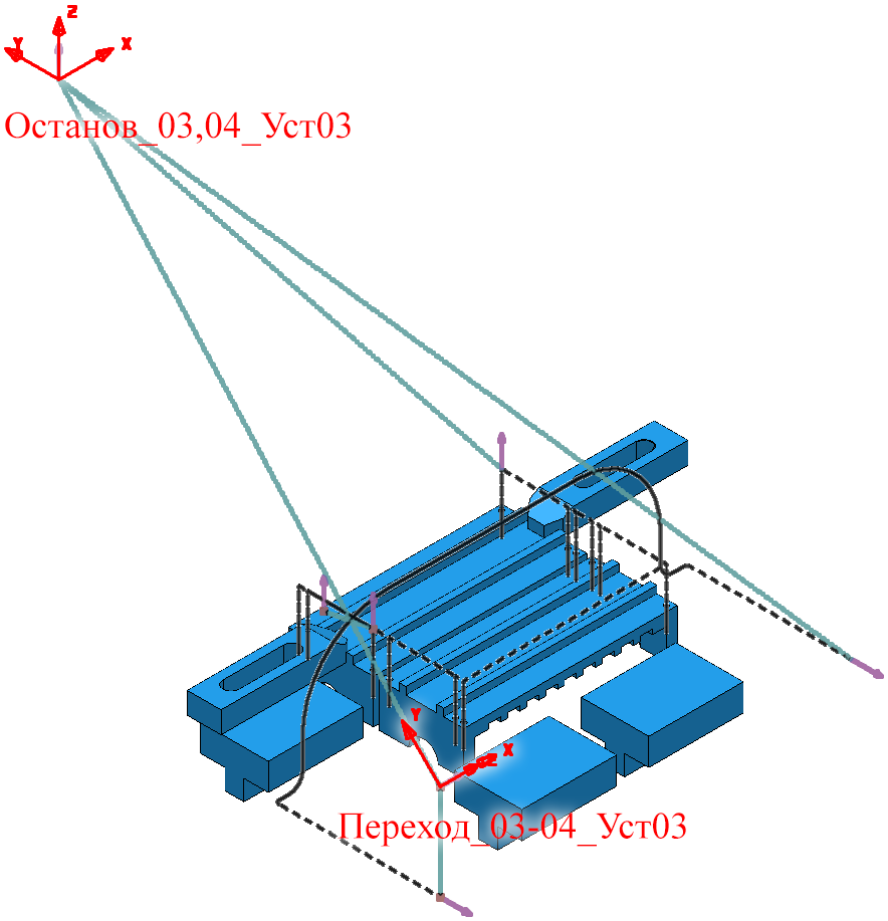
Промежуточные точки перехода между траекториями были созданы следующим образом:

«Останов_03,04_Уст03»:

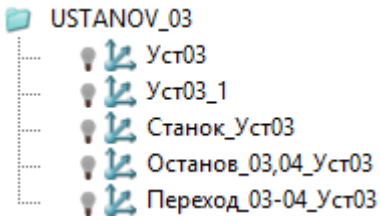
- координаты относительно «Уст03» – (0; 300; 300)
- без поворота.

«Переход_03-04_Уст03»:

- координаты относительно «Уст03» – (-72,5; -55; 60);
- поворот – вокруг оси X на 45° против часовой стрелки.



После создания всех промежуточных точек NC-файл «010_UST_03» необходимо повторно проверить на столкновения и зарезы с учетом кинематики станка. Если проблем не выявлено, то можно переходить к созданию операции 020.



Полный комплект систем координат, используемых на третьем установе приведен на рисунке.

3.40 Подготовка проекта к первому установу операции 020

После выполнения операции 010 две половины корпуса собираются на слесарной операции 015, чтобы на операции 020 две половины обрабатывались совместно.

Перед созданием самих траекторий операции 020, необходимо выполнение следующих действий:

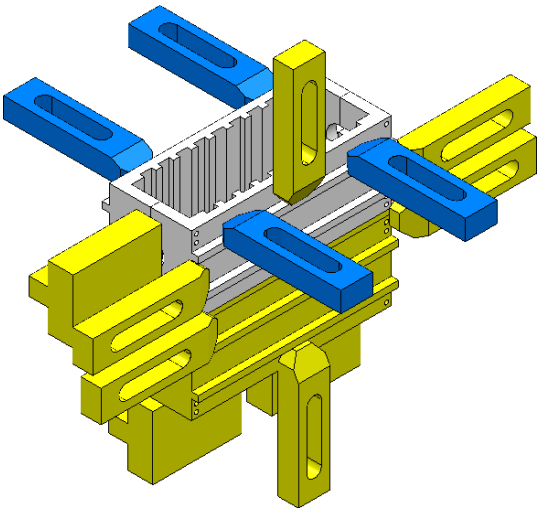
- активация системы координат «Уст04» и фрезы «TORC_FR_R365-063Q22-S15H»;

- управление видимостью слоев и наборов, необходимых для операции 020;
- изменение групп обработки и припусков по умолчанию;
- уточнение размеров заготовки;
- установка безопасных высот;

После активации системы координат «Уст04» в диалоговом окне «Припуски по умолчанию»  на вкладке «По умолчанию» требуется переназначить группы обработки, как это делалось ранее:

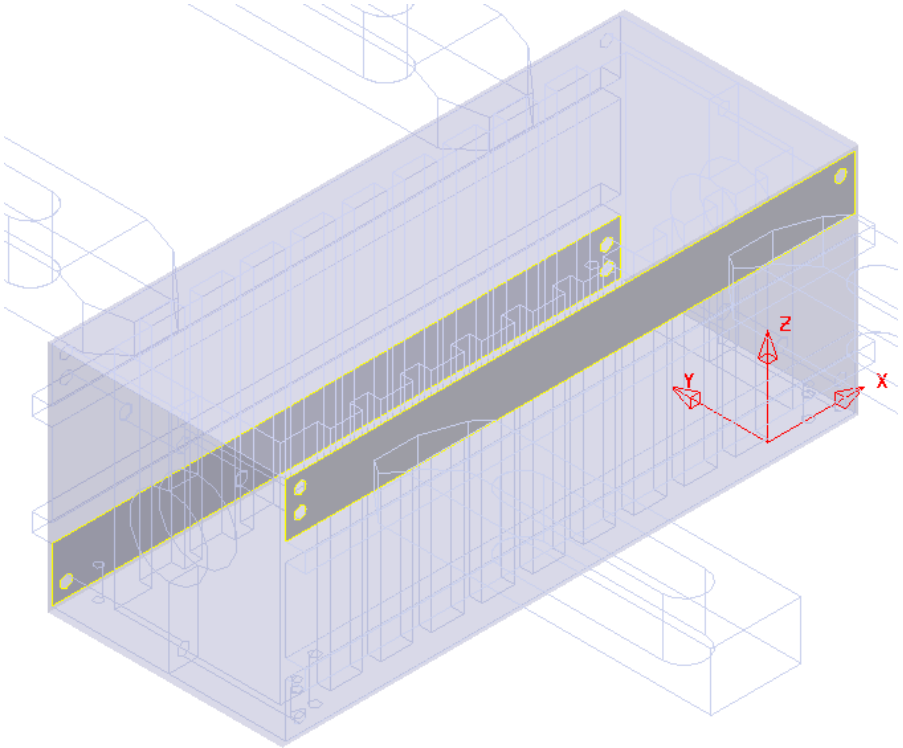
1. Перенести все компоненты технологической оснастки из групп 0, 1, 2 и 3 в последнюю группу – 7, содержащую все игнорируемые при обработке объекты.
2. В группу 7 добавить поверхности из слоя «010 Правый корпус», а из нее убрать поверхности слоя «020 Правый корпус». Такое состояние двух слоев в проекте соответствует собранному корпусу после операции 015.
3. В группу 0 следует добавить прижимы, которые будут использованы на четвертом установе (первый установ операции 020) и с которыми не должно происходить столкновений инструмента.
4. В группу 1 добавляются прижимы, которые будут использованы во второй части установа и которые в первой части следует проигнорировать при обработке
5. Группа 2 должна содержать упоры, с которыми не должно быть столкновений при обработке в течении всего второго установа.

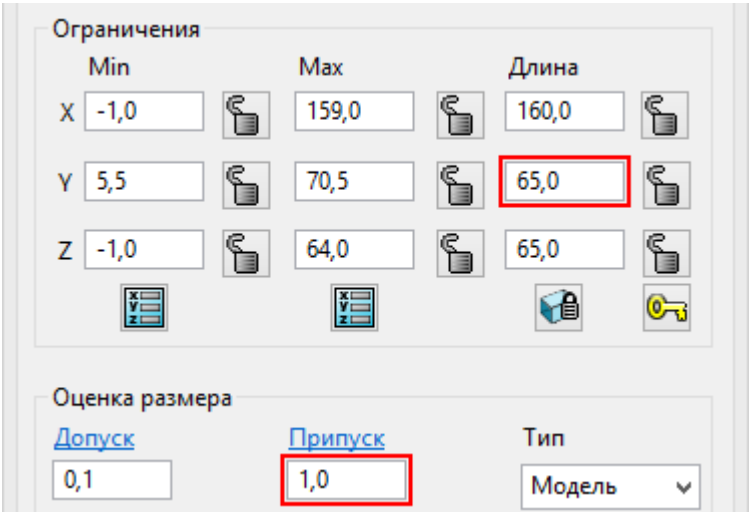
Набор	Режим	Припуск	Компоненты
0	Столкновения	0,5	52
1	Обработать	0	0
2	Обработать	0	0
3	Обработать	0	0
4	Обработать	0	0
5	Обработать	0	0
6	Обработать	0	0
7	Игнорировать	0	470
	Обработать	-	152



Итог преобразований представлен на рисунке выше. Желтые модели будут игнорироваться на операции 020. Наборы «010 Прижимы Уст0301», «010 Прижимы Уст0302», «010 Прижимы Уст0303», «010 Упоры Уст03», и слои «010 ТО Уст03», «010 Правый корпус» можно скрыть.

Размеры заготовки необходимо изменить таким образом, чтобы она охватывала обрабатываемые поверхности с учетом оставшегося припуска. Для этого требуется выделить все поверхности, как показано на рисунке, установить в диалоговом окне «Заготовка» значение припуска 1 мм и нажать кнопку «Вычислить».





После этого, следует убрать припуск на обработанных поверхностях уступов. Проще всего это сделать, уменьшив значение «Длина» по оси Y на 2 мм.

Безопасные высоты для системы координат «Уст04» и активном инструменте «TORC_FR_R365-063Q22-S15H» следует установить следующим образом: «Безопасная Z» – 70 мм (на 5 мм выше поверхности заготовки), «Начальная Z» – 66 мм (1 мм над поверхностью заготовки).

3.41 Создание траектории черновой обработки базовой плоскости

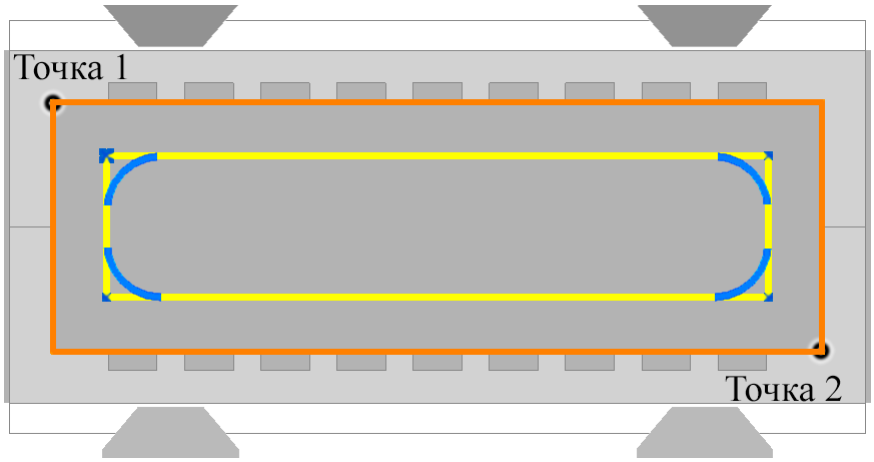
Так как диаметр торцевой фрезы значительно превосходит ширину обрабатываемой поверхности, то для повышения эффективности можно воспользоваться методом периферийного фрезерования, при котором припуск срезается наружным диаметром фрезы. Однако, перемещение инструмента по внешнему контуру обрабатываемой поверхности ограничивают прижимы, поэтому траектория обработки должна располагаться внутри заготовки.

С учетом срезаемой ширины материала и диаметра фрезы, это дает возможность повысить значение рабочей подачи на 8%.

