

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.04.05 Конструкторско–технологическое обеспечение машиностроительных
производств

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Цифровые процессы и системы автоматизированного машиностроения

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Разработка технологических процедур по проектированию операций
токарной и фрезерной обработки в пакете ADAM для Компаса 3D

Обучающийся

О.А.Полячков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., доцент Л.А.Резников

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ и состояние вопроса	7
1.1 Программирование обработки деталей в пакете T-FLEX CNC	7
1.2 Программирование обработки деталей в пакете ADEM CAM	10
1.3 Программирование обработки деталей в пакете GeMa-3D	13
1.4 Программирование обработки деталей в пакете Техтран	16
1.5 Программирование обработки деталей в пакете СПРУТКАМ.....	19
1.6 Программирование обработки деталей в пакете САРУС.PLM.....	22
1.7 Формулировка целей и задач работы.....	26
2 Программирование обработки деталей в ADEM CAM.....	27
2.1 Общий обзор интерфейса.....	27
2.2 Программирование обработки деталей в режиме Фрезерование 2.5х ...	29
2.2.1 Определение исходных параметров обработки	30
2.2.2 Определение режима работы шпинделя и привода его подачи	32
2.2.3 Определение схемы обработки детали	33
2.2.4 Определение стратегии врезания и коррекций к нему	34
2.2.5 Определение стратегии подвода и отвода инструмента	35
2.2.6 Выбора параметров рабочей зоны обработки	36
2.2.7 Выбора параметров инструмента	38
2.2.8 Дополнительные настройки	39
2.2.9 Определение исходных параметров при точении	40
2.3 Программирование обработки деталей в режиме Фрезерование 3х	40
2.4 Программирование обработки деталей в режиме Сверление	41
2.5 Программирование обработки деталей в режиме Точение	42
2.5.1 Определение исходных параметров при растачивании.....	43
2.5.2 Определение исходных параметров для подрезки торцев	43
2.5.3 Определение исходных параметров при осевом сверлении.....	44
2.5.4 Выбор параметров для определения начальной точки	45
2.5.5 Выбор параметров для определения безопасной позиции	46

2.5.6	Выбор параметров для определения плоскости XX.....	46
2.5.7	Выбор параметров для определения инструмента	46
2.5.8	Выбор параметров для определения заготовки	46
3	Программирование фрезерной обработки детали звезда 1 в ADEM CAM..	47
3.1	Определение тела заготовки для детали.....	47
3.2	Задание начальной точки обработки.....	54
3.3	Выбор параметров плоскости XX	57
3.4	Создание режущего инструмента.....	57
3.5	Настройка отображение заготовки в древе ADEM CAM	59
3.6	Выбор параметров фрезерования припуска заготовки с помощью контура плоскость.....	60
3.7	Выбор параметров фрезерования внутренних поверхностей с помощью операции «Колодец»	69
3.8	Выбор параметров фрезерования внешних контуров с помощью операции стенка	82
3.9	Выбор параметров фрезерования с помощью операции уступ.....	92
3.10	Выбор параметров фрезерования фасок заготовки	96
3.11	Выбор параметров обработки отверстий.....	102
4	Программирование токарной обработки детали крепёж в ADEM	110
4.1	Выбор параметров позиционирования заготовки	110
4.2	Выбор параметров точения торца	115
4.3	Выбор параметров точения контура детали.....	122
4.4	Выбор параметров фрезеровки лыски и фрезеровки отверстия	129
4.5	Обработка отверстия с помощью операции колодец.....	133
4.6	Выбор параметров проточки уступа с помощью операции расточить	136
4.7	Обработка уступа с помощью операции расточить	141
	Заключение	148
	Список используемой литературы и используемых источников.....	149
	Приложение А – Эскиз «Звезда 1»	153
	Приложение Б - Эскиз «Крепёж»	154

Введение

В современных реалиях, когда множество иностранных компаний ушло с российских рынков спрос на отечественные САМ возрос. Множество организаций самых разных направлений долгое время отдавали предпочтение западным разработчикам ПО САМ систем, что в свою очередь привело к неосведомлённости в рынке Российских продуктов в области САМ систем. В свою очередь сейчас это накладывает ограничение на производство, в виде перехода на новую систему что включает в себя не только покупку ПО, но и переход всех тех процессов под новое ПО, а также переквалификацию персонала для работы с новыми программами. К сожалению, в отличие от западных аналогов, в русском сегменте САМ систем отсутствует поэтапное обучение работы, а та информация, которая есть представляет собой отрывки видео с YouTube или пособие, вшитое в саму программу, которое не несёт полной картины для того чтобы начать заниматься в новой среде.

Цель данной магистерской диссертации, написать тех процесс на отечественном программном обеспечении и составить инструкцию, которая расскажет азы работы в новой САМ системе, после которого будет сформирован алгоритм действий для написания программ самостоятельно.

Что такое САМ система?

Компьютерное производство и проектирование (CAD/CAM) - это два виртуальных процесса, которые позволяют настраивать тонкую настройку для токарной и фрезерной обработки. Конечная геометрия обрабатываемой детали может быть предсказана с помощью цифровых инструментов проектирования и производства, которые моделируют процесс резания после определения исходной детали, инструмента, относительного движения между деталью и инструментом (траектории) и условий резания. Долгое время CAD/CAM оставалась высокотехничной, передовой областью, использующей аппаратные (компьютеры) и программные ресурсы, которые в то время были очень дорогими; до конца 1960-х годов компьютерное проектирование и

производство (CAD/CAM) было ограничено определенными компаниями, такими как Lockheed Martin, Boeing, McDonnell Douglas и General Motors. Сегодня, благодаря широкому применению этих передовых технологий обработки, данный процесс резания стал одним из самых распространенных в промышленности. Станки с числовым программным управлением (ЧПУ) - это обрабатывающие станки, содержащие программируемую автоматику, которая управляет относительными перемещениями между инструментом и заготовкой с точки зрения положения и скорости. В результате управление относительным положением инструмента и заготовки в сочетании с соответствующей геометрией активной части инструмента, которая становится все более высокопроизводительной (материалы, острота кромок), позволило изготавливать геометрически очень сложные детали, которые невозможно было бы изготовить на обычном станке. С другой стороны, числовое программное управление позволило увеличить производительность производственного подразделения благодаря автоматическому выполнению последовательностей обработки, полученных с помощью автоматизированного производства (CAM). CAM предоставляет файл, который может быть выполнен станком с ЧПУ на основе изготовления детали с помощью инструмента моделирования. Этот файл содержит точки траектории движения инструмента, множество задач обработки и различные смены инструмента, необходимые для получения детали, спроектированной в системе автоматизированного проектирования (CAD). Действительно, время выполнения последовательности операций обработки значительно сократилось благодаря такой совместимости.

Для реализации этих процедур требуется цифровая поддержка с целью упрощения задачи программиста и экономии времени. Поэтому издатели программного обеспечения для автоматизированного производства (CAM) вынуждены предлагать все более богатые решения для программирования траекторий обработки, предлагая базы данных для моделирования станков с числовым программным управлением (NCMT), инструментов и элементов

держателей заготовок, а также постпроцессоры и квазиавтоматические решения для управления сложными траекториями. Чтобы оставаться конкурентоспособными, компании должны разрабатывать инновационные и эффективные стратегии для удовлетворения растущих потребностей своих клиентов.

Эти потребности включают в себя интерес к программному обеспечению которая удовлетворяет следующим критериям:

- простой интерфейс даёт возможность большему количеству компаний и обычных пользователей сразу начать пользоваться САМ системой;

- степень автоматизации в программе, тем меньше времени компании могут тратить на написание технических процессов Кроме того, программисты ожидают от разработчиков САМ-решений интуитивно понятных и эффективных функций генерации траекторий, которые требуют, как можно меньше вмешательства пользователя, чтобы сократить время, необходимое для настройки производственных маршрутов, а как известно время самый ценный ресурс;

- глубина настроек предлагает вариативность в написании тех процессов даёт возможность тонкой настройки программы, что в свою очередь может привести к бережливому использованию режущего инструмента;

- совместимость или полная интеграция в САД систему ключевая критерия интеграция в САД систему даёт возможность работы в одной среде, это значит, что моделирование, расчётная часть, построение траекторий, сборка и т.д. находится в одной связке. При изменении одного параметра на одном из этапов проектирования тут же даст возможность перерасчёта на последующих.

1 Анализ и состояние вопроса

Рынок Российских САМ систем представлен следующими компаниями, предлагающими свои программными решениями.

1.1 Программирование обработки деталей в пакете T-FLEX CNC

T-FLEX CNC, разработанная московской компанией «Топ Системы». Эта компания известна несколькими продуктами: T-FLEX CAD, надежной платформой T-FLEX PLM, объединяющей различные инженерные приложения, в том числе для подготовки технологического производства, а также участием в создании российского геометрического ядра.

Приложение T-FLEX CNC доступно в двух версиях 2D и 3D. Версия 2D включает в себя базовый модуль, модуль EDM, модуль токарной обработки, модуль сверления, лазерный модуль и модуль 2,5-осевой фрезерной обработки. Кроме того, система может создавать программы для плазменной и гидроабразивной резки. 3D-версия состоит из 3-осевого и 5-осевого фрезерных модулей.

В текущей 3D-конфигурации раздел «Обработка» включает всего несколько команд для создания 3D- и 5D-траекторий, сверления и фрезерования кулачка. Простой редактор позволяет создавать и редактировать типичный режущий инструмент, но, похоже, не поддерживает сборки инструментов.

Операции обработки предлагают довольно скромное количество настроек и опций. Пользователь может управлять подачами и отводами, регулировать скорость и подачу, а также определять количество шагов по глубине. Есть возможность обрезать траекторию, преобразовать ее в плунжерную или получить высокоскоростную петлевую траекторию. Однако в целом функциональность T-FLEX CNC кажется ограниченной по сравнению с зарубежными САМ-системами среднего уровня.

Верификации обработки в T-FLEX TNC немного не хватает. Она начинается с кнопки «Симулятор обработки», открывающей дополнительную панель управления процессом. Пользователь может задать тип верификации: либо бэкплот, на котором отображается 3D-модель детали и траектория движения инструмента, либо верификация со снятием материала.

В верификаторе T-FLEX CNC я не нашел опций для контроля зазубрин и столкновений, сравнения полученной симуляции с целевой 3D-моделью детали или задействования цифрового двойника станка. Симуляция обработки синхронизируется с G-кодом, который появляется при запуске процесса на левой вкладке. Происхождение этого кода неясно, но, по-видимому, он генерируется универсальным постпроцессором в зависимости от типа обработки.

Функция «Редактор постпроцессоров» в T-FLEX TNC не позволяет углубленно разрабатывать или редактировать логику вывода УП, но дает возможность базовой настройки циклов и кодов, интерфейс программы указан на рисунке 1– 4. Это может быть удобно для начинающих технологов и программистов, работающих с менее сложным оборудованием.

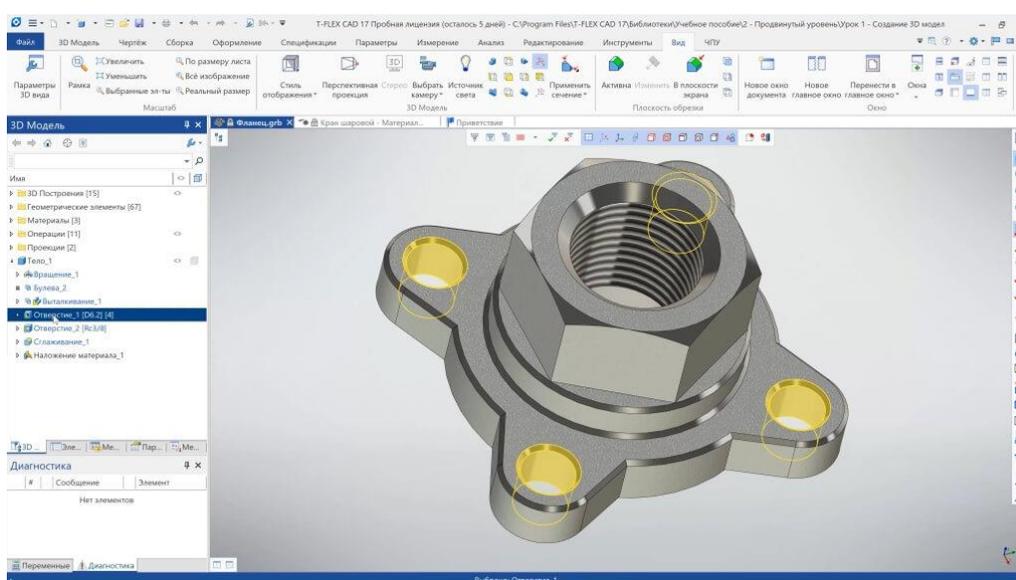


Рисунок 1 – Редактор постпроцессоров в T-FLEX TNC

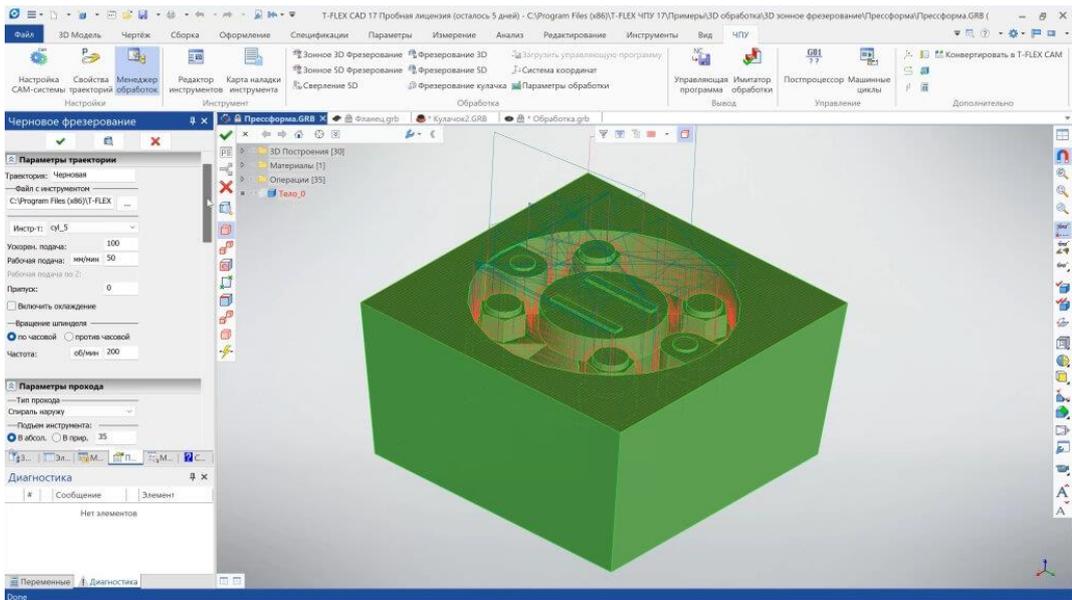


Рисунок 2 – Редактор постпроцессоров в T-FLEX TNC

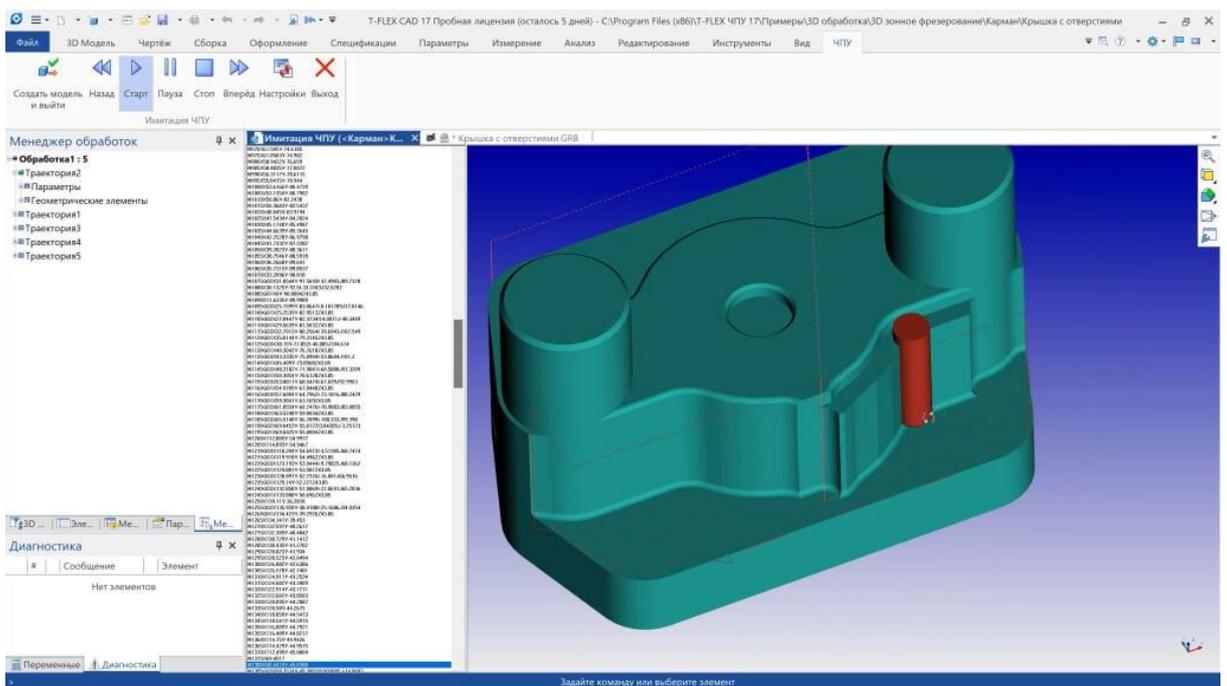


Рисунок 3 – Редактор постпроцессоров в T-FLEX TNC

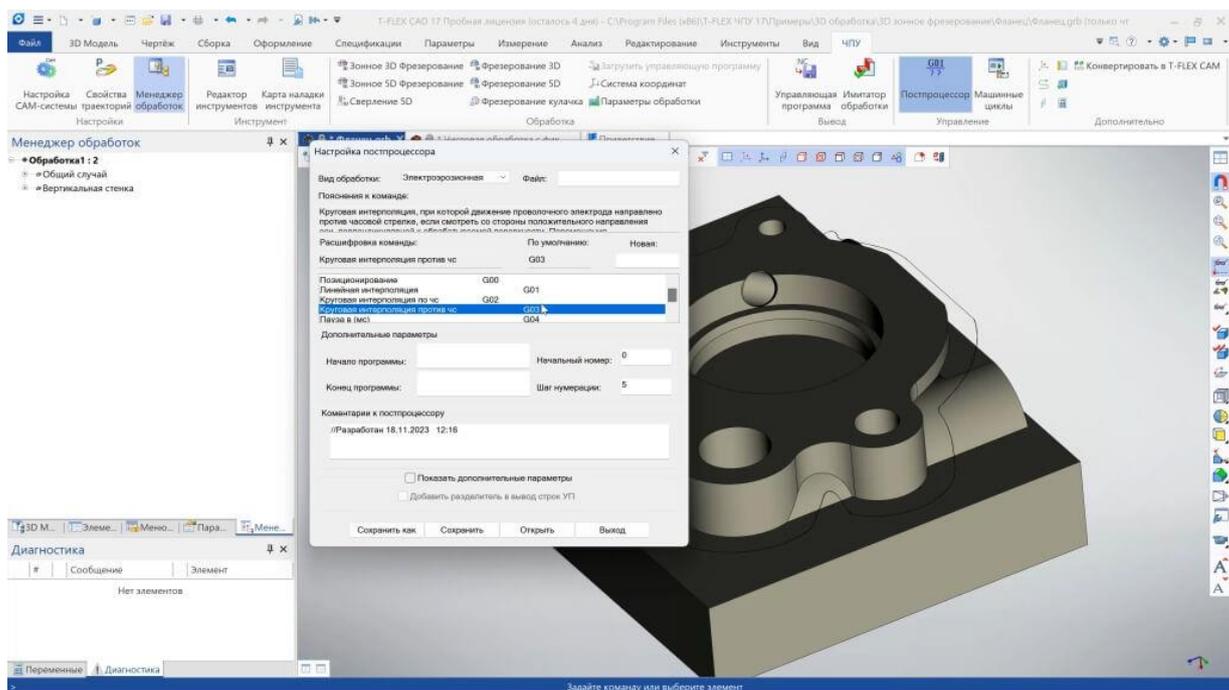


Рисунок 4 – Редактор постпроцессоров в T-FLEX TNC

Кроме универсальных постпроцессоров, в систему входит множество готовых постпроцессоров для различных станков и устройств с ЧПУ. Папка «Библиотека постпроцессоров» содержит 400 пост файлов, большинство из которых имеют расширение eхе. Удобству поиска способствует список постпроцессоров в одной папке, в котором даже указаны названия предприятий, для которых они были созданы.

1.2 Программирование обработки деталей в пакете ADEM CAM

ADEM CAM для КОМПАС-3D не создан с нуля, в нем использованы технологии, код и опыт, накопленные в ходе длительной работы над флагманской системой ADEM. ADEM CAM плавно интегрируется в интерфейс КОМПАС-3D, добавляя лишь вкладку для технологического маршрута и лаконичное меню с командами обработки. Система охватывает фрезерование от 2 до 5 осей, токарную обработку, электро-эрозию, гравировку и, что уникально среди отечественных CAM, предлагает

автоматическую обработку с распознаванием конструктивных элементов детали, выбором инструмента и режимов резания.

Ассоциативность между CAD и CAM реализована хорошо - тесты показывают, что пересчет траекторий после изменения геометрических размеров не вызывает затруднений. В то время как оригинальный ADEM позволяет моделировать удаление материала, версия КОМПАС-3D предлагает только 2D-симуляцию обработки, исключая станок и оснастку. Полноценное 3D-симулирование возможно только с помощью внешнего симулятора, например, от ADEM. Примеры работ с ADEM CAM и ADEM указаны на рисунках 5–8.

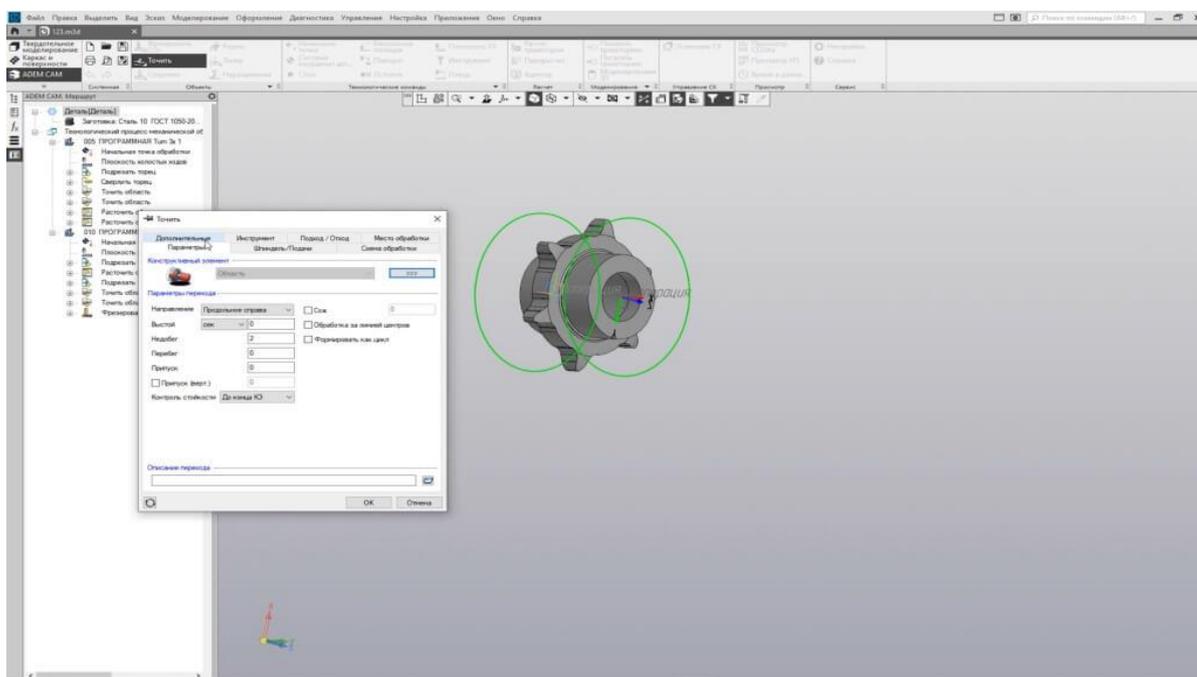


Рисунок 5 – Модуль ЧПУ. Токарная обработка

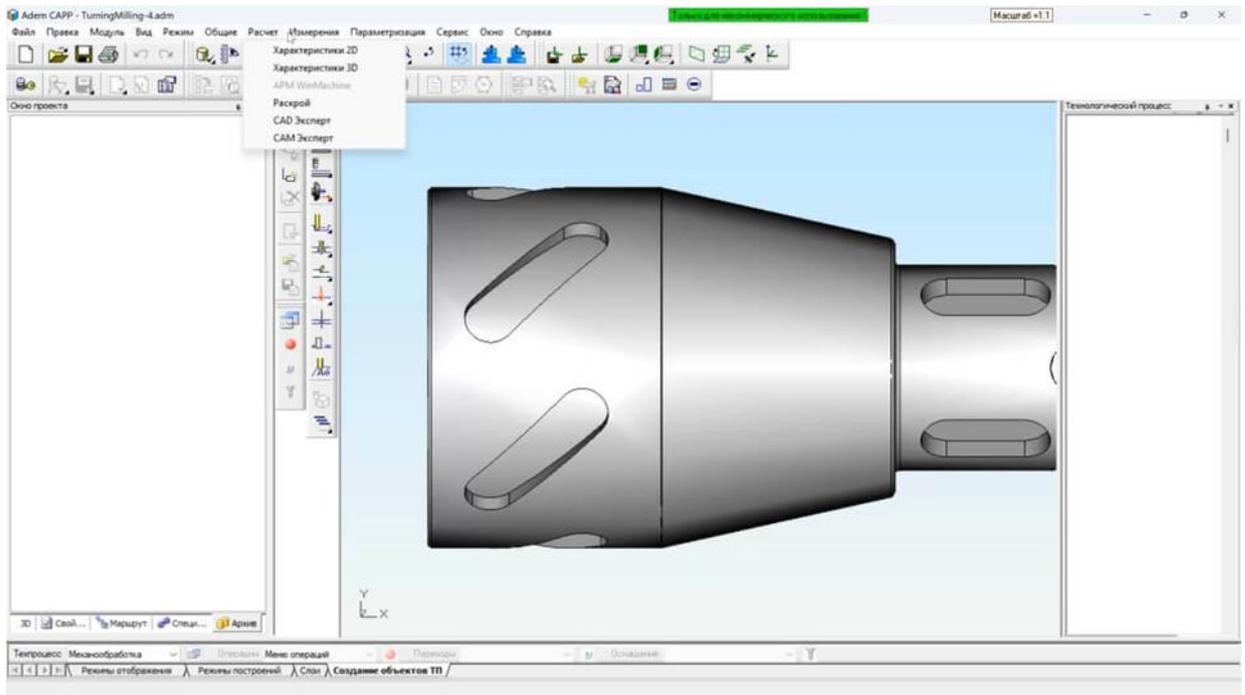


Рисунок 6 – Модуль ЧПУ. Токарная обработка

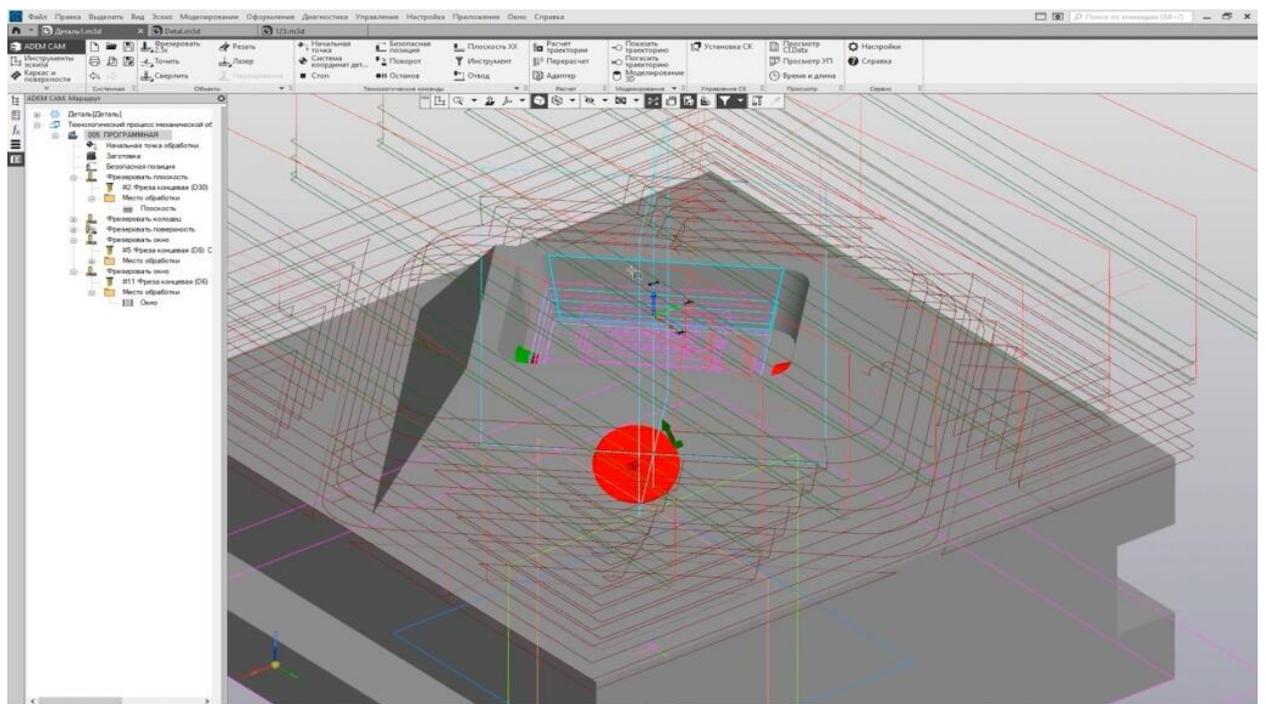


Рисунок 7 – Модуль ЧПУ. Фрезеровка

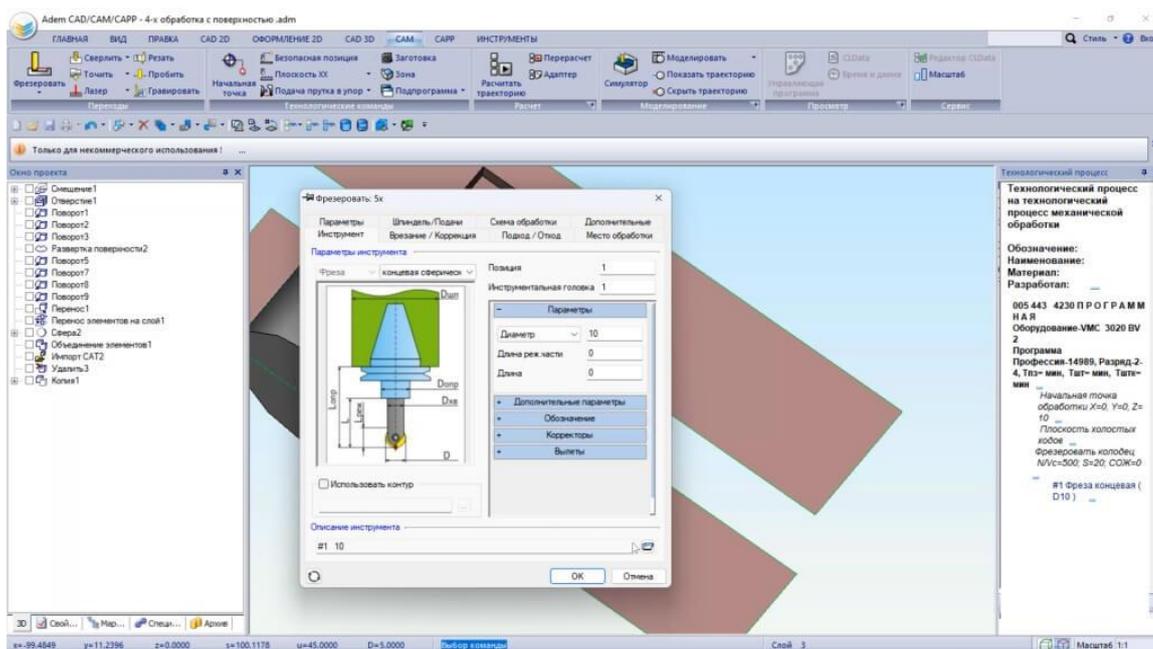


Рисунок 8 – Модуль ЧПУ. Фрезеровка

Оригинальный ADEM SAM отличается интерфейсом, собственной САПР, дополнительными технологическими возможностями и 3D-симуляцией обработки со снятием материала. Внутри операций большинство функций одинаковы. В целом функционал САМ достаточен для обработки деталей средней и высокой сложности, с хорошим выбором настроек для 5-осевого фрезерования.

1.3 Программирование обработки деталей в пакете ГеМа-3D

Основанная в 2000 году в подмосковном Жуковском, сердце авиационной науки, компания «НТЦ ГеМа» была создана ведущими специалистами по САПР в области авиастроения, а ее флагманская система «ГеМа-3D» была разработана десятилетием ранее группой разработчиков и широко внедрена на отечественных предприятиях.

«ГеМа-3D» позволяет составлять управляющие программы для различных видов обработки: фрезерной (от 2 до 5 осей), токарной, токарно-фрезерной, обработки отверстий, гравировки, электроэрозионной,

гидроабразивной, лазерной, плазменной резки и штамповки листового материала.

Несмотря на впечатляющий набор функций и опций, интерфейс и рабочий процесс GeMa-3D отражают старую парадигму проектирования. Выполнение таких действий, как выбор геометрии или назначение параметров операции, требует навигации по многочисленным панелям инструментов и кнопкам, что напоминает программное обеспечение начала 2000-х годов.

Чтобы компенсировать это, GeMa-3D предлагает множество специализированных команд для построения вспомогательной геометрии, трансформации, управления слоями и измерений, указанных на рисунках 9-10.

Верификация обработки отсутствует; основной метод включает гипотетическую симуляцию траектории движения инструмента по векторам траектории, а 3D-симуляция съема материала осуществляется с помощью внешнего приложения G-Mill, работа с которыми указана на рисунках 11-12.

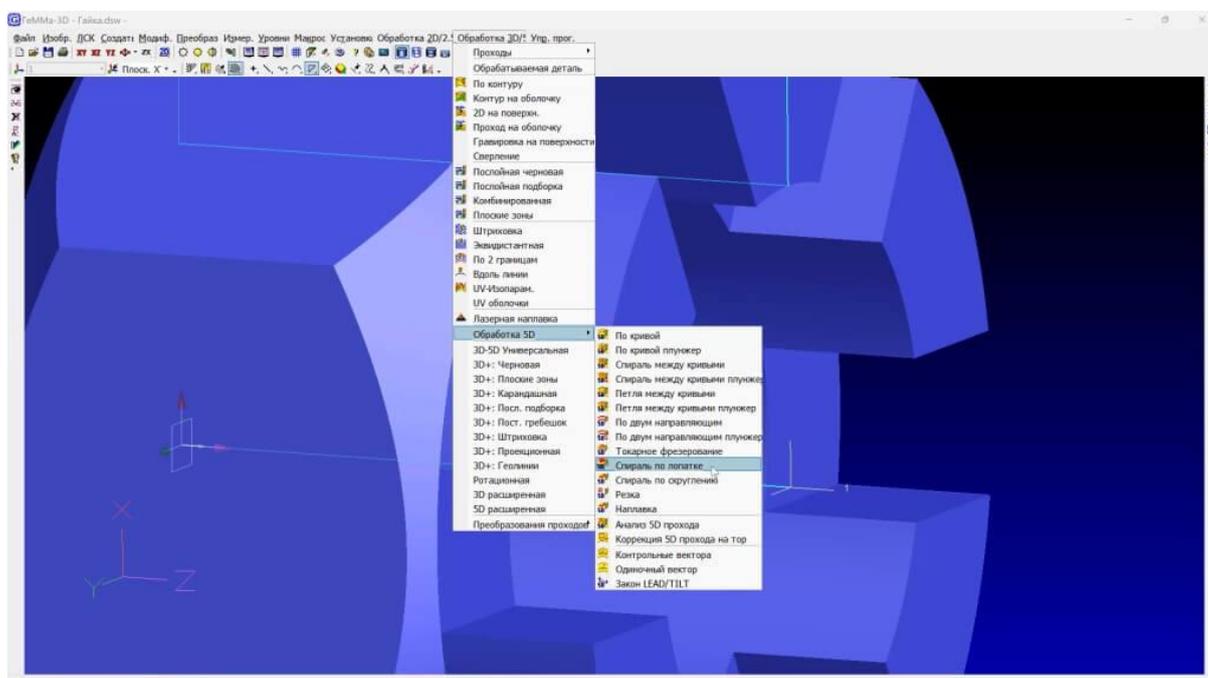


Рисунок 9 – Современный интерфейс программы GeMa-3D

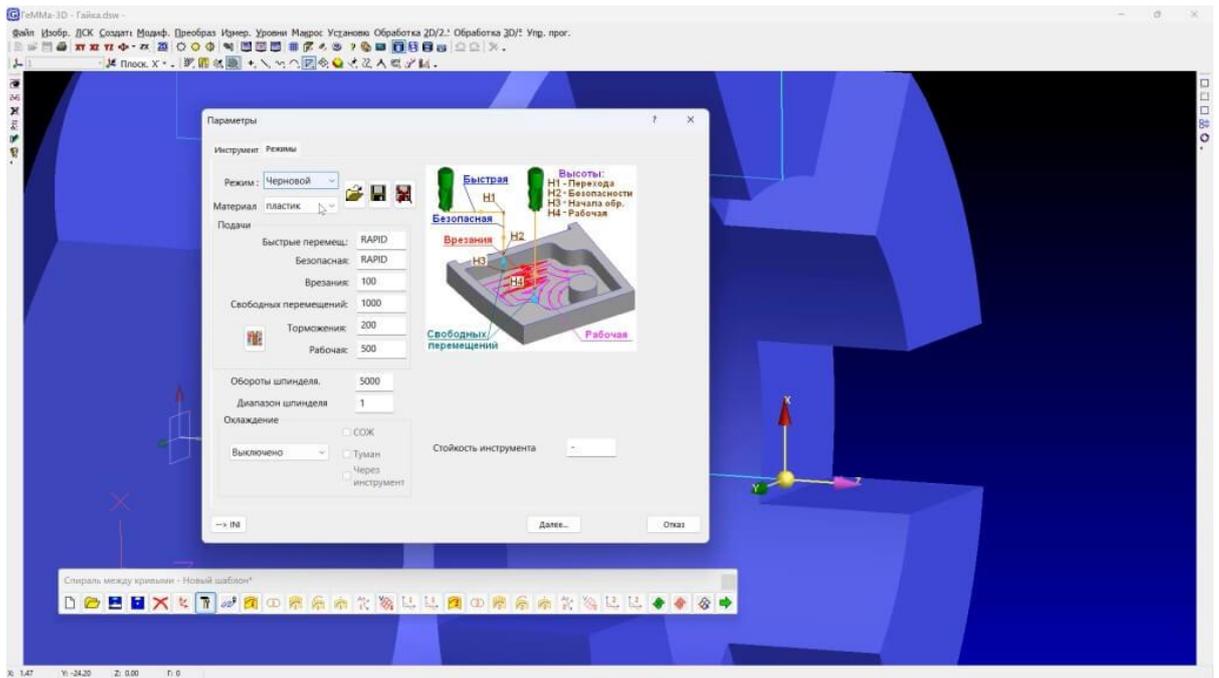


Рисунок 10 – Современный интерфейс программы ГеММа-3D

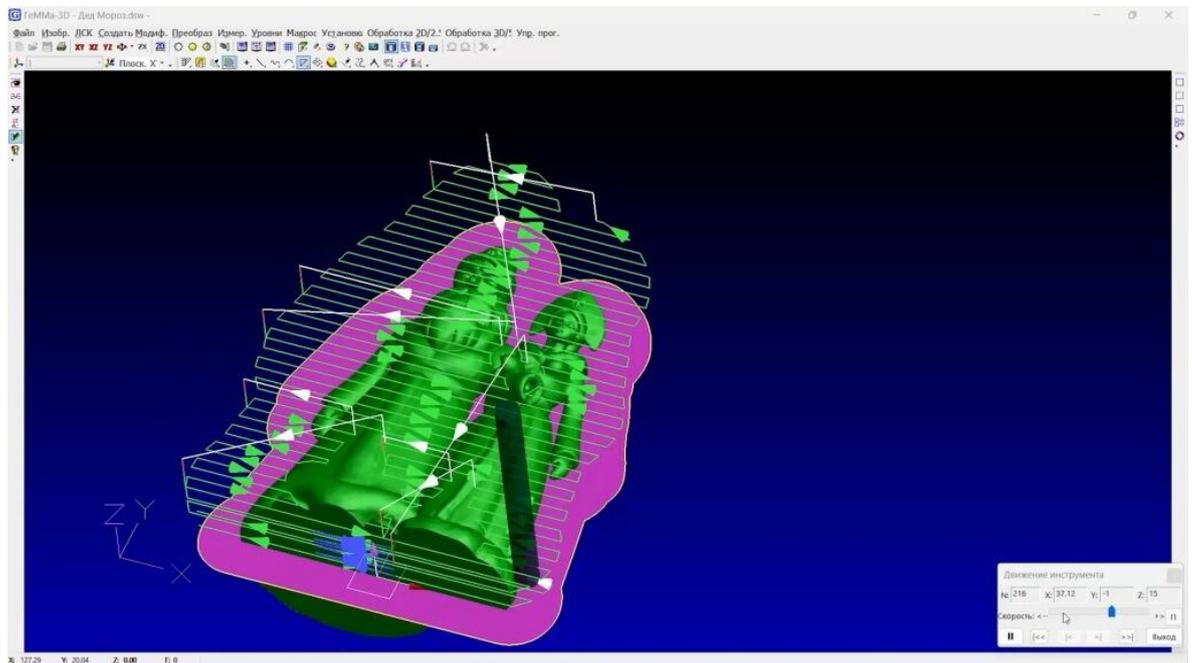


Рисунок 11 – Современный интерфейс программы ГеММа-3D

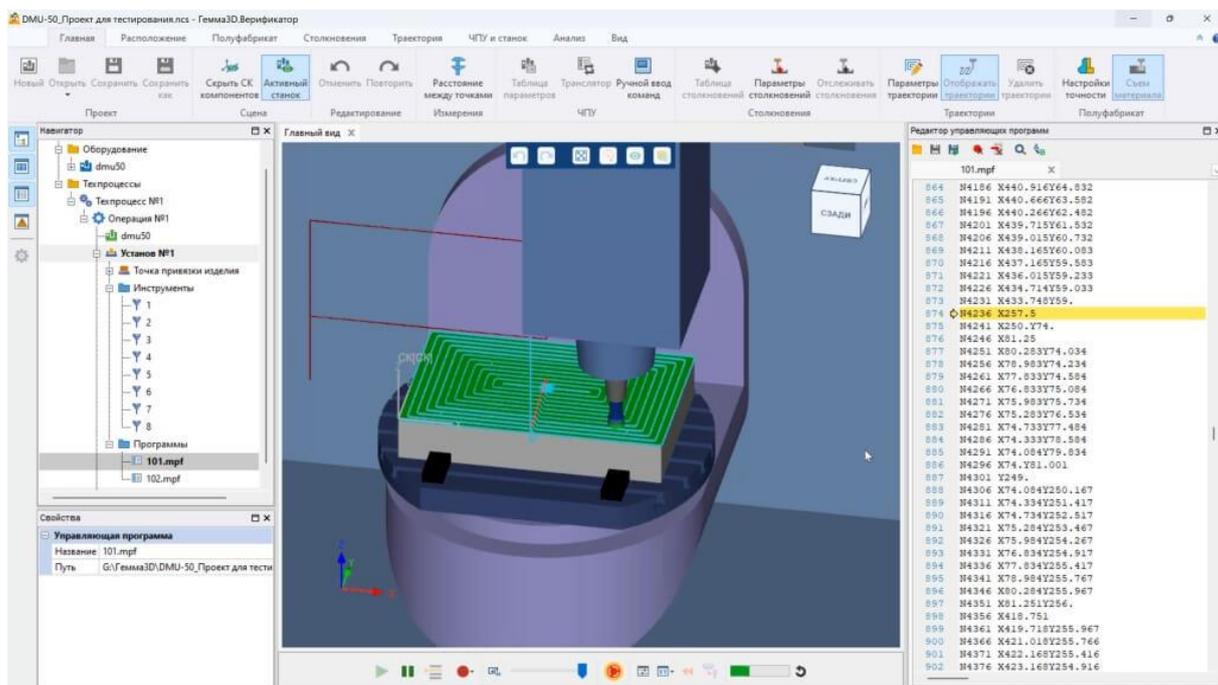


Рисунок 12 – Современный интерфейс программы ГеММа-3D

Хоть ГеММа-3D богата на тонкую настройку для обработки, но устаревший интерфейс и отсутствие собственной верификации накладывают большие ограничения на работу с ПО [2].

1.4 Программирование обработки деталей в пакете Техтран

Компания Техтран, основанная НИП-Информатика в Санкт-Петербурге, история ее деятельности насчитывает более четверти века. Она активно используется на многих предприятиях различных отраслей промышленности.

Система решает широкий спектр производственных задач, включая фрезерование, токарную обработку, токарно-фрезерную обработку, электроэрозионную обработку, штамповку листового металла и многошпиндельное сверление.

Отличительной чертой семейства Техтран является решение для резки листового материала [3]. Не углубляясь в модули обработки, но технологически Техтран превосходит всех в токарной и токарно-фрезерной обработке. Он

может похвастаться широким набором готовых постпроцессоров, рассчитанных как на старые отечественные станки, так и на современные устройства с ЧПУ. Однако есть острая необходимость в модернизации создания рабочих процессов, моделирования обработки и несколько традиционного интерфейса. Примеры работы с программой указаны на рисунках 13-16.

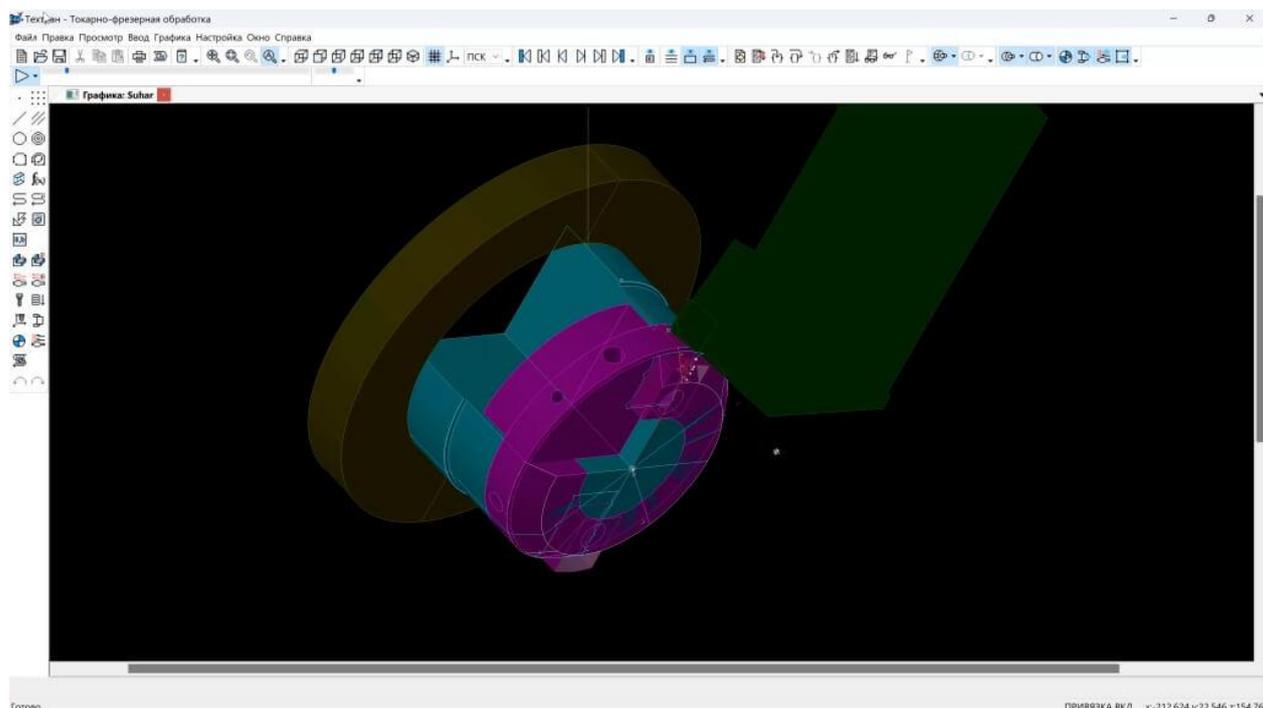


Рисунок 13 – Дополнительная опция, воздуховод

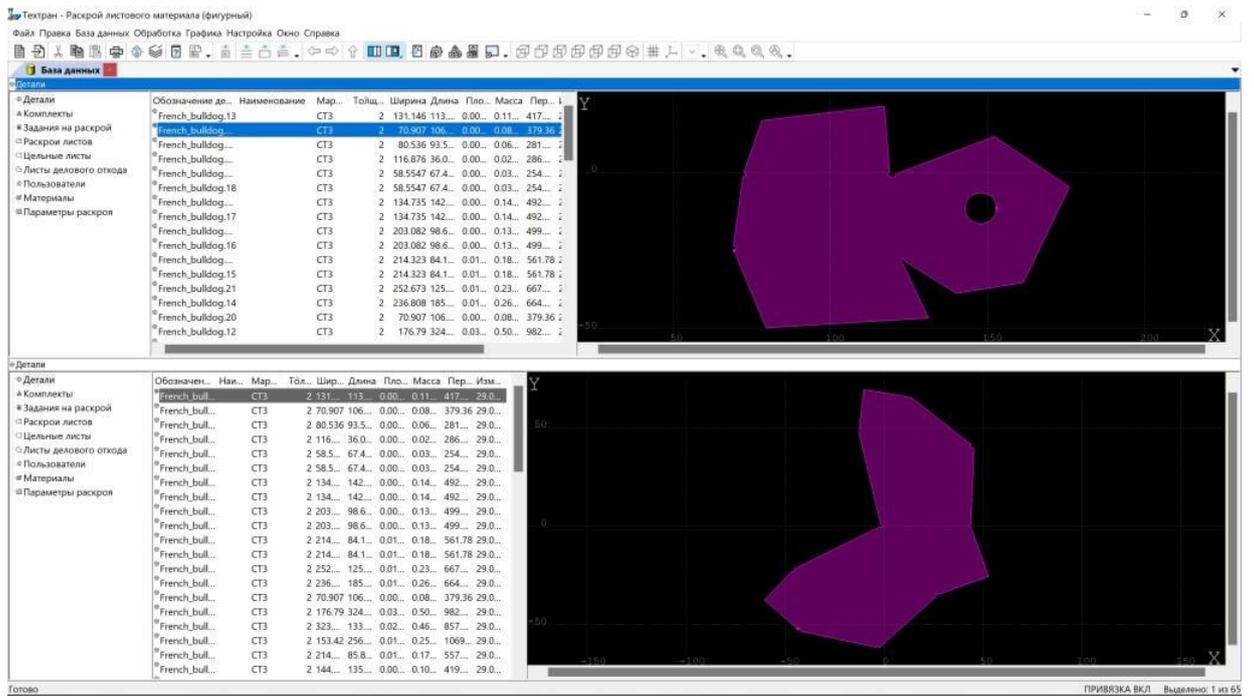


Рисунок 14 – Дополнительная опция, резка фазок

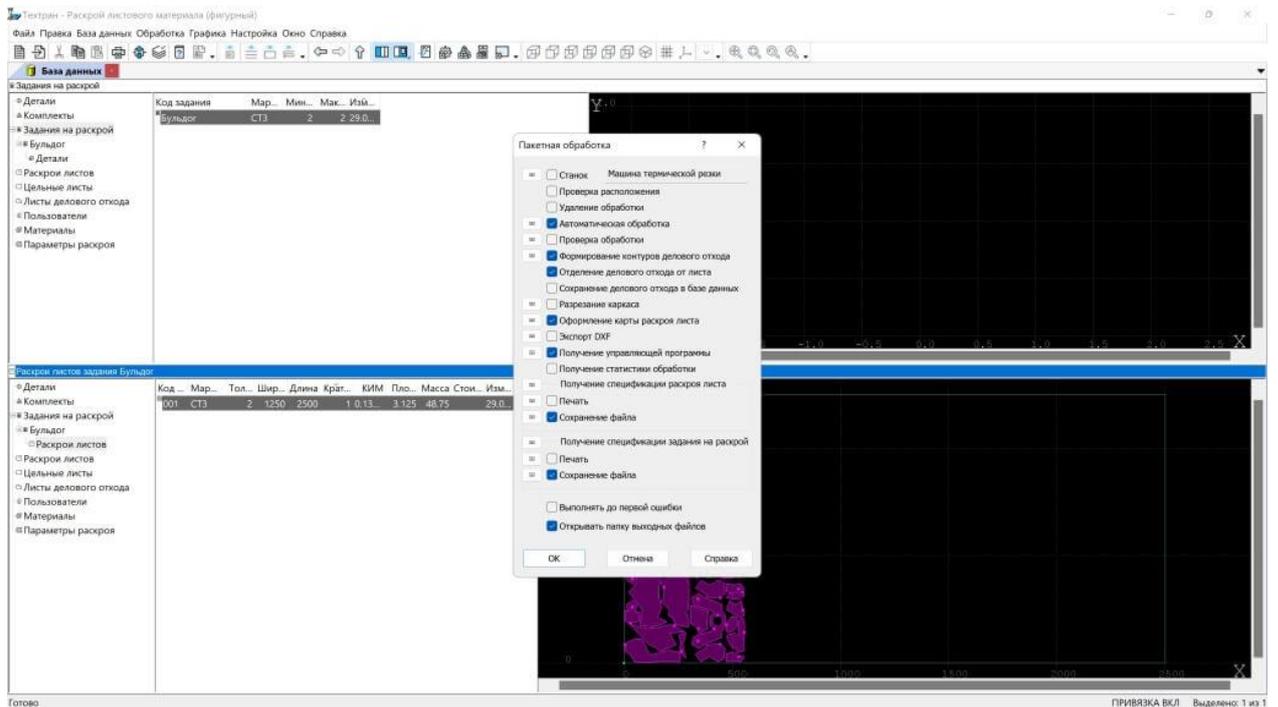


Рисунок 15 – Дополнительная опция, зональная обработка листка

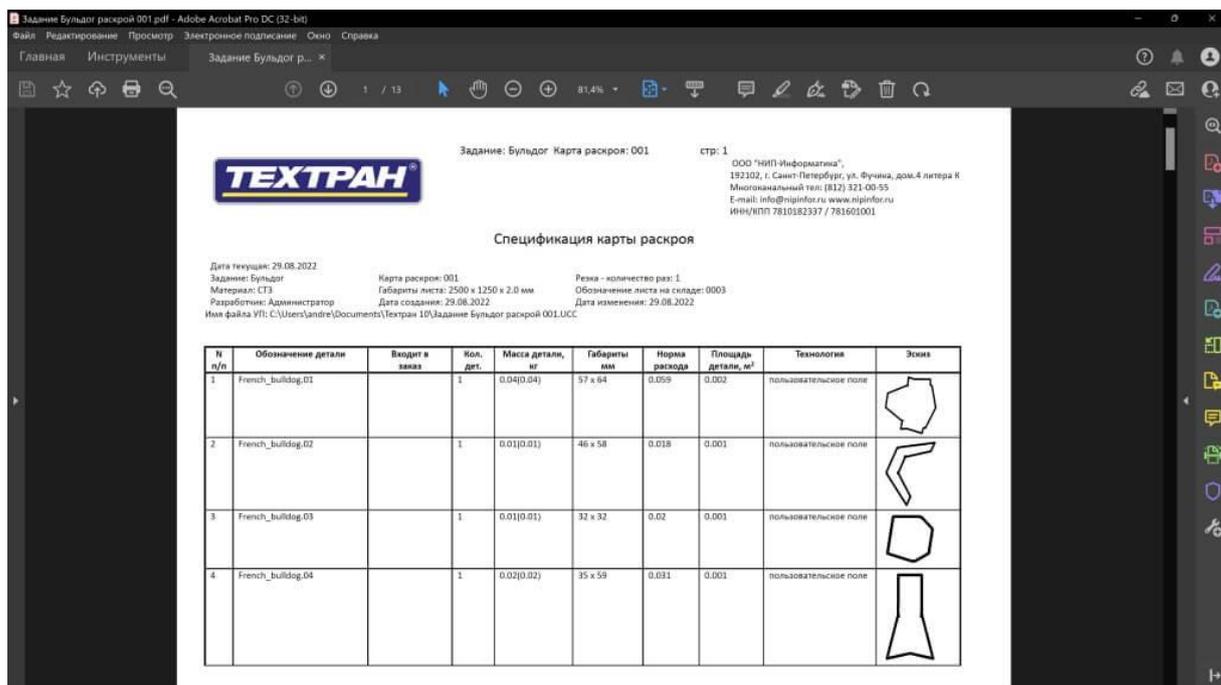


Рисунок 16 – Дополнительная опция, импорт целых деталей

Что касается модуля раскрой, то по основным параметрам Техтран выгодно отличается от зарубежных программных комплексов ProNest, cncKAD, Sigmanest, Lantek и Columbus. Он легко интегрирует подготовку управляющих программ с функциями организации производственного процесса.

1.5 Программирование обработки деталей в пакете СПРУТКАМ

СПРУТКАМ решает широкий спектр задач автоматизации программирования обработки на станках с ЧПУ, включая фрезерование от 2 до 5 осей, высокоскоростную обработку по собственной технологии Adaptive SC, токарную и фрезерную обработку с поддержкой многоканальных и автоматических продольных станков, электроэрозию, резку, аддитивное производство и измерительные циклы. СПРУТКАМ выделяется тем, что не только превосходит отечественные аналоги, но и конкурирует с мировыми лидерами рынка САМ [4].

СПРУТКАМ одной из первых в мире САМ-систем реализовавшая принцип программирования со знанием станка. Такой подход позволяет системе быстро рассчитывать траектории с учетом кинематики станка и выполнять их фоновую проверку на начальном этапе, еще до начала верификации и постобработки. Кроме того, СПРУТКАМ может предоставить исключительное моделирование обработки. Моделирование происходит в цифровом двойнике станка с учетом приспособлений и текущего состояния заготовки [5]. При этом используется твердотельное моделирование наряду с воксельным, что обеспечивает высочайшее качество графики. Кроме того, проверка обработки может быть выполнена с помощью G-кода. Примеры работы в интерфейсе представлены на рисунках 16-20.



Рисунок 17 – Автономное программирование промышленных роботов

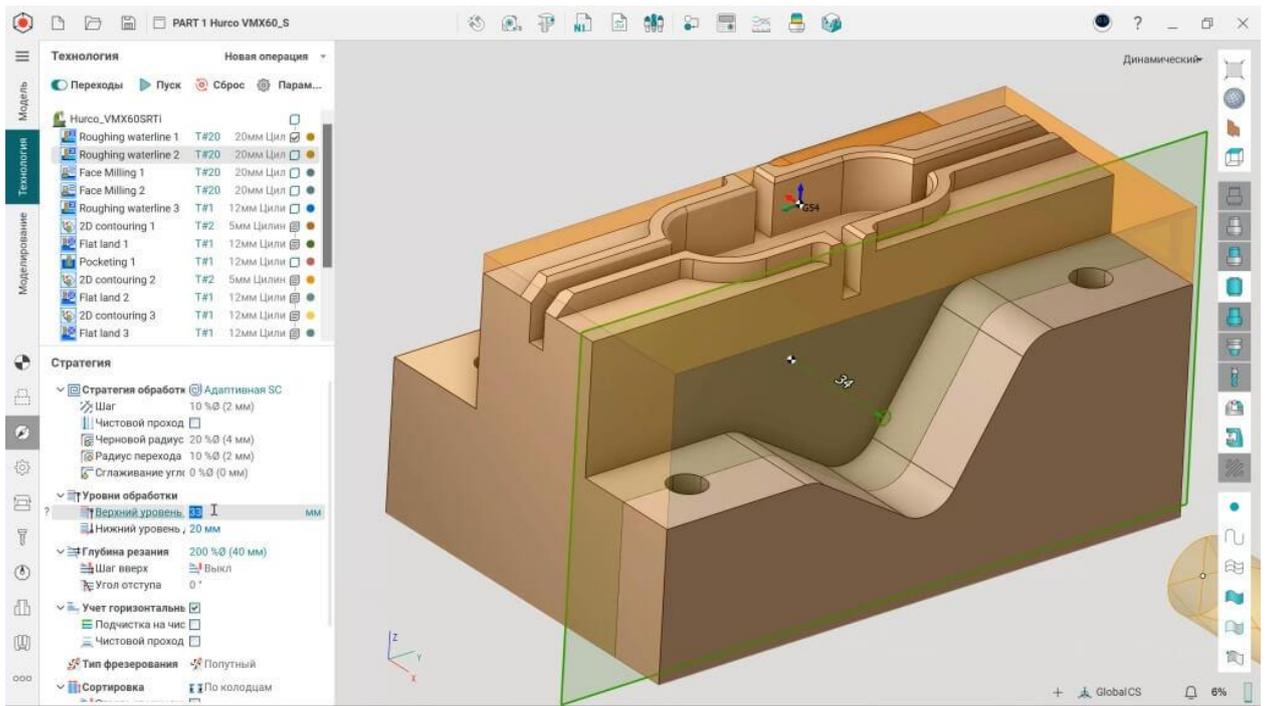


Рисунок 18 – Интерактивная сборка цифровых двойников

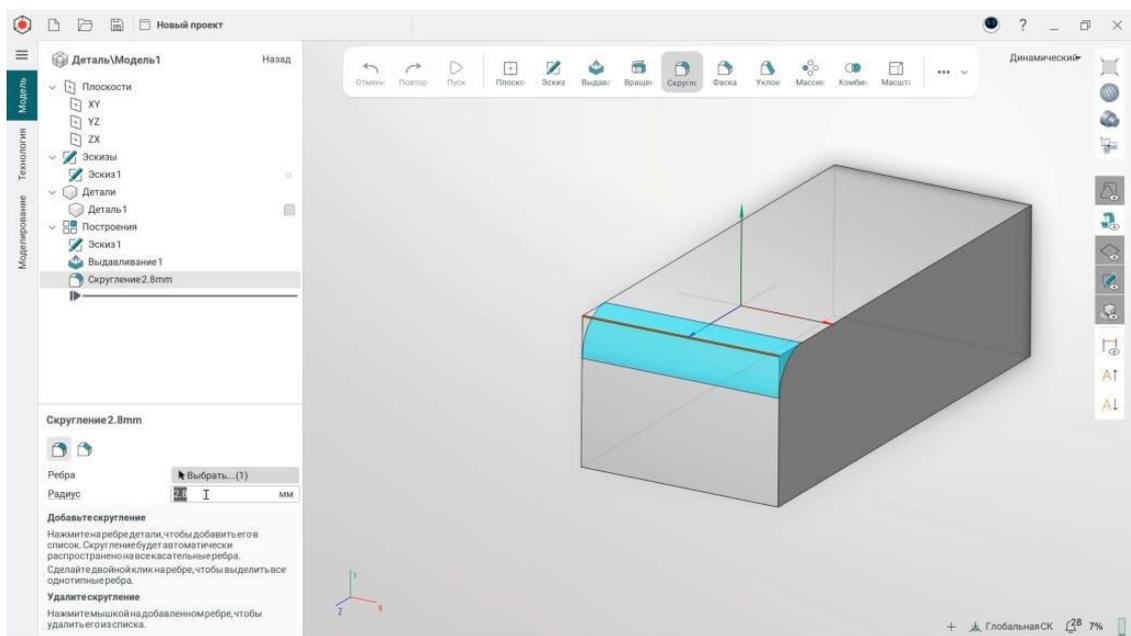


Рисунок 19 – Онлайн-библиотека проектов

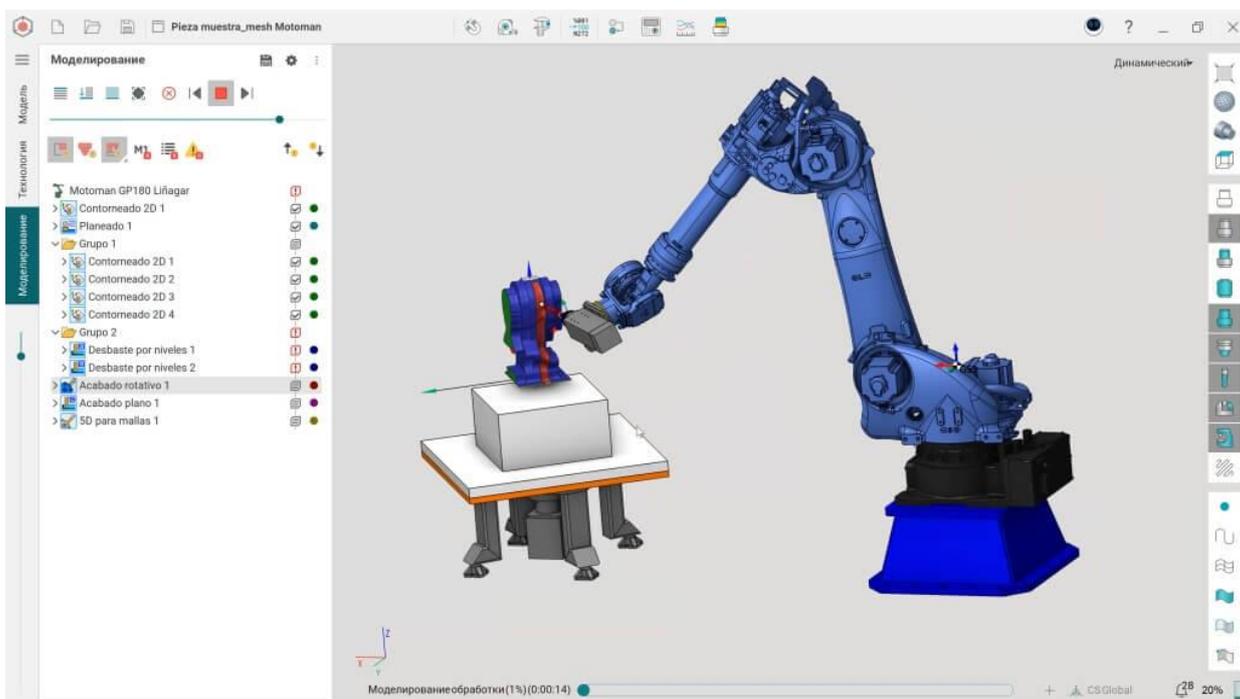


Рисунок 20 – Генератор постпроцессоров

Следует отметить высокую степень автоматизации и интерактивности функций СПРУТКАМ. Многие действия динамичны, используется метод drag-and-drop вместо ручного выделения контуров или захвата координат. СПРУТКАМ также поддерживает автономное программирование промышленных роботов, интерактивную сборку цифровых двойников в приложении MachineMaker, онлайн-библиотеку проектов, генератор постпроцессоров, многооконные функции и Ency [6].

