Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Машиностроение, автоматика и электроэнергетика»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к. т. н., доцент
_____В.Г. Некрутов
_____2017 г.

Разработка процесса механической обработки детали «Крышка С5.80.0002-67А» с применением CALS-технологий

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЮУрГУ–15.03.05.2017.006.000 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к. т. н., доцент
_____В.Г. Некрутов
_____2017 г.

Руководитель работы,
к. т. н., доцент
_____С.В. Сергеев
_____2017 г.

Автор работы
студент группы ДО-484
_____А.Р. Рахимьянов
_____2017 г.

Нормоконтролер,
профессор
_____Б.А. Решетников
_____2017 г.

Челябинск 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ 8
1.1 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений 8
1.2 Задачи проектирования 11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 12
2.1 Разработка последовательности обработки 12
2.1.1 Вид заготовки и метод её получения 12
2.1.2 Выбор метода обработки и определение количества необходимых переходов 14
2.1.3 Формирование операций 15
2.2 Подбор инструментальной оснастки с помощью приложения ToolGuide™ 17
3 РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 23
3.1 Основные элементы интерфейса 23
3.2 Поэтапная обработка детали типа «Крышка» 32
4 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ 111
4.1 Проектирование контрольного приспособления для замера перпендикулярности 111
4.1.1 Выбор схемы контроля 111
4.1.2 Выбор схемы контроля 112
4.1.3 Расчет приспособления на точность 113
5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 114
5.1 Ориентировочная себестоимость изготовления детали «Крышка» 114
5.2 Расчет ориентировочной себестоимости детали 114
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ 116
6.1 Обеспечение безопасности на ПЭВМ 116
6.1.1 Вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте пользователя 116
6.1.2 Мероприятия по защите от вредных факторов 117
6.1.3 Обеспечение электро- и пожаробезопасности в помещениях с ПЭВМ 119
6.1.4 Обеспечение безопасности при эксплуатации локальных компьютерных сетей 120
6.2 Расчёт защитного заземления 121
6.2.1 Исходные данные 121
6.2.2 Основные расчеты 121
6.3 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте 124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 130

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 131
ПРИЛОЖЕНИЕ А Управляющая программа для обработки детали «Крышка С.5.80.0002-67А» 132

ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс в машиностроении характеризуется совершенствованием различного рода компьютерных технологий, а именно 3D – моделирование, разработка управляющих программ, их визуальная верификация. Предприятия, ведущие разработки без САПР (систем автоматизированного проектирования) оказываются не конкурентоспособными из-за больших затрат по времени на проектирование и материальным ресурсам. Но разработка управляющих программ невозможно без теоретической базы.

Основной задачей является изготовление машин заданного качества при наименьших затратах материалов, минимальной себестоимости и высокой производительности. Эта задача производится путем широкого применения прогрессивных технологических процессов, оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации, станков с программным управлением.

Для современных тенденций развития машиностроительного производства характерно быстрое расширение сферы применения ЧПУ с использованием микропроцессорной техники. Особое значение приобретает создание гибких производственных модулей, благодаря которым, без участия исполнителя можно управлять технологическими процессами.

Целью работы является разработка процесса механической обработки детали «Крышка С.5.80.0002-67А» с применением CALS-технологий. Создание твердотельных модели детали производится в CAD-системе «Компас». Преобразование геометрии детали и заготовки в код управляющей программы и симуляции обработки в CAM-системе «SprutCAM».

Решаемые задачи:

1. Выбор программных продуктов для решения технологических задач.
2. Разработка руководства пользователя по технологической подготовке изготовления детали «Крышка С.5.80.0002-67А» посредством CAD/CAM-систем.
3. Создание твердотельной модели детали в CAD-системе «Компас».
4. Преобразование геометрии детали и заготовки в код управляющей программы в CAM-системе «SprutCAM».
5. Визуализация и симуляция обработки детали в CAM-системе «SprutCAM».
6. Разработка приспособления для контроля перпендикулярности

Объект: деталь «Крышка С.5.80.0002-67А»

Предмет: процесс обработки детали «Крышка С.5.80.0002-67А» с использованием CALS-технологий.

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Автоматизация проектирования занимает особое место среди информационных технологий. Знание основ автоматизации проектирования и умение работать со средствами САПР требуется практически любому инженеру разработчику. Компьютерами оснащены подразделения для проектирования, офисы и конструкторские бюро. Предприятия, ведущие разработки без САПР оказываются неконкурентоспособными из за больших материальных и временных затрат на проектирование. Появление первых программ для автоматизации проектирования в СССР и за рубежом относится к началу 60 х гг. В то время были созданы программы для решения задач строительной механики, анализа электронных схем, проектирования печатных плат.

Дальнейшее развитие САПР давало возможность создавать аппаратные и программные средства машинной графики, упрощать пользовательский интерфейс, повышать эффективность для вычисления программ моделирования и анализа, расширять область применения САПР, внедрять в САПР элементы искусственного интеллекта.

Сейчас создано большое число программно-методических комплексов для САПР с различной степенью специализации и прикладной ориентации. В результате автоматизация проектирования стала необходимой частью подготовки инженеров разных специальностей.

Существует большое количество пакетов САПР разного уровня. Наиболее распространены системы, в которых основное внимание уделяется созданию базовых графических модулей CAD, а модули CAM и CAE используются организациями, специализирующимися на соответствующем программировании.

Преимущества САПР нацелены на повышение эффективности труда инженеров, уменьшение трудоёмкости планирования, сроков, себестоимости проектирования, затрат на эксплуатацию, натурное моделирование и испытания, повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования.

Крупнейшим в мире поставщиком программного обеспечения для промышленного и гражданского строительства, машиностроения, рынка средств информации является компания Autodesk, Inc. Начиная с 1982 года компанией Autodesk был разработан широкий спектр решений для архитекторов, инженеров, конструкторов, позволяющих им создавать цифровые модели. Технологии Autodesk используются для визуализации, моделирования и анализа поведения разрабатываемых конструкций на ранних стадиях проектирования и позволяют не просто увидеть модель на экране, но и испытать её.

В России и странах СНГ наиболее широко распространен программный пакет AutoCAD. Разработанный Autodesk более 20 лет назад, он долгое время отвечал самым взыскательным требованиям проектировщиков. Но на сегодняшний день,

обладая богатым инструментарием и возможностями адаптации к требованиям пользователя, он уже не удовлетворяет потребностям большинства проектировщиков. Этот пакет может применяться лишь при разработке очень малых и достаточно простых проектов, автоматизируя только рутинную работу кульмана и не более того. Современному проектировщику нужно гораздо больше, чем просто быстрое и красивое выполнение чертежей.

Несмотря на все мощные средства проектирования и визуализации, ключевым моментом в САПР является именно получение выходной документации и её оформление в соответствии с принятыми стандартами, что считается неотъемлемой частью процесса проектирования.

На сегодняшний день существует огромный спектр различных CAD/CAM систем разных по сложности и функциональности [1]:

- Система T-FLEX CAD 11 - новое эффективное средство для комфортной работы конструктора. Включает в себя средства 2D-черчения, 3D-проектирования, модули конечно-элементного и динамического анализа. В новой версии САПР T-FLEX CAD реализовано более 200 усовершенствований, предлагающих пользователю целый набор инструментов, недоступных в других программах сходного назначения.
- SolidWorks - продукт компании SolidWorks Corporation, система автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий любой сложности и назначения. Она представляет собой инструментальную среду, предназначенную для автоматизации проектирования сложных изделий в машиностроении и в других областях промышленности.
- EDGECAM – мировой лидер среди CAM-приложений для станков с ЧПУ. Уникальная легкость использования одновременно с возможностью генерации сложнейших траекторий инструмента делает этот CAM-пакет наиболее подходящим для генерации управляющих программтна фрезерных, токарных, фрезерно-токарных и многоосевых станков. Также конструктивные элементы, требующие механической обработки, могут быть распознаны автоматически. К распознанным элементам технологические операции также могут быть применены автоматически, что сокращает время, необходимое для создания управляющих программ. Модули программы могут осуществлять призматическую и поверхностную фрезерную обработку, сложную токарную обработку по нескольким осям, простую фрезерную или токарную обработку, ротационную и многопозиционную фрезерную обработку, обработку целых групп деталей и комплектующих [13].
- КОМПАС - отечественная система автоматизированного проектирования, разработанная российской компанией <АСКОН> с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС. Существует в двух версиях: КОМПАС-

График и КОМПАС-3D, соответственно предназначенных для плоского черчения и трёхмерного проектирования.

- MicroStation - это профессиональная, высоко производительная система для 2D/3D - автоматизированного проектирования при выполнении работ, связанных с черчением, конструированием, визуализацией, анализом, управлением базами данных и моделированием.
- Система CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) - одна из самых распространенных САПР высокого уровня. Это комплексная система автоматизированного проектирования (CAD), технологической подготовки производства (CAM) и инженерного анализа (CAE), включающая в себя передовой инструментарий 3D моделирования, подсистемы программной имитации сложных технологических процессов, развитые средства анализа и единую базу данных текстовой и графической информации. Система позволяет эффективно решать все задачи технической подготовки производства - от внешнего (концептуального) проектирования до выпуска чертежей и спецификаций.
- FreeCAD – параметрическая САПР общего назначения с открытыми исходными кодами. Основой геометрического моделирования твердых тел в FreeCAD является принцип граничного представления, в то же время имеется поддержка полигональных сеток (совокупность вершин, ребер и граней, которые определяют форму многогранного объекта в трехмерной компьютерной графике и объемном моделировании). Кроме задач машиностроения, FreeCAD может использоваться для таких задач, как архитектурное проектирование, или же инженерный анализ методом конечных элементов.
- Autodesk Inventor – система трехмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования американской компании Autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий. Инструменты Autodesk Inventor обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации.
- NX - современная зарубежная CAM от компании Siemens PLM Software это интегрированное решение для конструкторско – технологической подготовки производства, обеспечивающее более быстрое и эффективное создание высококачественных изделий. Интегрированные в NX ключевые функции позволяют разрабатывать изделия быстро и эффективно.
- SprutCAM – отечественная CAM-система, предназначенная для разработки управляющих программ для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Функциональное наполнение и широкий набор интструментальных средств SprutCAM обеспечивают эффективное использование системы при изготовлении штампов, пресс-форм, литейных форм, прототипов изделий, мастер-моделей, деталей машин и конструкций, оригинальных и серийных изделий и т.д. Встроенный генератор постпроцессоров позволяет технологу самостоятельно производить настройку на любую систему ЧПУ.

Наличие как языковых средств, так и механизма шаблонов обеспечивают гибкость и эффективность. Благодаря удобному интерфейсу и интерактивной помощи формирование постпроцессора становится легко решаемой задачей. Комплект поставки SprutCAM включает большую библиотеку готовых постпроцессоров для самых разнообразных типов

Проанализировав все вышеперечисленные программные средства, были выявлены следующие недостатки:

- недостаточный интерфейс инструментов;
- недостаточная визуализация процесса обработки;
- высокая стоимость программного обеспечения и обновлений;
- необходимость переобучения;
- отсутствие бесплатных лицензий, что очень важно для студентов.

На мой взгляд, самым эффективным и удобным программным обеспечением является приложение SprutCAM. У приложения удобный и интуитивный интерфейс, библиоткека инструментов, качественная визуализация обработки с полной детализацией оборудования, генерация управляющей программы. Также важным критерием выбора является наличие бесплатного лицензионного соглашения.

1.2 Задачи проектирования

В данной работе необходимо:

- разработка управляющей программы для обработки детали «Крышка»;
- разработка руководство пользователя обработки детали «Крышка С5.80.0002-67А» посредством CAD/CAM систем;
- проектирование контрольного приспособления;
- определение экономического эффекта;
- обеспечение безопасности при работе на ПЭВМ;
- расчет защитного заземления;
- обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Разработка последовательности обработки

2.1.1 Вид заготовки и метод её получения

Для данной детали используем мерную заготовку из прутка. Сталь 12Х21Н5Т-ВД ТУ 14-1-1289-75. Эскиз заготовки представлен в соответствии с рисунком 2.1

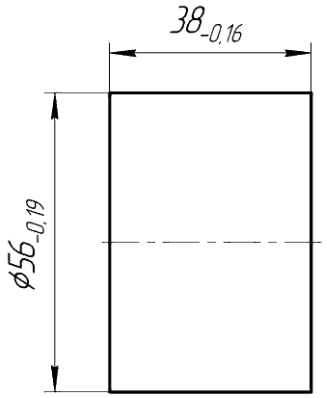

Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки

Химические свойства стали 12Х21Н5Т-ВД приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химические свойства

C, %	Cr, %	Ni, %	Ti, %
0,09-0,14	20-22	4,8-5,8	0,25-0,5

ВД – вакуумно-дуговой переплав. Сталь коррозионно-стойкая обыкновенная, аустенито-ферритного класса. Применяется для сварных и паяных конструкций работающих в агрессивных средах.

2.1.2 Выбор технологических баз и определение последовательности обработки поверхностей детали

Требования к точности обработки были определены по справочнику технолога-машиностроителя под редакцией А.Г. Косиловой [2].

Основная базовая поверхность ∅51,5h6. Остальные поверхности являются вспомогательными, в соответствии с рисунком 2.2.

На первых операциях базируемся за левый торец размера 34,5h8 и наружную поверхность размера ∅51,5h6, обрабатываем вспомогательные поверхности: правый торец размера 34,5h8, поверхности наружного профиля ∅51,5h6, ∅31h8,

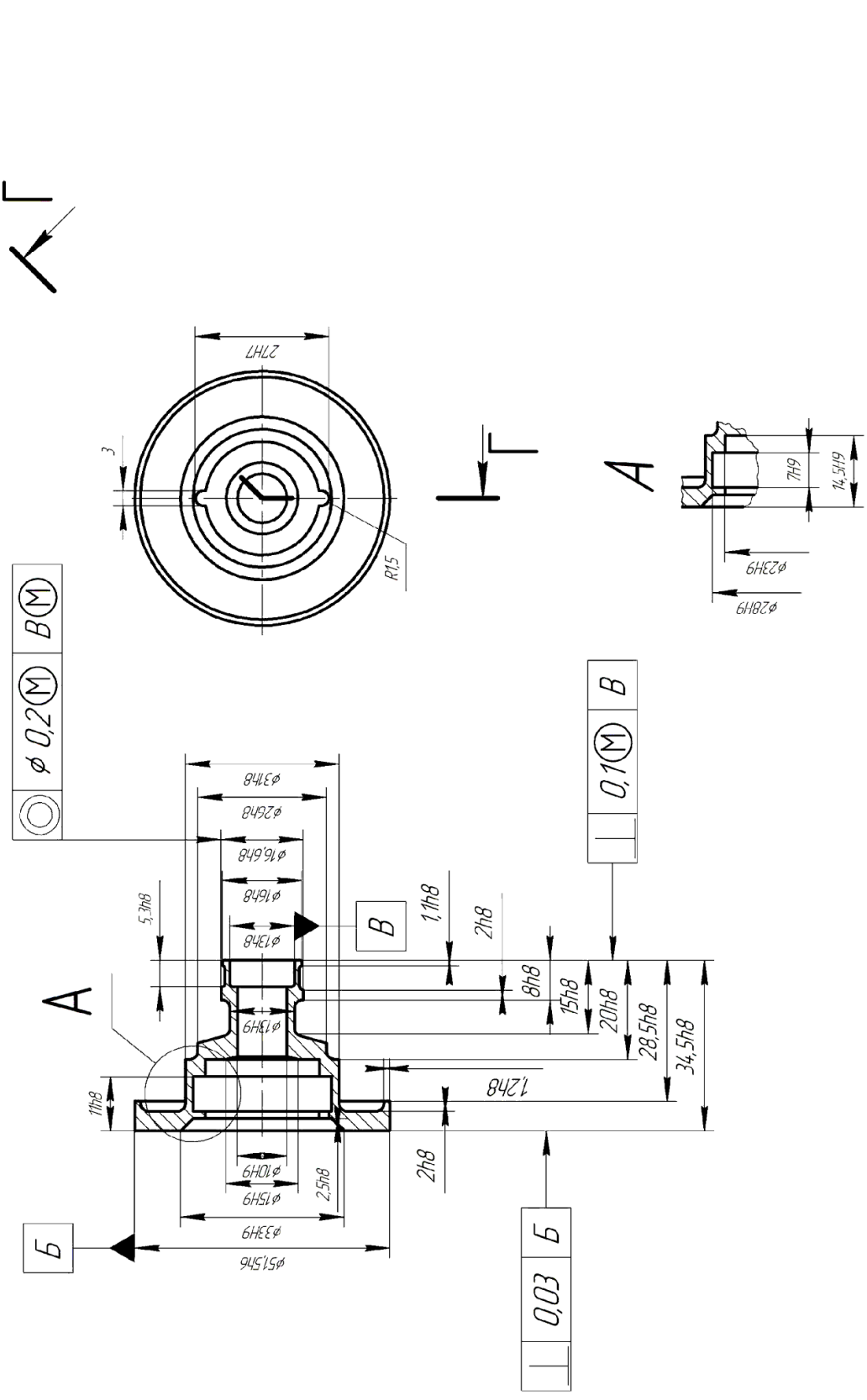

Рисунок 2.2 – Чертеж детали «Крышка»

∅26h8, ∅16,6h8, ∅16h8 и размеров 28,5h8, 20h8, 15h8, 8h8, 2h8, 1,1h8, канавку ∅13h8, канавку размера 5,3h8, торцевую канавку ∅31h8 и размеров 2h8, 1,2h8, отверстие ∅10H9, растачиваем отверстие ∅13H9.

Далее базируемся за наружную поверхность размера ∅31h8 с упором в торец размера 28,5h8, обрабатываем: левый торец размера 34,5h8, поверхность наружного профиля ∅51,5h6, поверхность внутреннего профиля ∅10H9, ∅15H9, ∅23H9, ∅33H9 и размера 14,5H9, внутренняя канавка ∅28H9 и размера 7H9, фрезерование двух пазов в размеры 27H7, 3H9, R1,5.

2.1.2 Выбор метода обработки и определение количества необходимых переходов

1) Обработка правого торца размера 34,5; Ra 3,2
- Торцевое точение черновое IT14, Ra 50;
- Торцевое точение получистовое IT11, Ra 12,5;
- Торцевое точение чистовое IT8, Ra 6,3;
- Торцевое точение тонкое IT7, Ra 1,6.

2) Обработка наружной цилиндрической поверхности ∅51,5h6; ∅31h8; ∅26h8; ∅16,6h8; ∅16h8; Ra 3,2:
- Точение черновое IT12, Ra 25;
- Точение получистовое IT11, Ra 12,5;
- Точение чистовое IT8, Ra 3,2.

3) Обработка канавки ∅15h8; ∅16,6h8; Ra 3,2:
- Точение черновое IT12, Ra 25;
- Точение получистовое IT11, Ra 12,5;
- Точение чистовое IT8, Ra 3,2.

4) Обработка канавки ∅13h8; ∅16,6h8; Ra 3,2:
- Точение черновое IT12, Ra 25;
- Точение получистовое IT11, Ra 12,5;
- Точение чистовое IT8, Ra 3,2.

5) Обработка торцевой канавки 28,5h8; 2h8; Ra 3,2:
- Точение черновое IT12, Ra 25;
- Точение получистовое IT11, Ra 12,5;
- Точение чистовое IT8, Ra 3,2.

6) Обработка отверстия ∅10H9; Ra 3,2:
- Сверление IT12, Ra 25;
- Зенкерование чистовое IT10, Ra 6,3;
-Развертывание нормальное IT9, Ra 3,2.

7) Обработка отверстия ∅13H9; Ra 3,2:
- Растачивание получистовое IT10, Ra 6,3;
- Растачивание чистовое IT9, Ra3,2.

8) Обработка левого торца размера 34,5h8; Ra 3,2:
- Торцевое точение черновое IT14, Ra 50;

- Торцевое точение получистовое IT11, Ra 12,5;
- Торцевое точение чистовое IT8, Ra 6,3;
- Торцевое точение тонкое IT7, Ra 1,6.

9) Обработка наружной цилиндрической поверхности размера ∅51,5h6; Ra 0,8:
- Точение черновое IT12, Ra 25;
- Точение получистовое IT11, Ra 12,5;
- Точение чистовое IT8, Ra 3,2;
- Точение тонкое IT6, Ra 0,8.

10) Обработка внутренней цилиндрической поверхности ∅15H9; ∅23H9; ∅33H9; 14,5H9; Ra 3,2:
- Растачивание черновое IT12, Ra 6,3;
- Растачивание получистовое IT10, Ra 6,3;
- Растачивание чистовое IT9, Ra3,2.

11) Обработка канавки ∅23H9; ∅28H9; 7H9; Ra 3,2:
- Растачивание черновое IT12, Ra 25;
- Растачивание получистовое IT10, Ra6,3;
- Растачивание чистовое IT9, Ra3,2.

12) Обработка двух пазов 3H9 в размер 27H7; 3H9; R1,5; Ra 3,2:
- Фрезерование черновое IT13, Ra 25;
- Фрезерование чистовое IT10, Ra 6.3;
- Фрезерование тонкое IT8, Ra 3,2.

2.1.3 Формирование операций

После того, как были определены методы обработки и количество необходимых переходов приступаем к формированию операций.

00 Заготовительная (код 2171)

05 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (код 4237)

Токарно-фрезерный центр с ЧПУ модели Mori Seiki NL2500 (производство японской компании DMG MORI) [3, 4]

Разбиваем управляющую программу на переходы, которые включают в себя несколько подпрограмм.

1. Вспомогательный переход №1

Установить заготовку, выверить, закрепить в патроне.

2. Технологический переход №1

Обработка правого торца в размер 34,5; Ra 3,2:

а) Торцевое точение черновое IT14, Ra 50;

б) Торцевое точение получистовое IT11, Ra 12,5;

в) Торцевое точение чистовое IT8, Ra 6,3;

г) Торцевое точение тонкое IT7, Ra 1,6.

3 Технологический переход №2

Обработка наружной цилиндрической поверхности в размер ∅51,5h6; ∅31h8; ∅26h8; ∅16,6h8; ∅16h8; Ra 3,2:

а) Точение черновое IT12, Ra25;
б) Точение получистовое IT11, Ra12,5;
в) Точение чистовое IT8, Ra3,2.

4. Технологический переход №3

Обработка канавки в размер ∅15h8; ∅16,6h8; Ra 3,2:
а) Точение черновое IT12, Ra25;
б) Точение получистовое IT11, Ra12,5;
в) Точение чистовое IT8, Ra3,2.

5. Технологический переход №4

Обработка канавки в размер ∅13h8; ∅16,6h8; Ra 3,2:
а) Точение черновое IT12, Ra25;
б) Точение получистовое IT11, Ra12,5;
в) Точение чистовое IT8, Ra3,2.

6. Технологический переход №5

Обработка торцевой канавки в размер 28,5h8; 2h8; Ra 3,2:
а) Точение черновое IT12, Ra25;
б) Точение получистовое IT11, Ra12,5;
в) Точение чистовое IT8, Ra3,2.

7. Технологический переход №6

Обработка отверстия в размер ∅10H9; Ra 3,2:
а) Сверление IT12, Ra 25;
б) Зенкерование чистовое IT10, Ra 6,3;
в) Развертывание нормальное IT9, Ra 3,2.

8. Технологический переход №7

Обработка отверстия в размер ∅13H9; Ra 3,2:
а) Растачивание черновое IT12, Ra 25;
б) Растачивание получистовое IT10, Ra 6,3;
в) Растачивание чистовое IT9, Ra 3,2.

9. Вспомогательный переход №2

Снять деталь, перевернуть, выверить и закрепить в патроне.

010 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (код 4237)

Токарно-фрезерный центр с ЧПУ модели Mori Seiki NL2500 (производство японской компании DMG MORI)

10. Технологический переход №1

Обработка левого торца в размер 34,5; Ra 3,2:
а) Торцевое точение черновое IT14, Ra 50;
б) Торцевое точение получистовое IT11, Ra 12,5;
в) Торцевое точение чистовое IT8, Ra 6,3;
г) Торцевое точение тонкое IT7, Ra 1,6.

11. Технологический переход №2

Обработка наружной цилиндрической поверхности в размер ∅51,5h8; Ra 3,2:
а) Точение черновое IT12, Ra25;
б) Точение получистовое IT11, Ra12,5;

в) Точение чистовое IT8, Ra3,2.

12. Технологический переход №3

Обработка внутренней цилиндрической поверхности в размер 15H9; ∅23H9; ∅33H9; 14,5H9; Ra 3,2:

а) Растачивание черновое IT12, Ra 25;

б) Растачивание получистовое IT10, Ra 6,3;

в) Растачивание чистовое IT9, Ra 3,2.

13. Технологический переход №4

Обработка внутренней канавки в размер ∅23H9; ∅28H9; 7H9; Ra 3,2:

а) Растачивание черновое IT12, Ra 25;

б) Растачивание получистовое IT10, Ra 6,3;

в) Растачивание чистовое IT9, Ra 3,2.

14. Технологический переход №5

Обработка двух пазов в размер 27H7; 3H9; R1,5; Ra 3,2:

а) Фрезерование черновое IT13, Ra 25;

б) Фрезерование получистовое IT10, Ra 6,3;

в) Фрезерование чистовое IT8, Ra 3,2.

15. Вспомогательный переход №3

Выключить шпиндель и подачу СОЖ, снять деталь.

2.2 Подбор инструментальной оснастки с помощью приложения ToolGuide™

ToolGuide – приложение для поиска подходящего режущего инструмента для конкретной операции. Данное приложение работает по средством браузера, если имеется интернет соединение. Если же интернет соединение отсутствует, то в этом случае можно бесплатно приобрести стационарную версию приложения. Для удобства пользования приложением его можно установить на любое устройство, будь то компьютер, смартфон или планшет [14].

ToolGuide формирует структурированный перечень всех подходящих инструментов, начиная с самого экономичного варианта. В приложении также отображаются рекомендуемый процесс обработки и режимы резания. Список предлагаемого инструмента формируется по алгоритму, сопоставляющему заявленную операцию и условия с инструментами Sandik Coromant. Алгоритм содержит информацию о процессах обработки, для которых он подходит.

Однако, можно пойти и обратным путем. Сначала указать инструмент или режущую пластину и получить расчеты режимов резания и другие рекомендации.

Также, стоит отметить, что ToolGuide может интегрироваться в CAD, CAM системы, библиотеки инструментов и системы управления инструментами через соединения стандарта API.

Подробно рассмотрим подбор инструмента для торцевого точения. Для начала откроем приложение в браузере или же с помощью отдельного приложения. В окне выбираем тип детали «Симметричная вращающаяся», в соответствии с рисунком 2.2.

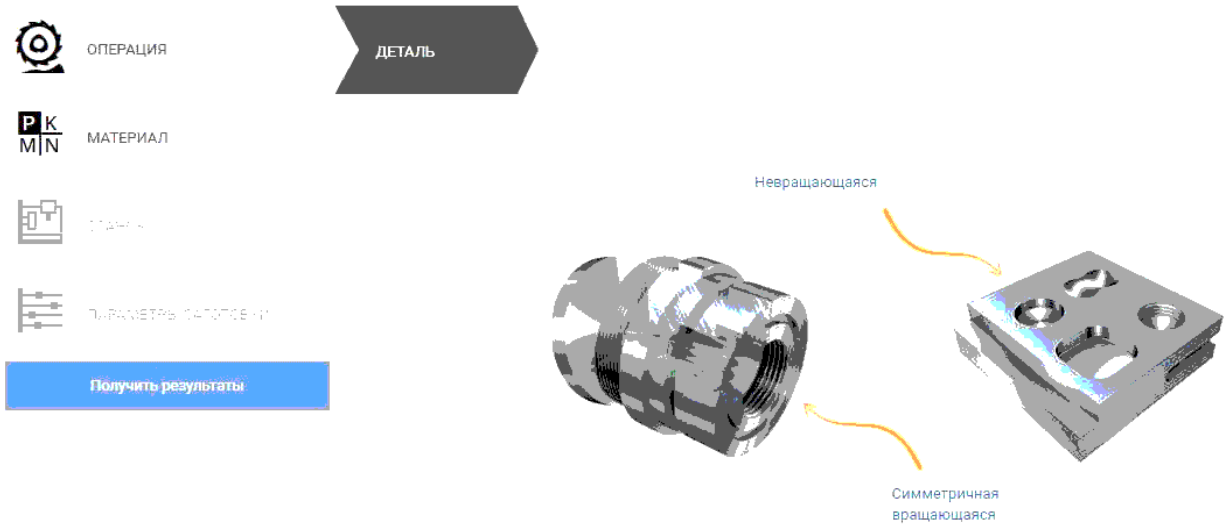

Рисунок 2.2 – Выбор типа детали

В следующем окне выбираем область обработки «Наружная обработка», в соответствии с рисунком 2.3.

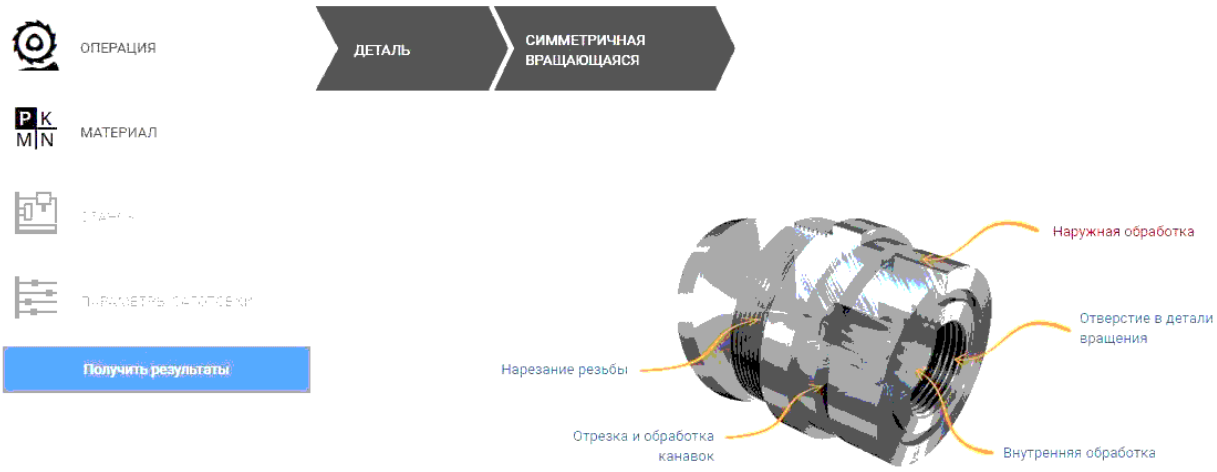

Рисунок 2.3 – Область обработки детали

В следующем окне уточняем, какую часть наружной поверхности будем обрабатывать. В данном случае выбираем «Обработка торца прутка», в соответствии с рисунком 2.4.

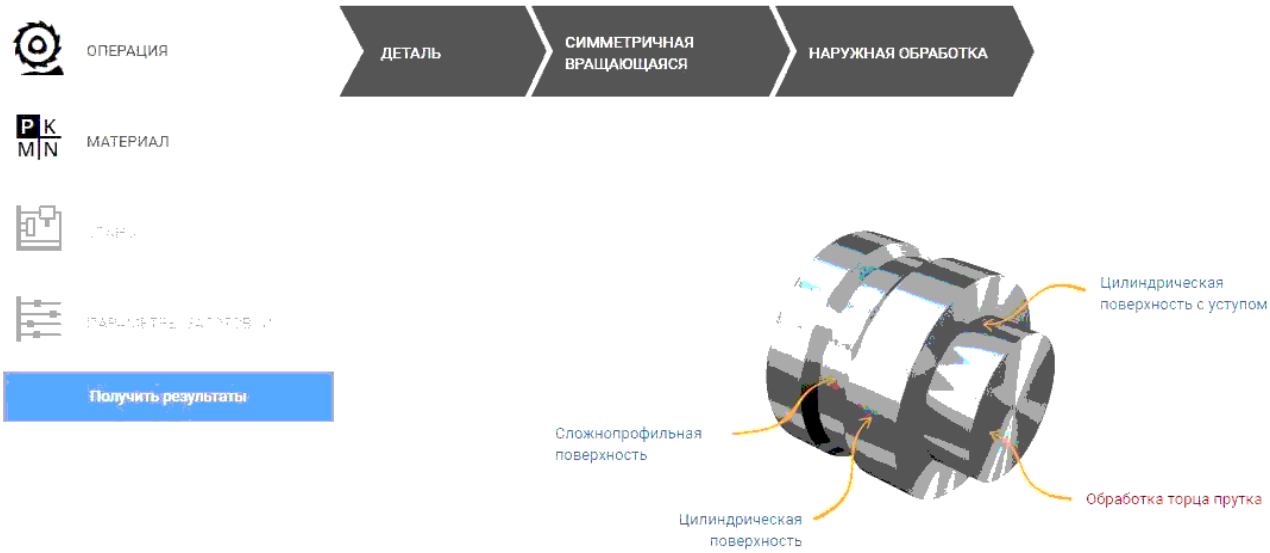

Рисунок 2.4 – Выбор торцевой поверхности

Затем необходимо выбрать материал детали. Для этого нажимаем на закладку материалов 1. Затем изменяем материал на «Аустенитная нержавеющая сталь» 2 просто выбрав данную группу материалов, в соответствии с рисунком 2.5.