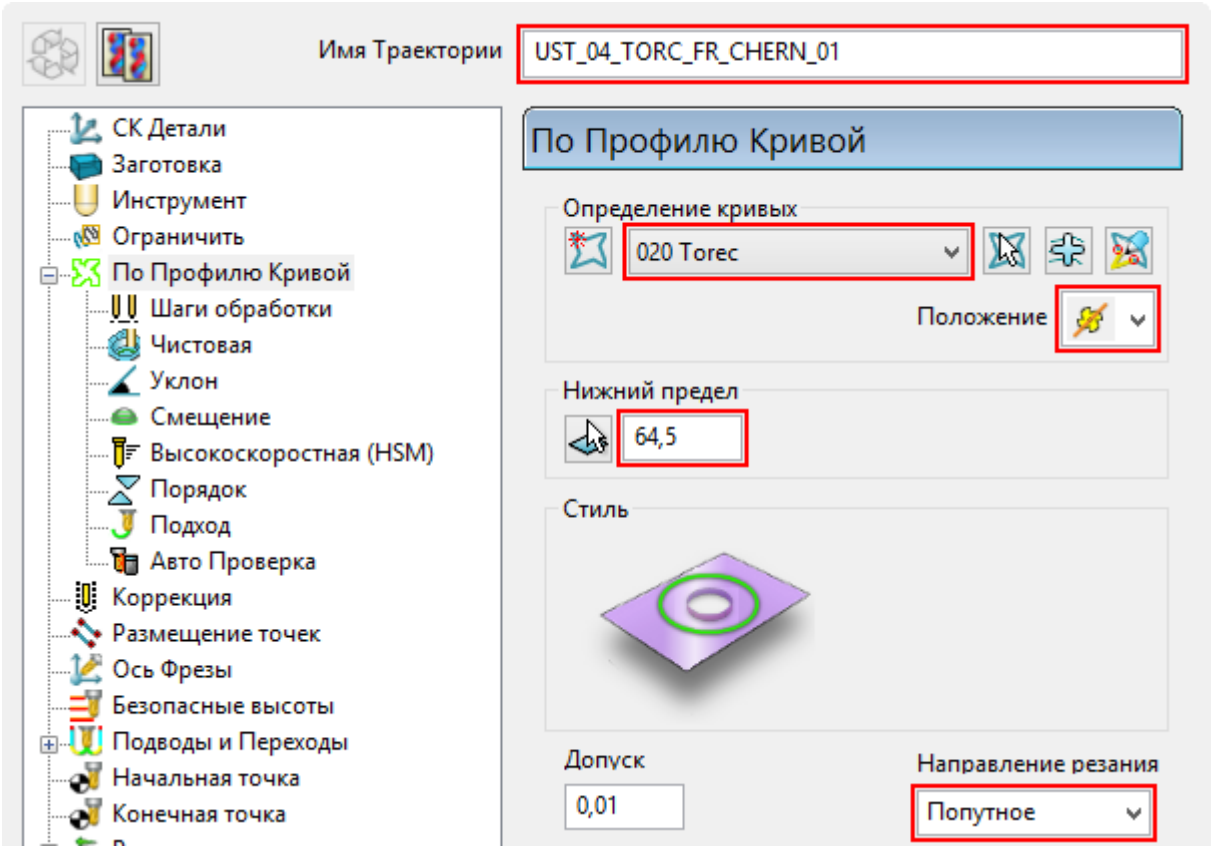
Для вычисления траектории необходимо создать линию, при проходе вдоль которой центром фрезы будет обеспечена обработка поверхности периферийной частью инструмента.

Для этого необходимо создать новый шаблон с именем «020 Torec» и в шаблоне с помощью редактора кривых нарисовать прямоугольник по углам внутренней полости («Точка 1» и «Точка 2»), как показано на ри-

сунке оранжевой линией. Далее следует выполнить команду «Сместить элемент» на 10 мм (желтая линия). Такого значения будет достаточно, чтобы реализовать обработку периферией инструмента, и при этом не задеть прижимы. Чтобы сгладить углы, необходимо выполнить команду «Создать скругления» с радиусом 10 мм (синие линии). По завершении следует выйти из редактора, нажав на кнопку «Принять изменения» .



Для создания траектории применяется стратегия «По профилю 2D-кривой».



«Имя Траектории» – «UST_04_TORC_FR_CHERN_01»;

«Определение кривых» – «020 Torec».

«Положение инструмента» – «Шаблон задает положение центра инструмента».

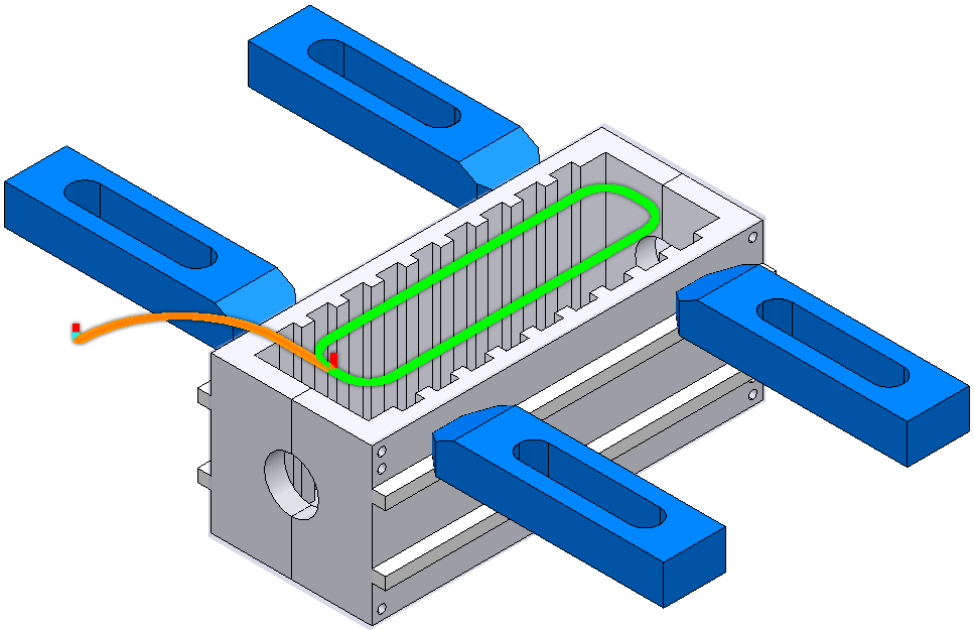
Для выбора стороны и положения фрезы, необходимо воспользоваться инструментом «Изменение обрабатываемой части»  .

«Нижний предел» – 64,5 мм. (64 мм – положение обработанной поверхности + 0,5 мм – припуск для чистовой обработки).

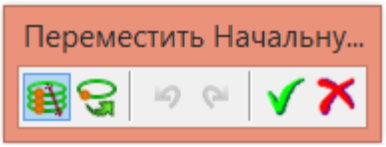
«Направление резания» – «Попутное».

На вкладке «Авто Проверка» установить «припуск» 0 (так как оставляемый припуск устанавливается значением «Нижний предел»).

После настройки траекторию можно вычислить.



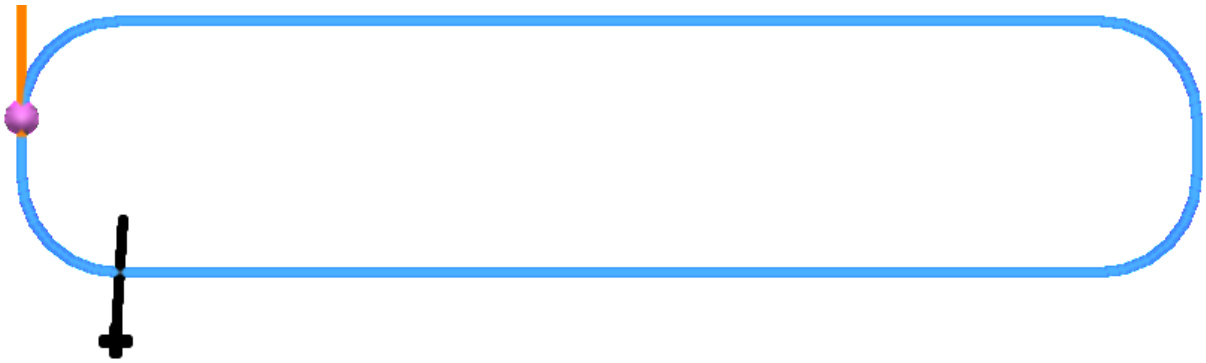
Чтобы условия врезания были более благоприятными и не приводили к зарезам прижимов, необходимо начальную точку переместить в другое место. Для этого нужно воспользоваться командой «Правка» – «Изменить Начальные точки» из контекстного меню соответствующей траектории.



После запуска команды появится плавающая панель «Переместить Начальную точку», а

курсор мыши приобретет вид крестика.

Чтобы указать новое место для начальной точки, необходимо нарисовать отрезок, пересекающий траекторию (указав мышкой начальную и конечную точку отрезка).

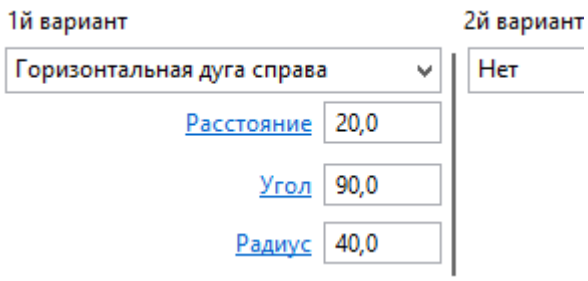


После выполнения команды начальная точка переместиться в место пересечения отрезка и сегмента траектории.

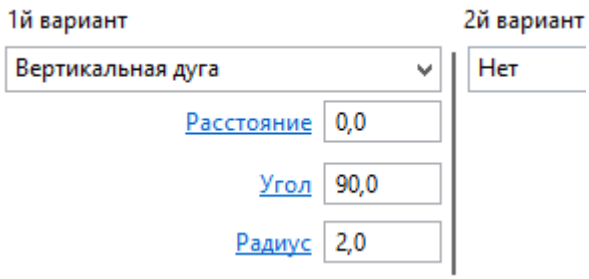


По завершении следует нажать на кнопку «Принять изменения»  .

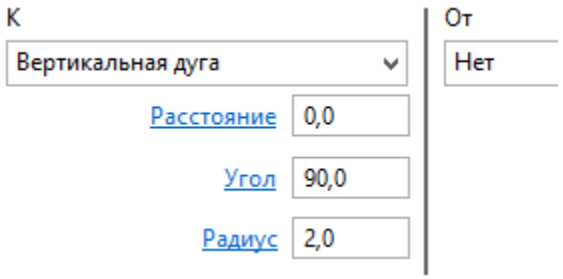
В соответствии с рекомендациями производителя инструмента, врезание следует выполнять по дуге радиусом превышающим радиус инструмента, и вместе с тем, необходимо обеспечить сглаженные переходы от вертикальных движений к горизонтальным. Поэтому в окне «Подводы и переходы» следует произвести следующие настройки:



- на вкладке «Подвод»: сравнительно большие расстояние и радиус необходимы, что бы инструмент оказался за пределами заготовки;

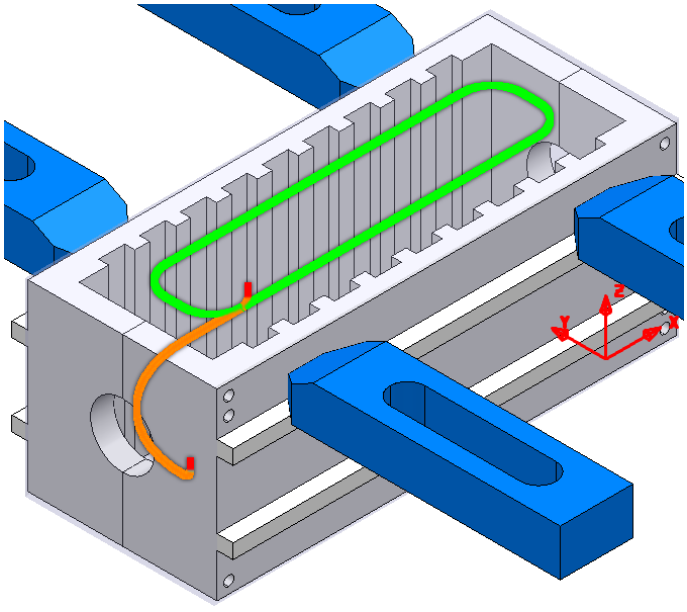


- на вкладке «Отвод»: отвод необходимо настроить для обеспечения гладкого перехода от горизонтального сегмента траектории к вертикальной линии подъема инструмента.