1.6 Программирование обработки деталей в пакете SAPUS.PLM

SAPUS.PLM - это технологически независимая система управления полным жизненным циклом изделия, предназначенная для промышленных предприятий. Она разрабатывалась в течение пяти лет на предприятии госкорпорации «Росатом» РФЯЦ-ВНИИЭФ в Сарове Нижегородской области.

На рисунке 21 представлена структурная схема технологической платформы САРУС.

Эта система, предназначенная для атомной и оборонной промышленности, является моноплатформенным решением, не зависящим от зарубежных технологий, и работает как под управлением Windows, так и под управлением российской операционной системы Astra Linux. САРУС.PLM включает в себя как версии для коммерческого рынка, так и защищенную версию, предназначенную для предприятий оборонно-промышленного комплекса [7]. Примечательно, что для работы с 3D-объектами и интеграции с другими САД-системами в САРУС.PLM используется российское. Работа с интерфейсом указаны на рисунках 22 – 25.



Рисунок 21 – Технологическая платформа САРУС

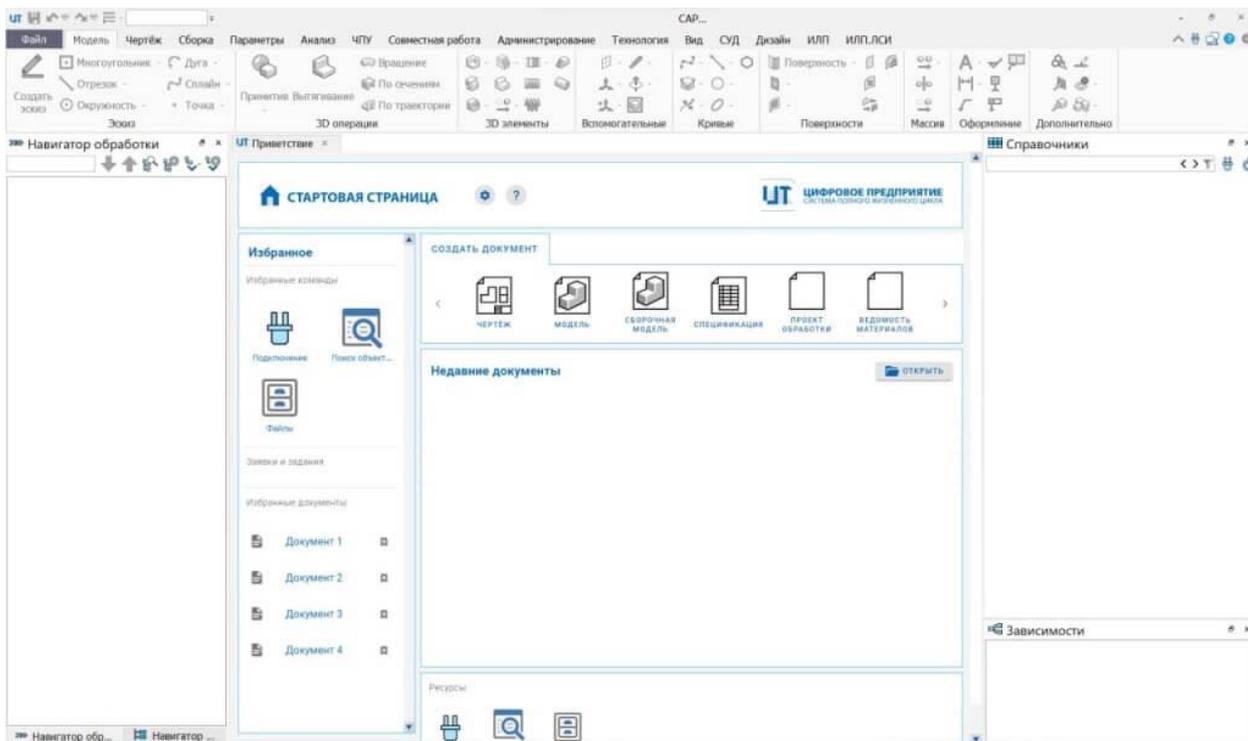


Рисунок 22 – Интерфейс программы

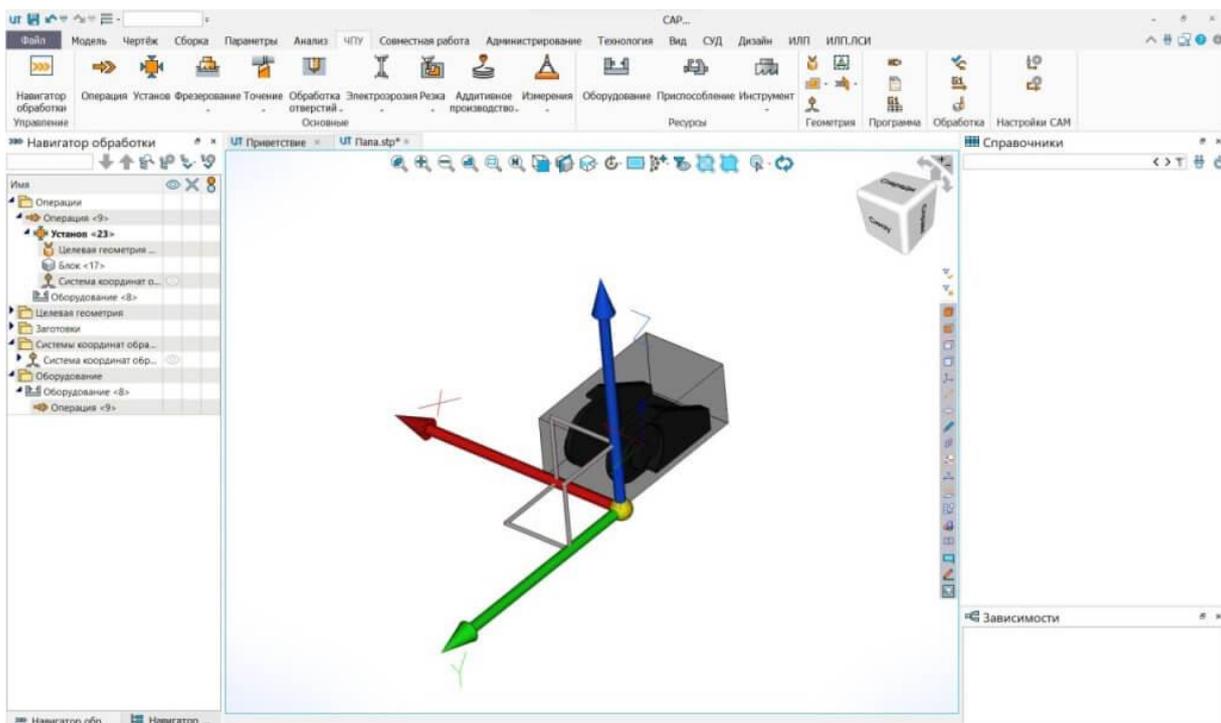


Рисунок 23 – Осевое моделирование

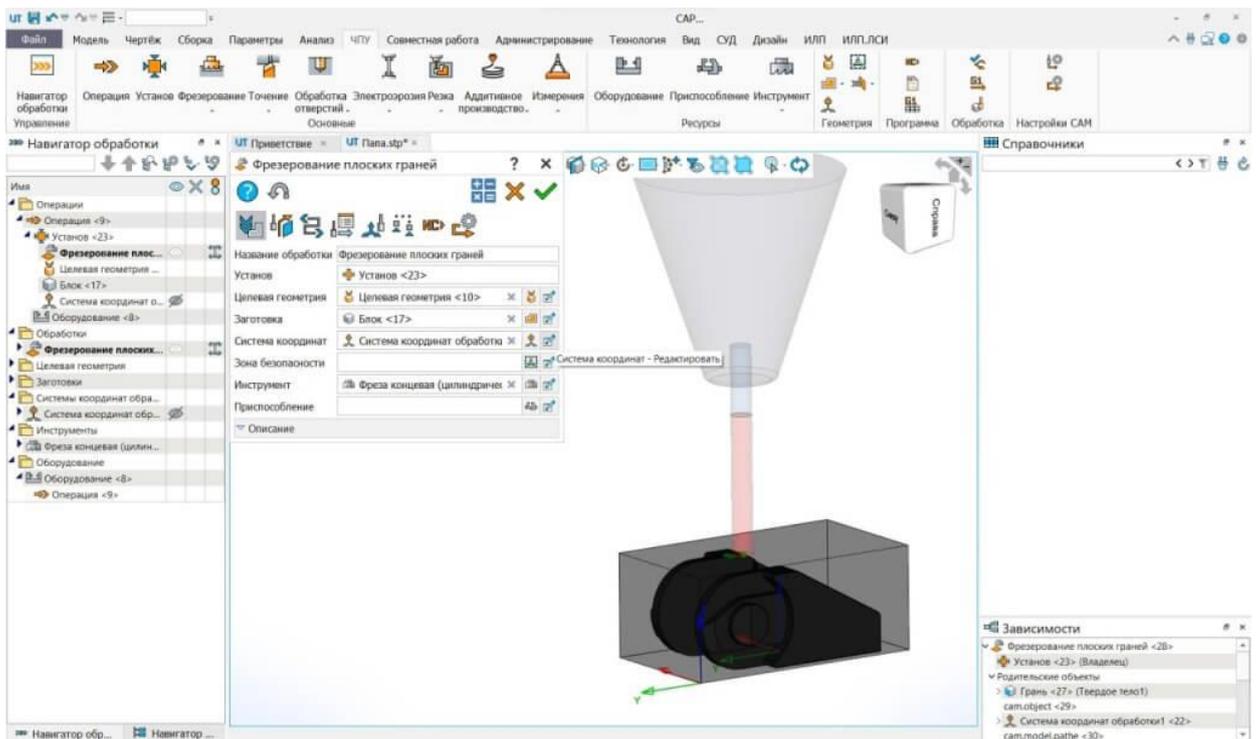


Рисунок 24 – Многооконные функции и Enspu

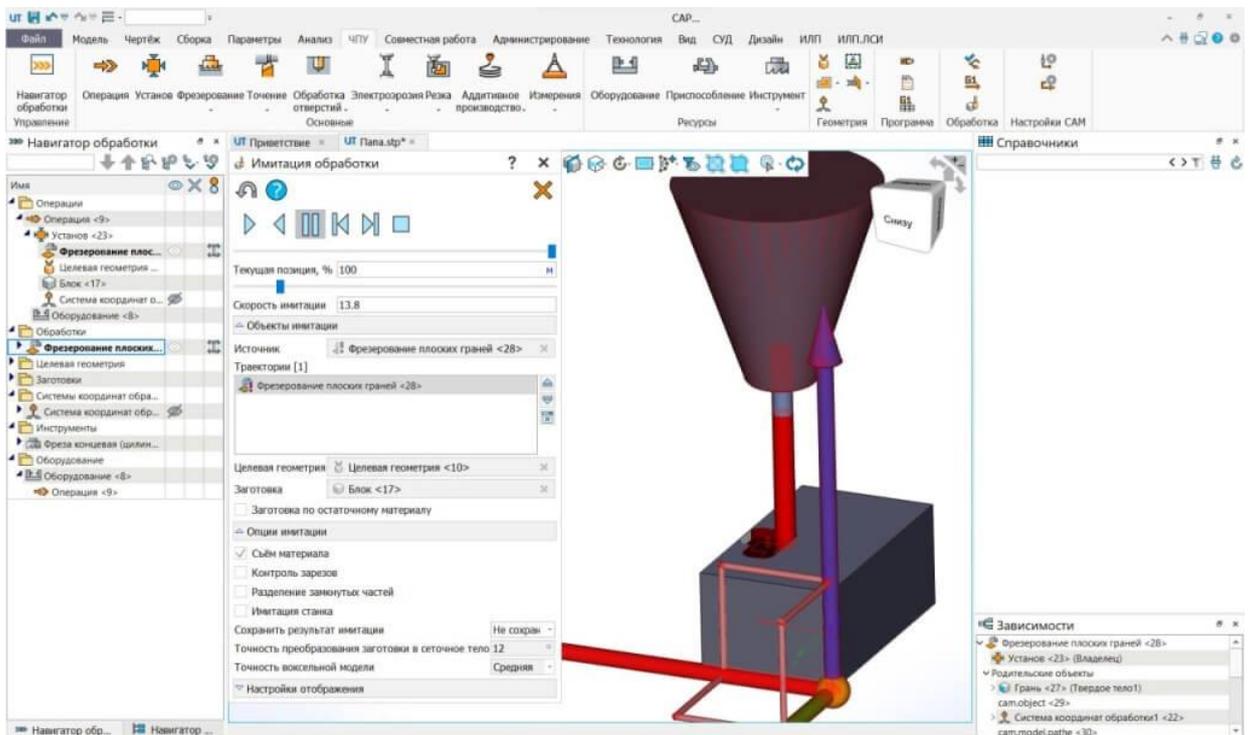


Рисунок 25 – Автономное программирование промышленных роботов геометрическое ядро RGK.

Что касается САМ-функционала, то его интерфейс современен и удобен. Вкладка CNC открывает доступ к обширному набору технологических операций, включая автоматизацию фрезерования, точения, обработки отверстий, электроэрозии, резки, измерения и аддитивных процессов. Один только раздел фрезерования показывает 15 различных операций, рассчитанных в том числе на 5-осевые станки [8].

1.7 Формулировка целей и задач работы

Целью данной магистерской диссертации является разработка технологических процедур по проектированию токарной и фрезерной обработки. Как говорилось ранее современно САМ ПО должно отвечать следующим критериям, а именно: простой интерфейс, степень автоматизации, глубина настроек и совместимость или полная интеграция в САМ систему. Исходя из этого в качестве основной САМ системы был выбран ADEM CAM для КОМПАС-3D.

В первой части работы задачей будет являться обзор существующего интерфейса ADEM CAM, в виде возможности производить фрезерные операции, которые включает в себя фрезерную обработку 2.5х, токарную обработку, а также функций созданий отверстий [9].

Во второй части работы будет разработан технологический процесс обработки фрезерной и токарной деталей.

Конечным итогом работы будет скомпилированный G-код для обрабатывающего центра MILL STAR.

2 Программирование обработки деталей в ADEM CAM

2.1 Общий обзор интерфейса

Чтобы зайти в ADEM CAM после запуска КОМПАС-3D переходим в раздел модули и выбираем ADEM CAM, после чего откроется интерфейс ADEM CAM представленный на рисунке 26.

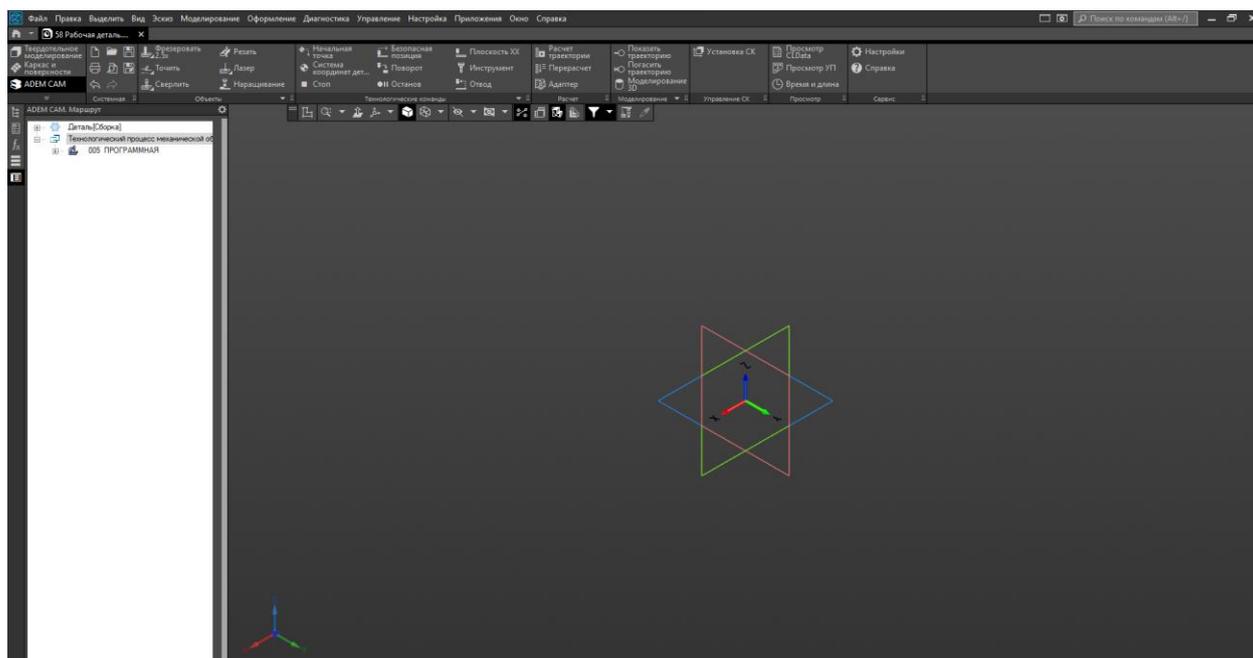


Рисунок 26 – интерфейс программы ADEM CAM

В интерфейсе присутствуют 4 основные раздела для работы, а именно:

- объекты, представляет собой контекстное меню включающая в себя основные элементы для обработки — это фрезеровать, резать, точить, лазер, сверлить наращивание и пробить. Каждый из этих пунктов содержит свои подразделы необходимые для конкретных операций;
- технологические команды - технологические объекты, не связанные с непосредственной обработкой (снятием металла). При помощи технологических команд можно задать общие особенности процесса

обработки, такие как начальная или конечная точка движения инструмента, плоскость холостых ходов и др. [10];

- расчёт – этот раздел отвечает за расчёт траектории. Он содержит функции для расчёта и перерасчёта движения инструмента. Расчёт используется после задания программы с целью построить маршрут движения режущего инструмента;
- моделирование – раздел позволяет отобразить траектории движения инструмента либо же погасить их. А также симулировать движения инструмента по заготовке;

Слева по умолчанию в столбце отображается дерево построения маршрутов. В данном разделе можно выставить заготовку, инструмент, последовательность операций, начальную точку, безопасную позицию и многое другое. На рисунке 28 представлено как выглядит дерево маршрутов с параметрами внутри.

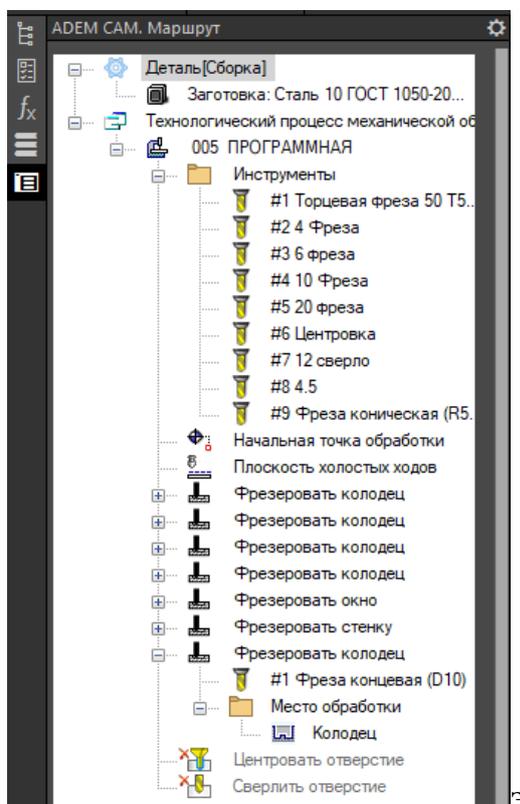


Рисунок 28 – дерево маршрутов

Так же в дереве будут представлены все элементы, с которыми ведётся работа.

2.1.1 Программирование обработки деталей в режиме

Фрезерование 2.5х

Рассмотрим подробнее раздел объект. В данном разделе есть функционал для работы с 3х осевыми станками в виде 2.5х обработки и 3х обработки, так и операции для работы с 4х и 5х осевыми станками. В данной работе будут рассмотрены функции 2.5х и 3х обработки [11].

Выбрав фрезеровать 2.5х откроется контекстное меню параметры представленное на рисунке 29.

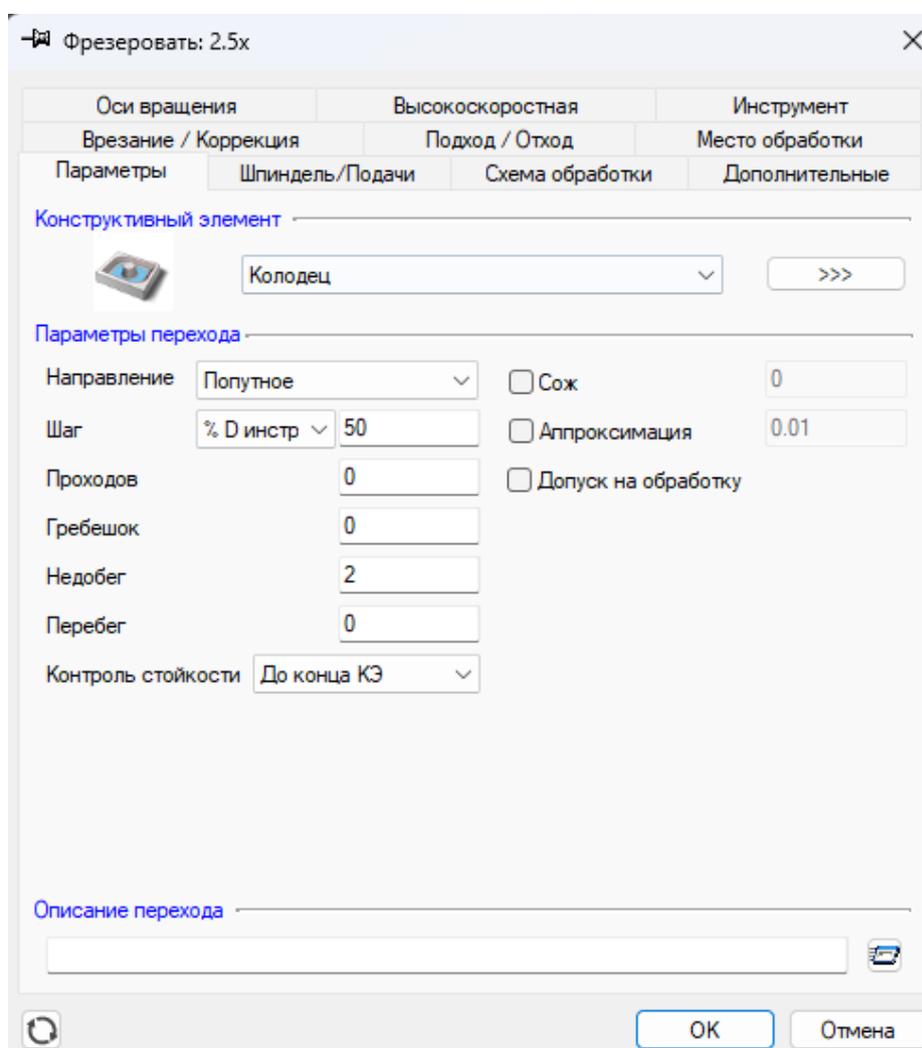


Рисунок 29 – контекстное меню фрезеровать 2.5х

В контекстном меню есть 10 меню параметров для тонкого программирования и настройки обрабатываемой программы. Стоит сразу отметить что данные параметры присущи для разделов обработки, т.е. в разделе 3х обработки данные параметры останутся таким же за исключением незначительных различий [12].

Для создания траекторий для всех 2.5х операций выбирается контур или контура вдоль которых будет строиться маршрут обработки. Контуров могут быть как закрытые, так и открытые, в зависимости от контура выбирается стратегия обработки, например, где вести обработку внутри или снаружи.

Общими чертами для любой операции являются следующие параметры:

- режимы обработки в виде скорости вращения шпинделя и подачи станка;
- припуск, возможность ПО рассчитывать траекторию движения с учётом припуска для дальнейшей чистовой обработки деталей;
- выбор глубины резанья инструмента. Это параметр представлен в ADEM CAM как настройка многопроходная обработка по Z, во вкладке схема обработки. Позволяет выставлять высоту обработки режущим инструментом.

Эти параметры всегда необходимо учитывать при проектировании технологического процесса обработки. Параметры настраиваются индивидуально для каждой операции, но в данной работе рассматривается только принцип построения маршрутов. Поэтому ниже настройки подачи и вращения будут выставляться стандартные, припуск будет равен 0 миллиметров, а глубина резанья всегда будет равняться 1 мм.

2.1.2 Определение исходных параметров обработки

Данный раздел содержит конструктивные элементы, параметры перехода, а также описание перехода как заметку. Конструктивный элемент содержит в себе элементы обработки детали, а именно Колодец - это конструктивный элемент, который позволяет обрабатывать

внутренние объёмы детали. Контур данного элемента всегда замкнут, а обработка происходит внутри контура.

Стенка - это конструктивный элемент, которого может быть замкнут или нет. Стенка лучше всего подходит, когда надо обработать деталь вдоль какого-то контура. Если контур замкнут обработка происходит с внешней стороны. [13]

Окно - это конструктивный элемент, который может иметь замкнутый или незамкнутый контур. По функционалу похож на стенку, только если контур замкнут обработка происходит с внутренней стороны.

Паз - это конструктивный элемент, который может иметь замкнутый или незамкнутый ограничивающий контур. Обработка контуров производится всегда с учётом положения материалов. У паза не может быть внутренних необрабатываемых элементов (островов). [14]

Плоскость - это конструктивный элемент, у которого внешний контур ограничивает контура определяет водную поверхность. внешний контур плоскости всегда замкнута. Чаще всего используется для фрезерования больших поверхностей, для выравнивания. [15]

Уступ - это конструктивный элемент, внешняя граница которого задается незамкнутыми контурами. Первый контур в списке контуров определяет часть уступа, ограничивающая стенкой. Второй контур определяет открытую часть уступа. Применяется, когда необходимо сделать какой-нибудь уступ на детали. [16]

Плита - это конструктивный элемент, у которого внешний контур определяет стенку плиты, а внутренние контуры определяют окна в плите. Все контуры, определяющие плиту, должны быть замкнуты. У плиты не может быть внутренних не обрабатываемых элементов и обрабатываемых контролируемых поверхностей [17].

Каждый из этих элементов используется для определенных операций.

Также в параметрах перехода есть такие параметры как направление, оно определяет направление фрезерования и может быть попутным либо

встречная. Параметр шаг определяет сколько от диаметра или радиуса инструмента будет задействовано для обработки.

Значение проходов определяет количество проходов, которое необходимо при обработке конструктивного элемента.

Значение гребешок определяет максимальную высоту выступа (ступеньки) при обработке плоскости под углом.

Недобег определяет стояние при котором подача переходят с холостого ходу на рабочую подачу. [18]

Перебег - это сдвиг инструмента относительно обрабатываемого уровня Z. Он может быть, как положительный, так и отрицательный

СОЖ отвечает за добавление в код команды, которая включает подачу смазывающее охлаждающей жидкости.

2.1.3 Определение режима работы шпинделя и привода его подачи

Вкладка шпиндель – это панель в которой задаются параметры скорости вращения инструмента, а также рабочих подач. На рисунке 30 показан интерфейс раздела Шпиндель/Подачи.

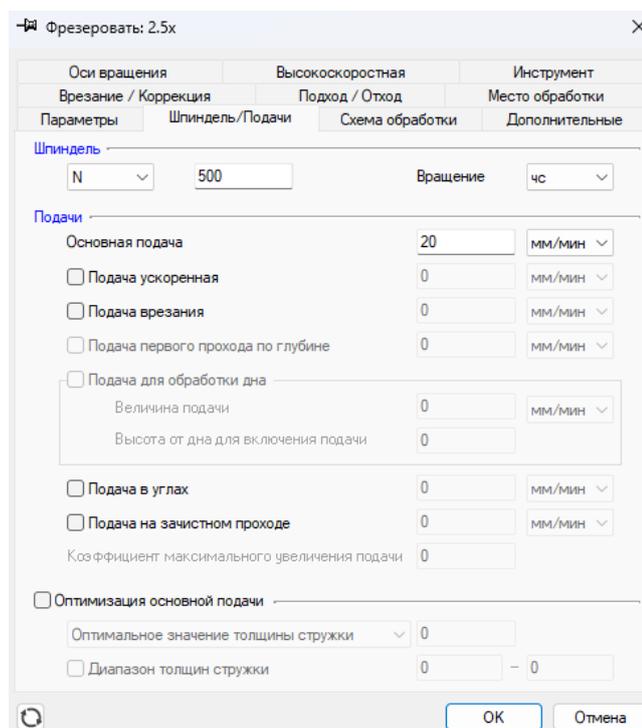


Рисунок 30 – интерфейс Шпиндель/Подачи

В данном разделе также можно задать настройки для ускоренных подач, врезания, подач для глубины первого прохода, подач для обработки дна и подач для чистового прохода.

2.1.4 Определение схемы обработки детали

В схеме обработки на выбор есть множество режимов обработки (Эквидистантная, эквидистантная комбинированная, петля эквидистантная, петля поперечная, петля продольная, зигзаг, зигзаг экстрактный, зигзаг поперечный, зигзаг продольный, спираль, спираль обратная, спираль по двум контурам, спираль комбинированная) каждый из которых хорош в определённых ситуациях, например, схема обработки Зигзаг хорошо подходит для обработки плоскостей и является самой простой операцией с точки зрения кода. На рисунке 31 представлен интерфейс данного раздела.

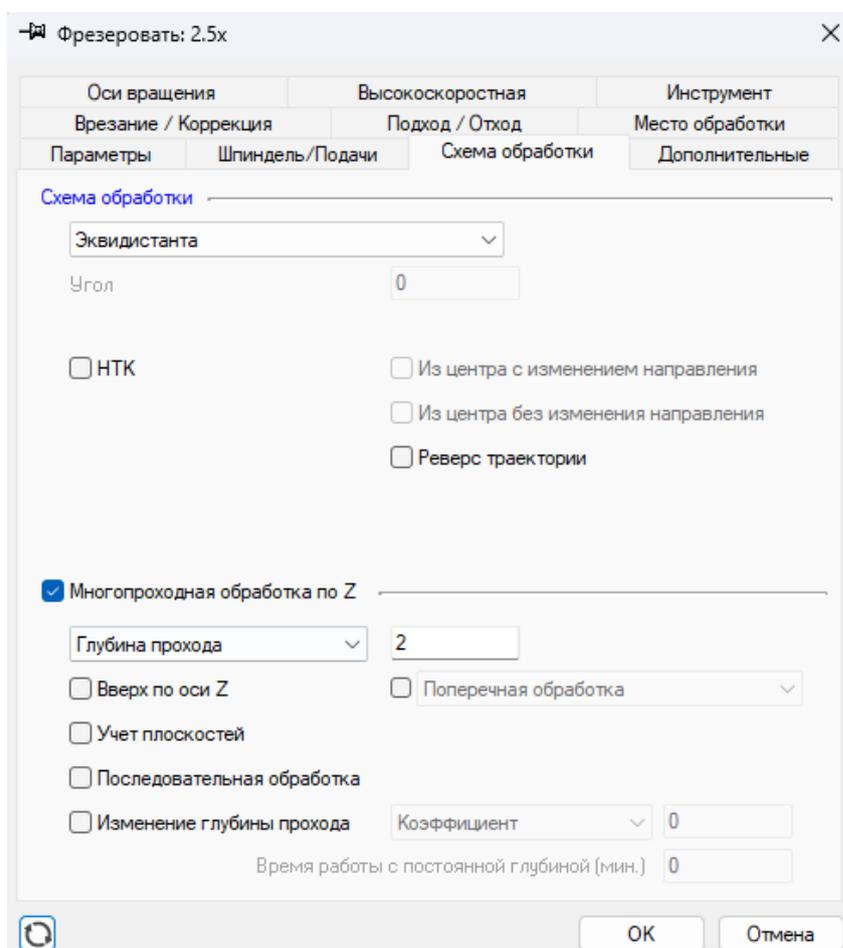


Рисунок 31 – интерфейс Схема обработки

В этом же разделе задаётся многопроходная обработка по Z, с помощью которой задаётся значение глубины или количества проходов по высоте обрабатываемого элемента.

2.1.5 Определение стратегии врезания и коррекций к нему

Во вкладке Врезание/Коррекция задаётся способ захода инструмента в материал. Это может быть вертикальная по нормали, когда фреза входит в вертикально в заготовку, или линейная, когда фреза под углом заходит в заготовку, но фреза не несёт функцию сверла [19]. Интерфейс представлен на рисунке 33.

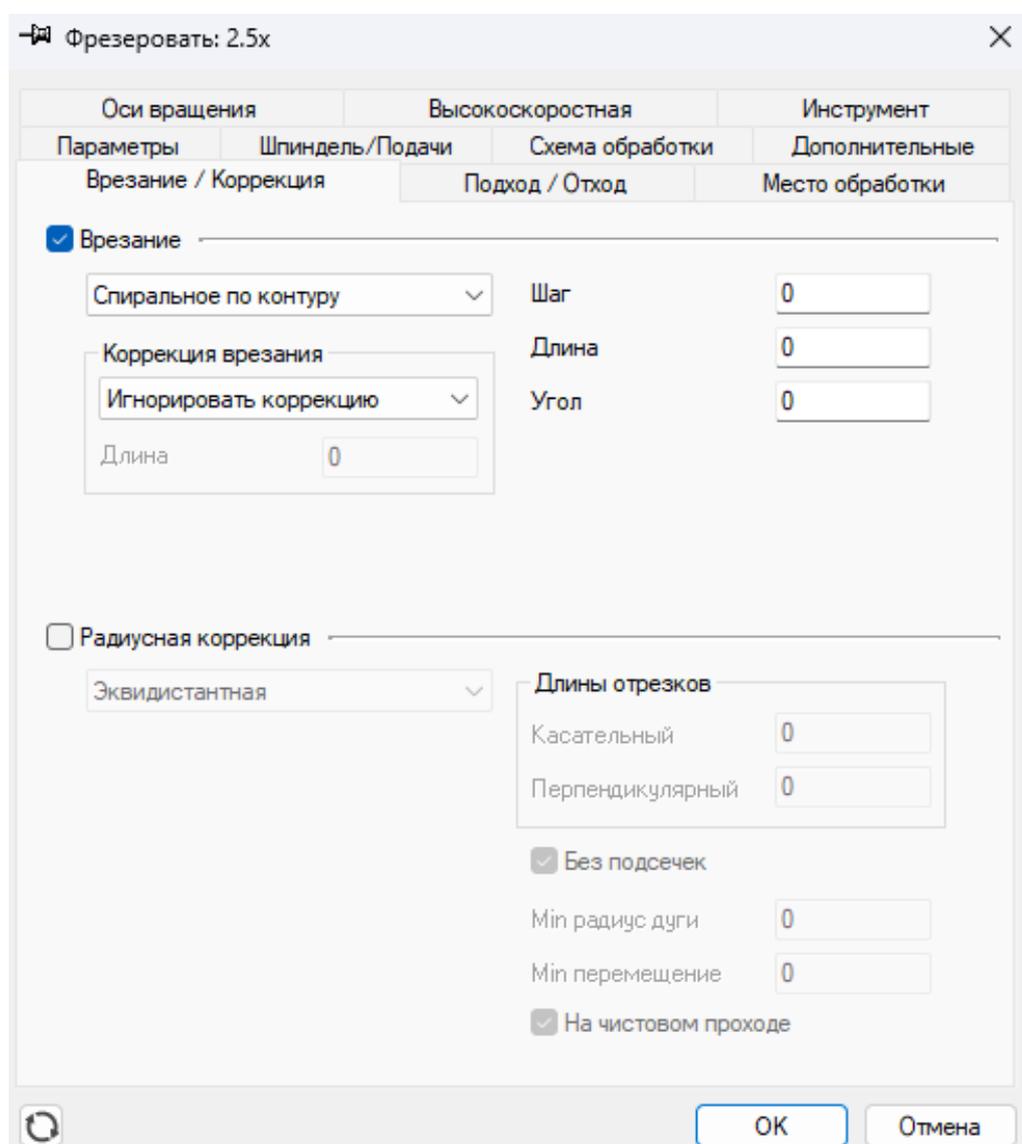


Рисунок 33 – интерфейс Врезание/Коррекция

Обычно используется спиральная врезание для предотвращения износа инструментов путём равномерного распределения нагрузки [20]. В данном меню можно выступить такие параметры как:

- шаг - это параметр определяющий высоту врезание инструмента при врезании за один цикл длина - это параметр определяющий расстояние, которое проходит инструмент за один цикл.
- угол - это параметр определяющий угол врезания инструментом за один цикл.
- длинна – это расстояние которое проходит инструмент за один цикл врезания.

2.1.6 Определение стратегии подвода и отвода инструмента

На вкладке Подход/Отход можно задать подход и отход инструмента к заготовке, а также угол и расстояние с которого инструмент будет входить в обрабатываемую поверхность [21]. В данном меню есть возможность настроить скорость подачи врезание в заготовку. Интерфейс представлен на рисунке 34.

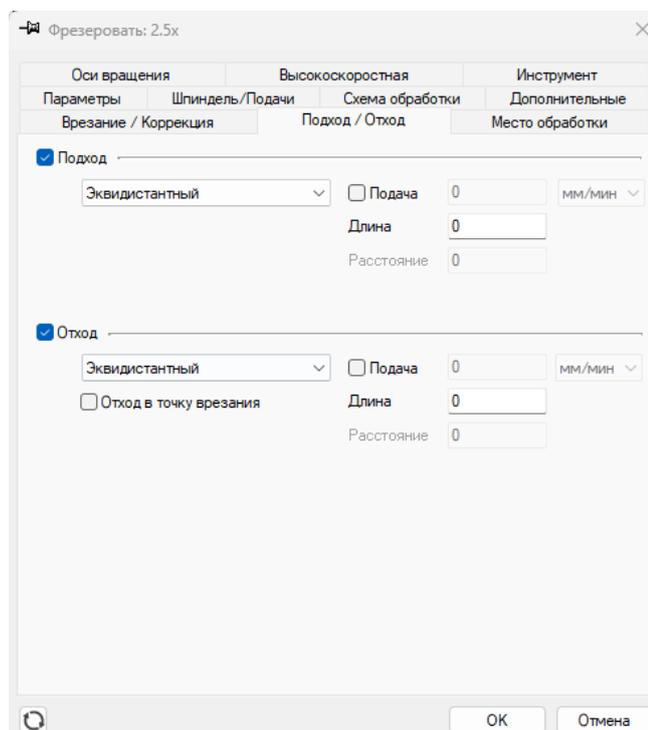


Рисунок 34 – интерфейс Подход/Отход

Реализованы следующие способы подхода и отхода: эквидистантный, линейно касательной, линейный по нормали, линейный, радиальный 1/4 окружности, радиальный 1/2, радиальный, с приращений, радиальные в точки врезания.

2.1.7 Выбора параметров рабочей зоны обработки

Во вкладке место обработки осуществляется выбор зон для обработки. Для этого во вкладке добавить выбирается обрабатываемый контур или же группа отрезков, образующих контур.

Система координат конструктивного элемента (СК КЭ) определяет положение конструктивного элемента в пространстве относительно системы координат детали (СК детали). Для того, чтобы указать новое положение системы координат: [22]

Нажмите кнопку фрезеровать 2.5х, затем нажимаем добавить и в контекстном окне нажимаем на кнопку «Система координат КЭ».

Система свернет окно диалога технологического перехода. Далее, выберите в появившемся меню один из способов определения положения системы координат, указанная на рисунке 35. [1]

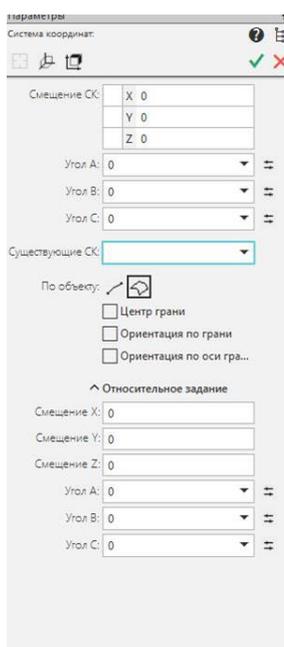


Рисунок 35 – Меню выбора способа определения положения СК КЭ

После того, как будет указано новое положение СК, меню появится вновь, чтобы вы могли конкретизировать её положение. Если этого не требуется нажать клавишу Ctrl+Enter. Система развернет окно диалога технологического перехода. Также возможно указать новое положение системы координат средствами КОМПАС (начиная с абсолютной СК либо с текущей СК). [23]

В контекстном меню место обработки, на вкладке глубина, указывается глубины обработки контура, отвечающее за значение глубины обработки.

Глубина может рассчитываться в зависимости от указанно системы координат КЭ, на выбор есть 2 режима:

- значение от плоскости КЭ – расчёт траектории идет от значения указанного уровня системы координат КЭ, ориентированного вниз детали. Пример приведён на рисунке 34.
- значение от плоскости дна КЭ – расчёт траектории происходит от значения системы координат КЭ и направлен вверх детали. Пример приведён на рисунке 36.

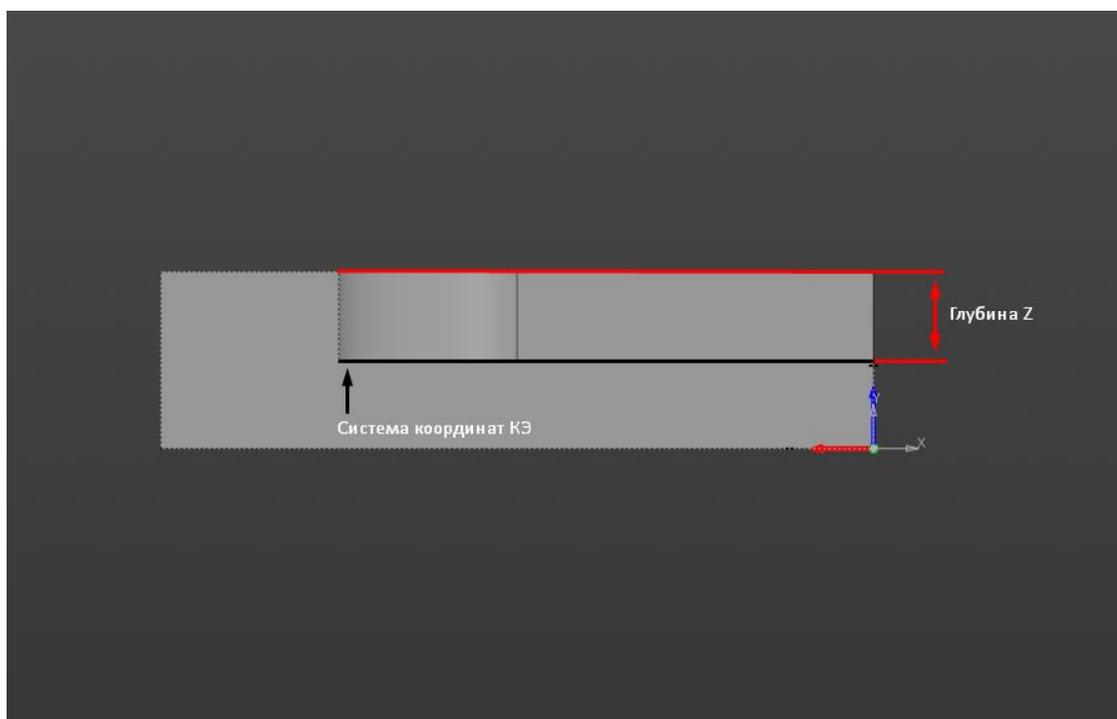


Рисунок 36 –пример значения от плоскости дна КЭ

На вкладке безопасные перемещения можно дополнительно указать плоскость безопасности, над которой инструмент сможет перемещаться на быстрых подачах.

2.1.8 Выбора параметров инструмента

Вкладка инструмент дублирует инструмент в технологических командах. С помощью данного контекстного меню можно сформировать любой режущий инструмент. На выбор предлагается фрезы, сверла, центровки, развёртки, метчики и так далее. Для каждого из этих разделов существует дополнительные подразделы [24]. Например, геометрию фрезы можно обозначить как концевую, так и сферическую или угловую. Интерфейс представлен на рисунке 37.

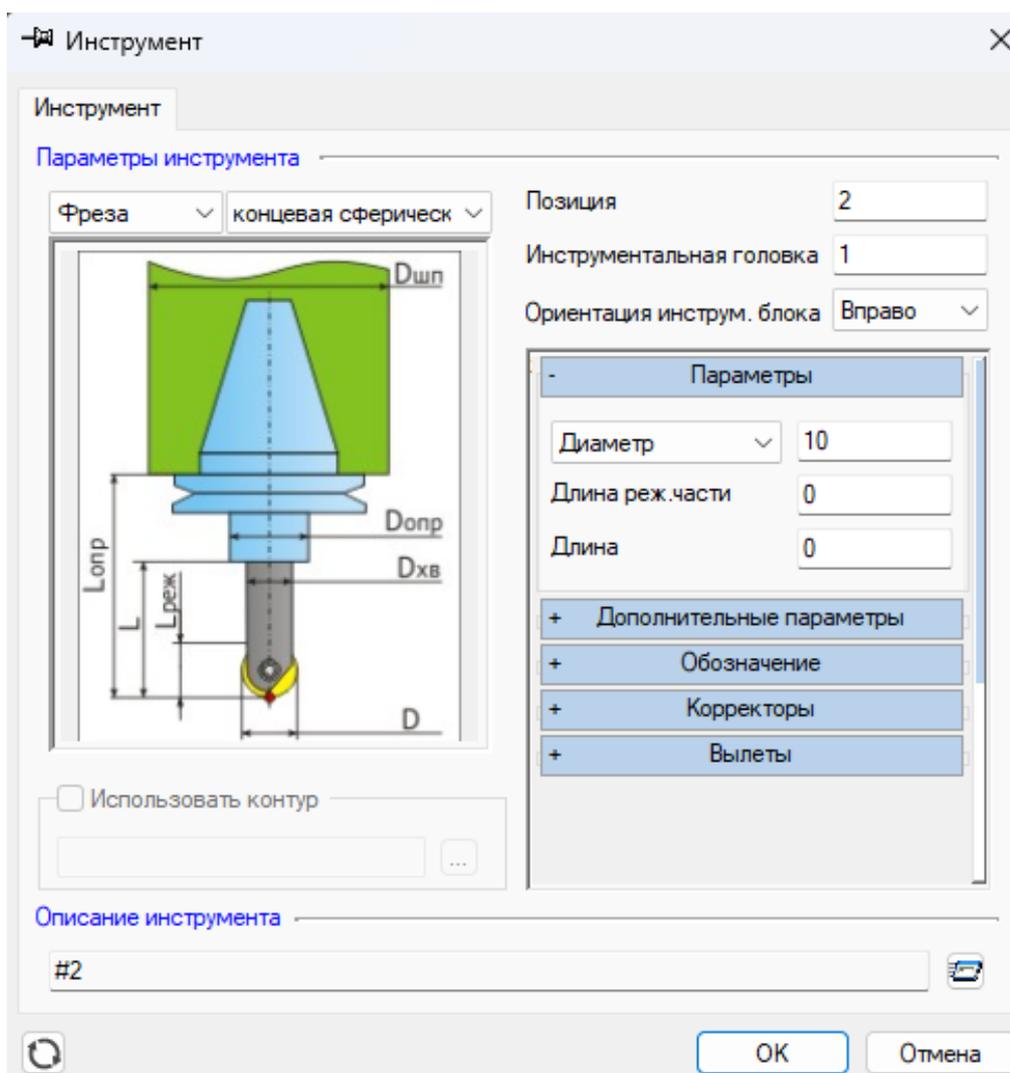


Рисунок 37 – интерфейс Инструмента

В данном контекстном меню мы можем выбрать позицию инструмента, а также задать его диаметр длину режущей части и общую длину инструмента. В дополнительных параметрах можно задать точные размеры режущего инструмента вместе со державкой, а также указать, например, количество зубьев [25].

2.1.9 Дополнительные настройки

Вкладка дополнительно отвечает за задание припуска на заготовке. В данном контекстном меню можно выставить припуск внешний, внутренний и на дно. Интерфейс вкладки дополнительно отображён на рисунке 38.

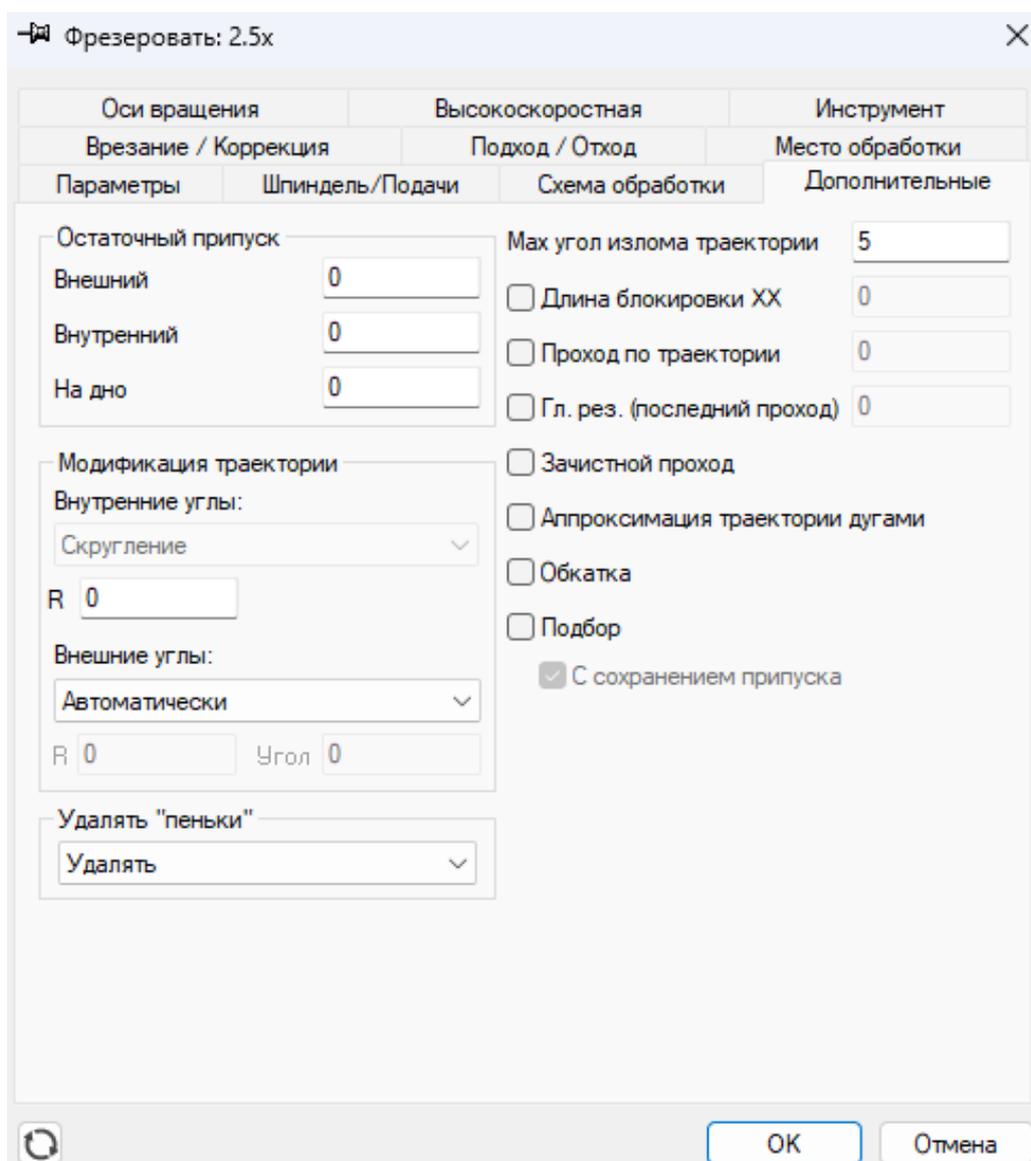


Рисунок 38 – интерфейс Дополнительно

Также во вкладке дополнительно можно удалять пеньки и делать завистные проходы.

2.1.10 Определение исходных параметров при точении

Во вкладке точить интерфейс схож интерфейсом фрезеровать 2,5х за исключением отсутствия некоторых параметров. Интерфейс точить представлен на рисунке 41.

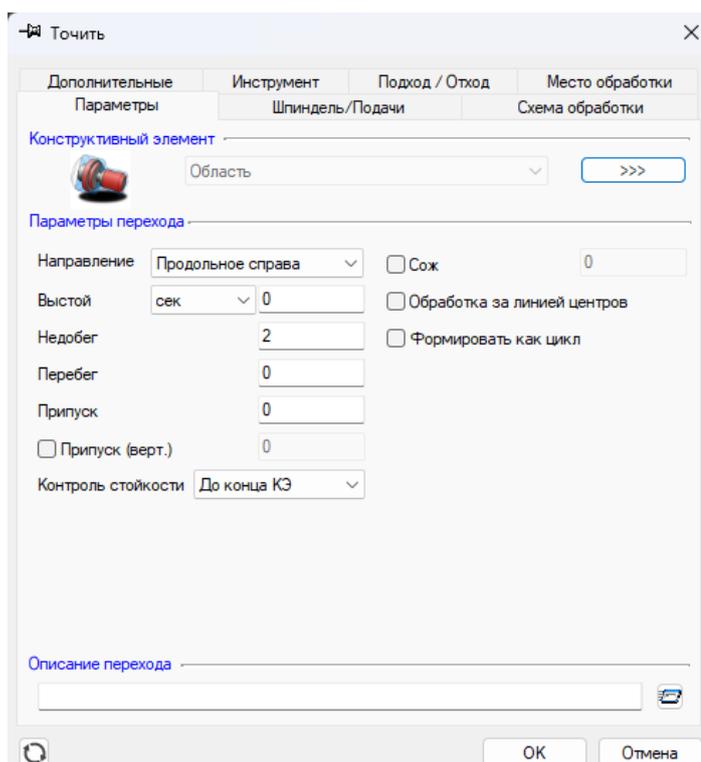


Рисунок 41 – интерфейс точить

Чтобы начать процесс точения необходимо выбрать контур детали вдоль которого пройдёт режущий инструмент. Также есть возможность увеличить или уменьшить длину зоны точения точка.

2.2 Программирование обработки деталей в режиме Фрезерование 3х

Параметр фрезеровать 3Х нужна для создания чистовых траекторий для сложных трёхмерных поверхностей [26]. Интерфейс раздела представлен на рисунке 39.

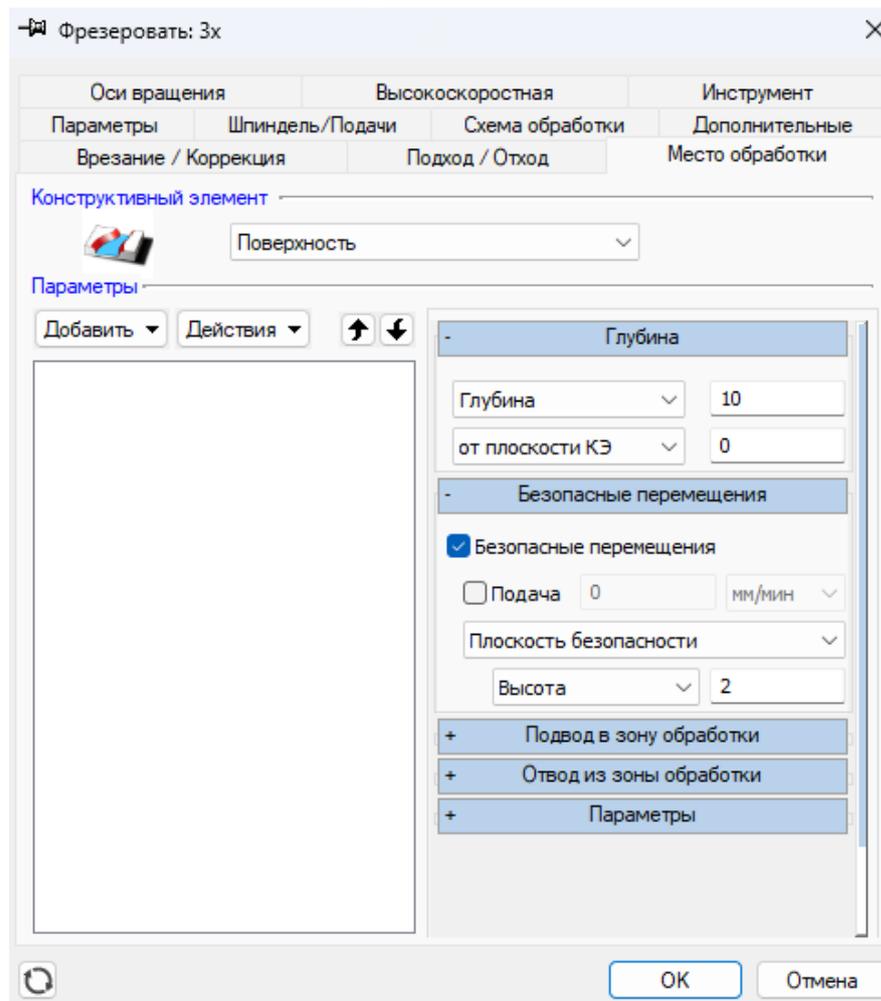


Рисунок 39 – интерфейс фрезеровать 3x

Интерфейс схож интерфейсом фрезеровки 2.5X обработки за исключением конструктивных элементов. Для данной обработки конструктивными элементами являются поверхность и кривая [27]. Базовыми элементами для построения траектории является контур, поверхность и контрольная поверхность.

2.3 Программирование обработки деталей в режиме Сверление

На вкладке сверлить задаётся траектория движения для сверления, центровки, зенковки и развёртки. Интерфейс схож с интерфейсом фрезеровать 2.5x за исключением нескольких пунктов.

Во вкладке место обработки ключевым элементом является отверстие. После выбора отверстия и системы координат КЭ выставляется глубина сверления [28].

Технически алгоритм построения маршрутов для центровки, развёртки, зенковки и развёртки схожи со стандартным циклом сверления. Интерфейс сверления представлен на рисунке 40.

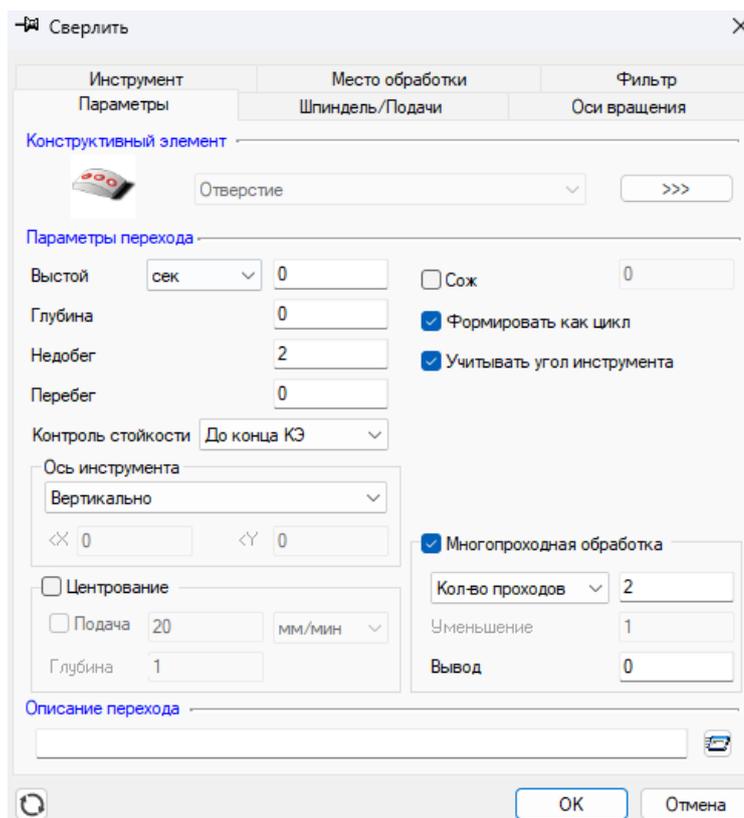


Рисунок 40 – интерфейс сверления

Чтобы во время цикла сверления сверло не забивалось выходящей стружкой, предусмотрена многопроходная обработка, которая позволяет после определённого цикла выводить сверло из отверстия для удаления стружки.

2.4 Программирование обработки деталей в режиме Точение

Во вкладке точить представлены базовые операции для токарной обработки, такие как: точить, расточить, подрезать, отрезать, нарезать резьбу,

а также операции, связанные с сверлением: сверлить, центровать, зенковать, развернуть, нарезать резьбу метчиком.

2.4.1 Определение исходных параметров при растачивании

Во вкладке расточить представлена возможность обрабатывать внутренние контуры детали. Интерфейс расточить представлен на рисунке 42.

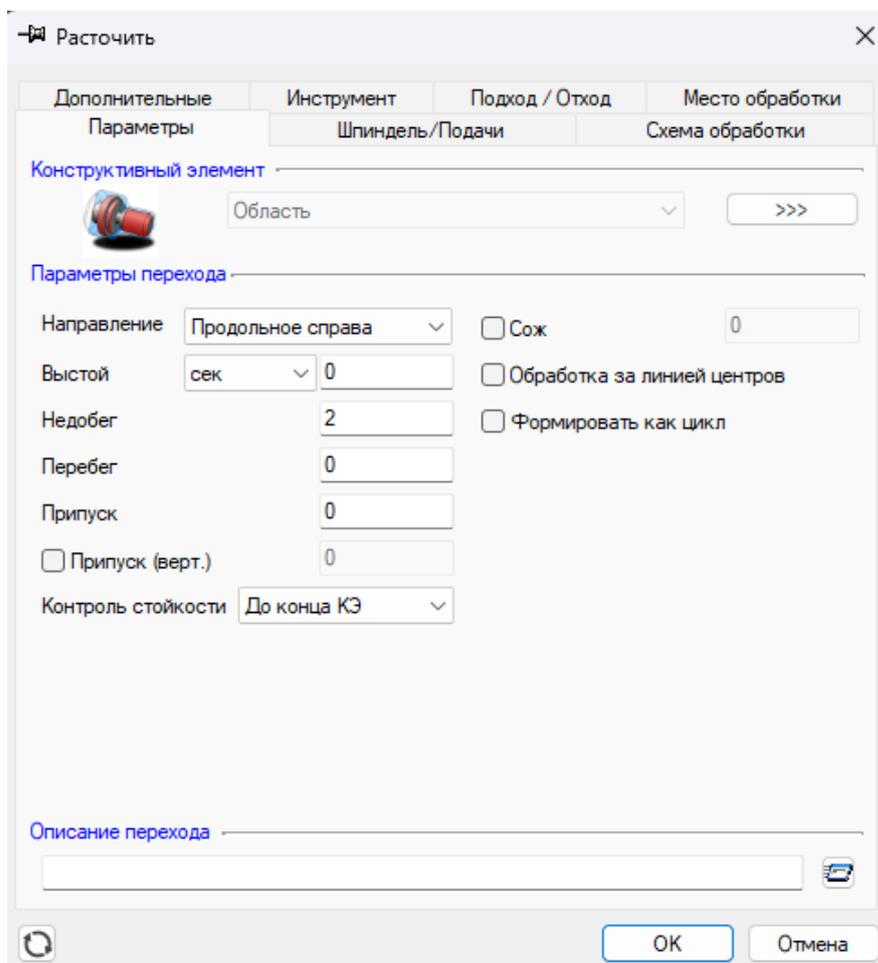


Рисунок 42 – интерфейс Расточить

Для этого необходимо, как и ранее выбрать контур, по которому будет происходить точение, а также настроить подходы и отходы к внутренним частям обработки.