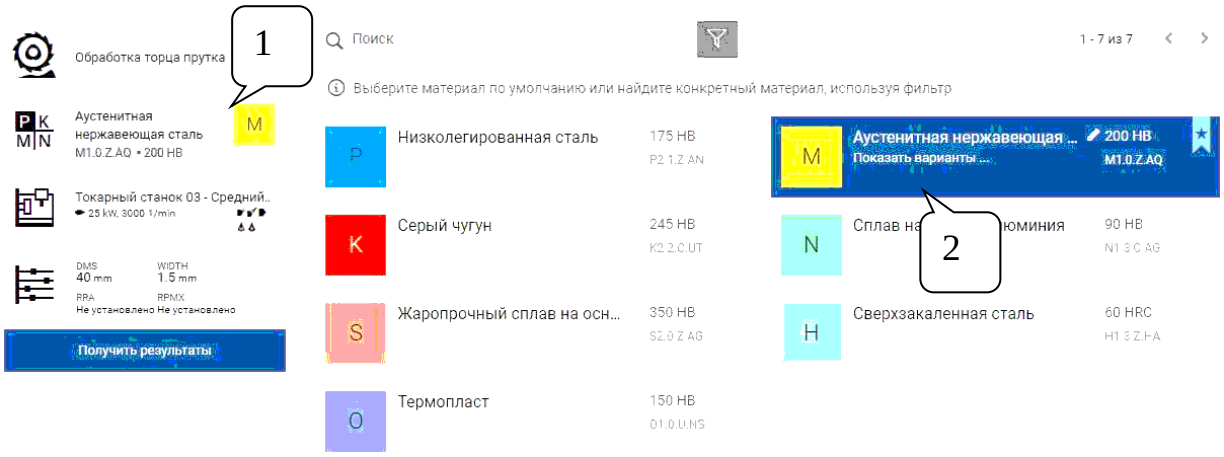

Рисунок 2.5 – Определение материала детали

далее выбираем оборудование. Переходим в закладку станков 1. открывается список с различными группами станков. Станки определяются в зависимости от различных параметров. Подбираем тот станок, который подходит по параметрам. Также можно указать вид СОЖ. Выбираем «Токарный станок – Средний (патрон 6-12)» 2, в соответствии с рисунком 2.6.

Рисунок 2.6 – Подбор оборудования

Только после этого переходим в закладку условий обработки 1. Устанавливаем в поле «Обрабатываемый диаметр» 2 значение «56,5», затем в поле «Ширина» 3 ставим значение «1,75». Нажимаем кнопку «Получить результаты» 4, в соотвествии с рисунком 2.7. В эти два параметра обязательно необходимо устанавливать значения.

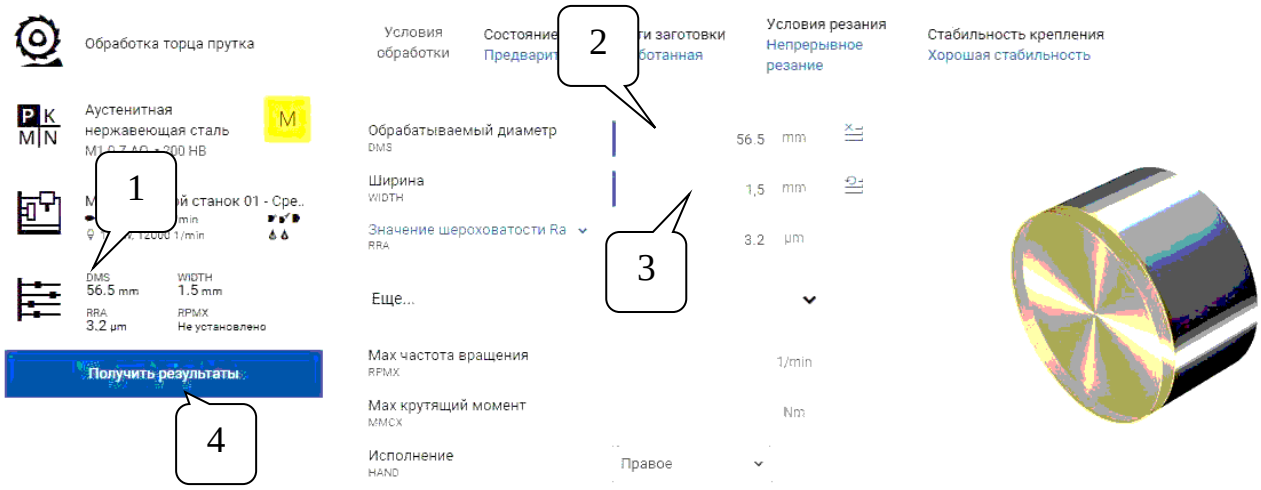

Рисунок 2.7 – Установка основных параметров обработки

В результате получаем список инструментов, которые подходят для данной обработки, в соответствии с рисунком 2.8. Также можно увидеть предлагаемые режимы резания для данной операции при выбранном инструменте и вывести их в отдельный файл.

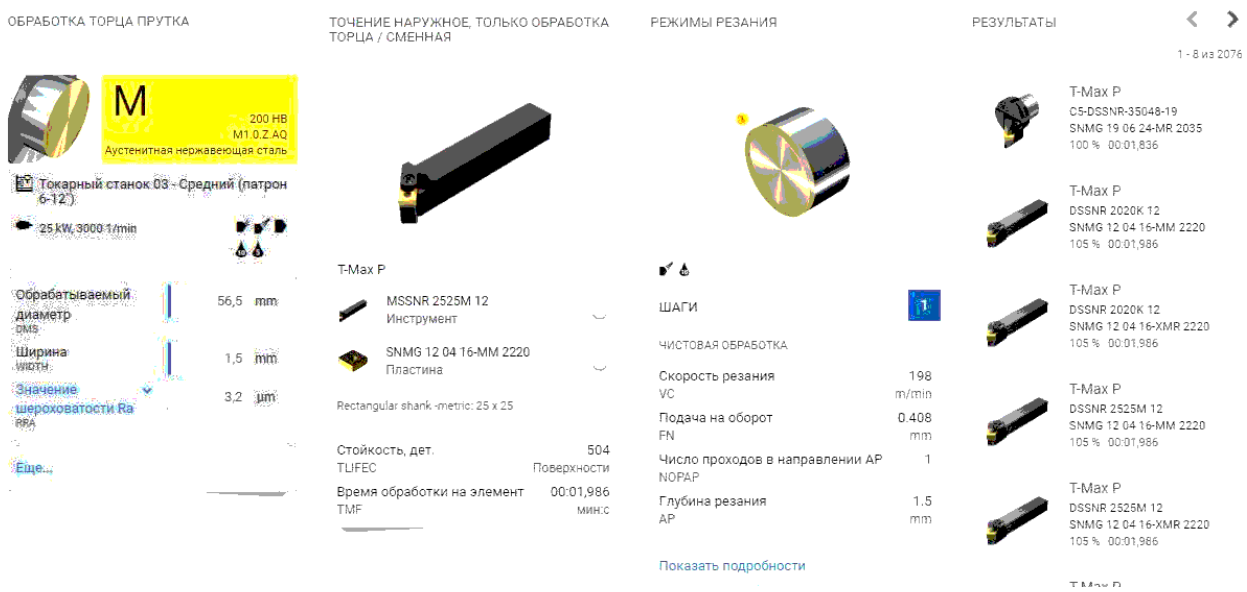

Рисунок 2.8 – Предлагаемый инструмент и режимы резания

Результат подбора инструмента [5]:
05 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (код 4237)
Технологический переход №1

- держатель «ISO PSKNR 2525M 12»;
- пластина «ISO SNMG 12 04 16-MM 2220».

Технологический переход №2

- держатель «ISO PSKNR 2525M 12»;
- пластина «ISO SNMG 12 04 16-MM 2220».

Технологический переход №3

- держатель «ISO QS-RF123H20C2525E»;
- пластина «ISO N123H2-0415-0002-GF 1125».

Технологический переход №4

- держатель «ISO NF123J25-2525BM»;
- пластина «ISO N123J2-0500-0004-TF 1105».

Технологический переход №5

- держатель «ISO QS-RF123K20C2525E-040B»;
- пластина «ISO N123K2-0600-0004-TM 1125».

Технологический переход №6

- сверло «460. -1-1000-050A1-XM GC34»;
- зенкер «B2320-0038 №1 P9K5 ОСТ 3-1773-73»;
- развертка «ISO 835.B-1000-A1-PF».

Технологический переход №7

- держатель «A06F-STFCR 06-R»;
- пластина «TCMT 06 T1 08-MF 1125».

010 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (код 4237)

Технологический переход №1

- держатель «ISO PSKNR 2525M 12»;
- пластина «ISO SNMG 12 04 16-MM 2220».

Технологический переход №2

- держатель «ISO PSKNR 2525M 12»;
- пластина «ISO SNMG 12 04 16-MM 2220».

Технологический переход №3

- держатель «A06F-STFCR 06-R»;
- пластина «TCMT 06 T1 08-MF 1125».

Технологический переход №4

- держатель «RAG151.32-16M15-25»;
- пластина «N151.3-265-25-4G 1125».

Технологический переход №5

- концевая фреза «1P240-0200-XA 1630».

Выводы по разделу два.

В разделе определен вид заготовки и метод ее получения. Выбраны технологические базы и определена последовательность обработки поверхностей детали. Определены методы обработки и количества необходимых переходов. Сформированы операции, подобрана инструментальная оснастка.

3 РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

3.1 Основные элементы интерфейса

Перед тем, как перейти к поэтапной обработки детали типа «Крышка», рассмотрим интерфейс программы. Здесь рассмотрим те элементы, которые будут в первую очередь необходимы в процессе разработки технологических операций при обработке детали типа «Крышка».

Начнём с главного окна системы[12]. Тут имеются такие элементы, как «Главная панель», «Закладки режимов работы», «Графическое окно», «Панель текущего режима работы» и «Панель параметров технологической операции», в соответствии с рисунком 3.1.

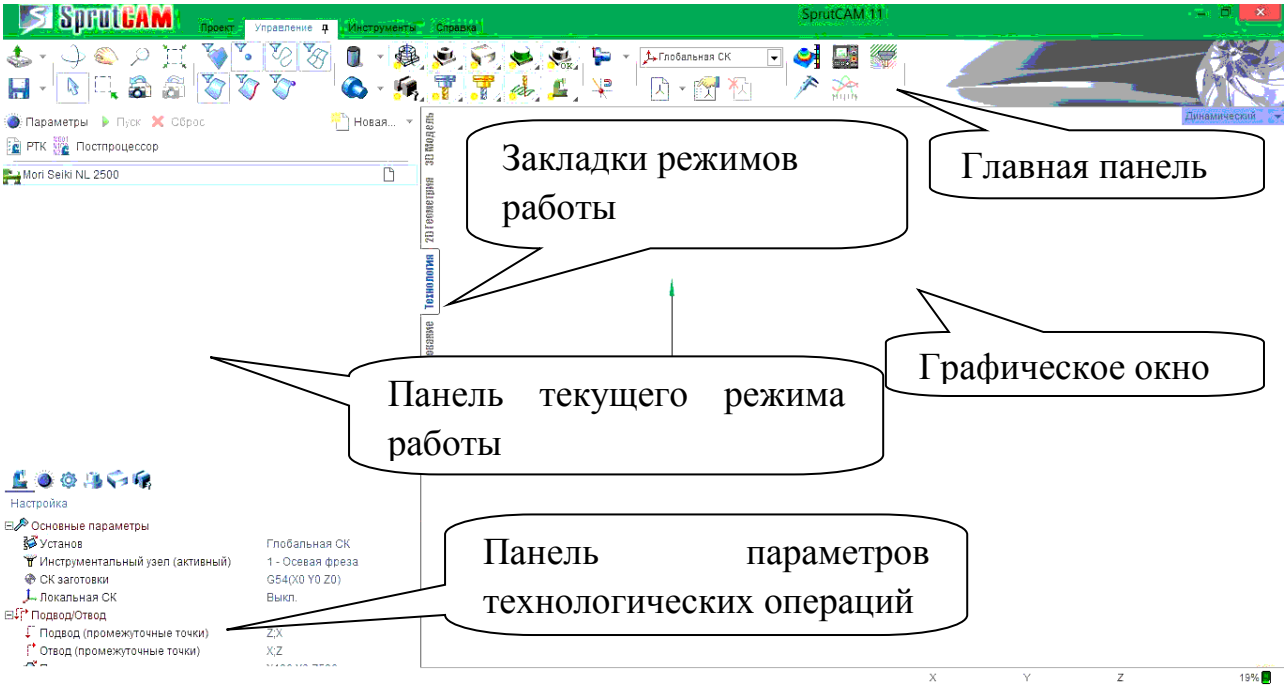

Рисунок 3.1 – Главное окно системы

Поле «Графическое окно» занимает основную часть экрана. В данном поле происходит визуализация 3D модели, моделирование обработки детали, 2D геометрия. Можно управлять режимами работы графического окна с помощью кнопок главной панели «Управление визуализацией».

Рассмотрим элементы главной панели. Начнем с закладки «Проекты», в соответствии с рисунком 3.2.

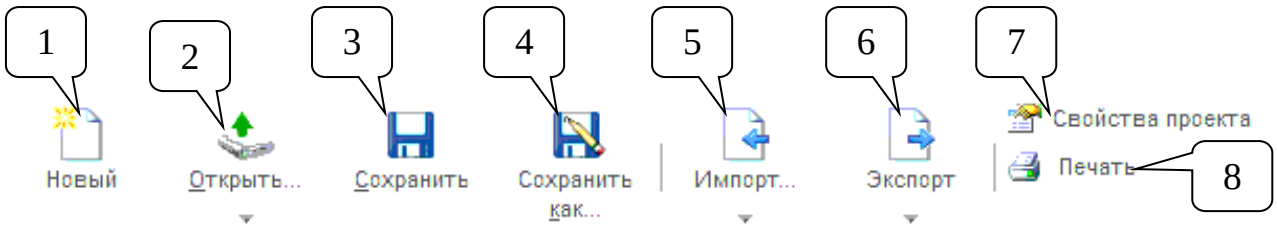

Рисунок 3.2 – Закладка «Проекты»

В данной закладке представлены следующие элементы:

- кнопка 1 «Новый» – создает новый проект;
- кнопка 2 «Открыть» – загружает сохраненный ранее проект;
- кнопка 3 «Сохранить» – сохраняет проект под текущим именем. Если имя не было задано, то программа запрашивает новое имя;
- кнопка 4 «Сохранить как» – сохраняет проект под новым именем. В окне диалога можно указать место сохранения файла, а также способ сохранения: краткий, средний или полный. Чем детальнее сохраняется проект, тем больше будет размер файла;
- кнопка 5 «Импорт» – импортирование (загрузка) трехмерной модели из внешнего файла;
- кнопка 6 «Экспорт» – экспорт данных во внешний формат;
- кнопка 7 «Свойства проекта» – данный элемент содержит информацию о свойствах проекта;
- кнопка 8 «Печать» – печать графического объекта с высоким разрешением и указанным масштабом.

Далее перейдем к закладке «Управление» к блоку «Управление визуализацией», в соответствии с рисунком 3.3.

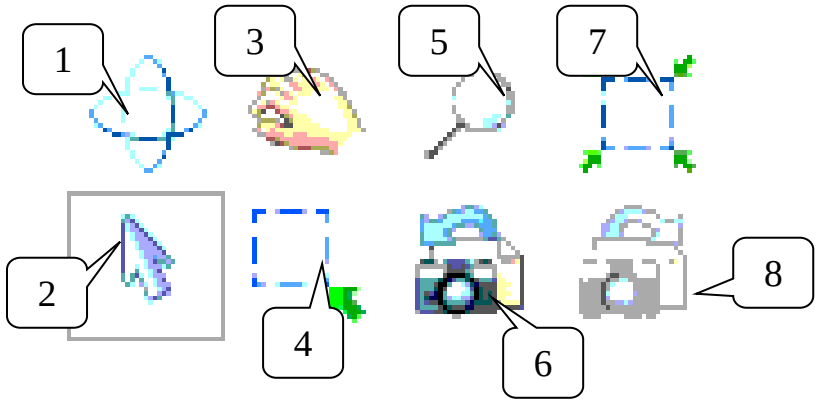

Рисунок 3.3 – Блок «Управление визуализацией»

В данном блоке представлены следующие элементы:

- кнопка 1 «Динамическая установка вектора взгляда» – служит для поворота и вращения объекта в графическом окне. (примечание: двойной щелчек средней клавишей мыши (колеса прокрутки) в графическом окне осуществляет поворот текущего вектора взгляда до ближайшего стандартного);
- кнопка 2 «Режим выбора объектов» – выполняет функцию выбора поверхностей детали (в данном случаем выбранная поверхность будет подсвечена);
- кнопка 3 «Сдвиг» (3) – производит смещение модели;
- кнопка 4 «Масштабирование рамкой» – увеличивает область экрана, заданной двумя точками рамкой;
- кнопка 5 «Масштаб ближе/дальше» – изменение масштаба в графическом виде;
- кнопка 6 «Восстановить вид» – позволяет вернуть предыдущие параметры графического вывода;
- кнопка 7 «Показать все» – при нажатии на данную кнопку система устанавливает такой масштаб визуализации, при котором все геометрические объекты попадут в окно, при этом текущий режим графического окна изменен не будет;
- кнопка 8 «Сохранить вид» – позволяет отменить возврат к предыдущим параметрам графического вывода.

Рассмотрим следующий блок «Фильтр выбора объектов», в соответствии с рисунком 3.4.

Рисунок 3.4 – Блок «Фильтр выбора объектов»

Параметры фильтра при выборе устанавливаются нажатием соответствующих кнопок. Если кнопка не нажата, то выбор объектов соответствующего типа разрешен, если отжата, то запрещен.

В данном блоке имеются следующие кнопки:

– разрешить/запретить выбор вершин объектов;

– разрешить/запретить выбор групп объектов;

– разрешить/запретить выбор сеточных объектов;

– разрешить/запретить выбор поверхностей;

– разрешить/запретить выбор точек;

– разрешить/запретить выбор кривых.

Теперь рассмотрим «Панель управления видимости объектов». Назначение данной панели является управление видимостью и параметрами отображения объектов SprutCAM в различных режимах работы приложения (трехмерная модель, моделирование, технология, расчетно-технологическая карта, печать). Данная панель представлена в соответствии с рисунком 3.5.

Рисунок 3.5 – Панель видимости объектов

В данной панели имеются следующие кнопки:

- кнопка 1 «Режим окна» – переключает способ отображения тел в графическом окне: тонированное отображение, прорисовка тонированных поверхностей с обрисовкой ребер, проволочное отображение 3D – детали;
- кнопка 2 «Токарный вид» – переключает способ отображения тел вращения: 3D объект, 3D объект с вырезом 1/4 части от целой детали, разрез 3D объекта с осевым сечением, 2D вид объекта;
- кнопка 3 «Видимость модели» – включение/выключение видимость модели (включена при нажатом положении, отключена при отжатом положении);
- кнопка 4 «Видимость оснастки» – включение/выключение видимость оснастки;
- кнопка 5 «Видимость детали» – включение/выключение видимость детали;
- кнопка 6 «Видимость инструмента» – включение/выключение видимость инструмента;
- кнопка 7 «Видимость заготовки» – включение/выключение видимости заготовки;
- кнопка 8 «Видимость державки» – включение/выключение видимости державки;
- кнопка 9 «Видимость рабочего задания» – включение/выключение видимости рабочего задания;
- кнопка 10 «Видимость траектории обработки» – включение/выключение видимости траектории обработки;
- кнопка 11 «Видимость результата обработки» – включение/выключение видимости результата обработки;
- кнопка 12 «Видимость станка» – включение/выключение видимости станка.

Также можно включить/выключить видимость отдельных частей станка такие как: станина, револьверная головка, люнет (если имеется) боковые стенки и т.д.

Также в процессе разработки обработки детали будут необходимы такие кнопки, как кнопка 1 «Сравнение» для сравнения результата обработки с деталью и кнопка «Измерение геометрии» для измерения размеров отдельных поверхностей, кривых и т.д. Эти кнопки представлены в соответствии с рисунком 3.6.

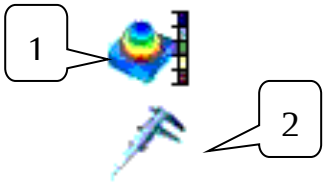

Рисунок 3.6 – «Сравнение» и «Измерение геометрии»

Перейдем к следующей закладке главной панели «Инструменты» представленной в соответствии с рисунком 3.7.

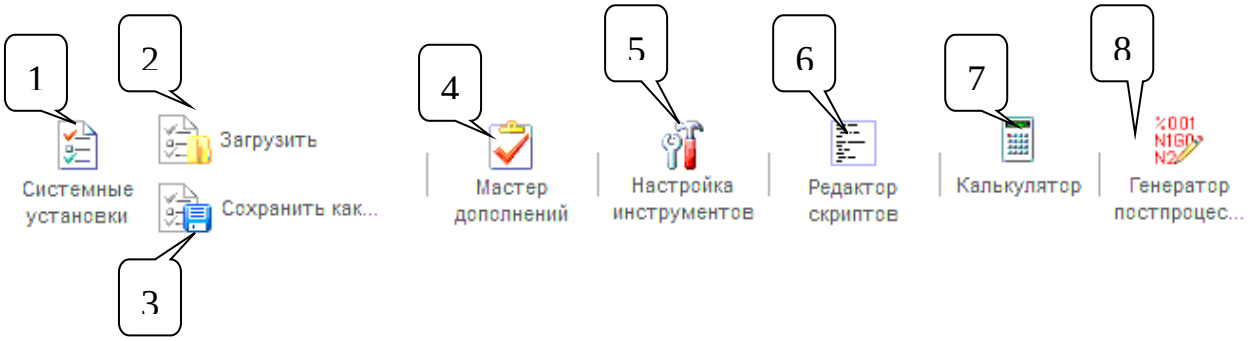

Рисунок 3.7 – Панель «Инструменты»

Панель инструментов содержит кнопки для запуска дополнительных встроенных и внешних, а также кнопку для открытия окна настроек. Рассмотрим кнопки, которые тут присутствуют:

- кнопка 1 «Системные установки» – позволяет открыть окно системных установок, в которой изменяются параметры визуализации, единиц измерения, пути сохранений проектов и т.д.(примечание: если при запуске системы файл настроек не будет обнаружен, то он будет создан автоматически и все настройки будут выставлены по умолчанию);
- кнопка 2 «Загрузить» – позволяет загрузить системные установки из файла конфигурации;
- кнопка 3 «Сохранить как» – позволяет сохранить текущие системные установки в отдельный файл конфигурации;
- кнопка 4 «Мастер дополнений» – позволяет открыть окно настройки мастера дополнений SprutCAM. Мастер дополнений – это приложение предназначенное для установки, подключения или отключения дополнений к системе SprutCAM, регистрацию внешних CAD – трансляторов (таких как Kompas, T – Flex, Autodesk Inventor Professional), а также для настройки их параметров.
- кнопка 5 «Настройка инструментов» – открывает окно для настройки панели и меню запуска внешних задач. Окно настройки позволяет менять состав кнопок на закладке «Инструменты» главной панели приложения. Тут также можно переместить или скрыть стандартные утилиты (генератор отчетов, калькулятор, генератор постпроцессоров), если они не используются, а также добавить вместо них внешние утилиты по желанию.

- кнопка 6 «Редактор скриптов» – запускает редактор скриптов.
- кнопка 7 «Калькулятор» – запускает калькулятор.
- кнопка 8 «Генератор постпроцессоров» – запускает приложение для генерации файлов настройки постпроцессора.

Далее рассмотрим закладки «Режимы работы», в соответствии с рисунком 3.8.

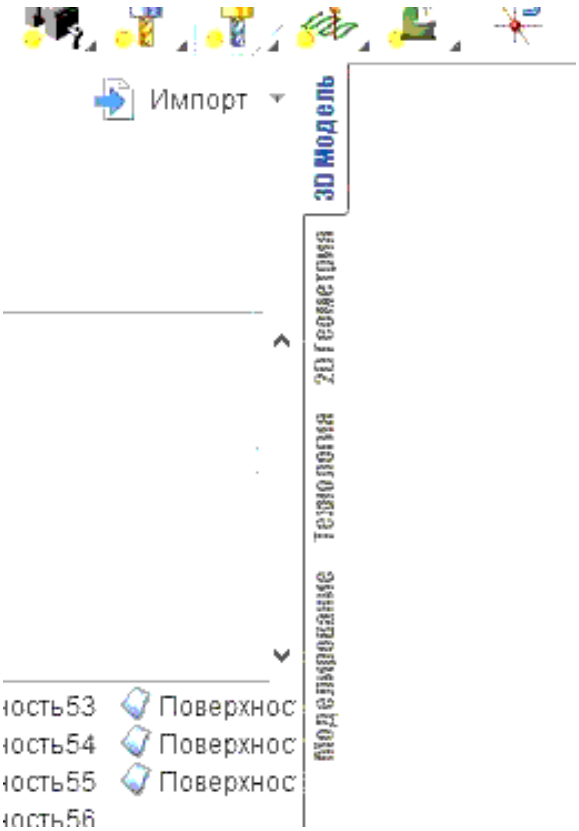

Рисунок 3.8 – Закладки «Режимы работы»

В режиме «3D Модель» производятся: импорт трехмерных моделей из других CAD – систем, корректировка структуры трехмерной модели, пространственные преобразования объектов, генерация новых элементов из уже существующих, управление визуальными свойствами объектов трехмерной модели.

Закладка «2D Геометрия» позволяет создавать двумерные геометрические объекты в произвольных плоскостях. Среда имеет мощные функции построения параметризованных геометрических моделей и возможность привязки к координатам трехмерной модели. Построенные 2D контуры и точки могут использоваться при задании параметров технологических операций. При помощи построенных плоских контуров могут формироваться:

- заготовки;
- зоны обработки;

- запрещенные зоны;
- направляющие кривые в управляемых операциях;
- обрабатываемые модели в гравировальных операциях;
- обрабатываемые модели в операциях 2 – 2,5D обработки;
- обрабатываемые модели в токарных операциях;
- обрабатываемые модели в операциях резки.

Построение геометрических объектов ведется в плоскости XY текущей системы координат. Объекты считаются независимыми, если принадлежат разным системам координат. Также все двумерные геометрические объекты имеют в системе два представления: графическое и языковое. При этом между этими представлениями имеется связь, а именно, каждому изображенному объекту соответствует строка в программе на языке геометрического процессора. В языке геометрического процессора существует большое количество различных способов определения объектов.

В режиме «Технология» формируется процесс обработки детали. Он представляет собой последовательность технологических операций различных типов, настройка всех параметров технологических операций, расчет траектории инструмента. В данном режиме осуществляется доступ к постпроцессору для генерации управляющей программы. Закладка данного режима представлена в соответствии с рисунком 3.9.

Рисунок 3.9 – Закладка режима «Технология»

В режиме «Технология» в верхней части окна присутствует последовательность технологических операций, узлы для доступа к основным параметрам, создание новых технологических операций. Рассмотрим кнопки, которые присутствуют в данной части окна:

- кнопка «Новая» – открывает окно для создания новой операции;
- кнопка «Параметры» – открывает окно редактирования текущей операции (выбор или изменение инструмента, режимы резания, стратегия обработки);
- кнопка «Пуск» – расчет траектории текущей операции;
- кнопка «Сброс» – сбрасывает результаты расчета текущей операции;
- кнопка «РТК» – формирует расчетно-технологическую карту, содержащую вспомогательную информацию для выполнения обработки;
- кнопка «Постпроцессор» – открывает окно генерации управляющей программы.

Напротив каждой операции имеется иконка , отображающая статус операции. Если на иконке изображена зеленая галочка, следовательно операция рассчитана и смоделирована без ошибок. Но если на иконке изображен красный восклицательный знак, то в процессе моделирования операции были обнаружены ошибки.

Закладка «Моделирование» обеспечивает получение достоверных и точных геометрических моделей, получаемых при токарном точении, фрезеровании, резьбонарезании, сверлении, а также многокоординатной фрезерной обработки. Данная функцию дает возможность получить реалистичное изображение обработанной детали. Окно закладки «Моделирование» представлено в соответствии с рисунком 3.10.

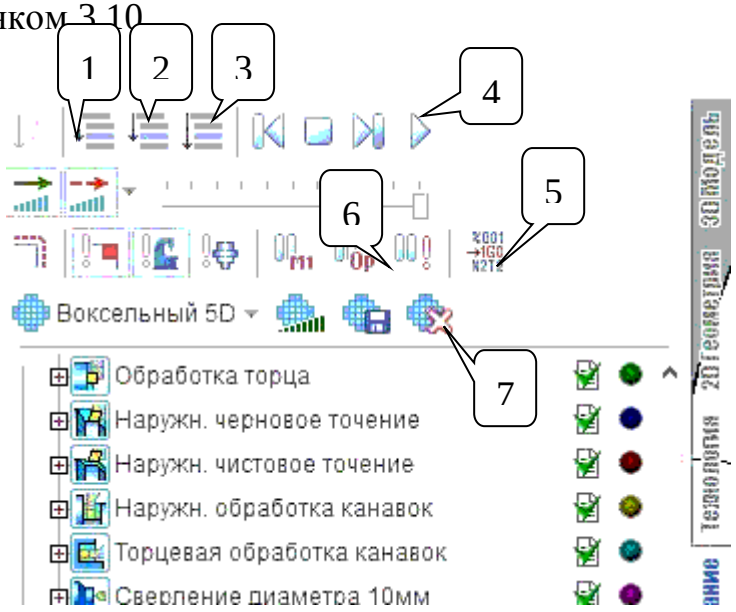

Рисунок 3.10 – Окно режима «Моделирование»

На данном рисунке изображены следующие кнопки:

- кнопка 1 «Моделирование текущей операции» – позволяет запустить быстрое моделирование только текущей операции;
- кнопка 2 «Моделирование до текущей операции» – позволяет запустить быстрое моделирование до текущей операции;
- кнопка 3 «Моделирование всех операций» – позволяет запустить быстрое моделирование всех операций;
- кнопки 4 «Стоп», «Пуск» – запускает или останавливает пошаговое моделирование от выбранного узла до конца технологического процесса;
- кнопка 5 «Моделирование на основе управляющей программе» – позволяет использовать управляющую программу для моделирования процесса обработки;
- кнопка 6 «Останавливаться на ошибках» – автоматически остановить процесс моделирования обработки детали при обнаружении ошибок;
- кнопка 7 «Сброс» – позволяет обновить визуальные параметры обрабатываемой детали.

На этом этапе закончим обзор основных элементов интерфейса программы и перейдем непосредственно к поэтапной обработки детали типа «Крышка».

3.2 Поэтапная обработка детали типа «Крышка»

В данном разделе произведем поэтапную разработку обработку детали «Крышка».[15] Конечным результатом является не только моделирование обработки, но и получение управляющей программы.