- на вкладке «Продления»: для сглаживания перемещения перед горизонтальной дугой подвода необходимо настроить только «Продление «К».

По завершении настройки «Подводов и переходов» необходимо последовательно нажать кнопки «Выполнить» и «Принять».



В завершении необходимо настроить режимы резания выбрав «Тип» – «Черновая»; «Операция» – «Обработка торцев» и нажав кнопку «Сброс». После – исправить «Рабочую подачу», увеличив ее на 8% и «Подачу врезания», приравняв ее «Рабочей подаче», затем последовательно нажать кнопки «Выполнить» и «Принять».

Окончательный вид траектории будет выглядеть как показано на рисунке.

Теперь траекторию можно проверить на столкновения и зарезы.

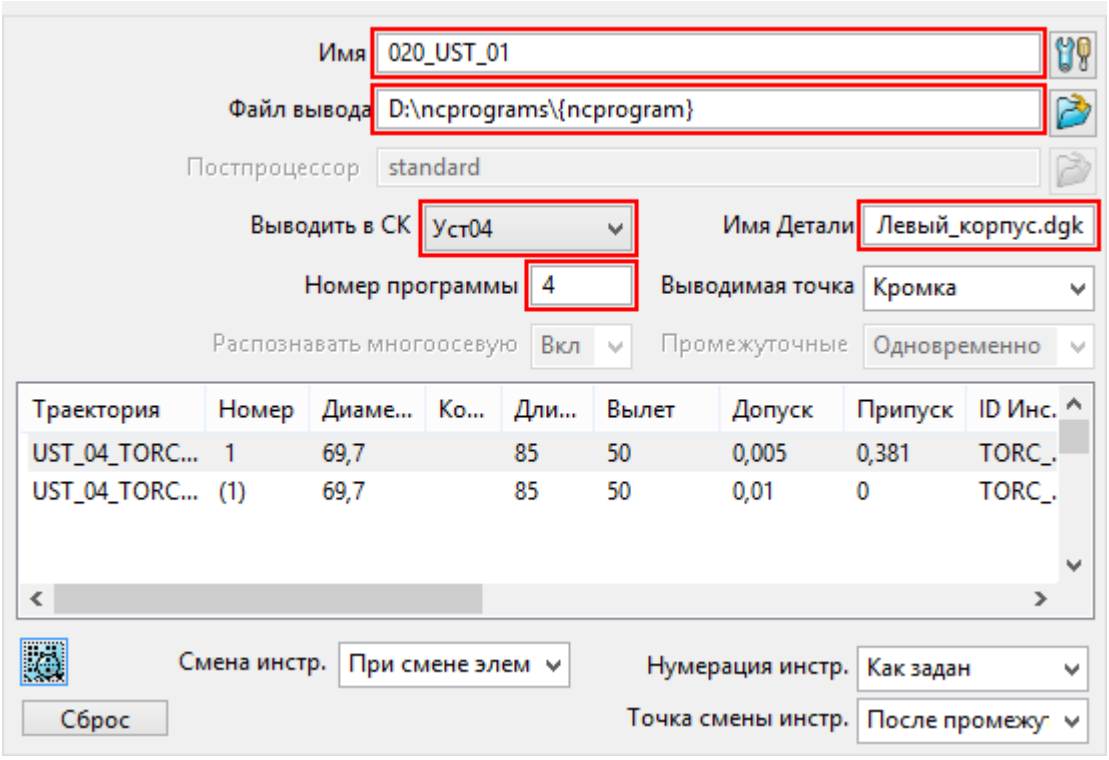
3.42 Создание траектории чистовой обработки базовой плоскости

Для создания траектории чистовой обработки достаточно выполнить последовательно следующие действия

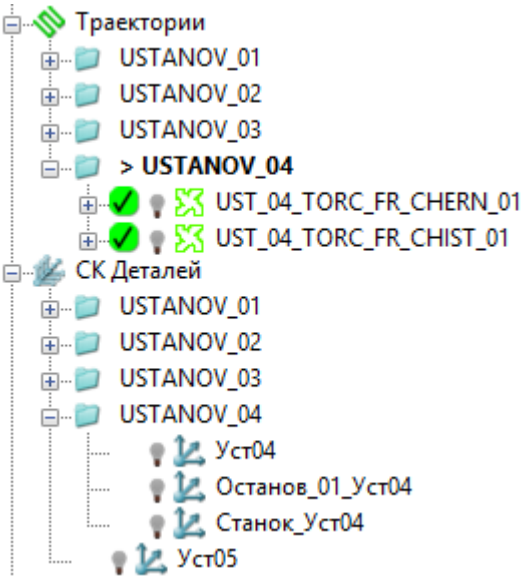
1. Создать копию траекторий «UST_04_TORC_FR_CHERN_01» и сместить ее вниз на 0,5 мм, воспользовавшись командой «Трасформировать» 
2. Переименовать полученную траекторию в «UST_04_TORC_FR_CHIST_01»
3. Изменить режимы резания в последней траектории с помощью соответствующей команды, выбрав «Тип» – «Чистовая»; «Операция» – «Обработка торцев», «Рабочую подачу» увеличить на 8%, «Подачу врезания» приравнять «Рабочей подаче».
4. Проверить полученную траекторию на столкновения и зарезы.

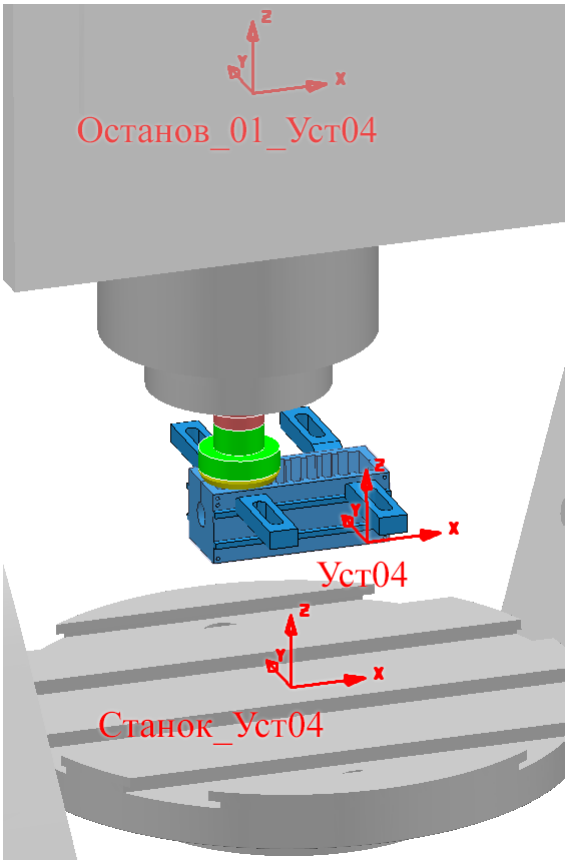
3.43 Создание NC-файла управляющей программы первого установа операции 020

Как и ранее перед созданием файла, необходимо организовать траектории и системы координат в папки «USTANOV_04».



Далее следует создать «NC файл» для первого установа операции 020 с помощью контекстного меню, добавить две траектории и ввести следующие параметры:





Так как в NC-файле всего две траектории, выполняемые в одной плоскости, то его допускается не проверять на столкновения и зарезы с элементами станка, однако, можно создать систему координат для привязки модели станка к модели детали, чтобы правильно понимать расположение заготовки относительно стола.

Как и раньше точка привязки станка создается копированием основной системы координат, в данном случае «Уст04». Новую систему координат следует переименовать в «Станок_Уст04» и сместить вниз, чтобы избежать столкновений шпинделя со столом во время обработки торцов. А для обработки торцов с обоих сторон, желательно чтобы заготовка симметрично располагалась относительно оси вращения С. Поэтому рекомендуется использовать следующие координаты относительного смещения: (-60; 26,5; -135).

По завершении обработки необходимо добавить точку останова «Останов_01_Уст04», которая будет иметь координаты относительно «Уст04» – (0; 300; 300).



Окончательный вид дерева NC-файла «020_UST_01» показан на рисунке.

3.44 Создание траекторий черновой и чистовой обработки плоскости под крышку

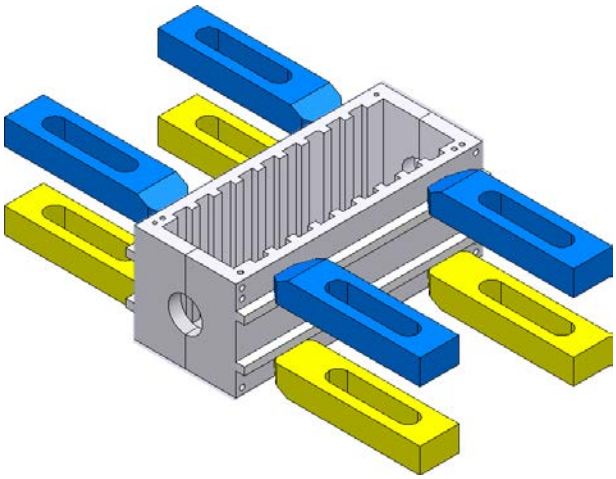
Все последующая обработка выполняется на пятом установе (на втором установе операции 020) после переворота заготовки.

Для выполнения переворота заготовки необходимо выполнить следующие действия:

1. Деактивировать все траектории;
2. Активировать систему координат «Уст05»;
3. Включить видимость слоя «020 Прижимы Уст05»;
4. Изменить припуски по умолчанию:
    a. Поверхности группы обработки 0 перенести в группу 7;

b. Поверхности из набора «020 Прижимы Уст05» добавить в группу обработки 0;

Набор	Режим	Припуск	Компоненты
0	Столкновения	0,5	52
1	Обработать	0	0
2	Обработать	0	0
3	Обработать	0	0
4	Обработать	0	0
5	Обработать	0	0
6	Обработать	0	0
7	Игнорировать	0	470
	Обработать	-	152

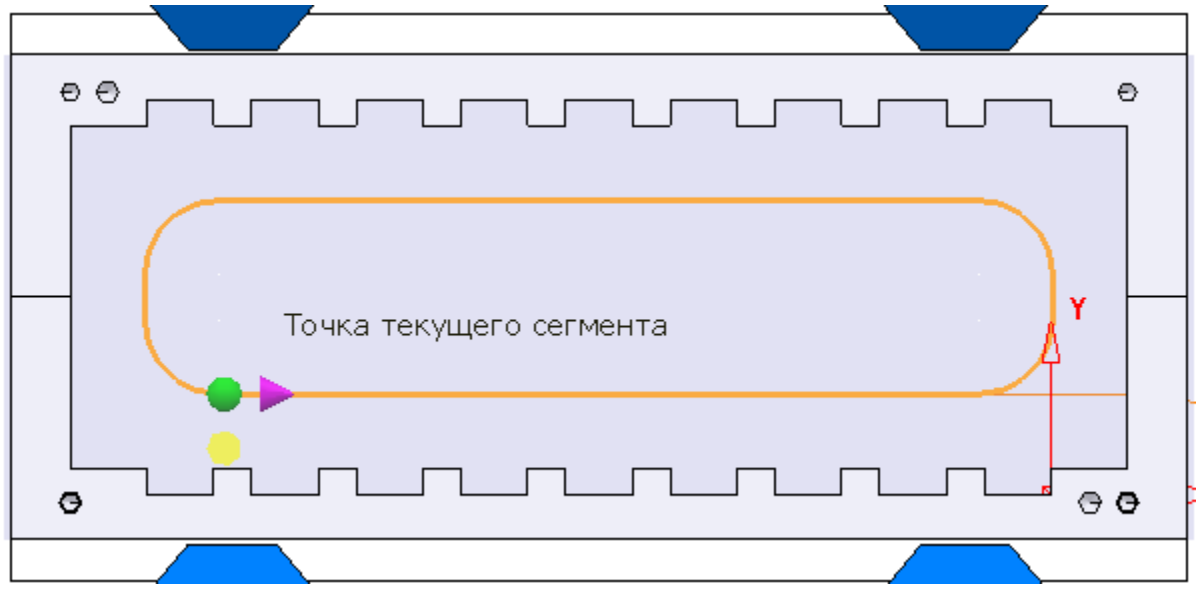


5. Установить безопасные высоты: «Безопасная Z» – 69 мм (5 мм над поверхностью заготовки); «Начальная Z» – 64,5 мм (0,5 мм высота врезания над поверхностью заготовки).

По завершении данных действий, рекомендуется скрыть слой «020 Прижимы Уст04».