2.4.2 Определение исходных параметров для подрезки торцев

Вкладка подрезать позволяет обрабатывать торец заготовки. Интерфейс подрезать представлен на рисунке 43.

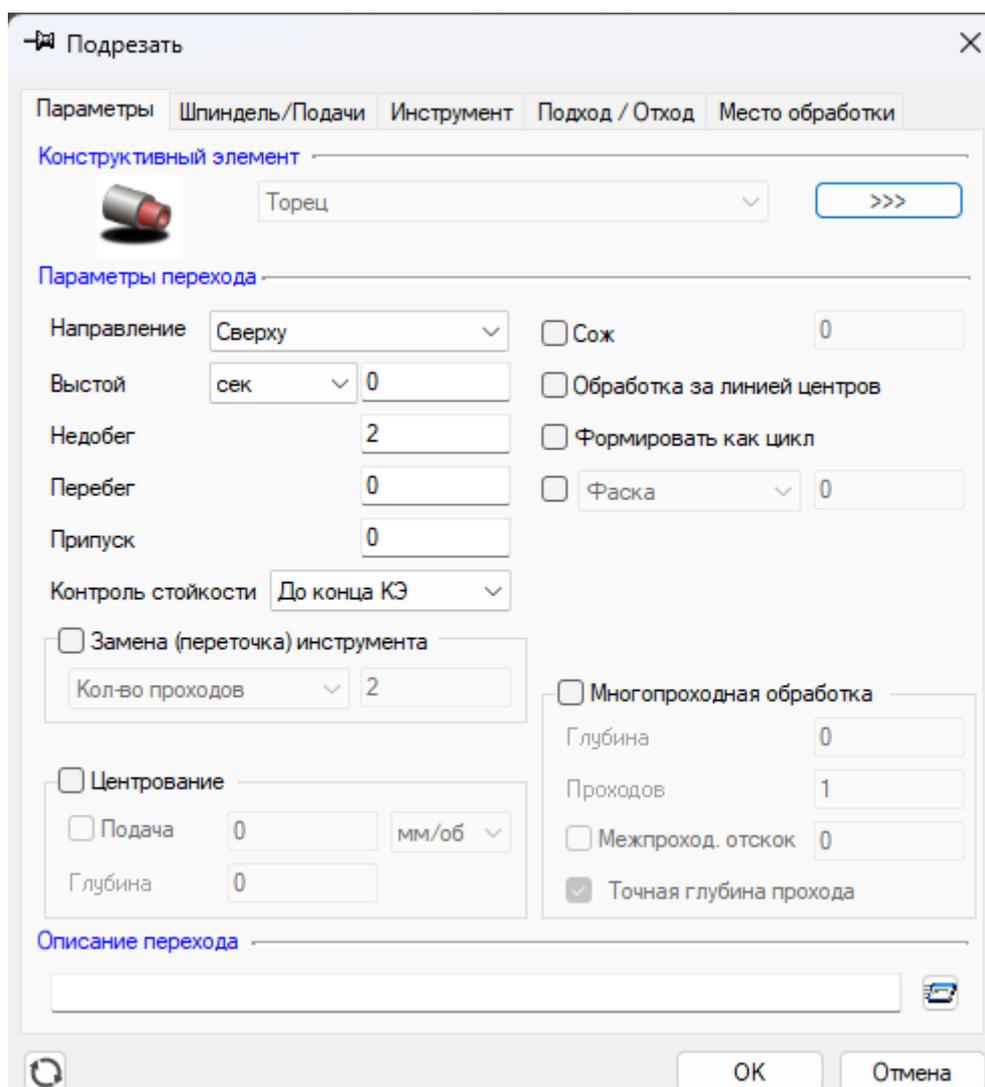


Рисунок 43 – интерфейс Подрезать.

Для того чтобы начать точить указывается обрабатываемый торец.

2.4.3 Определение исходных параметров при осевом сверлении

Функционал вкладок сверлить, центровать, зенковать, развернуть, нарезать резьбу метчиком, позволяют делать операции сверлением в телах вращения. Интерфейс сверлить представлен на рисунке 44.

Для этого указывается торец, в котором строится траектория обработки. Все операции схожи с функциями сверления, описанные выше, за исключением некоторых пунктов необходимых для 2.5х обработки.

Определение параметров технологической наладки станка

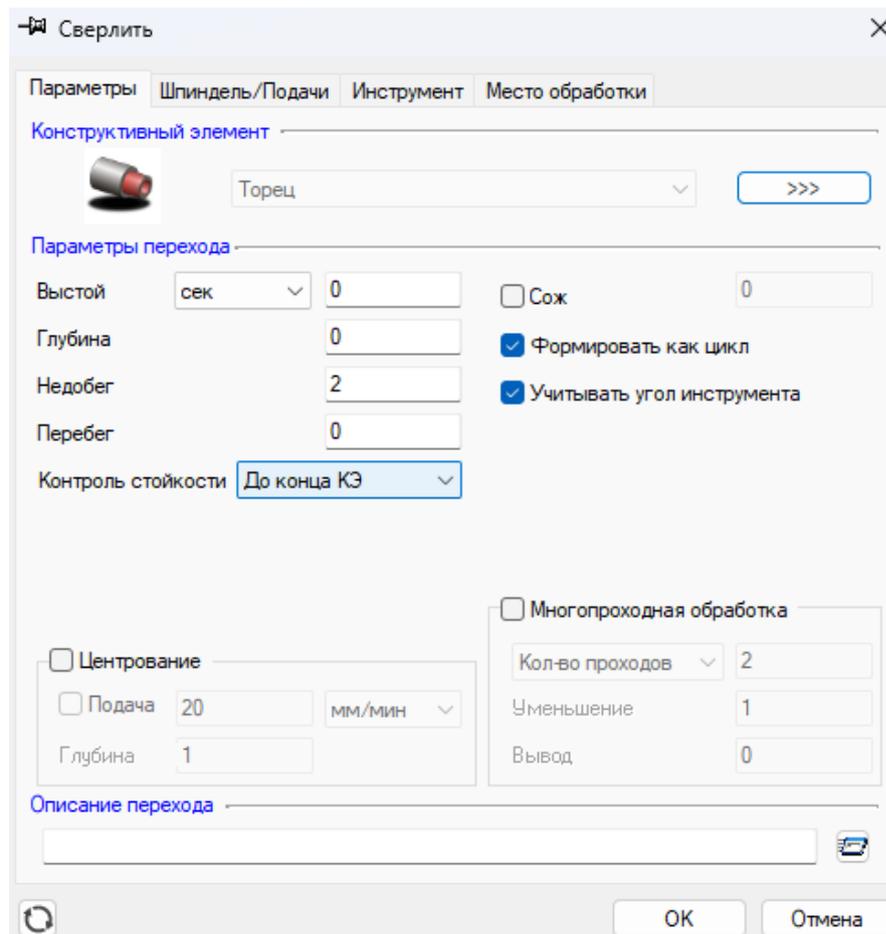


Рисунок 44 – интерфейс Сверлить.

Маршрут обработки может содержать специальные технологические команды - технологические объекты, не связанные с непосредственной обработкой (снятием металла) [29]. При помощи технологических команд Вы можете задать общие особенности процесса обработки, такие как начальная или конечная точка движения инструмента, плоскость холостых ходов и др. Технологическая команда может быть задана в любой момент проектирования обработки. [1]

2.4.4 Выбор параметров для определения начальной точки

Технологическая команда «Начальная точка обработки» определяет положение начала цикла (настроечной точки инструмента) в системе координат детали или зоны [30]. За настроечную точку инструмента принимают либо базовую точку шпинделя или резцедержателя, либо вершину какого-либо участвующего в обработке или фиктивного инструмента. Вы

можете определить положение начальной точки обработки, задав её координаты в соответствующих полях диалогового окна или указав её курсором на экране.

2.4.5 Выбор параметров для определения безопасной позиции

Технологическая команда «Безопасная позиция» определяет точку или плоскость, куда отводится инструмент перед сменой, перед поворотом детали в рабочем пространстве станка, перед сменой стола-спутника, а также по команде. Если безопасная позиция не определена, то за безопасную позицию принимается начальная точка обработки. [31]

2.4.6 Выбор параметров для определения плоскости ХХ

Технологическая команда плоскость холостых ходов определяет плоскость, которой должен выполнять должны выполняться ускоренные перемещения инструмента при переходе от одного конструктивного элемента к другому.[34]

2.4.7 Выбор параметров для определения инструмента

Технологическая команда «Инструмент» устанавливает параметры инструмента, который будет использован в последующих технологических переходах. Как правило, команда «Инструмент» используется перед вызовом подпрограмм или станочных циклов. [32]

Инструмент можно перемещать в древе ADEM CAM. Более подробно про инструмент было написано выше.

2.4.8 Выбор параметров для определения заготовки

Технологическая команда «Заготовка» предназначена для определения в маршруте обработки заготовки, из которой будет изготавливаться проектируемая деталь. Наличие этой команды в маршруте обработки необязательно. Заготовка, определенная в маршруте обработки, будет отображаться при верификации обработки. Кроме того, заготовка учитывается при проектировании токарных операций. [33]

3 Программирование фрезерной обработки детали звезда 1 в ADEM CAM

В данном разделе будут рассмотрены технологические процессы фрезеровки детали Звезда 1. (Приложение А)

3.1 Определение тела заготовки для детали

Перед обработкой создаем заготовку, в которую будет вписана деталь. Для этого необходимо создать еще одно тело поверх нашей детали. Для этого нажимаем на кнопку «Создать эскиз», указанные на рисунке 45.

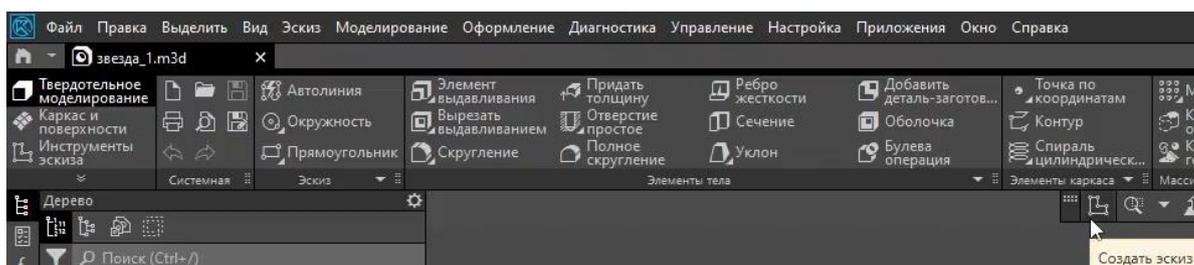


Рисунок 45 – Интерфейс программы

Далее нажимаем на нашу деталь, в «Инструментах эскиза» выбираем «окружность», как наиболее подходящую форму для нашей «Звезды 1», указанные на рисунке 46.

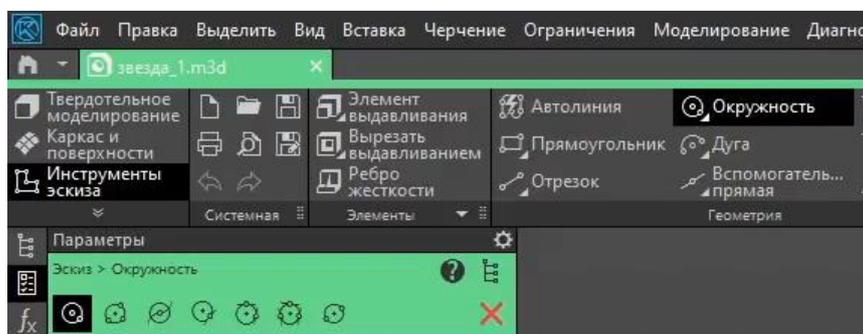


Рисунок 46 – Интерфейс программы

Из центра детали задаем тело заготовки диаметром 460мм, указанные на рисунке 47.

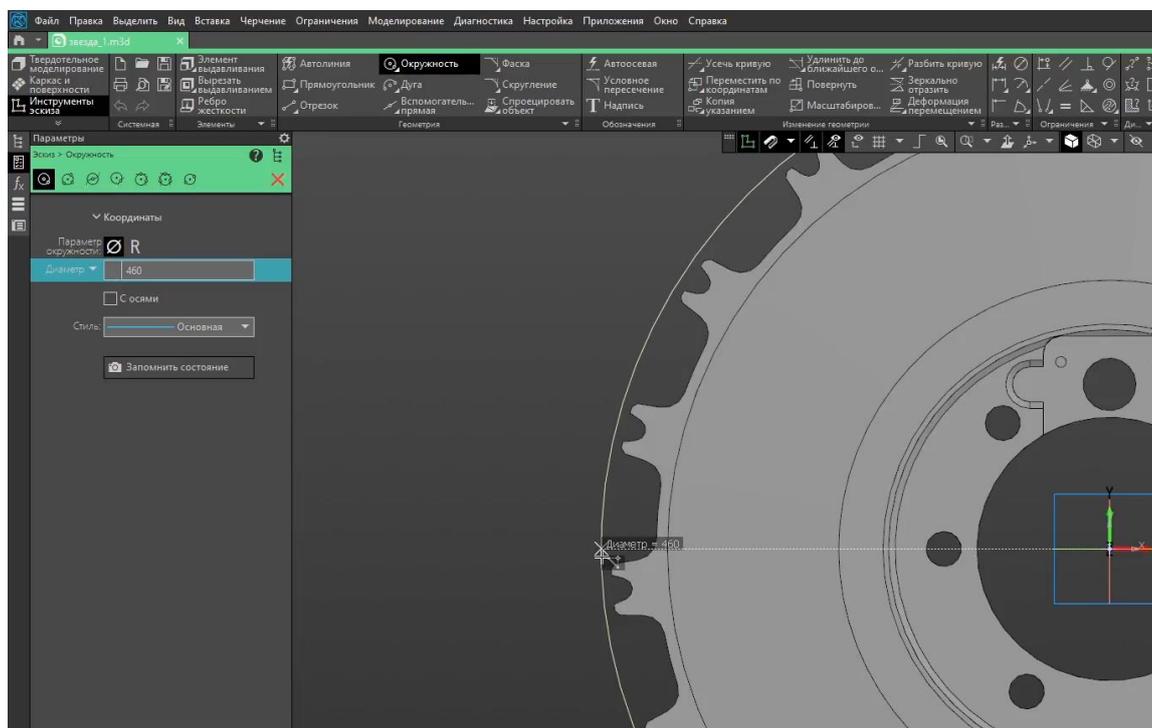


Рисунок 47 – Тело заготовки

Далее нажимаем «Элемент выдавливания» и получаем нашу заготовку, которой в дальнейшем необходимо будет задать дополнительные параметры, указанные на рисунке 48.

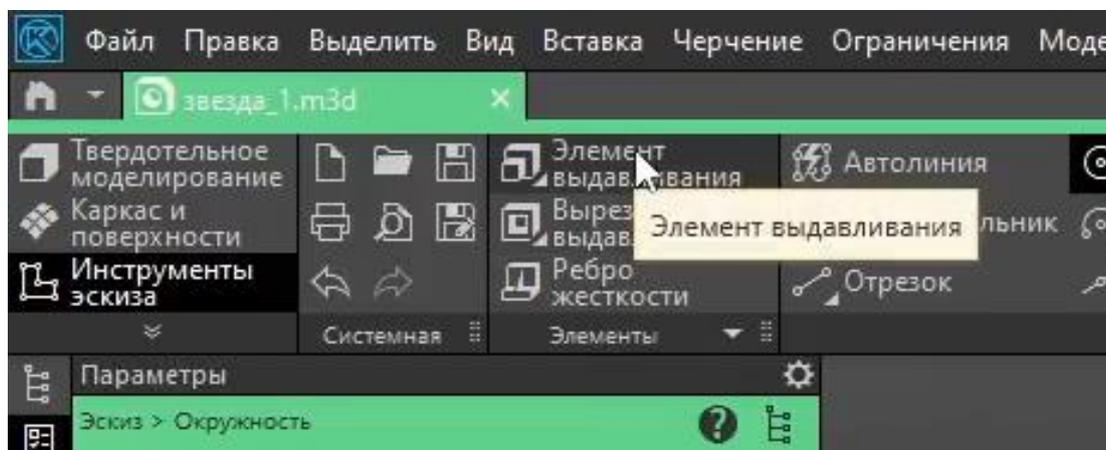


Рисунок 48 – Дополнительные параметры

Наша деталь имеет высоту 58мм, указанные на рисунке 49. Нам необходимо сделать припуск 2мм сверху и снизу. Для этого мы, во-первых, двигаем ползунок в графе «второе направление», указанные на рисунке 50 в нижней графе указываем расстояние – 2мм, а в основном расстоянии мы указываем 58+2мм. Заготовка задана.

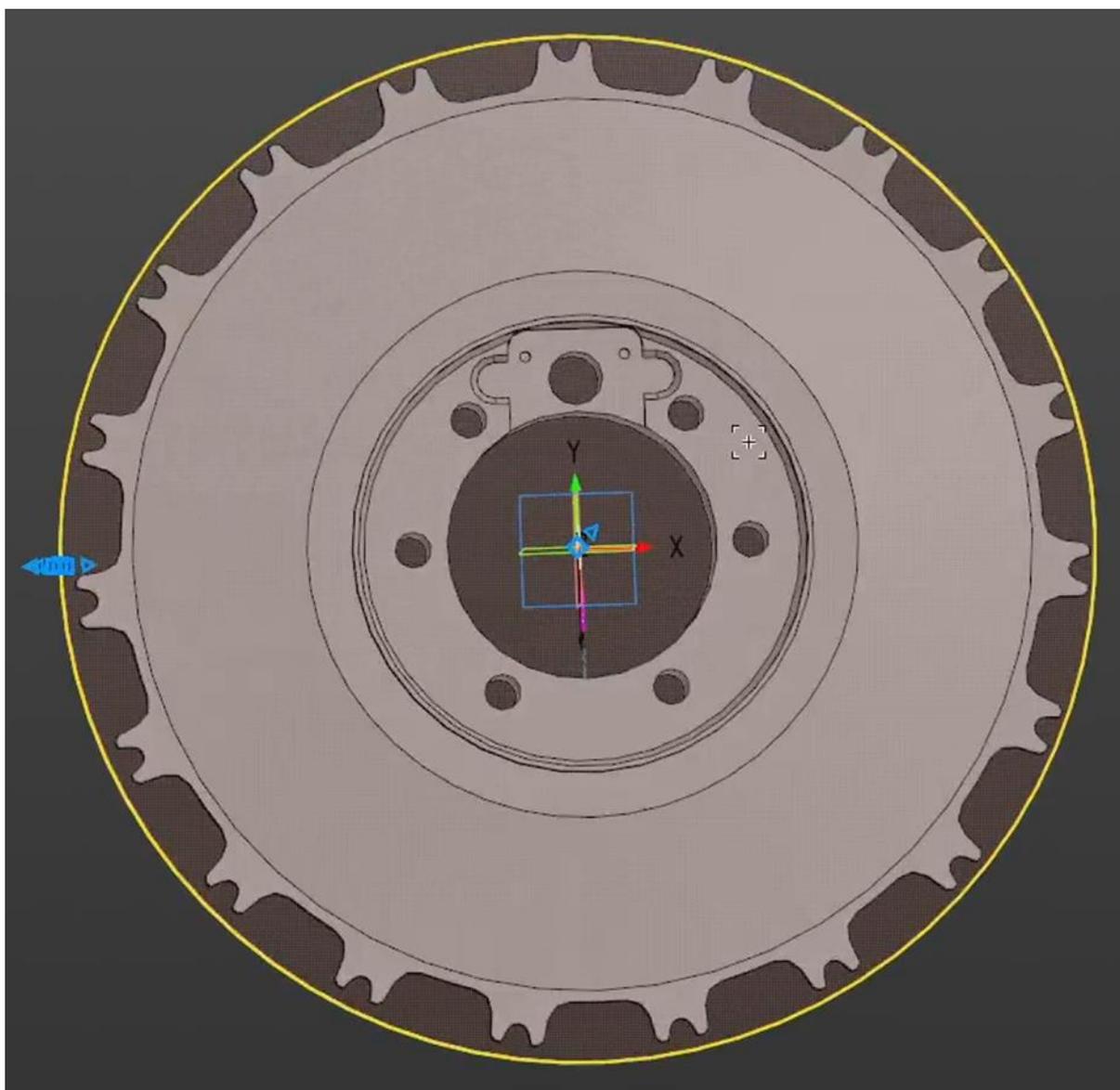


Рисунок 49 – Рабочая деталь

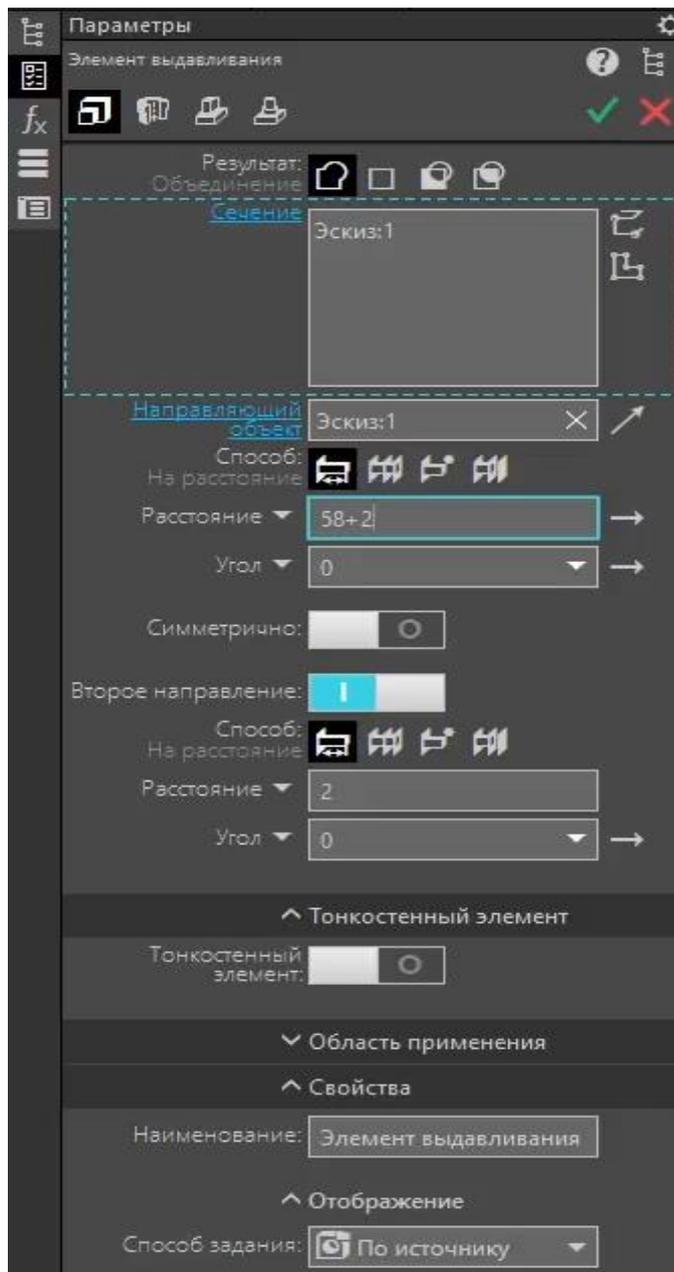


Рисунок 50 – Графа «Второе направление»

Далее для удобства сделаем нашу заготовку полупрозрачной. Для этого в поле «Отображение», указанные на рисунке 71 в пункте «Способ задания», указанные на рисунке 51, выбираем способ «Вручную». После чего в открывшемся меню задаем параметр «Прозрачность» и выставляем значение 50, значения указаны на рисунке 52.

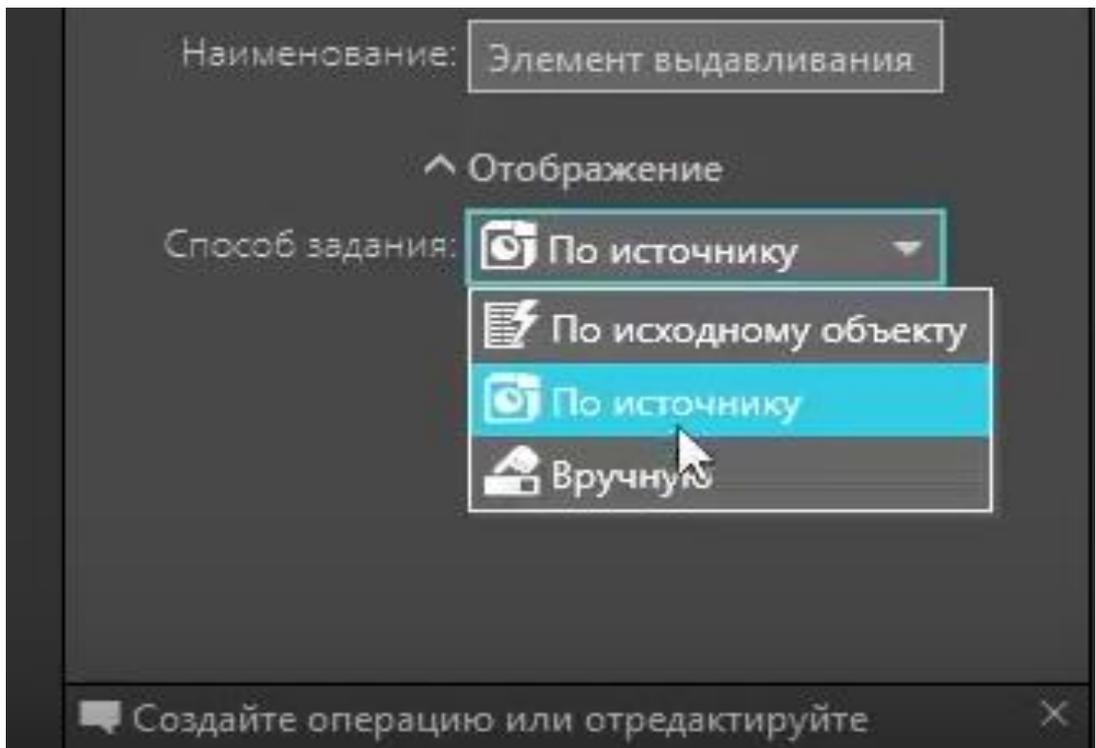


Рисунок 51 – Рабочие поле «Отображение»

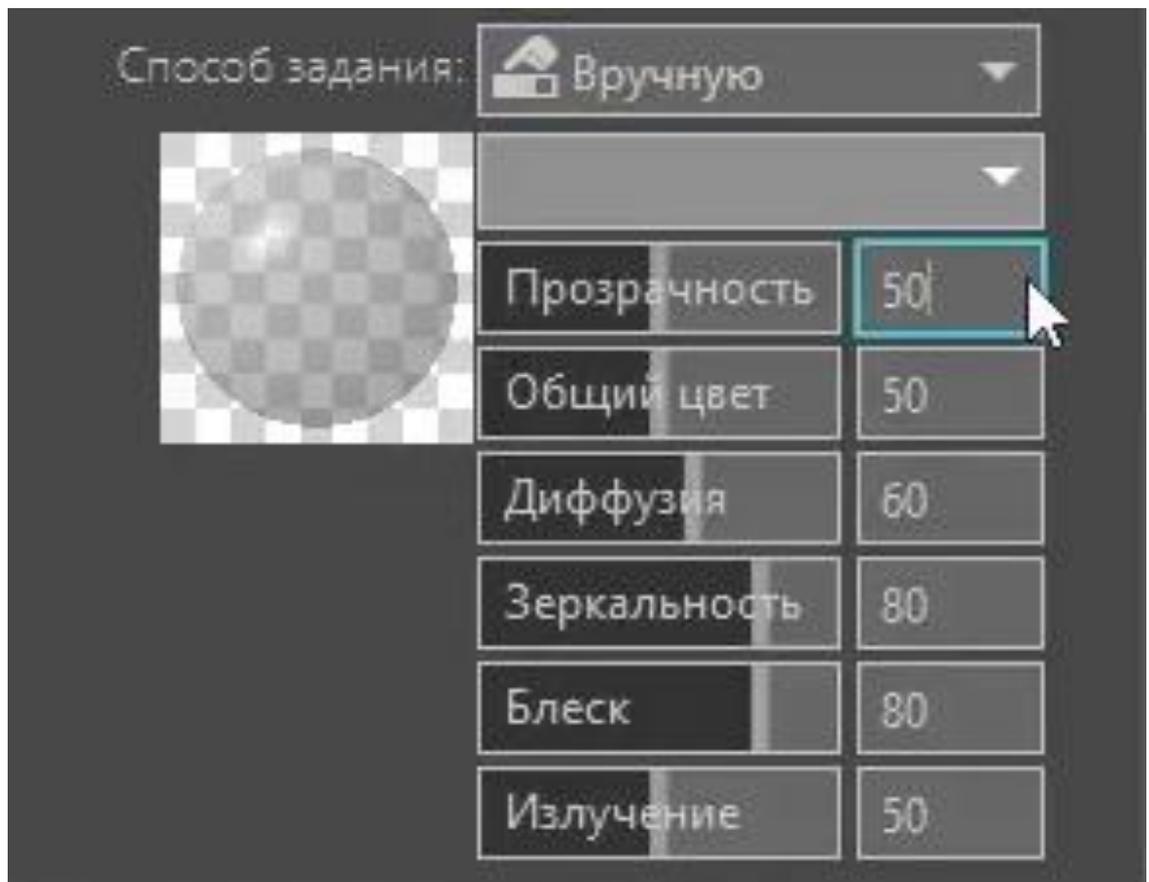


Рисунок 52 – Рабочие поле «Способ задания»

Для того, чтобы применить все наши настройки – нажимаем зеленую галочку, рисунок 53.



Рисунок 53 – Интерфейс программы

Для удобства через меню «Свойства» можем переименовать нашу заготовку и деталь, рисунок 54.

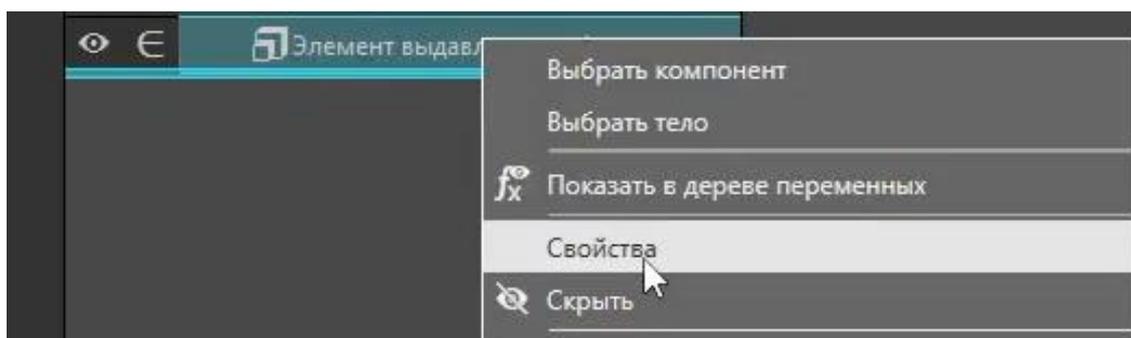


Рисунок 54 – Меню «Свойства»

Имеем следующее отображение списка наших элементов и вид заготовки, рисунок 54.

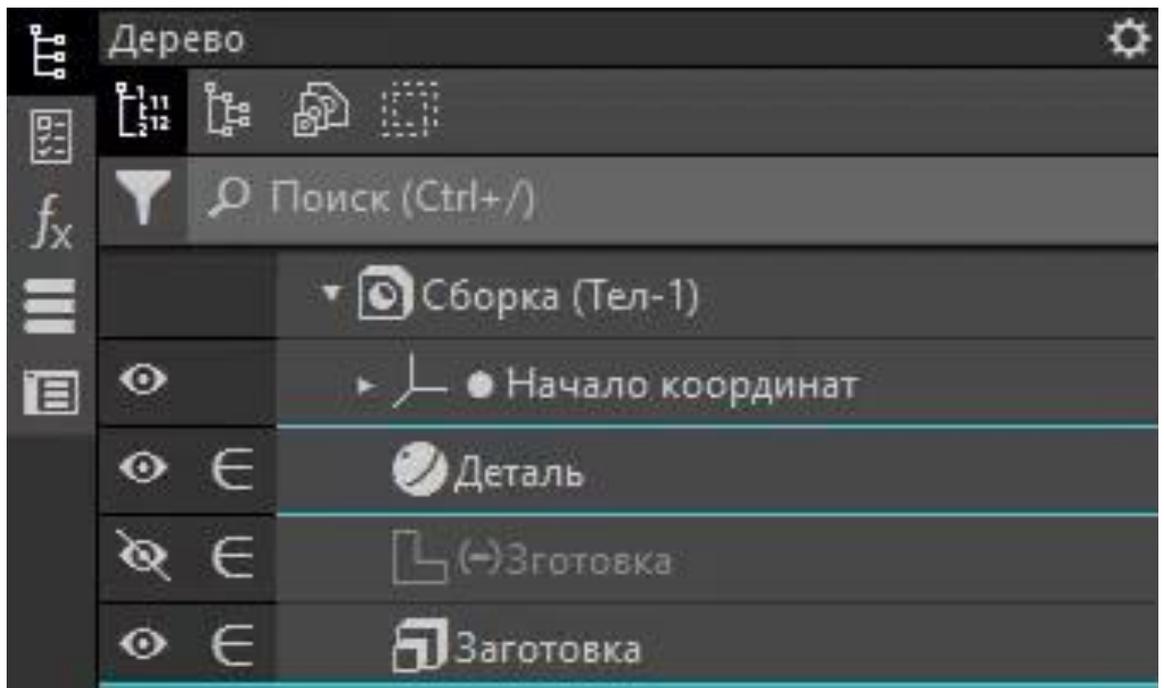


Рисунок 54 – Интерфейс программы

Теперь нам необходимо отобразить деталь внутри тела заготовки. Для этого нам необходимо перетащить «Деталь», рисунок 56 на слой ниже «Заготовки» и дважды нажать «исключить из расчетов» (исключаем и возвращаем к исходным настройкам) – наша деталь проявляется.

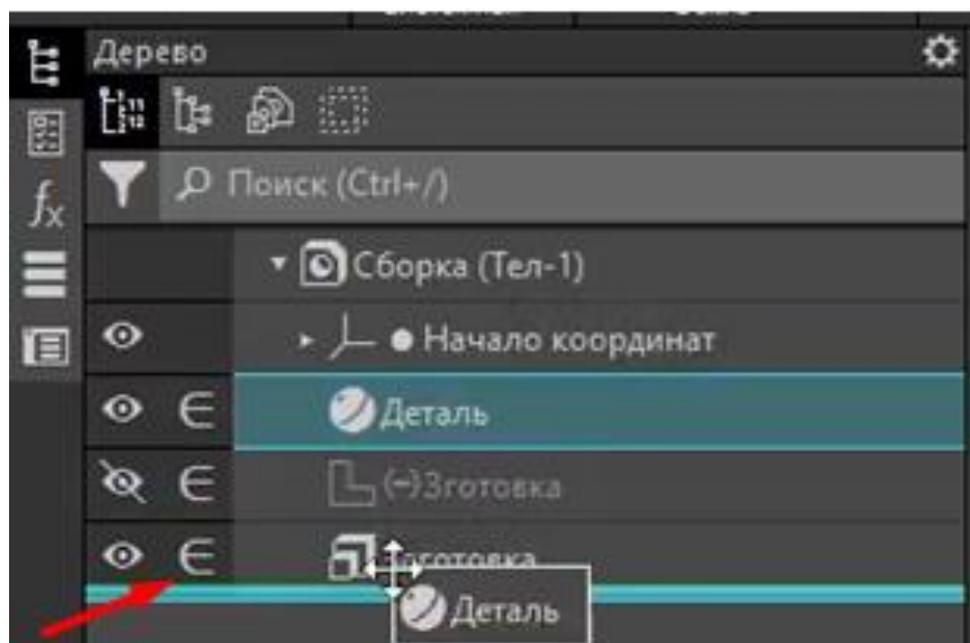


Рисунок 56 – Интерфейс программы

Вид детали внутри заготовки после проделанных манипуляций, рисунок 57.

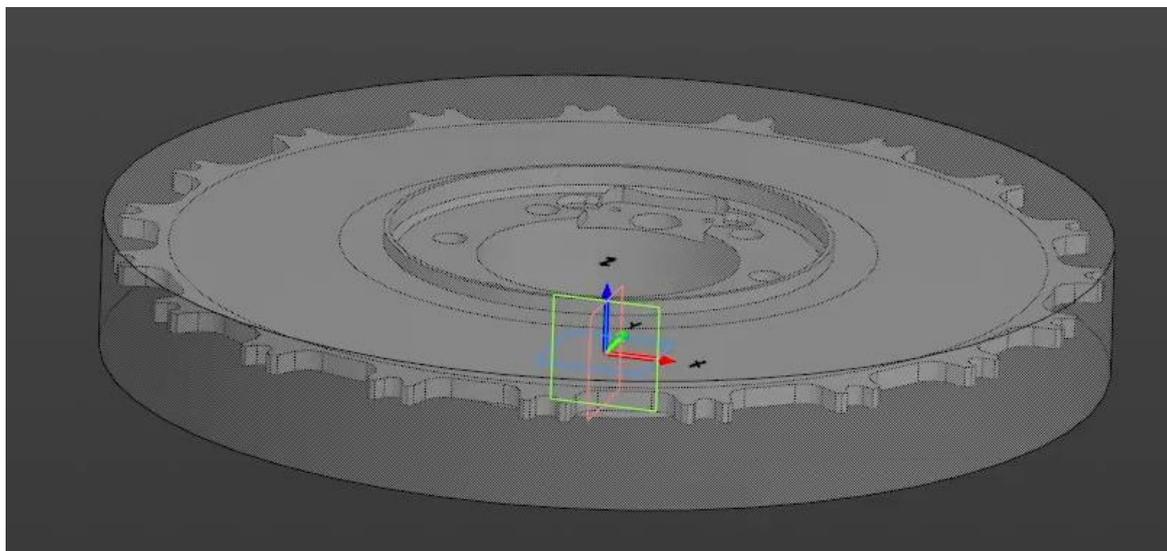


Рисунок 57 – Вид детали внутри заготовки

Теперь необходимо разобраться с начальной точкой – это точка, с которой машина начинает обработку нашей заготовки. Для этого переходим в библиотеку - раскрываем список под «Инструментами эскиза» и выбираем ADEM CAM, рисунок 58.

3.2 Задание начальной точки обработки

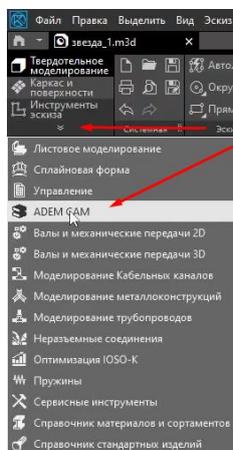


Рисунок 58 – Интерфейс программы

У нас откроется меню управления, рисунок 59.

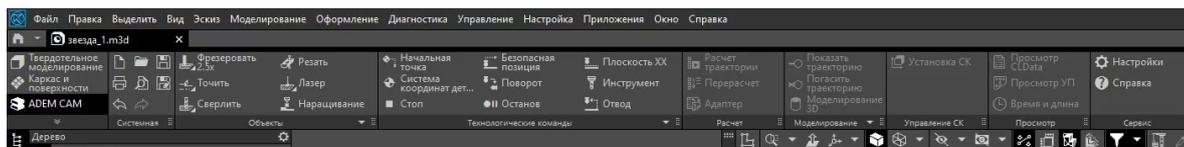


Рисунок 59 – Меню управления

Нажимаем в меню управления пункт «Начальная точка», рисунок 60 и выставляем желаемые параметры. В нашем случае нам требуется начать обработку детали ровно по центру детали, поэтому в графе «Координата Z» мы выставляем значение 60, поднимая ее на уровень заготовки. Так же начальную точку можно задать с экрана, для этого нажимаем «С экрана», выделяем нашу поверхность и точно так же задаем желаемые параметры.

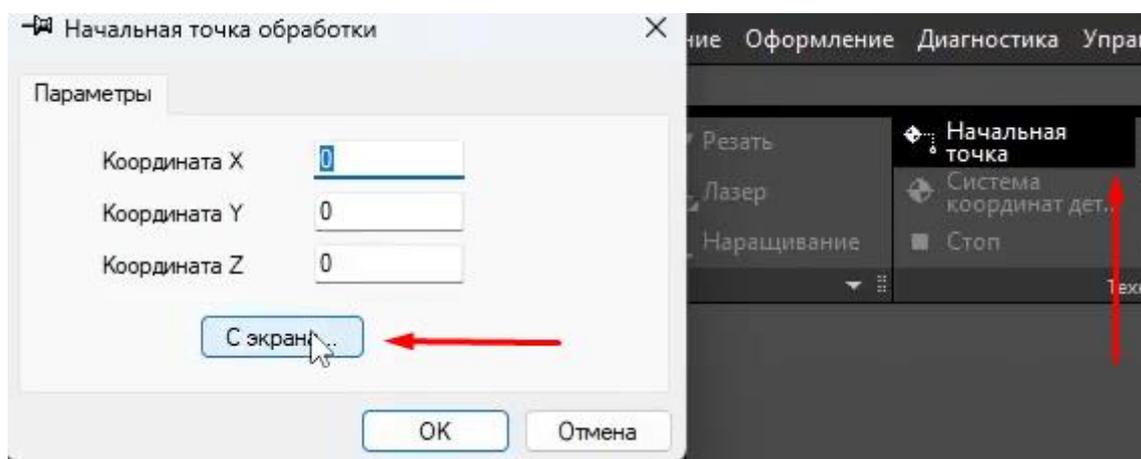


Рисунок 60 – Начальная точка обработки

Наша созданная начальная точка обработки отобразилась в маршруте, рисунок 61.

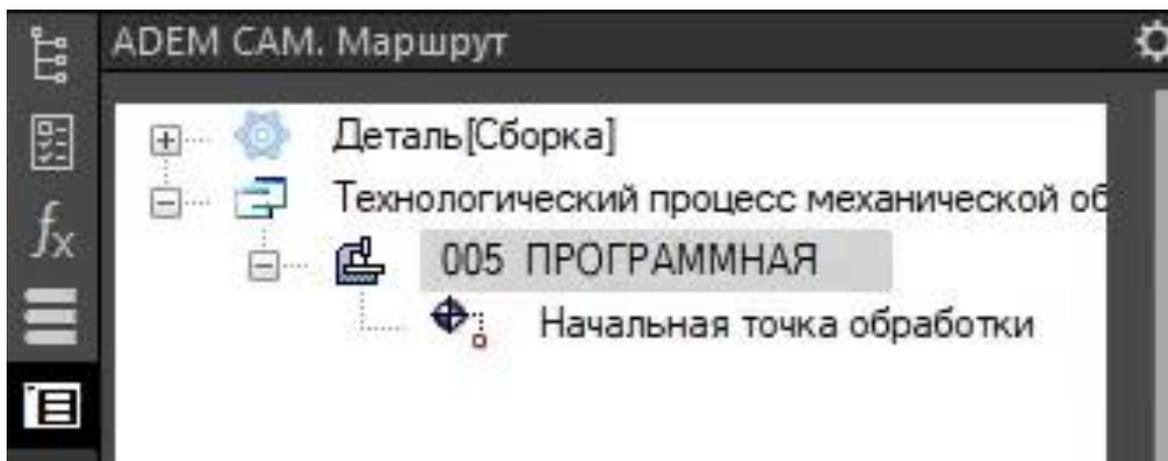


Рисунок 61 – Интерфейс программы

Теперь нам необходимо задать «Безопасная позиция», рисунок 62. Безопасная позиция – это позиция, куда инструмент будет выходить и будет там безопасно двигаться, не задевая прочие инструменты, такие как, например, прижимы для заготовки, которые могут присутствовать. Важно брать во внимание размеры самих прижимов. Поэтому безопасная позиция задается не по самой детали, а не много выше с учетом дополнительного оборудования.

Для этого в меню выбираем соответствующий пункт и задаем координаты, в нашем случае задаем ее 80, в соответствии с нашими прижимами. Для сохранения настроек нажимаем «Ок».

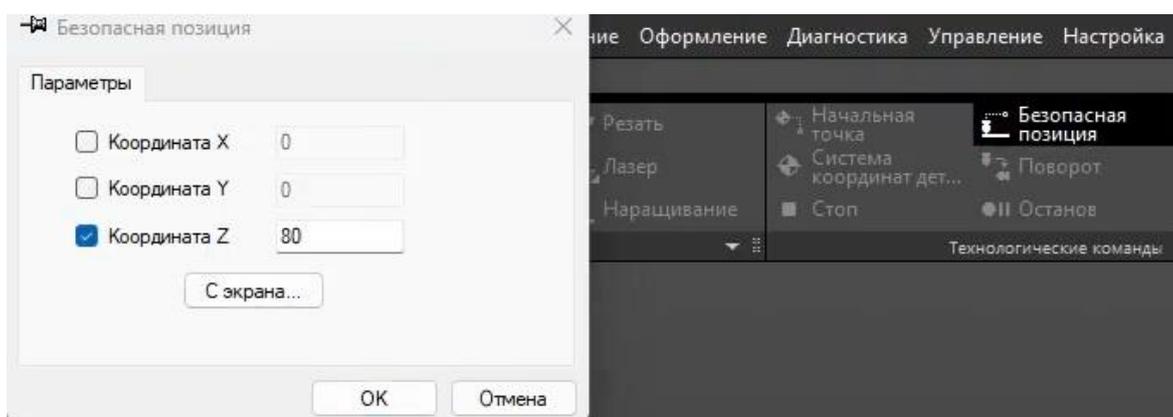


Рисунок 62 – Безопасная позиция

Задание правильной начальной точки позволит сохранить инструмент от столкновений и в последующем поломки.

3.3 Выбор параметров плоскости ХХ

Задаем плоскость ХХ – фактически, это то же самое, что и «безопасная позиция», но это плоскость, где подача инструмента будет быстрой. В этой плоскости инструмент будет ходить с ускоренной подачей. Допустимо задавать «плоскость ХХ» и «безопасную подачу» в одной плоскости, в нашем случае – 80 по координате Z, рисунок 63.

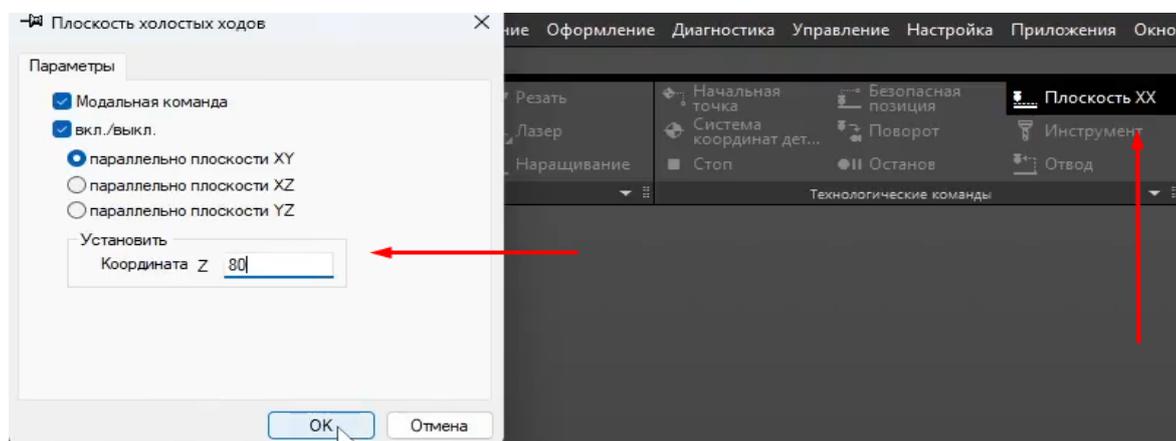


Рисунок 63 – Интерфейс программы

Плоскость ХХ позволяет осуществлять быстрые подачи на безопасном расстоянии, что значительно сокращает вспомогательное время работы станка.

3.4 Создание режущего инструмента

После этого задаем параметры инструмента. Для этого сверху нажимаем на «Инструмент», рисунок 64 – у нас откроется меню настройки инструмента. В разделе «Параметры» мы выставляем размеры: фрезу диаметром 50, длинна

режущей части будет – 5, длина фрезы – 30. На вкладке «дополнительные параметры» можно указать количество зубьев и другие настройки.

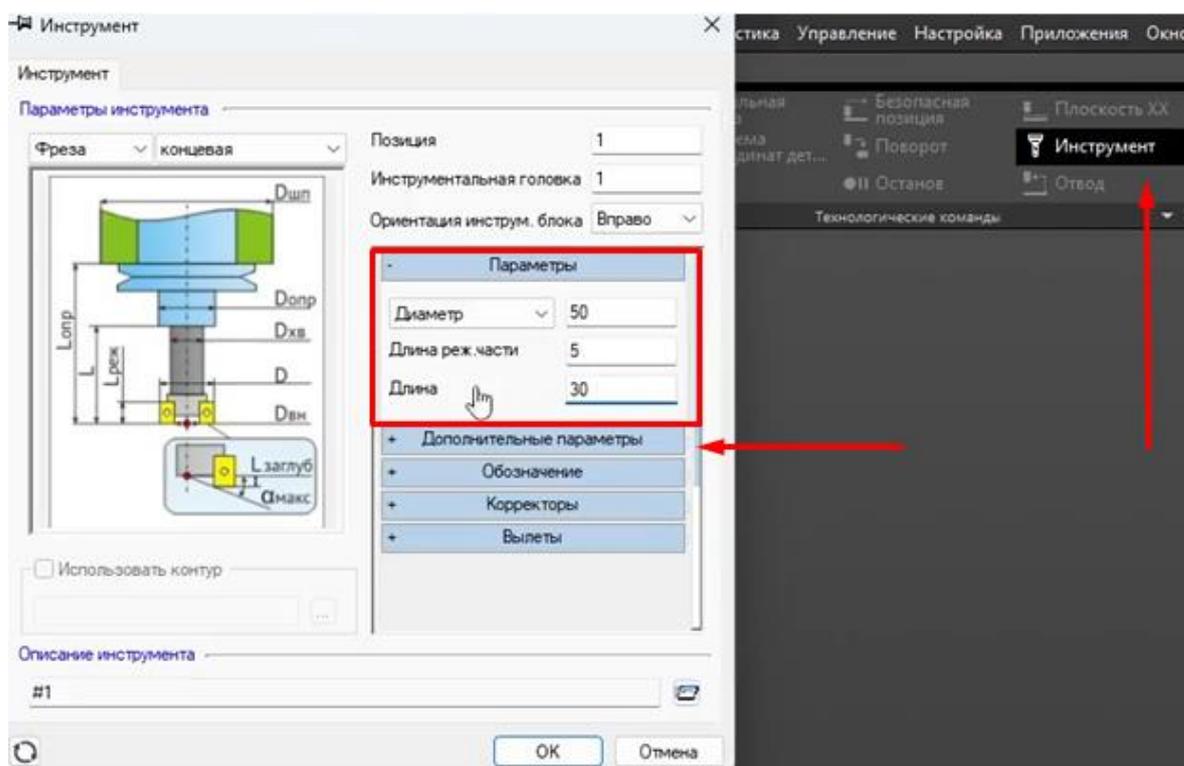


Рисунок 64 – Интерфейс программы

Вот так будет выглядеть меню «дополнительных параметров», количество зубьев укажем 7, рисунок 65.

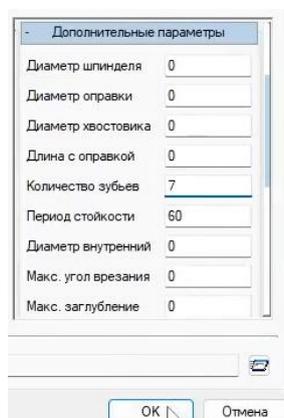


Рисунок 65 – Дополнительные параметры

После этого необходимо в маршруте нажать на «плюс» (+) слева от пункта «Деталь [Сборка]» – у нас откроется наша заготовка, рисунок 66.

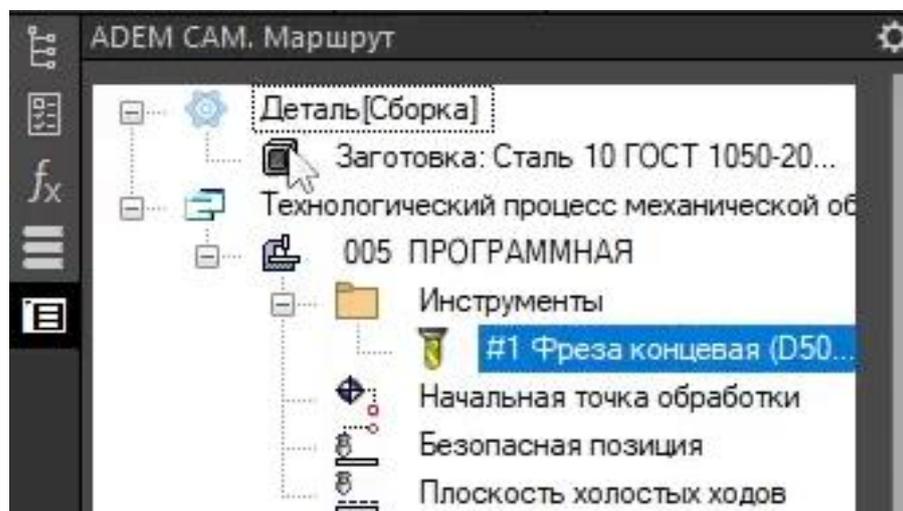


Рисунок 66 – Интерфейс программы

Если понадобилось изменить инструмент, всегда можно изменить характеристики существующего. Либо же создать новый и скопировать в дерево.

3.5 Настройка отображение заготовки в древе ADEM CAM

Нажимаем ПКМ на нашу заготовку и выбираем пункт «выбрать тело для заготовки», рисунок 67.

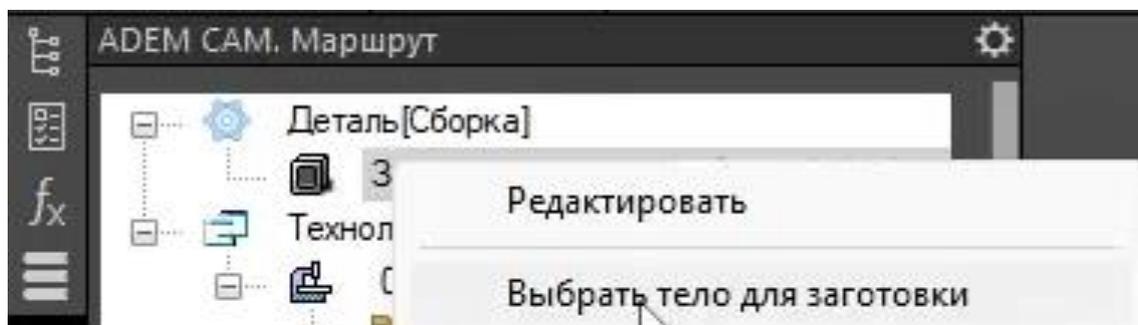


Рисунок 67 – Пункт «Выбрать тело для заготовки»

Далее выбираем всю заготовку и нажимаем на зеленую галочку, рисунок 68.



Рисунок 68 – Интерфейс программы

Наша заготовка сформирована, рисунок 69.

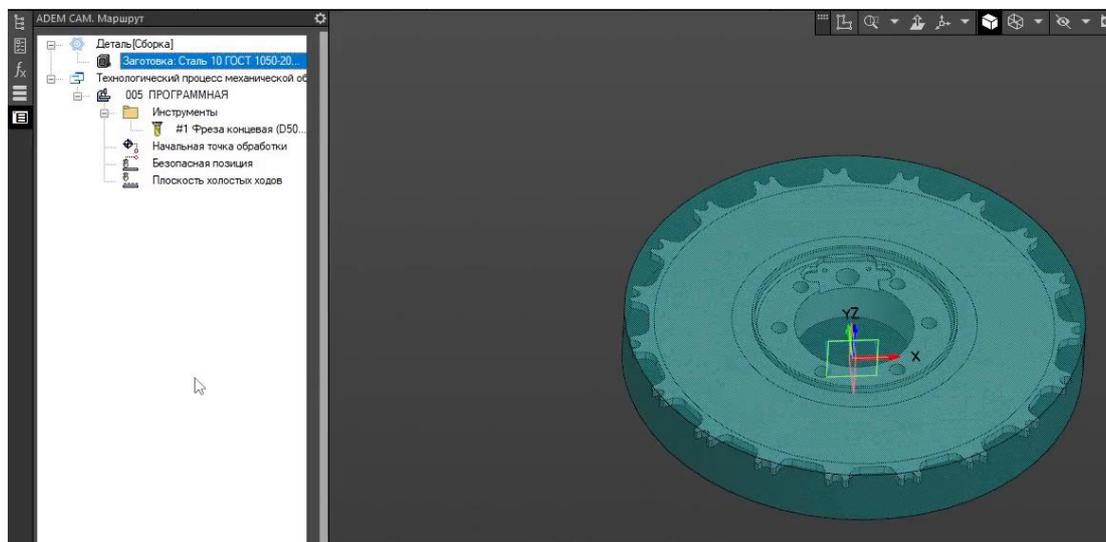


Рисунок 69 – Заготовка

Настройка интерфейса под себя позволяет значительно ускорить работы оператора. На примере заготовки можно упростить понимание положении детали внутри.

3.6 Выбор параметров фрезерования припуска заготовки с помощью контура плоскость

Приступаем к построению маршрута. Нажимаем на «Фрезеровать 2.5», рисунок 70.

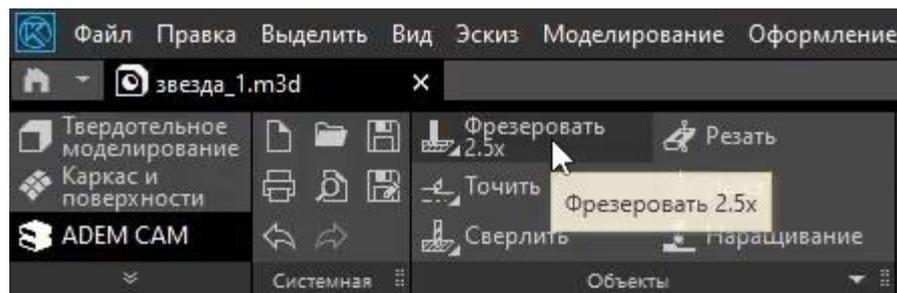


Рисунок 70 – Интерфейс программы

Далее в открывшемся меню мы выберем плоскость, диаметр инструмента оставим стандартный – 50, и перейдем дальше. Но в меню доступны для редактирования и другие параметры. После чего переходим далее, нажимая на три стрелочки право. В открывшемся меню изменим параметр «Глубина» на 2. Это расстояние наглядно видно – между фиолетовой и оранжевые линии, рисунок 71.

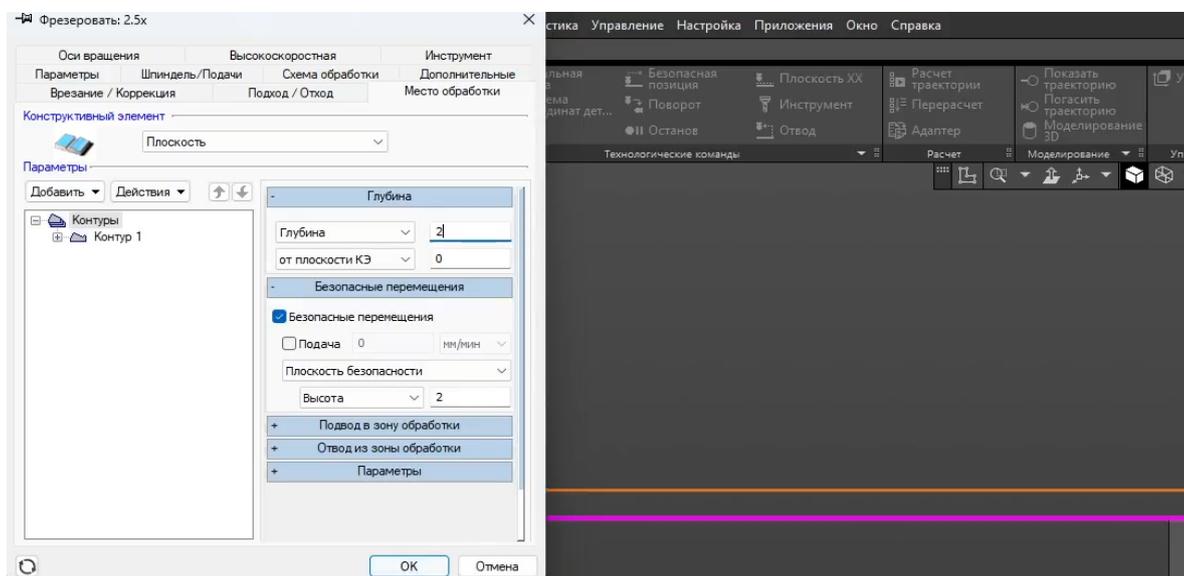


Рисунок 71 – Интерфейс программы

Далее выбираем контур заготовки, которую будем фрезеровать и нажимаем зеленую галочку для подтверждения. Для этого нажимаем на кнопку «Добавить» и выбираем «Контур», рисунок 72.

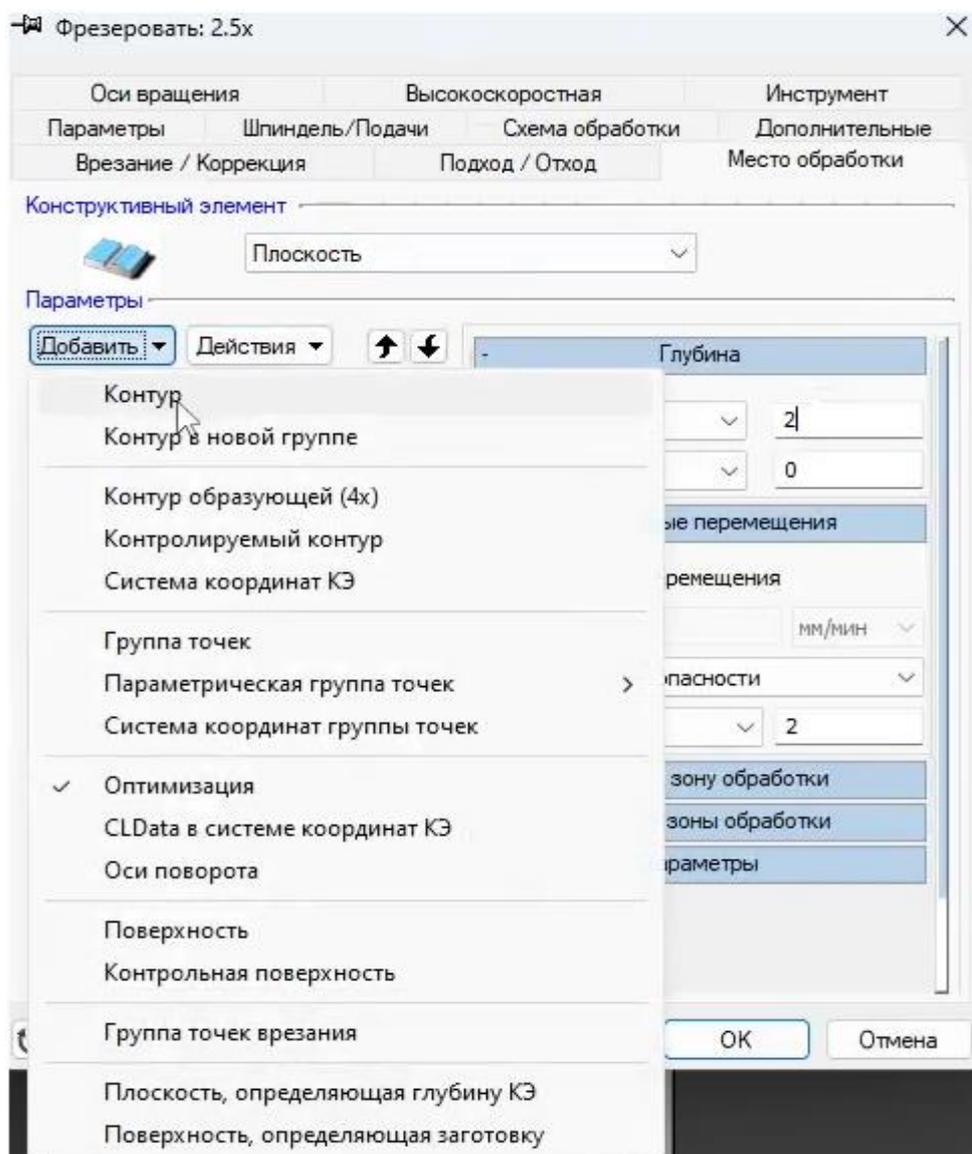


Рисунок 72 – Интерфейс программы

Так же мы добавим систему координат – это уровень по оси Z, от которого будут строиться глубины наших операций. Для этого нажимаем снова на кнопку нажимаем на кнопку «Добавить» и выбираем «Система координат КЭ», рисунок 73.