На основе чертежа (см. рисунок 2.2) выполняется 3D модель детали в любом из доступных CAD – систем. В данном случае трехмерная модель была выполнена в CAD – системе «Kompas». 3D деталь представлена в соответствии с рисунком 3.11.

Рисунок 3.11 – Трехмерная модель детали «Крышка»

После того, как была создана трехмерная модель детали, её необходимо импортировать в CAM – систему SprutCAM. Для этого переходим в закладку 1 «3D модель», нажать на кнопку 2 «Импорт» и в открытом окне выбрать файл 3D детали 3, в соответствии с рисунком 3.12.

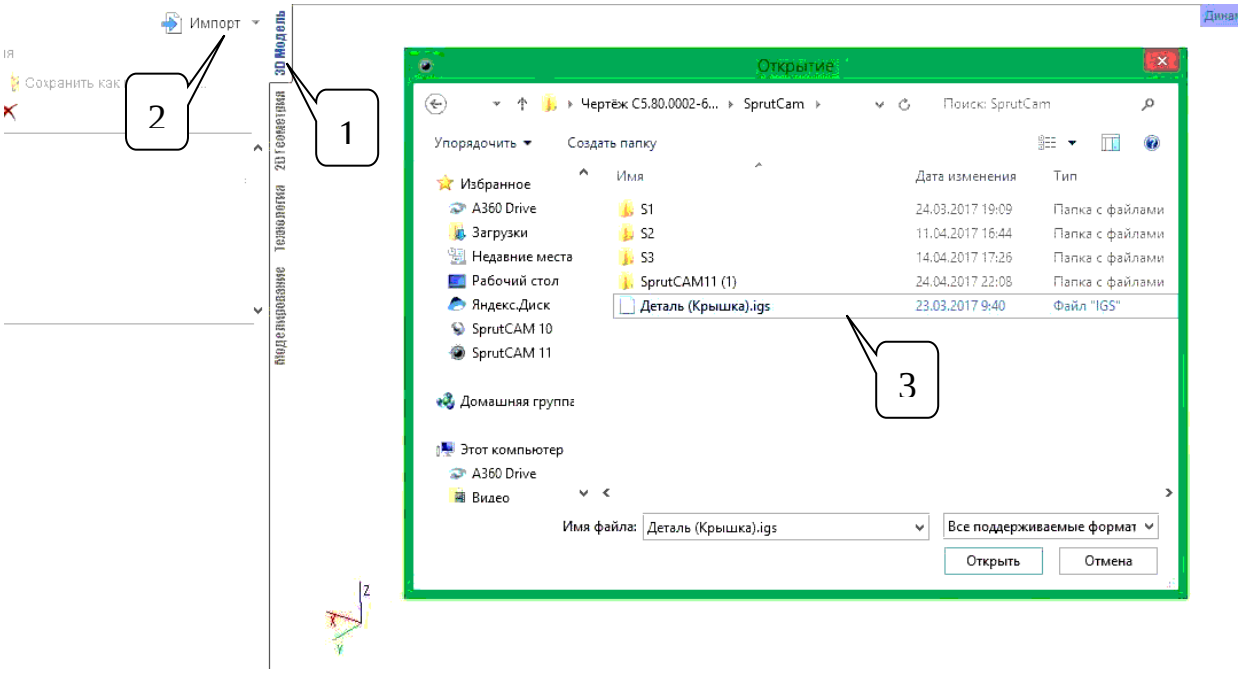

Рисунок 3.12 – Импорт трехмерной детали в SprutCAM

Примечание: файл 3D модели необходимо сохранять в формате igs.

Затем необходимо переориентировать деталь, чтобы она корректно отображалась при разработке операций и моделировании обработки. Для этого нужно выделить всю деталь в графическом окне (либо мышкой, либо комбинацией клавиш «Ctrl+A»). В этом случае вся трехмерная модель будет подсвечена голубым цветом, в соответствии с рисунком 3.13.

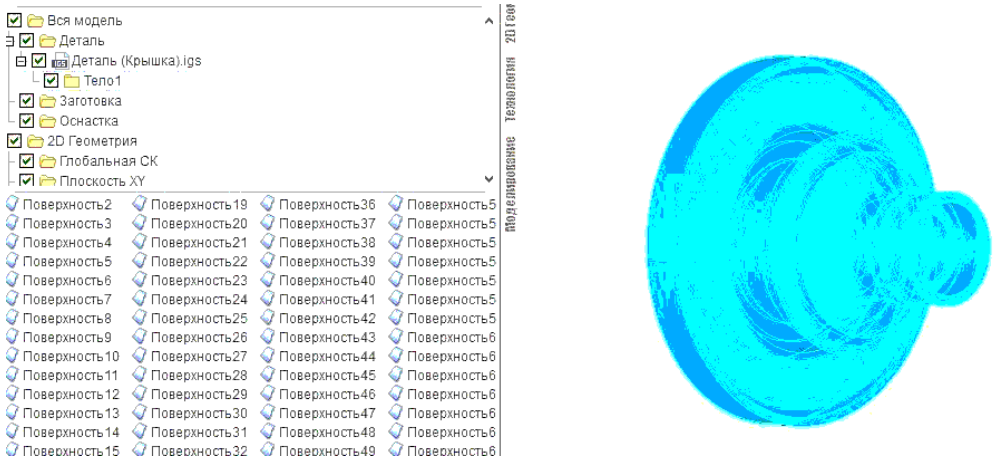

Рисунок 3.13 – Выделенная трехмерная модель

При этом можно заметить, что в левой части окна показаны поверхности, которые были выделены.

Далее нужно нажать кнопку1 «Преобразовать», затем в открывшемся окне нажимаем на вкладку 2 «Поворот», после этого в области 3 «Поворот вокруг» поворачиваем деталь на 90° по оси Y. введя значение 90 в поле 4 Ry’. При этом в графическом окне виден предпросмотр результата 5 с измененными параметрами, в соответствии с рисунками 3.14.

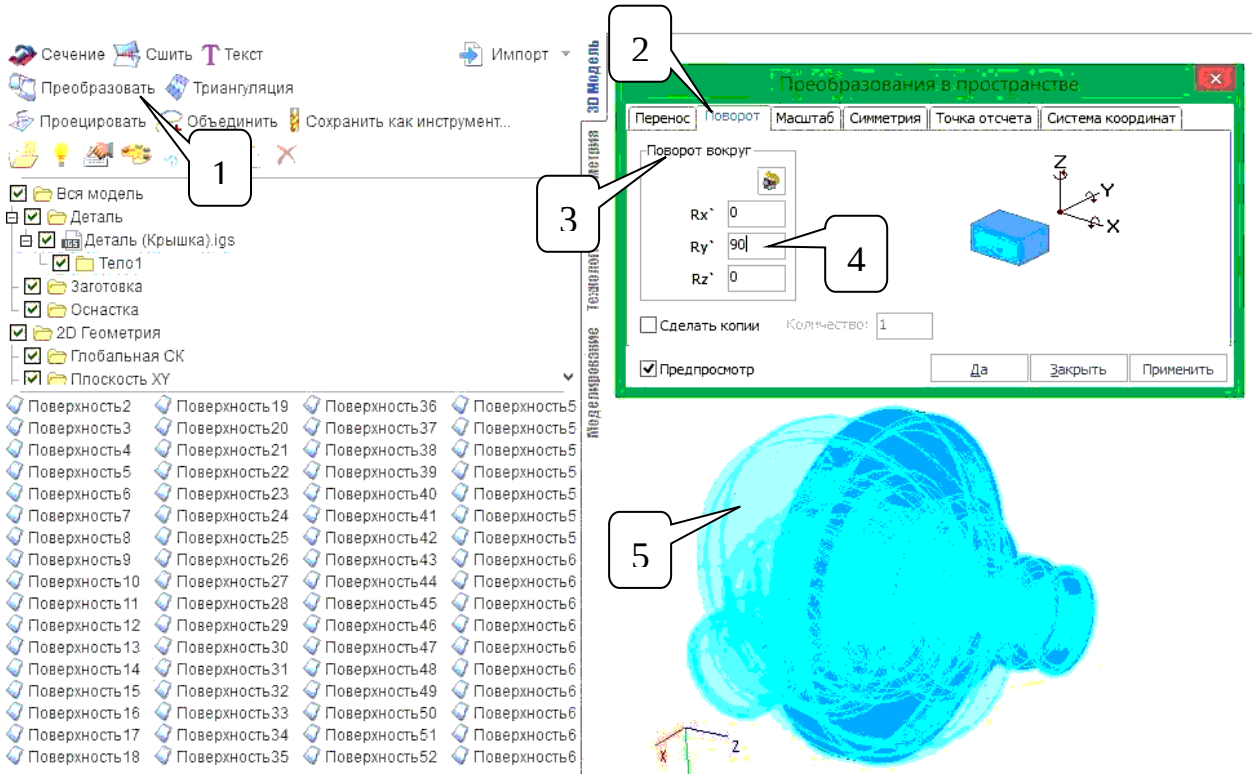

Рисунок 3.14 – Преобразование трехмерной модели

Нажимаем «Да» и получаем результат, в соответствии с рисунком 3.15.

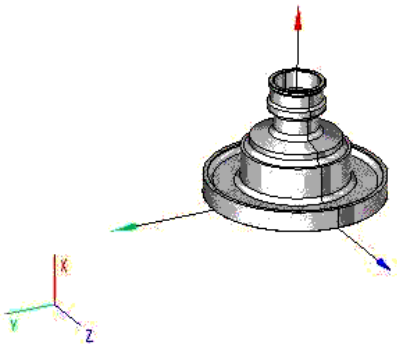

Рисунок 3.15 – Результат преобразования

После того, как 3D модель была преобразована, необходимо выбрать оборудование для обработки [6]. В SprutCAM проектирование операций начинается с выбора станка, на котором будет проводится обработка. От типа станка и его параметров зависят набор доступных операций, их возможности, дальнейшее поведение системы. Для нашей детали необходимы такие токарные и фрезерные операции. Поэтому выбираем токарно – фрезерный станок. Сначала переходим в закладку 1 «Технология» на закладках режимов работы. Для выбора станка нужно выбрать корневой узел технологического процесса 2, затем нажать на кнопку 3 «Параметры», в открывшемся окне нажимаем на вкладку 4 «Станки», в столбце 5 «Группа» находим группу станков 6 «Токарно – фрезерный» и выбираем станок 7 Mori Seiki NL 2500. Нажимаем кнопку 8 «Да», в соответствии с рисунком 3.16.

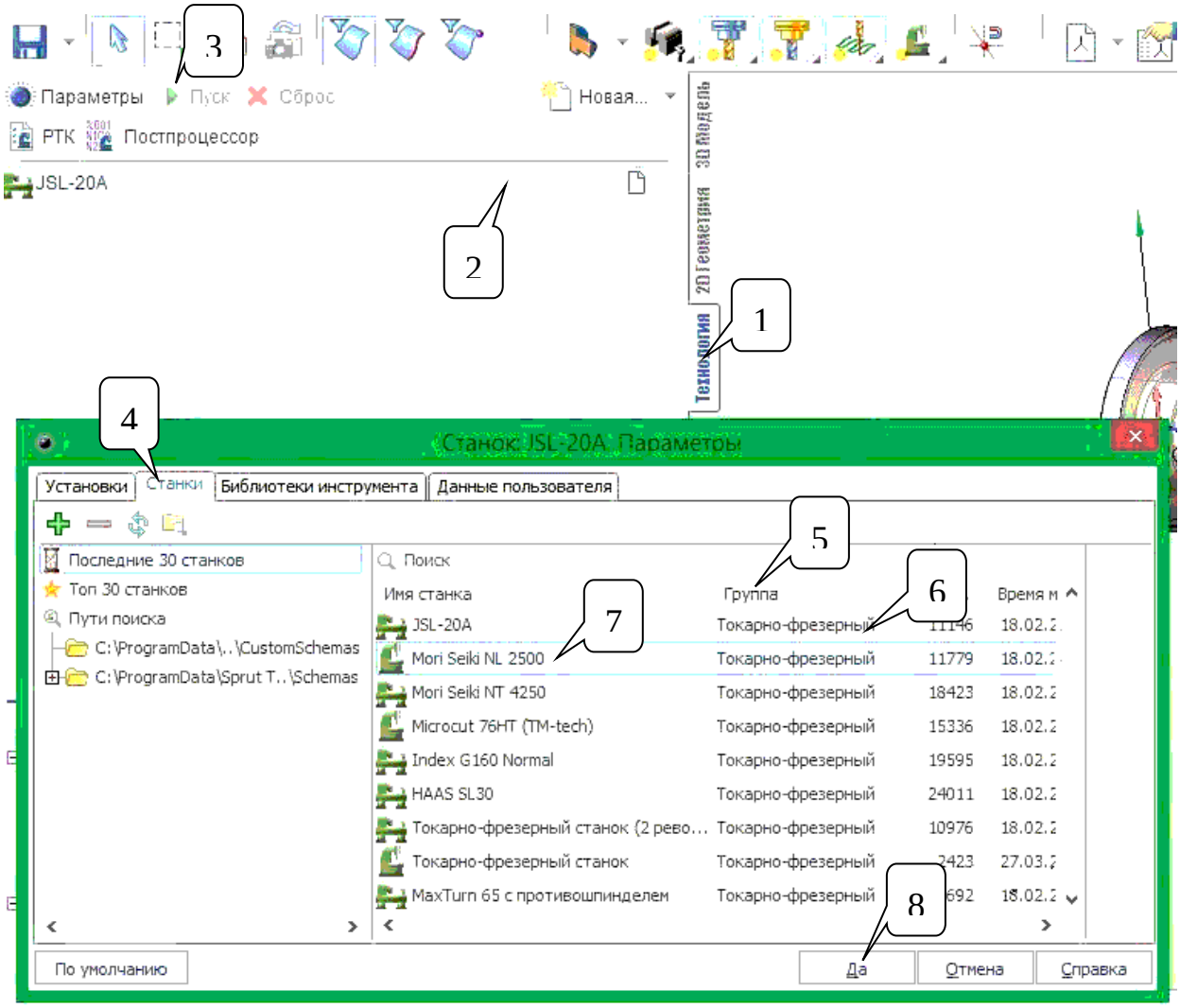

Рисунок 3.16– Окно выбора режущего оборудования

Прежде чем приступать к формированию операций, необходимо задать заготовку для всего технологического процесса. Заготовка для технологического процесса обязательно должна быть указана, исключения бывают лишь в случае обработки каких-либо отдельных элементов только чистовыми операциями, при этом не учитывая начальную и промежуточную обработки. Модель заготовки всегда твердотельная, таким образом ограничивая замкнутый объем пространства. Заготовка может быть представлена телами, построенными на базе кривых или описанными вокруг детали. Она определяется исходную геометрическую форму обрабатываемого материала, которая будет меняться от одной операции к другой. В итоге заготовка каждой следующей операции будет являться результатом обработки предшествующей операции. Заготовка также отображается при моделировании обработки детали.

Для создания заготовки переходим в «Панель задания параметров операций» 1 и нажимаем кнопку 2 «Заготовка». Затем нажимаем на кнопку 3 «Примитив» и перед нами открывается диалоговое окно 4 «Заготовка»,в соответствии с рисунком 3.17.

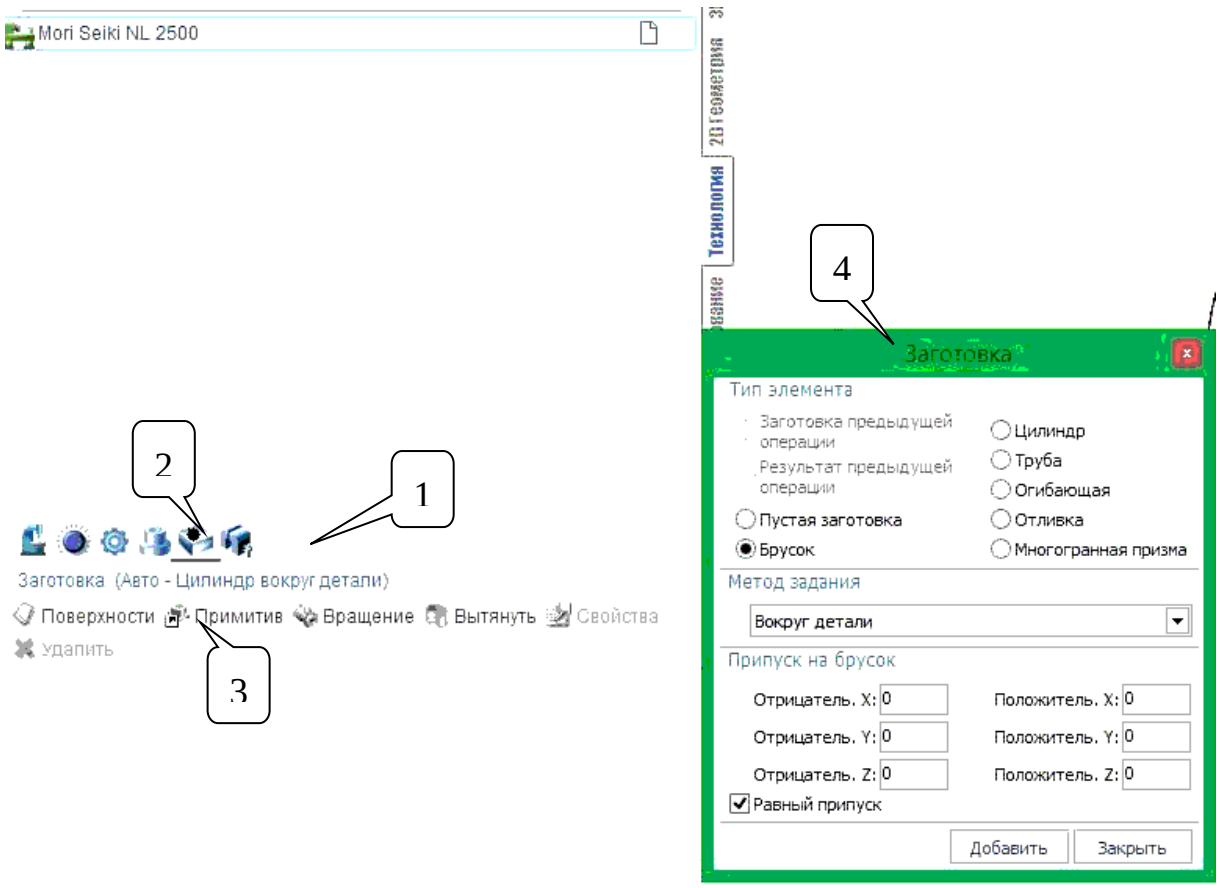

Рисунок 3.17 – Диалоговое окно «Заготовка»

В диалоговом окне выбираем форму заготовки 1 «Цилиндр», метод задания 2 «Вокруг детали». Расположение выбираем 3 по оси X, а центр расположения выбираем 4 «Центр бруска». В завершении ставим припуск на цилиндр, при этом убрав галочку 5 «Равный припуск». Ставим значение припуска 6 на радиус 2,5, положительный осевой припуск 7 соответствует значению 1,75, осевой отрицательный припуск 8 ставим значение 2. Нажимаем кнопку 9 «Добавить», в соответствии с рисунком 3.18.

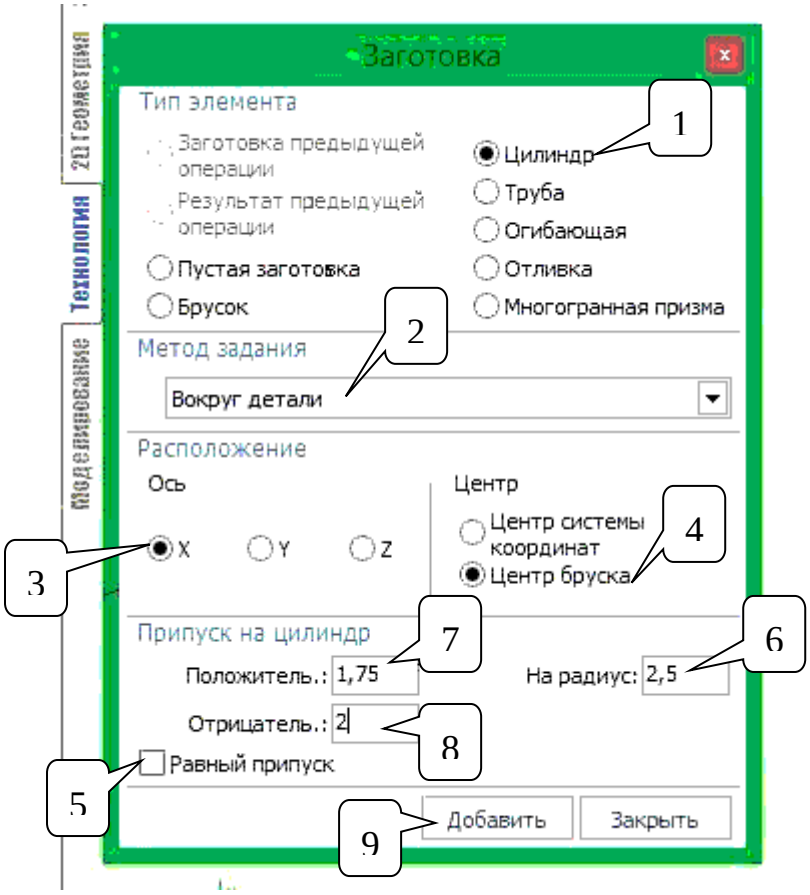

Рисунок 3.18 – Параметры заготовки

Таким образом, в окне параметров заготовки 1 появляется строка текущей заготовки 2 «Цилиндр вокруг детали», а также в графическом окне видна заготовка с заданными ранее параметрами 3, в соответствии с рисунком 3.19.

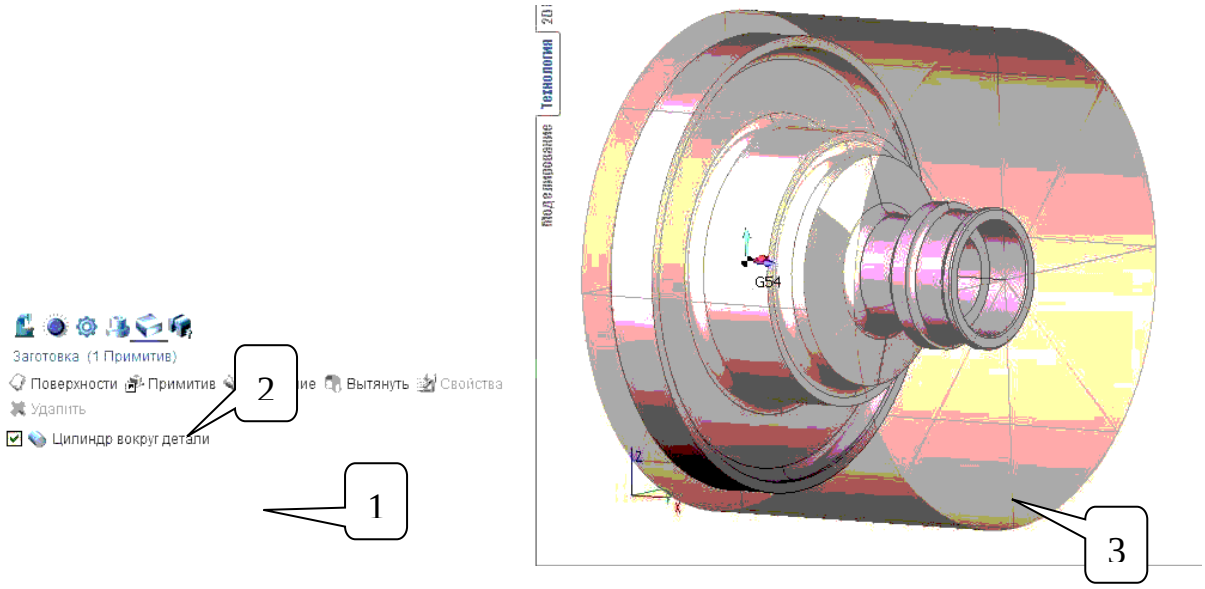

Рисунок 3.19 – Заготовка

При этом можно изменить параметры текущей заготовки, нажав два раза на строку 1 «Цилиндр вокруг детали», или же выбрав эту строку и нажав кнопку 2 «Свойства». Также заготовку можно попросту выключить (т.е. она не будет учитываться при разработки операций и визуально в графическом окне), убрав галочку со строки 3 «Цилиндр вокруг детали», в соответствии с рисунком 3.20.

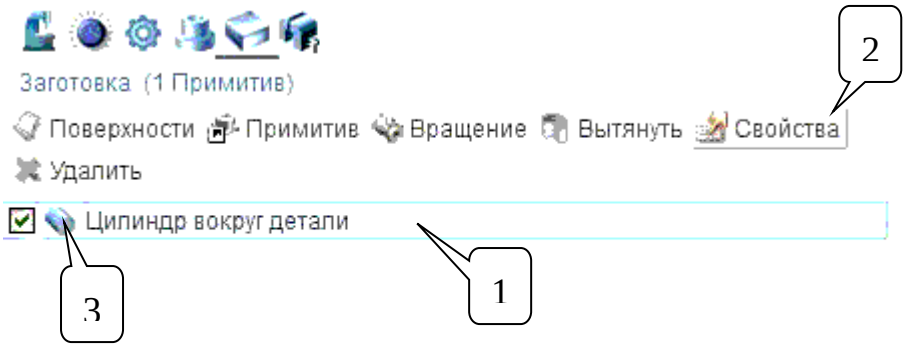

Рисунок 3.20 – Изменение текущей заготовки

Установка и настройка положения заготовки в патроне.

Теперь необходимо корректно установить деталь в зажимном приспособлении. В данном случае зажимным приспособлением является трехкулачковый патрон. Если в графическом окне не отображается станок, то нужно на главной панели в закладке «Управление» нажать на кнопку «Видимость станка». Теперь станок появился в графическом окне и видны его основные

элементы: трехкулачковый патрон 1, револьверная головка на 12 инструментов 2, задний центр 3 и станина 4, в соответствии с рисунком 3.21.

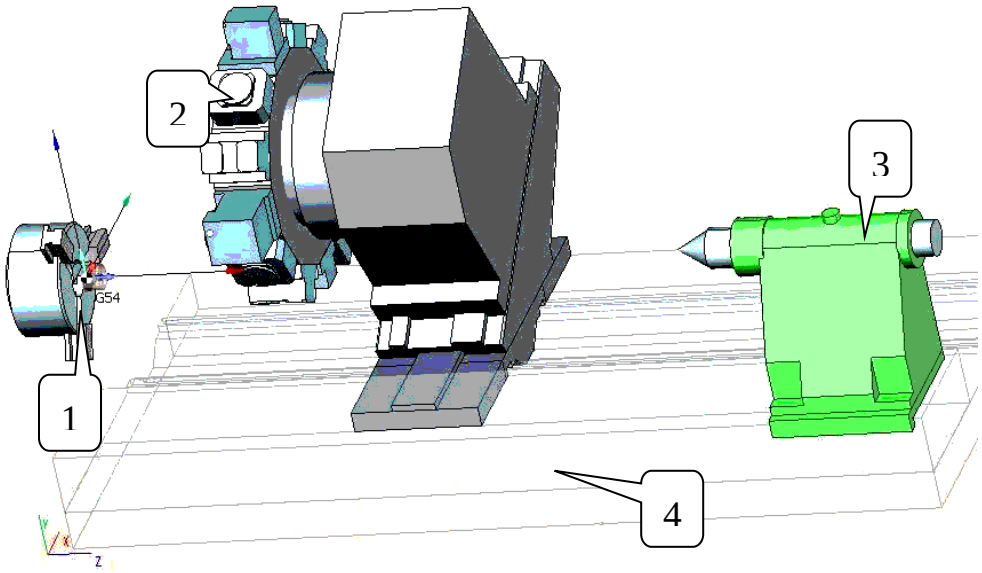

Рисунок 3.21 – Основные элементы станка в графическом окне

На панели задания параметров операции нажимаем кнопку 1 «Настройка». В окне задания параметров операции находим 2 «Установ» в строке 3 «Основные параметры». Далее нажимаем на кнопку 4 и открывается диалоговое окно 5 «Установ заготовки», в соответствии с рисунком 3.22.

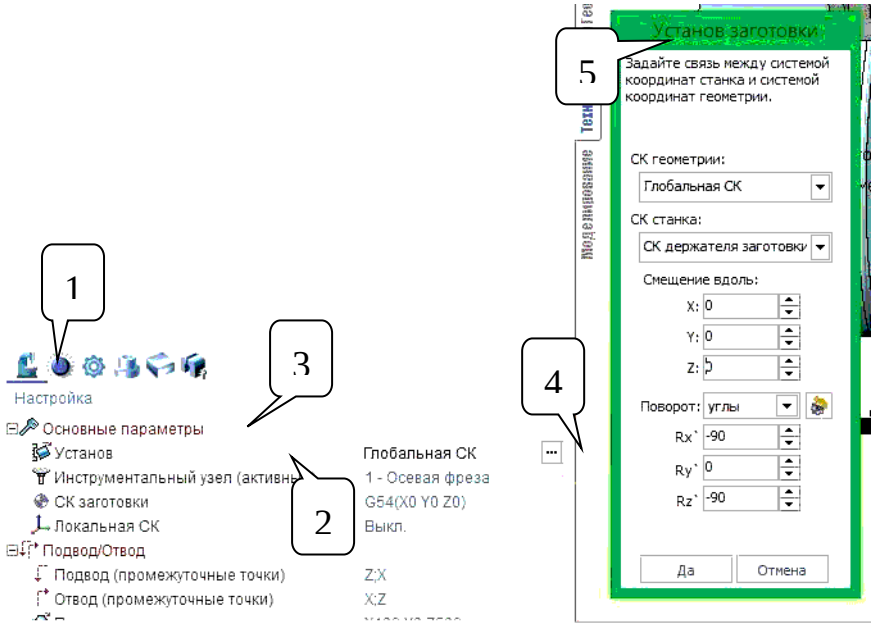

Рисунок 3.22 – Установ заготовки

В диалоговом окне задаем параметры смещения заготовки вдоль оси Z. Для этого в поле 1 «Смещение вдоль» ставим значение -5 по оси Z в положении 2.Нажимаем кнопку 3 «Да» и на графическом окне виден результат смещения, а также значение смещения 4, в соответствии с рисунком 3.23.

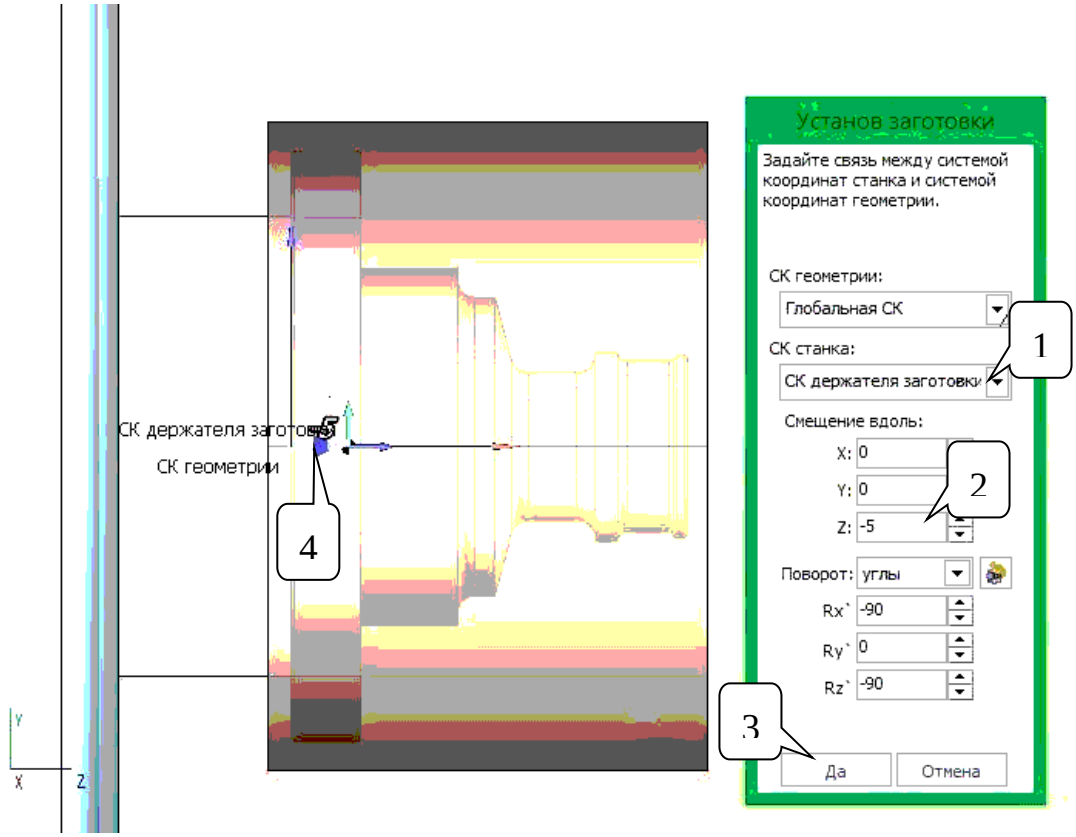

Рисунок 3.23 – Параметры для установа заготовки

При этом можно изменить систему координат геометрии или станка в соответствующих полях.