Обработка верхней плоскости происходит аналогично базовой плоскости (траектории «UST_04_TORC_FR_CHERN_01» и «UST_04_TORC_FR_CHERN_01»), с использованием ранее созданного шаблона. Поэтому удобней всего будет скопировать траекторию черновой обработки «UST_04_TORC_FR_CHERN_01» и изменить параметры стратегии следующим образом:

- «Имя Траектории» – «UST_05_TORC_FR_CHERN_01»;
- на вкладке «СК Детали» – выбрать систему координат – Уст05;
- на вкладке «По профилю кривой»: «Нижний предел» – 63,5 мм;
- изменить точку начального сегмента и направление траектории с помощью инструмента «Изменение обрабатываемой части»  как показано на рисунке:



После завершения настройки траекторию можно вычислить и повторно проверить значения установленных безопасных высот. В случае необходимости установить их заново и проверить траекторию на столкновения и зарезы.

Траектория чистовой обработки создается также как и на предыдущем установе (посредством копирования «UST_05_TORC _FR_CHERN_01», ее смещением на 0,5 мм вниз и установкой необходимых режимов резания).

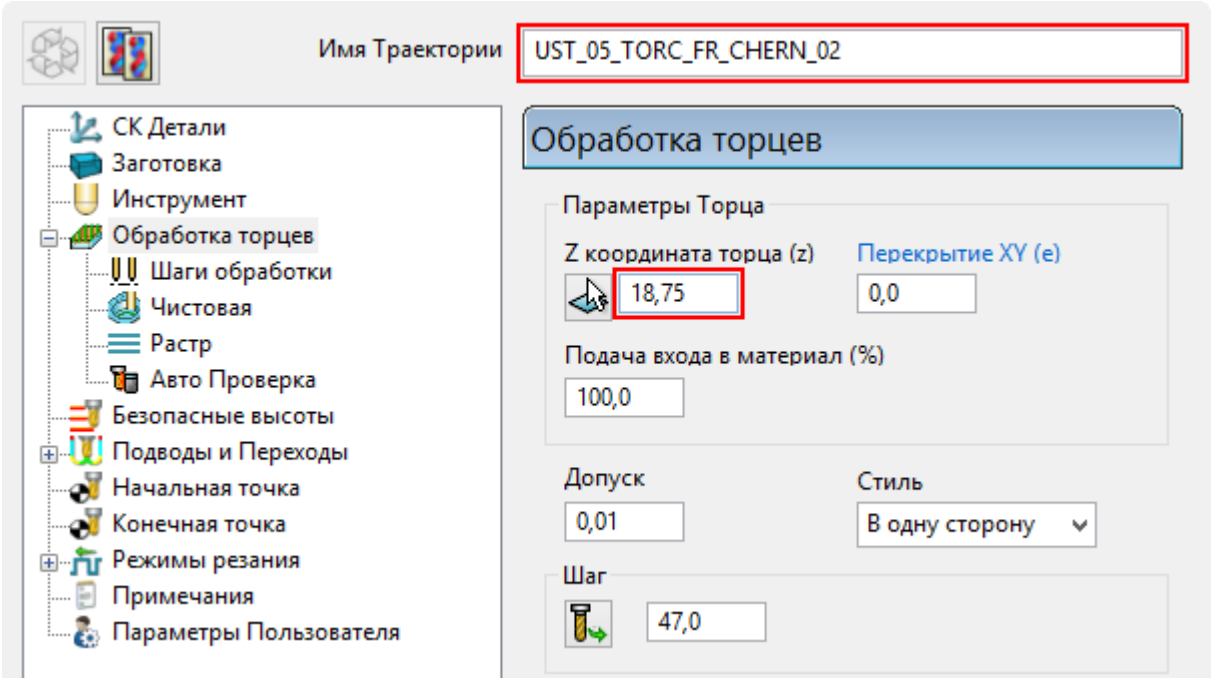
3.45 Создание траектории черновой обработки торцев корпуса

Обработка торцев корпуса происходит с поворотом стола, поэтому необходимо создать новые системы координат («Уст05_1» и «Уст05_2») в той же точки что и «Уст05»:

«Уст05_1» повернута относительно «Уст05» вокруг оси Y на 90° по часовой стрелке;

«Уст05_2» – вокруг оси Y на 90° против часовой стрелке и на 180° вокруг Z.

Стратегия для обработки первого торца «Обработка Торцев» настраивается следующим образом:



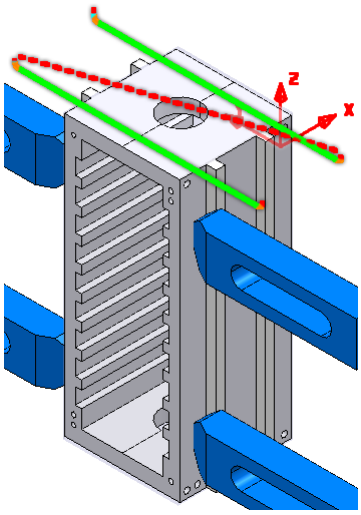
«Имя Траектории» – «UST_05_TORC_FR_CHERN_02»

«Z координата торца» – 18,75 мм (0,5 мм – припуск для чистовой обработки);

На вкладке «Растр»: «Угол растра» – 90°, чтобы резы были параллельны плоскости стола.

На вкладке «Режимы резания»: «Тип» – «Черновая»; «Операция» – «Обработка Торцев» «Подача врезания»= «Рабочая подача».

Безопасные высоты: «Безопасная Z» – 5 мм над поверхностью заготовки, «Начальная Z» – 0,5 мм над поверхностью заготовки.

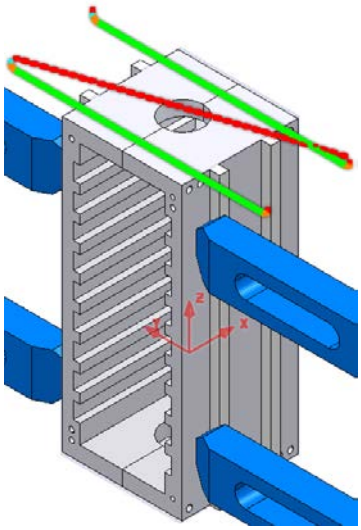


Подводы и отводы одинаковые и нужны для сглаживания переходов между горизонтальными и вертикальными движениями инструмента: тип – «Вертикальная дуга»; «Расстояние» – 0,5 мм; «Угол» – 90; «Радиус» – 2 мм. Продления отключены.

Чистовая траектория «UST_05_TORC_FR_CHIST_02» создается методами описанными ранее.

Для второго торца можно скопировать траек-

торию «UST_05_TORC_FR_CHERN_02» и изменить следующие параметры:



- «Имя Траектории» – «UST_05_TORC_FR_CHERN_03»;
- На вкладке «СК Детали» – выбрать систему координат – Уст05_2;
- «Z координата торца» – 140,25 мм (0,5 мм – припуск для чистовой обработки);
- Безопасные высоты: «Безопасная Z» – 5 мм над поверхностью заготовки, «Начальная Z» – 0,5 мм над поверхностью заготовки;

Аналогичным образом создается траектория чистовой обработки «UST_05_TORC_FR_CHIST_03».

По завершении все траектории проверяются на столкновения и зарезы.

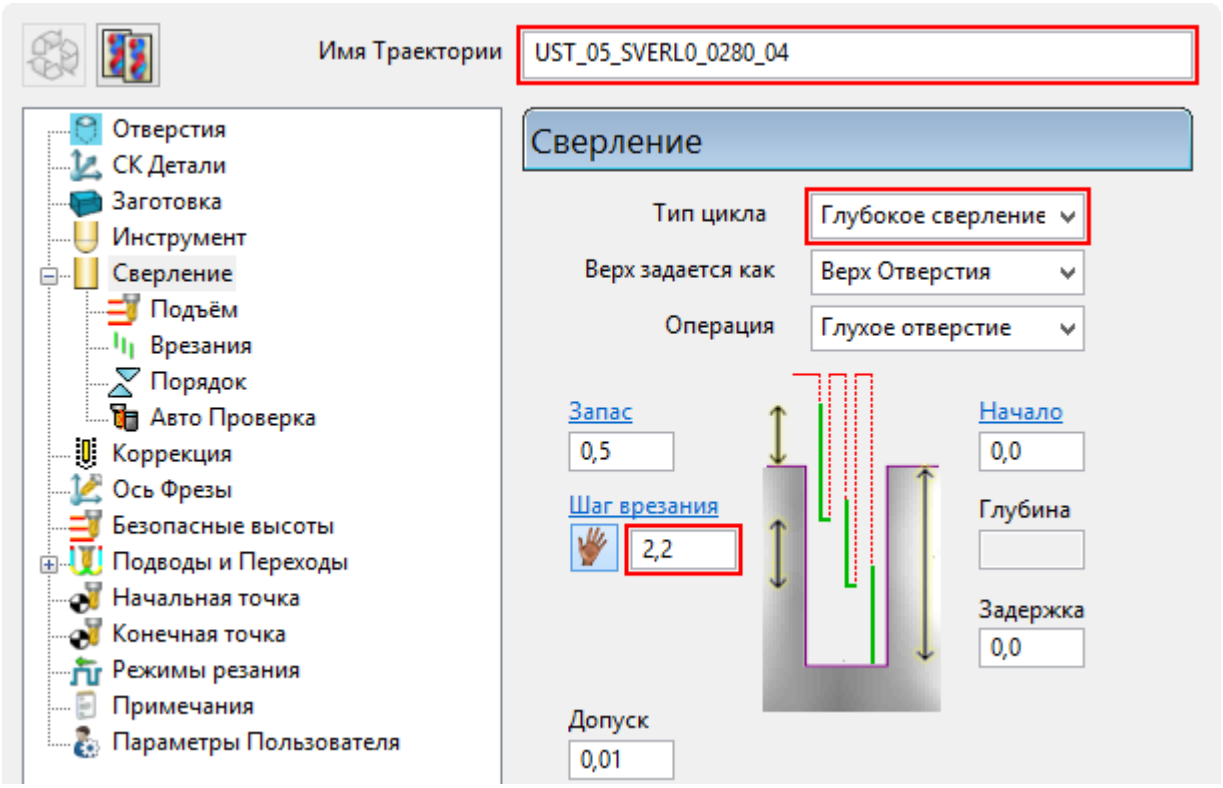
3.46 Создание траектории сверления 6 отверстий

Для создания траектории необходимо выполнить последовательно следующий набор действий:

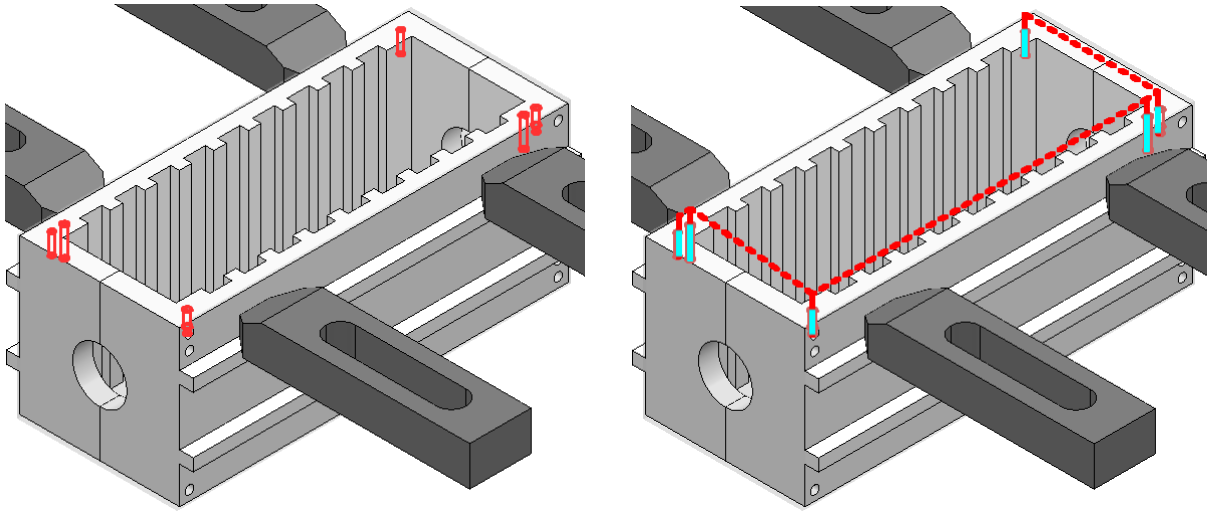
1. Деактивировать все траектории.
2. Активировать систему координат «Уст05» и инструмент «SVERLO_862.1-0280-022A1-GM GC34»
3. Распознать отверстия для сверления. При распознавании выбрать опцию «Составные отверстия»
4. Настроить и вычислить стратегию сверления

После распознавания получены следующие отверстия.