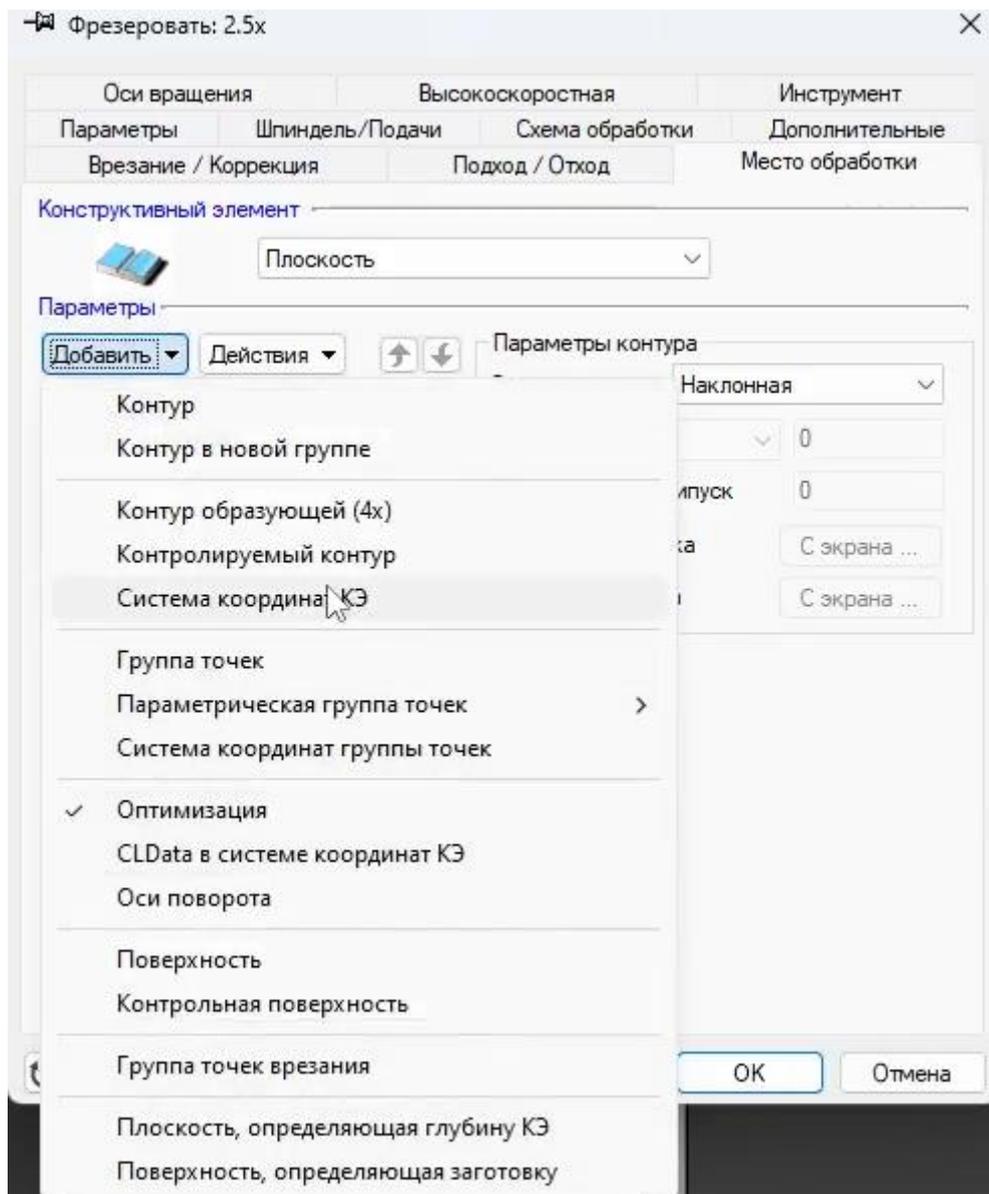


Рисунок 73 – Интерфейс программы

После нажатия мы увидим следующее, рисунок 74.

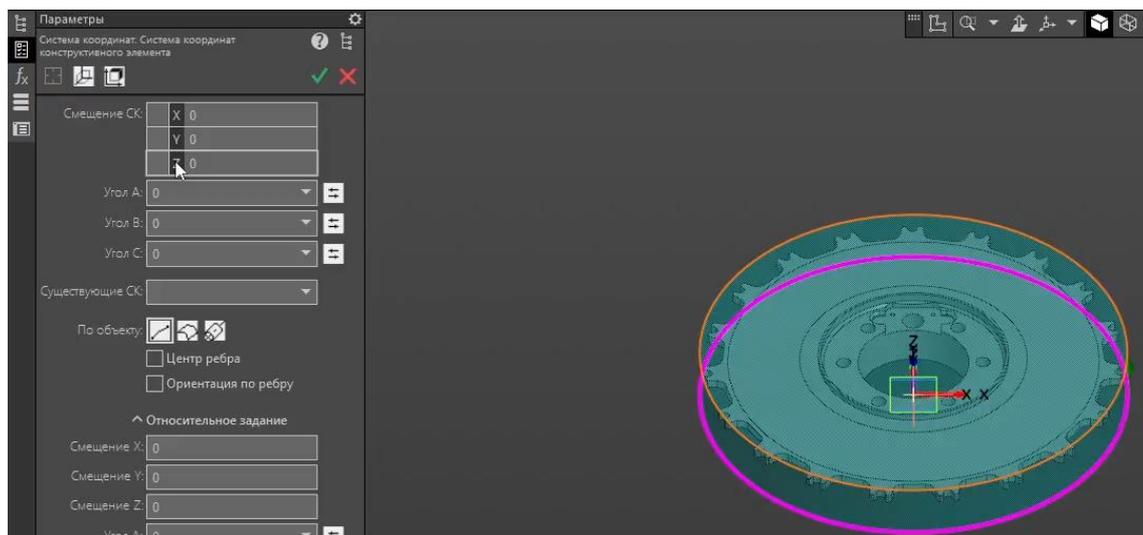


Рисунок 74 – Интерфейс программы

Переходим обратно в дерево, рисунок 75.

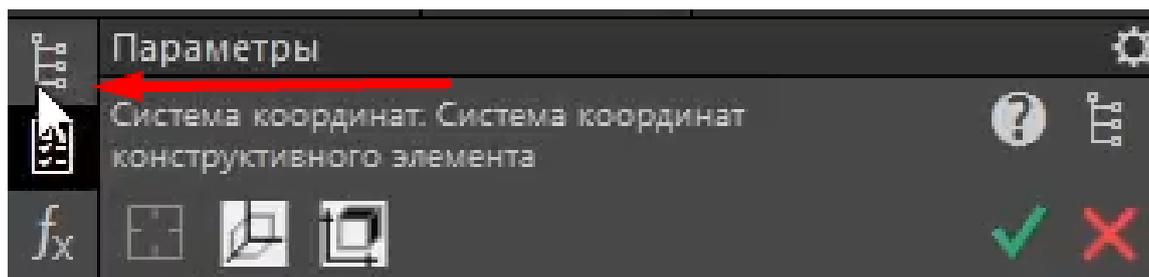


Рисунок 75 – Интерфейс программы

Скроем отображение нашей заготовки, чтобы у нас отображалась только деталь, рисунок 76.

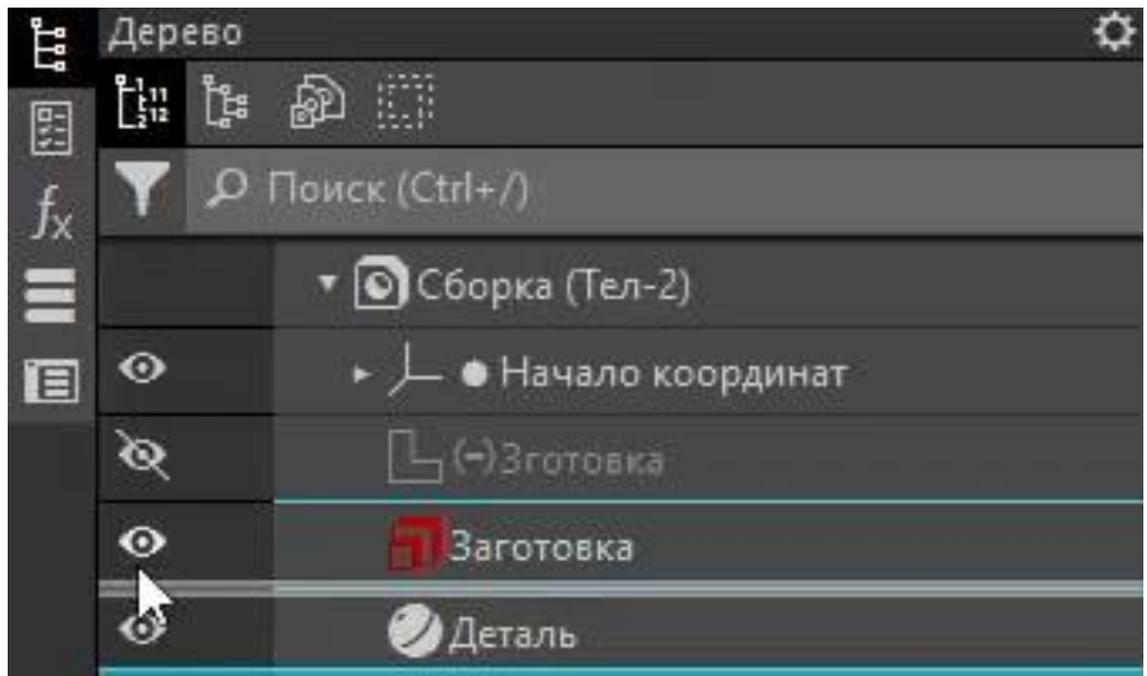


Рисунок 76 – Интерфейс программы

У нас отобразится только деталь, рисунок 77.

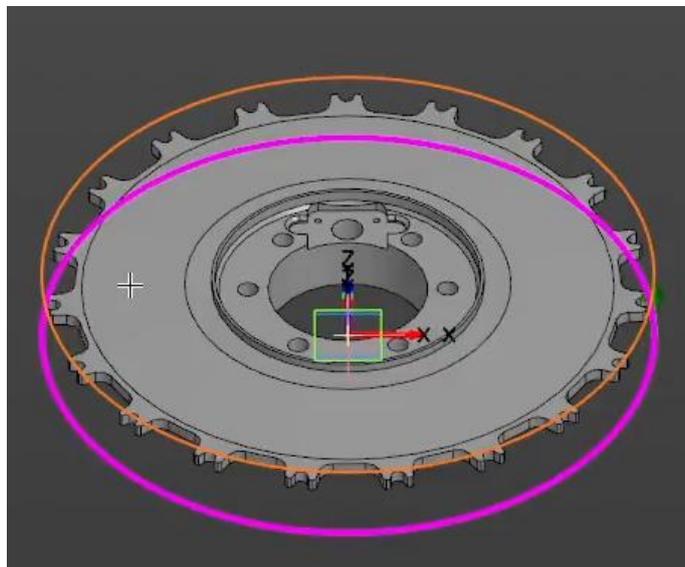


Рисунок 77 – Деталь

Выбираем необходимую точку и нажимаем на зеленую галочку, рисунок 78.

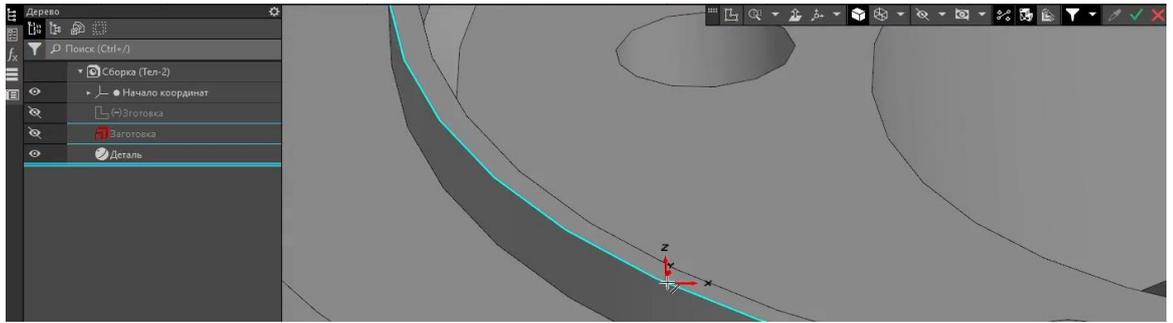


Рисунок 78 – Интерфейс программы

Мы сформировали плоскость. Теперь необходимо перейти в «Схему обработки», рисунок 79. Здесь мы выбираем схему обработки «зигзаг» и выставляем угол обработки – 90 градус, это необходимо для того, чтобы обработка шла не по плоскости Y, а по плоскости X.

Так же поставим галочку на пункте «Многопроходная обработка по Z». Сразу под пунктом «Многопроходная по Z» раскрываем список доступных вариантов – выбираем «Глубина проходов» и выставляем необходимое нам значение, мы ставим 1 – это значение отвечает за глубину фрезеровки за один проход.

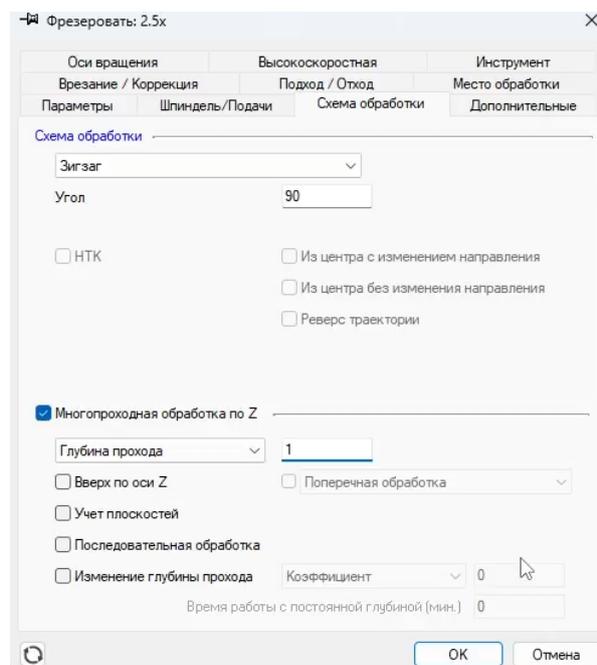


Рисунок 79 – Схема обработки

Далее можно настроить скорость и подачу шпинделя, делается это в разделе «Шпиндель/подачи», рисунок 80. Данные настройки, как правило, выставляются опытным путем. В данном методическом пособии мы рассчитываем траекторию, на расчетах режущего инструменты мы не будем подробно останавливаться, но для наглядности продемонстрирую сам раздел.

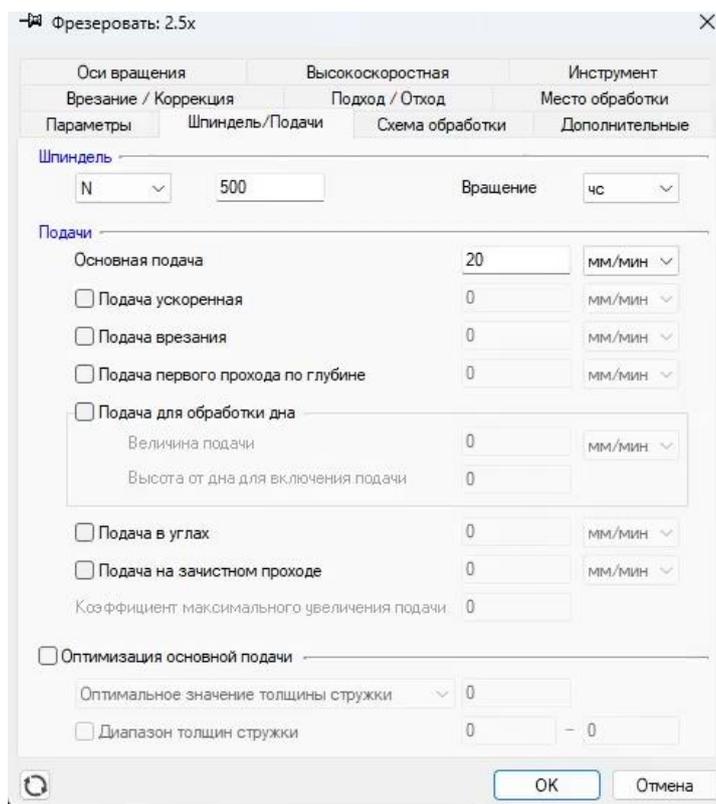


Рисунок 80 – Раздел «Шпиндель/подачи»

Далее необходимо перейти в раздел «Подход/Отход», рисунок 81. Здесь мы оставим стандартные настройки, но длину укажем 100, чтобы инструмент с диаметром 50 не врезался в заготовку.

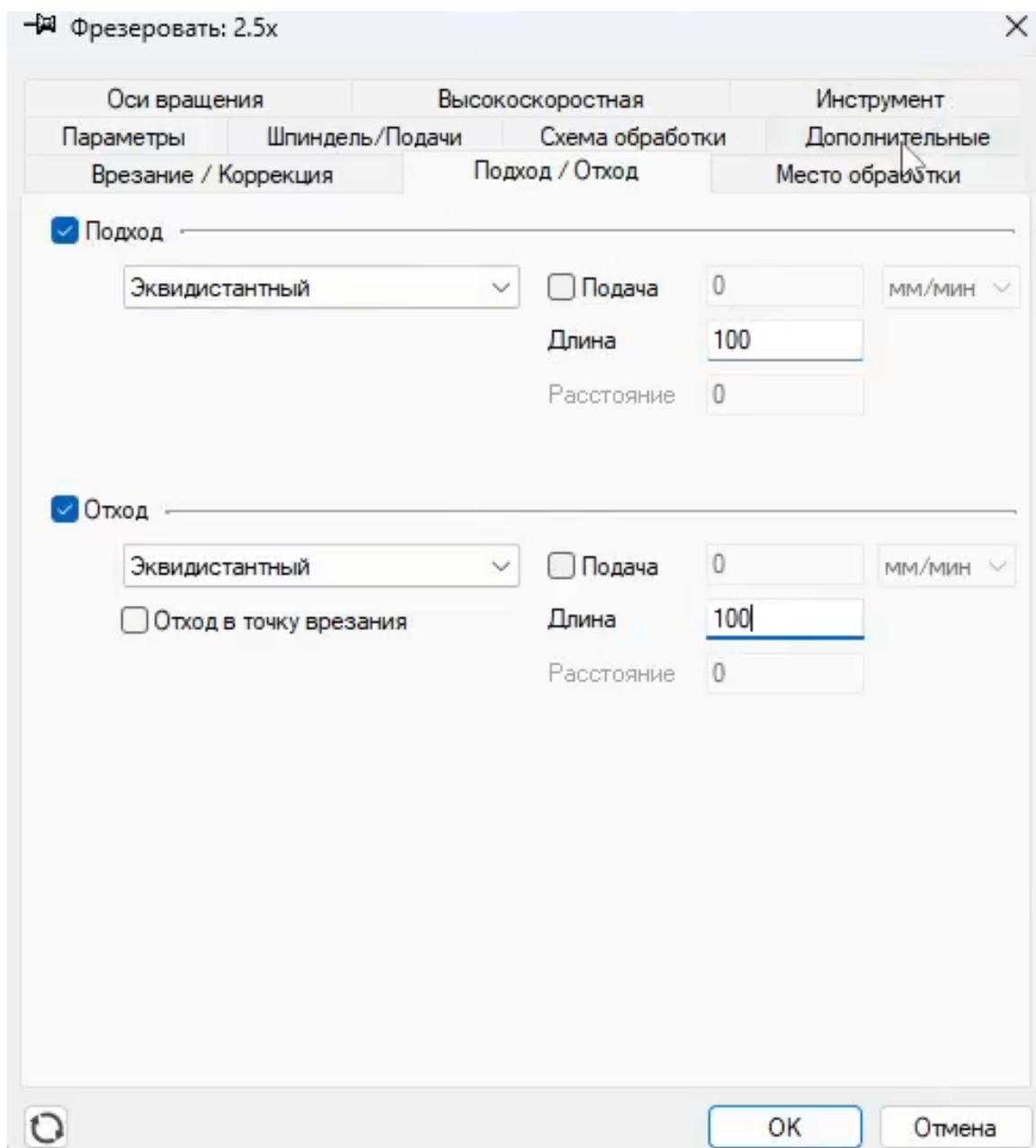


Рисунок 81 – Раздел «Подход/Отход»

Осталось рассчитать траекторию. Для этого сверху нажимаем на соответствующую кнопку – «Расчет траектории», рисунок 82.

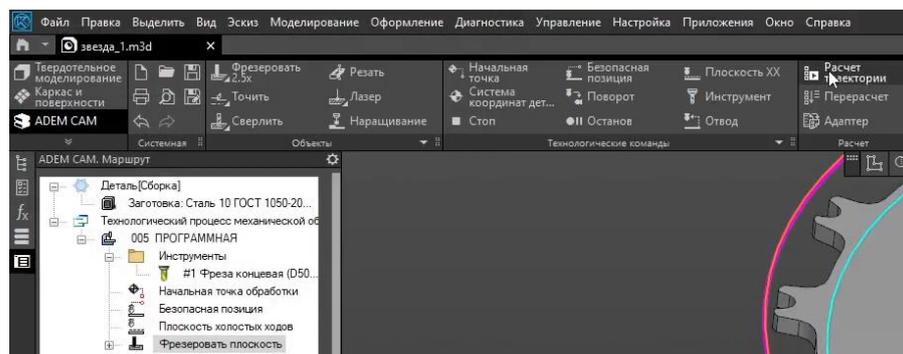


Рисунок 82 – Раздел «Расчет траектории»

Конечный результат, рисунок 83.

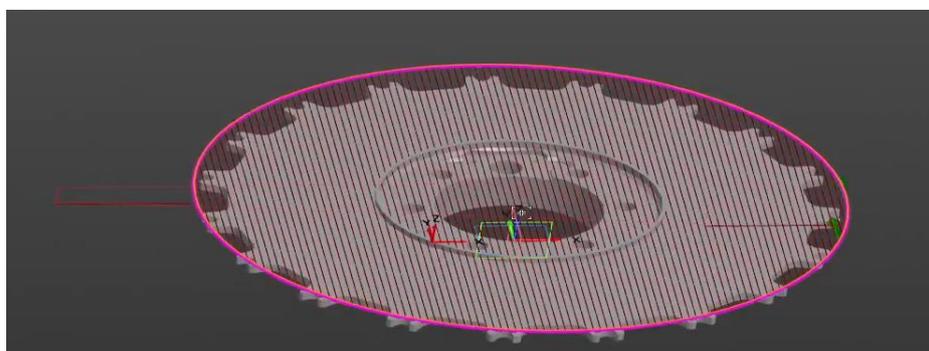


Рисунок 83 – Конечный результат

Функция плоскость удобна своей мягкой привязкой к контурам, что делает её идеальным вариантом для операций требующих выравнивание поверхностей.

3.7 Выбор параметров фрезерования внутренних поверхностей с помощью операции «Колодец»

Рассмотрим функцию «колодец». Нам необходимо будет выполнить фрезеровку следующей поверхности, по аналогии с которой будут выполнены следующие подобные операции, рисунок 84.

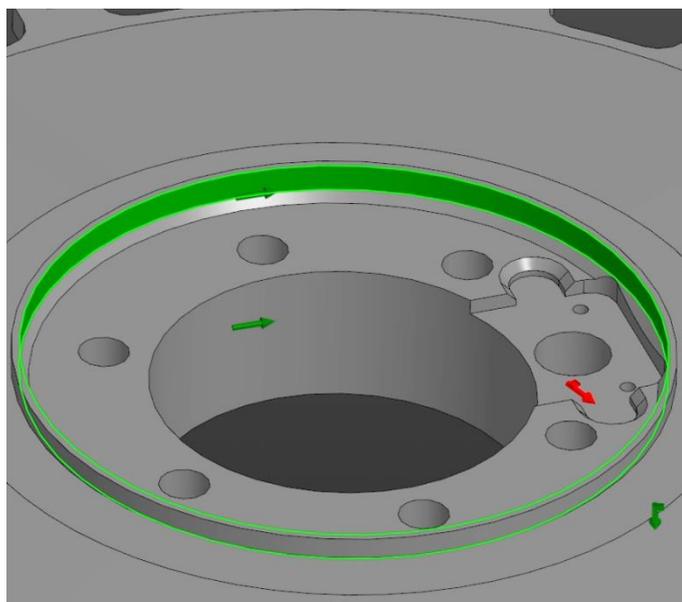


Рисунок 84 – зона обработки.

Первое, что необходимо сделать – узнать высоту фрезеруемой поверхности. Для этого мы заходим в «твердотельное моделирование», рисунок 85.

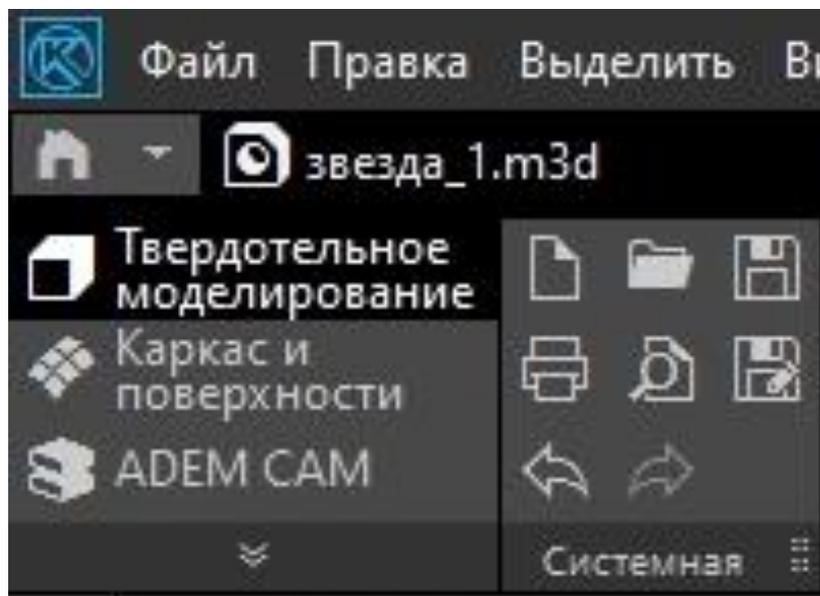


Рисунок 85 – твердотельное моделирование

Далее нажимаем «Расстояние и угол», рисунок 86.

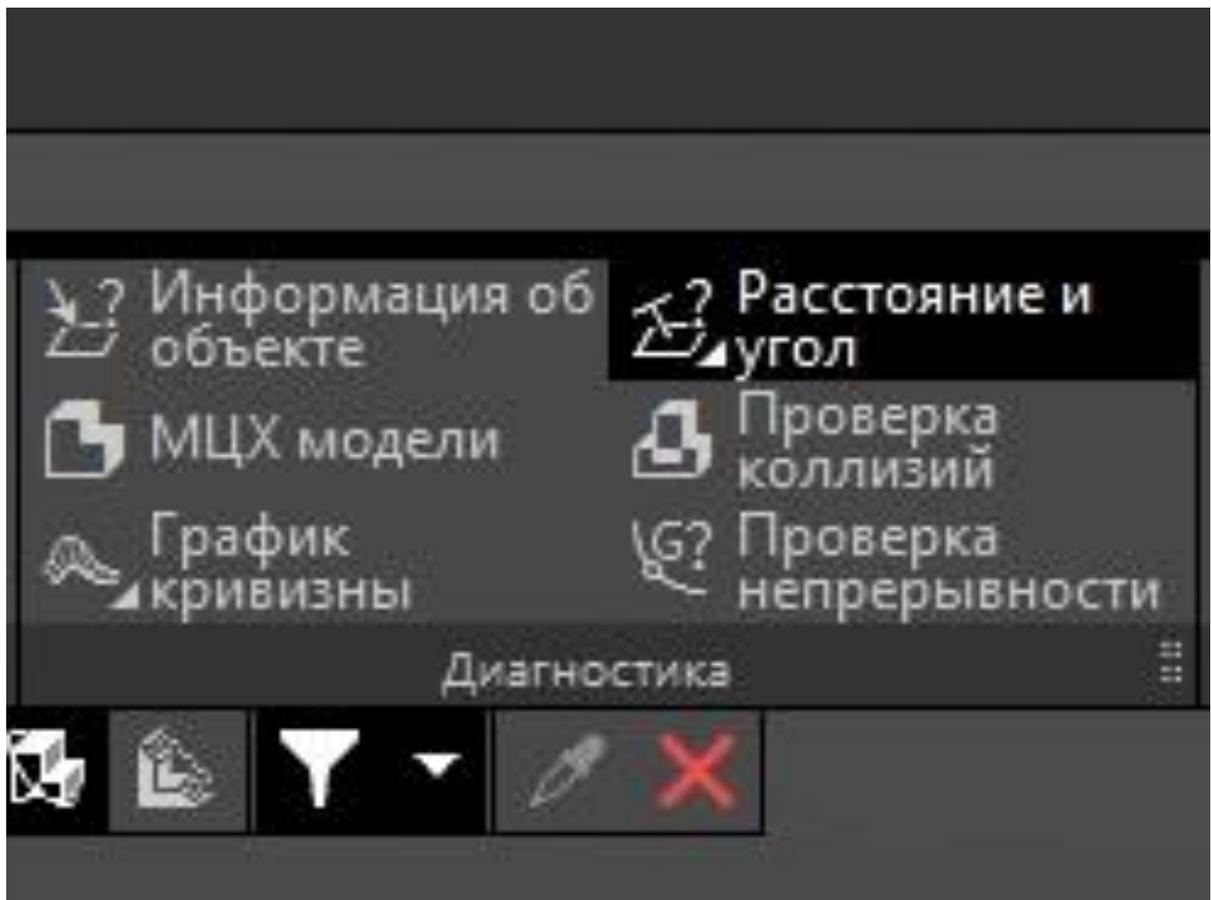


Рисунок 86 – Расстояние и угол

После чего у нас откроется контекстное меню справа, рисунок 87.

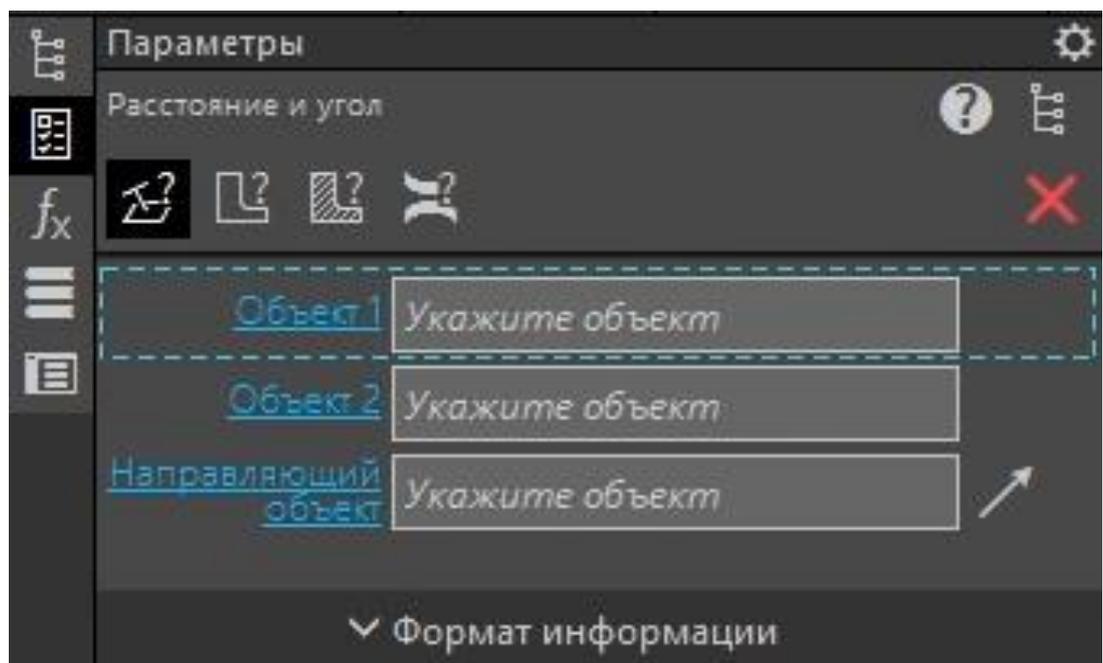


Рисунок 87 – параметры расстояние и угол

Выделяем две необходимые плоскости (они будут подсвечены), рисунок 88.

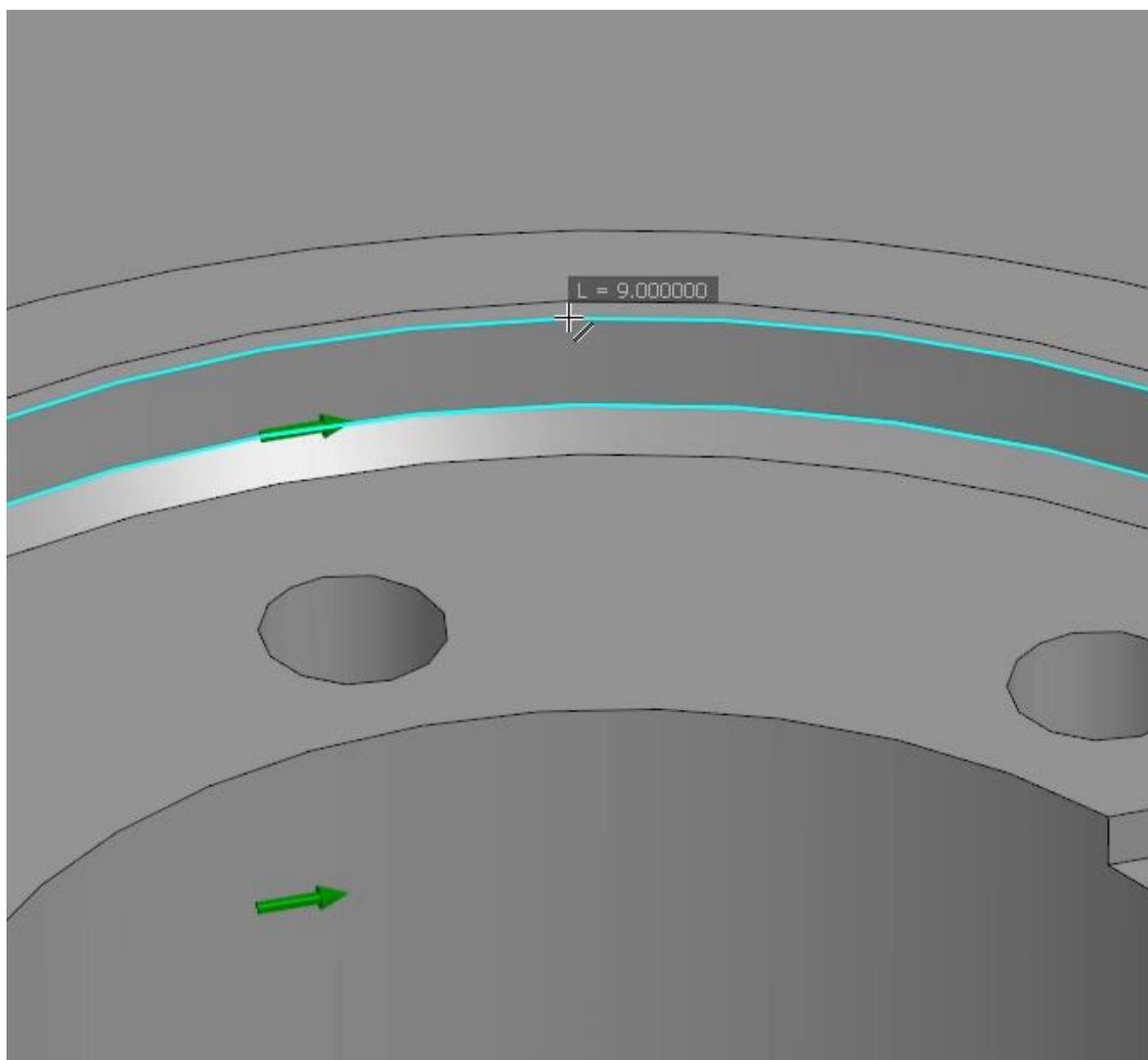


Рисунок 88 – выбор плоскостей.

В меню слева, которое было показано ранее – отобразятся выбранные нами, рисунок 89.

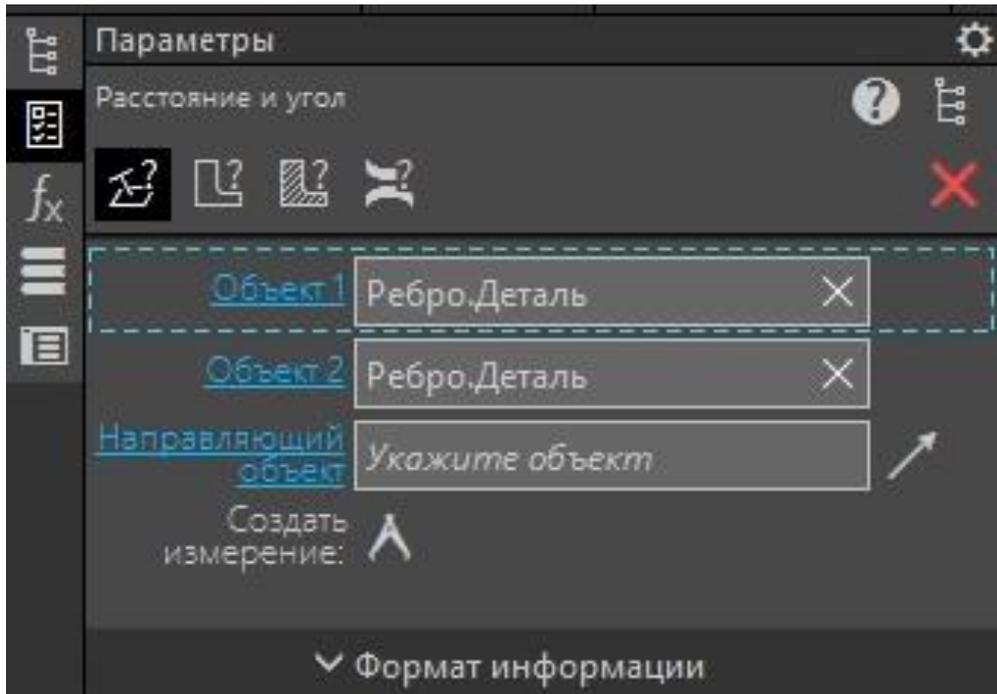


Рисунок 89 – выбор объектов

А также внизу будет указана искомая нами высота, рисунок 90.

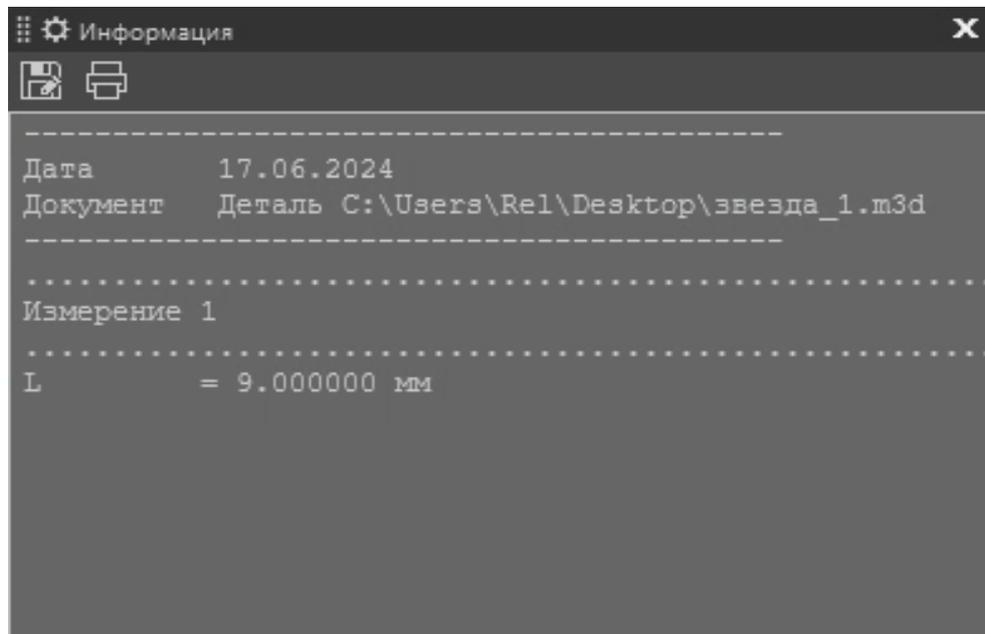


Рисунок 90 – значения измерений

Следующим шагом мы переходим в «ADEM CAM», выбираем пункт «фрезеровать 2.5х» и в открывшемся списке вариантов так же выбираем «фрезеровать 2.5», рисунок 91.

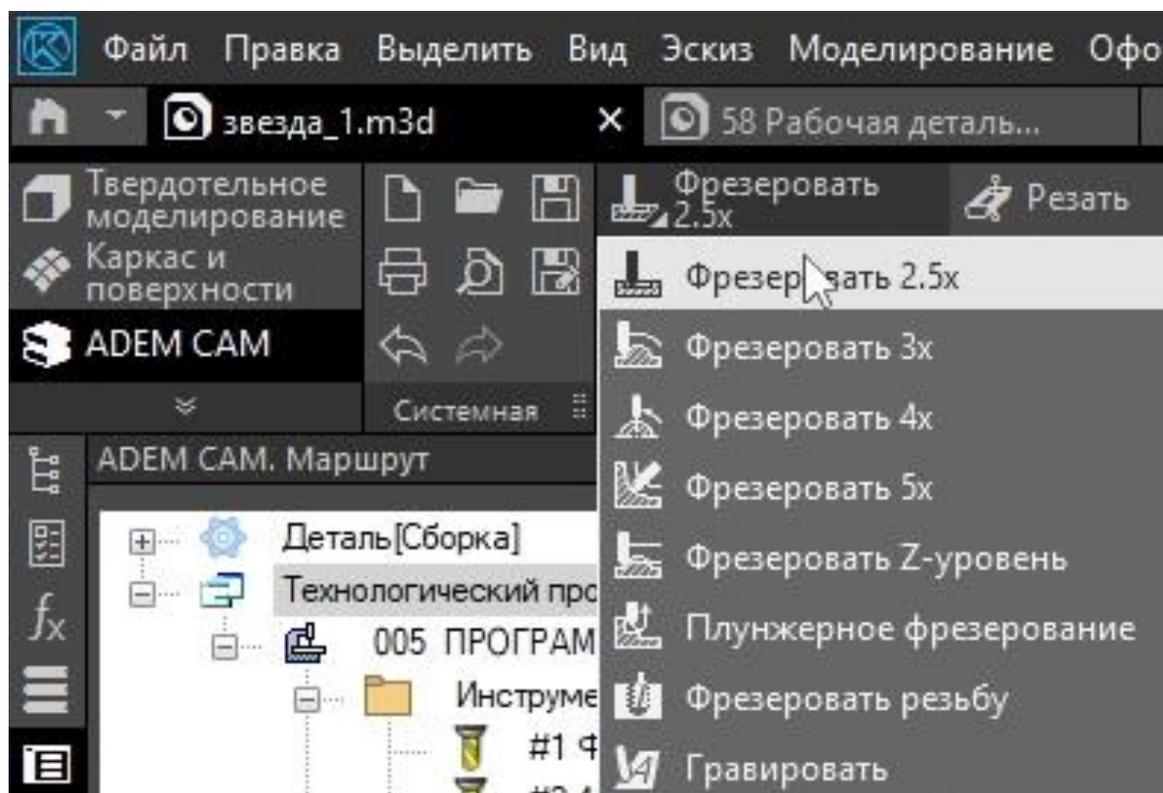


Рисунок – 91 выбор фрезеровать 2.5х

В открывшемся меню настроек выставляем необходимые нам параметры.

Глубина – 9, фрезеровать будем от плоскости дна КЭ и его значение выставляем 0, рисунок 92.

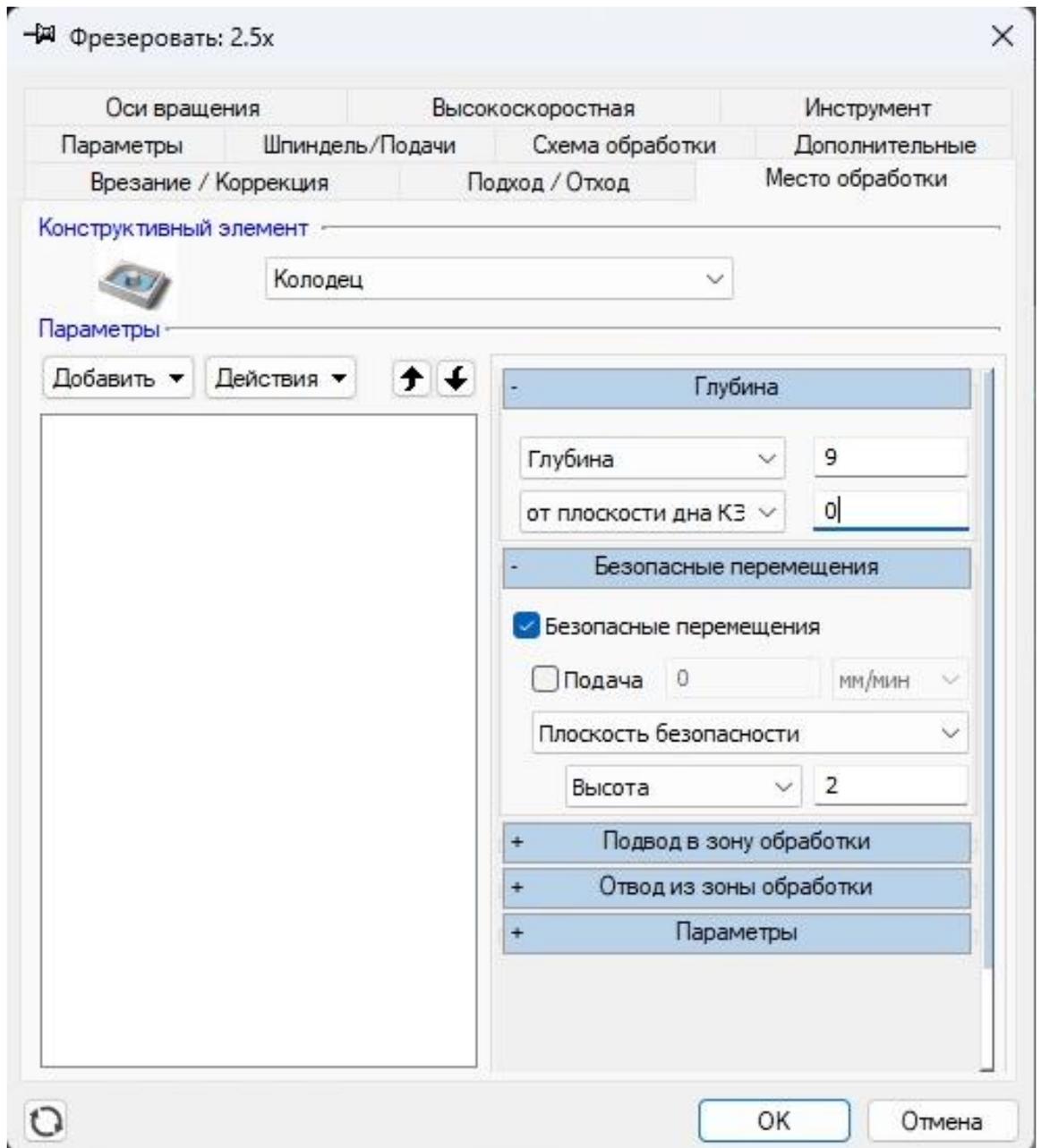


Рисунок 92 – определение глубины

Добавляем контур, который мы будем фрезеровать. Выделяем его курсором, он снова будет выделен, в нашем случае желтым цветом. После чего нажимаем на зеленую галочку – сохраняем, рисунок 93.

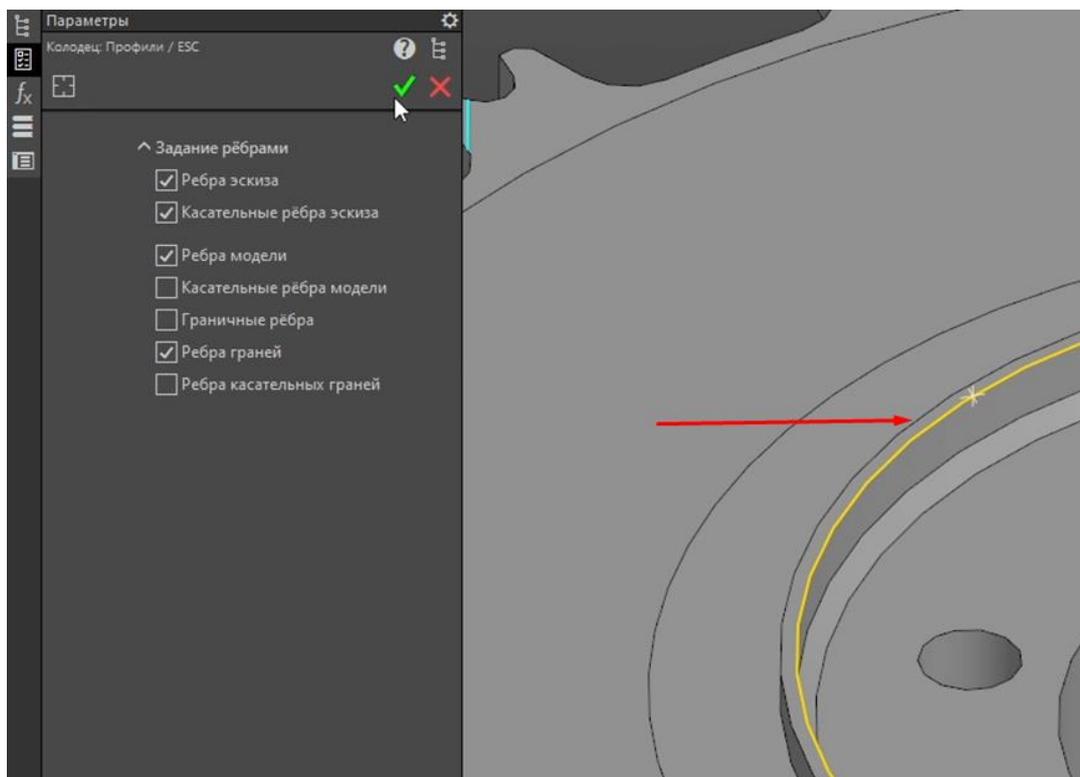


Рисунок 93 – выбор контура.

Вид на обрабатываемый контур представлен на рисунок 94.

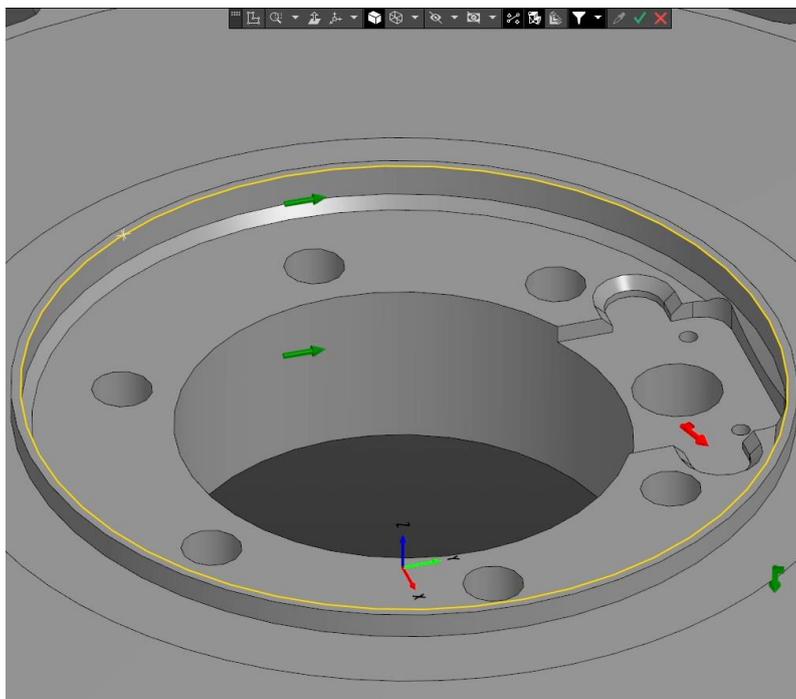


Рисунок 94 – обрабатываемый контур.

Добавим «Систему координат КЭ». Выделим контур, который будет являться глубиной. После чего нажимаем на зеленую галочку – сохраняем, рисунок 95

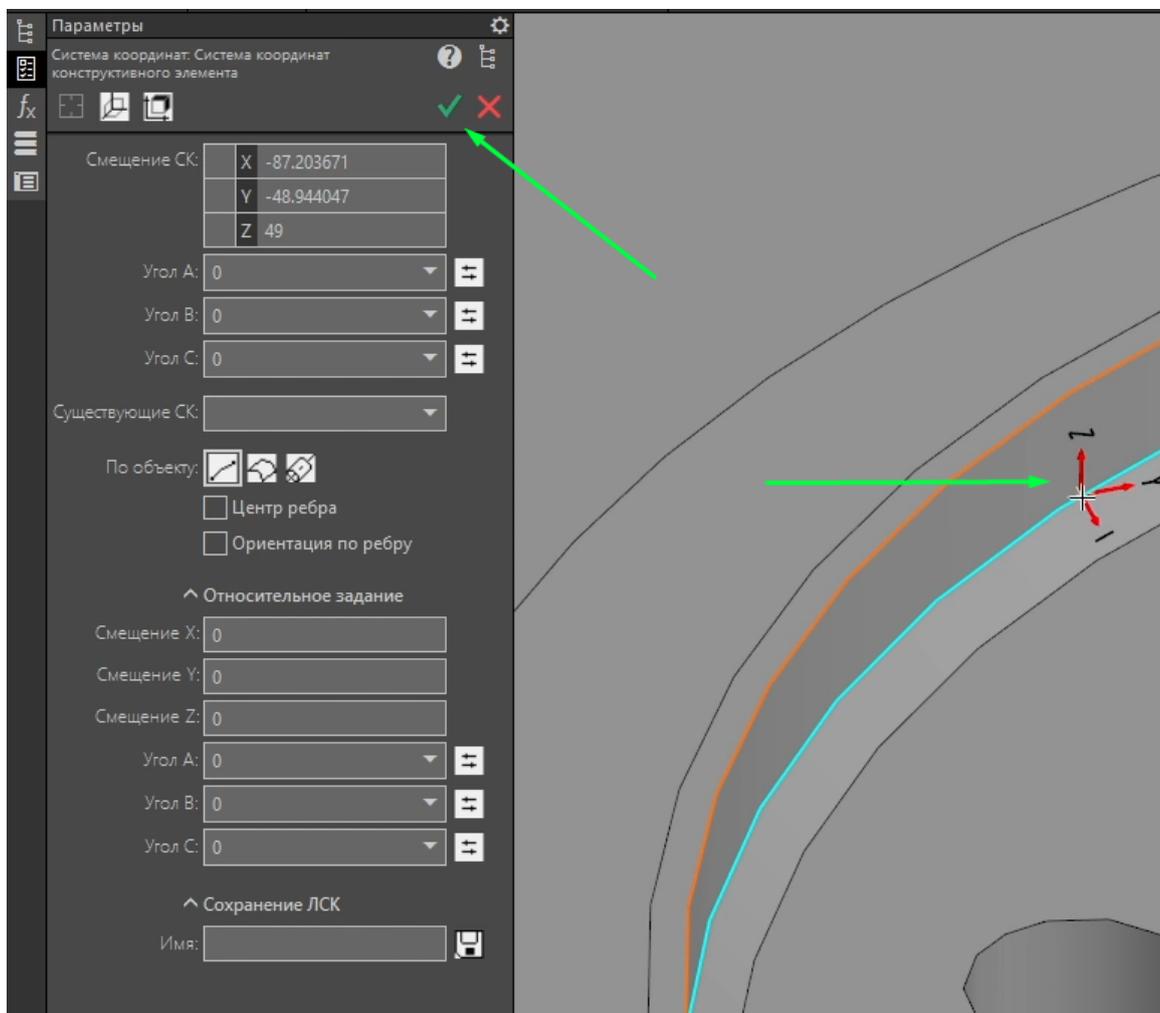


Рисунок 95 – выбор контура для Систем координат КЭ

После этого переходим на вкладку «Врезание/Коррекция» и ставим галочку на пункте «врезание». Важно знать: если мы заглубляемся в металлическую заготовку фрезой – она начинает исполнять функцию сверла, что приводит к ее быстрому износу. Однако, этого можно избежать, для это существует функция «врезания». Данная функция позволяет фрезе заходить в заготовку по спирали, таким образом момент сил будет направлен на режущую

поверхность. Для этого мы выставляем следующие параметры и нажимаем «ОК», рисунок 96.

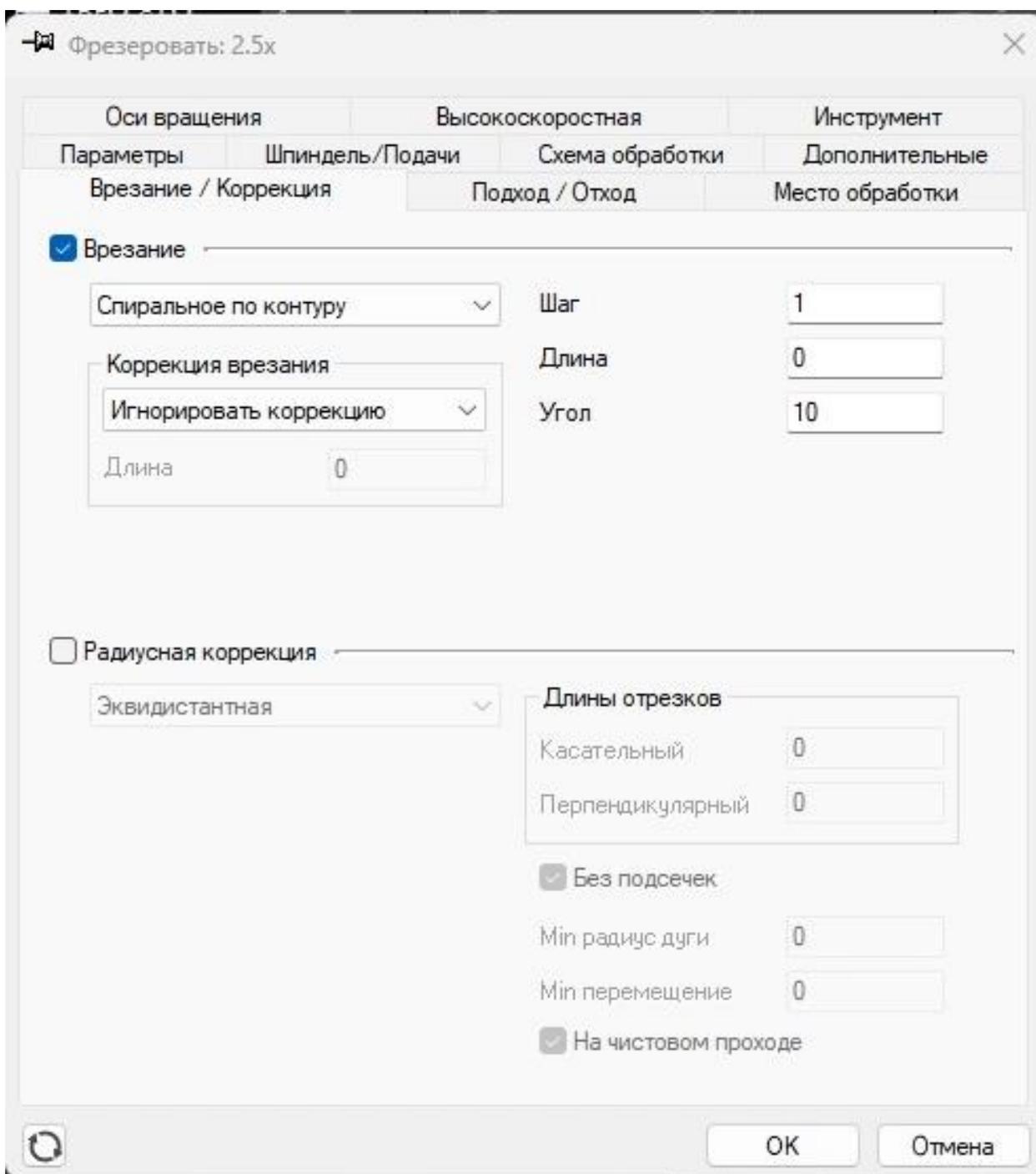


Рисунок 96 – Выбор параметров врезания/коррекции

Врезание – поставили галочку. Чуть ниже выбираем параметр «спиральное по контуру», шаг – 1, угол – 10. Шаг – это расстояние глубины захода за один оборот. Угол – это угол одного оборота, рисунок

После всех выставленных настроек переходим в «Расчет траектории».

После чего автоматически рассчитывается необходимая нам траектория.

На рисунке 97 в центре показана спиральная траектория врезания.

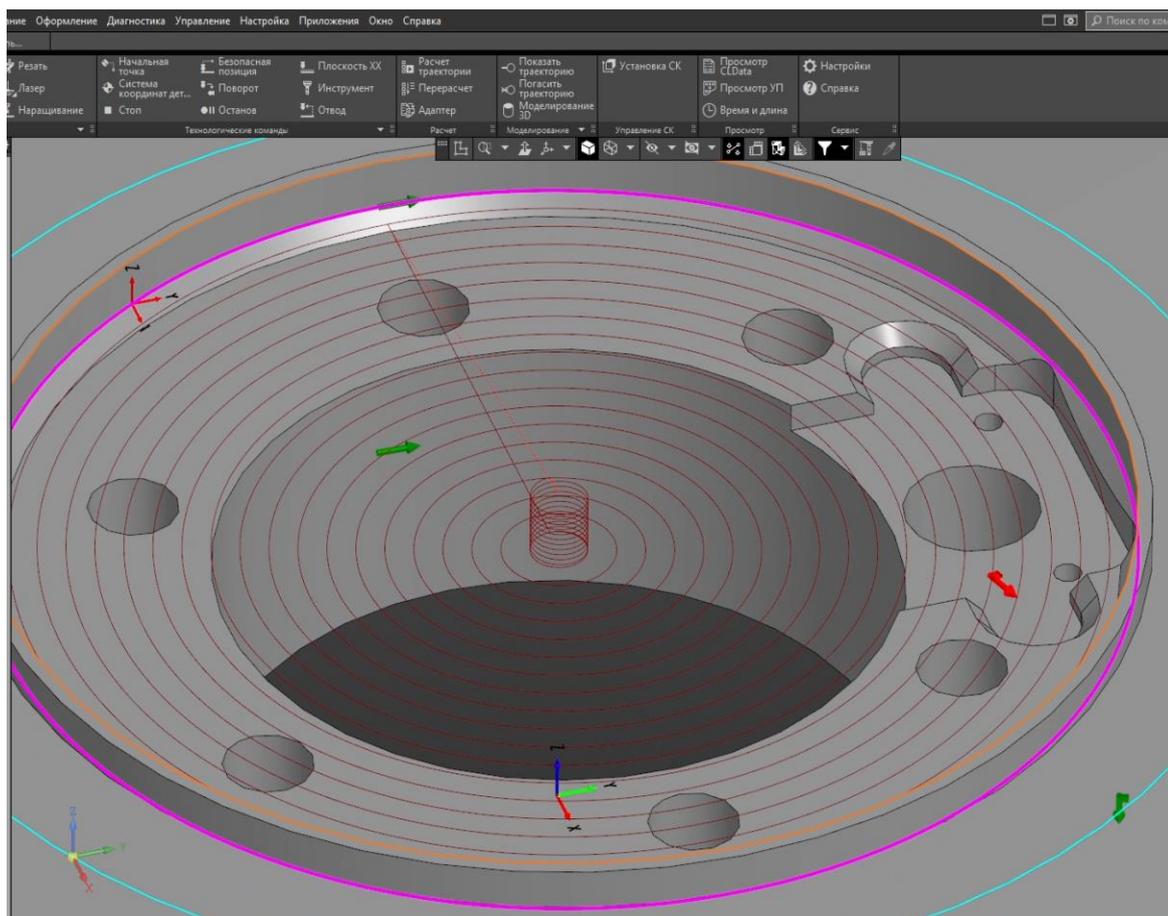


Рисунок 97 – спиральная траектория.

Конечный вид траектории после выставления глубины фрезерования 1 мм, представлена на рисунке 98.