Однако также необходимо не только корректно произвести установ, но и зажать деталь в кулачки. Поэтому в окне задания параметров находим строку 1 «Другие» и в поле 2 «Jaw (Диаметр кулачков)» ставим значение диаметра заготовки 3. В данном случае это значение равно 56,5. В графическом окне 4 видим, что кулачки корректно зажали нашу заготовку, в соответствии с рисунком 3.24.

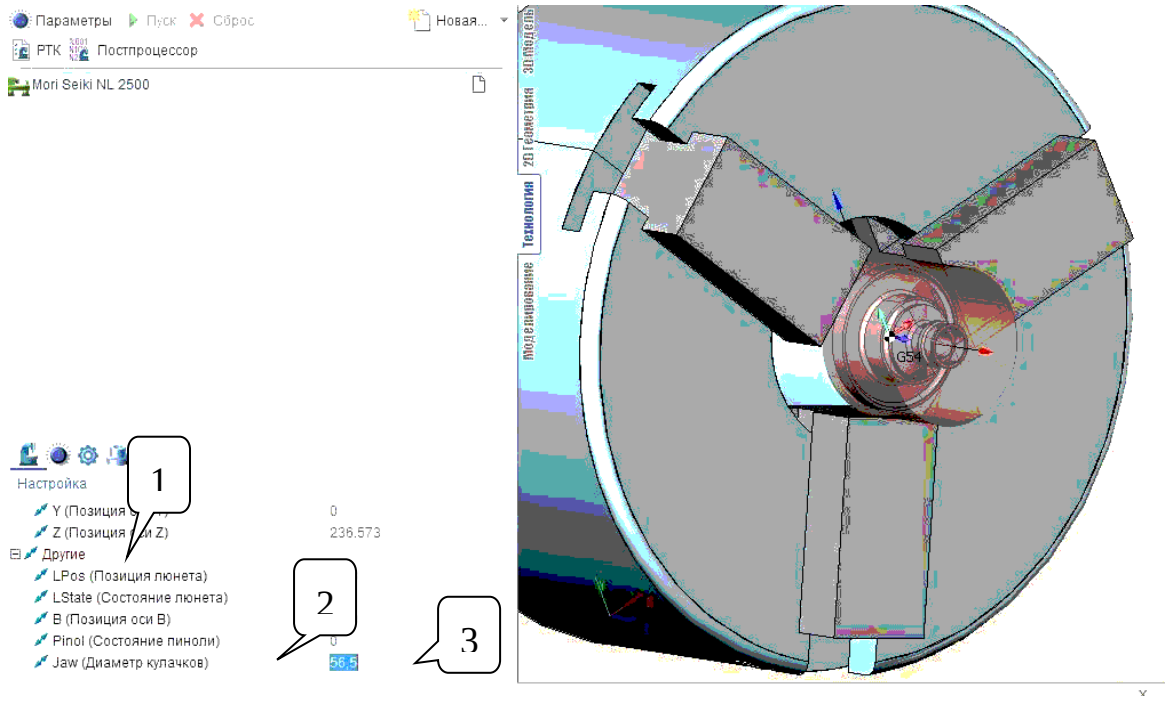

Рисунок 3.24 – Зажим заготовки в патроне

Примечание: если диаметр заготовки неизвестен, то с помощью кнопки «Измерение геометрии на главной панели программы в закладке «Управление» можно замерить нужный параметр заготовки.

Таким образом, когда задана деталь, заготовка, а также корректно установлена в зажимном приспособлении, то можно приступить непосредственно к самой разработке операций обработки детали.

Обработка правого торца размера 34,5h8.

Технологические операции создаются с помощью кнопки 2 «Новая операция» в закладке 1 «Технология», в соответствии с рисунком 3.25.

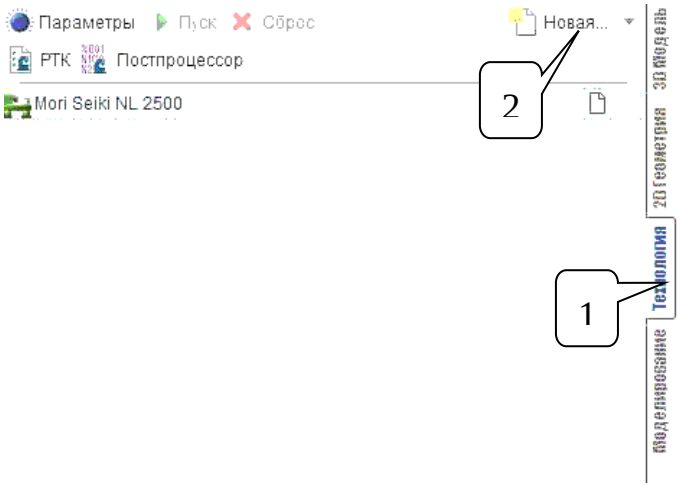

Рисунок 3.25 – Кнопка «Новая операция»

Открывается диалоговое окно, которое разделено на три части. Справа располагается информация о выбранной операции 1, а слева расположены группы операций 2. Здесь при выборе одной из групп операций на средней части окна отобразится список операций 3, которые принадлежат выбранной группе операций. Однако можно выбрать элемент «Все операции». Вследствие этого, на средней части окна будут представлены все доступные операции для данного станка. При необходимости быстрого поиска какой – либо операции можно воспользоваться строкой поиска 4. Все это представлено в соответствии с рисунком 3.26.

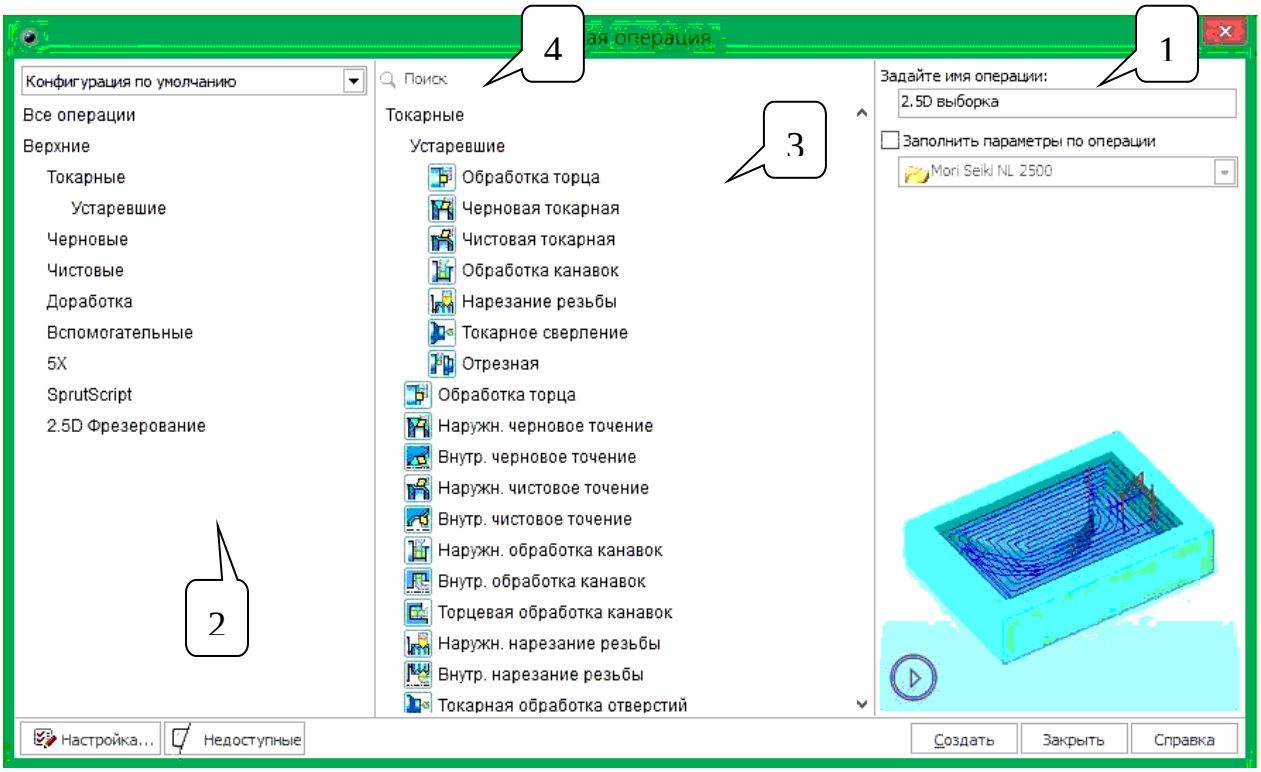

Рисунок 3.26 – Окно «Новая операция»

Сначала необходимо подрезать торец. Для этого в группе операций нажимаем на строку «Токарные» 1. В Списке операций выбираем «Обработка торца» 2. Чтобы создать операцию нужно нажать кнопку 3 «Создать». Обратите внимание, что в левой нижней части окна имеется возможность запустить анимацию выбранной операции 4, нажав на кнопку 5, в соответствии с рисунком 3.27.

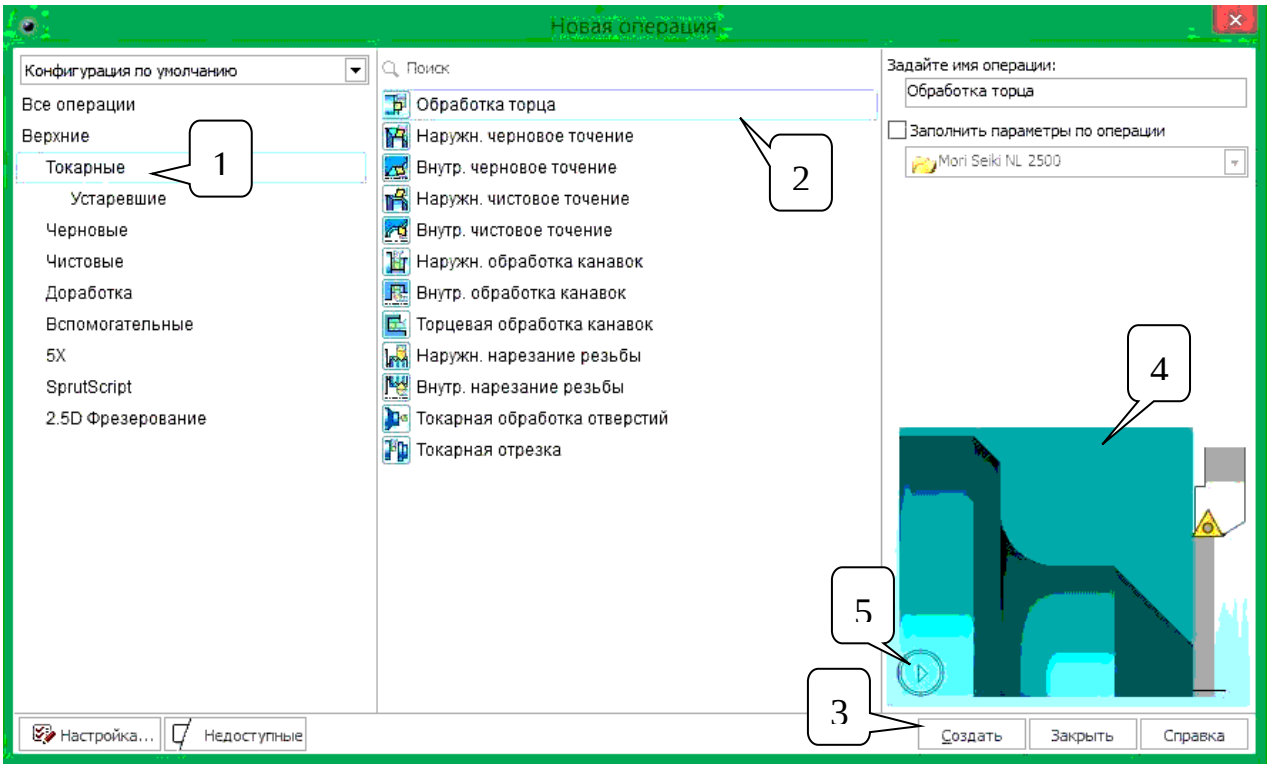

Рисунок 3.27 – Выбор операции «Обработка торца»

Следует отметить, что добавить операцию можно при двойном нажатии на левую кнопку мыши на выбранной операции. При этом диалоговое окно создания операции будет оставаться открытым.

Однако существует и более удобный и быстрый способ создания новой операции. Для этого необходимо щелкнуть по стрелке 1 рядом с кнопкой «Новая операция» 2, в появившемся меня найти требуемый тип операции 3 и добавить саму операцию 4, в соответствии с рисунком 3.28.

Примечание: группа операций «Токарные» - «Устаревшие» относятся к поздней версии программного обеспечения SprutCAM 10. Отличие устаревших операций от новых является иной другой принцип создания рабочего задания.

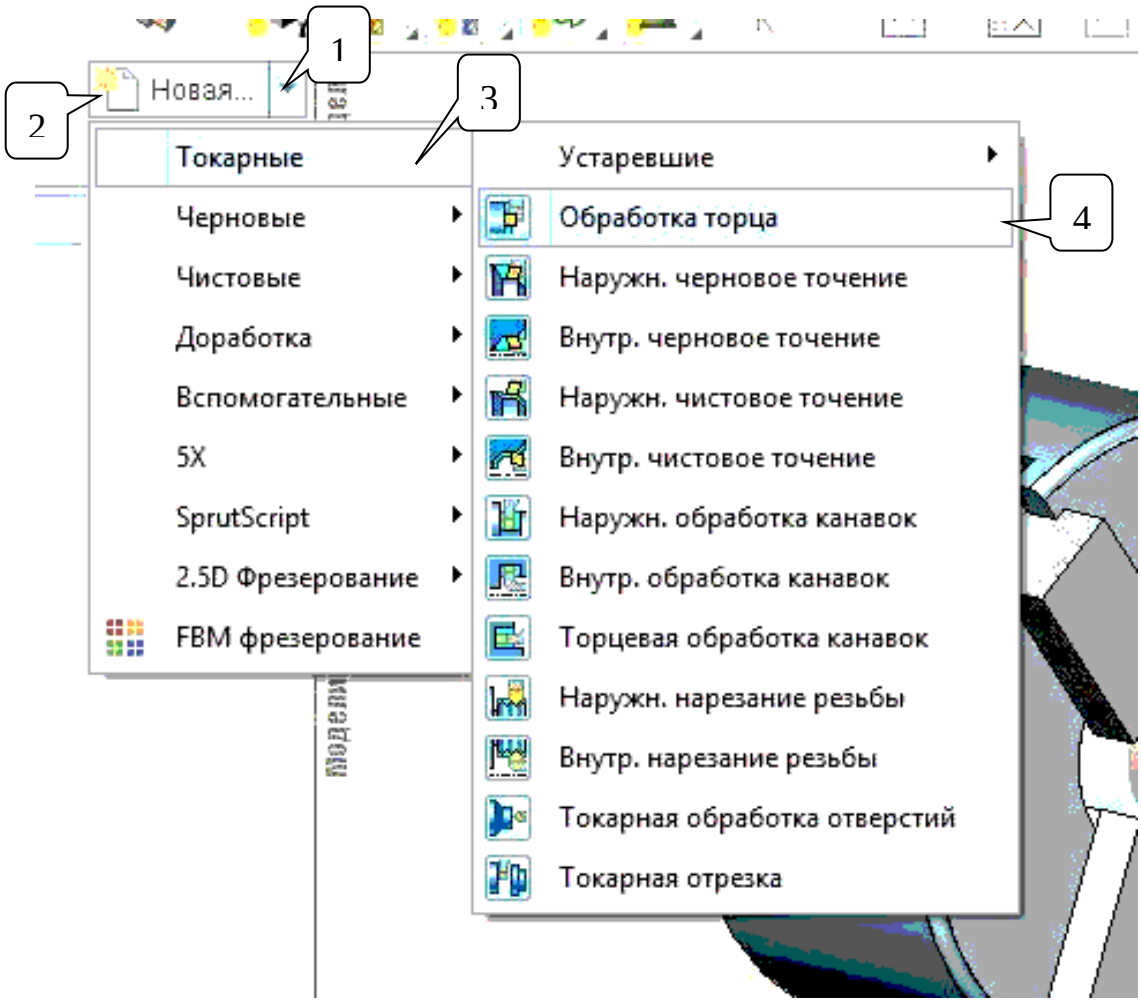

Рисунок 3.28 – Иной способ добавления операции

Итак, после того, как была добавлена токарная операция «Обработка торца» автоматически определяется торец и задается рабочее задание. Рабочее задание определяет какие – либо поверхности или же части поверхностей, которые должны быть обработаны для данной операции. В зависимости от операции, обрабатываемая деталь модель задается разными способами. Если рабочее задание не определено, то программа автоматические создаст направляющую область в виде внешней огибающей проекции детали. В нашем случае рабочее задание представлено в соответствии с рисунком 3.29.

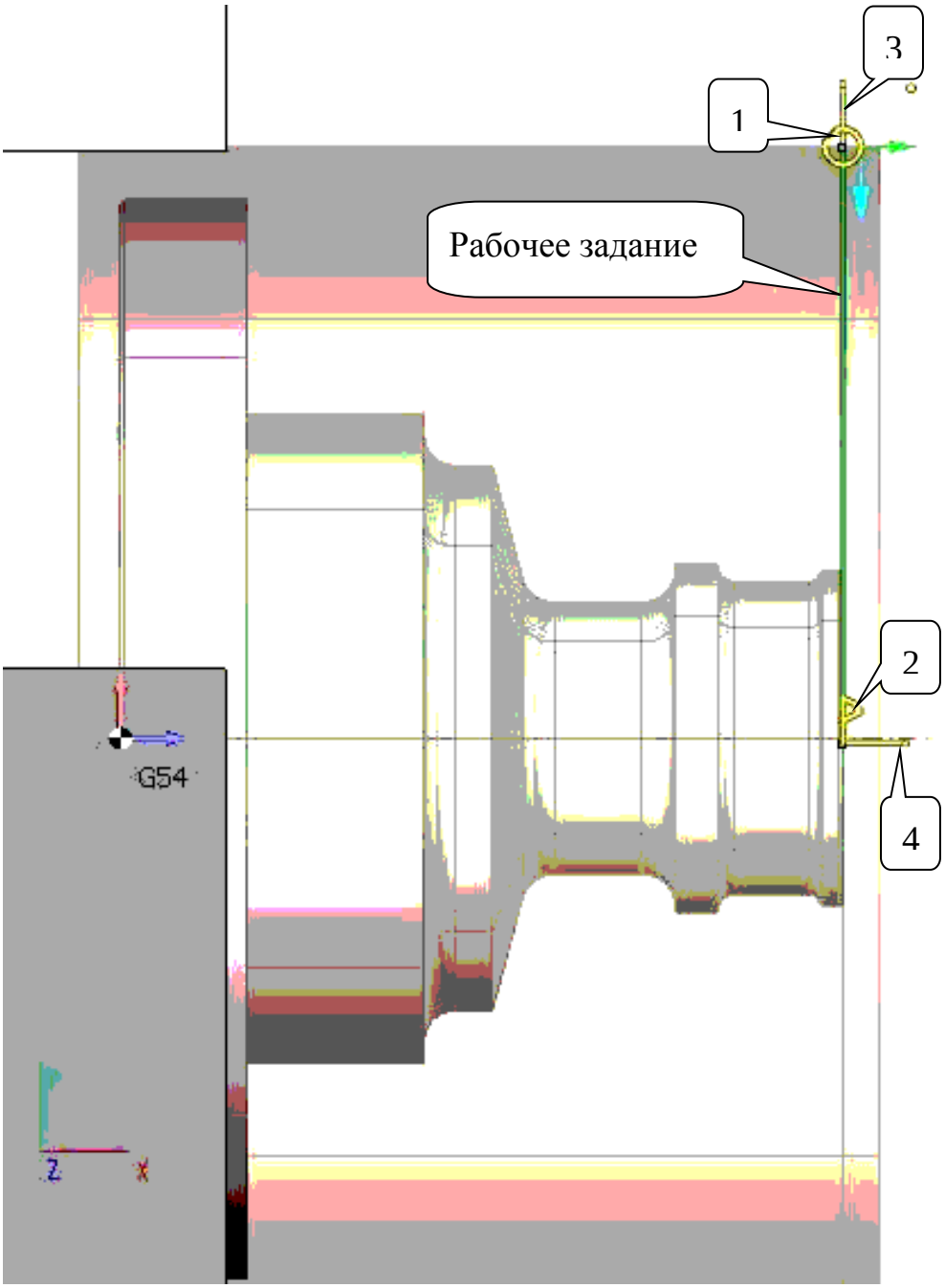

Рисунок 3.29 – Рабочее задание операции «Обработка торца»

Начало обработки является желтый кружок 1, конец обработки – желтый флажок 2. Также можно указать подвод и отвод с помощью направляющих 3, 4.

С рабочим заданием определились, теперь перейдем к параметрам операции. Для этого нужно выбрать требуемую операцию (в данном случае «Обработка торца») 1, и нажать на кнопку 2 «Параметры», в соответствии с рисунком 3.30.

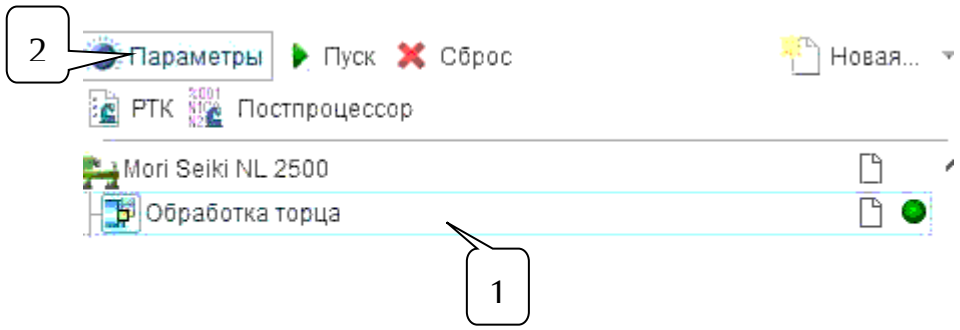

Рисунок 3.30 – Включение диалогового окна «Параметры»

Далее в открывшемся диалоговом окне в вкладке 1 «Инструмент» можно выбрать тип резца 2, его наименование 3. При необходимости можно задать свои параметры резца в центральном части окна 4, в соответствии с рисунком 3.31.

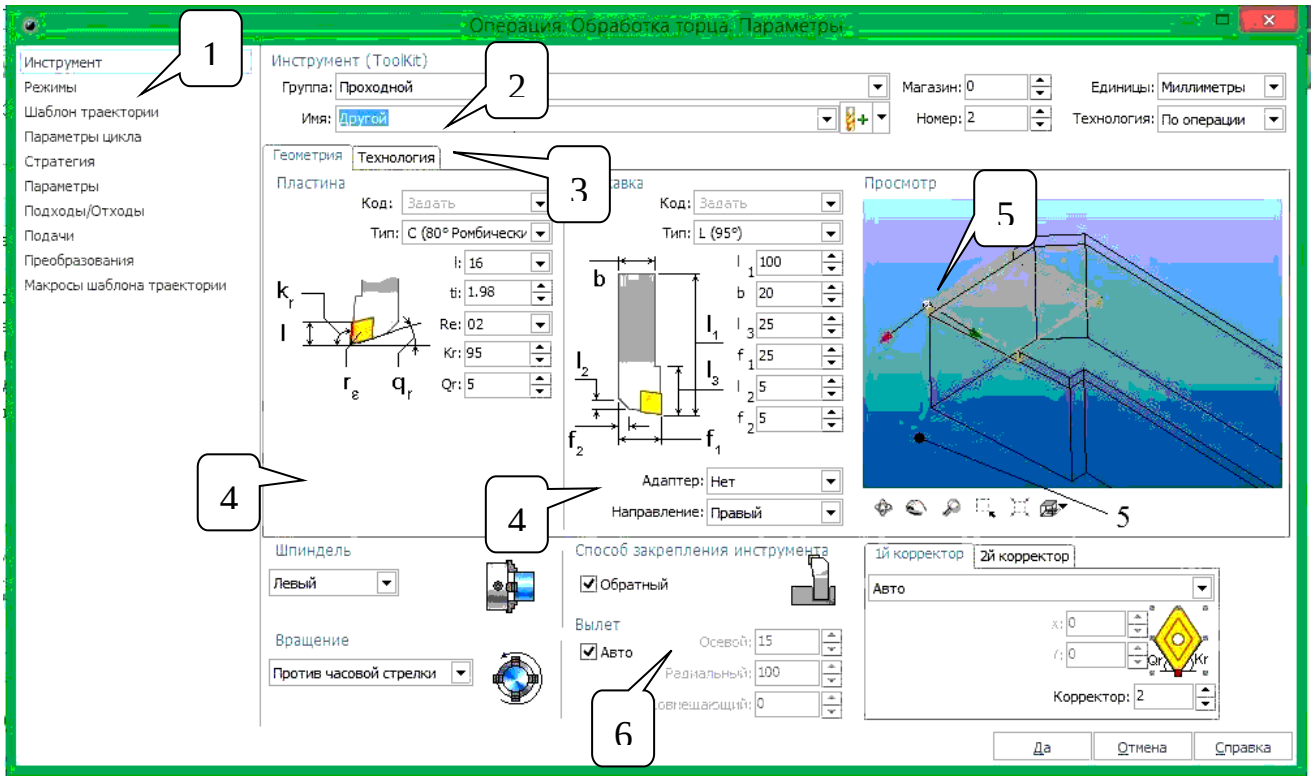

Рисунок 3.31 – Параметры операции «Обработка торца»

Также в этом диалоговом окне визуально изображен режущий инструмент в виде трехмерной модели 5. Следует не забывать контролировать вылет резца 6, чтобы не произошло столкновение режущего инструмента с какими – либо частями станка.

Далее в вкладке 1 «Технология» необходимо указать итоговую шероховатость 2 полученной поверхности. Ставим значение Ra 3.2, в соответствии с рисунком 3.32.

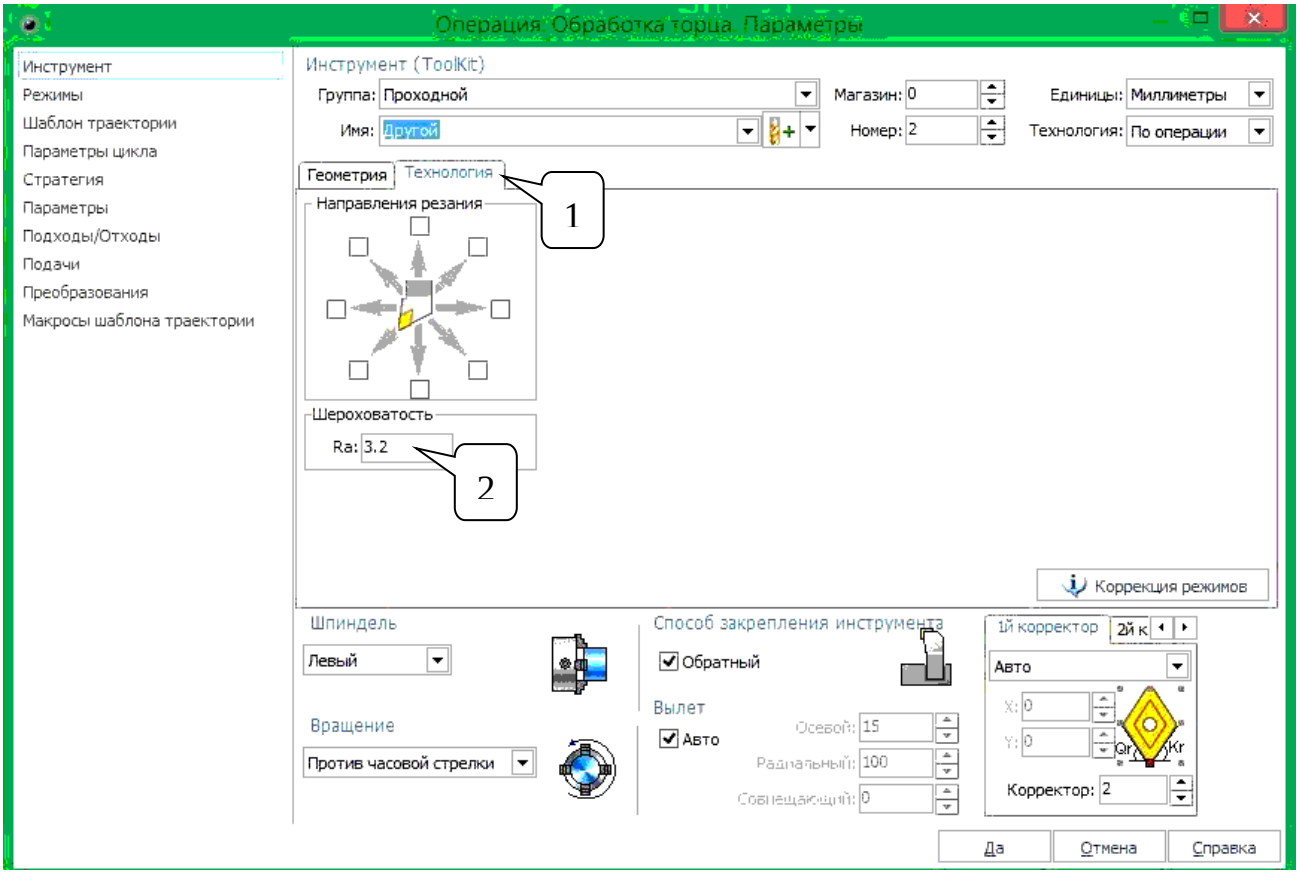

Рисунок 3.32 – Вкладка «Технология»

После того, как был выбран инструмент и настроен инструмент, следует перейти к режимам резания. Для этого нажимаем на вкладку 1 «Режимы». В области 2 «Скорость» в поле 3 «Линейная скорость» ставим значение скорости резания 40 м/мин. Единица измерения скорости по умолчанию стоит м/мин. Далее в поле 4 «Подача» открываем строку 5 «Подача резания». В открывшейся строчке в поле 6 «Единицы» ставим единицу измерения подачи мм/об 7. Чуть ниже в поле 8 «Величина» ставим рассчитанное значение подачи 0.1 мм/об в позиции 9. Все это представлено в соответствии с рисунком 3.33.