Стратегию для сверления отверстия следует настроить на обработку глубоких отверстий, как показано на рисунке.



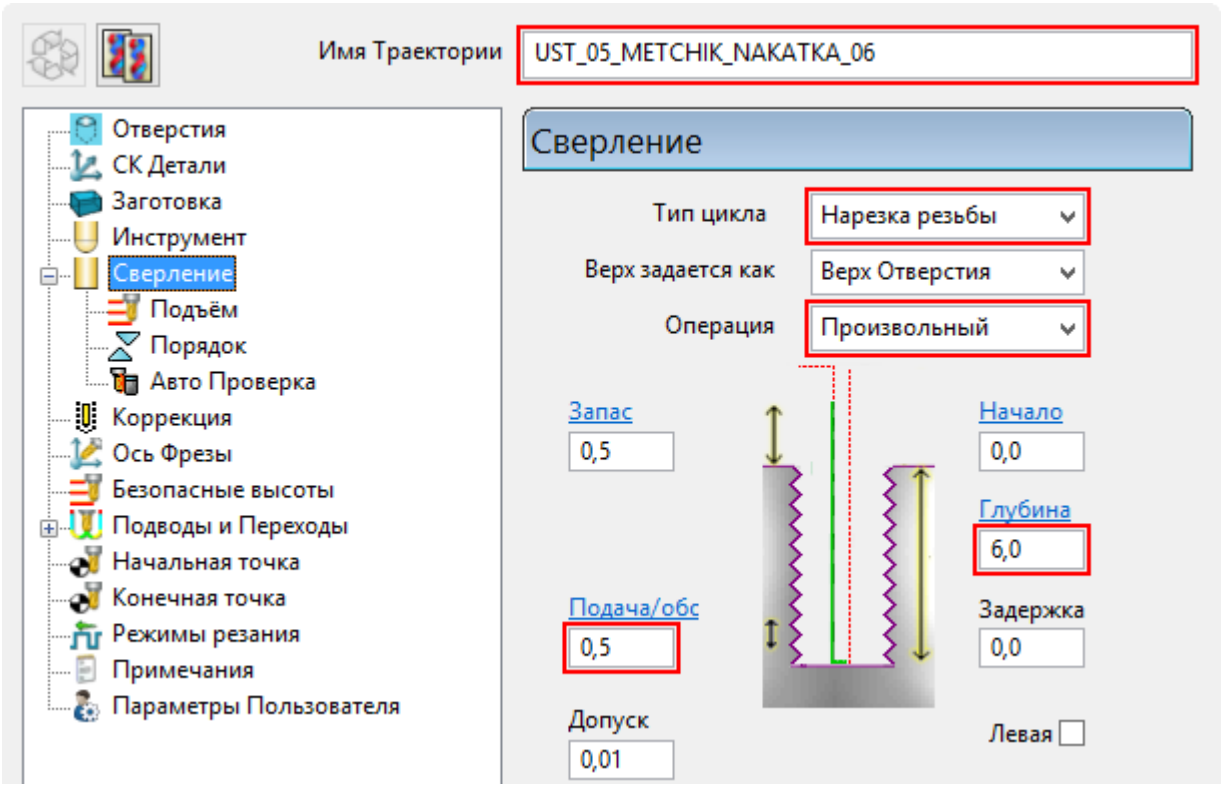
Из-за не совпадения диаметров сверла и отверстий в 3D-модели детали, вычисленная траектория будет иметь зарезы на некоторых отверстия, однако, чтобы не исправлять 3D-модель детали, данную ошибку можно проигнорировать.



По завершении траекторию следует проверить только на столкновения.

3.47 Создание траектории накатки резьбы метчиком в 4 отверстиях

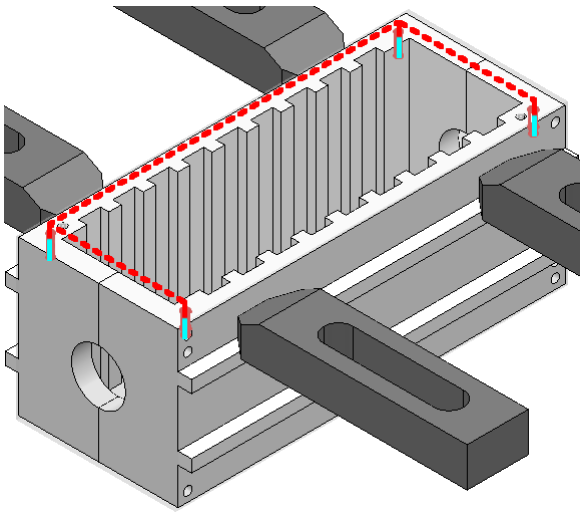
Стратегию для накатки резьбы следует настроить следующим образом.



«Операция» – «Произвольный». Установка данного значения позволяет вручную устанавливать глубину обработки

«Глубина» – 6 мм.

«Подача/оборот» – 0,5 мм (соответствует шагу резьбы).



На вкладке «Инструмент» необходимо выбрать «METCHIK_E091M3»

В диалоговом окне «Режимы резания» следует выбрать «Тип» – «Черновое», «Операция» – «Сверление», после сброса приравнять подачу врезания рабочей подаче и отключить подвод СОЖ.

Для вычисления следует выбрать четыре угловых отверстия.

Как и в предыдущем случае траекторию требуется проверить только на столкновения.

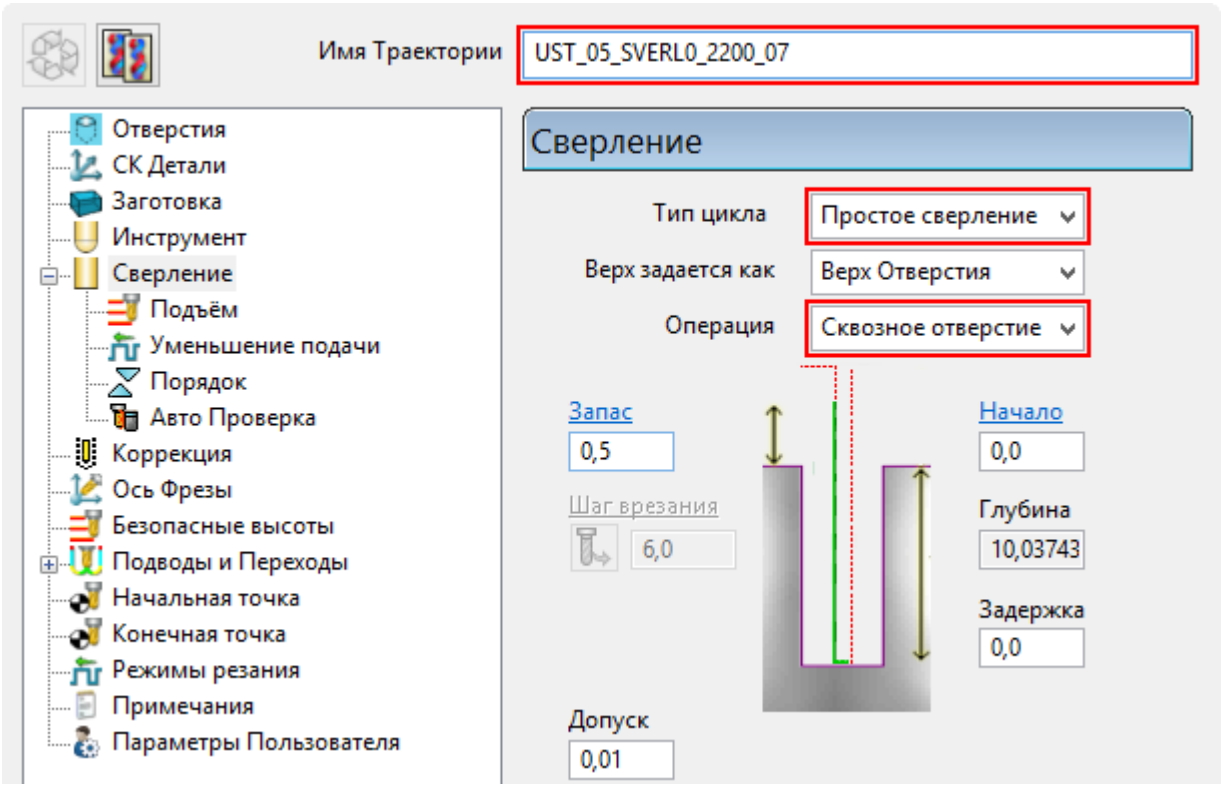
3.48 Создание траекторий обработки отверстий под подшипник

Обработка каждого из отверстий под подшипник проходит в два перехода: сверление и развертка.

Для создания траекторий сверления двух отверстий, будут использованы системы координат «Уст05_1», «Уст05_2».

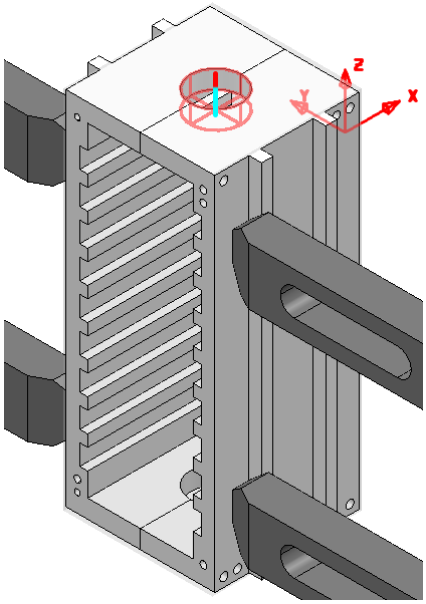
При активной системе координат «Уст05_1»:

1. Деактивировать все стратегии обработки и активировать инструмент «SVERLO_880-D2200L25-02»
2. Распознать отверстие для обработки.
3. Установить безопасные высоты: «Безопасная Z» – 5 мм над поверхностью заготовки; «Начальная Z» – 0,5 мм над поверхностью заготовки.
4. Установить режимы резания «Тип» – «Черновое», «Операция» – «Сверление», после сброса приравнять подачу врезания рабочей подаче.
5. Создать траекторию «UST_05_SVERLO_2200_07», настроив стратегию сверления следующим образом:

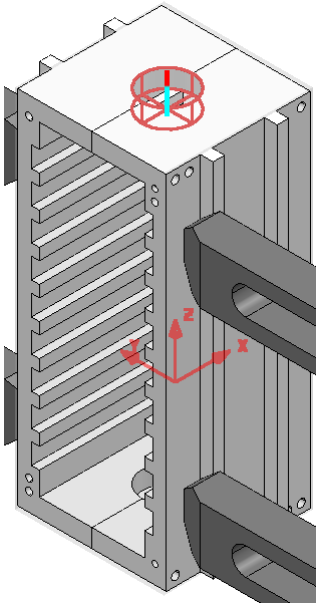


Полученные отверстия и сама стратегия представлены на рисунке ниже.

Для создания стратегии сверления второго отверстия можно скопировать траекторию «UST_05_SVERLO_2200_07», изменить систему координат на «Уст05_2», распознать новое отверстие и установить новые значения безопасных высот.