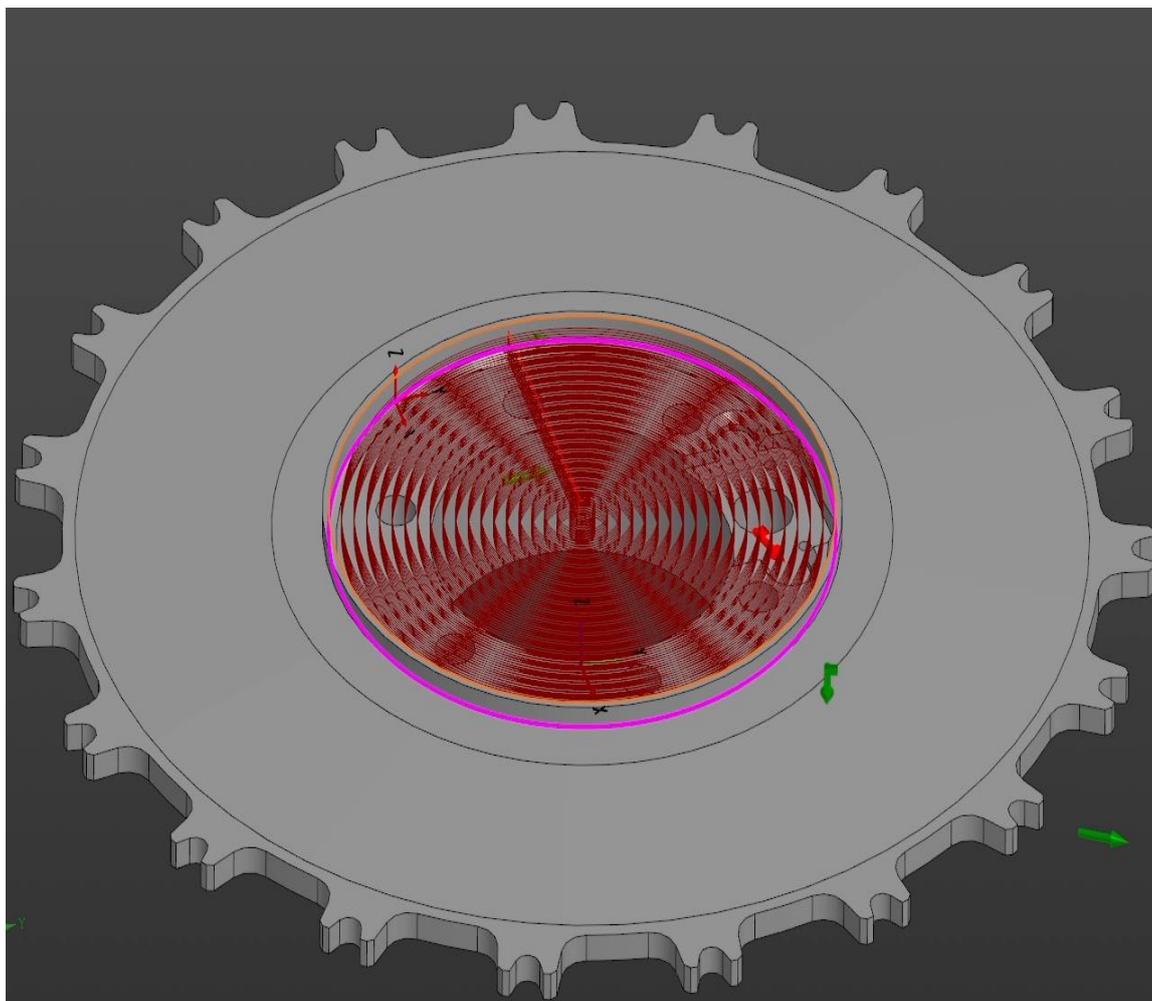


Рисунок 98 – финальная траектория обработки

По аналогии продемонстрирую как будет выглядеть обработка более глубокой поверхности (область, выделенная зеленым цветом), рисунок 99.

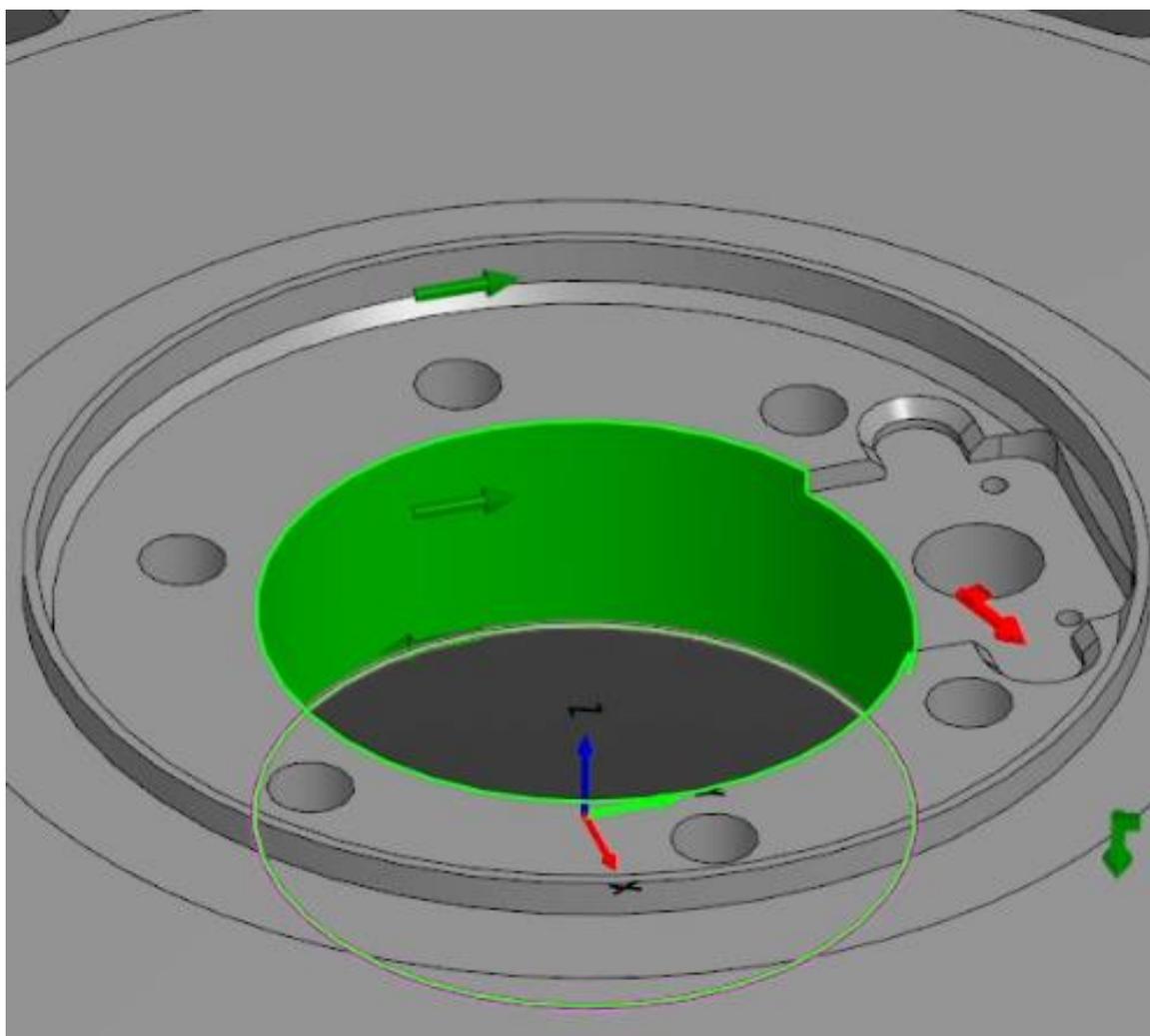


Рисунок 99 – обрабатываемая область

После аналогичных операций вид траектории для данного контура будет выглядеть следующим образом, рисунок 100.

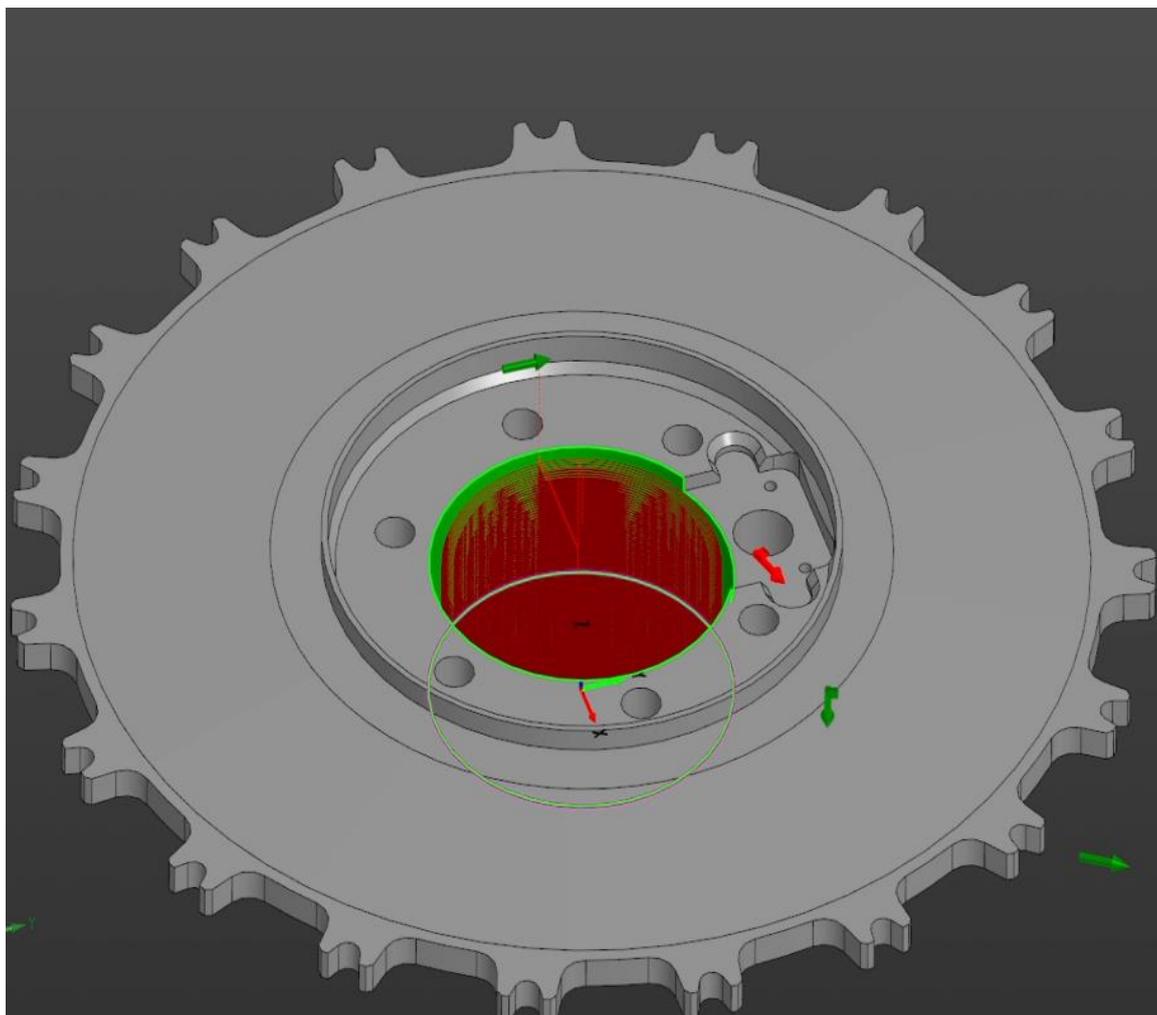


Рисунок 100 –траектория обрабатываемого контура.

Колодец является универсальной функцией, дающей возможность обрабатывать внутренние замкнутые объекты. Очень часто некоторые операции выгоднее сделать как колодец за счёт его большого функционала.

3.8 Выбор параметров фрезерования внешних контуров с помощью операции стенка

На нашей звезде есть зубья, которые необходимо обработать. Для начала необходимо узнать их высоту, сделать это проще всего через эскиз, рисунок 101.

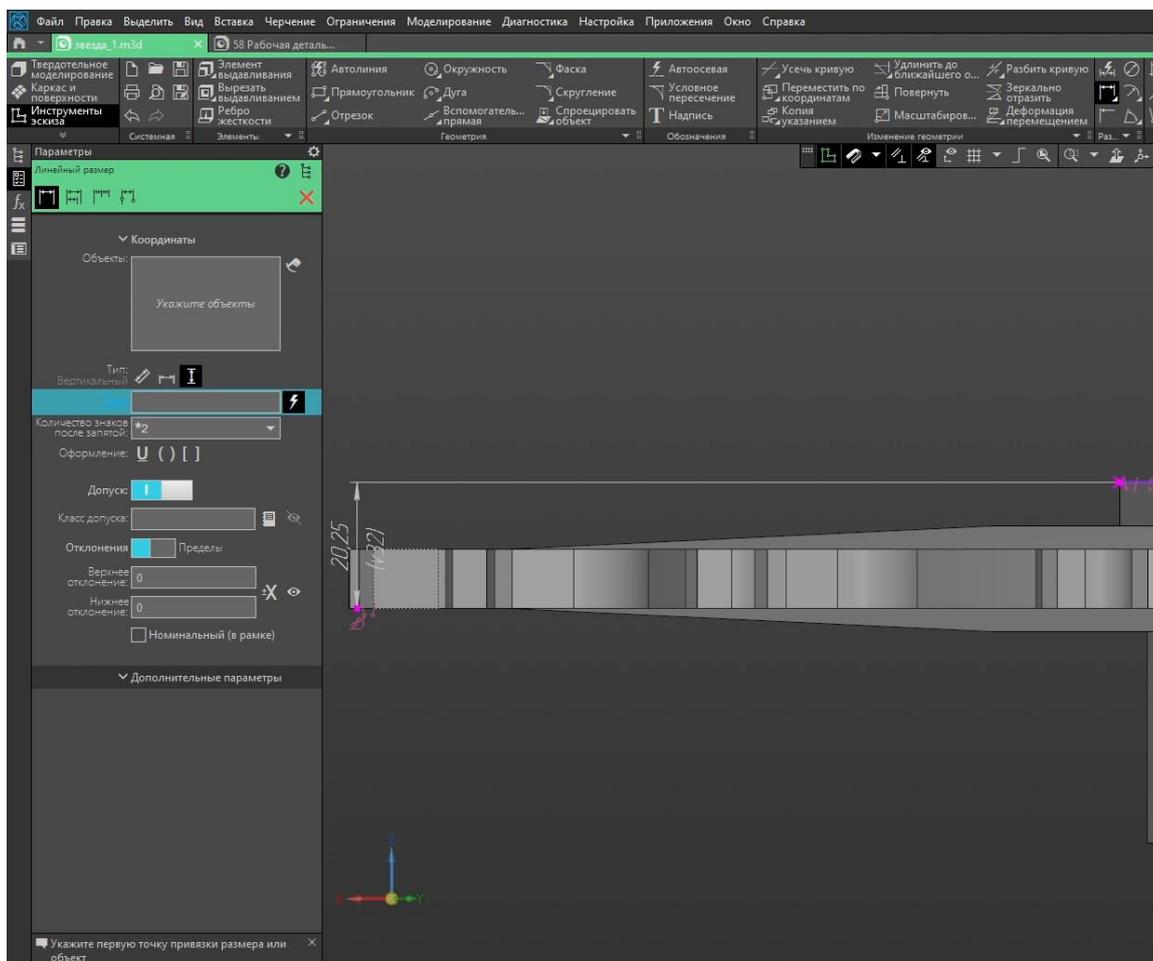


Рисунок 101 – расчёт высоты

Для обработки зубьев воспользуемся операцией «Стенка». Сначала мы выбираем наш эскиз и выбираем в верхней панели управления пункт «Спроецировать объект», рисунок 102.

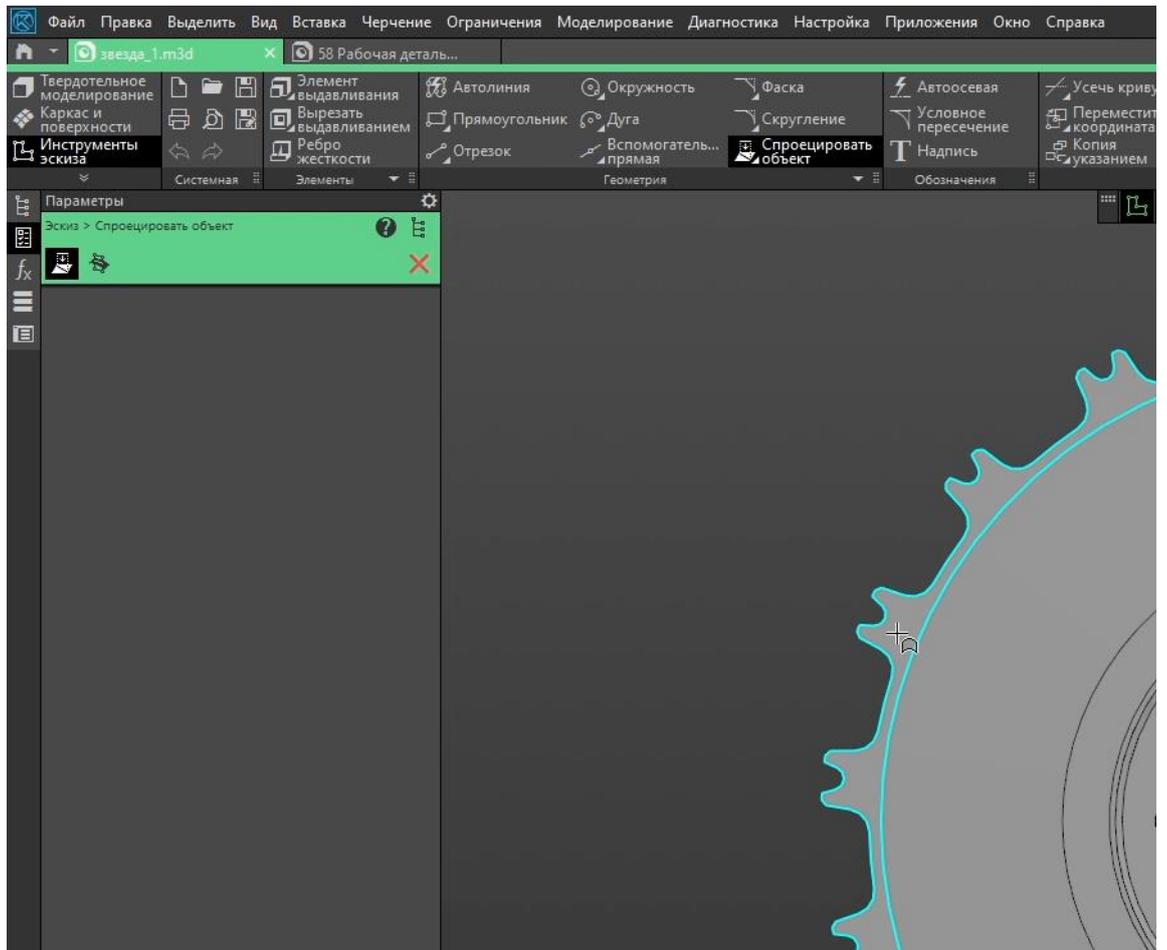


Рисунок 102 – проецирование контура для заготовки

После проецирования по мимо нужного контура образовался лишний указанный на рисунке 103. Удалим его в эскизе.

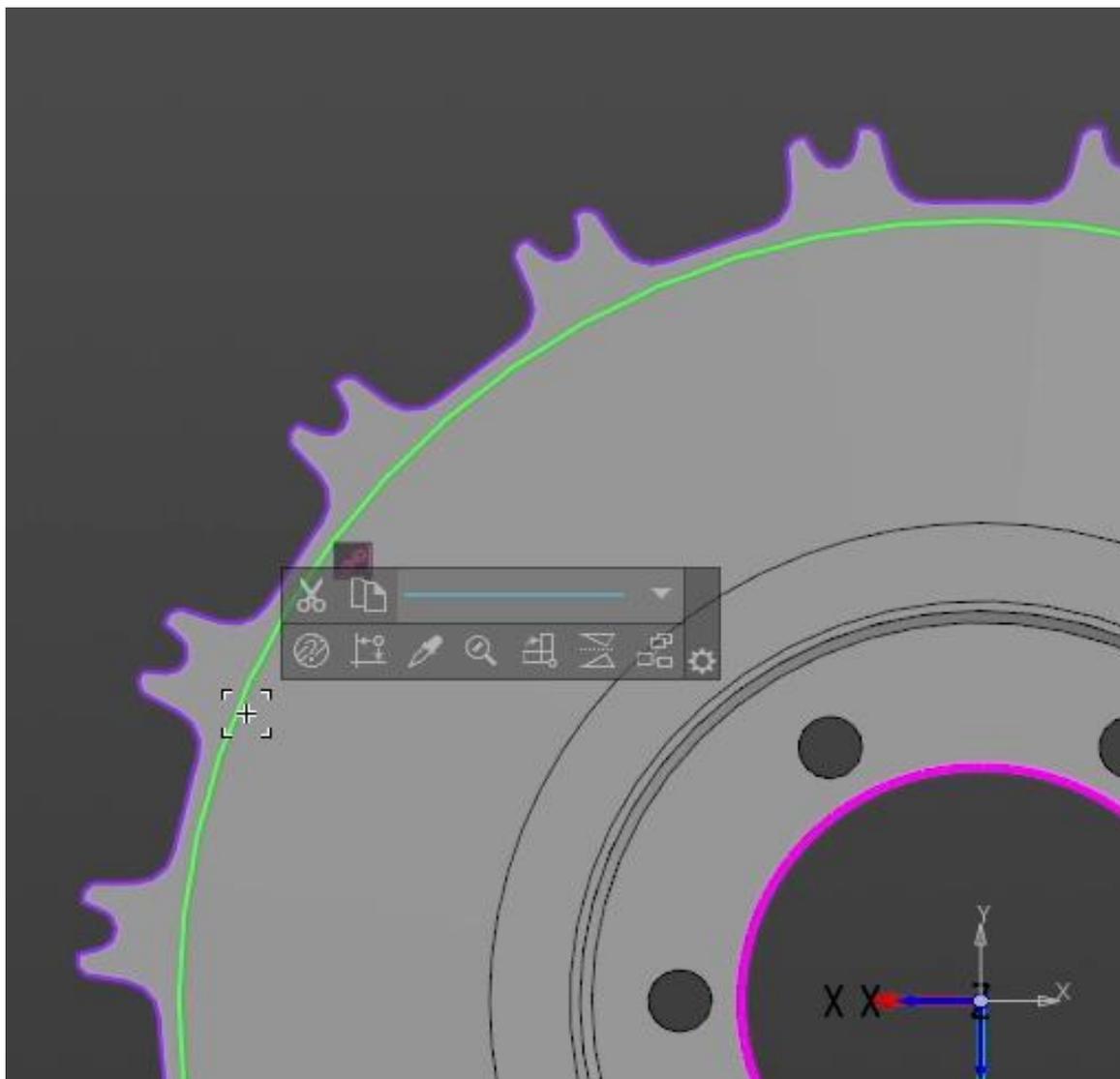


Рисунок 103 – лишний контур.

Сохраняем наш эскиз, мы будем использовать его как контур для стенки, рисунок 104.

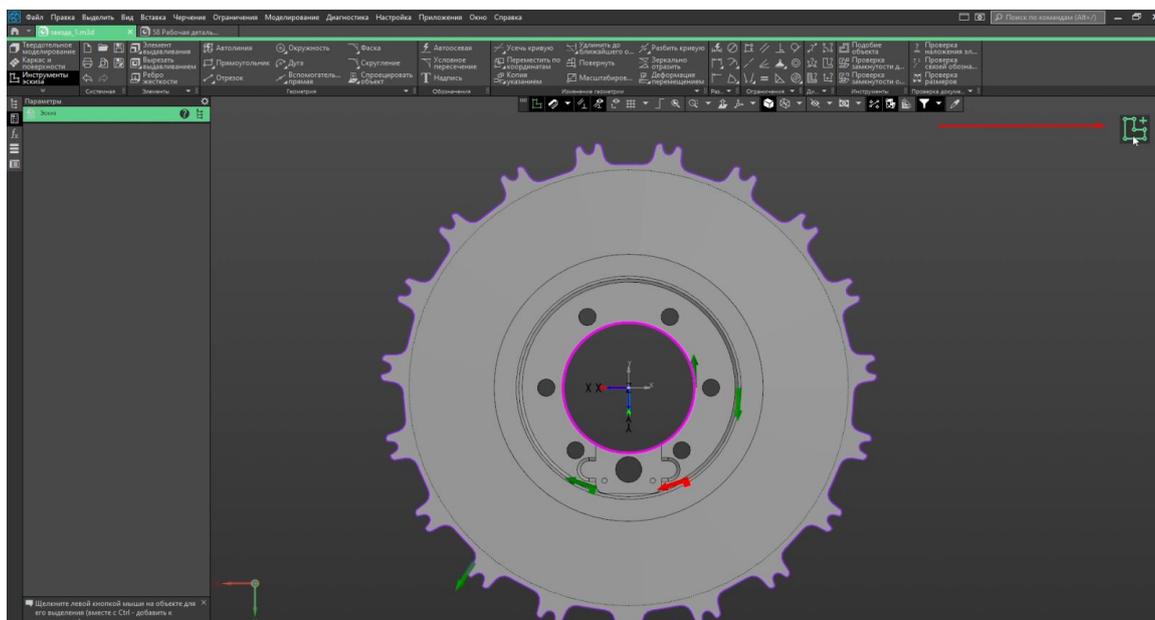


Рисунок 104 – итоговый вид эскиза

Снова выбираем функцию «Фрезеровать 2.5х», рисунок

Переходим в «параметры», выбираем «стенка», нажимаем на три стрелочки вправо, рисунок 105.

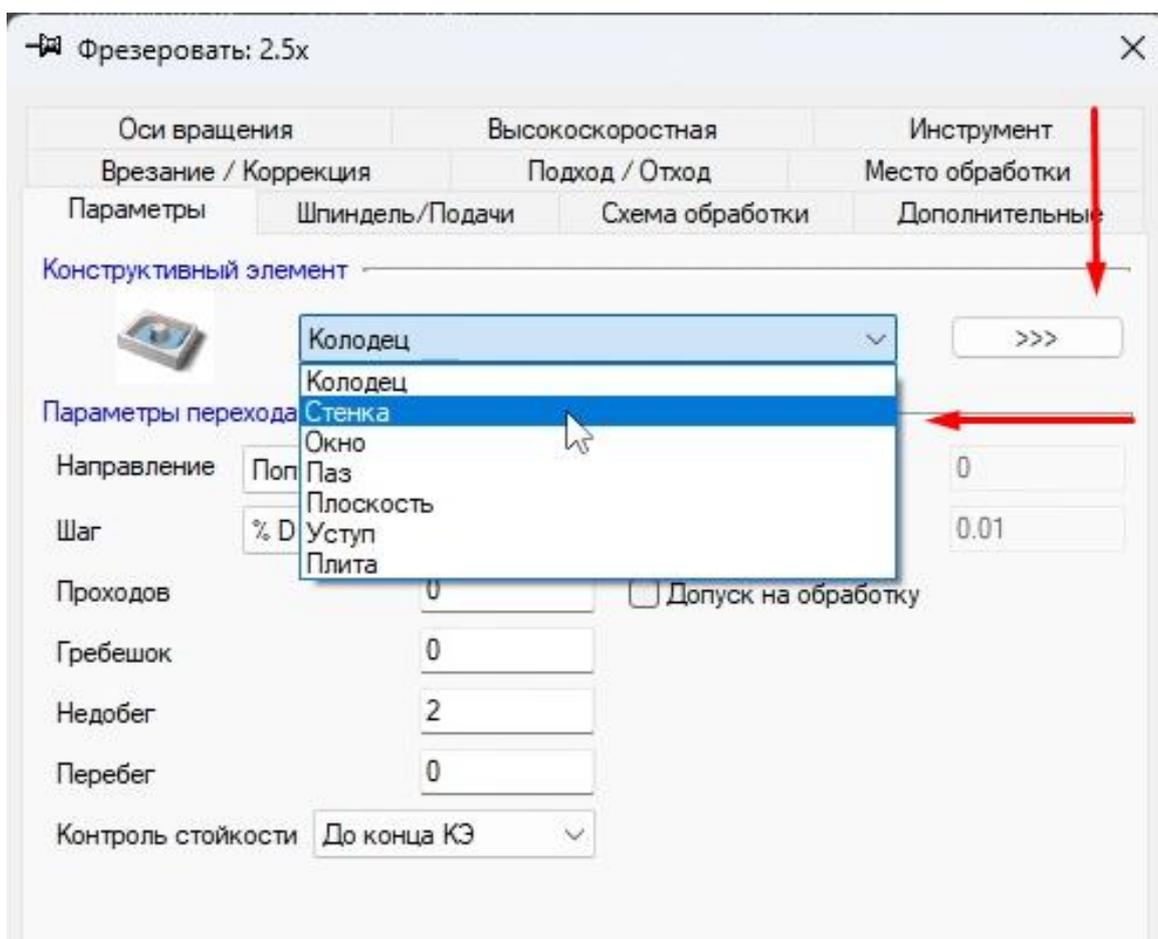


Рисунок 105 – выбор конструктивного элемента стенка

После чего во вкладке добавить выбираем созданный эскиз, рисунок 106, в качестве обрабатываемого контура.

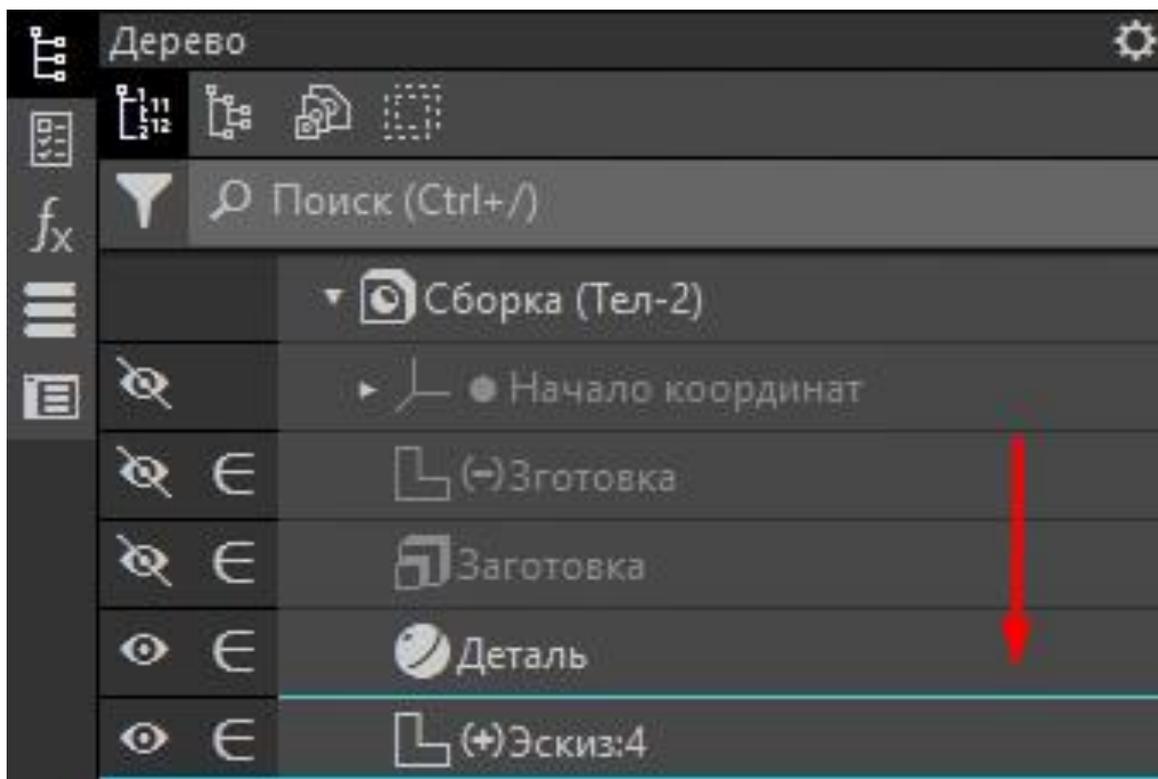


Рисунок 106 – выбор эскиза в качестве контура

Сохраняем результат, нажимая на зеленую галочку.

Далее добавляем «систему координат КЭ», как было описано ранее в материале и выставляем необходимые нам значения. Задаём глубину обработки 20.25 мм, стая значение фрезеровки от плоскости дна КЭ и выставляя значение 0. На рисунке 107 указаны настройки.

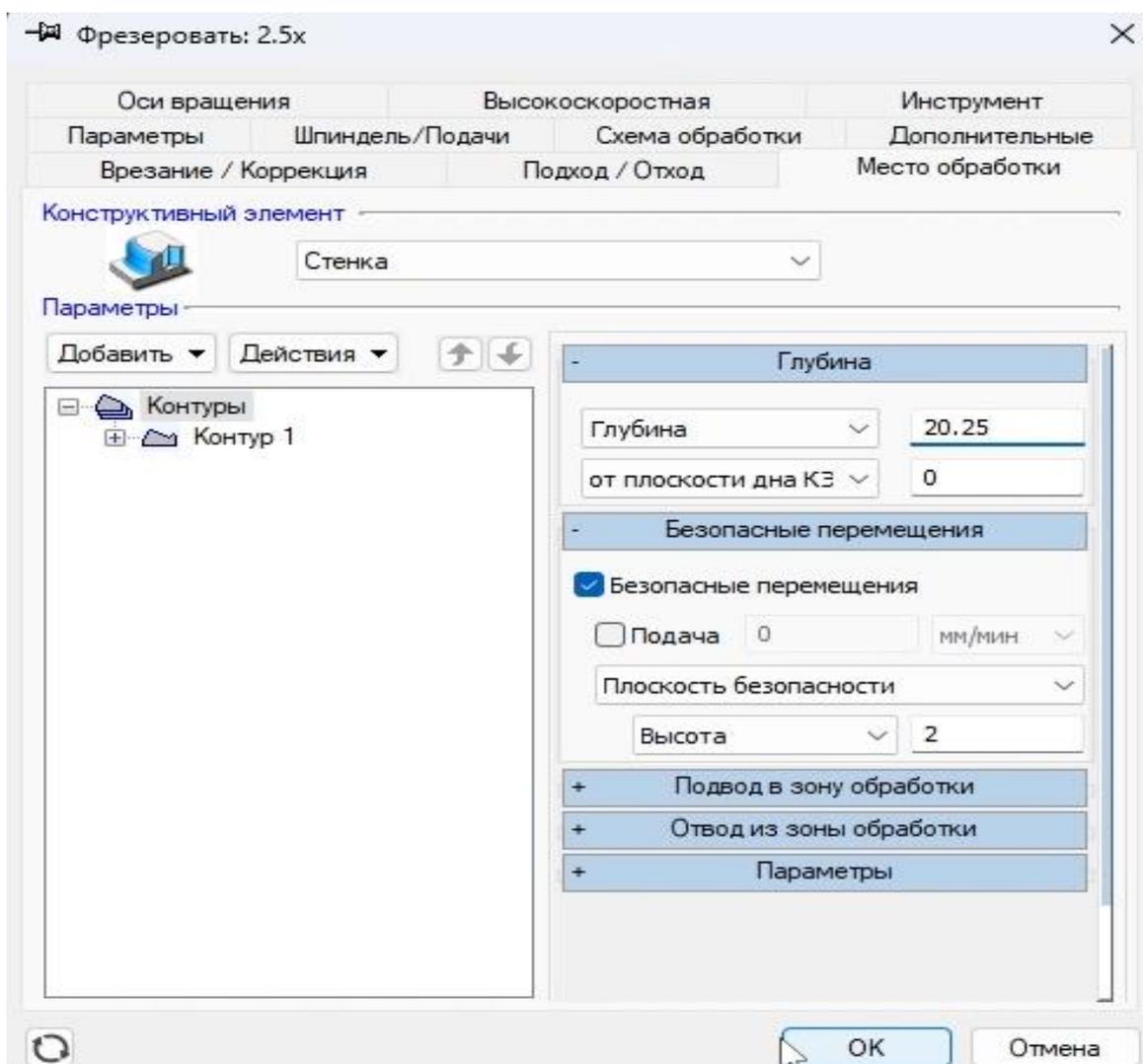


Рисунок 107 – настройки для операции стенка

Следующим шагом выбираем необходимо обозначать зону заготовки. Для этого необходимо выбрать, «поверхность, определяющая заготовку», как указано на рисунке 108.

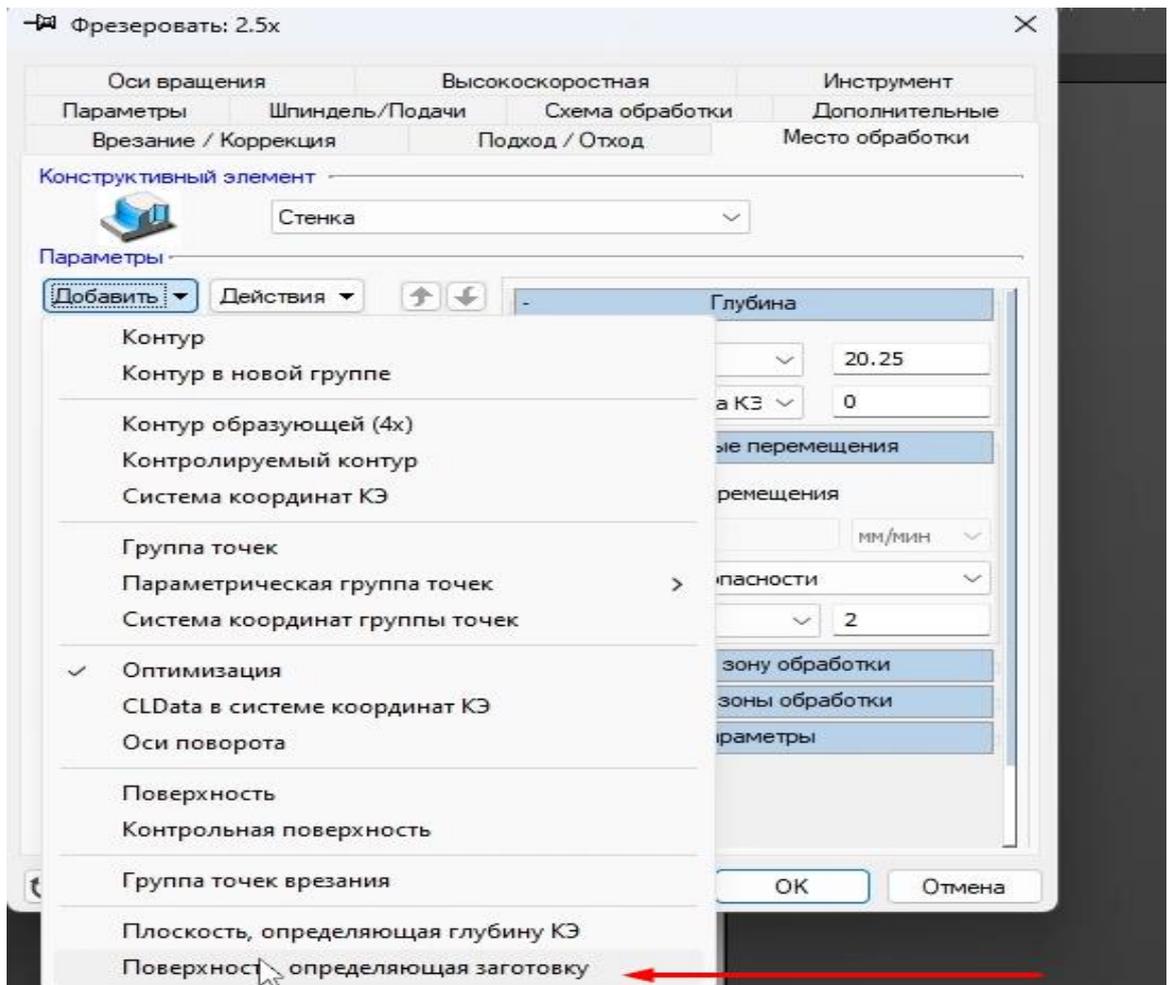


Рисунок 108 – выбор поверхности определяющую заготовку

В качестве заготовки выбираем созданный ранее объект с названием «Заготовка» как указано на рисунке 109.

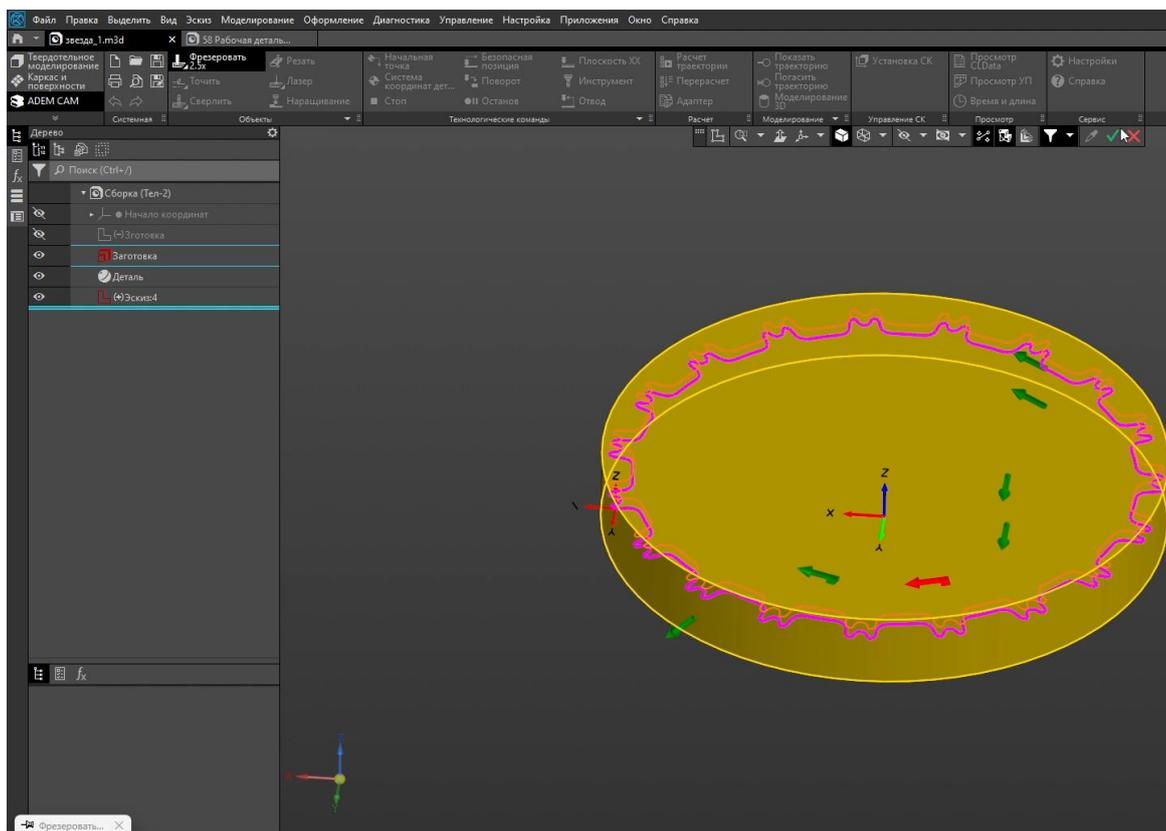


Рисунок 109 – выбор тела для заготовки

После определения заготовки можно приступить к расчёту траектории. Для этого нужно нажать на «расчет траектории», как ранее мы уже делали с первым отверстием, после чего слева у нас появится шкала выполнения этой операции. Данный процесс может занять длительное время. По окончании процесса на детали должна отобразиться траектория с учётом заготовки, рисунок 110.

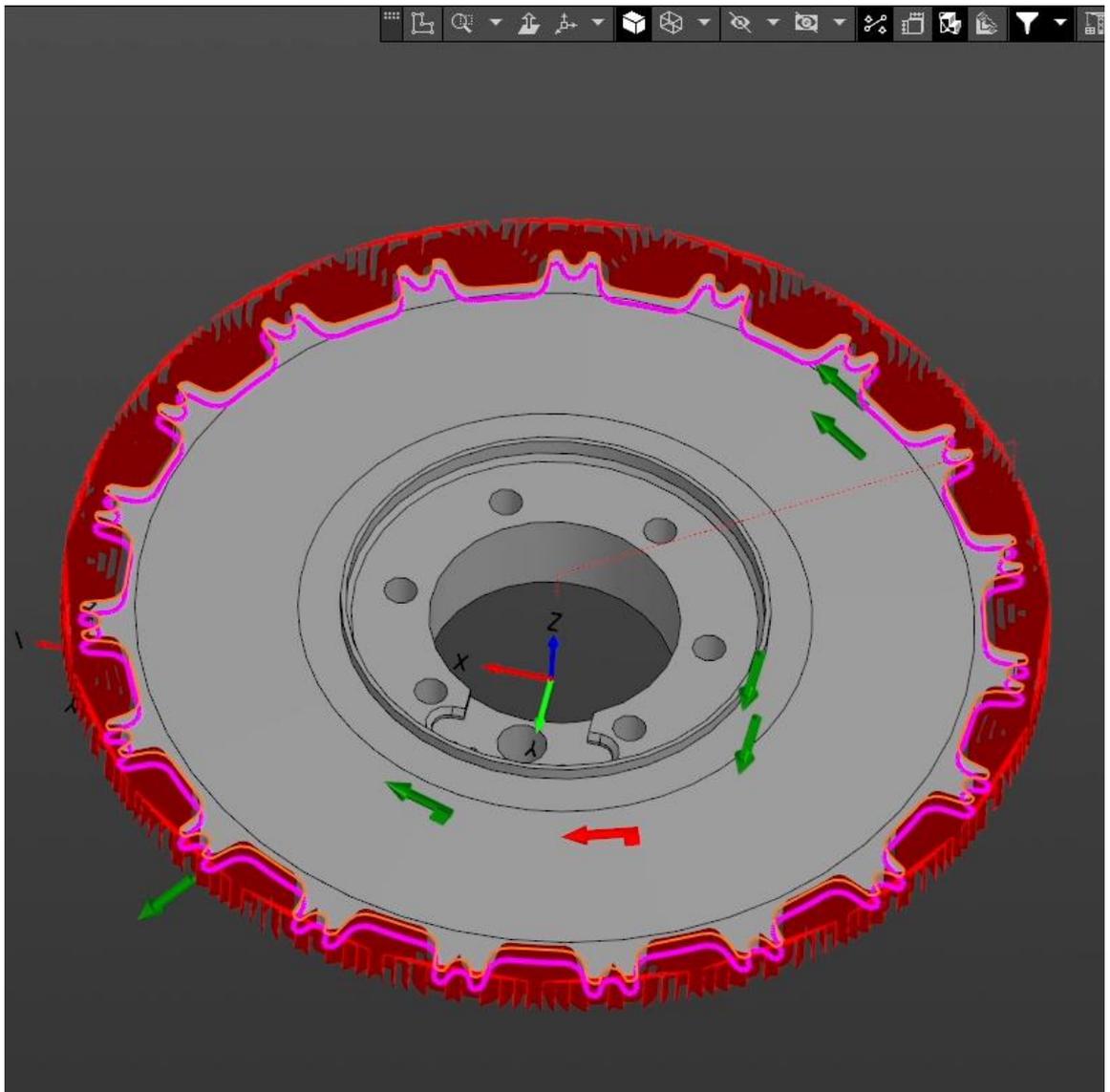


Рисунок 110 – траектория для операции стенка

С помощью операции Показать УП на экране появится G – код для данной операции.

3.9 Выбор параметров фрезерования с помощью операции уступ

Следующим элементом для обработки будет выемка на детали представленная на рисунке 111.

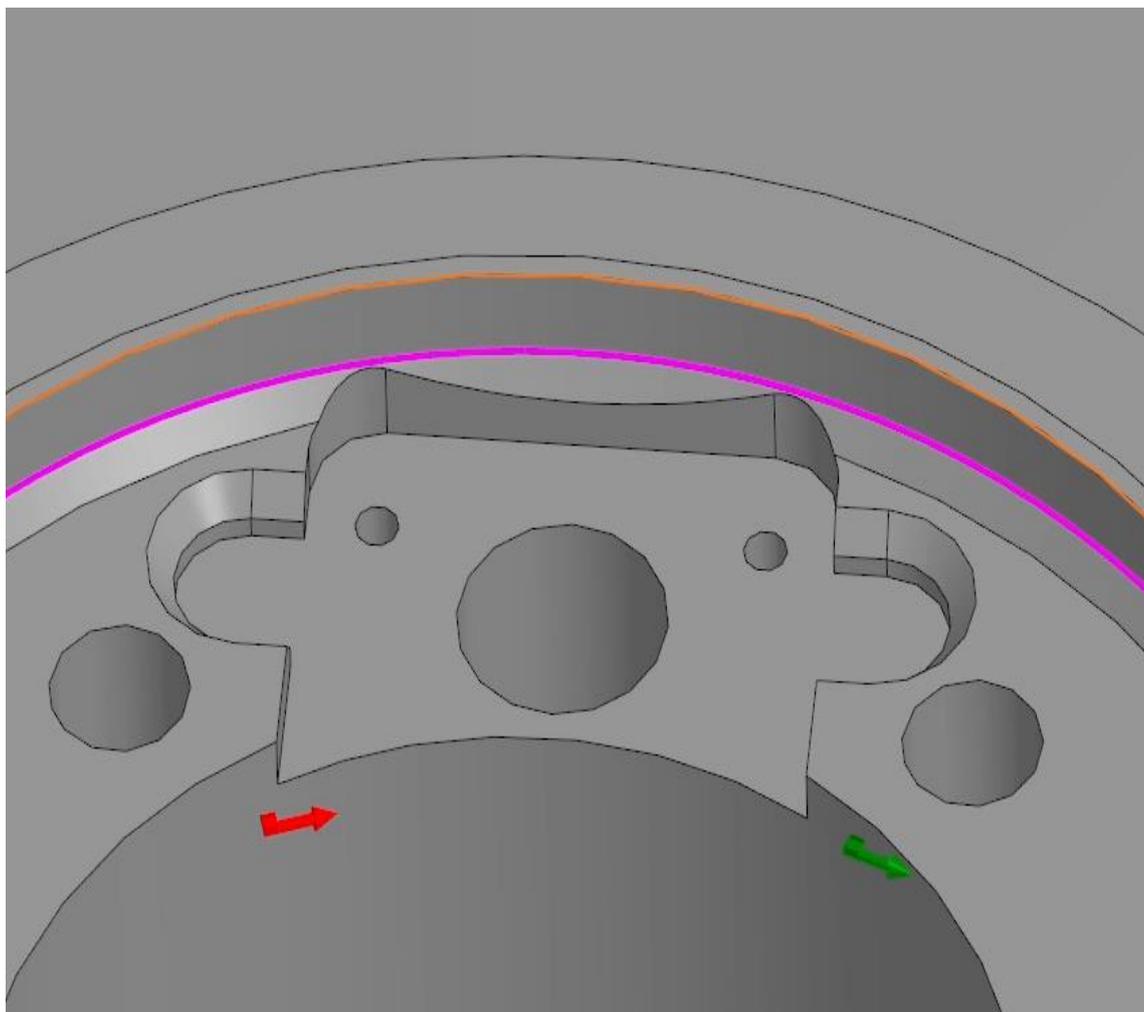


Рисунок 111 - выемка

Уже по знакомому нам алгоритму заходим в раздел «Фрезеровать 2.5х», в настройках выбираем операцию «Уступ», жмем далее (три стрелочки право), рисунок 112.

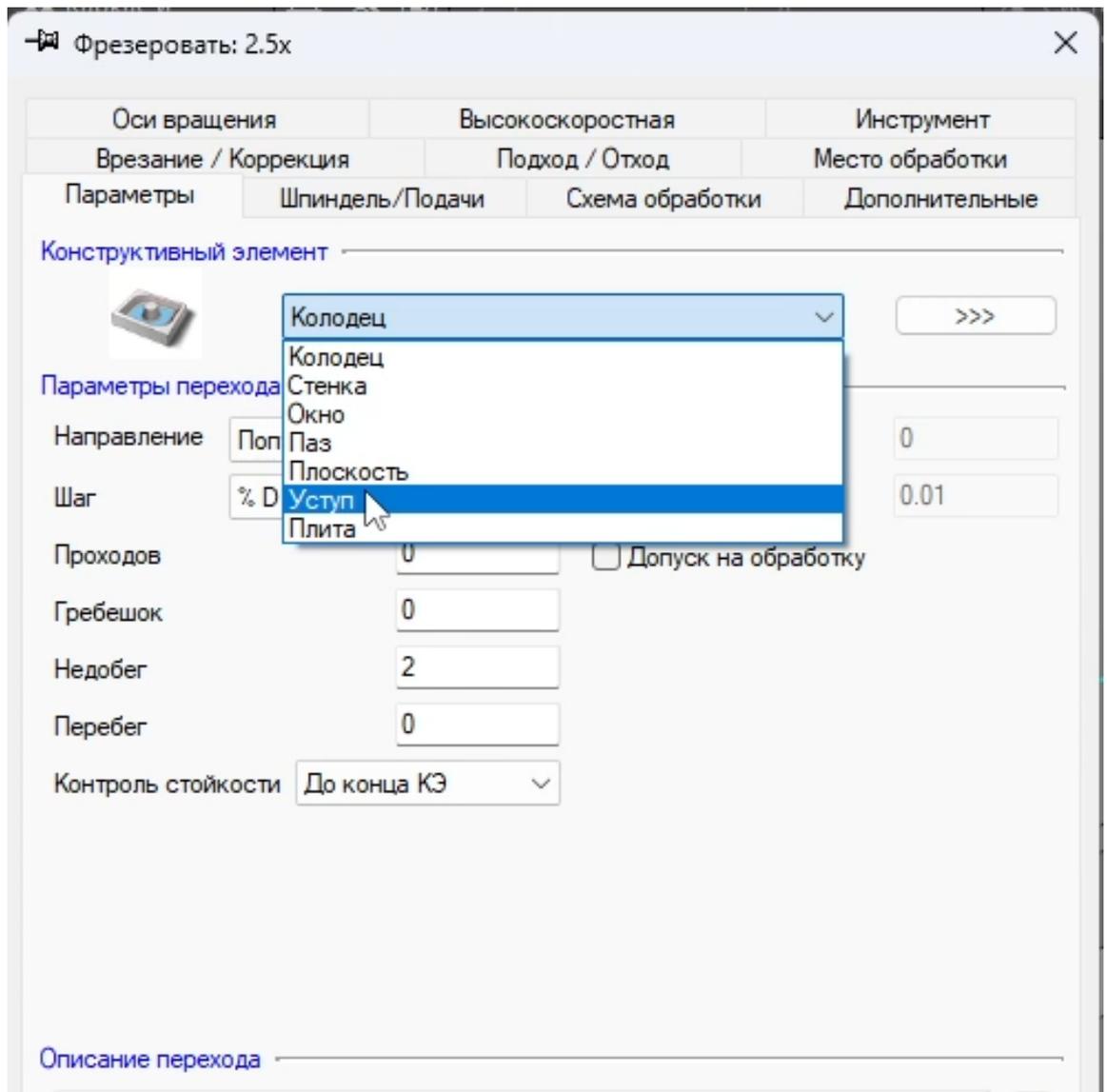


Рисунок 112 – выбор операции уступ

Далее добавляем «Контур» и выделяем его аналогично тому, как мы делали это на предыдущей операции, убирая лишние элементы. Выбираем наш контур и сохраняем, рисунок нажатием на зеленую галочку (более подробно данная операция была описана выше). Так же не забываем добавить систему координат КЭ.

Следующий важный шаг – задать параметры в разделе «подходы и отходы». «Подход» и «Отход» задаем с параметром «Линейный», после чего можно рассчитывать траекторию. Длины в 30 нам нужны для того, чтобы избежать столкновения фрезы с диаметром 10 мм с заготовкой. На рисунке 113

двумя синими стрелками указано, какие линии являются как раз длиной нашего подхода и отхода, рисунок 113

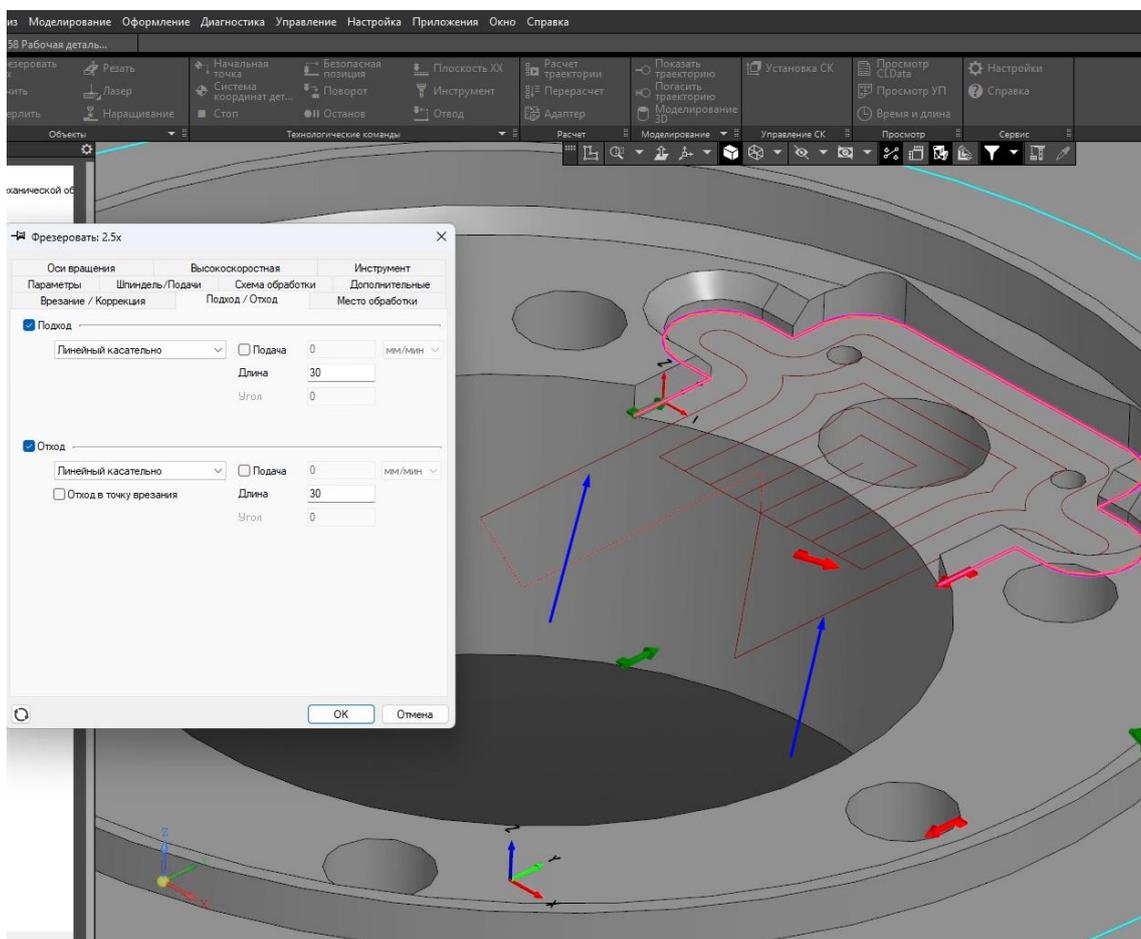


Рисунок 113 – подход и отход

Вставим высоту прохода 1 мм, после чего сформируется окончательная траектория обработки. На рисунке 114 указан общий вид траектории уступа.

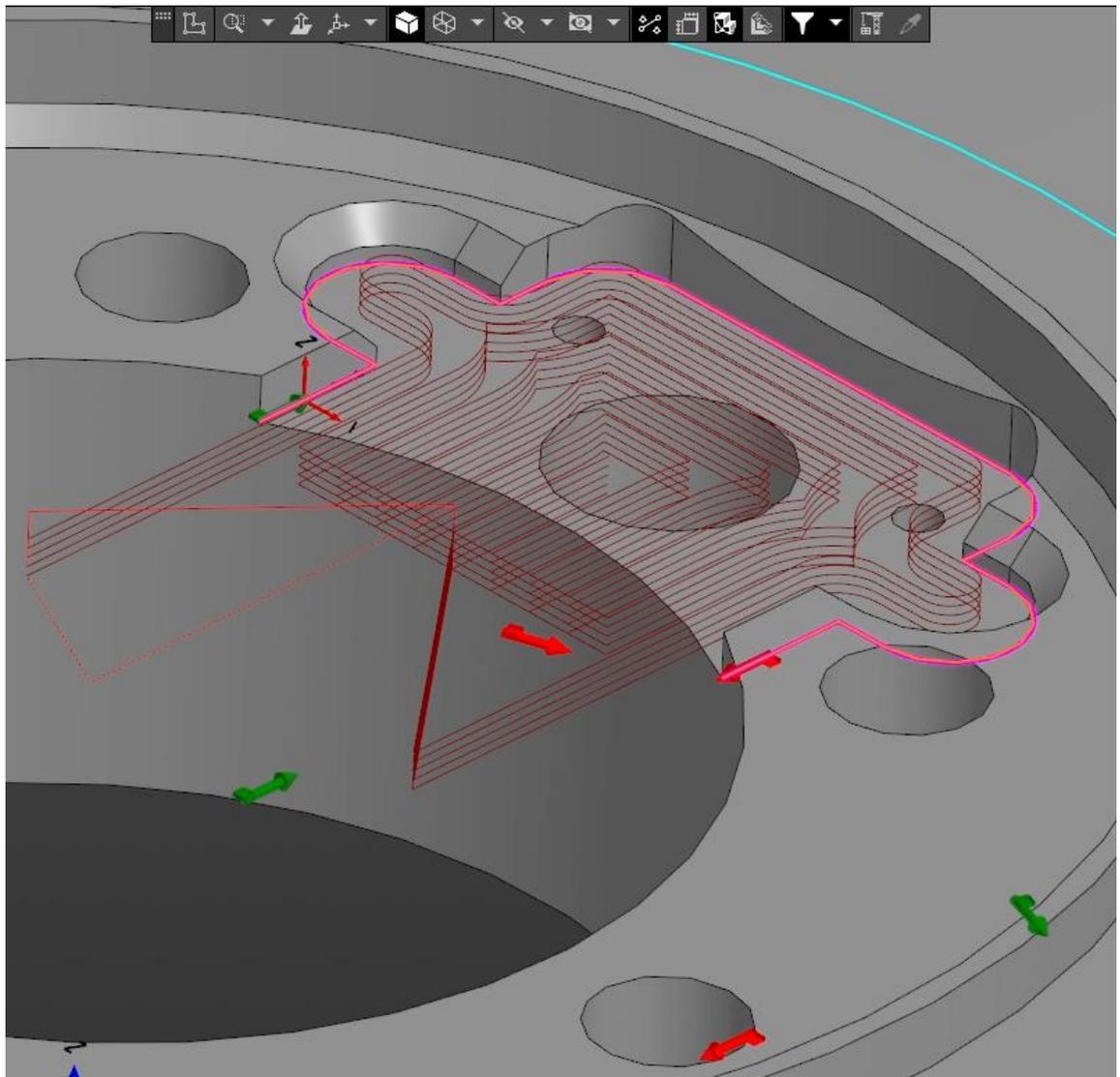


Рисунок 114 – общий вид траектории для уступа

Разница между «стенкой» и «уступом» в том, что операция «стенка» всегда строит траекторию снаружи контура, который мы обозначили, а операция «Уступ» – всегда строит траекторию внутри контура.

3.10 Выбор параметров фрезерования фасок заготовки

Рассмотрим фрезерование по контуру на примере создания фаски

Следующая операция, которую мы рассмотрим – создание фаски. Для того, чтобы обработать фаски – необходимо создать «фасочную фрезу». Для этого нажимаем на «инструмент» в верхнем меню, рисунок 115.

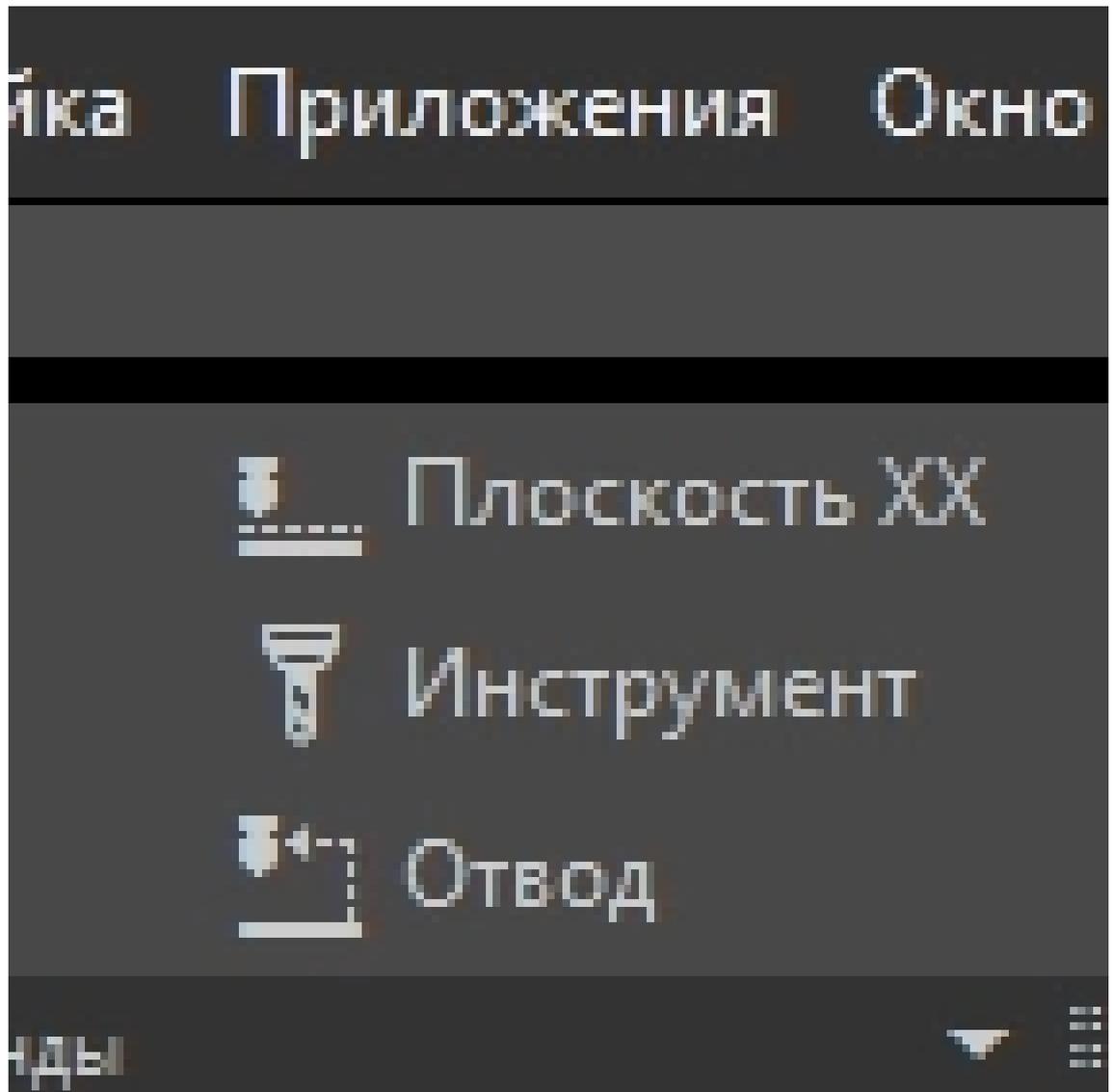


Рисунок 115 – выбор инструмента.