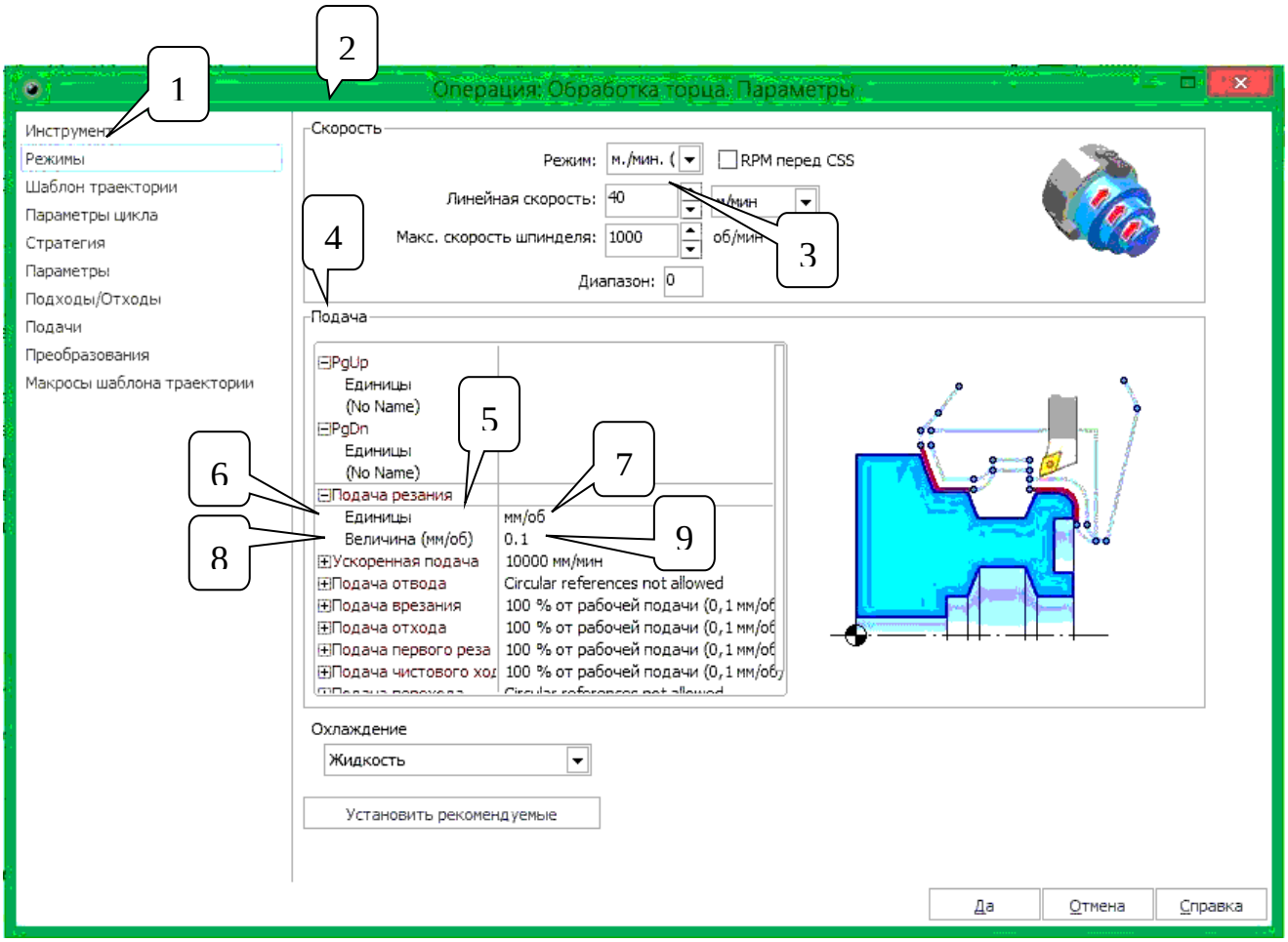

Рисунок 3.33 – Параметры режимов резания

Остальные параметры режимов можно оставить рекомендуемые самой программой. При необходимости можно указать свои значения.

В данной операции необходимо произвести черновую, получистовую и чистовую обработки. Для нажимаем на вкладку 1 «Параметры цикла». В окне «Параметры цикла» устанавливаем в поле 2 «Цикл обработки» параметр «Цикл повтора» 3. Затем указываем в поле 4 «Осевая толщина слоя» значение 0,3 мм и в поле 5 «Число проходов» указываем значение 2. Это будет являться черновой и получистовой обработкой. Добавляем чистовой проход, поставив галочку напротив поля 6 «Чистовой ход». Также в поле 7 «Припуск чернового цикла» ставим значение на осевой припуск 8 равное 0,3 мм. Все это продемонстрировано в соответствии с рисунком 3.34.

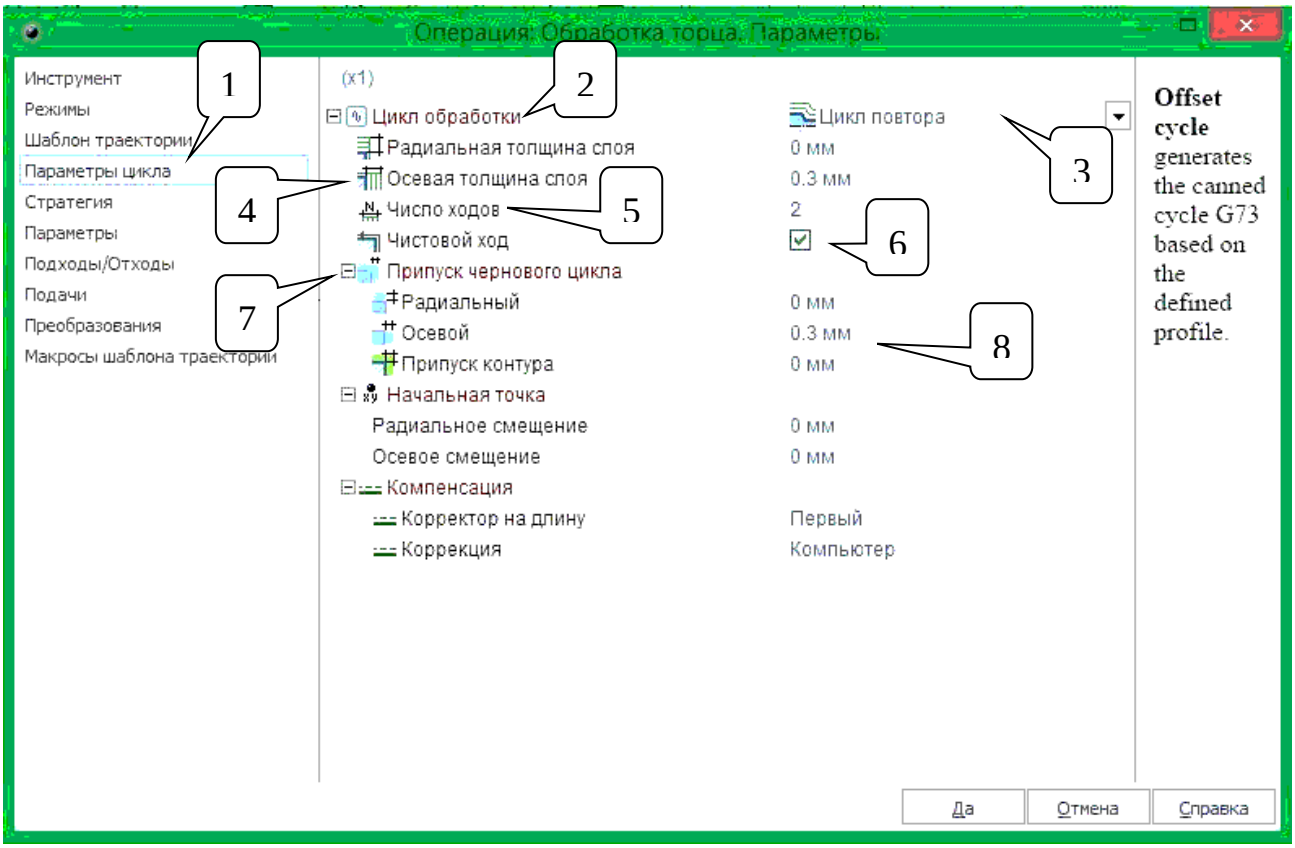

Рисунок 3.34 – Параметры цикла обработки

При необходимости, остальные параметры также можно корректировать вручную. Для нашей детали этого не требуется. Поэтому нажимаем кнопку «Да», тем самым подтверждая измененные параметры.

После того, как скорректированы параметры нужно запустить расчет траектории данной операции. Для этого нажимаем на кнопку 1 «Пуск». После расчета траектории в столбце 2 «Статус операции» видна серая галочка. Это соответствует тому, что траектория просчитана верно и таких ошибок, как зарез модели, контакт с моделью на ускоренной подаче и т.д. отсутствуют. Рядом со статусом операции имеется зеленый шар 3. Это обозначение инструмента, иначе говоря, этим цветом будет окрашена режущая часть инструмента. В данном случае цвет является зеленым. Также, следует отметить то, что в графическом окне появилась траектория движения режущего инструмента в виде прямой красной линии 4 и траектория обработки в виде пунктирной линии 5. Это продемонстрировано в соответствии с рисунком 3.35.

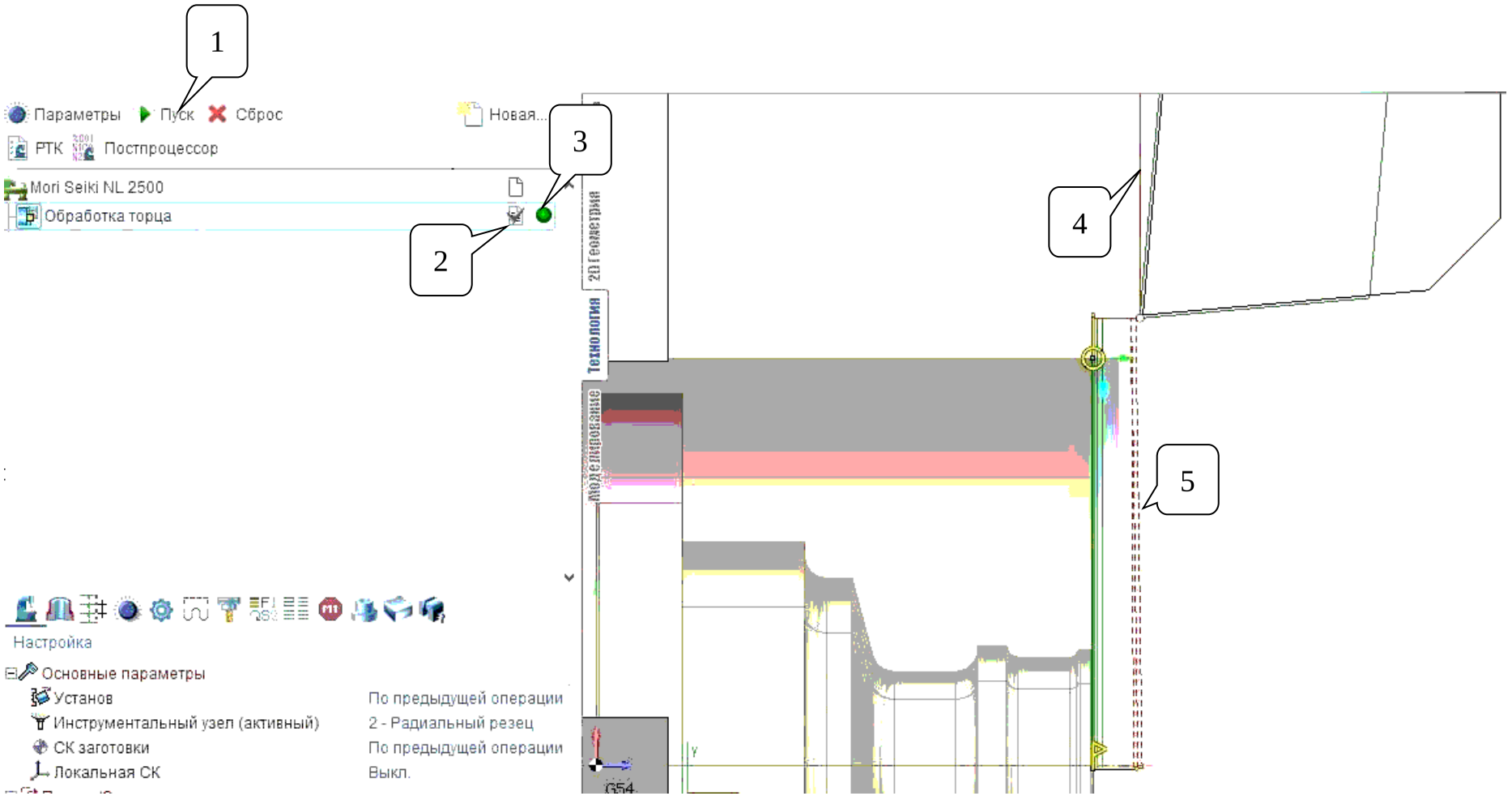

Рисунок 3.35 – Рассчитанная траектория операции «Обработка торца»

Осталось визуально смоделировать процесс обработки. При моделировании выявляются такие ошибки, как соударение элементов станка, контакт модели с оправкой и другие. Здесь также выявляется то, как корректно установлен вылет инструмента. Для моделирования операции нужно перейти в закладку 1 «Моделирование», выбрать операцию нажав на неё 2 и нажать на кнопку 3 «Пуск». Получаем обработанный торец детали 4. При этом статус операции обозначен зеленой галочкой 5. Это соответствует тому, что никаких ошибок при моделировании не возникло. При возникновении ошибки в статусе операции вместо зеленой галочки будет присутствовать красный восклицательный знак. Также есть возможность ускорять визуальное моделирование или же наоборот замедлять его. Это делается с помощью ползунка 6, в соответствии с рисунком 3.36.

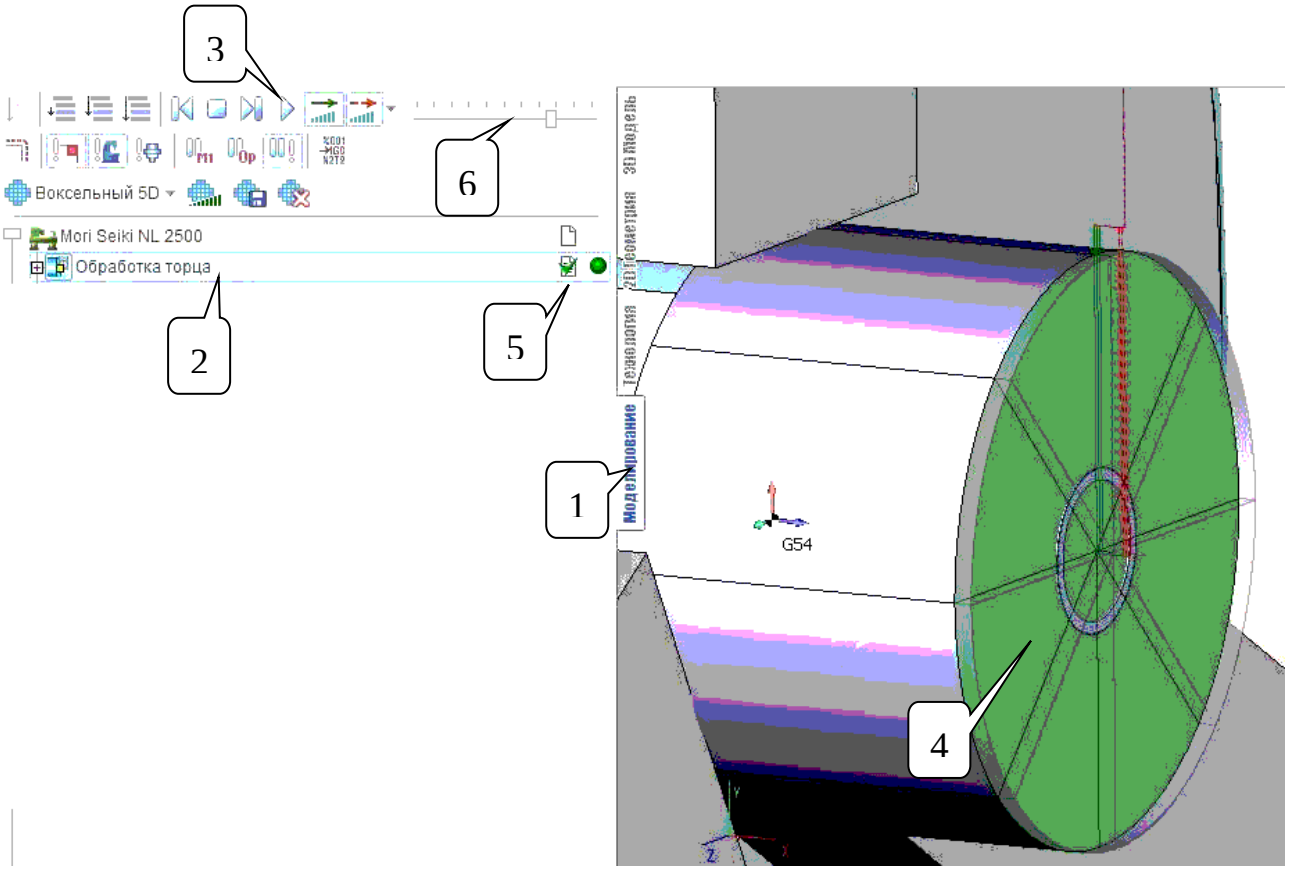

Рисунок 3.36 – Моделирование операции «Обработка торца»

В итоге, была разработана операция «Обработка торца», произведена корректировка параметров данной операции, рассчитана траектория обработки и визуально смоделирована операция в графическом окне. Также стоит отметить, что при необходимости, названия операций можно корректировать. Для этого выбираем операцию «Обработка торца» и нажимаем правую кнопку мыши. В

открывшемся вспомогательном меню нажимаем на «Переименовать» и печатаем новое название операции. Также переименовать операцию можно с помощью комбинации клавиш «Ctrl+R». Переименовываем операцию на «Обработка правого торца», в соответствии с рисунком 3.37.

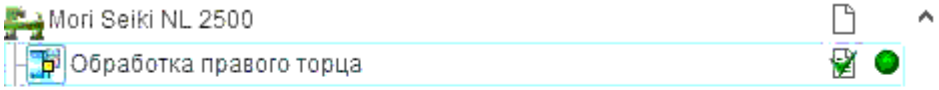

Рисунок 3.37 – Переименованная операцию

Черновая и получистовая обработка размеров ∅31h8, ∅26h8, ∅16,6h8, ∅16h8.

Продолжим разработку обработки детали и теперь приступим непосредственно к черновой и получистовой обработки. Данные виды обработки входят в одну операцию «Наружное черновое точение». Данная операция аналогично также, как при обработке торца. Затем устанавливаем параметры режущего инструмента аналогично предыдущей операции. Так как в данной операции будут только черновой и получистовой проходы, то итоговая шероховатость является Ra 6,3. Поэтому в вкладке «Технология» 1 окна параметров «Инструмент» 2 в окно «Шероховатость» 3 ставим значение 6,3, в соответствии с рисунком 3.38.

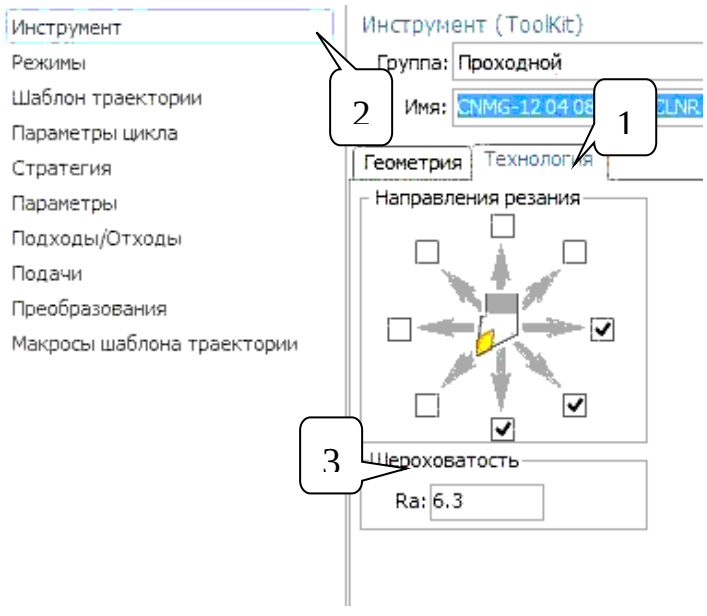

Рисунок 3.38 – Корректирование параметра «Шероховатость»

Также дополнительно есть функция «Коррекция режимов», находящаяся в вкладке «Технология». Данная функция позволяет изменять режимы резания для оптимизации обработки. При изменении одного из параметров, остальные автоматически пересчитываются в допустимом диапазоне значений. Данное окно представлено в соответствии с рисунком 3.39.

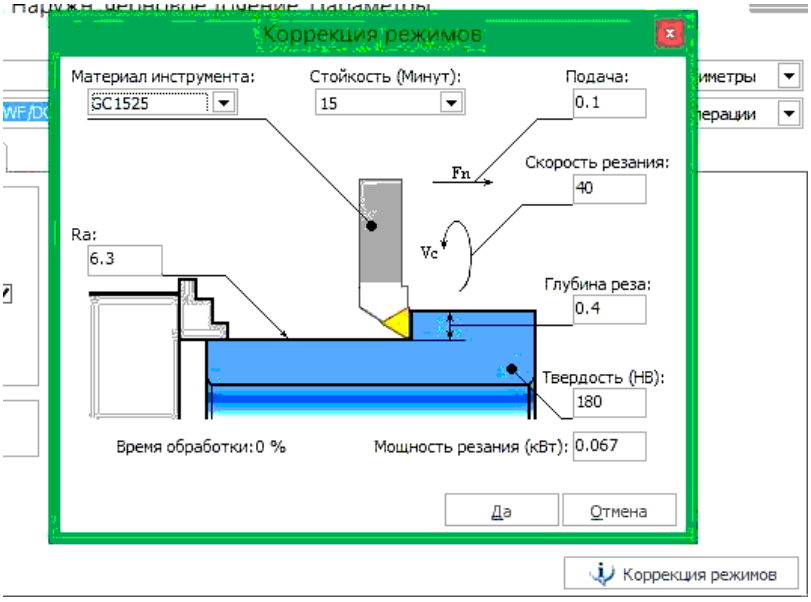

Рисунок 3.39 – Окно «Коррекция режимов»

Далее настраиваем режимы и параметры цикла аналогично, как и в разработке операции «Обработка торца». После настроек всех необходимых элементов обработки необходимо скорректировать рабочее задание, или же создать его. Для создания переходим в панель параметров технологической операции 1, расположенной в левой нижней части окна программы, и нажимаем на вкладку рабочее задание 2. Открывается окно параметров рабочего задания 3, в соответствии с рисунком 3.40.

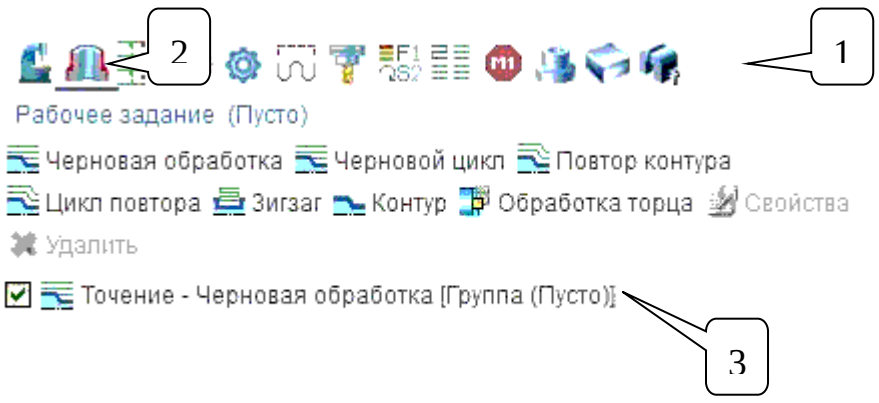

Рисунок 3.40 – Рабочее задание

В данном случае рабочее задание определилось автоматически, его осталось ишь слегка скорректировать в графическом окне. Следует обратить внимание, что в графическом окне при корректировки рабочего задания показана предполагаемая траектория обработки в соответствии с рисунками 3.41.

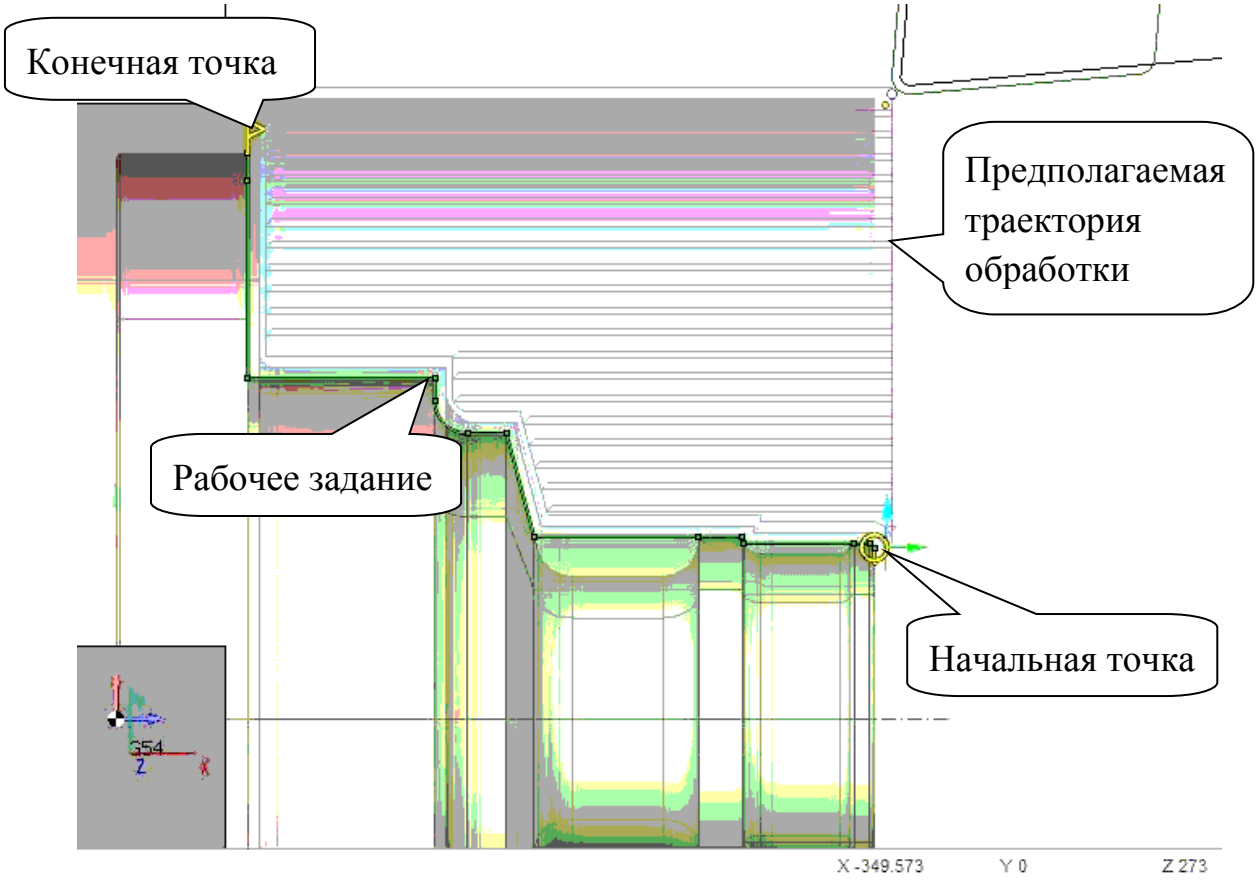

Рисунок 3.41 – Рабочее задание и предполагаемая траектория обработки

Если же требуется создать рабочее задание, то необходимо выбрать геометрические примитивы (поверхности детали), которые необходимо обработать и нажать кнопку со стратегией, которую нужно использовать. Стратегии изображены в поле 1, в соответствии с рисунком 3.42.

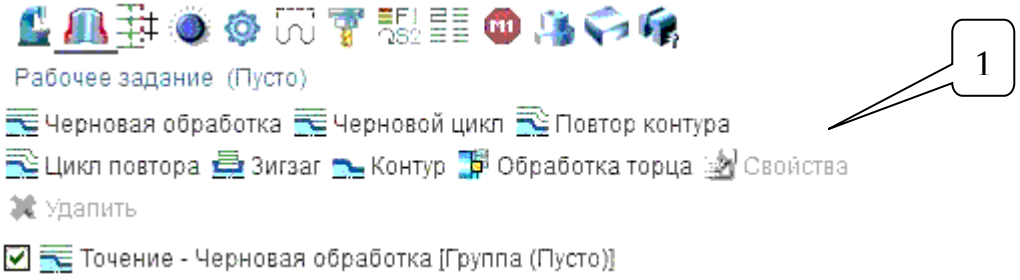

Рисунок 3.42 – Набор функций для создания рабочего задания обработки

Затем можно перетаскивать начальную и конечную точки прямо на экране чтобы уменьшить зону обработки (см. рисунок 3.42).

После всех процедур настройки инструмента, режимов резания и рабочего задания, то запустить расчет траектории обработки с помощью кнопки «Пуск», также как и при разработки операции «Обработка торца». После расчета проверяем статус операции и видим серую галочку, что соответствует о безошибочном расчете, в соответствии с рисунком 3.43.

Рисунок 3.43 – Рассчитанная операция

Также после расчета в графическом окне появляется траектория обработки 1 детали, в соответствии с рисунком 3.44.

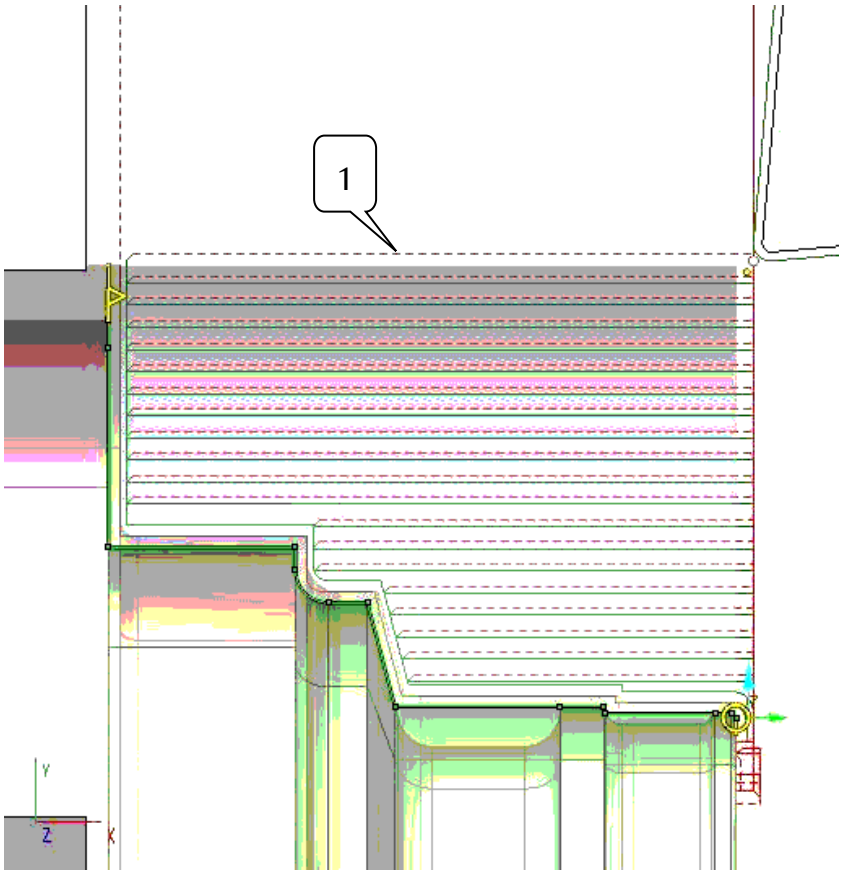

Рисунок 3.44 – Рассчитанная траектория обработки

Теперь переходим в «Моделирование» в закладках режимов работы и производим моделирование только что разработанной операции. Однако перед этим необходимо обновить параметры заготовки с помощью кнопки «Сброс» 1 представленной в соответствии с рисунком 3.45.