UST_05_SVERLO_2200_07



UST_05_SVERLO_2200_08

Переименовать полученную траекторию в «UST_05_SVERLO_2200_08»

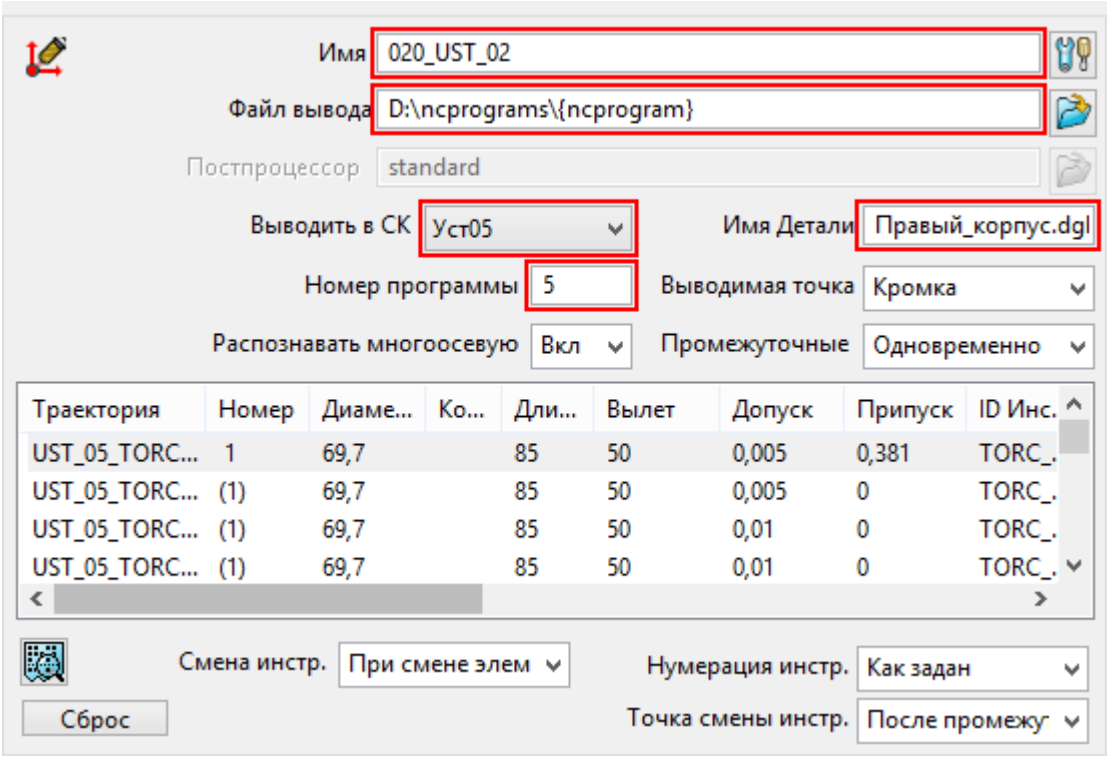
Стратегии развертки отверстий под подшипник можно получить скопировав траектории «UST_05_SVERLO_2200_07» и «UST_05_SVERLO_2200_08» и изменив в них инструмент (на «RAZVERT_830A-E06D2200H7S14»), режимы резания, тип цикла обработки (установив «Развертка») и переименовав в «UST_05_RAZVERT_2200_09» и «UST_05_RAZVERT_2200_10», соответственно.

Полученные траектории традиционно проверяются на столкновения и зарезы.

3.49 Создание NC-файла для второго установа операции 020

Перед созданием файла, необходимо организовать траектории и системы координат в папки «USTANOV_05».

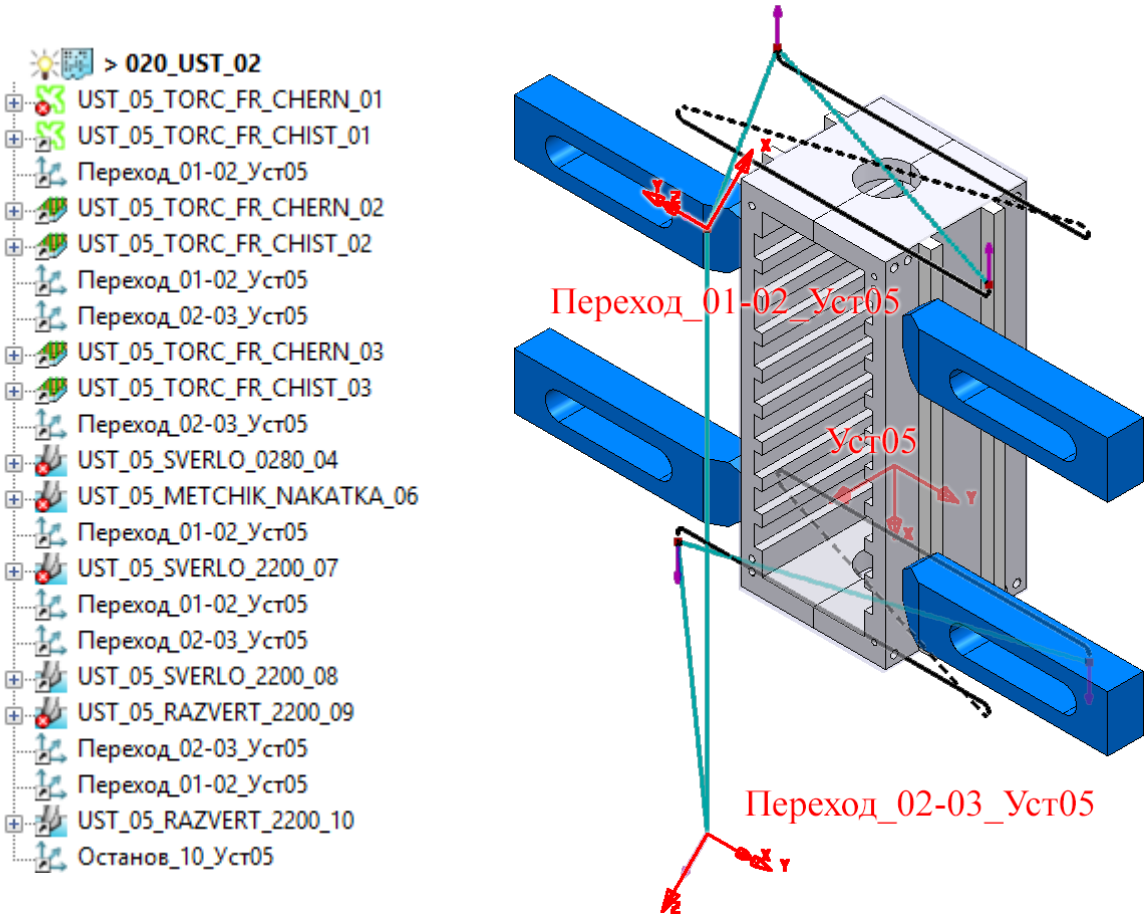
Далее следует создать «NC файл» для второго установа операции 020 с помощью контекстного меню, добавить все траектории и ввести следующие параметры:



До проверки NC-файла на столкновения и зарезы рекомендуется создать все необходимые промежуточные точки переходов:

1. После траектории «UST_05_TORC_FR_CHST_01» – «Переход_01-02_Уст05» (координаты относительно Уст05 – (55;46;130), поворот – вокруг оси Y на 45° по часовой стрелки);
2. После траектории «UST_05_TORC_FR_CHIST_02» – «Переход_01-02_Уст05» и затем «Переход_02-03_Уст05» (координаты относительно Уст05 – (180;46;130), поворот – вокруг оси Z на 180°, затем вокруг оси Y на 45° против часовой стрелки);
3. После траектории «UST_05_TORC_FR_CHIST_03» – «Переход_02-03_Уст05»;
4. После траектории «UST_05_METCHIK_NAKATKA_06» – «Переход_01-02_Уст05»;
5. После траектории «UST_05_SVERLO_2200_07» – «Переход_01-02_Уст05» и затем «Переход_02-03_Уст05»;
6. После траектории «UST_05_RAZVERT_2200_09» – «Переход_02-03_Уст05» и затем «Переход_01-02_Уст05»;

7. После траектории «UST_05_RAZVERT_2200_10» – «Переход_01-02_Уст05» и затем «Останов_10_Уст05» (координаты относительно Уст05 – (0;300;300));



После настройки промежуточных точек и расстановки их в NC-файле, необходимо создать точку привязки станка с помощью команды копирования основной системы координат («Уст05»). Новую систему координат следует переименовать в «Станок_Уст05» и сместить по координатам (-60; 26,5; -135).

Проверка управляющей программы на столкновения элементов станка между собой и на зарезы с заготовкой и прижимами во время промежуточных переходов не выявила проблем.

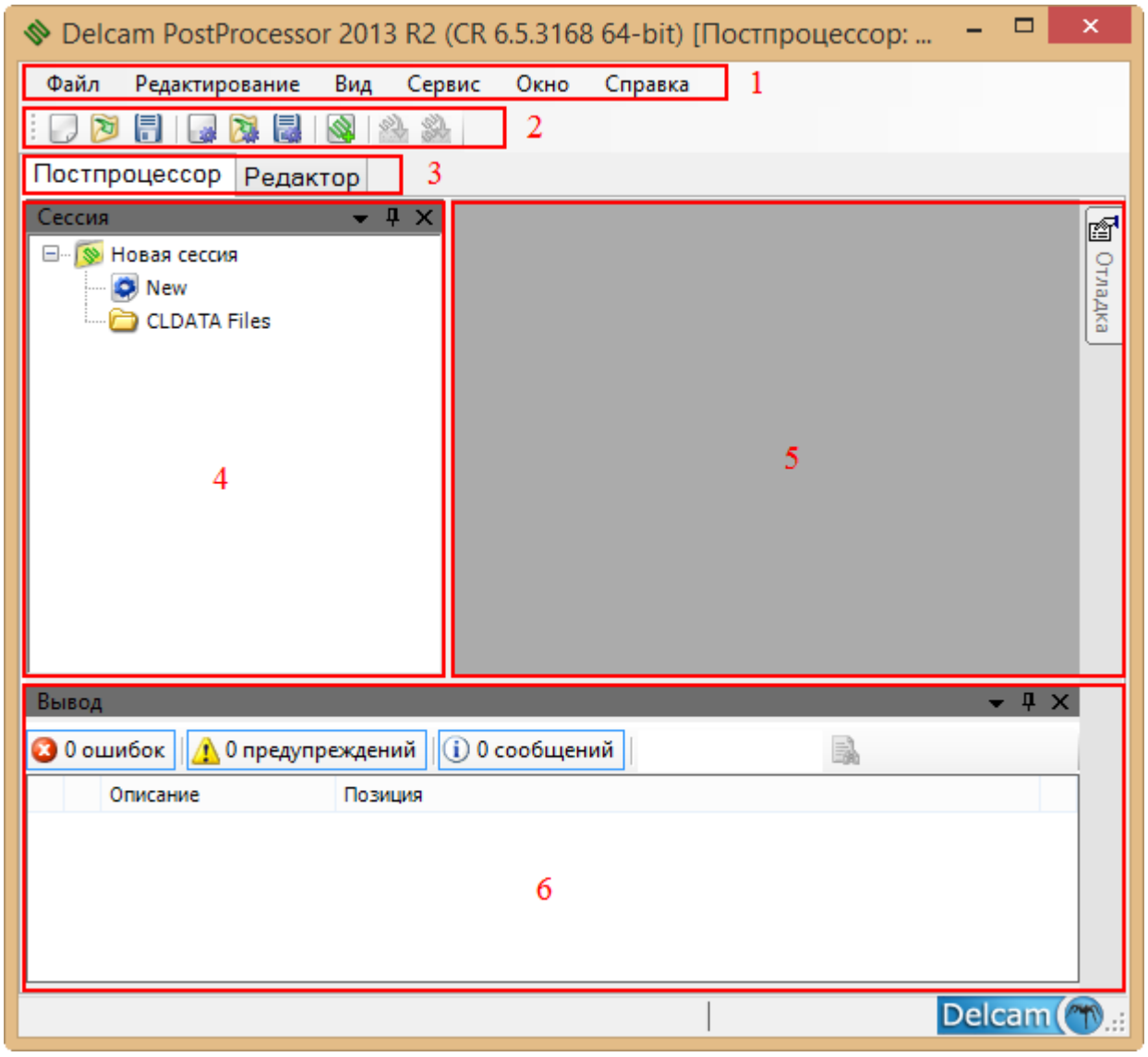
3.50 Постпроцессирование файлов управляющей программы

Как и говорилось ранее из-за отсутствия опционного файла на станок HAAS с наклонно-поворотным столом, для его создание необходимо вос-

пользоваться внешним модулем от фирмы Delcam – PostProcessor, в котором будет выполняться окончательное постпроцессирование и настройка опционного файла. Для выполнения постпроцессирования необходимо записать управляющие программы во внешние файлы. Чтобы это сделать, нужно из контекстного меню «NC-файлы» выбрать команду «Записать все». Полученные файлы будут сохранены в указанные ранее папки с расширениям *.cut.

Далее следует запустить программу PostProcessors.

Окно программы PostProcessors представлено ниже. Программа состоит из следующих элементов



1 – панель меню;

2 – главная панель инструментов;

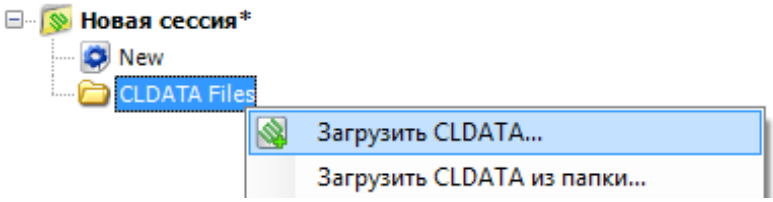
3 – вкладки режимов;

4 – дерево сессии;

5 – окно просмотра;

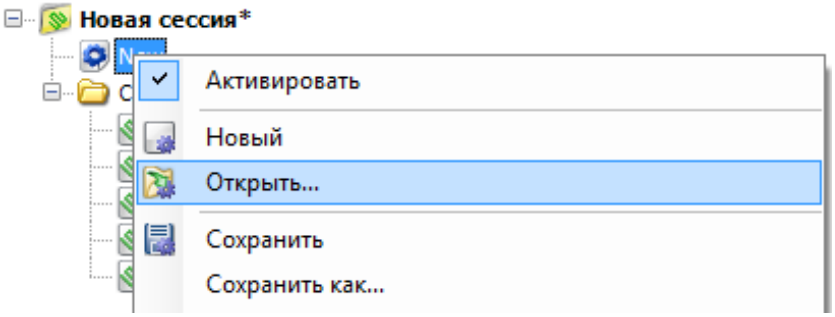
6 – окно сообщений.