После чего откроется меню создания инструмента. Здесь выбираем инструмент «Фреза», «Коническая» и справа в данном меню задаем ее параметры, указанные на рисунке 116. После чего нажимаем «Ок» – таким образом сохраняем наш инструмент.

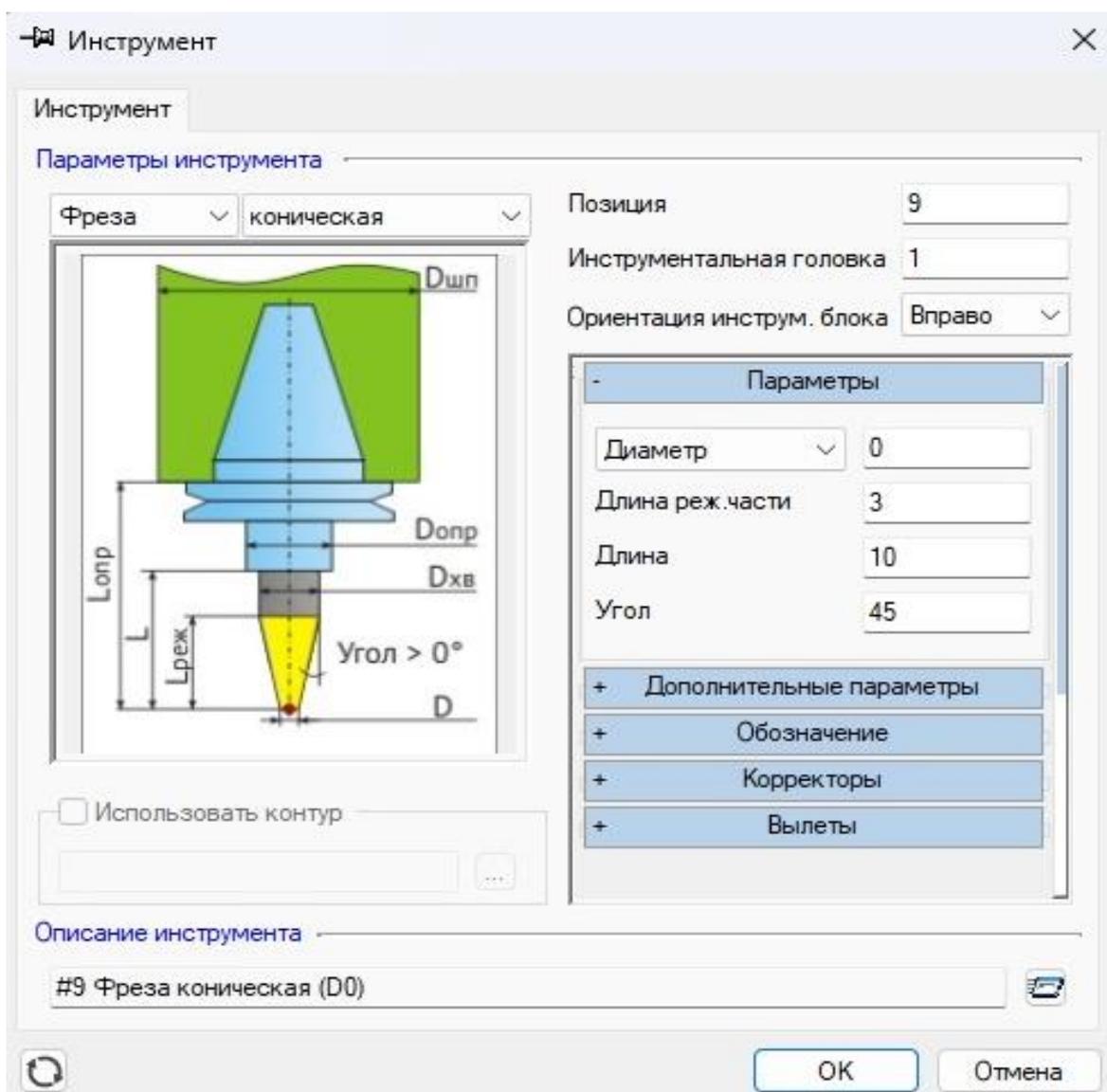


Рисунок 116 – выбор параметров для фасочной фрезы

Для фрезеровки фаски нам необходимо открыть уже знакомый раздел «Фрезеровка 2.5х», переходим в раздел «Параметры» – здесь выставляем обязательно в пункте «проход» значение 1 и нажимаем «далее» (уже знакомые три стрелочки), рисунок 117.

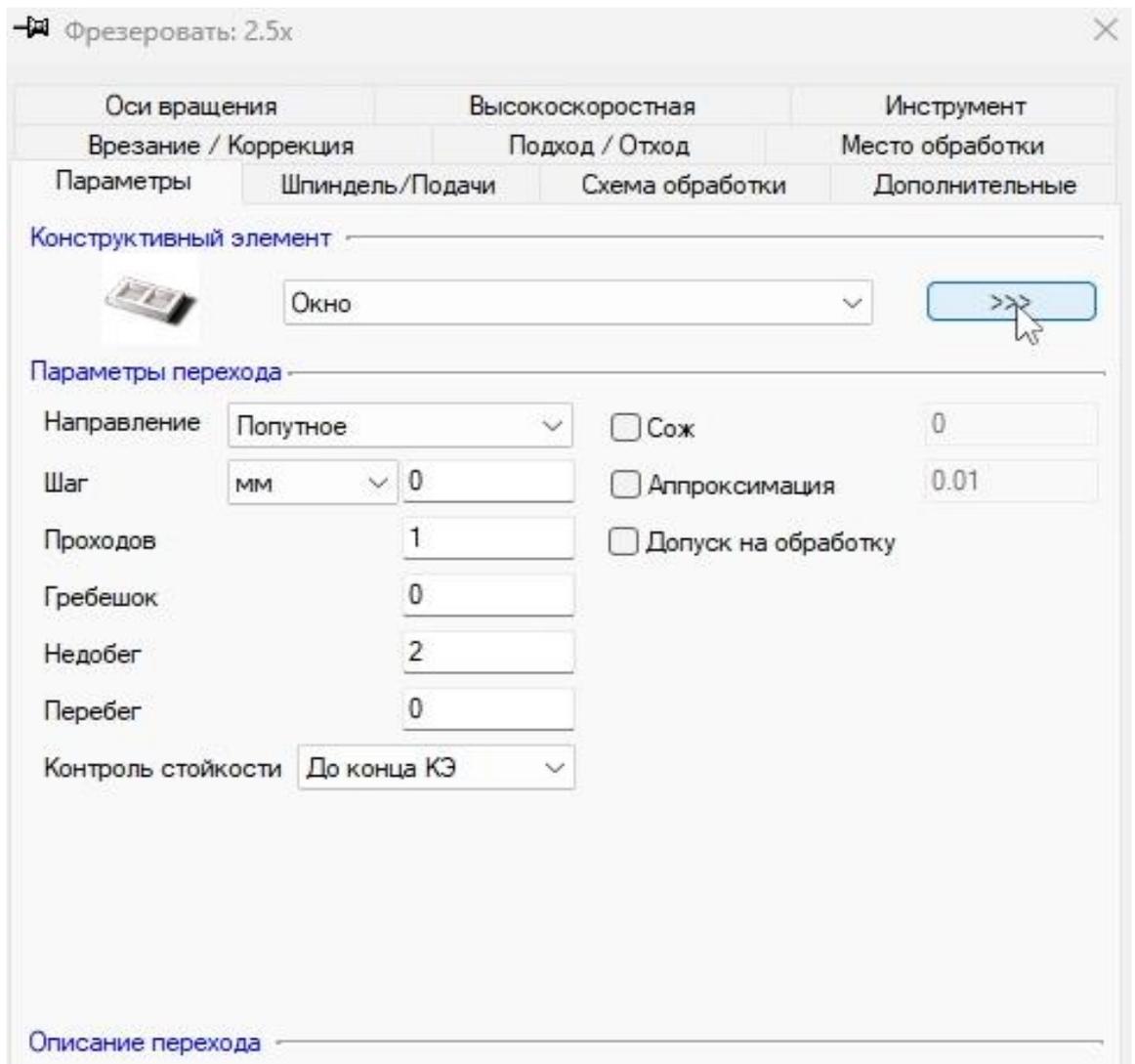


Рисунок 117 – выбор настроек в параметрах

Следующим шагом в разделе «конструктивный элемент» – выбираем «окно», задаем контур и прописываем значения глубины и высоты, рисунок 118.

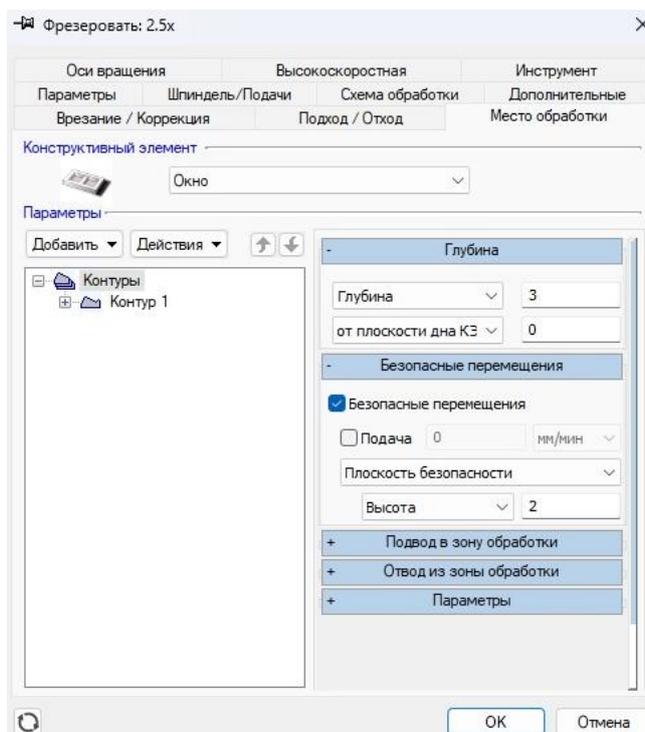


Рисунок 118 – выбор параметров в место обработки

Рассмотрим перенос инструмента на примере фрезы. Необходимо выделить нужный нам инструмент, скопировать его комбинацией **ctrl+c**, как указано на рисунке 119.



Рисунок 119 – выбор фрезы

В ADEM CAM.Маршрут выбираем необходимое место (в нашем случае «окно») и вставляем его через **ctrl+v**. На рисунке 120 показано как должно получиться.

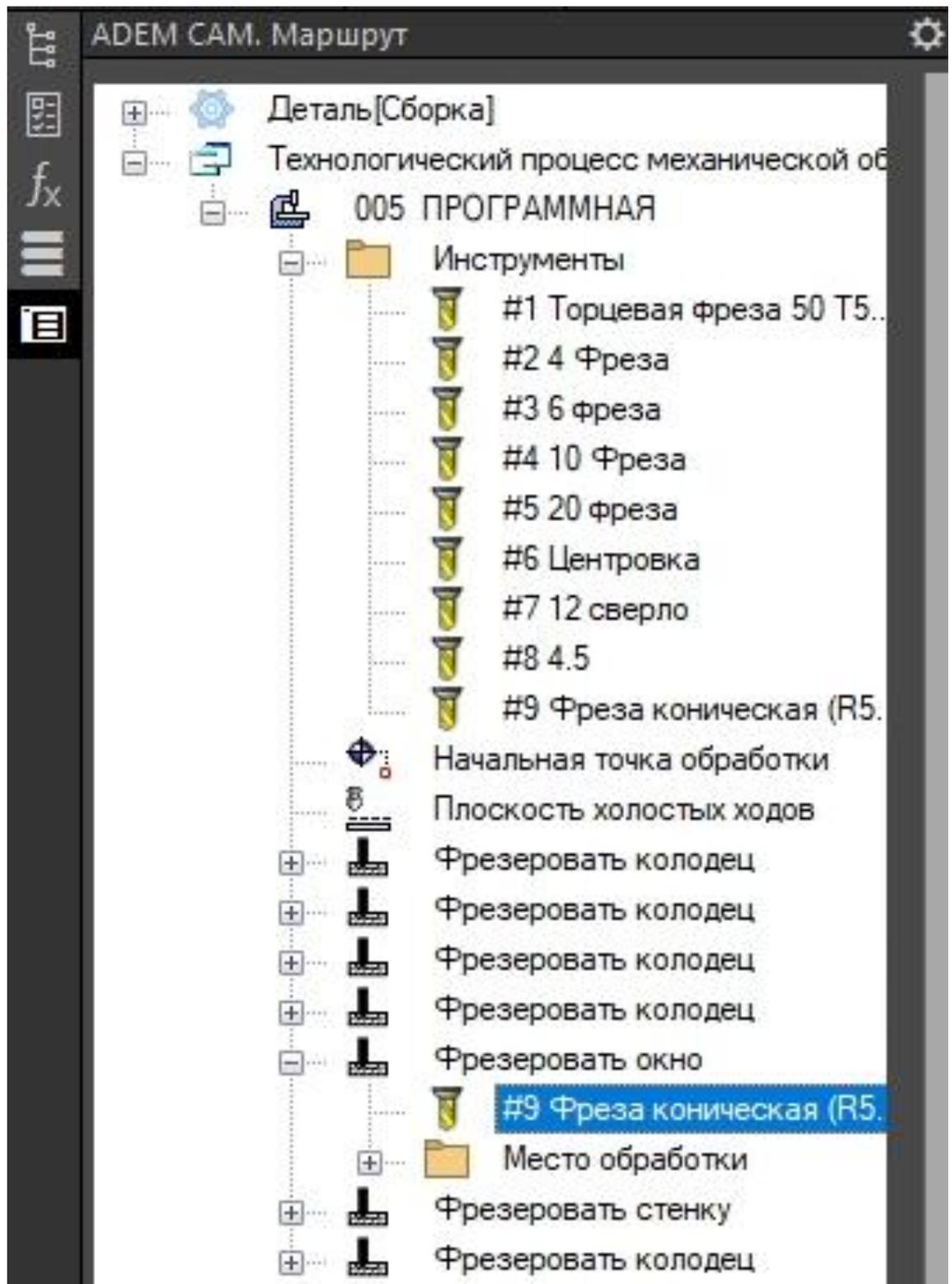


Рисунок 120 – инструмент в операции окно

После всех настроек и выставления фасочной фрезы можно приступать к фрезеровке. Конечная траектория обработки фаски представлена на рисунке 121.

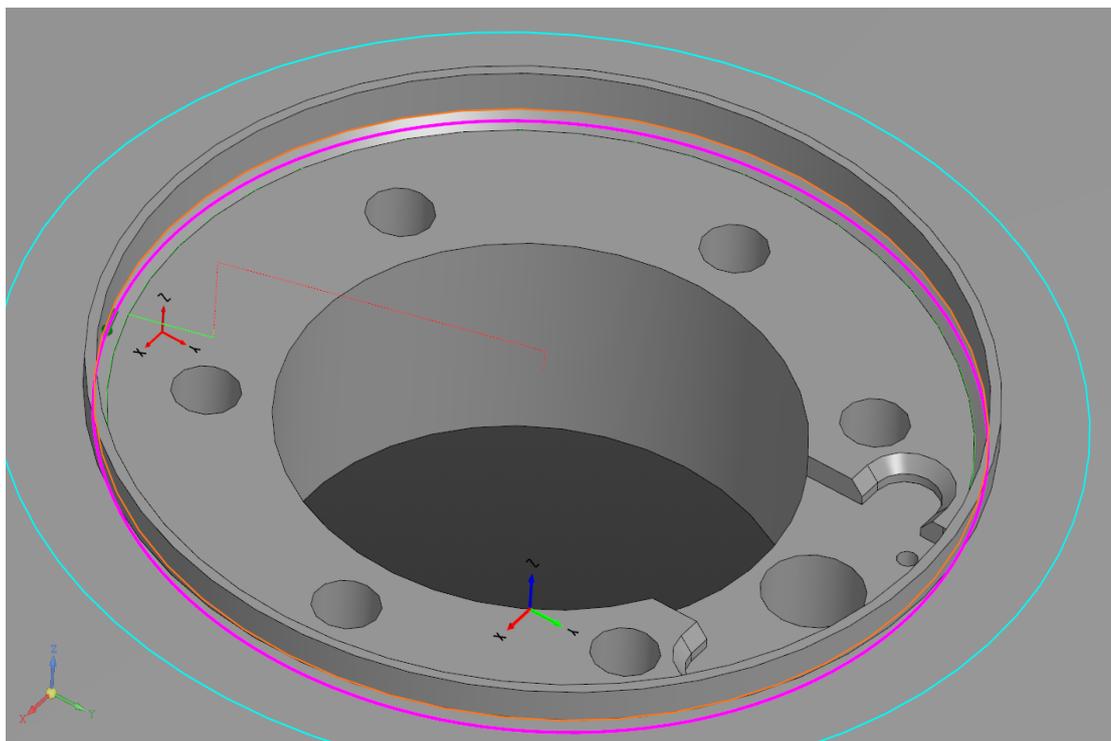


Рисунок 121 – траектория обработки фаски

Как показано на примере выше с помощью функции окно является универсальным инструментом которой может передвигаться по контурам, а контуры в свою очередь можно задать через эскиз.

3.11 Выбор параметров обработки отверстий

Рассмотрим механизм сверления отверстий. Первое, что нам необходимо сделать задать центры – в верхнем меню выбрать операцию «сверлить», в открывшемся списке выбираем пункт «центрировать». Рисунок 122.

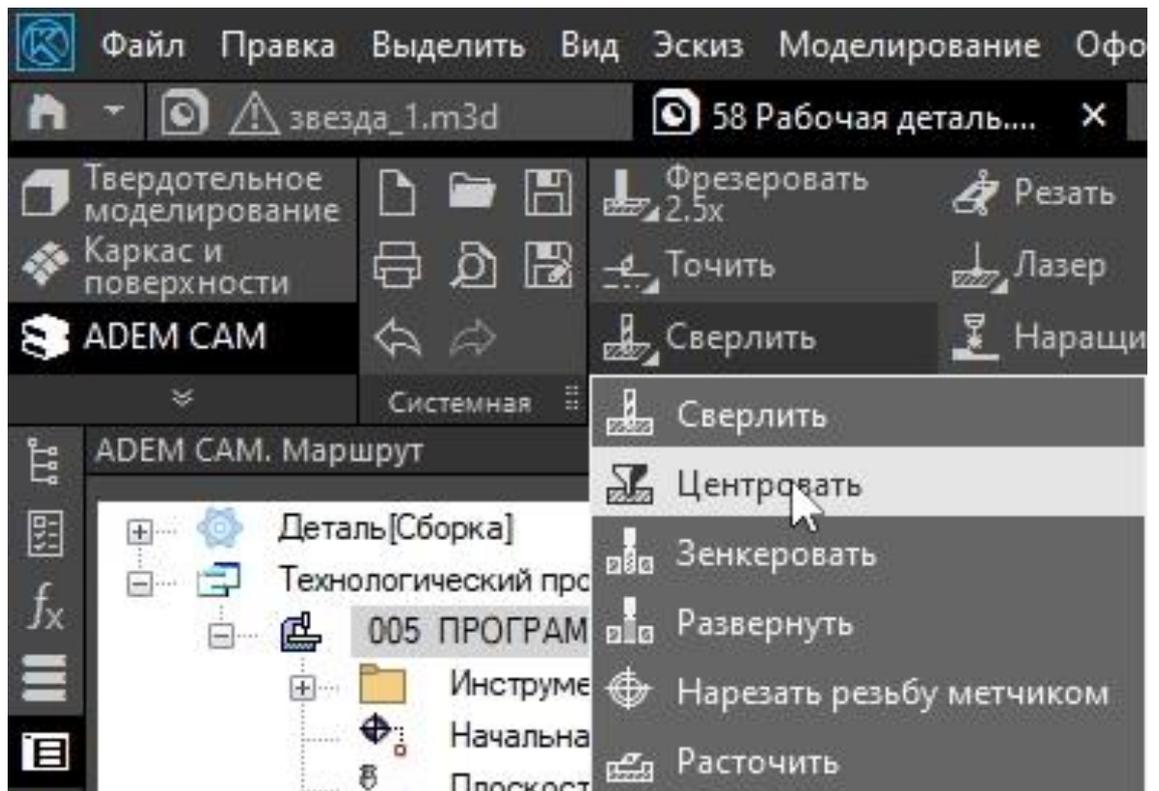


Рисунок 122 –выбор операции сверлить

Откроется меню настройки данной операции, здесь в разделе «параметры» нажимаем «добавить» и выбираем «отверстие», рисунок 123

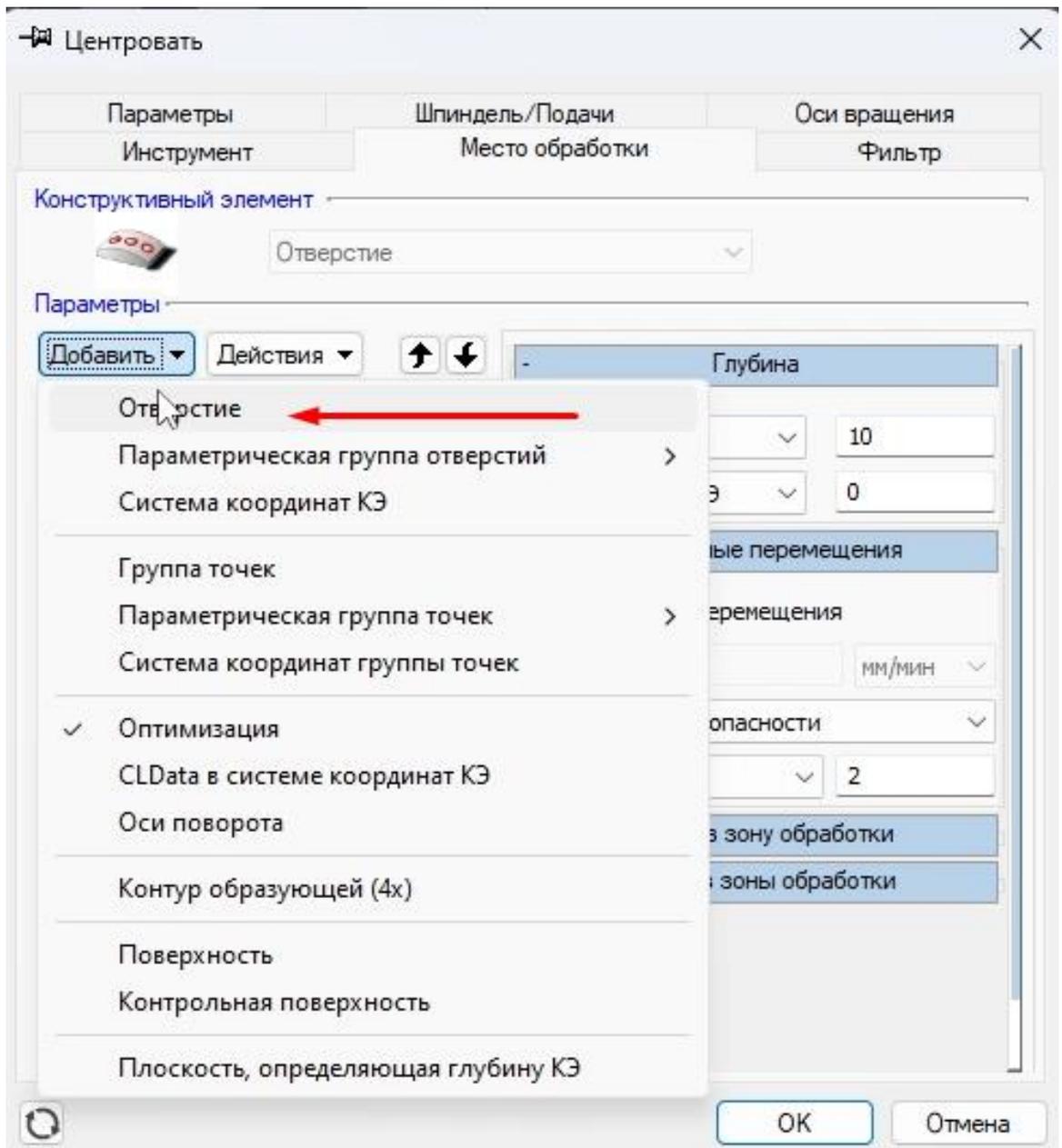


Рисунок 123 – выбор отверстия

После чего выбираем все наши отверстия и нажимаем на зеленую галочку – сохраняем, как указано на рисунке 124.

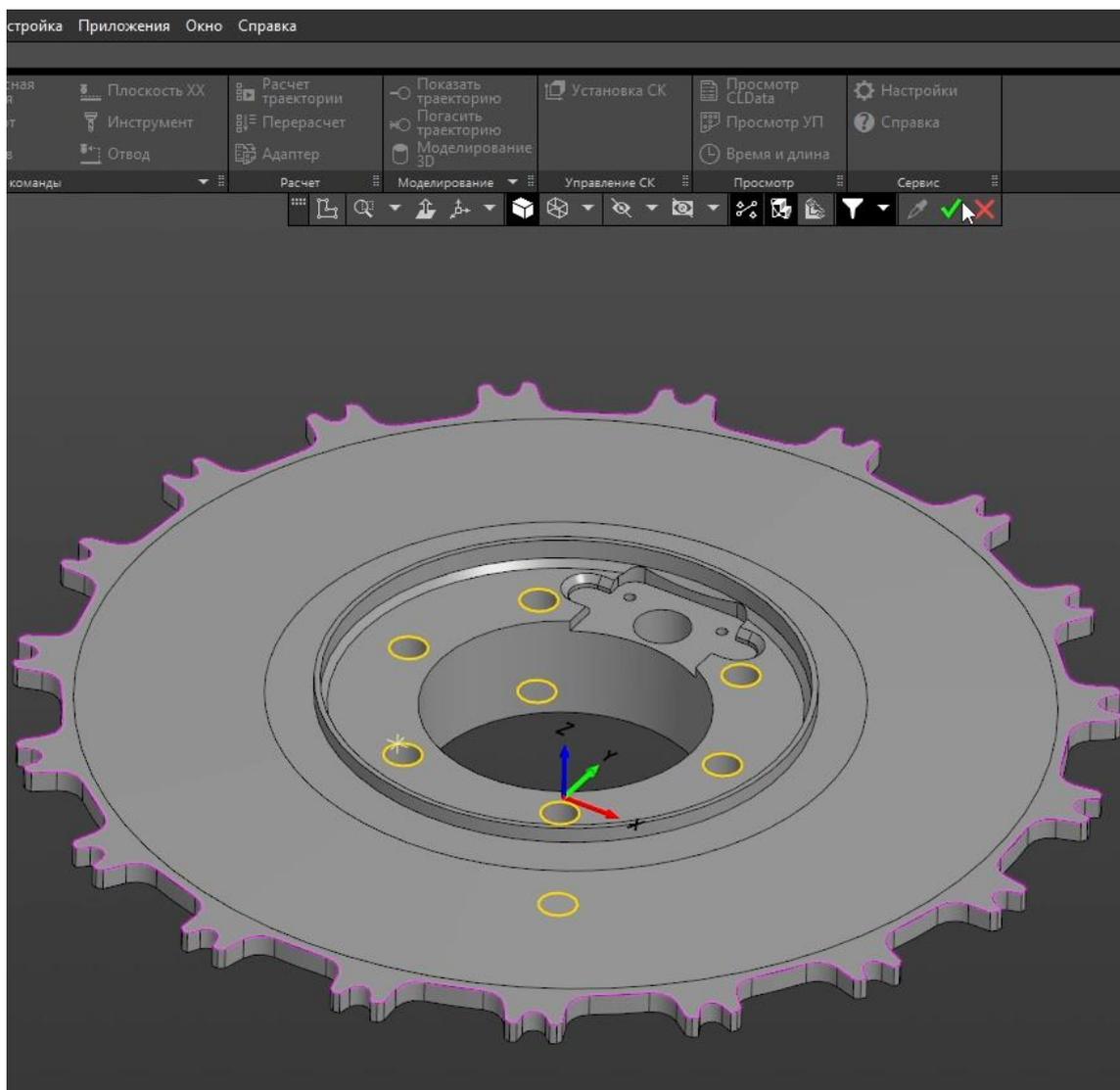


Рисунок 124 – группа отверстий

Далее снова откроем меню настроек и выставим систему координат КЭ как делалось ранее. Выставляем глубину 2, от плоскости КЭ – 0, нажимаем «ОК» – сохраняем. После чего необходимо задать инструмент, как мы рассматривали это ранее и рассчитываем траекторию. Вот что имеем в итоге, рисунок 125.

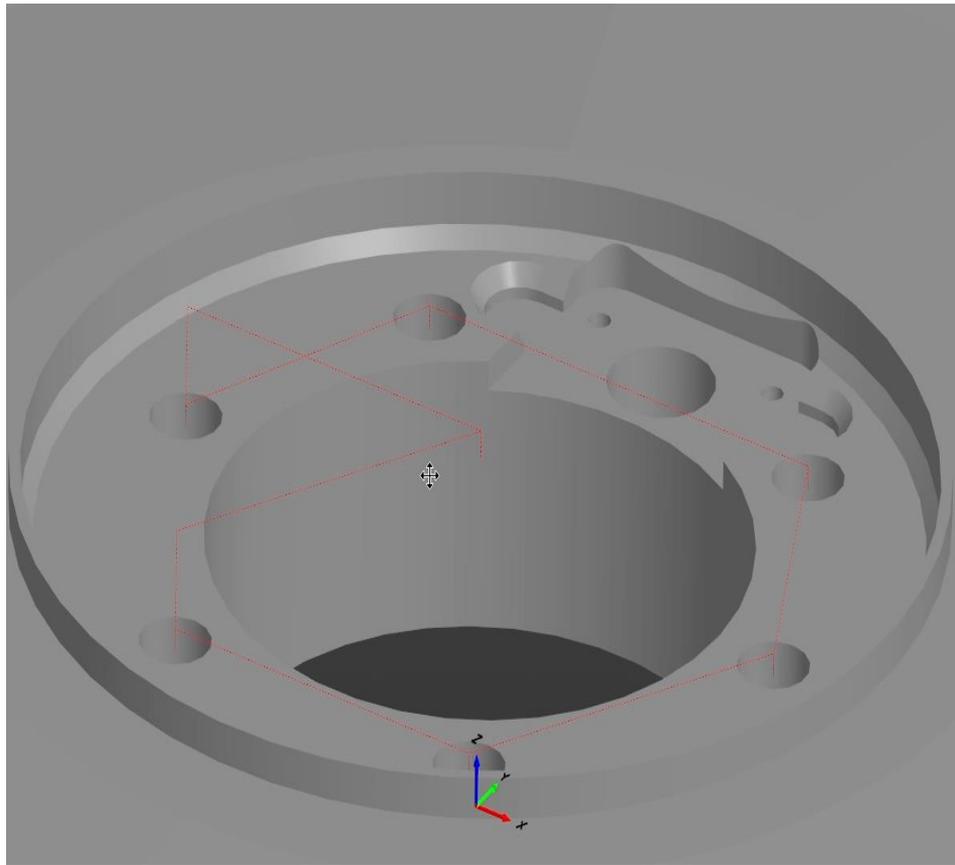


Рисунок 125 – траектория для центровки

Следующий шаг – сверление, для этого нажимаем «Сверлить» → «Сверлить». Добавляем отверстия, точно так же, как было описано выше. Выставляем систему координат КЭ. Теперь необходимо перейти на вкладку «параметры», поставить галочку в пункте «Многопроходная обработка» и чуть ниже это галочки выбираем пункт «многопроходная обработка» – 3, Вывод – 3, после чего ждем «Ок». Общий вид настроек представлен на рисунке 126.

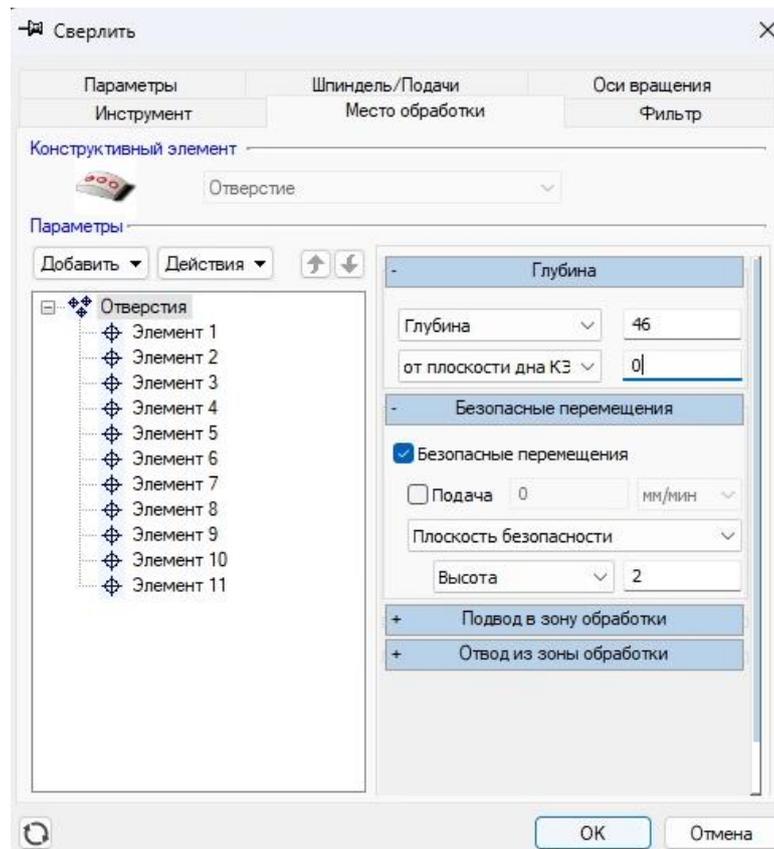


Рисунок 126 – настройки сверления

Во вкладке активируем функцию многопроходной обработки. Многопроходная обработка необходима в связи с тем, что при сверлении вертикально вниз есть шанс забить сверло восходящей стружкой, что в свою очередь приведет заклиниванию и поломке сверла.

В нашем случае глубина 3 – это глубина, на которое сверло заходит за раз, а вывод – высота, на которую сверло поднимает стружку и выводит ее на поверхность. Настройки представлены на рисунке 127.

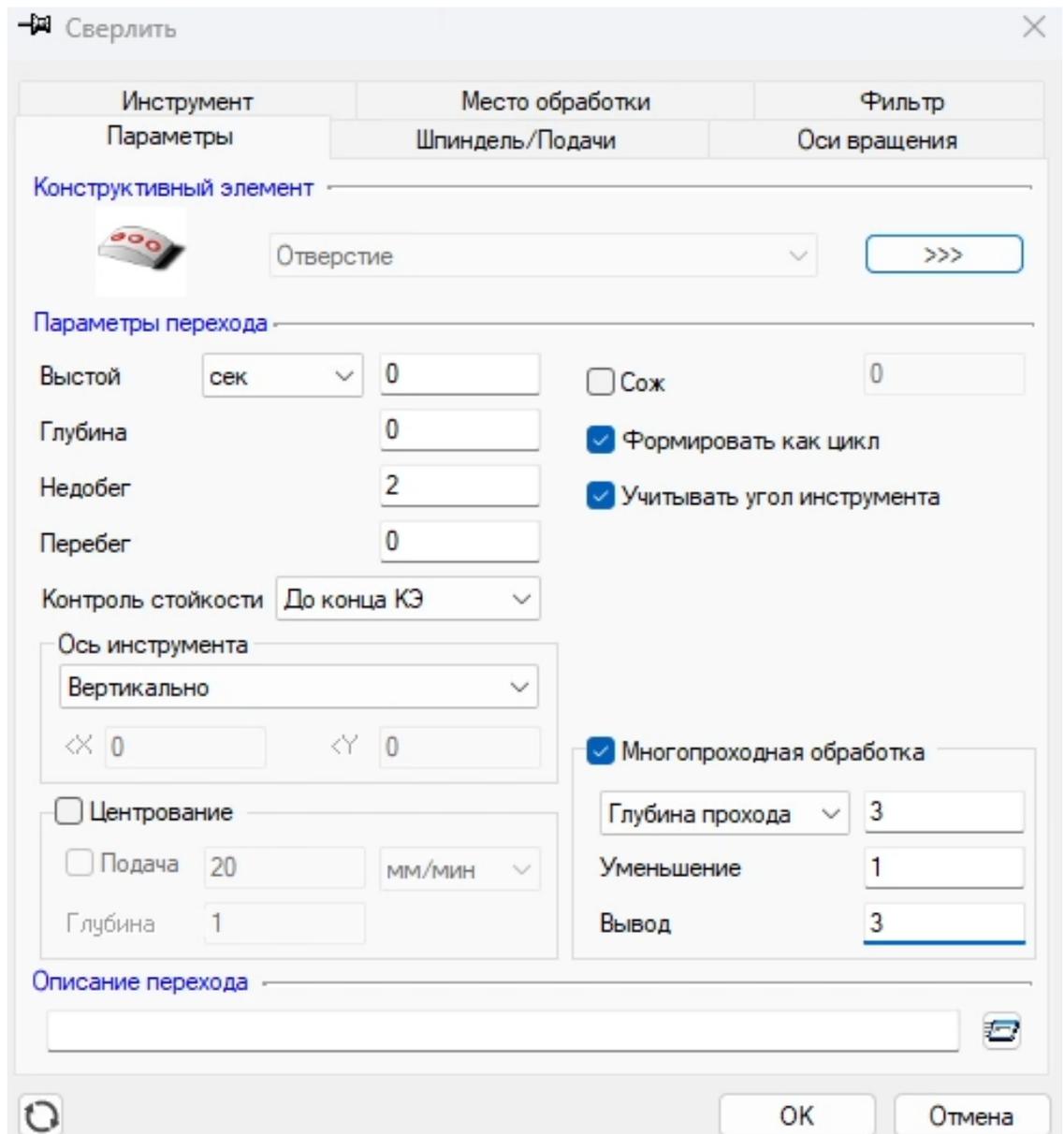


Рисунок 127 – настройки многопроходной обработки

После всех настроек по стандарту рассчитываем траекторию и проверяем корректность всех настроек. На рисунке 128 представлен конечный вид траектории для операции сверления.

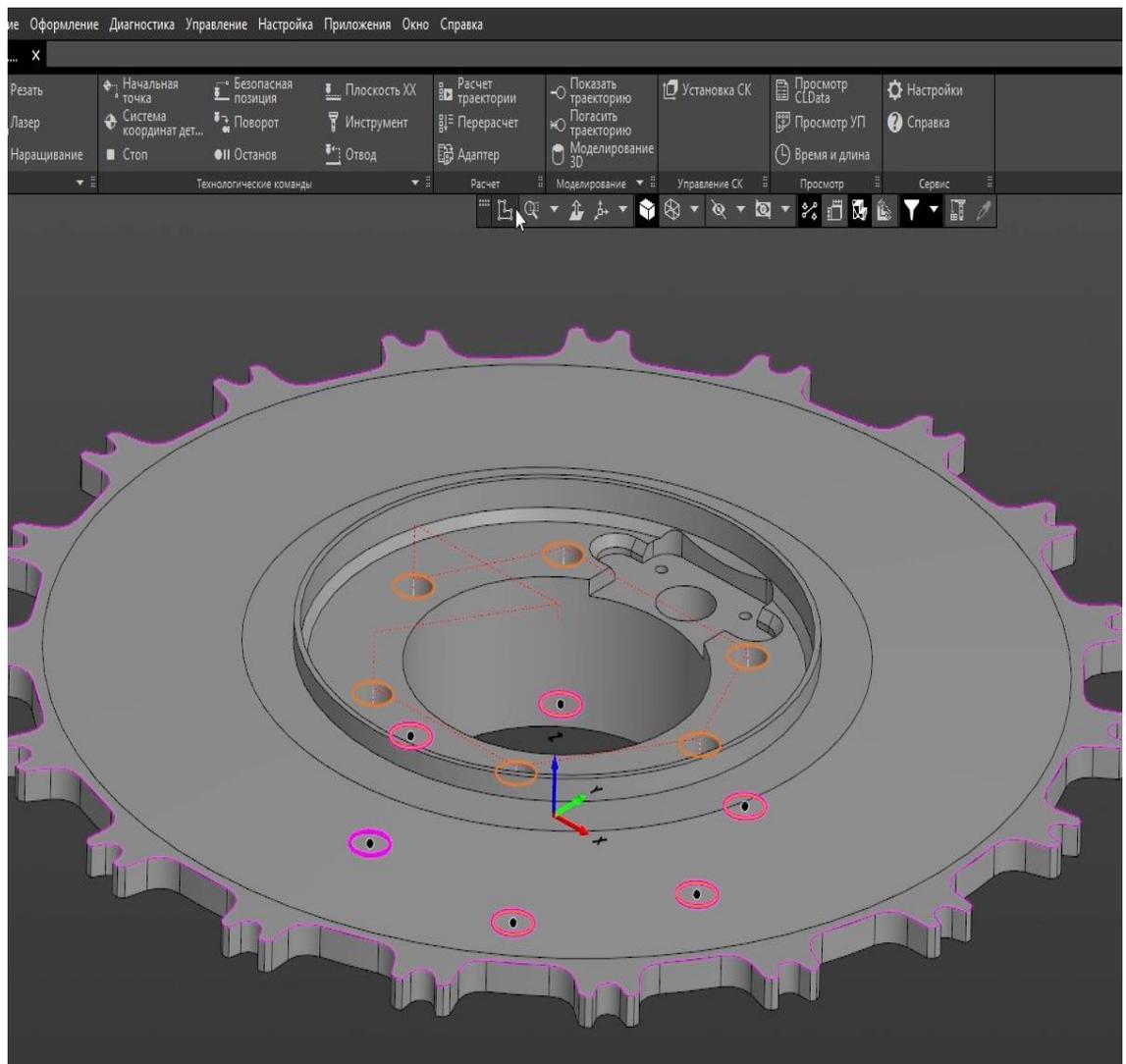


Рисунок 128 – траектория сверления

Обычно, когда делается сверление сначала всегда центрует будущее отверстие, а потом рассверливается. В ADEM CAM предусмотрена функция автоматической центровки, представленная на странице параметры.

4 Программирование токарной обработки детали крепёж в ADEM

В данном разделе будут рассмотрены технологические процессы токарной обработки детали Крепёж. (Приложение Б)

4.1 Выбор параметров позиционирования заготовки

Сперва создадим заготовку. Для этого вначале необходимо узнать ее размер. Для этого создадим эскиз на плоскости XY и снимим размеры через функцию «Линейный размер» представленную на рисунке 129.

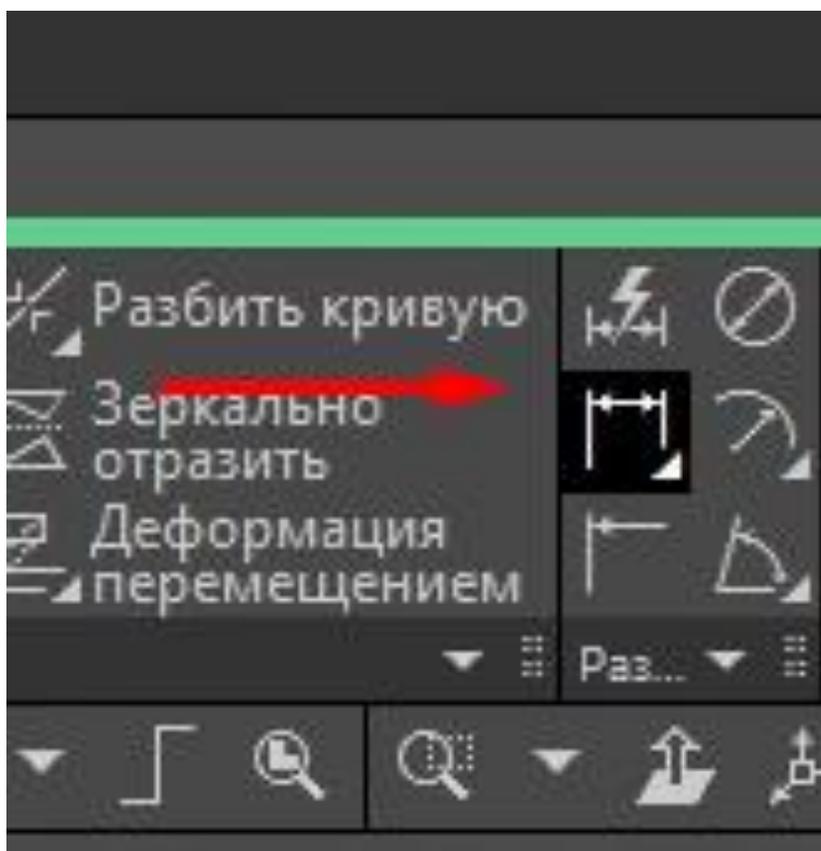


Рисунок 129 – линейный размер

Измеряем нашу деталь, ее длина составляет 120 мм, а высота по Y соответствует радиусу в 20 мм. Размеры представлены на рисунке 130.

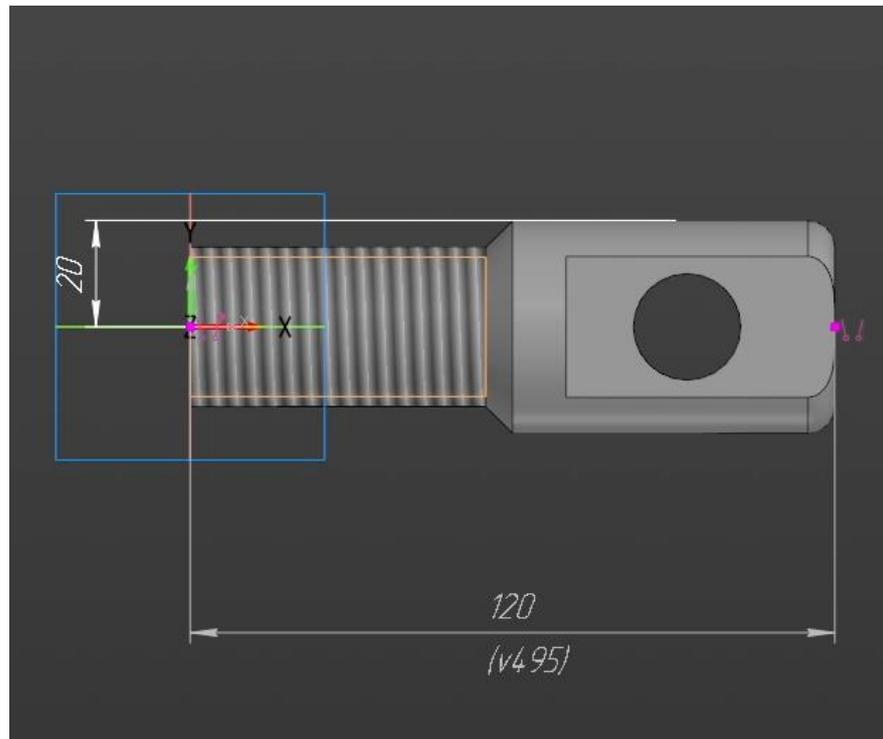


Рисунок 130 – размеры детали крепёж

Заготовку создаем в виде эскиза.

Заготовка будет иметь следующие размеры: 130 – длина, 25 – высота.

Наша заготовка в виде «эскиза», рисунок 131.

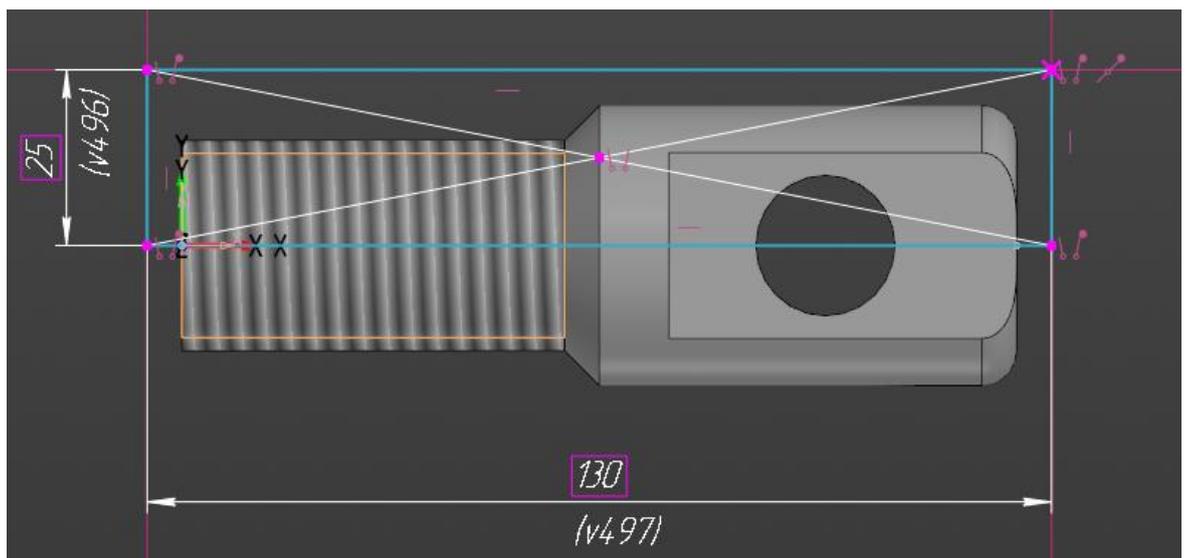


Рисунок 131 - эскиз заготовки

Следующий шаг – внести эскиз в заготовку. Для этого нажимаем «Технологические команды», а в открывшемся меню выбираем пункт «Заготовка», рисунок 132.

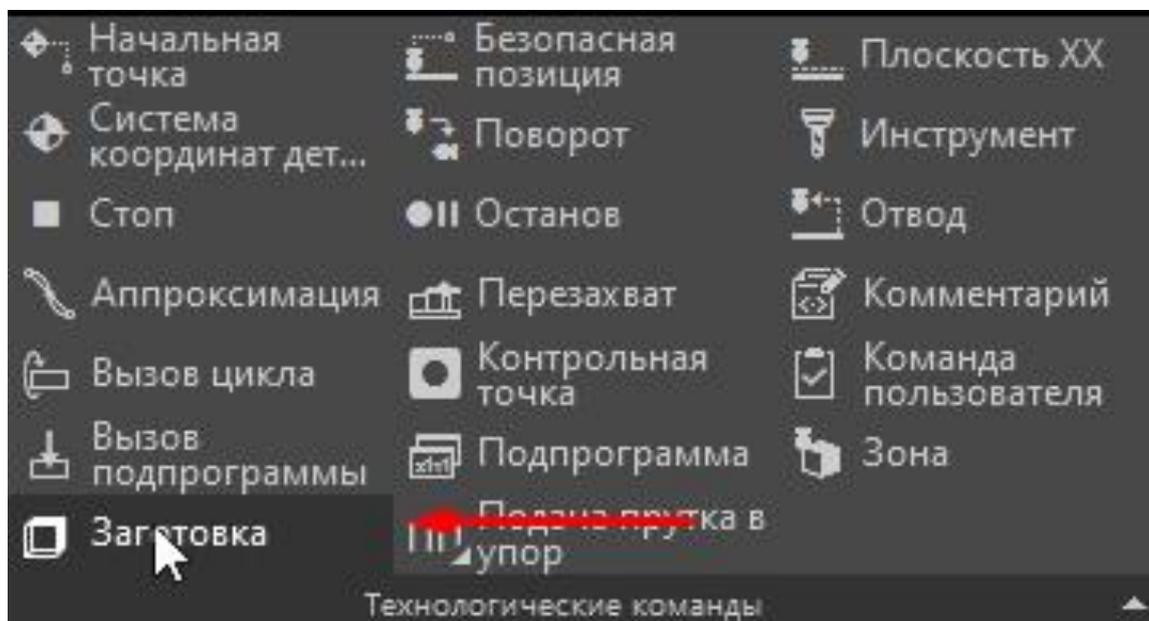


Рисунок 132 - заготовка

После чего в левом верхнем углу появляется меню, в котором мы выбираем в «Способе задания» – «Контур», ставим галочку в чекбоксе «Тело вращения» и нажимаем «С экрана», рисунок 133.

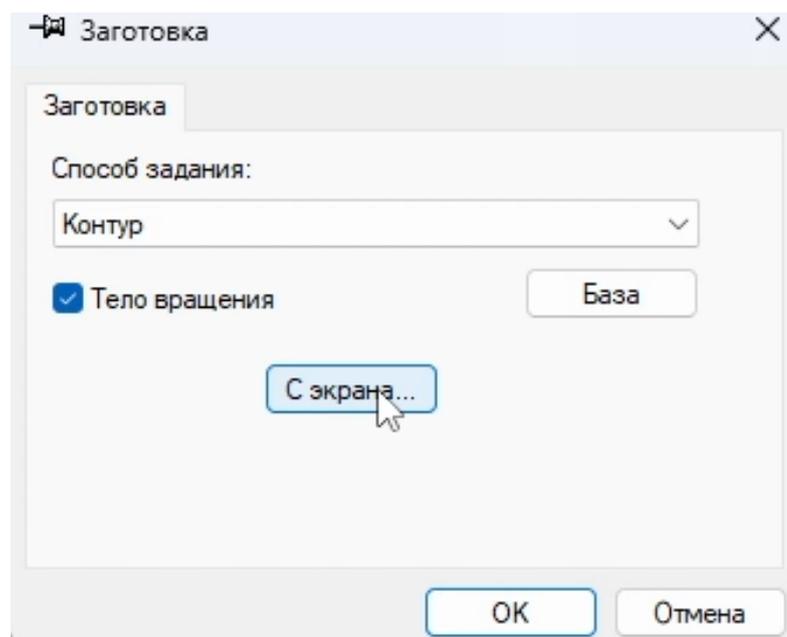


Рисунок 133 – заготовка

Переходим в «дерево», выбираем наш эскиз кнопкой мыши и нажимаем на «зеленую галочку», рисунок 134.

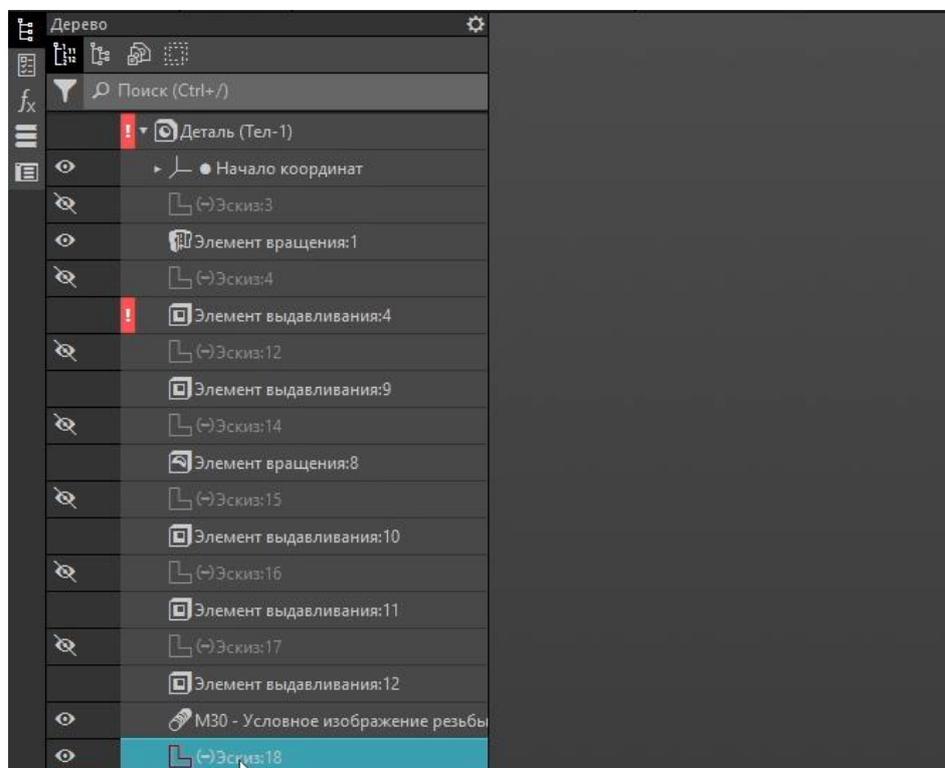


Рисунок 134 – выбор эскиза для заготовки

У нас снова в левом верхнем углу появляется меню – ставим галочку в пункте «тело вращения» и нажимаем «ок». Заготовка сформирована, рисунок 135.

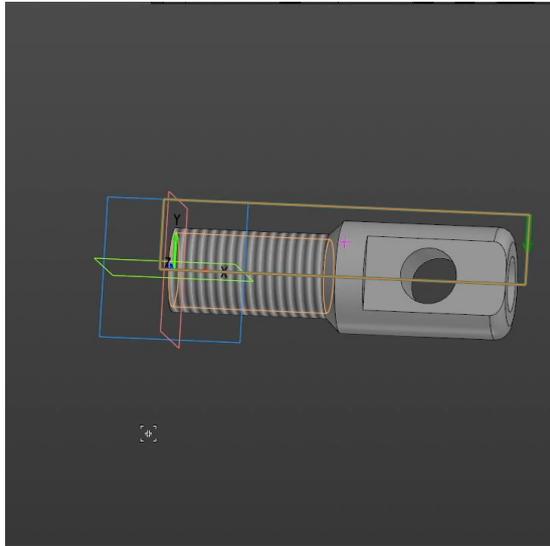


Рисунок 135 – эскиз заготовки на детали

Зададим начальную точку, по координате Y выставляем значение 40, а безопасная позиция по координате Y – 30, рисунок Следующим шагом нажимаем на «плоскость XX », ставим галочку на «вкл./выкл.» – таким образом включаем эту настройку и выставляем значение «параллельно плоскости XZ » и ждем ОК, рисунок 136.

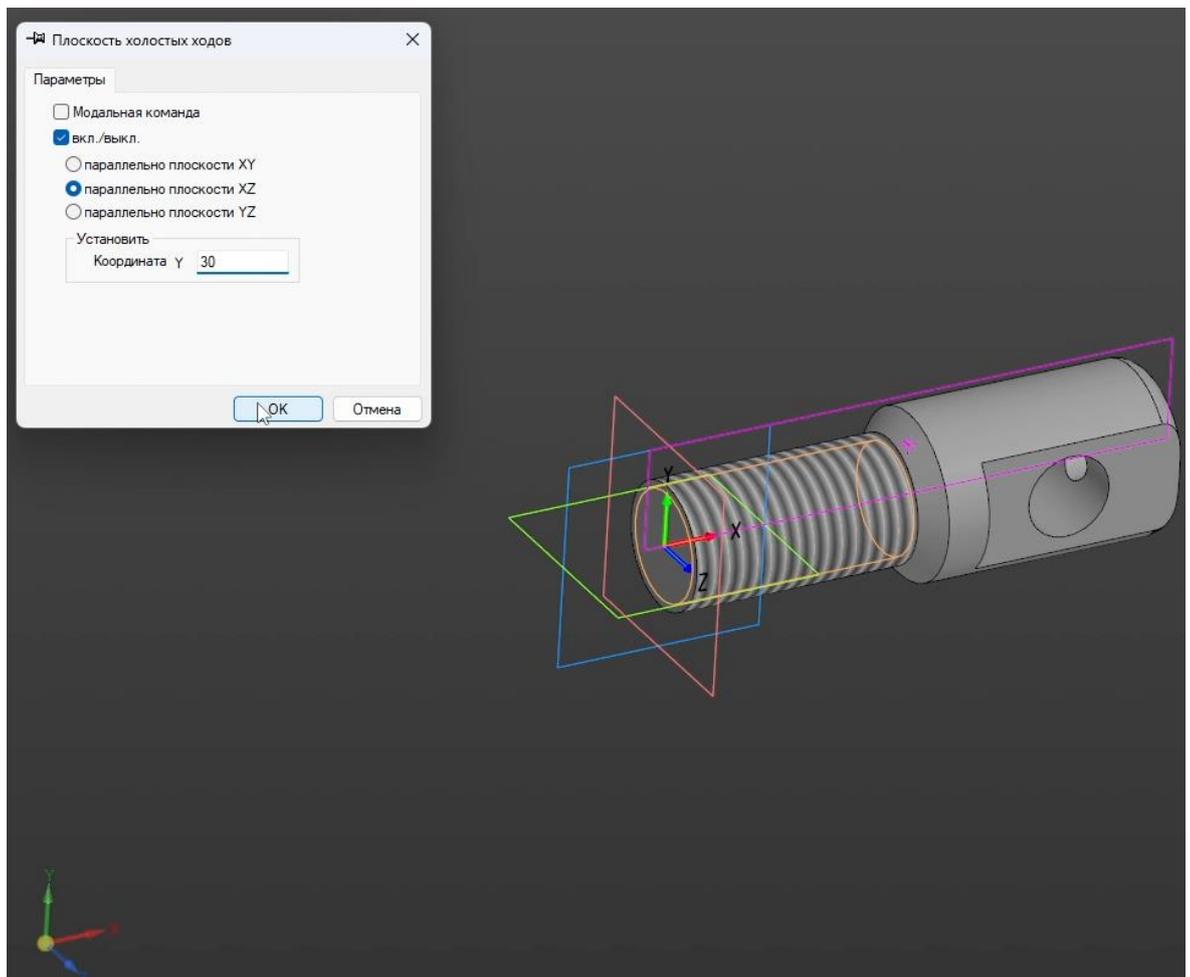


Рисунок 136 – выбор плоскости холостых ходов

Т.к. контур является эскизом то всегда можно изменить размер заготовки с перерасчётом всех последующих маршрутов.

4.2 Выбор параметров точения торца

Первым делом снимем 5 мм заготовки с торца детали (выделена зеленым цветом), рисунок 137. Для этого сточим торец.

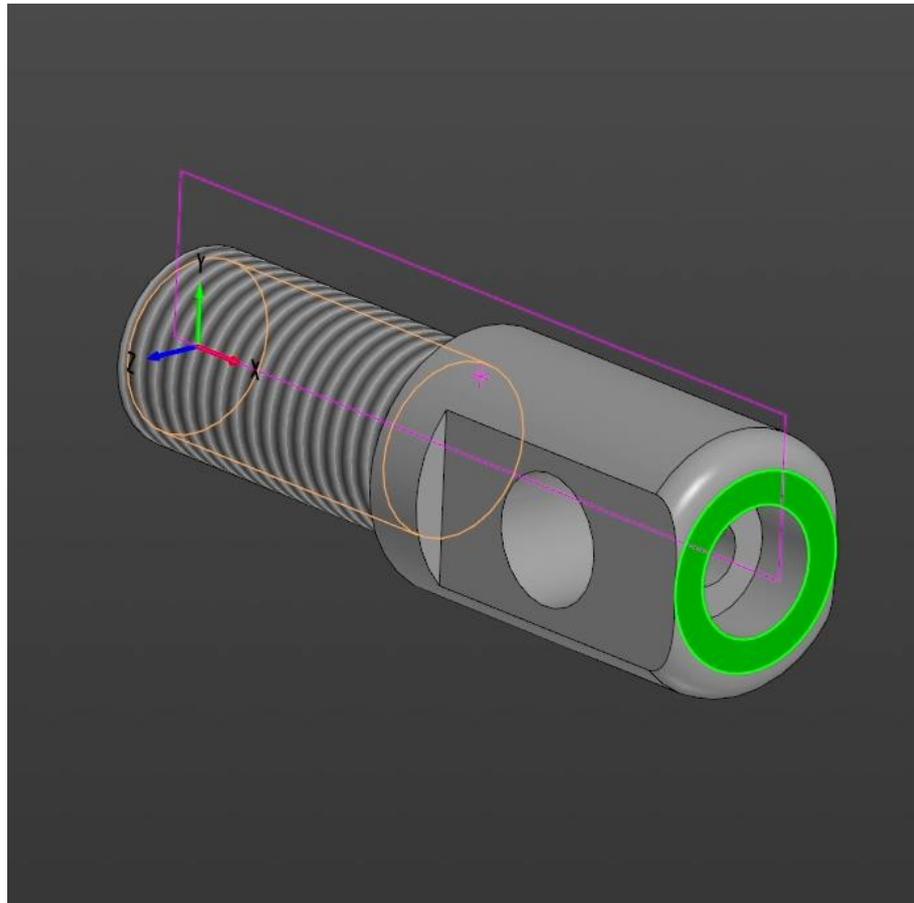


Рисунок 137 – зона обработки торца

Нажимаем на кнопку «точить», в открывшемся списке выбираем пункт «подрезать», рисунок 138.