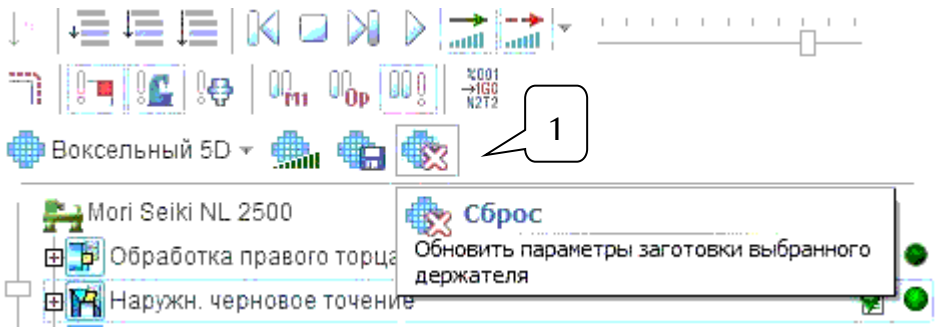

Рисунок 3.45 – Сброс параметров заготовки

Данная функция предназначена для сброса результата моделирования. При этом заготовки будет приведена в изначальный вид в соответствии с параметрами, заданными в корневом узле технологического процесса. Сброс производится регулярно, после разработки очередной операции.

Затем производим те же самые действия, как и при моделировании операции «Обработка торца». Однако, в дальнейшем количество операций увеличится, поэтому будет крайне неудобно каждый раз производить полную визуализацию обработки. Это влечет за собой увеличение времени на разработку остальных операций. Для того, чтобы это предотвратить, есть специальные кнопки мгновенного моделирования. Данные кнопки представленные в соответствии с рисунком 3.46.

Рисунок 3.46 – Кнопки мгновенного моделирования

Мгновенное моделирование подразделятся на:

- кнопка 1 «Моделирование текущей операции» - запуск мгновенного моделирования только текущей операции;
- кнопка 2 «Моделирование до текущей операции» - запуск мгновенного моделирования до текущей операции;
- кнопка 3 «Моделирование всех операций» - запуск мгновенного моделирование всех операций сразу.

Таким образом, производим моделирование либо с самого начала, либо с помощью кнопок мгновенного моделирования и получаем результат обработки в графическом окне, в соответствии с рисунком 3.47.

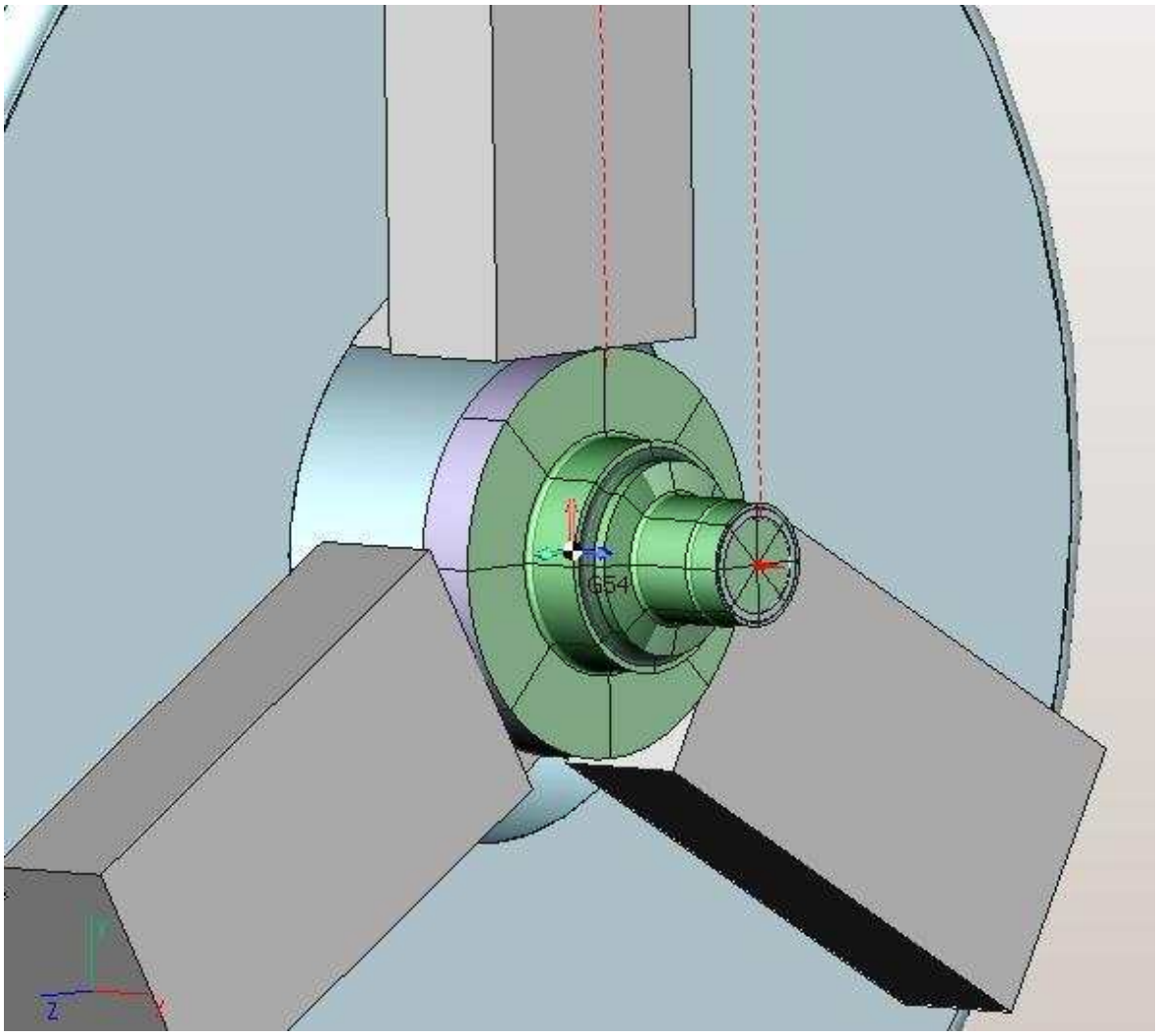

Рисунок 3.47 – Результат обработки разработанной операции

Чистовая обработка размеров ∅31h8, ∅26h8, ∅16,6h8, ∅16h8.

Так как черновой и получистовой проходы были произведены, осталось произвести чистовой проход. Поэтому нужно разработаем операцию «Наружное

чистовое точение». Для этого в закладке «Технология» в закладках режимов работы нажимаем на кнопку «Новая» 1, в списке операций выбираем «Токарные», затем «Наружное чистовое точение» 2, в соответствии с рисунком 3.48.

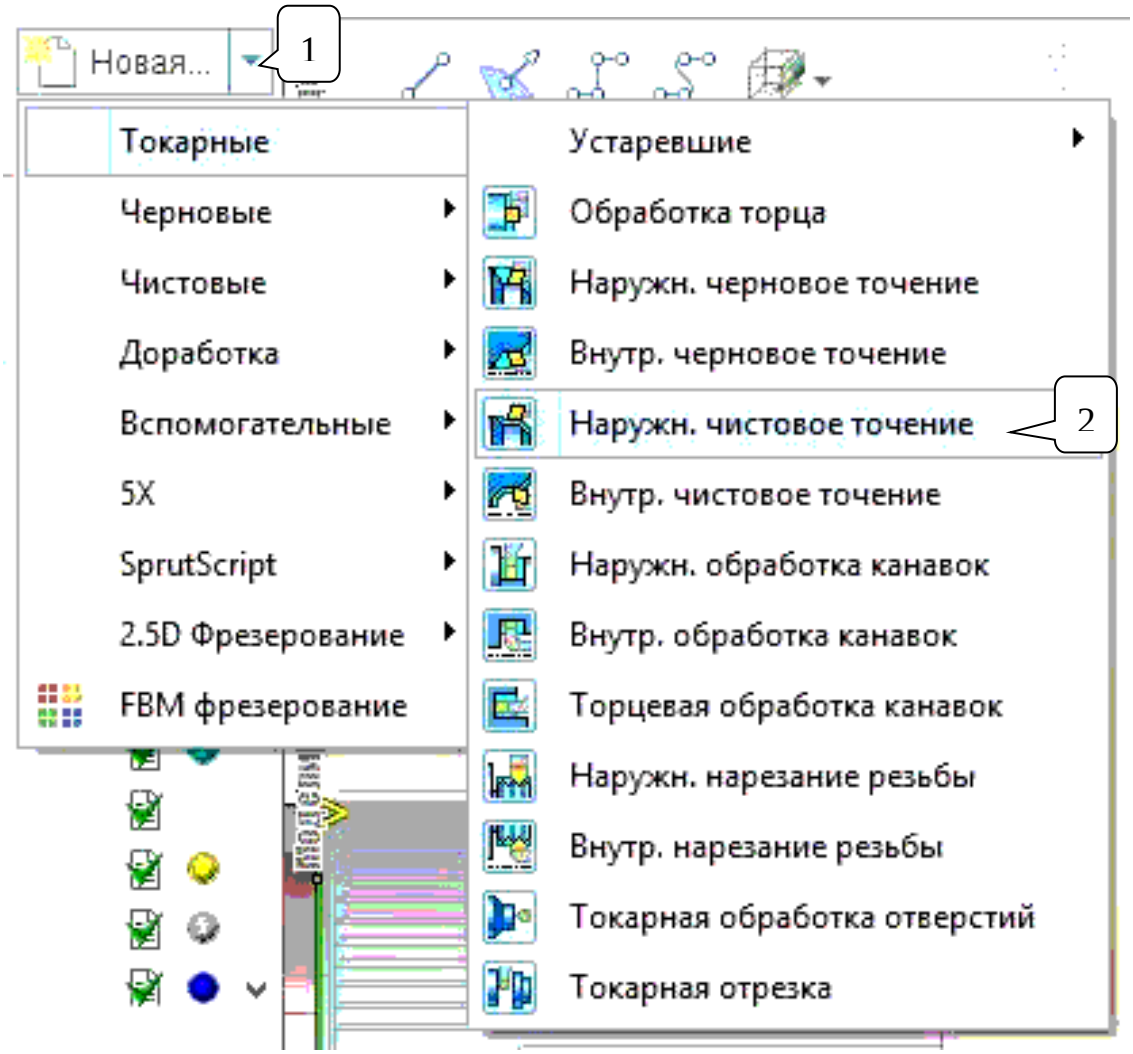

Рисунок 3.48 – Создание операции «Наружное точение»

Рабочее задание создается автоматически. При необходимости, его можно изменить, удалить, создать аналогично, как и в операции «Наружное черновое точение». Затем переходим в параметры операции и корректируем значения инструмента, в соответствии с рисунком.

Параметры скорости резания и подачи изменяются аналогично операции «Обработка торца». В данной операции значение скорости будет равно 40 м/мин, а подача равна 0,1 мм/об. Все это продемонстрированно в соответствии с рисунками 3.49, 3.50.

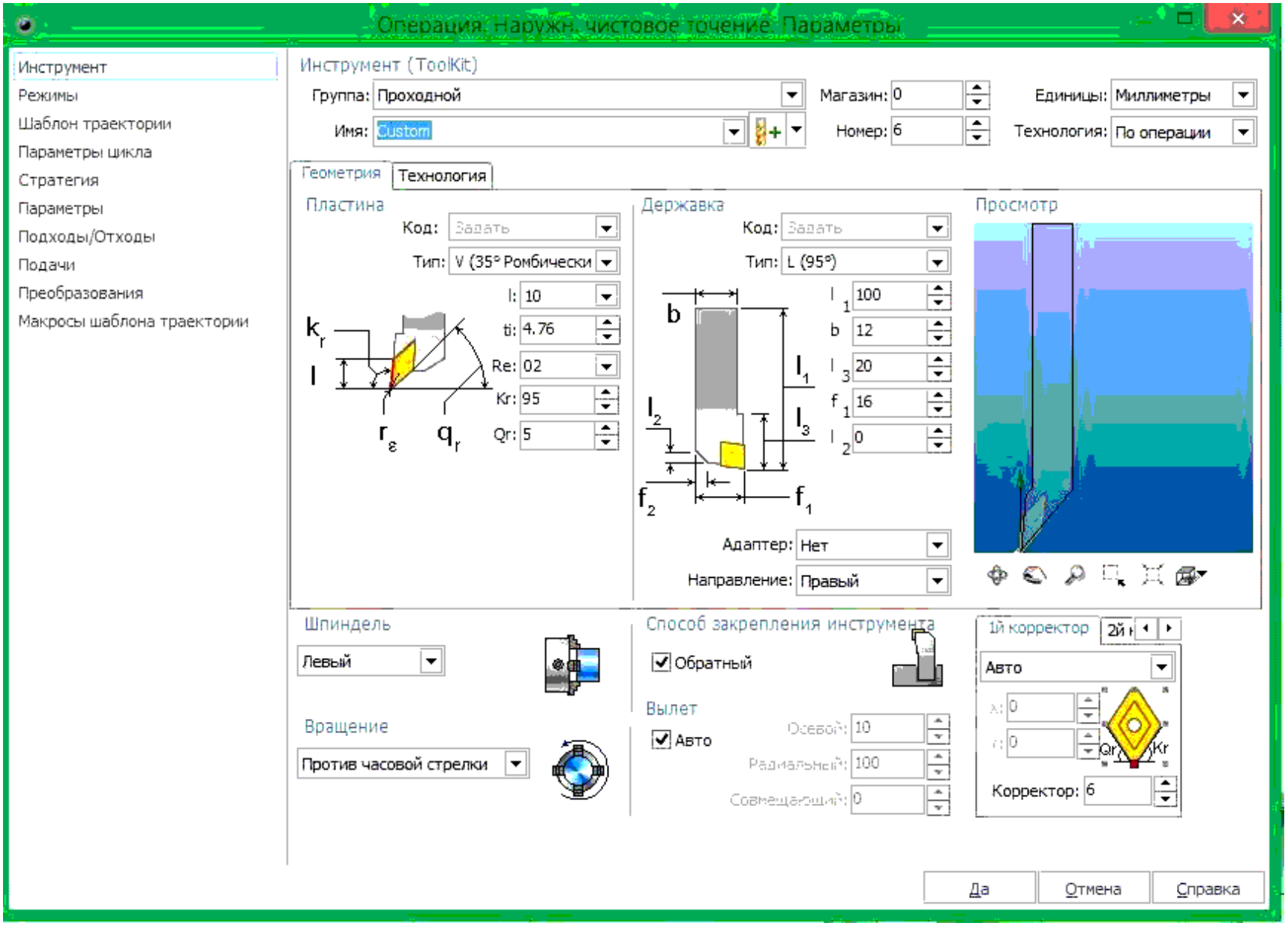

Рисунок 3.49 – Параметры режущего

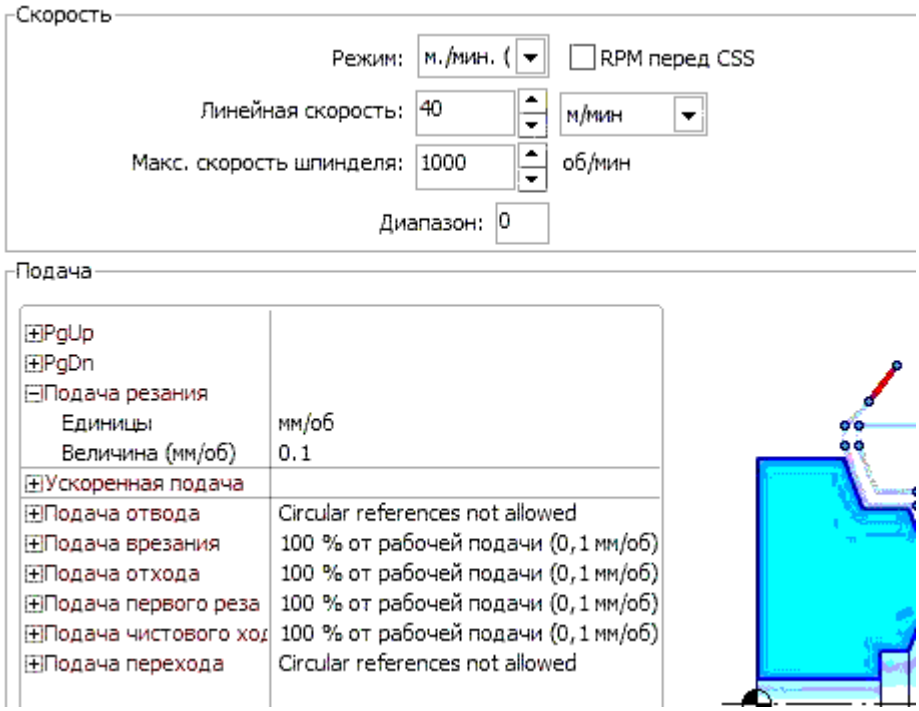

Рисунок 3.501 – Параметры режимов резания

Стоит отметить, что есть возможность включения охлаждения. При моделирование обработки оно не отображается, но учитывается при генерации управляющей программы. Включить охлаждение можно следующим образом: открыть параметры операции, затем нажать на кнопку «Подачи» 1, в окне «Подачи» открыть вкладку «Охлаждение» 2 и поставить галочку на способ (или способы) охлаждения. По умолчанию галочка стоит напротив строки «Жидкость» 3, в соответствии с рисунком 3.51.

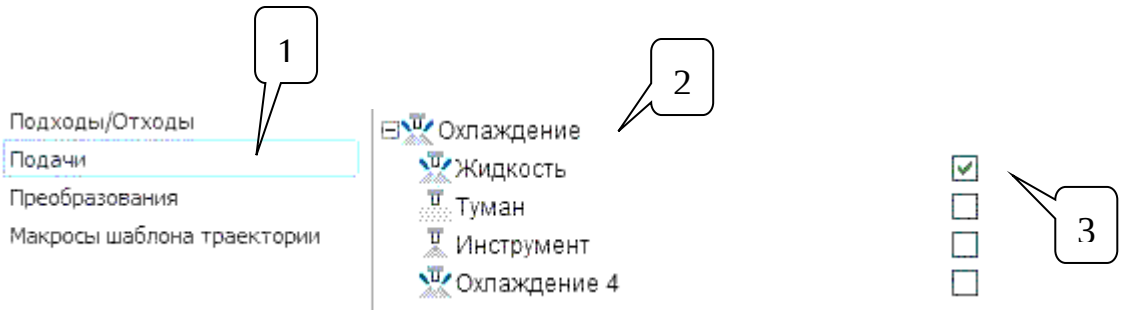

Рисунок 3.51 – Параметры охлаждения

Запускаем расчет траектории обработки, проверяем операцию на наличие ошибок и запускаем моделирование, в соответствии с рисунком 3.52.

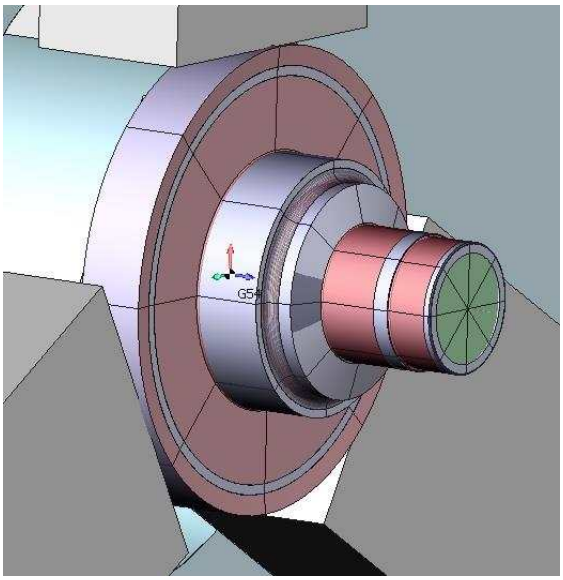

Рисунок 3.52 – Моделирование операции «Наружное чистовое точение»

Стоит отметить также что обработанная поверхность приобретает тот цвет, который указан в операции. Тот же цвет соответствует режущей части инструмента. Чтобы сменить цвет, необходимо два раза щелкнуть левой кнопкой мыши по цветной окружности 1, расположенной в текущей операции 2. в открывшемся окне «Цвет» 3 выбрать предложенный цвет в поле «Основные цвета» 4 и нажать на кнопку «ОК» 5, в соответствии с рисунком 3.53.

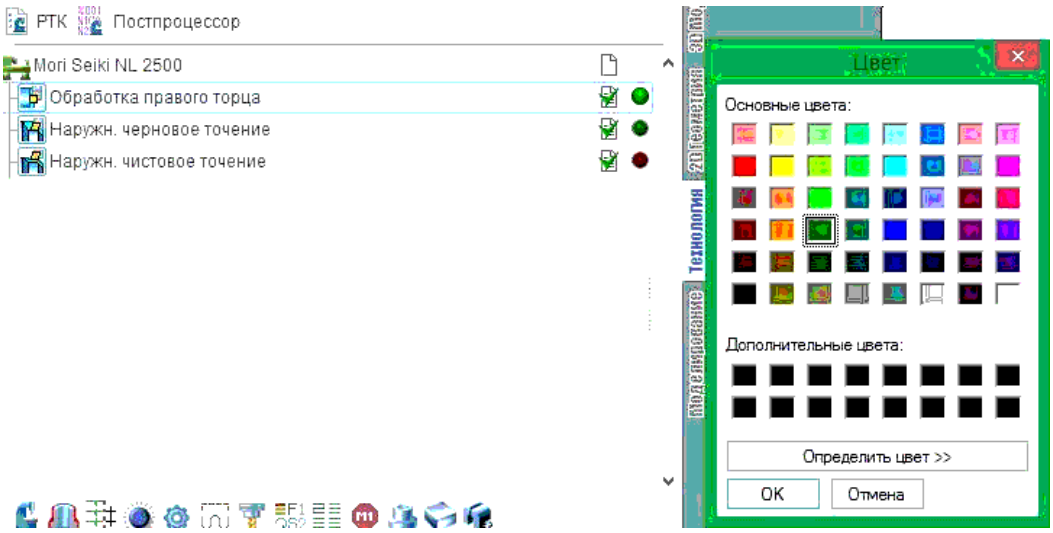

Рисунок 3.53 – Смена цвета режущей части инструмента и обработанной поверхности

Черновая и чистовая обработка канавок размеров ∅13h9, 5,3h8.

Следующим этапом следует обработка двух канавок. Их обработку разработаем в одной операции. Как и при разработке предшествующих операций,

нажимаем кнопку «Новая операция», затем в разделе «токарные» выбираем операцию «Наружная обработка канавок», в соответствии с рисунком 3.54.

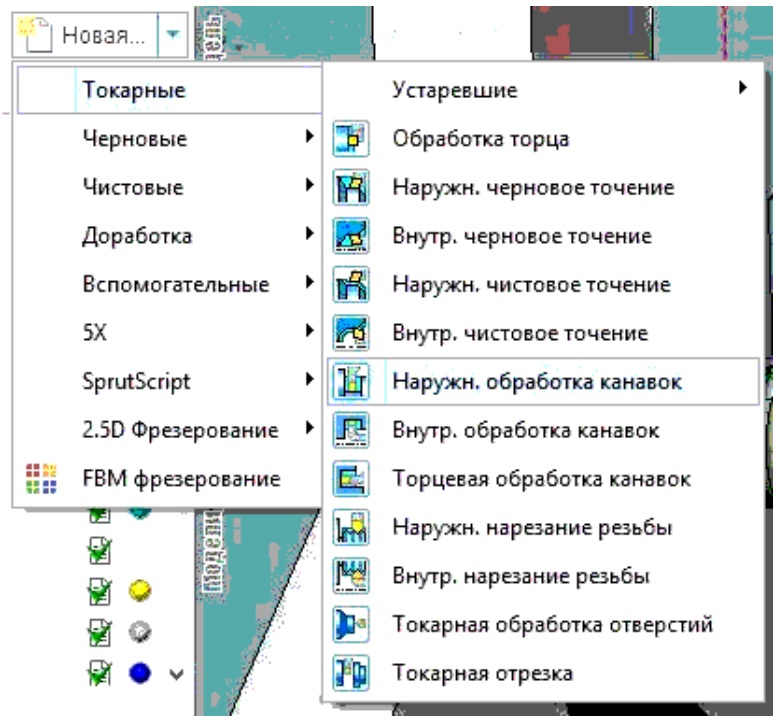

Рисунок 3.54 – Операция «Наружная обработка канавок»

Создаем рабочее задание аналогично предыдущим операциям. Корректируем траекторию обработки таким образом, чтобы его контур охватывал обе канавки, в соответствии с рисунком 3.55.

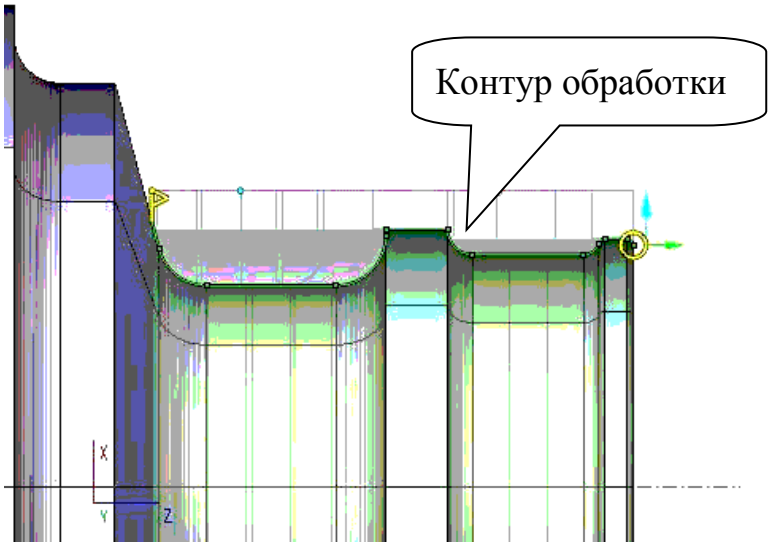

Рисунок 3.55 – Рабочее задание для обработки канавок

Теперь настроим режущий инструмент. При обработки канавок преобладающим направлением резания канавочных резцов является сверху вниз. Резание боковой кромки резца должно сводиться к минимум или вовсе исключаться. Траектория учитывает такую специфику инструмента и представляет собой последовательность ходов, параллельных главному вектору обработки канавочного резца. Подобные ходы производят выборку большей части материала заготовки, находящийся вне обрабатываемой модели (черновое удаление материала), в соответствии с рисунком 3.56.

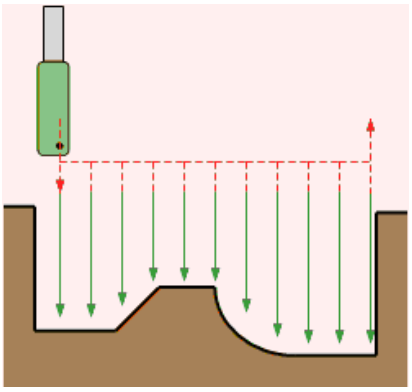

Рисунок 3.56 – Траектория черновой обработки канавки

Далее производятся чистовые хода для дальнейшего приближения формы заготовки к форме готовой детали. Чистовые ходы, аналогично черновым, учитывают неспособность канавочных режущих инструментов выполнять резание по схеме «сверху вниз». Однако, в отличии от чернового прохода, они представляют собой не параллельные ходы, а перемещение в максимально возможной степени повторяющие контур готовой детали, в соответствии с рисунком 3.57.

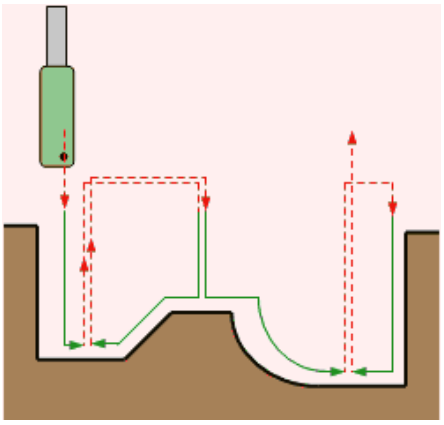

Рисунок 3.57 – Траектория чистовой обработки канавки

Теперь перейдём к настройке режущего инструмента. Выбираем «Канавочный резец» 1 и ставим параметры резца в соответствии с рисунком 3.58.

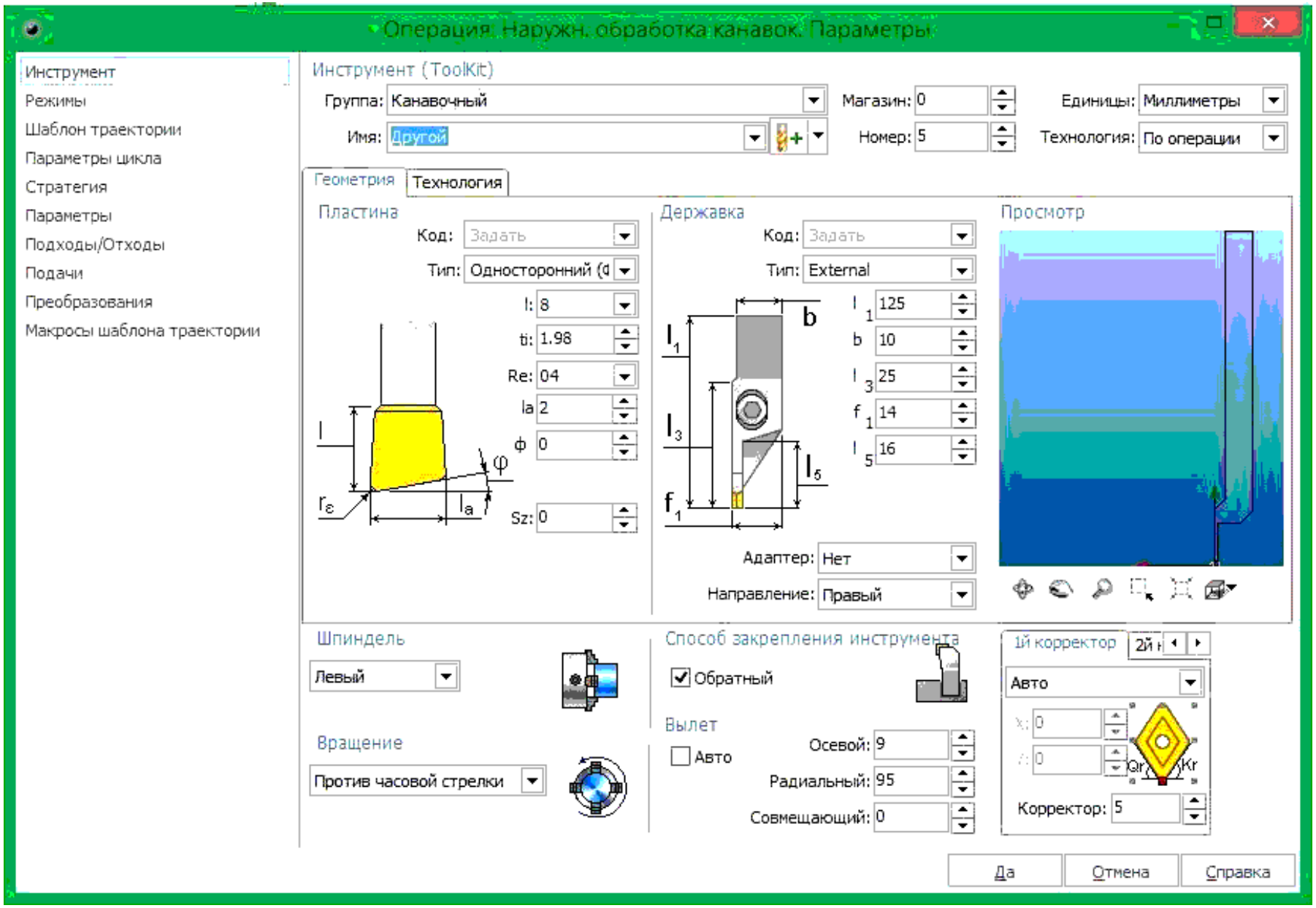

Рисунок 3.58 – Параметры режущего инструмента для обработки

Примечание: важно контролировать вылет инструмента, чтобы при моделировании обработки не возникало ошибок из-за соударения режущего инструмента с какими-либо частями станка.

Теперь перейдём во вкладку «Параметры цикла» 1. В открывшемся окне в строке «Цикл обработки» 2 ставим значение «Просто канавка» 3. Далее в строке «Траектория» 4 ставим значение «Черновые и чистовые» 5 для того, чтобы была произведенная черновая и чистовая обработка. Направление чернового шага указываем «Из центра» 6. Остальные параметры оставляем по умолчанию, нажимаем кнопку «Да» 7, тем самым подтверждая все внесенные параметры, в соответствии с рисунком 3.59.