Чтобы загрузить файлы для постпроцессирования, необходимо воспользоваться командой «Загрузить CLDATA» из контекстного меню «CLDATA Files» в дереве сессии.



В появившемся диалоговом окне следует выбрать все файлы с расширением «*.cut», полученные из PowerMill.

Чтобы не создавать опционный файл сначала, можно воспользоваться уже имеющимся и его доработать. Для загрузки опционного файла необходимо воспользоваться командой «Открыть» из контекстного меню опционного файла в дереве сессии (в качестве базового файла рекомендуется использовать «haas.pmoptz»).



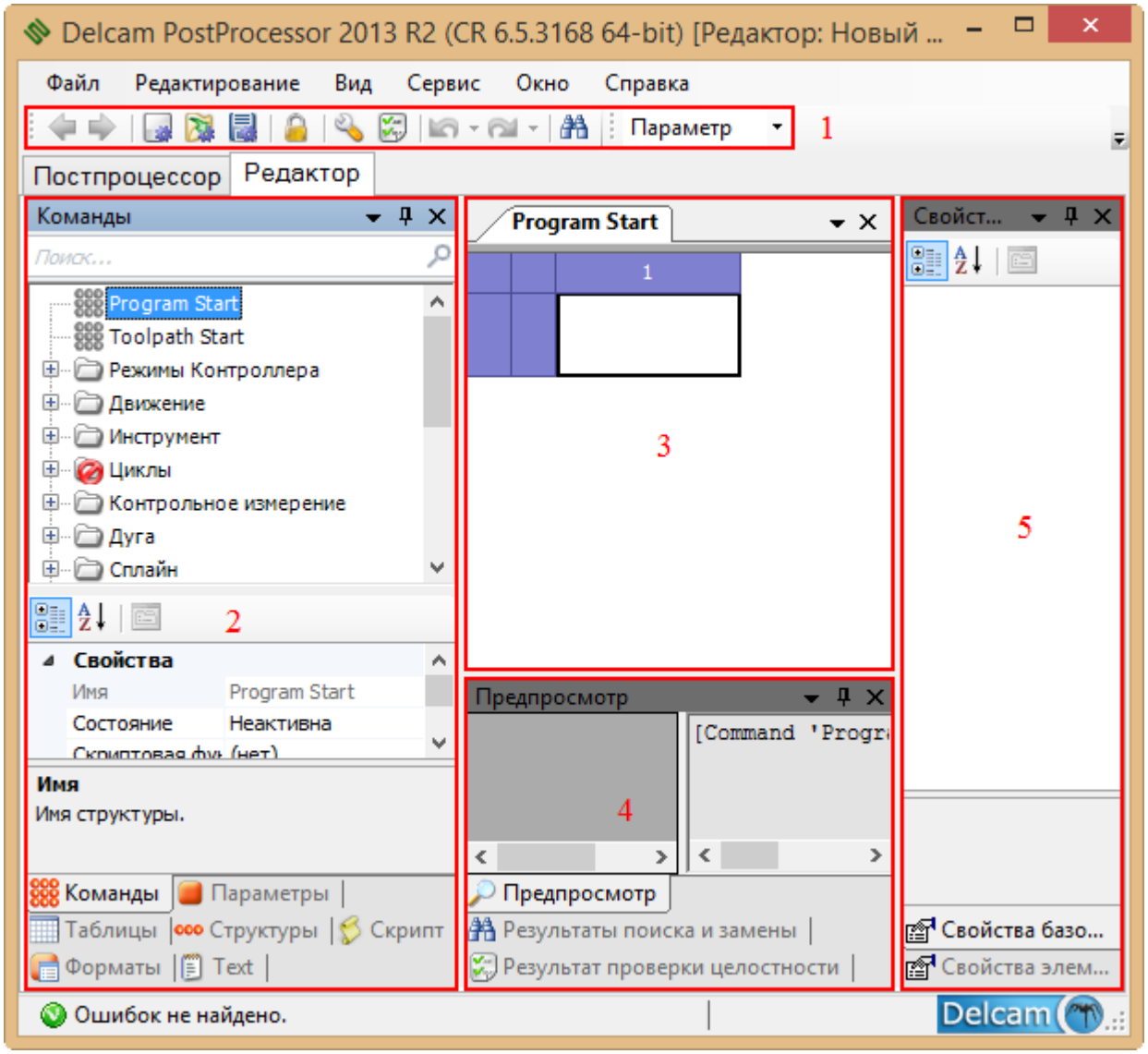
Для обеспечения в будущем возможности в дальнейшей работы с набором данных cut-файлов и опционным файлом постпроцессора, сессию необходимо сохранить с помощью кнопки «Сохранить сессию»  из главной панели инструмента (имя сессии «HAAS 3+2»).

Кроме того, чтобы оставить базовый опционный файл «haas.pmoptz» без изменение, его следует сохранить отдельно с именем

«HAAS_3+2.pmoptz» с помощью команды «Сохранить как…» из контекстного меню опционного файла.

Теперь для внесения изменений в опционный файл необходимо перейти в режим «Редактор» с помощью вкладок выбора режима.

В режиме редактора, программа имеет следующий вид:



1 – главная панель;

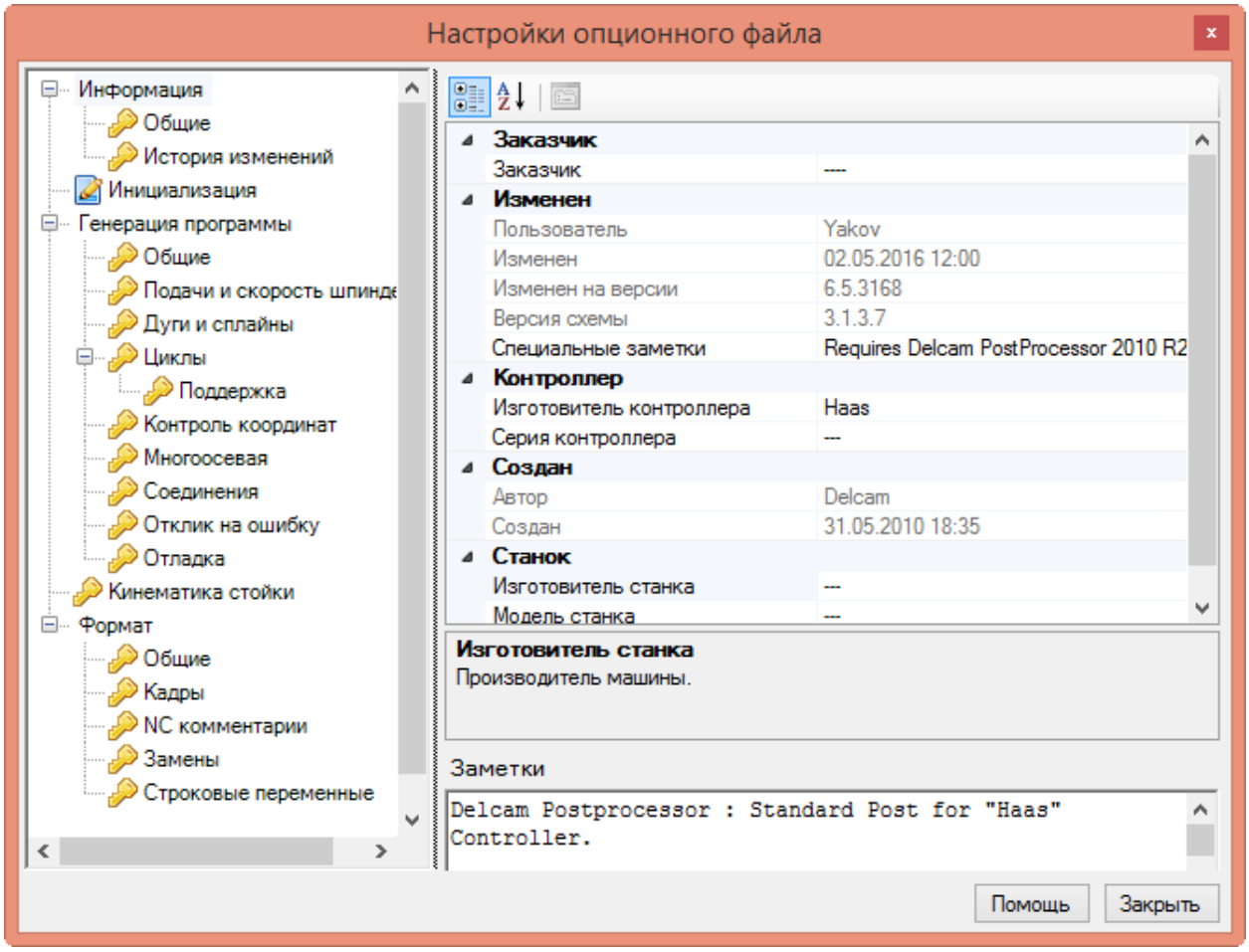
2 – проводник опционного файла;

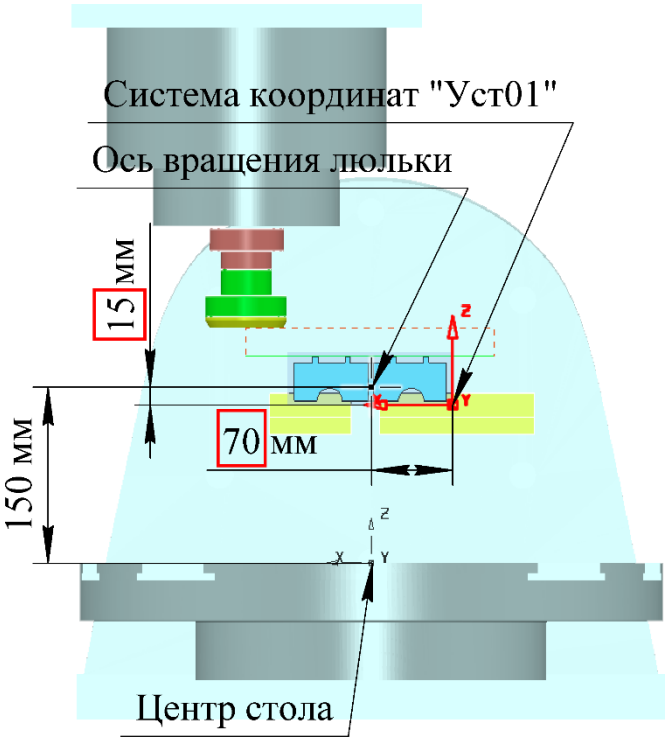
3 – окно просмотра;

4 – окно предварительного просмотра;

5 – окно свойств.

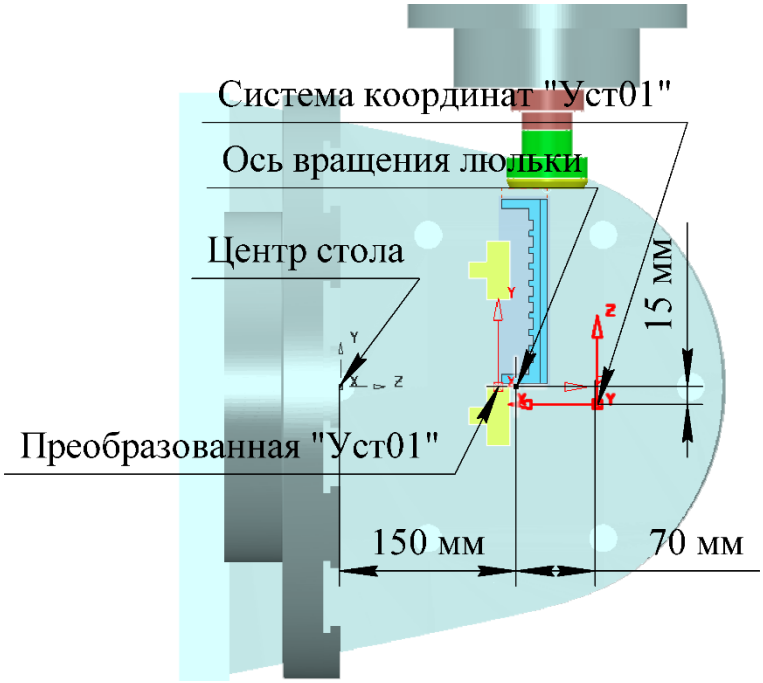
Первый этап настройки опционного файла, является настройка его свойств, получить доступ к которым можно с помощью кнопки «Настройки опционного файла…»  из главной панели.