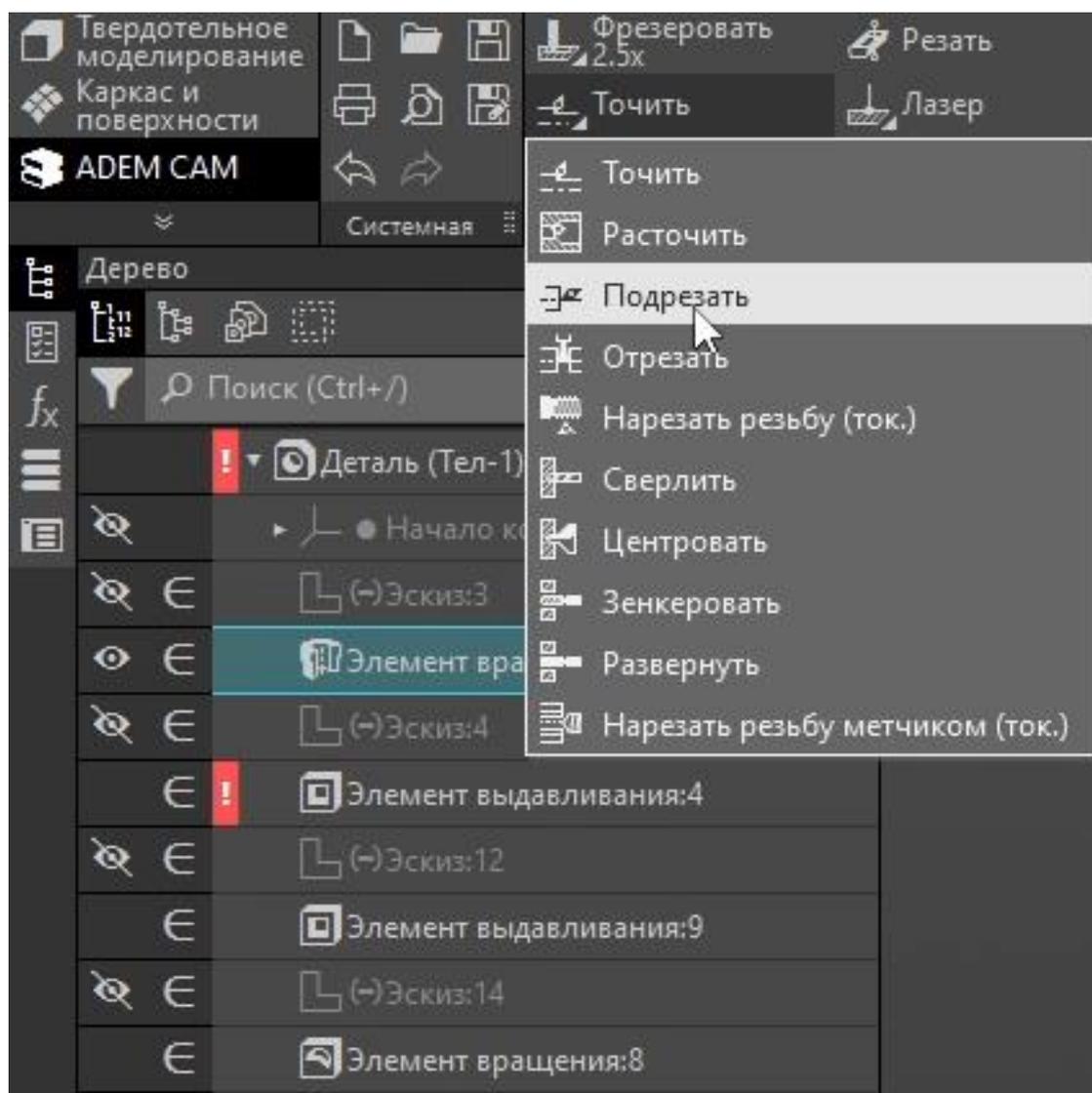


Рисунок 138 – выбор функции подрезать

Выставляем необходимые настройки: ставим галочку на пункте «многопроходная обработка» – «глубина» – 1, «проходов» – 5. После чего ждем далее, рисунок 139.

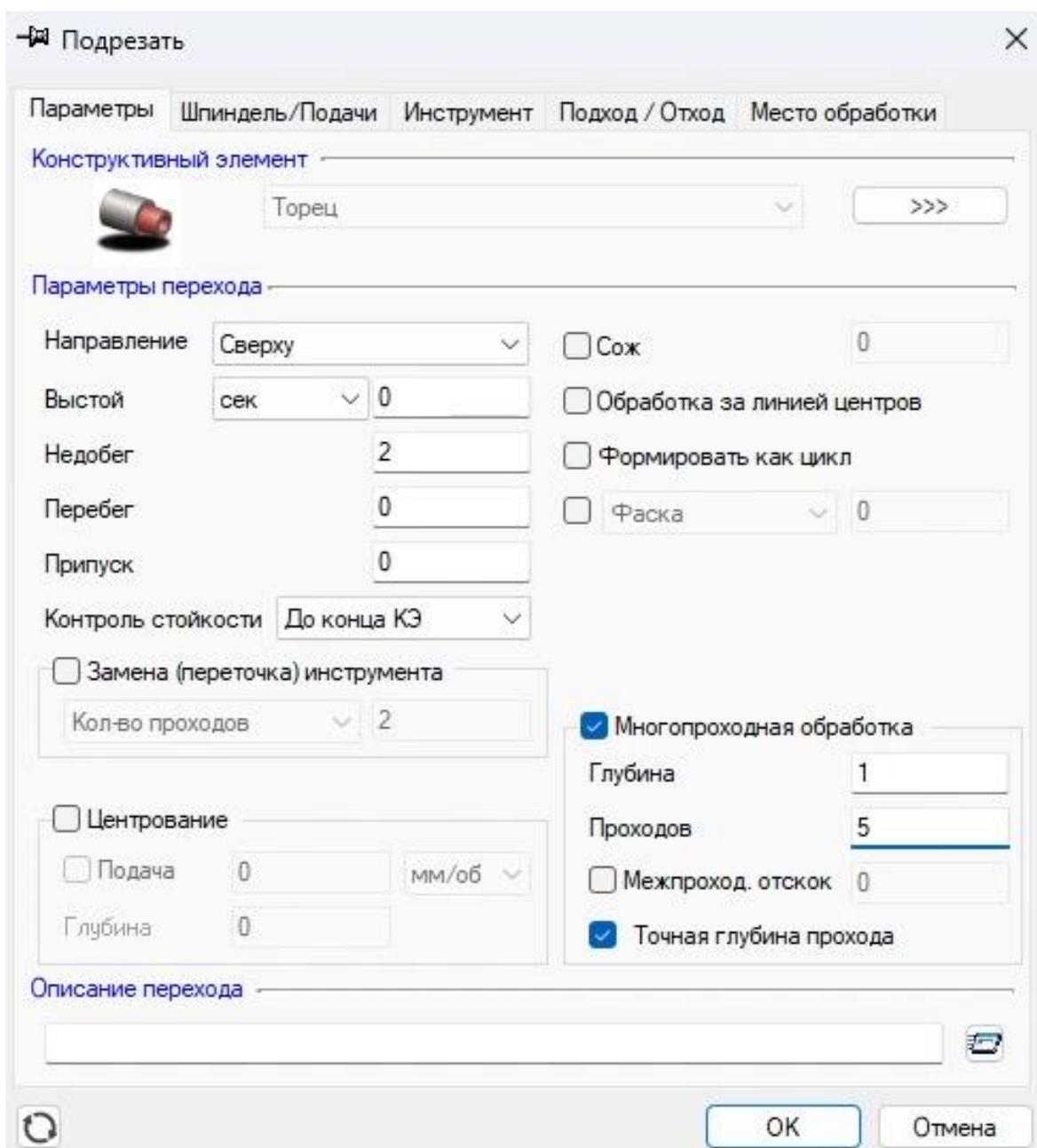


Рисунок 139 – настройки для торцевания

В следующем окне нажимаем «добавить» и в открывшемся списке выбираем «Х торца», рисунок 140.

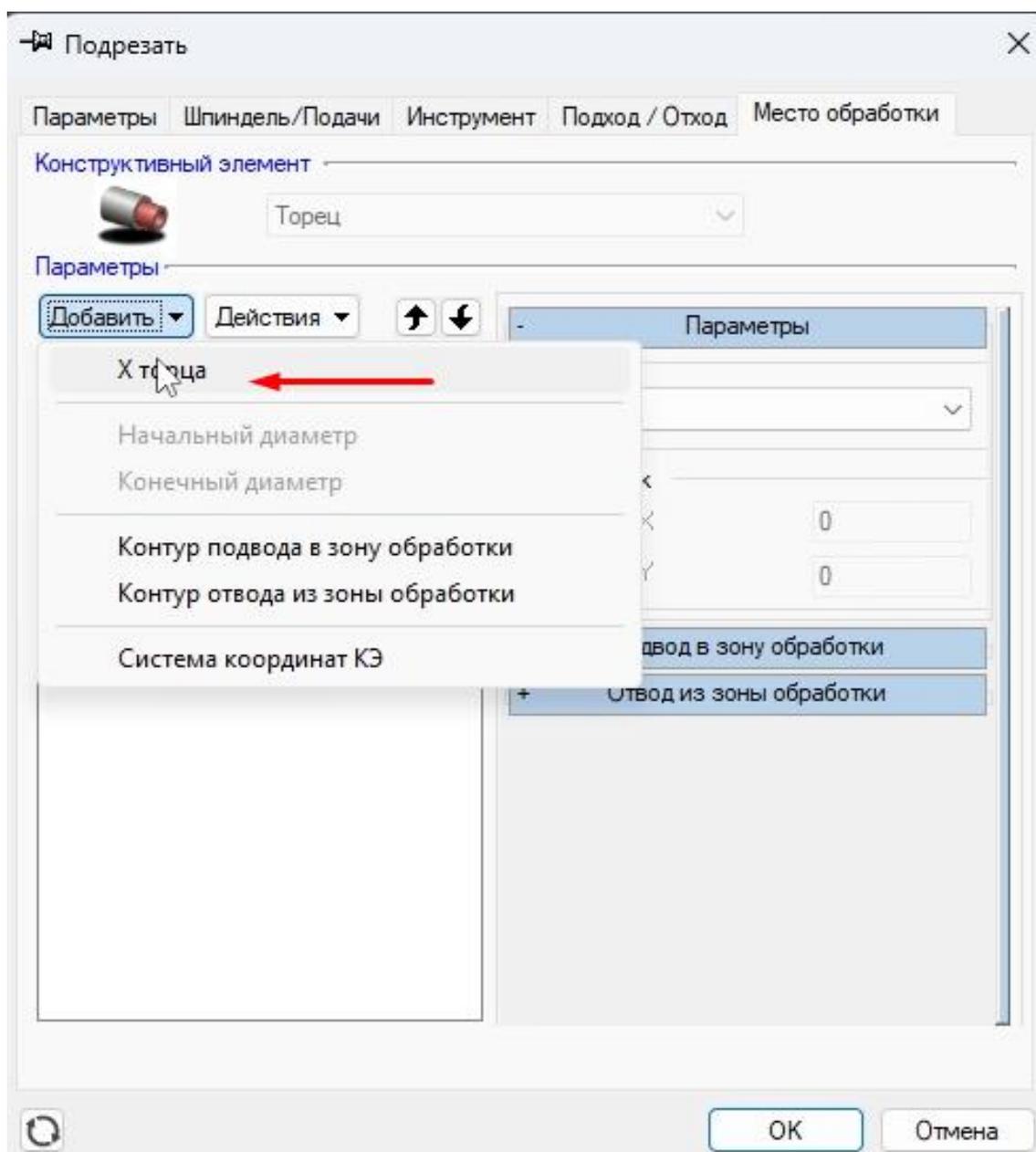


Рисунок 140 – выбор зоны торцевания

Отмечаем наш «Х торца» – стрелками указаны окружности, которые необходимо выделить (подсвечены голубым цветом после нажатия на них), рисунок 141.

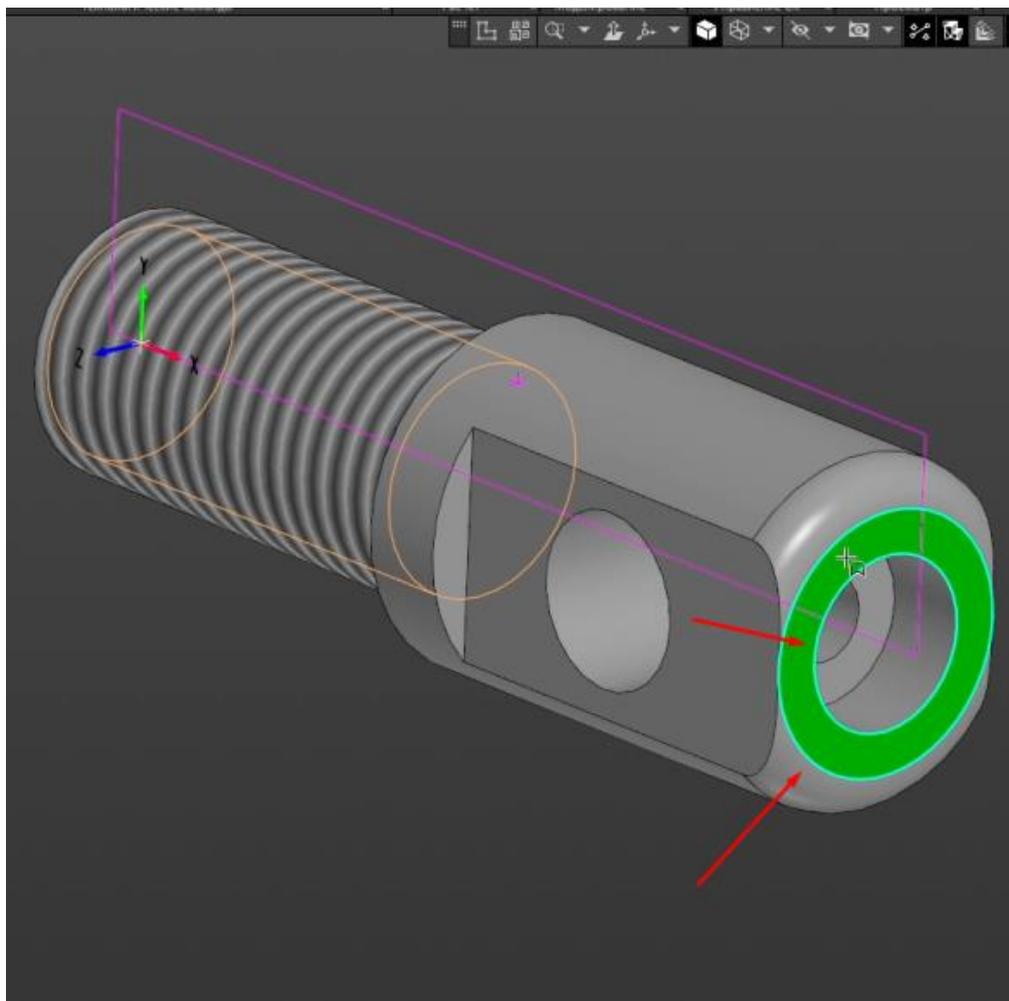


Рисунок 141 – выбор зоны обработки

Создадим режущий инструмент. Все настройки оставляем стандартными, кроме угла ориентации. В меню «параметры» меняем значение поля «Ориентация» на 45 градусов, чтобы резец повернулся. Нажимаем «Ок», рисунок 142.

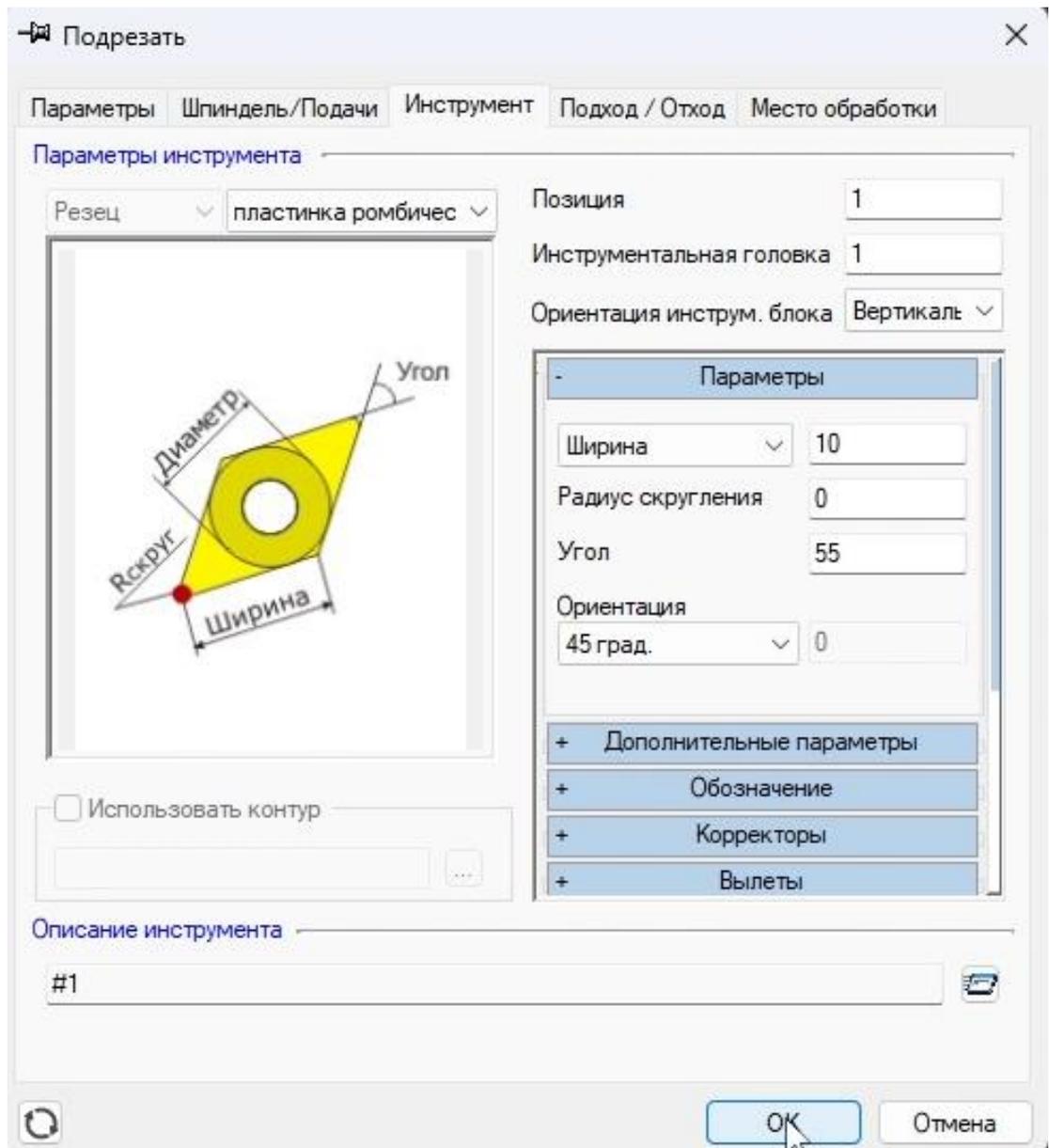


Рисунок 142 – создание режущего инструмента

Сформировав все необходимые элементы приступим к расчёту траектории. Траектория движения инструмента представлена на рисунке 145.

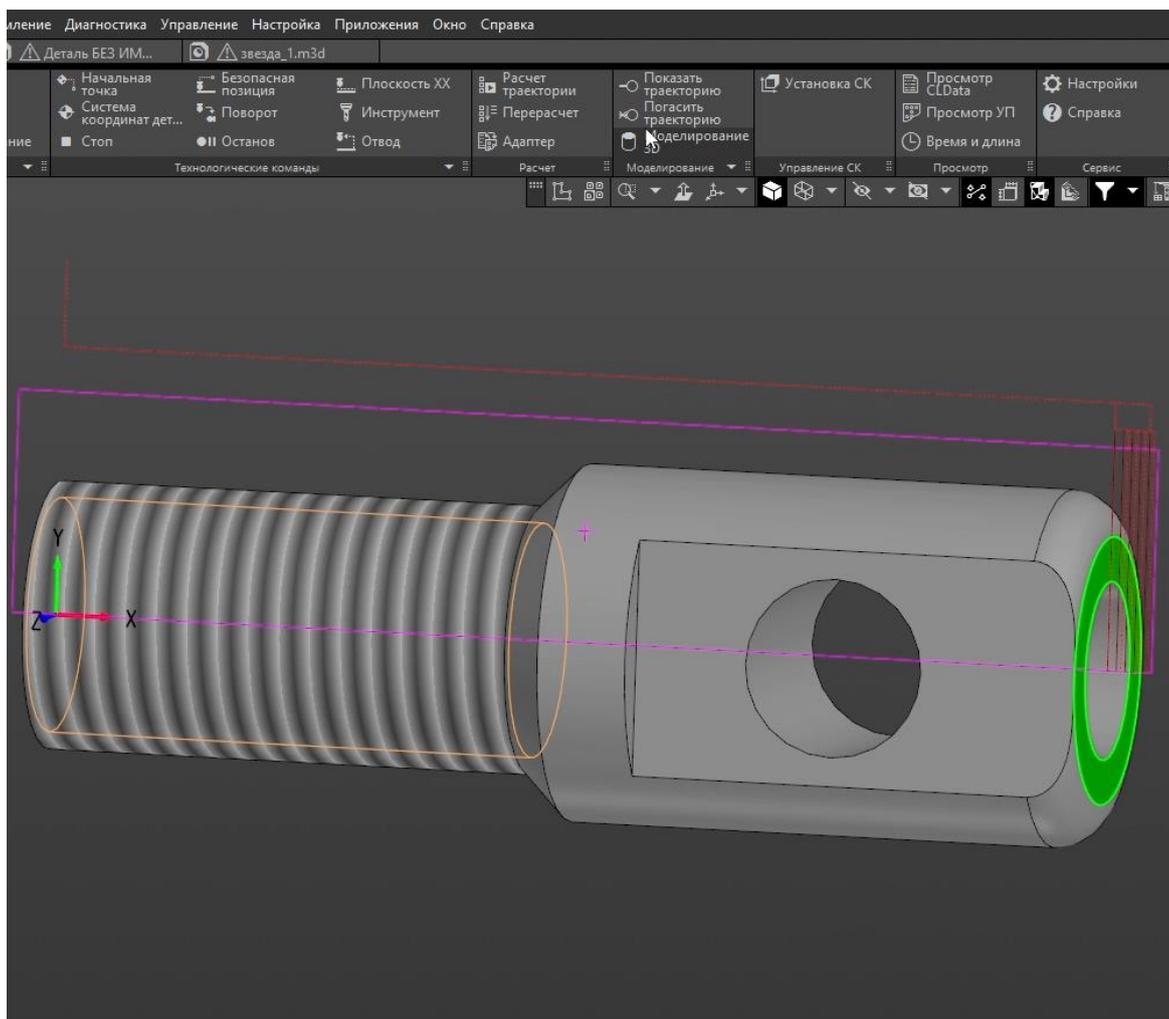


Рисунок 145 – траектория торцевания

С помощью эскиза можно нарисовать траекторию подхода к сложным элементом детали. Это параметр задаётся в меню место обработки и функции добавить.

4.3 Выбор параметров точения контура детали

Следующая операция, которую необходимо выполнить это сточить контур заготовки чтобы она соответствовала размеру детали. Для этого в верхнем меню нажимаем «точить» и общем списке так же выбираем «точить», рисунок 146.

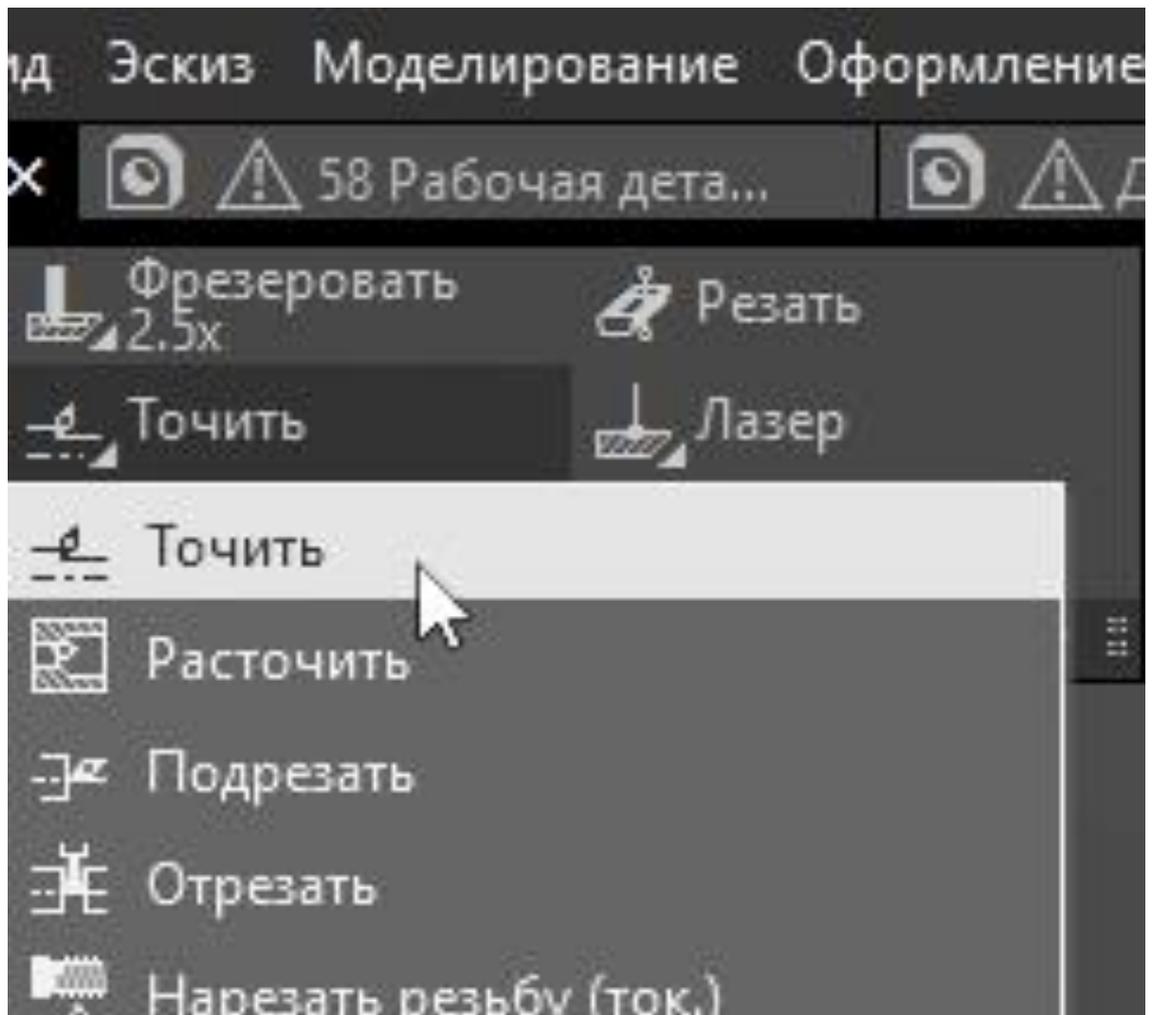


Рисунок 146 – раздел точить

Переходим в раздел место обработки и добавляем контур, рисунок 147. По аналогии с фрезерными операциями по контуру выполняется обработка, только для токарной обработки контур является проекцией детали вдоль которой происходит обработка.

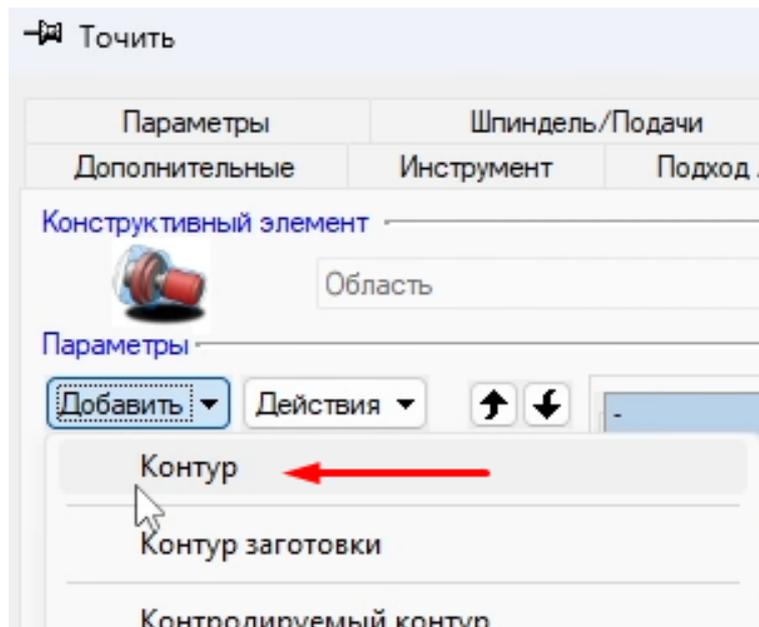


Рисунок 147 – определение контура

Сформируем контур по граням, для это в открывшемся слева меню раскрываем список параметров в разделе «Задание рёбрами» и убираем галочки с пунктов «Рёбра эскиза» и «Касательные рёбра эскиза», рисунок 148.

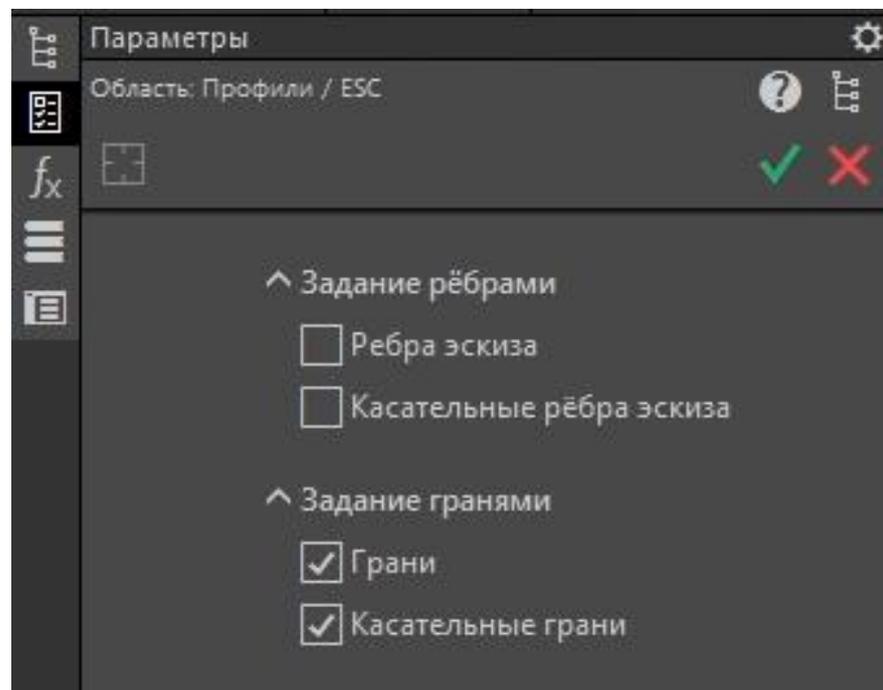


Рисунок 148 – формирование контура

Далее выбираем грань, которую нам нужно выточить. Они выбираются автоматически, рисунок 149.

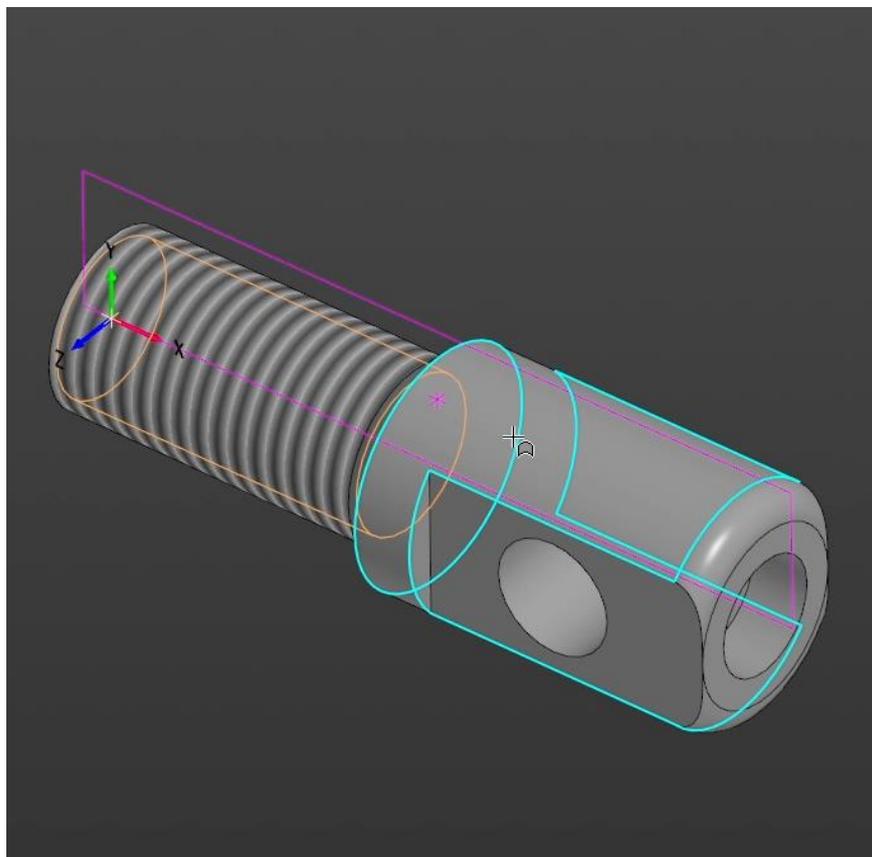


Рисунок 149 – выбор граней

После этого у нас сразу откроется меню «Точить», здесь нам необходимо продлить контур обработки до конца детали. Для этого в разделе «продление» мы ставим галочку в пункте «конечная точка» и задаем значение конечной точки – 60, рисунок 150.

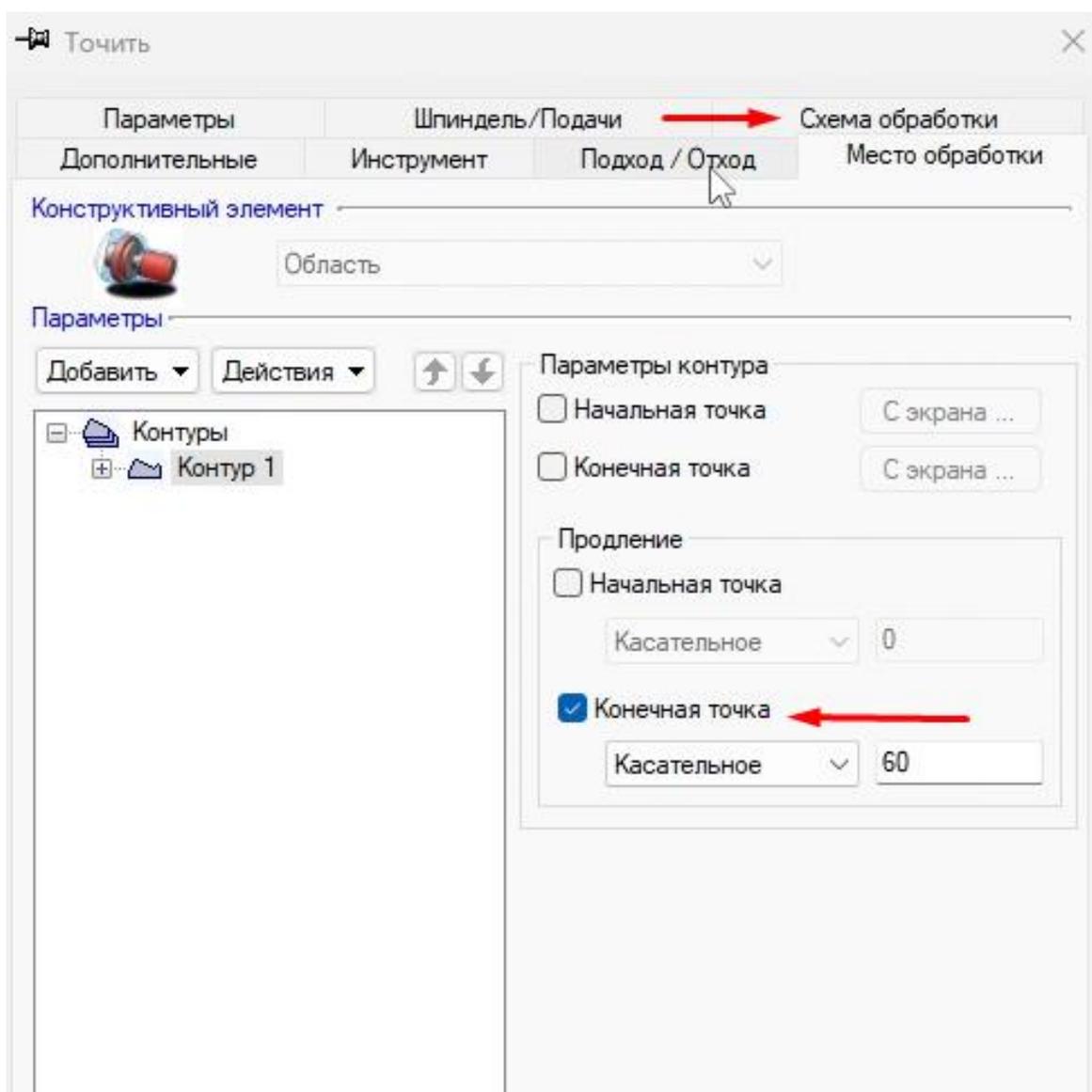


Рисунок 150 – продление контура

Переходим в «Схему обработки». Здесь ставим галочку в пункте «Многопроходная обработка», выбираем ниже настройку «Глубина прохода» и выставляем значение 1. После этого зададим инструмент, перейдя на вкладку «Инструмент», рисунок 151.

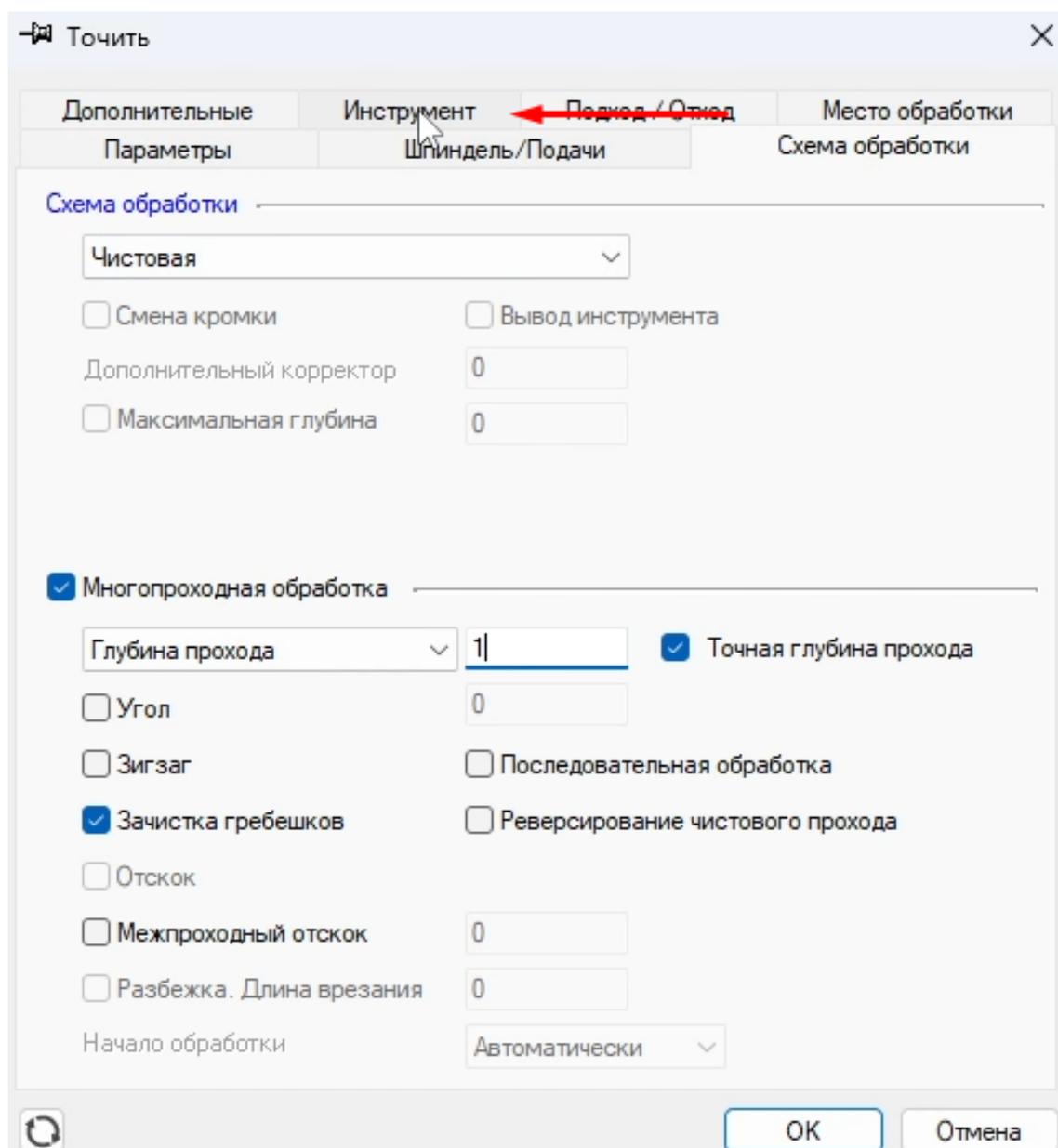


Рисунок 151 – параметры схемы обработки

Во вкладке «Инструмент» выставляем следующие настройки: «Ширина» – 12, «Радиус скругления» – 0.4, Угол – 80, Ориентация – 45 градусов и нажимаем «ОК», рисунок 152.

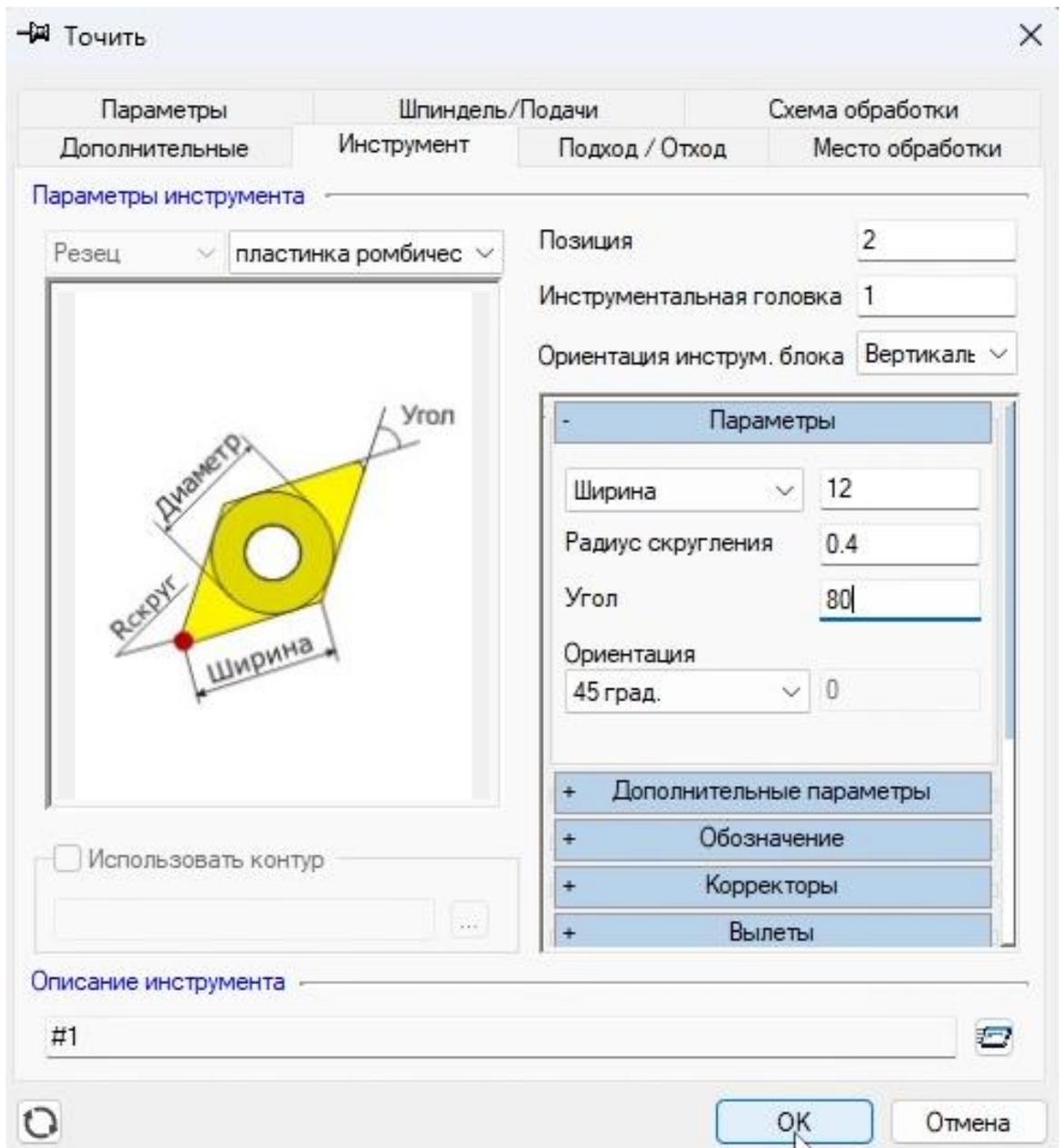


Рисунок 152 - формирование режущего инструмента

После выставления всех настроек рассчитываем траекторию уже знакомым нам методом и получаем следующую траекторию, указанную ниже. Данная траектория идет вдоль всего контура и снимает верхний слой с заготовки, рисунок 153.

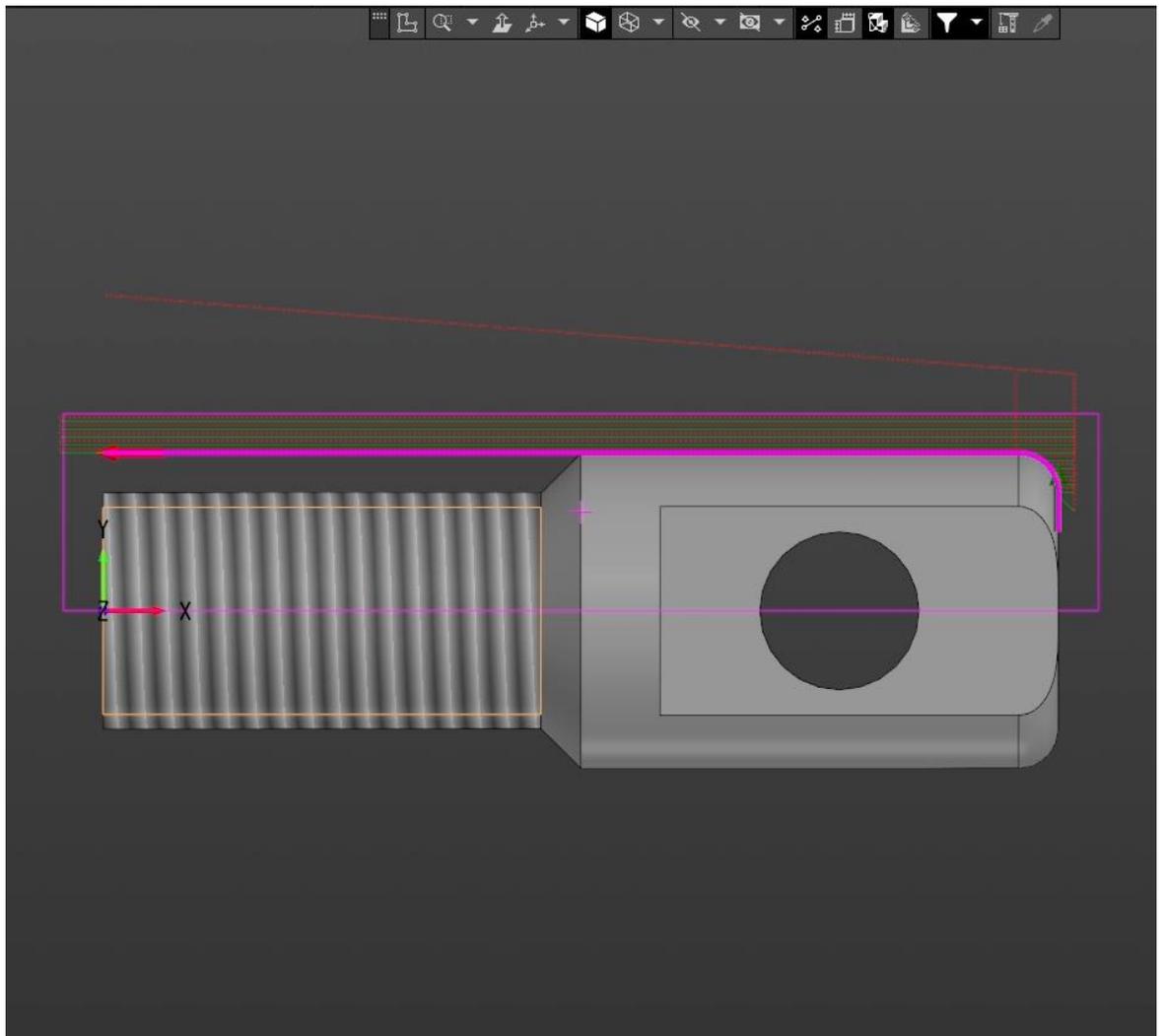


Рисунок 153 – траектория точения

Помимо увеличения конечно контура так же можно увеличить начальный, что иногда необходимо, когда фактическая заготовка имеет не ровную форму.

4.4 Выбор параметров фрезеровки лыски и фрезеровки отверстия

Следующая операция, которую нам требуется выполнить – обработка лысок. Лыски подразумевают задействование фрезерных операций, поэтому воспользуемся функциями фрезеровки. Лыска представлена на рисунке 154.

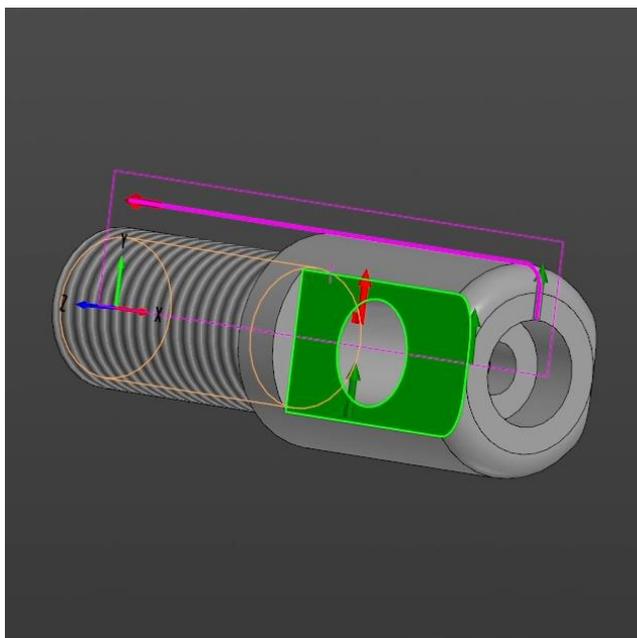


Рисунок 154 - лыска

Выбираем фрезеровать 2.5х. В разделе «Конструктивный элемент» выбираем «Стенка», количество проходов ставим – 10, и нажимаем далее, рисунок 155.

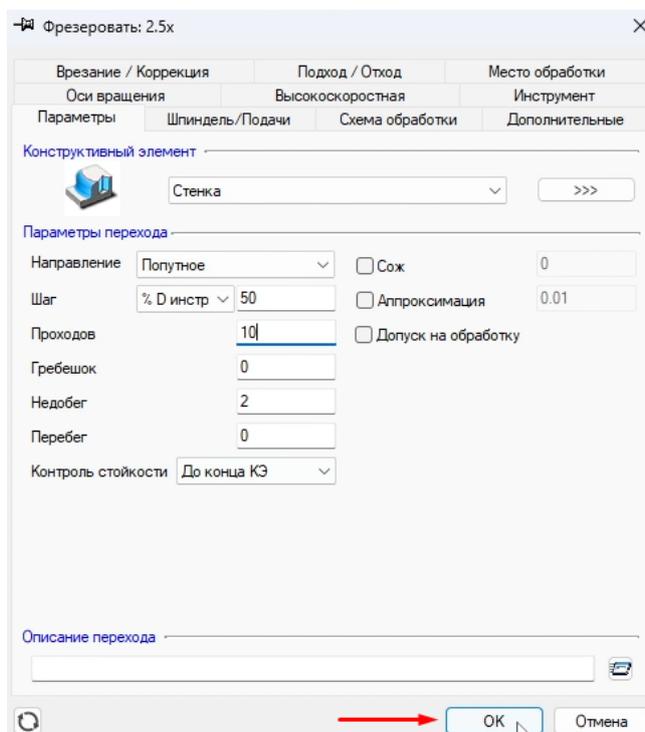


Рисунок 155 – операция стенка.

После чего в разделе «Параметры» нажимаем «добавить» и выбираем «Контур».

На детали выделяем нужную стенку мышью (подсвечена голубым цветом) и нажимаем на зеленую галочку, рисунок 156.

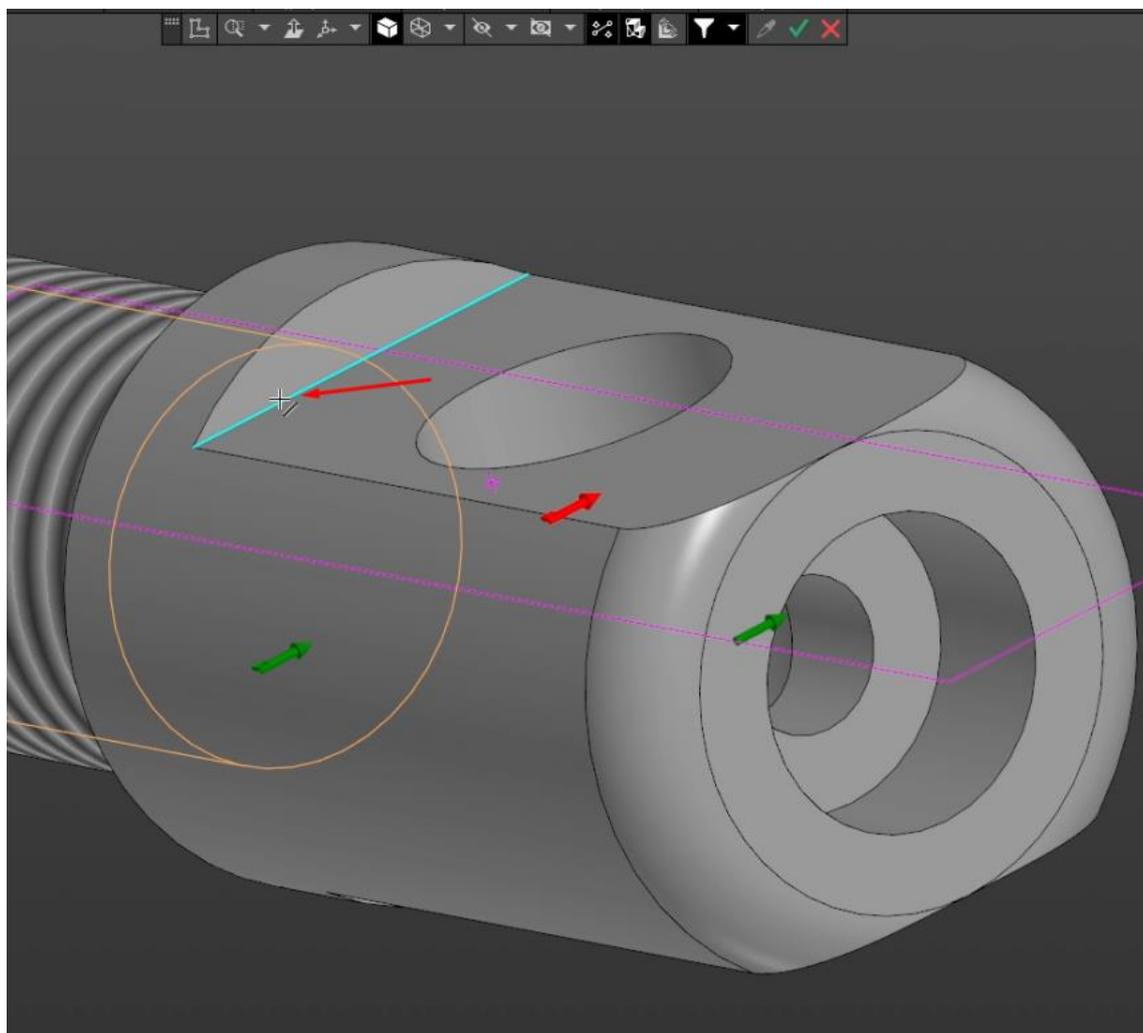


Рисунок 156 – определение контура стенки.

После чего нам формируем «Систему координат КЭ». В качестве точки возьмем сторону образующего контура как указано на рисунке 157.

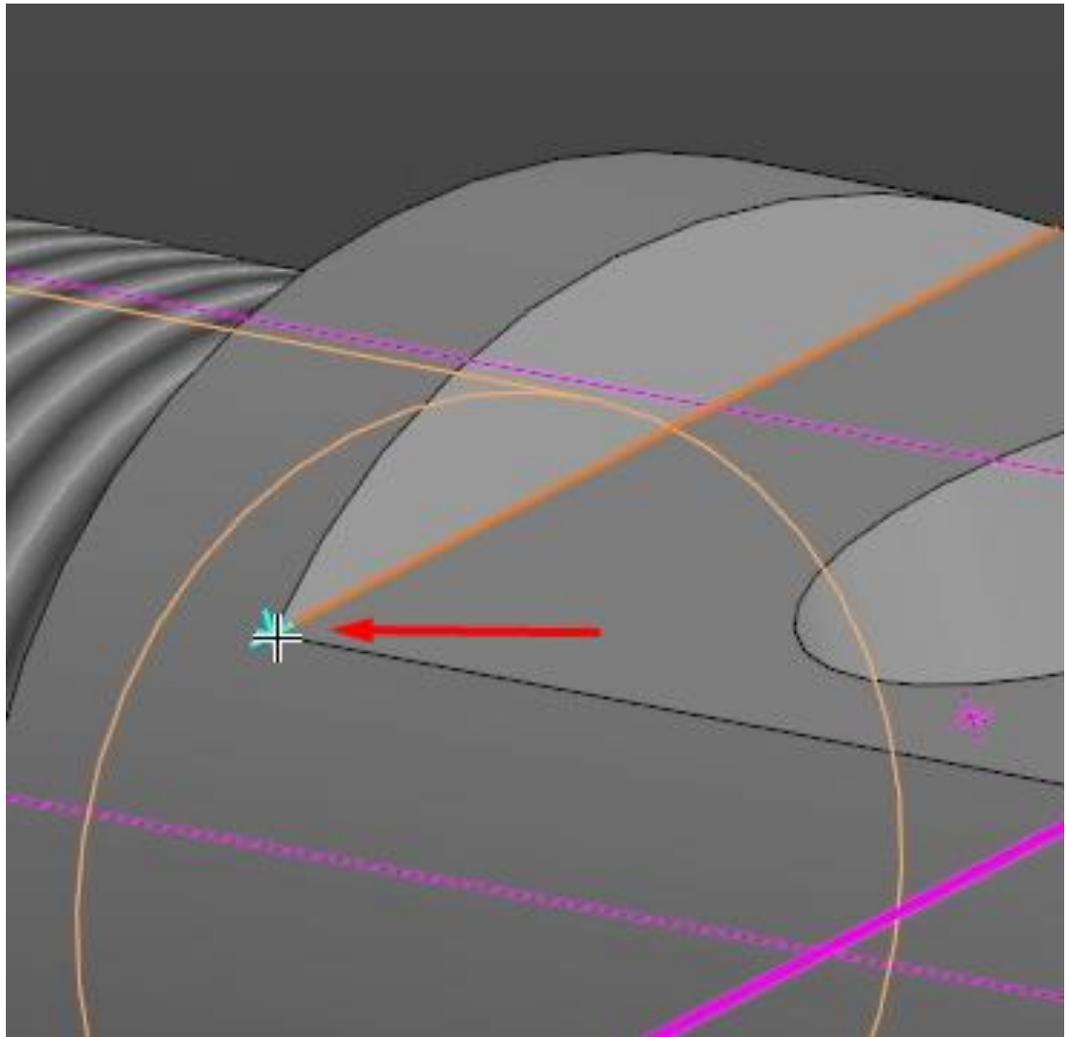


Рисунок 157 – задание системы координат КЭ

Зададим систему координат конструктивного элемента так, чтобы обрабатываемая нами лыска лежала в плоскости X и Y.

В разделе «Глубина» выставим параметр «Глубина» – 5, а ниже выберем «от плоскости дна КЭ» и выставим значение – 0. После чего перейдем в раздел «Подход/Отход».

И «подход», и «отход» выставляем «линейный», а размер длины выставляем 12.

Получаем траекторию многопроходной обработки по лыске, рисунок 158.

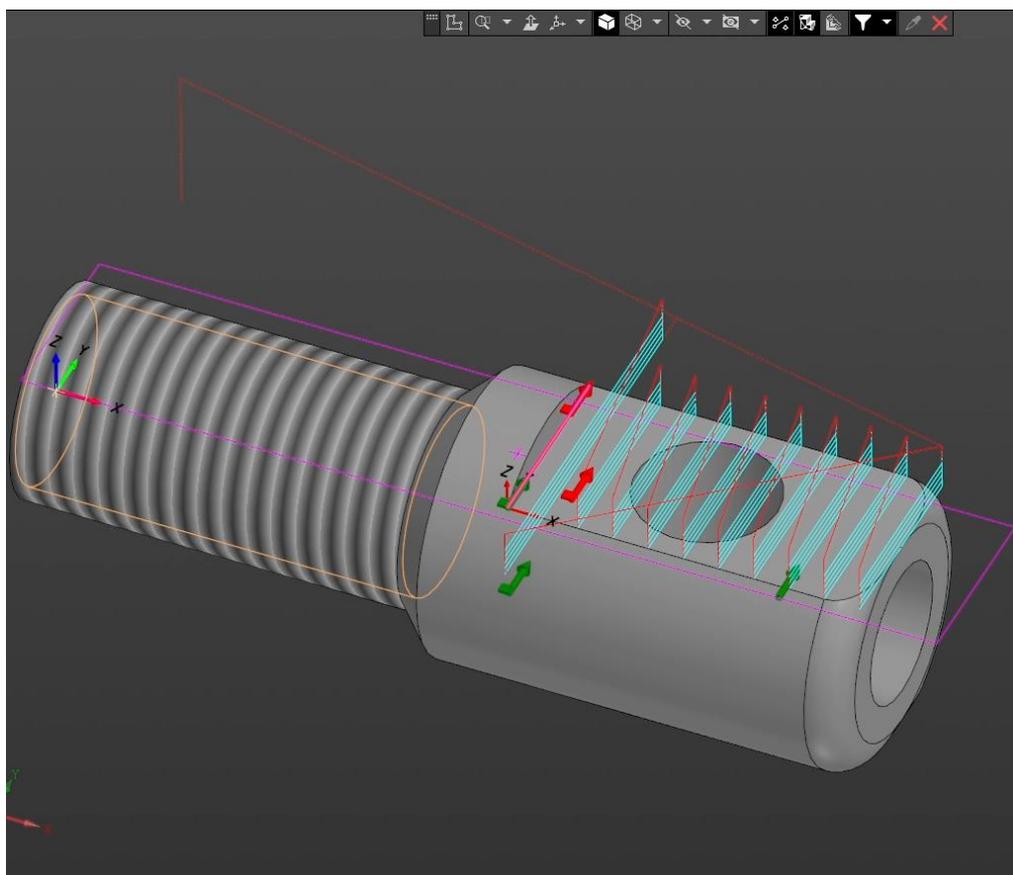


Рисунок 158 – траектория стенки

Помимо работы концевой часть фрезы, так вариант можно настроить работу торцом фрезы. Это с одной стороны позволит увеличить скорость обработки за счёт увеличения позади соприкосновения, но с другой даст радиусы на концах обрабатываемой детали.

4.5 Обработка отверстия с помощью операции колодец

Рассмотрим фрезеровку отверстия. Для нее мы заходим в «ADEM CAM», выбираем «Фрезеровать 2.5х», в общем списке выбираем снова фрезеровать 2.5х». У нас откроется уже знакомое нам меню настройки. Тут в «Конструктивном элементе» выбираем «колодец» и жмем «Далее».

Выбираем обрабатываем контур и задаём систему координат КЭ, как и в прошлом разделе, рисунок 159.

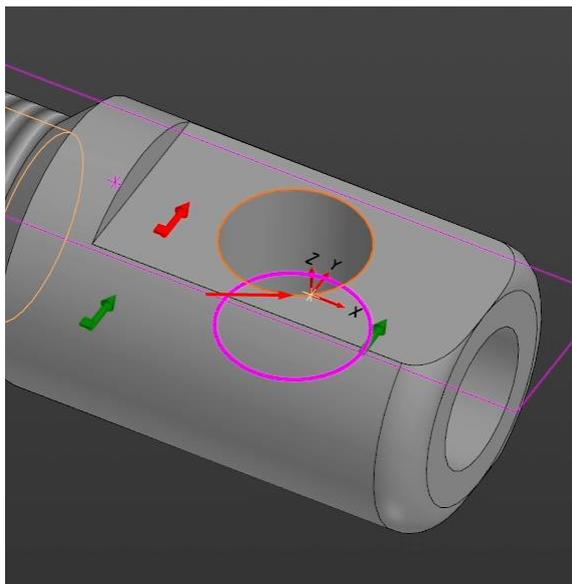


Рисунок 159 – определение координат КЭ

Выставим нужные параметры. «Глубина» – 30, «от плоскости КЭ» – 0, рисунок 160.