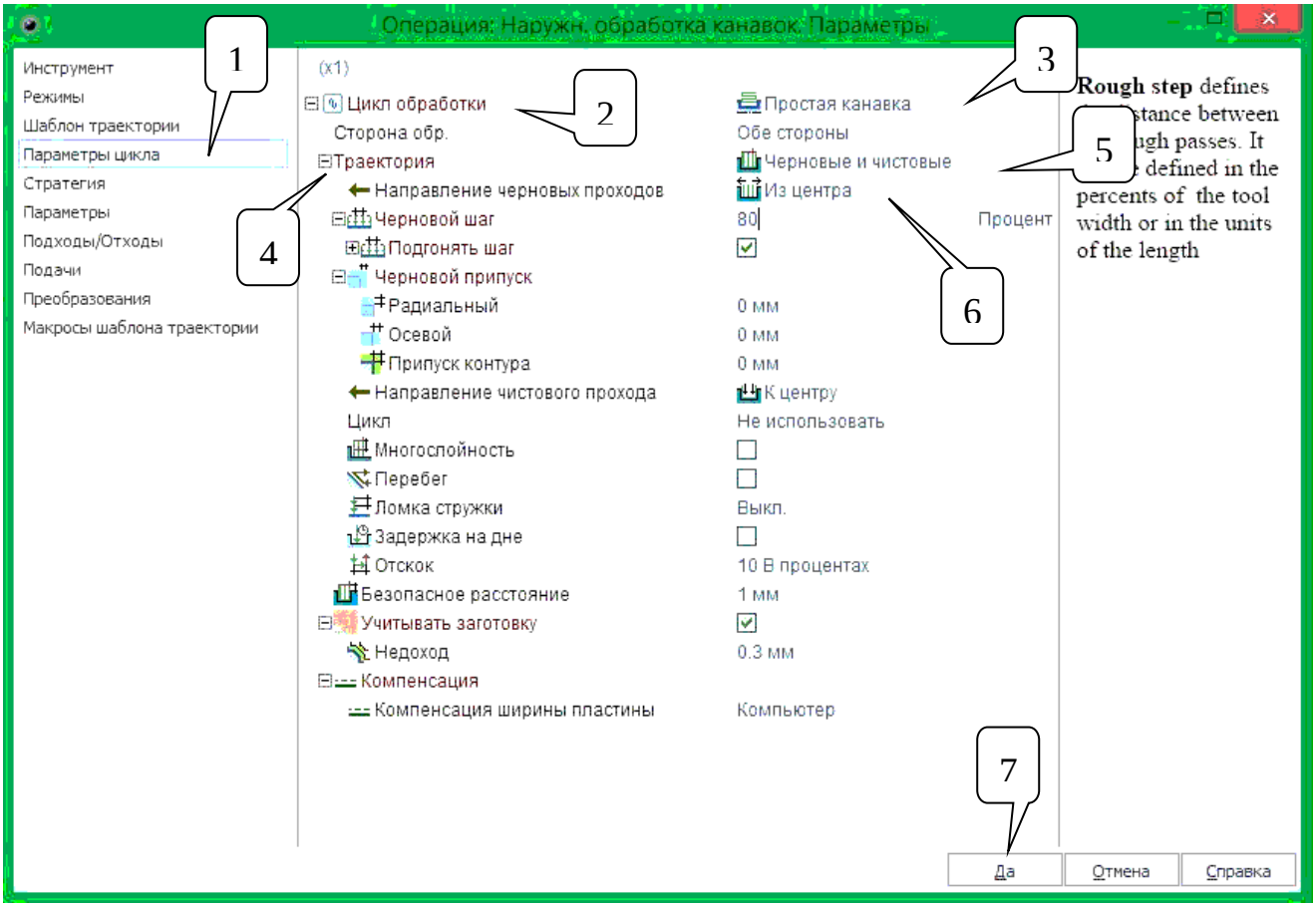

Рисунок 3.59 – Параметры цикла обработки операции «Наружная обработка канавок»

При необходимости можно установить осевой или радиальный припуск, убрать контроль зарезов 3D модели или добавить шаблон траектории повторным открытием параметров данной операции.

Запускаем расчет траектории инструмента и проводим моделирование обработки. Моделировать можно либо с самой первой операции или же

воспользоваться функциями мгновенного моделирования, рассмотренного в операции «Наружное черновое и получистовое точение». Удостоверяемся в том, что в ходе обработки не произошли какие-либо ошибки и получаем обработанную поверхность, в соответствии с рисунком 3.60.

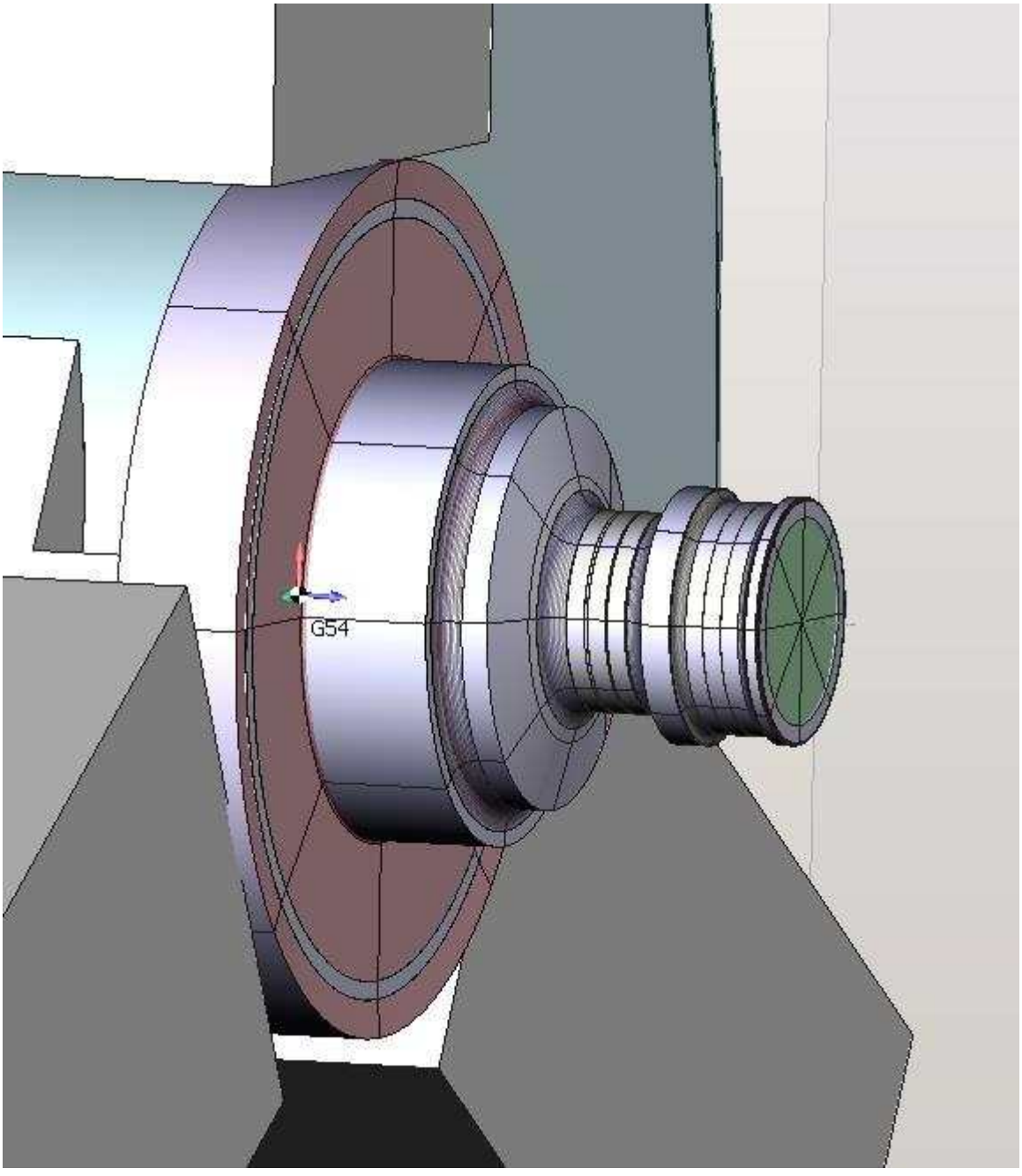

Рисунок 3.60 – Результат моделирование операции «Наружная обработка канавок».

Черновая и чистовая обработка торцевой канавки размера ∅51,5h6, ∅31h8, 2h8, 1,2h8.

Теперь приступим к обработке торцевой канавки. Различие от предыдущей операции является только в рабочем задании и расположении инструмента, а в остальном принцип обработки тот же. Нажимаем кнопку «Новая операция», в разделе «Токарные» выбираем «Торцевая обработка канавок», в соответствии с рисунком 3.61.

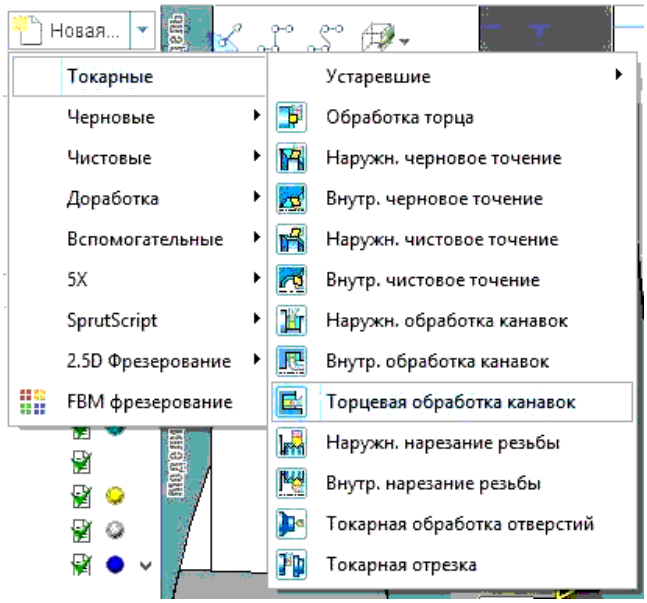

Рисунок 3.61 – Разработка операции «Торцевая обработка канавок»

Стоит отметить, что при создании рабочего задания можно воспользоваться функцией «Токарный вид», расположенной в главной панели окна программы. С помощью этой функции произведем разрез 3D модели, выбрав вид 1/2. Затем переходим в панель параметров текущей операции и во вкладке «Рабочее задание» создаем или корректируем автоматически созданную траекторию обработки, в соответствии с рисунком 3.62, 3.63.

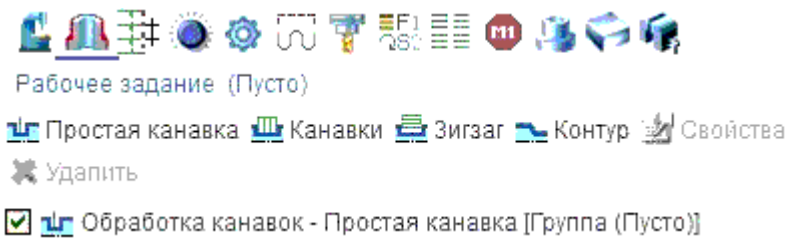

Рисунок 3.62 – Созданное рабочее задание

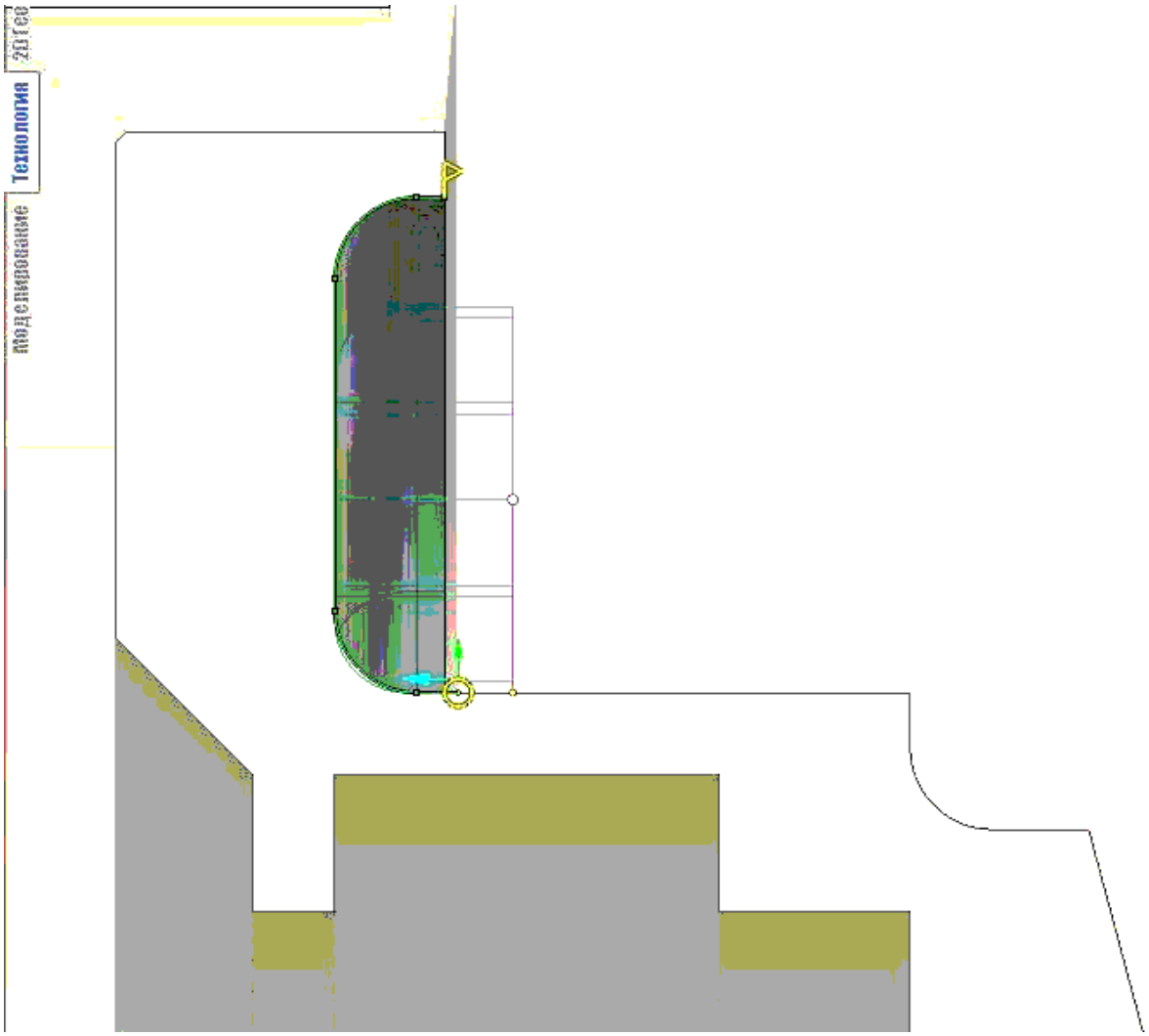

Рисунок 3.63 – Рабочее задание в графическом виде

После этого настроим режущий инструмент. Для данной операции необходимо расположить инструмент в осевой оправке. Для этого в панели параметров технологических операций нажимаем на вкладку «Настройка» 1, раскрываем строку «Основные параметры» 2 и напротив раздела «Инструментальный узел (активный)» 3 выбираем «4 – Осевой блок» 4, в соответствии с рисунком 66. Цифра «4» обозначает номер положение резца в револьверном патроне, а «Осевой блок» - расположение инструмента параллельно оси детали, в соответствии с рисунком 3.64.

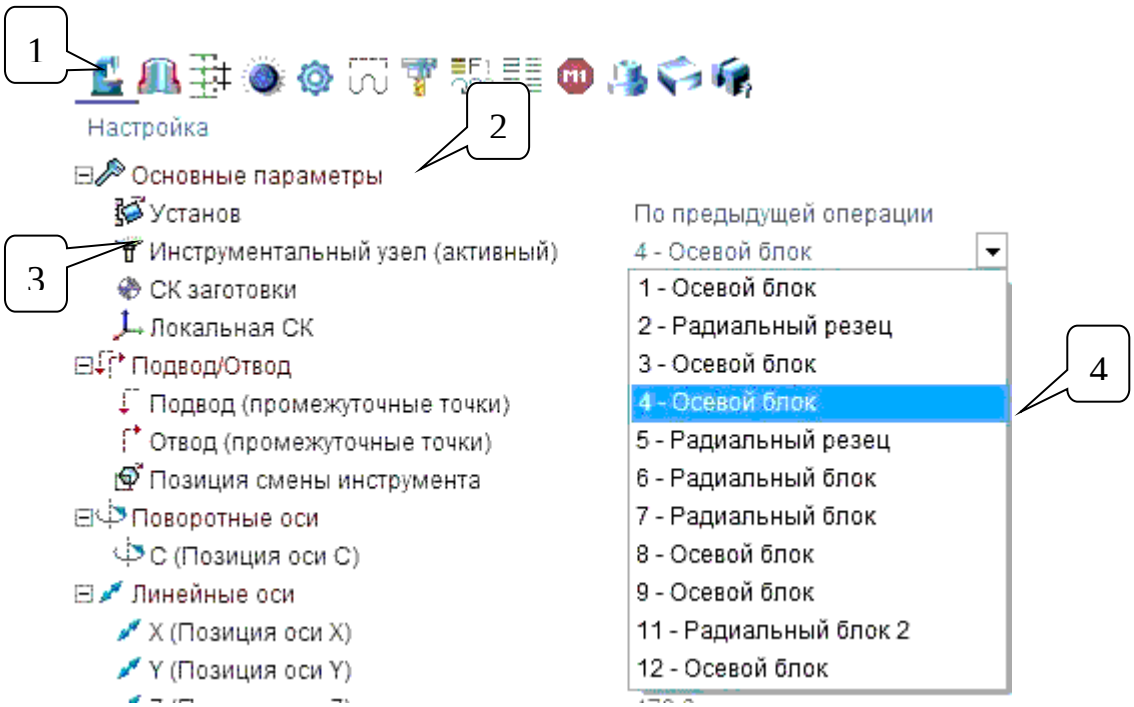

Рисунок 3.64 – Настройка расположения режущего инструмента

В итоге получаем расположение инструмента так, как это показано в соответствии с рисунком 3.65.

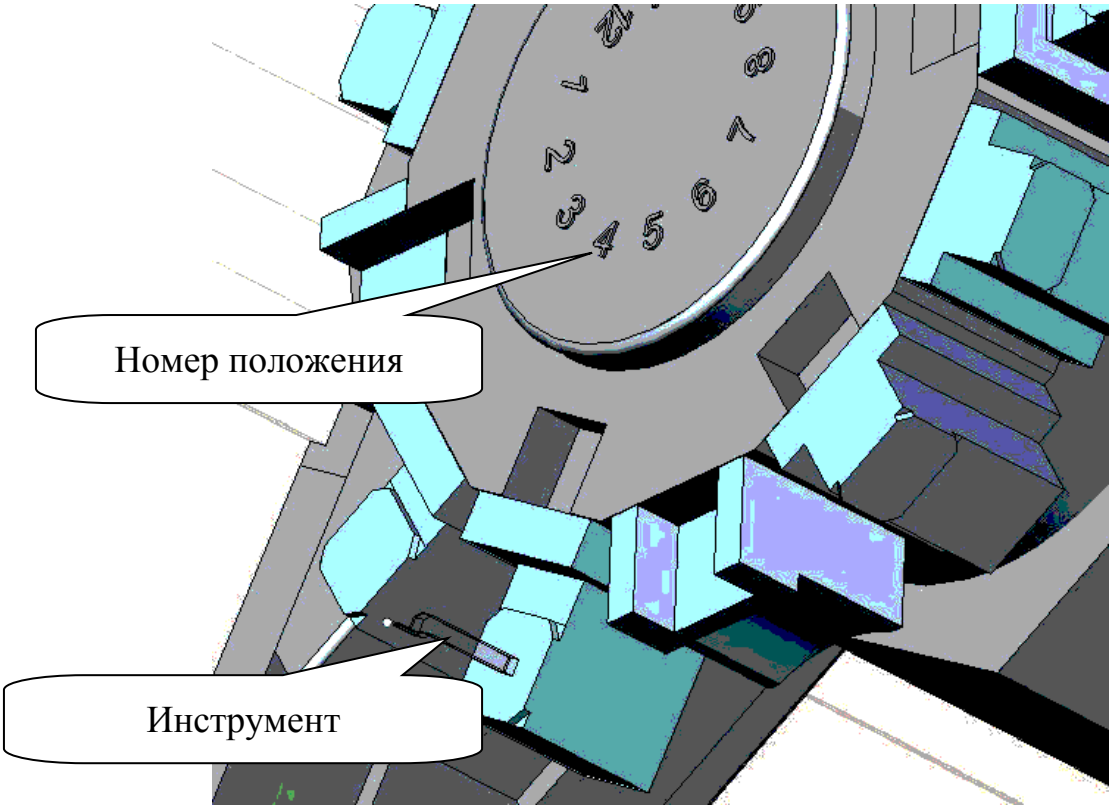

Рисунок 3.65 – Осевое расположение режущего инструмента

Однако, если в строке «Инструментальный узел» нет осевого блока, то тогда придется добавить. Для этого в самом дереве операций нажимаем на станок. Далее в панели параметров технологических операций переходим во вкладку «Оборудование» 1. Затем раскрываем строку «Наладка» 2. В открывшемся списке имеется двенадцать строчек «Револьверная головка» соответственно двенадцатью положениями резцедержателя. Например, выбираем строку «Револьверная головка (Т): Инструмент 4» 3 и указываем тип резцедержателя «Осевой резцедержатель» 4, в соответствии с рисунком 3.66.

Примечание: при создании других операций необходимо корректировать положение режущего инструмента в револьверной головке для того, чтобы на одном и том же резцедержателе не было два или три разных инструмента.

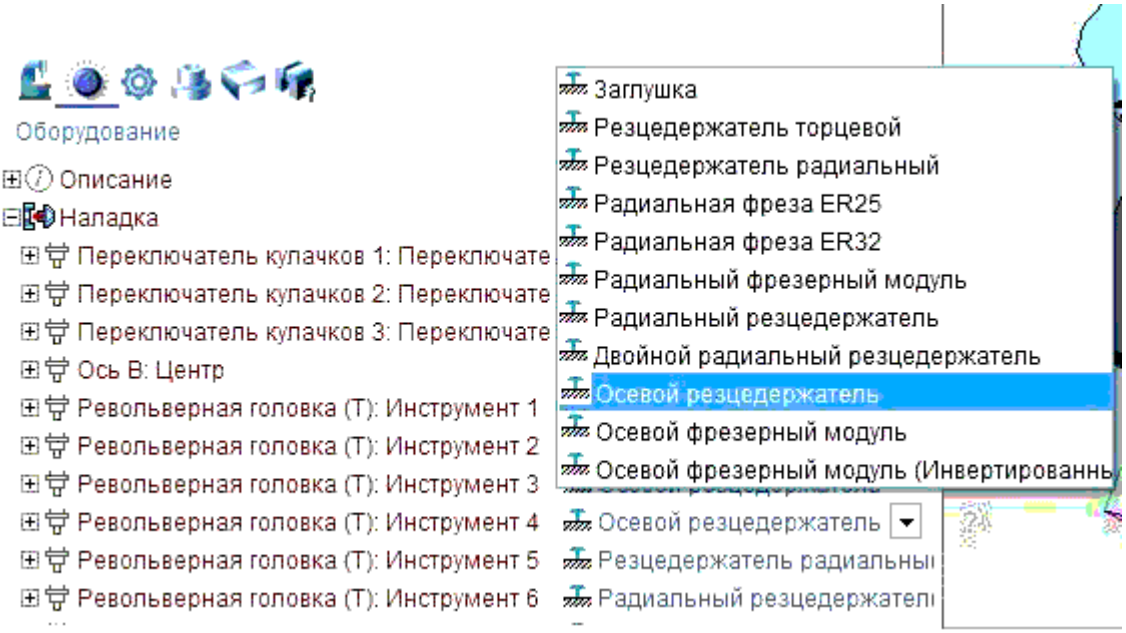

Рисунок 3.66 – Смена резцедержателя

Однако, при этом происходит сброс всех разработанных операций в дереве операций. Для этого заново запускаем расчет траектории инструмента для каждой операции отдельно, или же нажимаем на станок и нажимаем кнопку «Пуск», тем самым производя расчет всех операций сразу.

Далее настраиваем параметры операции. Сначала настроим параметры для режущего инструмента. Для обработки выбираем канавочный резец, так же, как и в предыдущей операции, при этом не забывая про вылет инструмента и указание итоговой шероховатости. Параметры для инструмента представлены в соответствии с рисунком 3.67.

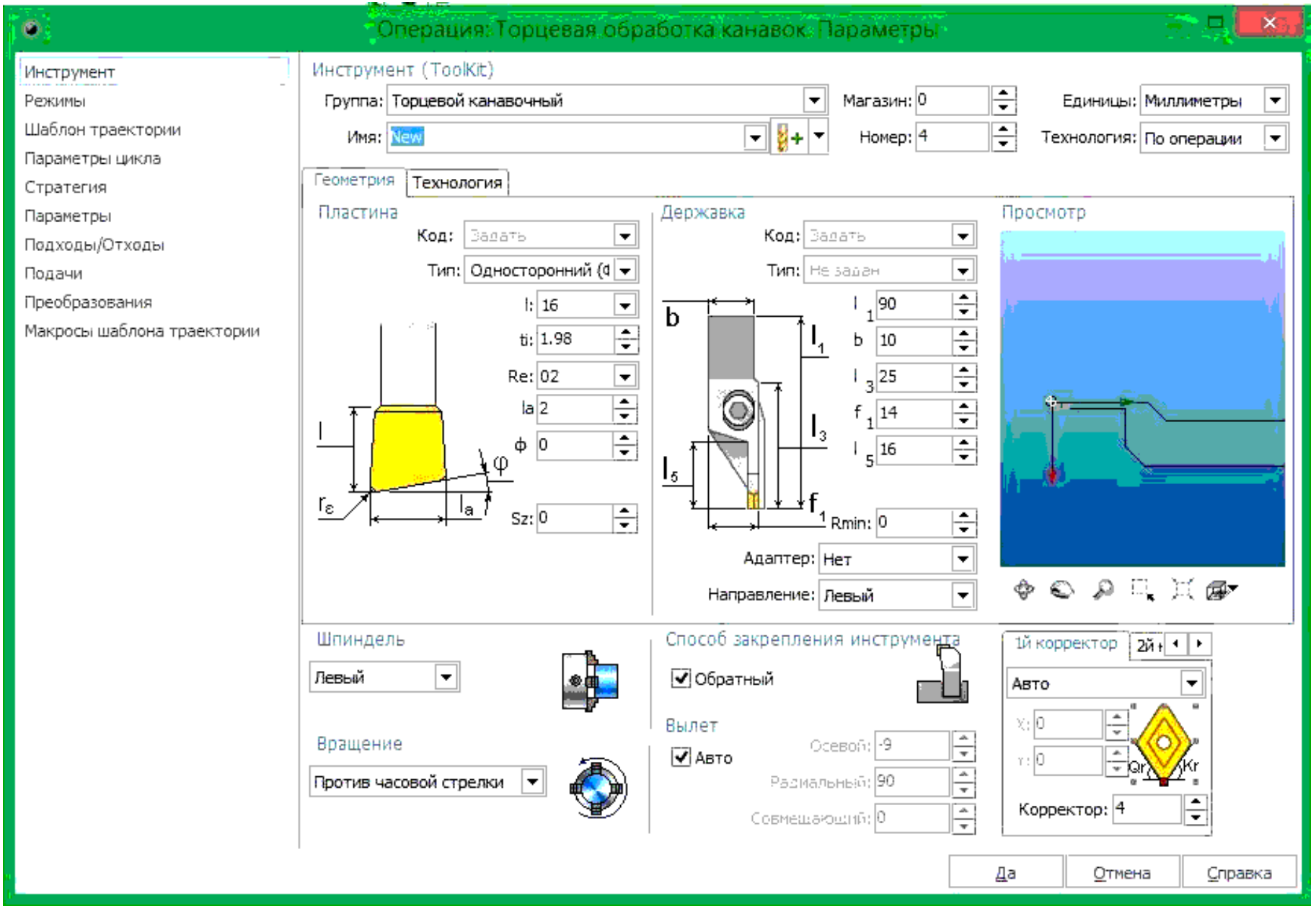

Рисунок 3.67 – Параметры режущего инструмента для обработки торцевой канавки

Параметры цикла обработки принимаем аналогично операции «*Черновая и чистовая обработка канавок размеров ∅13h9, 5,3h8.»*. Сохраняем введенные значения и запускаем расчет траектории инструмента. Затем запускаем моделирование разработанной операции, в соответствии с рисунком 3.68.

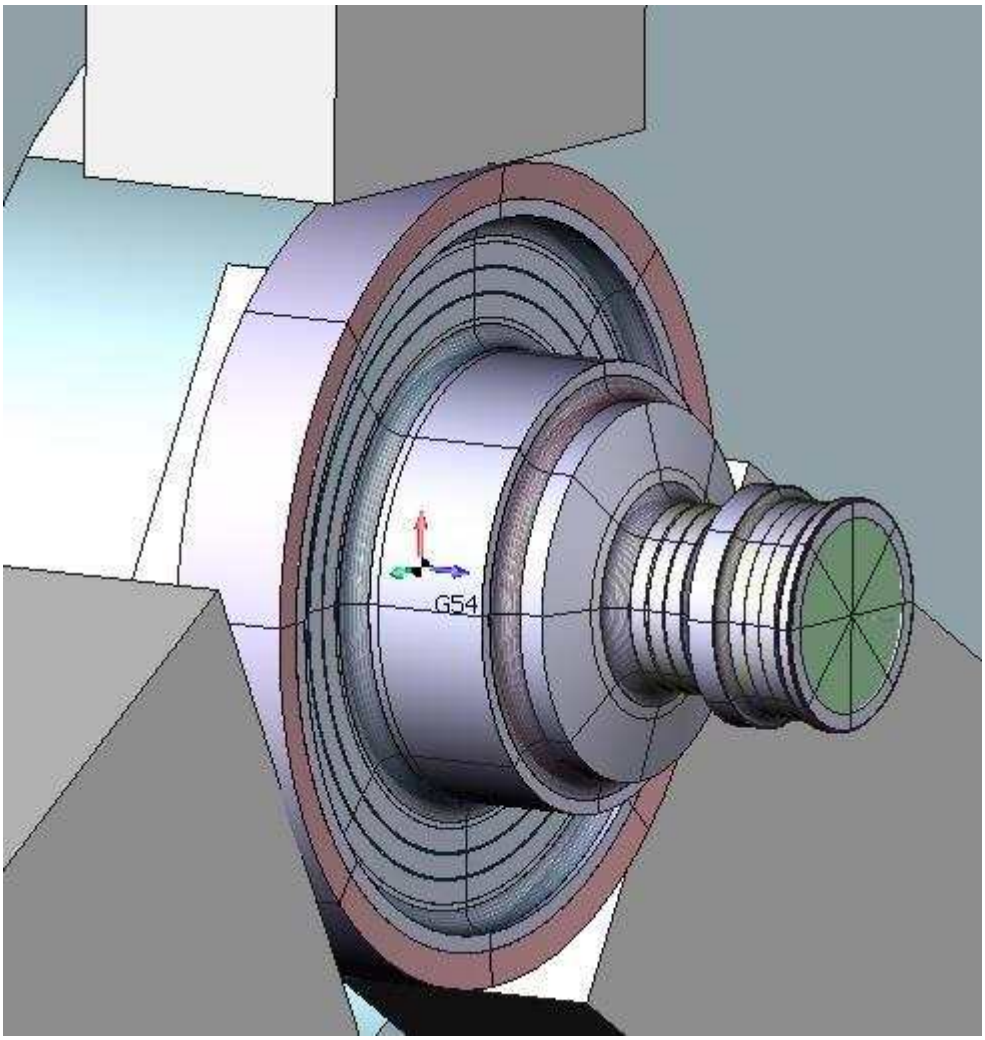

Рисунок 3.68 – Итоговый результат моделирования обработки торцевой канавки

Сверление отверстия ∅10H9.