Обычно, современные системы ЧПУ могут отслеживать поворот системы координат при работе в режиме 3+2 и постпроцессор записывает координаты фрезы в конечный файл управляющей программы с учетом такой возможности. Однако, для упрощения работы с наклонно-поворотным столом не следует надеяться на подобную функ-

цию, а подготовить управляющую программу в которой система координат остается неподвижной, а при повороте стола постпроцессор пересчитывает положение обрабатываемой заготовки с учетом геометрических параметров наклонно-поворотного стола.



На рисунке демонстрируется возможность преобразования системы координат. «Система координат «Уст01» – исходная, которая настраивается перед установкой заготовки. «Преобразованная «Уст01» – та система координат, относительной которой прописана траектория обработки и которая может быть получена при обработке программы постпроцессором.

Чтобы преобразования перемещений фрезы проходили корректно, необходимо правильно задать положение оси вращения люльки и поворота стола относительно рабочей системы координат.

На вкладке «Кинематика стойки» в списке «Kinematics Model» необходимо выбрать «Внешний MTD» и в появившемся окне открыть тот же файл, который был использован при проверке столкновений со станком – «table-table.mtd». В настройках постпроцессора предполагается что, рабочая система координат будет совмещена с точкой привязки детали (с центром стола) и соответственно координаты всех осей настроены относительно этой точки. Поэтому в таблице с параметрами кинематических цепей следует скорректировать значения 1ой и 2ой поворотных осей с учетом фактического положения рабочей системы координат. На рисунке по-

казаны положения осей для операции 010, поэтому значения в таблицу следует вписать следующим образом:

Порядок	Параметр	Напра...			Положение			Ориен...			Пределы		
		I	J	K	X	Y	Z	U	V	W	Мин	Нач...	Макс
Стол					0	0	0						
1ая поворот...	Machine B	0	0	1	70	0	0				-99999	0	99999
2ая поворот...	Machine A	-1	0	0	0	0	15				-120	0	20
Шпиндель		0	0	1	0	0	600	1	0	0			
1ая линейн...	Machine X	1	0	0							-99999	0	999999
2ая линейн...	Machine Y	0	1	0							-99999	0	999999
3я линейна...	Machine Z	0	0	1							-99999	600	999999

Для операции 020 будет использовано другое приспособление, поэтому координаты примут вид:

Порядок	Параметр	Напра...			Положение			Ориен...			Пределы		
		I	J	K	X	Y	Z	U	V	W	Мин	Нач...	Макс
Стол					0	0	0						
1ая поворот...	Machine B	0	0	1	-60	26,5	0				-99999	0	99999
2ая поворот...	Machine A	-1	0	0	0	0	15				-120	0	20
Шпиндель		0	0	1	0	0	600	1	0	0			
1ая линейн...	Machine X	1	0	0							-99999	0	999999
2ая линейн...	Machine Y	0	1	0							-99999	0	999999
3я линейна...	Machine Z	0	0	1							-99999	600	999999

На вкладке «Многоосевая» поставить значения «Нет» для опций «Линеаризовать многоосевые перемещения» и «Линеаризация соединений». После чего окно «Настройки опционного файла» можно закрыт.

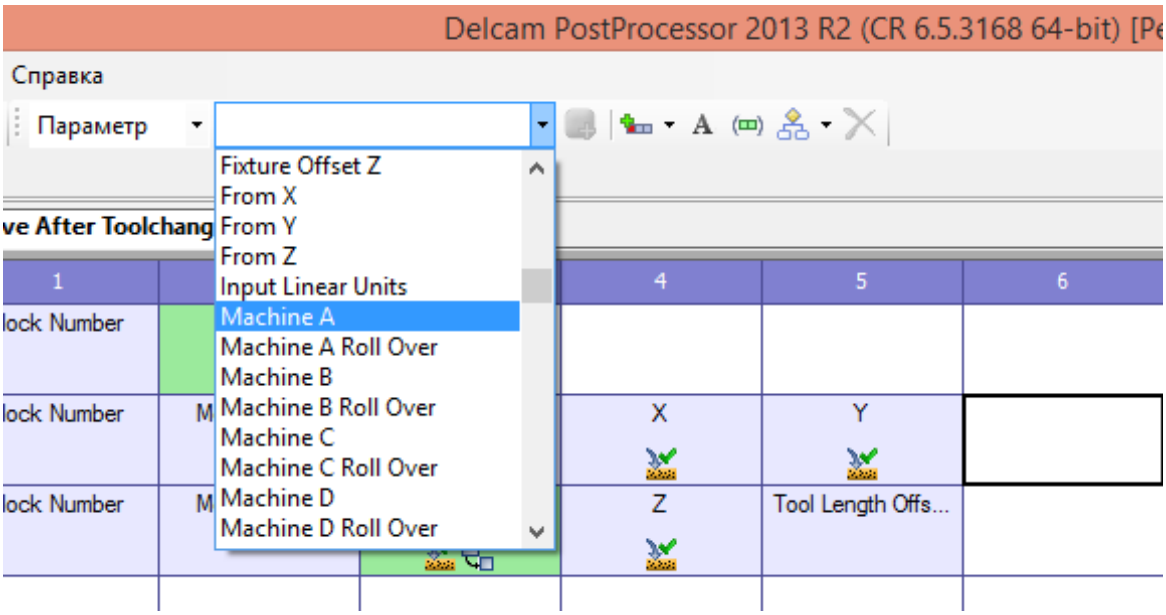
Таким образом, новые настройки позволяют обрабатывать файлы содержащие многоосевую обработку, однако на текущий момент значения угловых координат не будут попадать в конечный файл управляющей программы. Чтобы это исправить, необходимо отредактировать основные команды.

В дереве опционного файла в категории «Движение» необходимо

		1	2	3	4	5	6
1		Block Number	'G54'				
2		Block Number	Motion Mode	Cutter Compens...	X	Y	
3		Block Number	Motion Mode	'G43'	Z	Tool Length Offs...	

выбрать команду «First Move After Toolchange» (первое перемещение после смены инструмента). В окне просмотра появится таблица с кадрами, входящими в данную команду.

Во втором кадре после вывода параметров X и Y необходимо добавить два параметра угловых перемещения. Для этого необходимо выделить прямоугольник после координаты Y и в главной панели выбрать параметр



«Machine A». Данный параметр появится в пустом прямоугольнике. Также следует добавить параметр «Machine B».

В окне предварительного просмотра можно увидеть, что перед параметрами X и Y выводится соответствующая буква обозначения координат-

		1	2	3	4	5	6	7
1		Block Number	'G54'					
2		Block Number	Motion Mode	Cutter Compens...	X	Y	Machine A	Machine B
3		Block Number	Motion Mode	'G43'	Z	Tool Length Offs...		

ной оси, а перед A и B таковой нет.

Чтобы это исправить необходимо в окне просмотра выделить прямоугольник с параметром «Machine A» и в окне свойств в строке «Префикс» написать букву «A». В этом же окне, раскрыть строчку «формат» и в стро-

ке «Вывод в программу» установить значение «Если изменен». Аналогичным образом следует настроить параметр «Machine B».

Было:

```
N5 G54
N10 G1 X0 Y0 0 0
N15 G43 Z0 H0
```

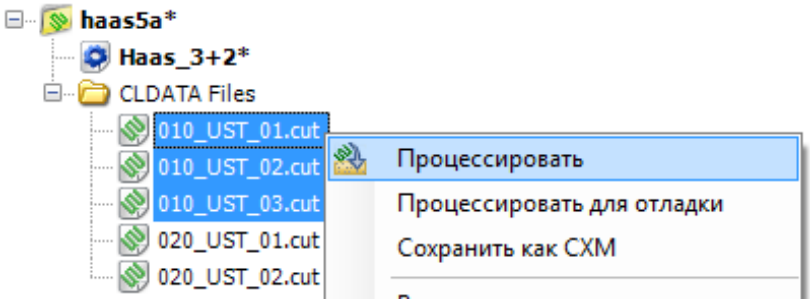
Стало:

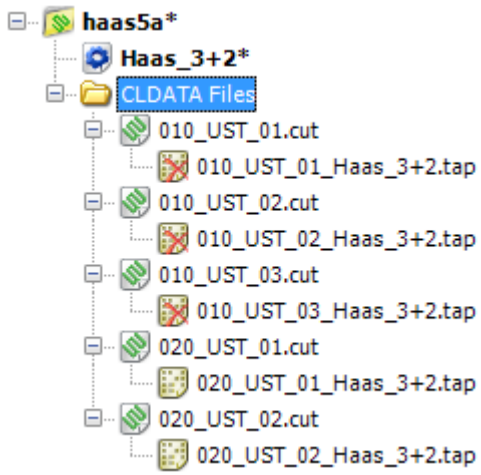
```
N5 G54
N10 G1 X0 Y0 A0 B0
N15 G43 Z0 H0
```

Таким же образом следует добавить координаты A и B в команды «Move Rapid» и «Move Linear».

На этом настройка опционного файла окончена. Теперь необходимо сохранить опционный файл и выполнить постпроцессирование NC файлов операции 010.

Для этого следует вернуться в режим «Постпроцессор» (с помощью вкладок выбора режимов) выбрать файлы «010_UST_01.cut», «010_UST_02.cut», «010_UST_03.cut», и из контекстного меню выбранных файлов, запустить команду «Процессировать»





Под каждым «cut-файлом» появится созданный NC-файл в требуемом формате и с учетом кинематики станка, которая была только что настроена. Эти же файлы были сохранены в папку где лежат исходные «cut-файлы».

Для получения NC-файлов для операции 020 перед процессированием необ-

ходимо настроить таблицу кинематических цепей как указано выше. После этого можно постпроцессировать оставшиеся файлы.

Созданные файлы управляющей программы можно передавать на станок и выполнять обработку деталей.

Таким образом полученный опционный файл можно использовать непосредственной из среды PowerMill при условии полного совпадения относительного положения осей вращения и рабочей системы координат, в противном случае, данную позицию придется корректировать в программе Postprocessor.

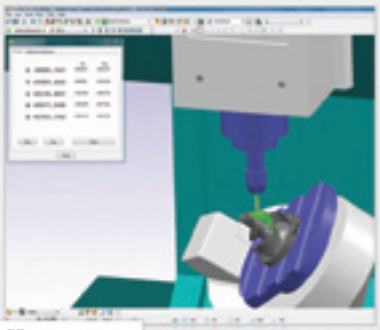
Готовый опционный файл «Haas2016_3+2.pmoptz» можно найти в папке «PostProcessors».

Список литературы

1. // Веб-сайт фирмы Sandvick Coromant: [сайт]. [2015]. URL: http://www.sandvik.coromant.com/ (дата обращения: 09.09.2015).
2. // Веб-сайт фирмы Walter: [сайт]. URL: http://www.walter-tools.com/ru-ru/pages/default.aspx
3. Дальский А.М. Справочник технолога-машиностроителя. Vol 2. Москва: Машиностроение 1, 2003.
4. // ООО "ТД "ВМП". Станки по металлу. Оснастка и приспособления.: [сайт]. [2014]. URL: http://td-vmp.ru/ (дата обращения: 05.01.2016).
5. // Веб-сайт компании "Нормис": [сайт]. [2010]. URL: http://normis.com.ua/ (дата обращения: 10.09.2015).
6. Delcam plc. Справочное руководство к программе PowerMill Pro 2016. Бирмингем: 2016. CHM-документ.
7. Delcam plc. PowerMill Training Courses. Бирмингем: 2013. PDF-документ.

PowerMILL 2012

PowerMILL 2012 - Что нового



PowerMILL 2012 - Что нового

Delcam TV



www.delcam.tv

PowerMILL Learning Zone



PowerMILL Learning Zone

PowerMILL Website



www.powermill.com

THE QUEEN'S AWARDS FOR ENTERPRISE: INNOVATION 2010

THE QUEEN'S AWARDS FOR ENTERPRISE: INTERNATIONAL TRADE 2011

Powering your productivity

Delcam Headquarters | Small Heath Business Park | Birmingham | B10 0HJ | UK
+44 (0)121 766 5544 | marketing@delcam.com | www.delcam.com

To contact your local reseller, visit **www.delcam.com/resellers**

© Copyright Delcam plc 2011. All other trademarks are the property of their respective owners.