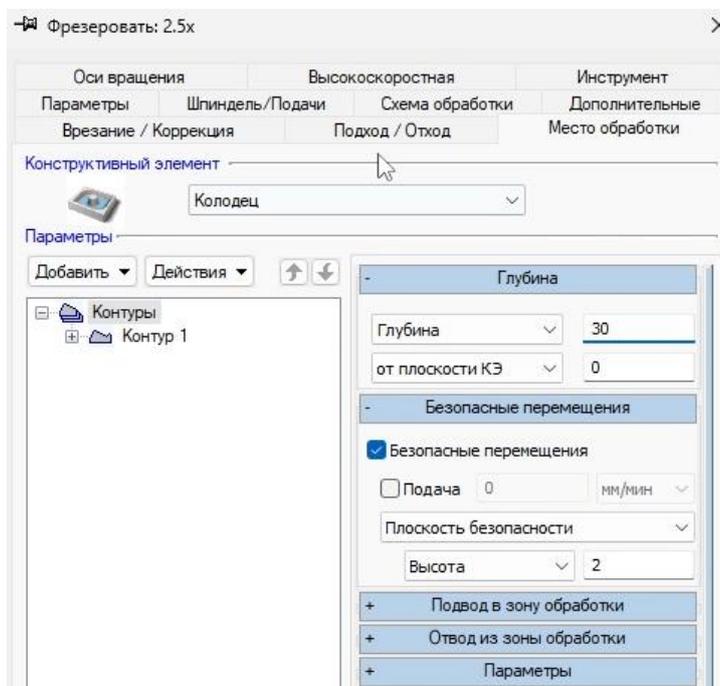


Рисунок 160 – параметры обработки.

Перейдем на вкладку «Врезание/Коррекция», поставим галочку внизу на операции «Врезание», выберем «Спиральное по контуру». Шаг выставляем – 1, длина – 0, Угол 10 градусов, рисунок 161.

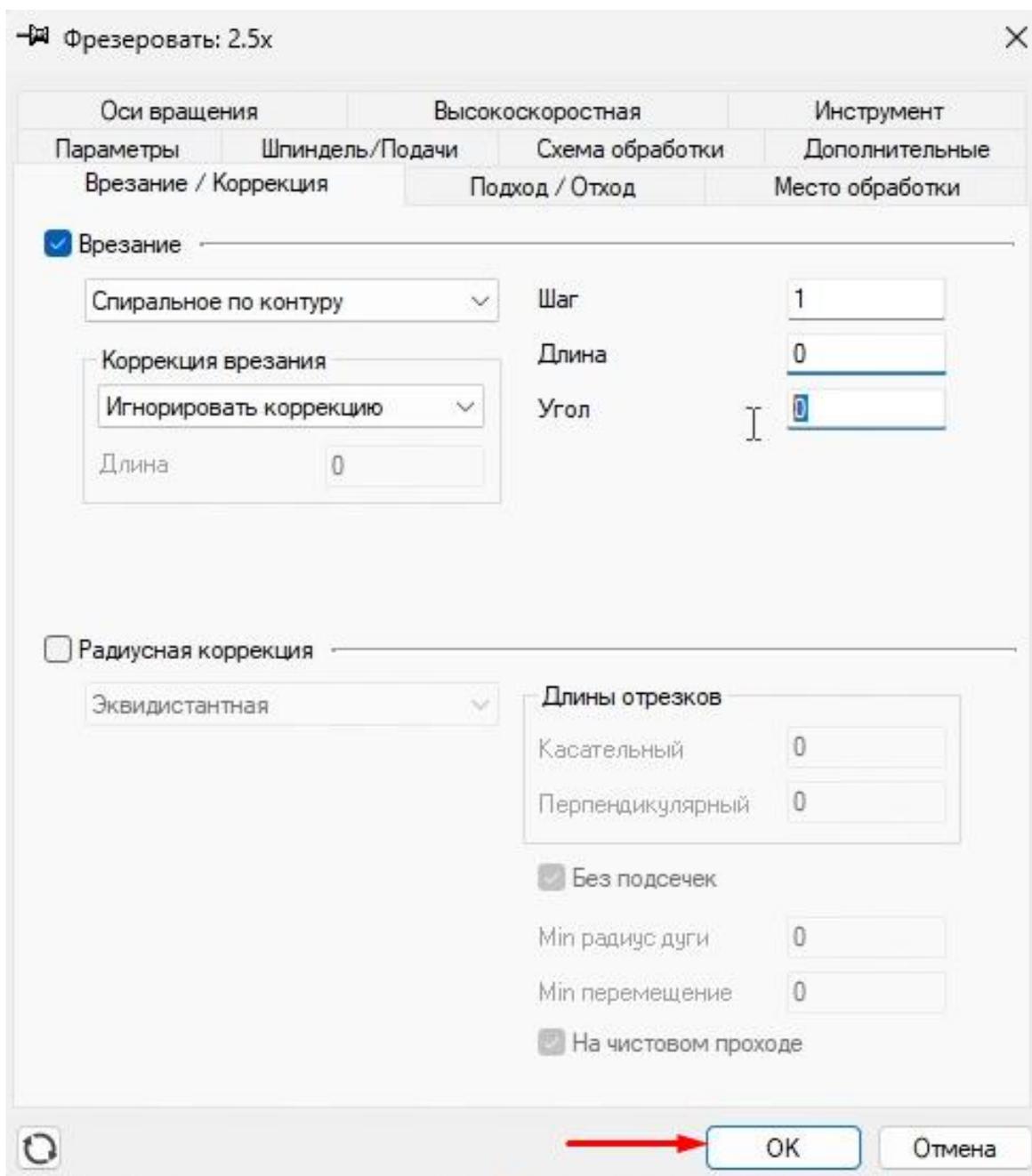


Рисунок 161 – параметры врезания/коррекции

Рассчитаем траекторию. На рисунке 162 показана готовая траектория.

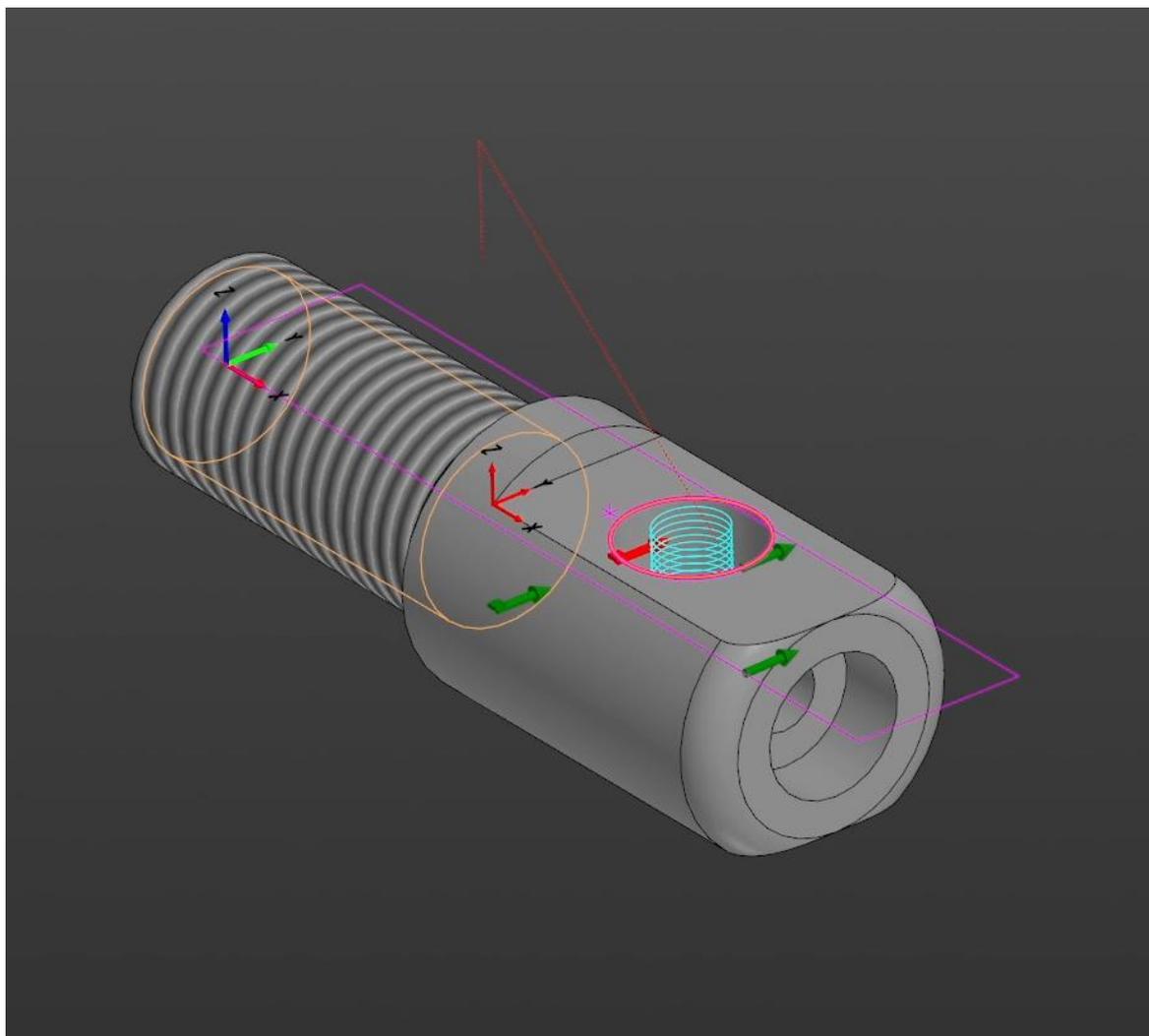


Рисунок 162 – сформированная траектория.

Помимо фрезеровки отверстий так же можно воспользоваться обычной функцией сверления. Фрезеровка же зачастую может пригодиться при отсутствии на детали лысок, что затрудняет сверление.

4.6 Выбор параметров проточки уступа с помощью операции расточить

Сформируем новую программу. Для этого нажимаем на «технологический процесс механической обработки ЧПУ», рисунок 163.

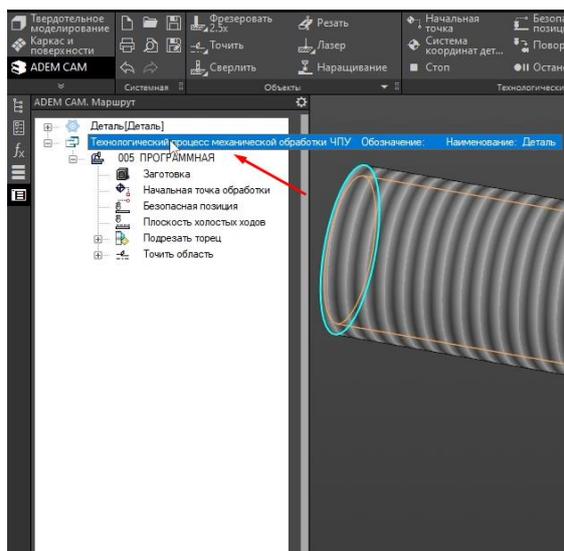


Рисунок 163 – формирование новой программы

Установим новую начальную точку задав координаты по X равные 130 мм. После чего в левом меню сформируется новая программа, рисунок 164.

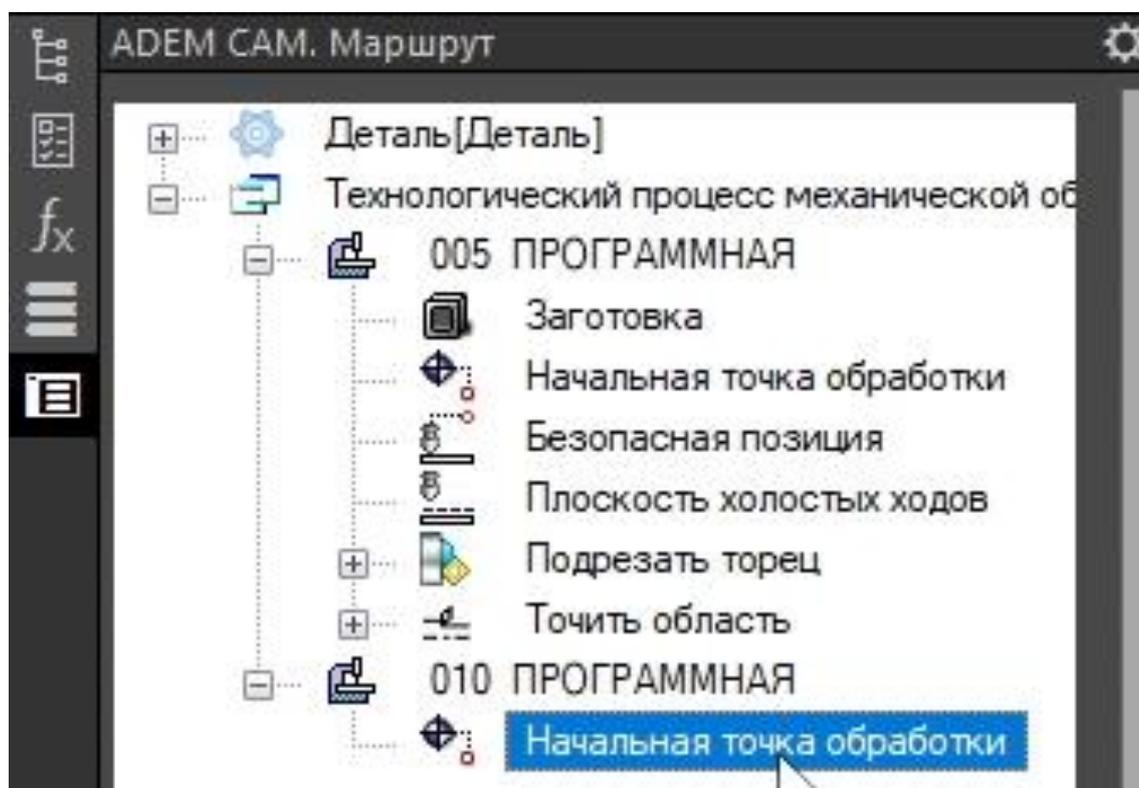


Рисунок 164 – новая программа

Для начала рассмотрим сверление отверстия, представленного на рисунке 165.

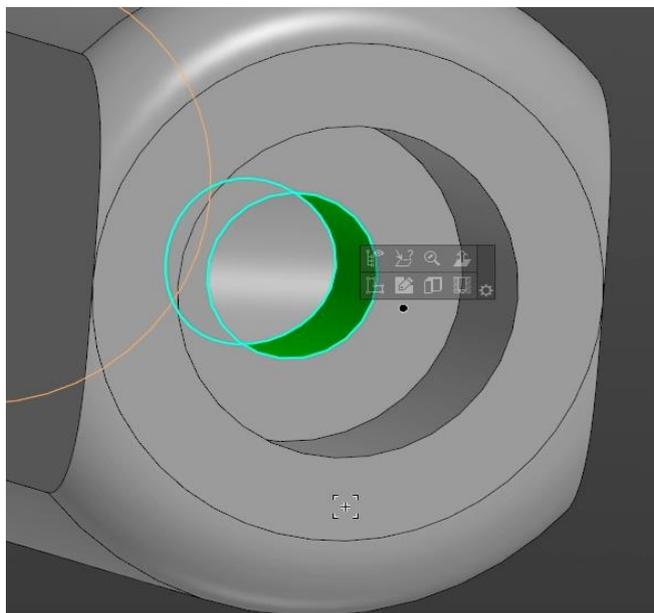


Рисунок 165 - отверстие

Для этого заходим в ADEM CAM, выбираем в верхнем меню кнопку «Сверлить» и в списке операций выбираем тоже «Сверлить», рисунок 166.

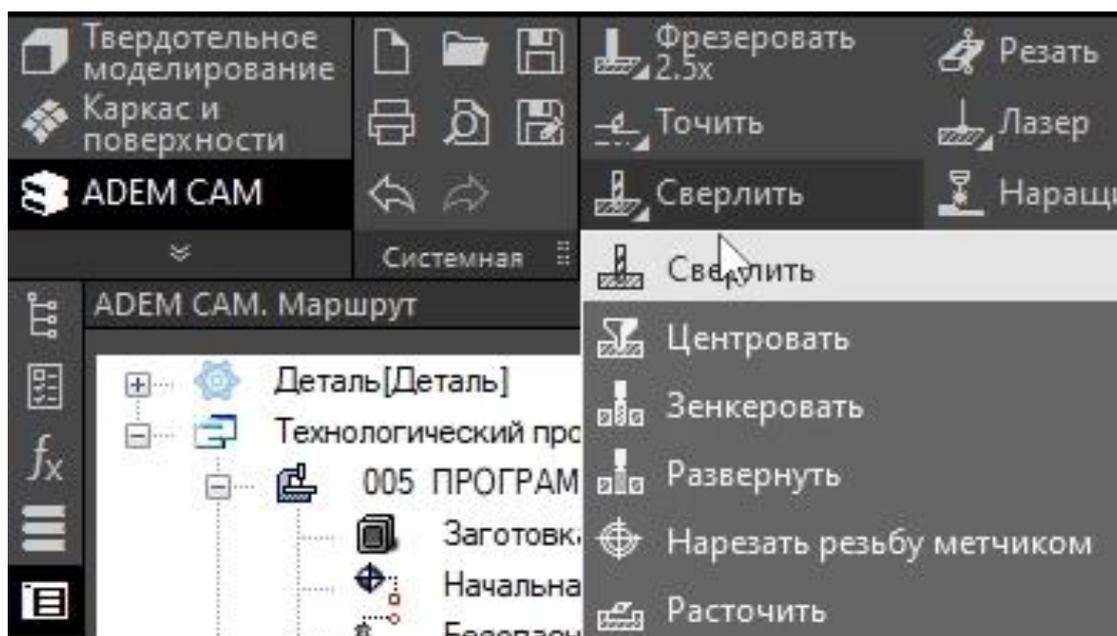


Рисунок 166 – сверлить.

В открывшемся меню в разделе «параметры» выбираем «Добавить» и нажимаем на «Отверстие» в появившемся списке. Добавив отверстие переходим к формированию системы координат КЭ.

В окне по объекту выбираем пункт создание СК на оси поверхности вращения, рисунок 167.

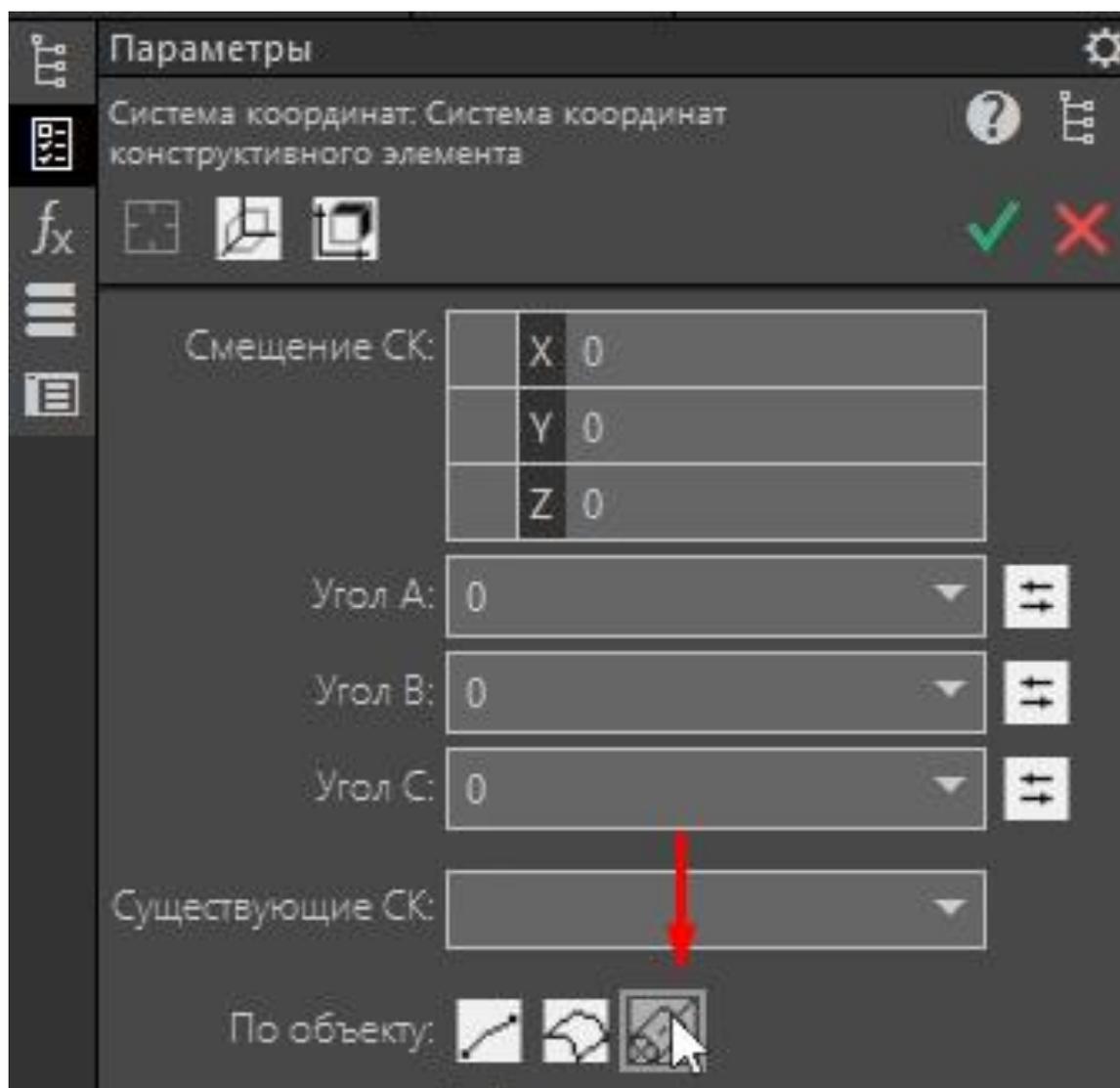


Рисунок 167 – ось поверхности вращения.

Выставляем «систему координат КЭ», в левом меню выставляем в параметрах «Угол А» – 0, «Угол В» – 90 градусов и сохраняем.

Следующее, что мы делаем – переходим в раздел «место обработки»

выставим значение «Глубина» – 20, «От плоскости дна КЭ» – 0 и нажимаем ОК, рисунок 168.

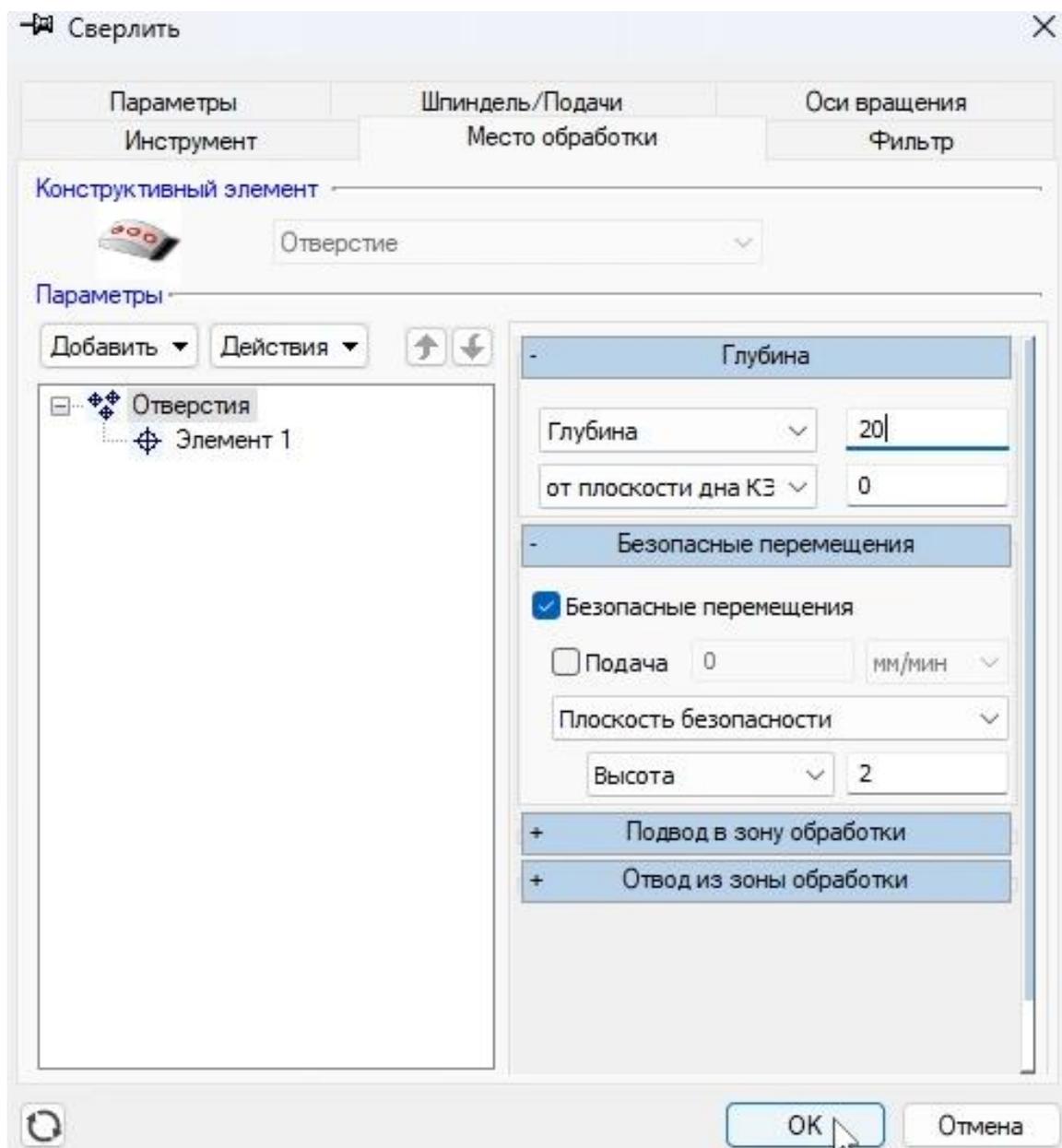


Рисунок 168 – параметры место обработки.

Рассчитываем траектории, как делали это ранее, рисунок 169.

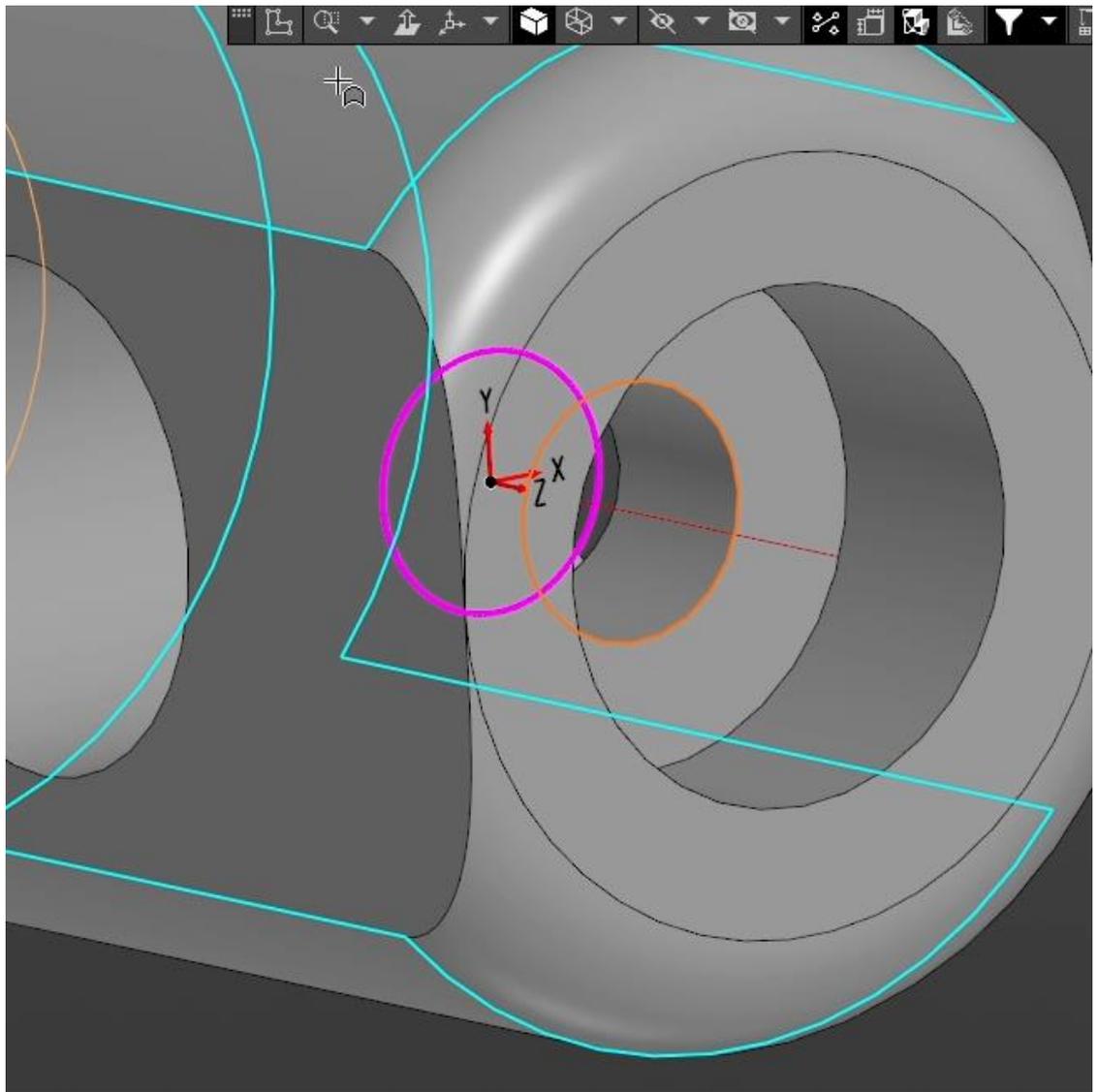


Рисунок 169 – сформированная траектория сверления.

Что касается параметров в разделе «параметры» и их настройки – они были рассмотрены в предыдущих разделах, операции по типу центровки выполняются аналогичным образом.

4.7 Обработка уступа с помощью операции расточить

Теперь рассмотрим операцию расточки. Для того, чтобы нам сделать ее – первым делом переходим в раздел «Точить» и в списке выбираем пункт «Расточить», рисунок 170.

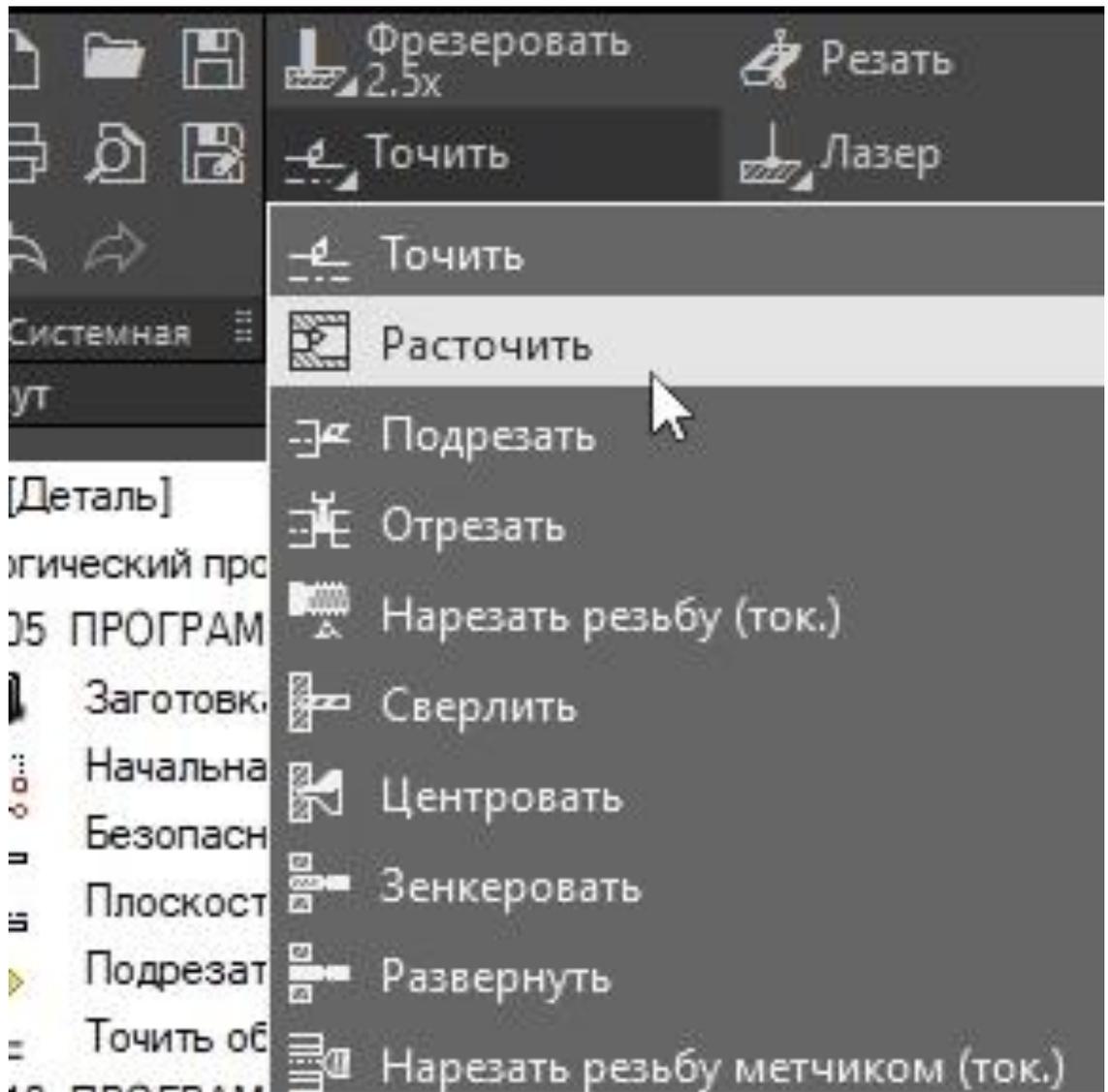


Рисунок 170 – вкладка расточить.

В вкладке «место обработки» нажимаем сформируем обрабатываемый контур. Для этого добавим две грани на детали указанных жёлтым цветом на рисунке 171. После чего сохранить произведенные настройки.

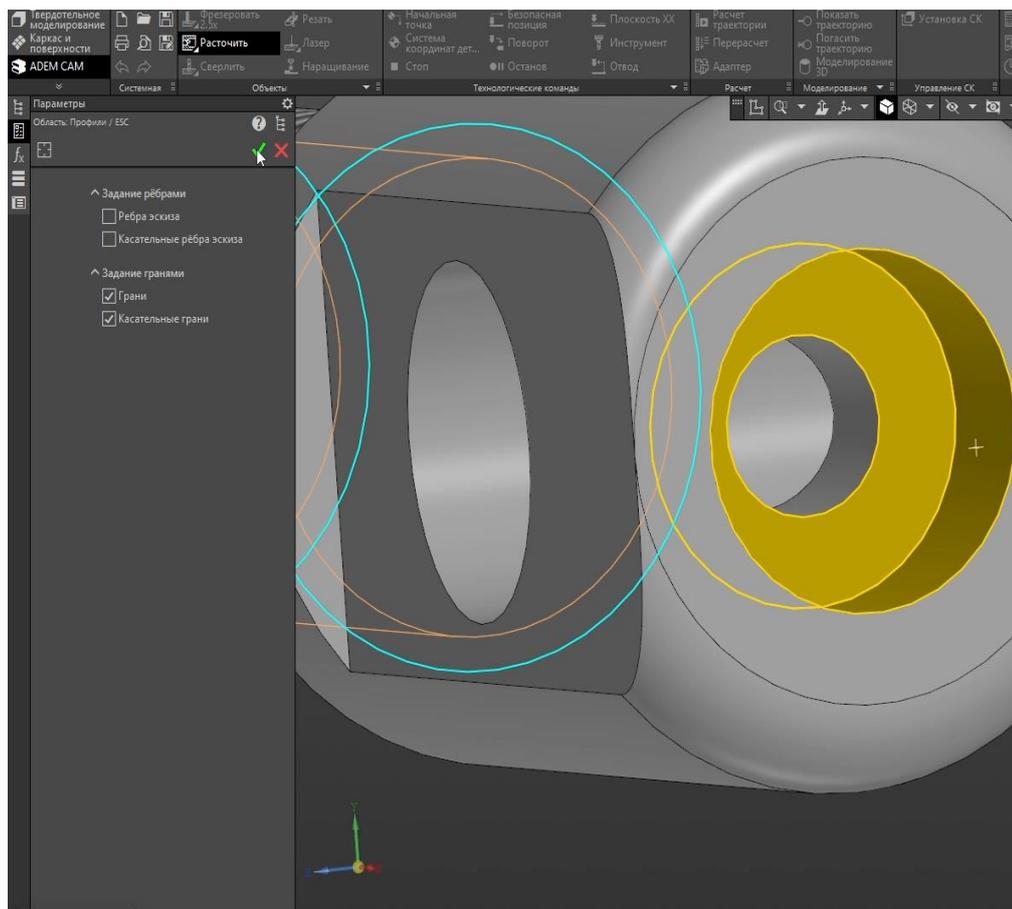


Рисунок 171 – выбор граней.

Сформируем систему координат КЭ так чтобы ось вращения детали была направлена вдоль оси Z, как указано на рисунке 172.

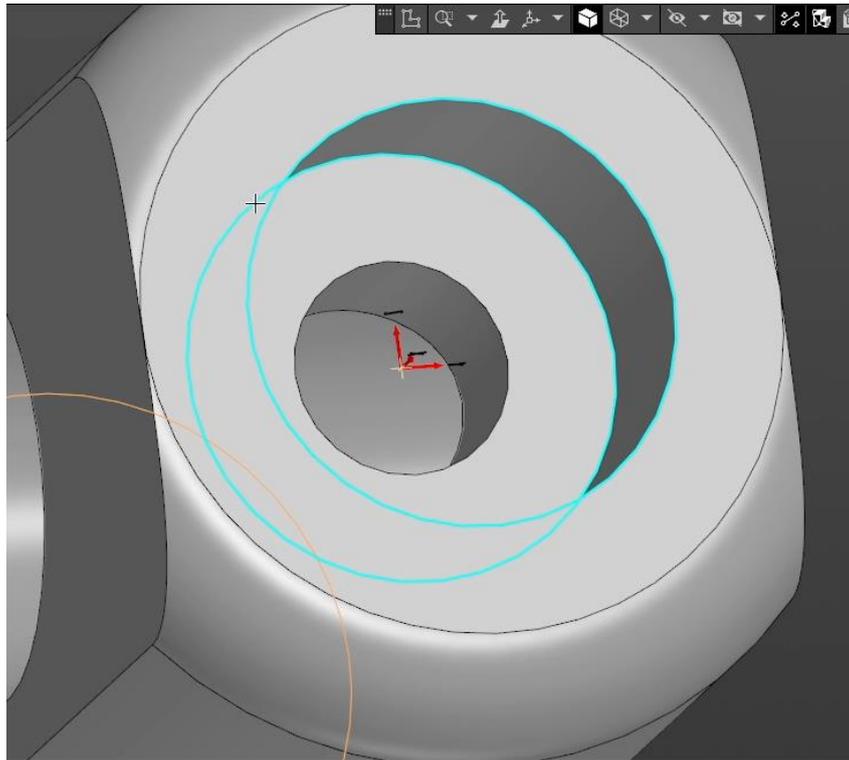


Рисунок 172 – выбор системы координат.

В меню параметров это выглядит следующим образом, рисунок 173.

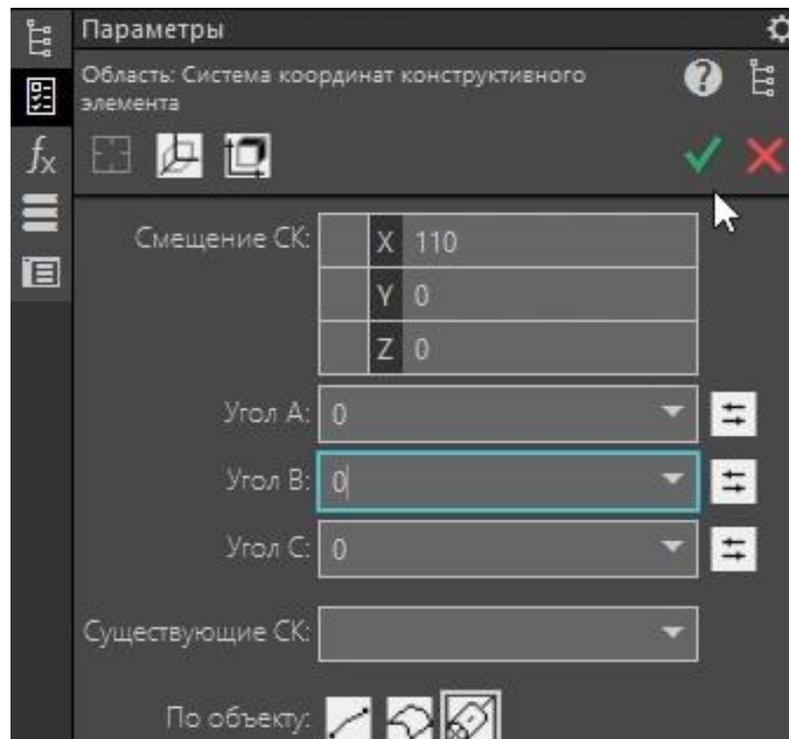


Рисунок 173 – параметры системы координат КЭ.

Переходим на вкладку «Схема обработки», ставим галочку на пункте «Многопроходная обработка», чуть ниже в списке многопроходной обработки выбираем «Глубина прохода» и выставляем ее значение – 1 и нажимаем «ОК», рисунок 174.

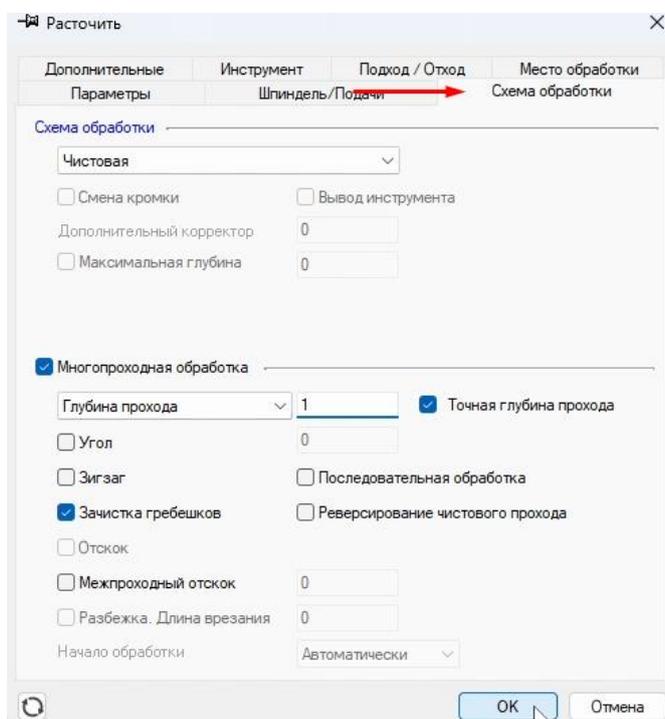


Рисунок 174 – параметры схемы обработки.

Создадим инструмент. Переходим в раздел «Инструмент», в разделе «Параметры инструмента» напротив надписи «Резец» раскрываем список и выбираем «пластинка прорезная». В «параметрах» справа выставляем значение ширины 5, так же, как и длину режущей части, рисунок 175.

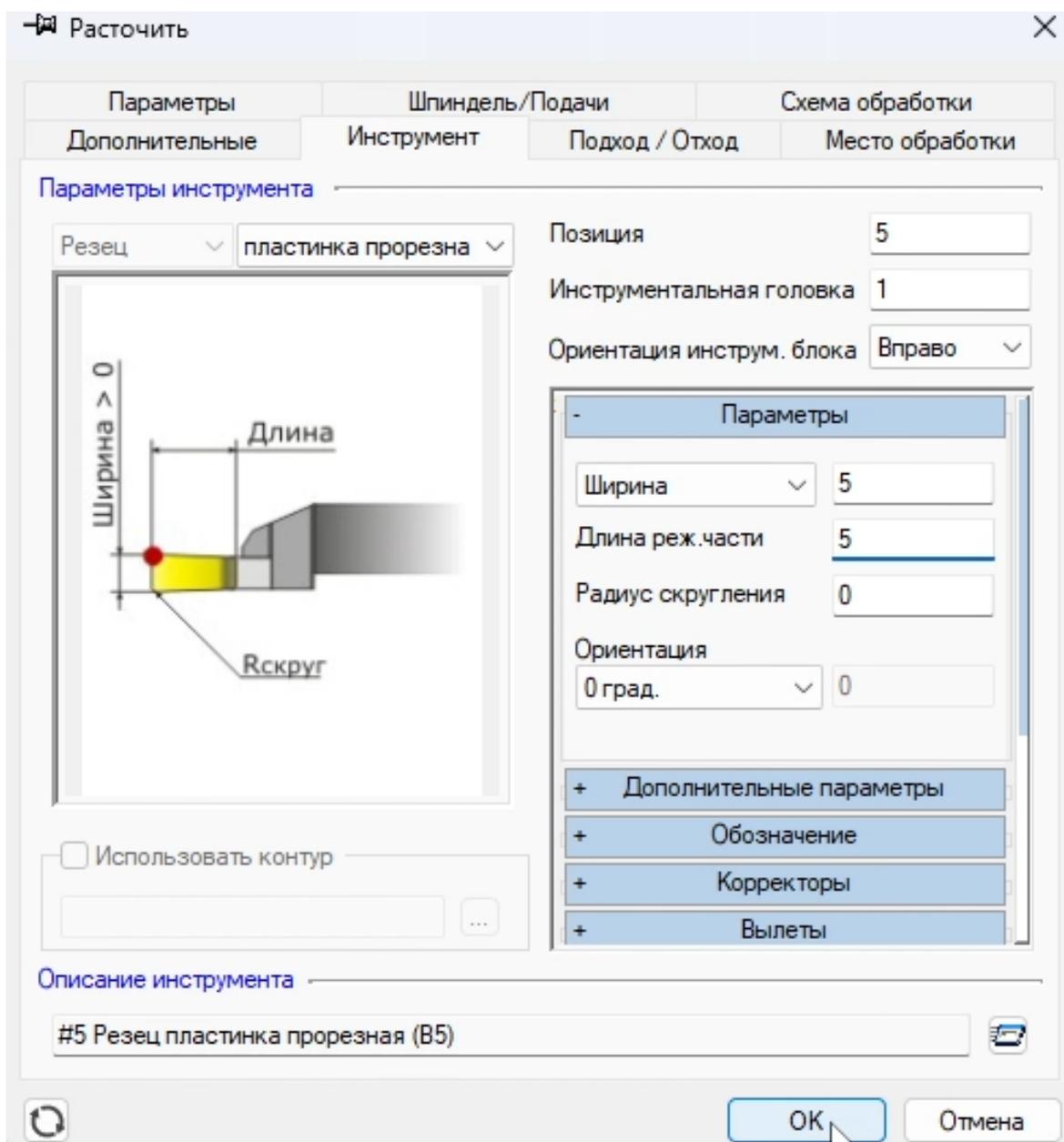


Рисунок 175 – формирование режущего инструмента.

В конце, как и всегда рассчитываем траекторию нажатием в верхнем меню на соответствующую кнопку. Итоговая траектория расточки представлена на рисунке 176.

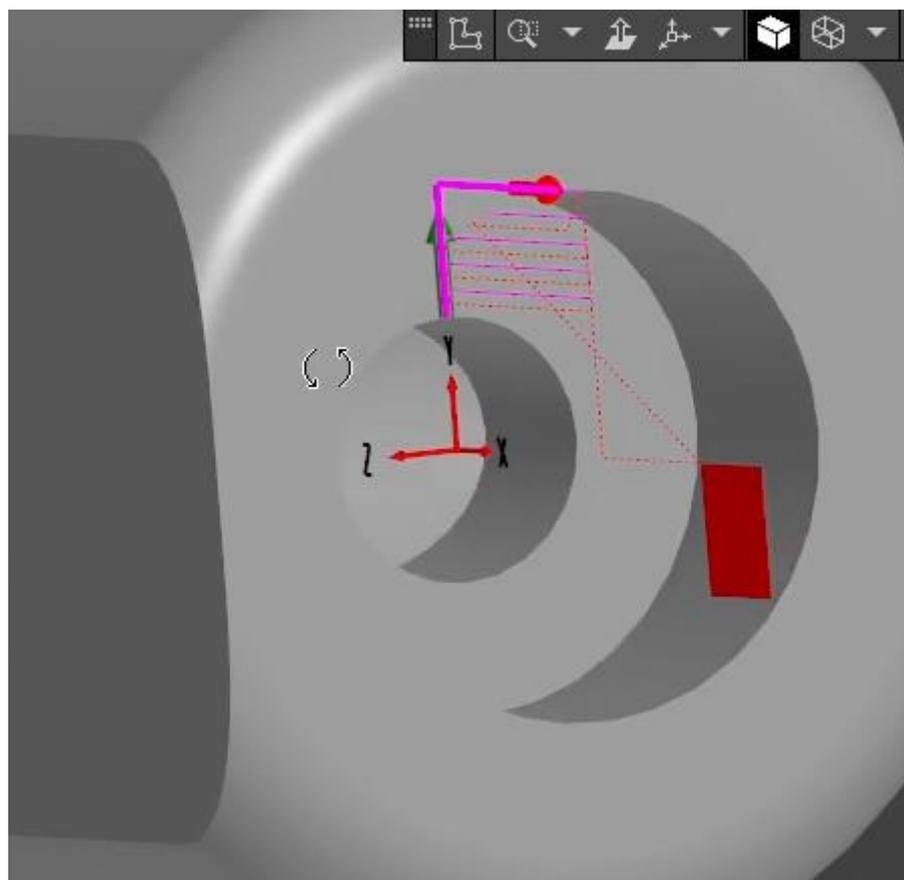


Рисунок 176 – траектория расточки

При работе с расточкой нужно быть особенно внимательным с настройкой подходов и отходов. Инструмент крайне уязвим при работе внутри вращающихся тел.

Заключение

В данной магистерской диссертации был проведен поиск российских аналогов иностранным CAM системам. Были рассмотрены следующие варианты: T-FLEX CNC, ADEM CAM для КОМПАС-3D, ГеМа-3D, Техтран, СПРУТКАМ, САРУС.PLM. Среди всех CAM систем, было выбрано ПО удовлетворяющая требованиям простого интерфейса, высокой автоматизации, широких настроек и совместимости или полной интеграции с CAD-системами. ADEM CAM для КОМПАС-3D отвечает всем этим требованиям, поэтому был выбран в качестве основной программы CAM, для написания технологического процесса для трех осевой и токарной обработок.

В программе ADEM CAM для КОМПАС-3D были рассмотрены и описаны функциональные возможности системы. программа предлагает широкий набор функций для автоматического построения траекторий. Благодаря обширной системе контуров можно задавать обработку как плоскостей, так и поверхностей.

ADEM CAM для КОМПАС-3D представляет собой базу конструктивных элементов, в которые задаются произвольные контуры, вдоль которых строится траектория. К таким конструктивным элементам для 2,5х обработки относятся окна, стены, плоскости, уступы и пластины. Конструктивные элементы для токарных операций включают такие функции, как точение, растачивание, подрезать и отрезать.

Широкие функциональные возможности ADEM CAM были использованы для написания технологического процесса обработки детали под названием Звезда_1 на трехосевом фрезерном станке, а смоделированные траекторию позволяют отслеживать положение инструмента во времени.

Помимо трех координатных операций, были рассмотрены и описаны токарные операции с выделением функций, характерных для токарной обработки. Была рассмотрена и подробно описана функция формообразования инструмента.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. –656с.
2. ГОСТ 31.111.41-93. Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений к металлорежущим станкам. Основные параметры. Конструктивные элементы. Нормы точности. – Взамен ГОСТ31.111.41- 83; введен 28.03.96. – Минск: Издательство стандартов, 1996. – 35 с.
3. ГОСТ 31.111.42-83. Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений к металлорежущим станкам. Технические требования. Методы контроля. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение – Москва: Из-во стандарты, 1984. – 10с.
4. Каталог деталей и сборочных единиц универсально-сборных приспособлений УСП-8. – М.: НИИМАШ, 1975. – 60 с.
5. Каталог деталей и сборочных единиц универсально-сборных приспособлений УСП-12. – М.: НИИМАШ, 1975. – 72 с.
6. Каталог деталей и сборочных единиц универсально-сборных приспособлений УСП-16. – М.: НИИМАШ, 1975. – 32 с.
7. Кузнецов В. С. Универсально-сборные приспособления. Альбом чертежей. /В. С. Кузнецов, В. А. Пономарев. – Москва: Машиностроение, 1971. -167 с.
8. Левашкин, Д.Г. Моделирование кинематических структур на основе электромеханических устройств для обеспечения жесткости автоматически сменных узлов: Статья в сборнике: Металлургия: технологии, управление, инновации, качество труда XVIII Всероссийской научно-практической конференции. Под ред. Е.В. Протопопова. Новокузнецк, 2014. С. 431-436.
9. Малышев, В.И. Автоматизация гибридных и комбинированных технологий на основе модернизации станочного оборудования и выбора кинематических связей: Статья / В.И. Малышев, Д.Г. Левашкин, А.С.

Селиванов. – Тольятти: Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2010. – № 3. – С. 70-74.

10. Табачников И. З. Универсально-сборные приспособления [Текст]/И. З. Табачников, В. И. Ермилов, В. М. Фрейдензон. – Харьков: Прапор, 1965. – 67 с.

11. Технологическая оснастка многократного применения/ В.Д. Бирюков, В.М. Дьяконов, А.И. Егоров и др.: Под.ред. Д.И. Полякова. – М.: Машиностроение, 1981. – 404с.

12. A Petri Net-based Approach to Reconfigurable Manufacturing Systems Modeling, 2009, L. Zhang, B, Rodrigues.

13. DESIGN OF RECONFIGURABLE MANUFACTURING SYSTEM, 2011, R. KANTA.

14. Formal Development of Reconfigurable Manufacturing Systems, 2013, L. Kahloul, A. Chaoui, K. Djouani.

15. Formal Study of Reconfigurable Manufacturing Systems: A High Level Petri Nets Based Approach, 2013.

16. Franz N.C., An analysis of the wood cutting process, Engineering Research Institute Ann Arbor, University of Michigan Press, 1958, 148 p.

17. Impact of Reconfiguration Effort on Reconfigurable Manufacturing System, 2014, K.K. Mittal, P. K. Jain. 80

18. Inoue H., Mori M., Effects of cutting speed on chip formation and cutting resistance in cutting of wood parallel to the grain, Mokuzai Gakkai'shi 25 (1979)22-29.

19. Kivimaa E., The cutting force in woodworking, State Institute for Technical Research, Helsinki, Finland, Publ. No 18, 1950, 103 p.

20. Komanduri R., Brown R.H., The mechanism of chip segmentation in machining, ASME, J. Eng. Ind. 103 (1981) 33-55

21. Mehrabi M.G., Ulsoy A.G., Koren Y. Reconfigurable manufacturing systems and their enabling technologies. International journal of manufacturing technology & management. Proquest ABI/INFORM, 2000, vol.1, pp.113.

22. Mehrabi M.G., Ulsoy A.G., Koren Y. Reconfigurable manufacturing systems: key to future manufacturing. Journal of intelligent manufacturing. Springer Science+Business Media B.V., Formerly Kluwer. Academic Publishers B.V., 2000, vol. 11, no. 11, pp. 403-419. 79
23. Mustapha N, Daoud A-K., Wassy I. S. Availability modeling and optimization of reconfigurable manufacturing systems. Journal of quality in maintenance engineering. Emerald Group Publishing Limited, 2003, vol. 9, no. 3. pp. 284-302.
24. Ohta M., Kawasaki B., The effect of cutting speed on the surface quality in wood cutting - Model experiments and simulations by the extended distinct element method. 12th International Wood Machining Seminar, 1995, pp. 56-62.
25. Online Reconfigurable Machines, 2013, S.Crawford, Minch Binch Do.
26. Pérez, R., Dávila O., Molina A., Ramírez-Cadena M. Reconfigurable micro-machine tool design for desktop machining micro-factories. 7th IFAC conference on manufacturing modelling, management, and control, MIM 2013, 2013, pp. 1417-1422.
27. Pittler.de [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pittler.dvsgroupe.com/uploads/tx_xpctypedownloadssimlpe/PVSLN1_en.pdf (дата обращения 10.05.2018).
28. Reconfigurable Manufacturing System Design and Implementation – An Industrial Application at a Manufacturer of Consumer Goods, 2014, R. Hadar, A. Bilberg.
29. Reconfigurable Manufacturing Systems: Key to World-Class Manufacturer Status for Indian Organisations, An overview, 2009, S.Mudassar.
30. RECONFIGURABLE STRATEGIES FOR MANUFACTURING SETUPS TO CONFRONT MASS CUSTOMIZATION CHALLENGES, 2015, S.H. Minhans, C. Lehmann, J.P.Stader, U. Berger.

31. Roborforum.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robotforum.ru/novosti-texnologij/kratkaya-istoriya-chetvertoj-promyshlennojrevolyuczii.html> (дата обращения 10.05.2018).
32. Sawada T., Ohta M., Simulation of the wood cutting parallel to the grain by the extended distinct element method. 12th International Wood Machining Seminar, 1995, pp. 49-55
33. STRUCTURE OF RECONFIGURABLE MANUFACTURING SYSTEMS, 2015, T. Mulc, T. Udiljac, D. Ciglar.
34. Touratier M., Computational models of chip formation and chip flow-in machining in multiscale approach - Present status and future needs, 2nd International CIRP workshops on Modelling of Machining Operations, Nantes 1999, pp. 1-29.

Приложение А
Эскиз «Звезда 1»

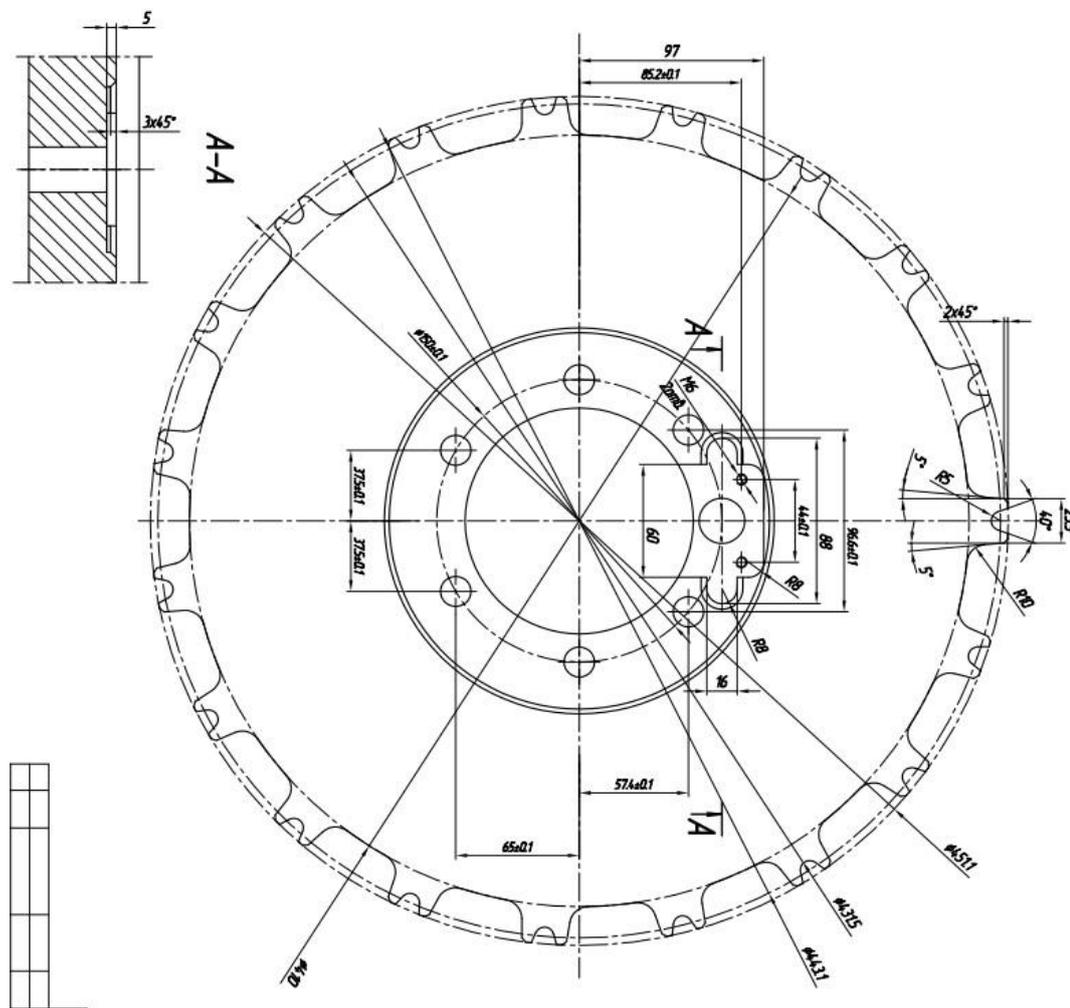


Рисунок А.1 – Эскиз «Звезда 1»

Приложение Б
Эскиз «Крепёж»

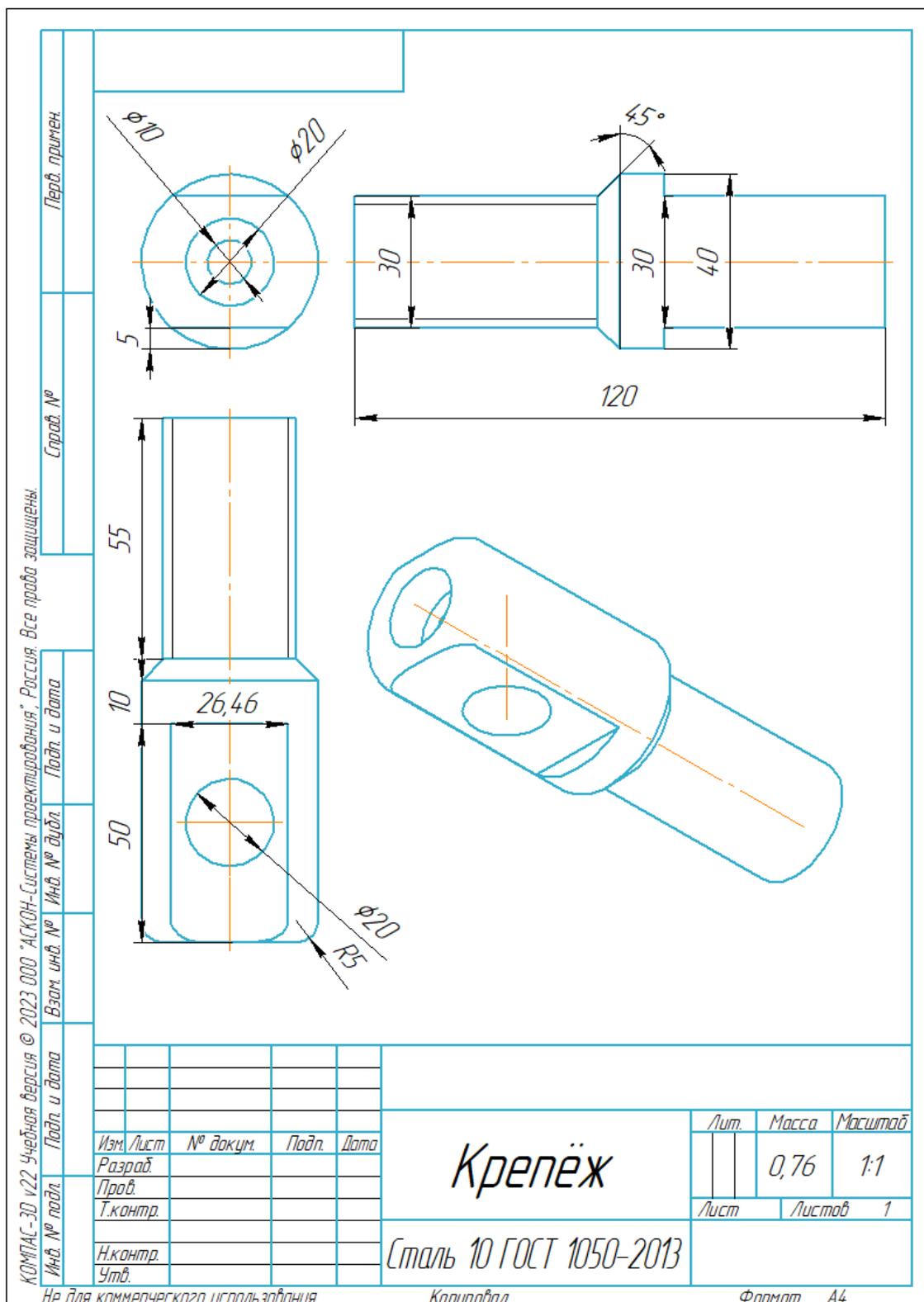


Рисунок Б.1 – Эскиз «Крепёж»