На данном этапе произведем сверление отверстия. Добавляем новую операцию «Токарная обработка отверстий» в разделе операций «Токарные», в соответствии с рисунком 3.69. Помимо сверления, эта операция выполняет ряд других функций таких ,как расточка, нарезание резьбы метчиком, зенкерование, развертывание и т.д. В итоге, операция ограничивается обработкой исключительно осевых отверстий.

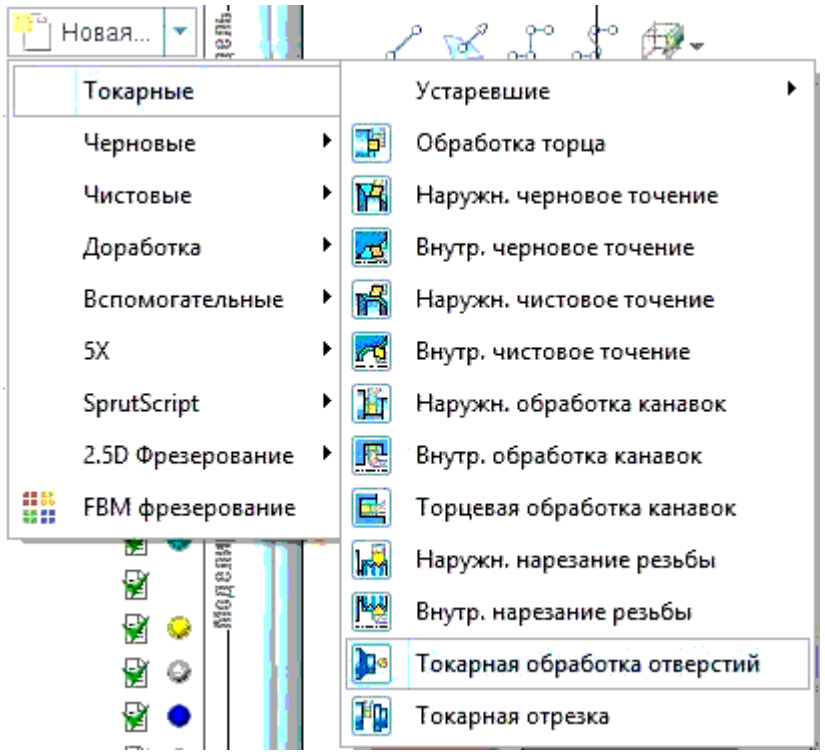

Рисунок 3.69 – Создание операции «Токарная обработка отверстий»

Отверстие для обработки задаем в окне «Рабочее задание» на панели параметров технологических операций, в соответствии с рисунком 3.70

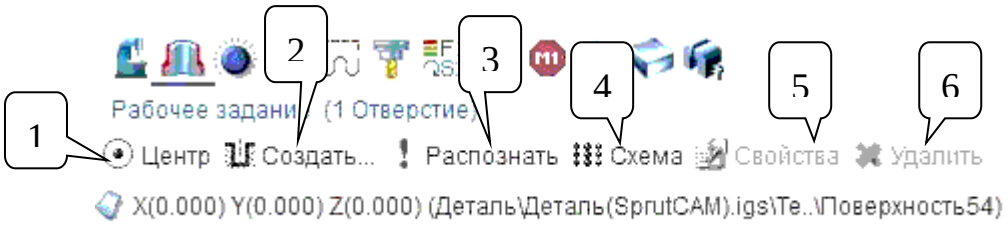

Рисунок 3.70 – Окно «рабочее задание» для обработки отверстия

В данном окне расположены следующие кнопки:

- кнопка 1 «Центр» - позволяет создать отверстие объектом типа «Точка» (т.е. на 3D модели выбираем окружность и нажимаем на данную кнопку, тем самым автоматически создаем рабочее задание);
- кнопка 2 «Создать» - позволяет создать отверстие вводом координат;
- кнопка 3 «Распознать» - позволяет распознать отверстия в 3D модели детали;
- кнопка 4 «Схема» - позволяет создать группу отверстий по схеме;

- кнопка 5 «Свойства» - открывает окно параметров выбранных отверстий; (т.е. сначала выбираем рабочее задание и затем нажимаем на данную кнопку);
- кнопка 6 «Удалить» - позволяет удалять выбранное рабочее задание.

Аналогично предыдущей операции включаем разрез детали для того, чтобы было более корректно выполнено рабочее задание.

Добавленные отверстия отображаются в окне «Рабочее задание», а также в графическом окне. Уровень обработки каждого отверстия можно редактировать на экране. Чтобы выбрать направление обработки, нужно в графическом окне нажать на зеленую стрелку 1, в соответствии с рисунком 3.71.

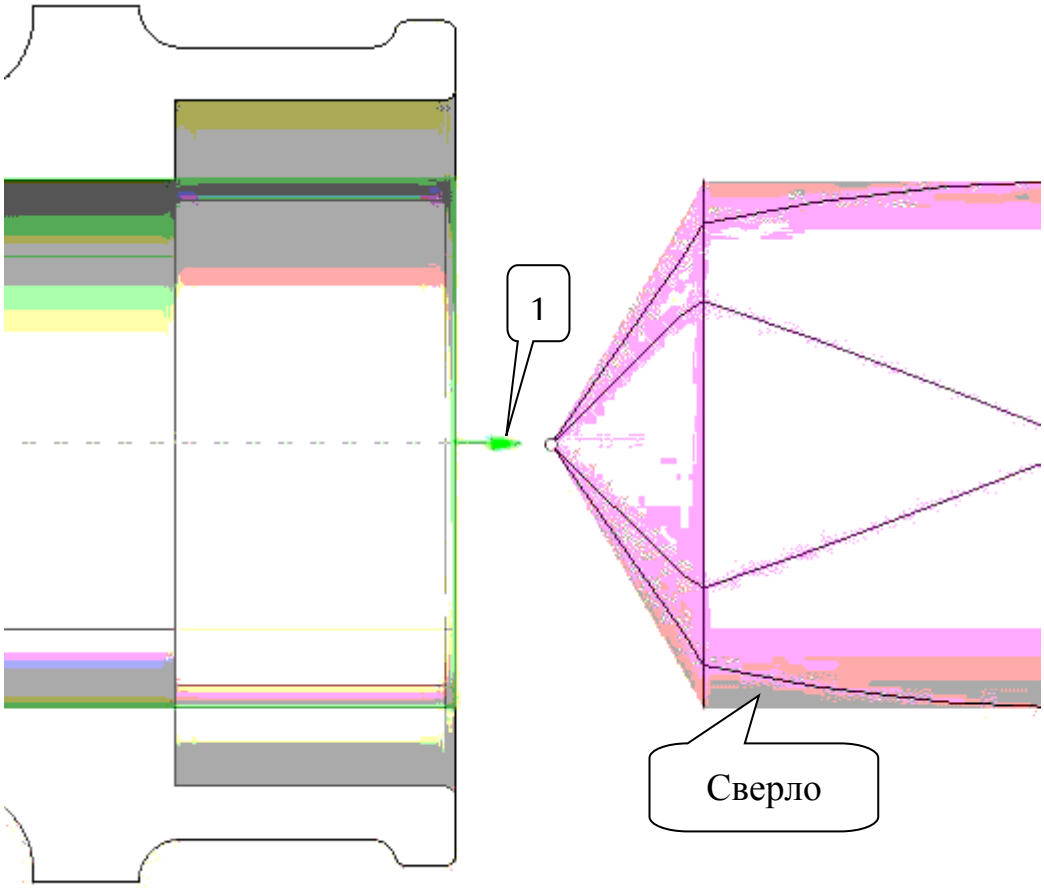

Рисунок 3.71 – Направление обработки

А для корректировки уровня (глубины) обработки нужно потянуть за основания 1 или 2, в соответствии с рисунком 3.72.

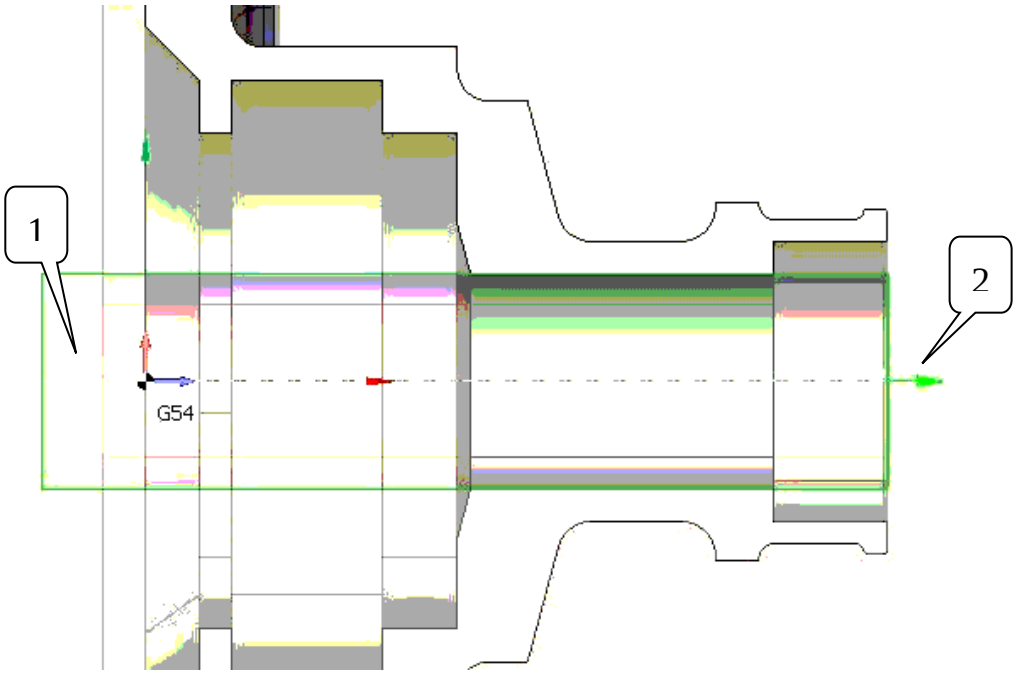

Рисунок 3.72 – Изменение уровня

Выбираем созданную операцию и нажимаем кнопка «Параметры». Для данной операции в соответствии с чертежом детали в библиотеке инструмента выбираем сверло ∅10 мм. Для данного случая в окне параметрах операции во вкладке «Инструмент» нажимаем на закладку «Библиотека» 1. Затем листаем список до тех пор, пока не найдем сверло «10.5mm Drill» 2. Выбираем на строку с данным сверлом и нажимаем на кнопку «Выбрать» 3, в соответствии с рисунком 3.73.

Рисунок 3.73 – Выбор инструмента из библиотеки

В итоге все значения режущего инструмента автоматически будут изменены, в соответствии с рисунком 3.74. Остальные параметры оставляем по умолчанию.

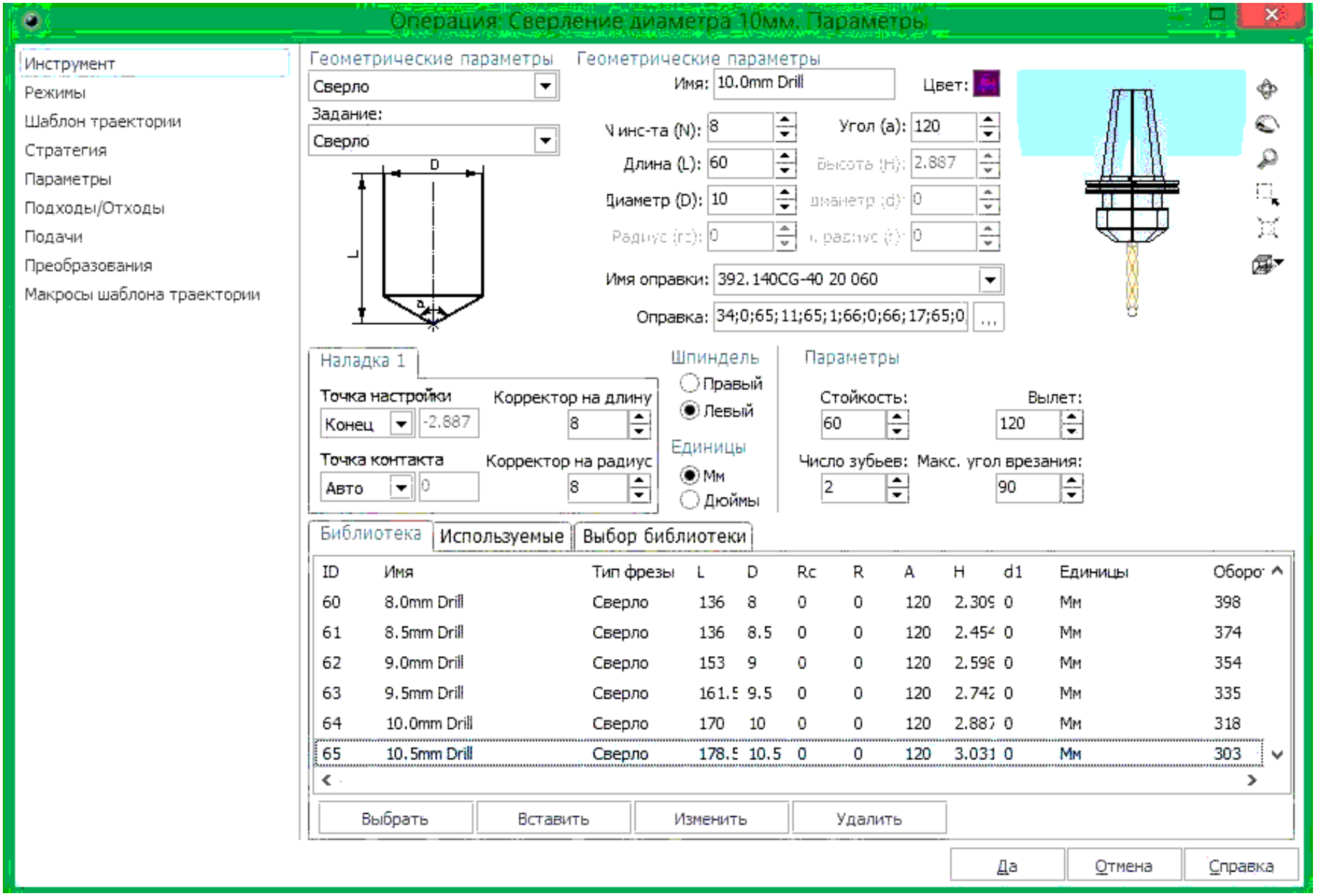

Рисунок 3.74 – Параметры режущего инструмента для обработки отверстия

Подтверждаем измененные параметры. Запускаем расчет траектории движения инструмента, проверяем операцию на наличие ошибок и переходим к моделированию процесса обработки. Чтобы сократить время, воспользуемся кнопка мгновенного моделирования операции. Для более наглядного представления воспользуемся кнопкой «Токарный вид» тем самым произведя разрез детали. В итоге получаем обработанное отверстие, в соответствии с рисунками 3.75, 3.76.

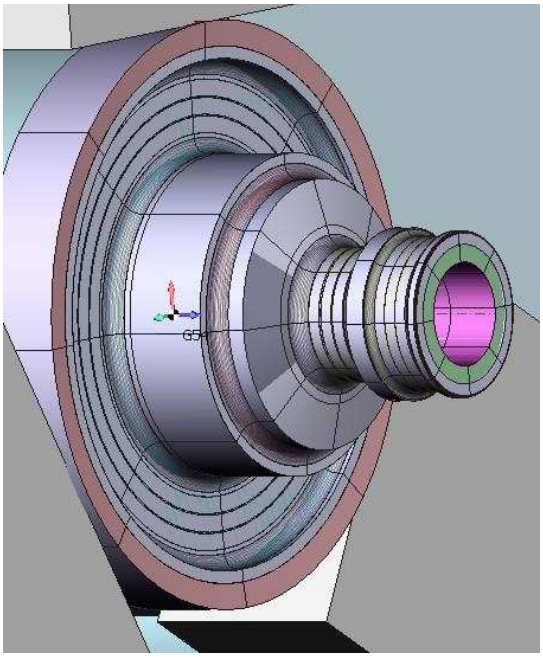

Рисунок 3.75 – Видимость результата обработки без разреза

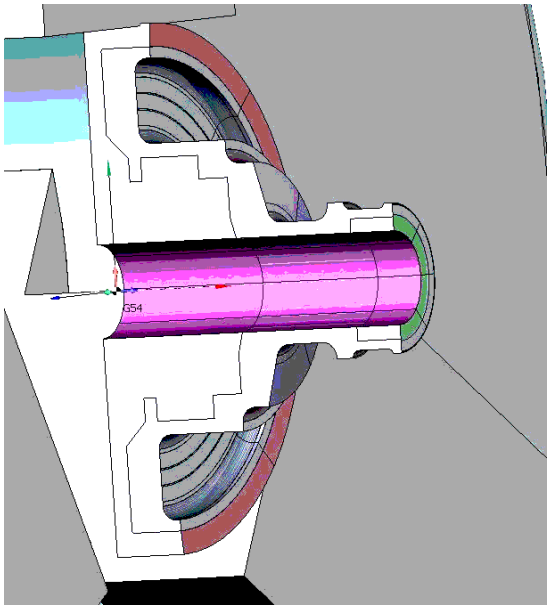

Рисунок 3.76 - Видимость результата обработки без разреза

Растачивание отверстия ∅13h8, на длину 5,3h8.

Очередным этапом разработки обработки является растачивание. Аналогично предыдущим операция создаем операцию «Внутреннее черновое точение», в соответствии с рисунком 3.77.

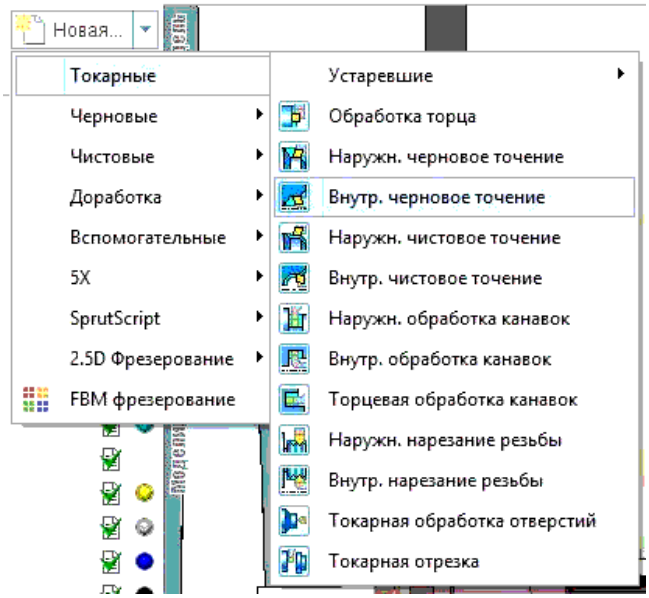

Рисунок 3.77 – Выбор операции «Внутреннее черновое точение»

Вследствие того, что было произведено сверление, данная операция будет производить не черновую, а по большей части получистовую и чистовую обработку. Также как и в прошлых операциях, создаем рабочее задание 1, в соответствии с рисунком 3.78.

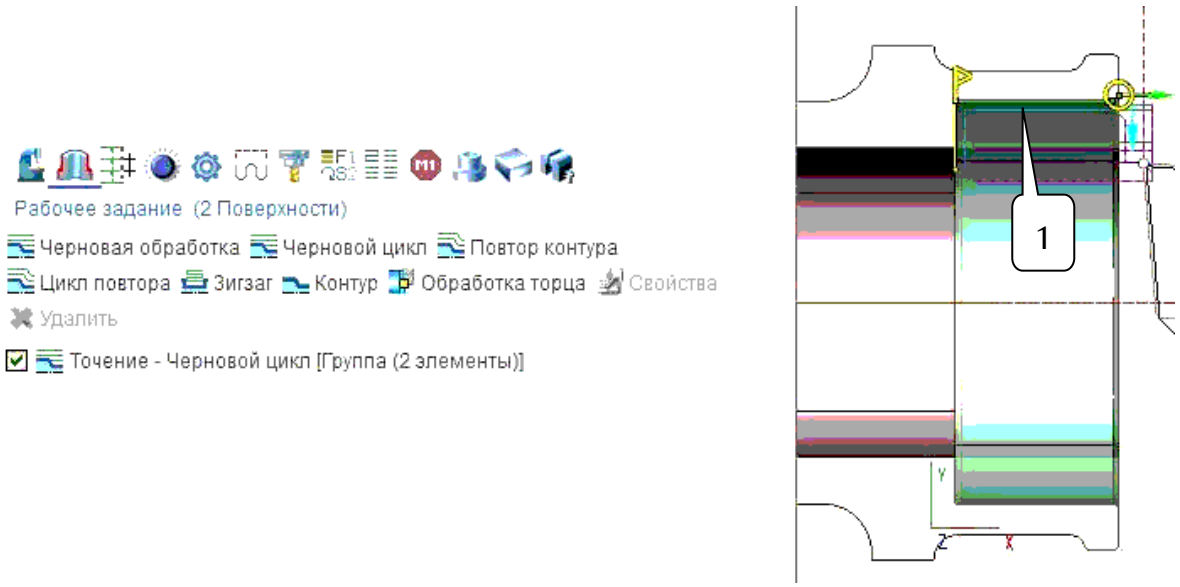

Рисунок 3.78 – Рабочее задание для растачивания отверстия

Для данной обработки необходимо осевое расположение предмета. Поэтому, аналогично операции «*Черновая и чистовая обработка торцевой канавки размера ∅51,5h6, ∅31h8, 2h8, 1,2h8.*», устанавливаем резец в свободный осевой резцедержатель или ,при необходимости, добавить осевое крепление, в соответствии с рисунком 3.79.

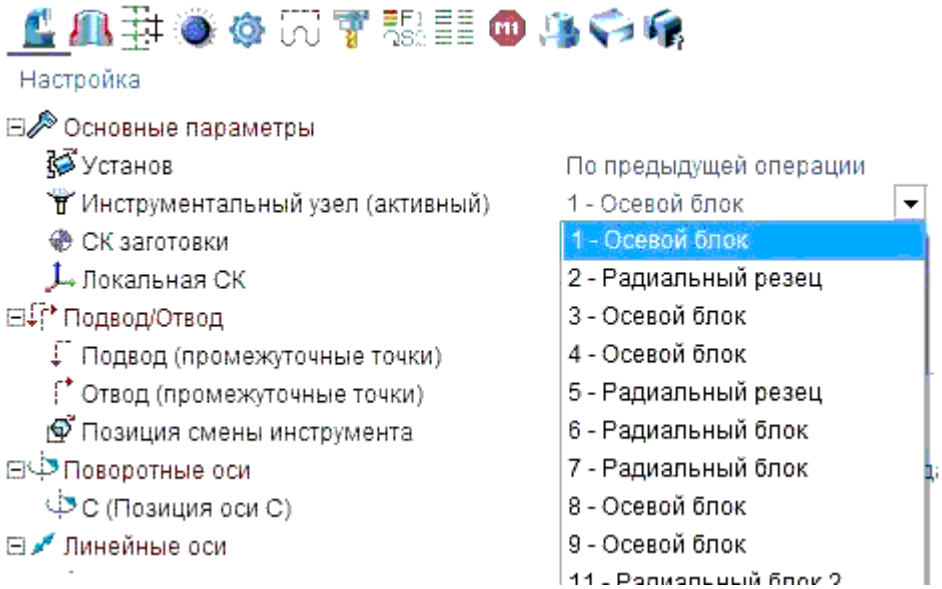

Рисунок 3.79 – Выбор осевого резцедержателя

Нажимаем на кнопку «Параметры» и производим настройку операции. В закладке «Инструмент» в поле «Группа» 1 выбираем тип резца «Расточной» 2, в соответствии с рисунком 3.80.

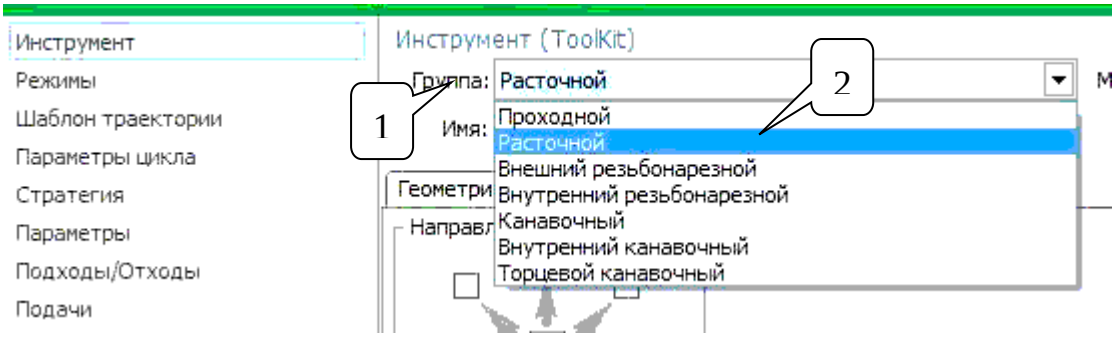

Рисунок 3.80 – Выбор типа режущего инструмента

Параметры для расточного резца представлены в соответствии с рисунком 3.81.

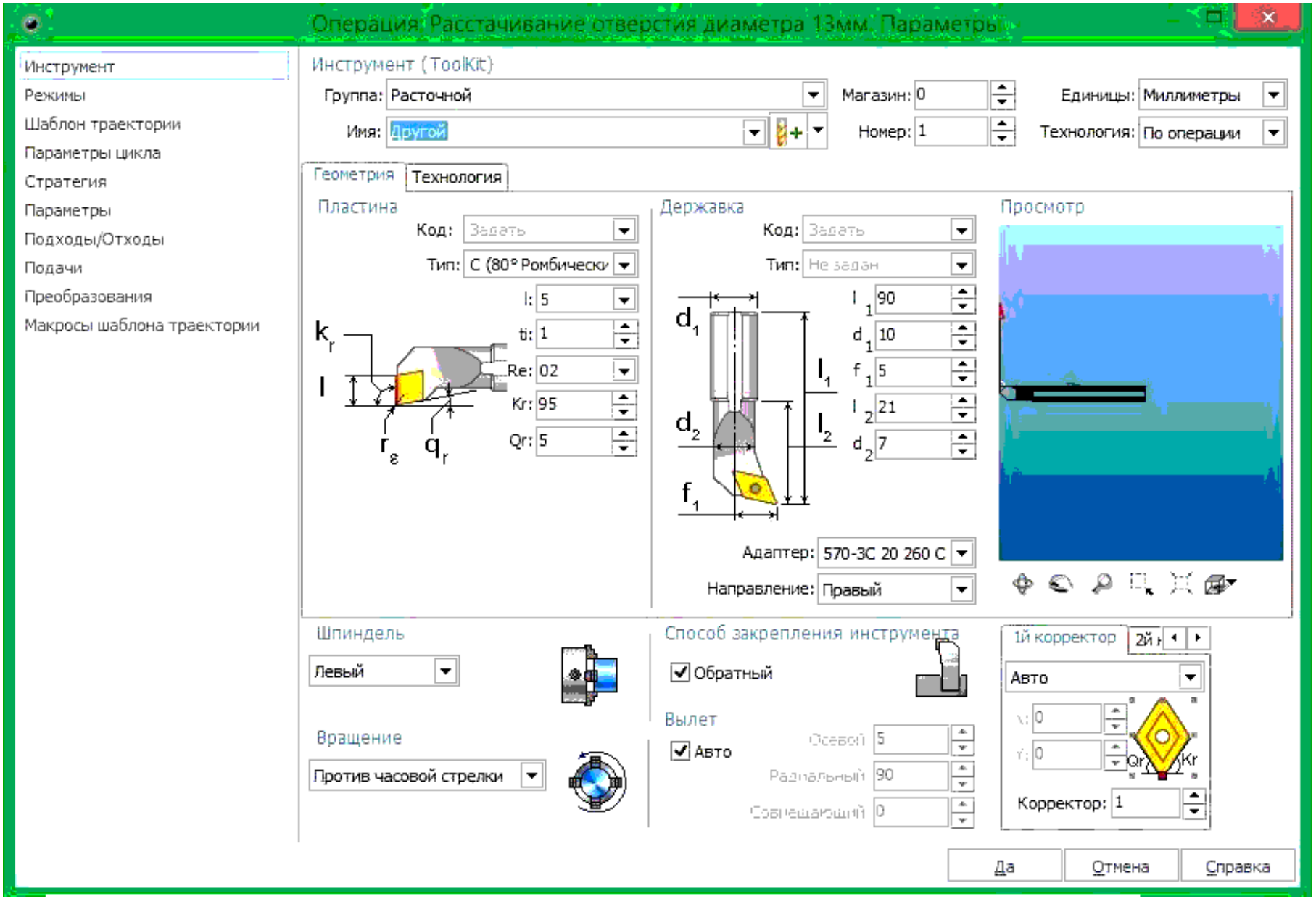

Рисунок 3.81 – Параметры режущего инструмента для растачивания отверстия

После этого запускаем расчет траектории и затем производим моделирование обработки, в соответствии с рисунком 3.82.

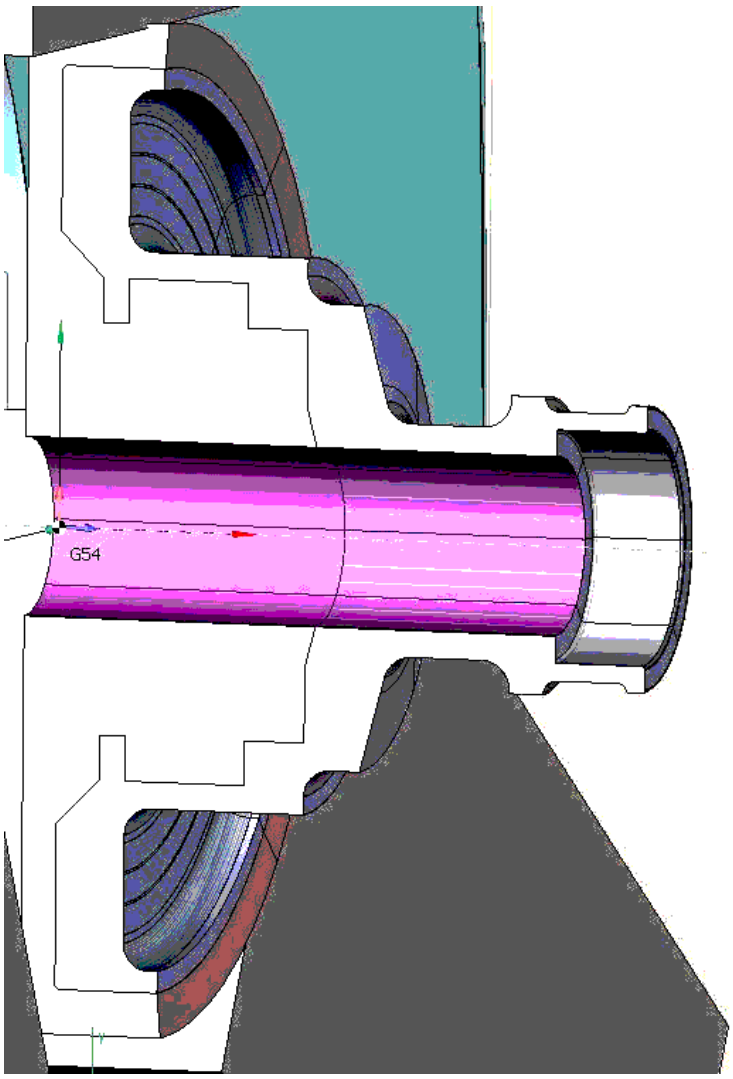

Рисунок 3.82 – Итог моделирования обработки

Зенкерование отверстия ∅10H9.

Теперь вернёмся к отверстию ∅10 и произведём окончательную обработку данной поверхности. Для начала зенкеруем отверстие. Добавляем операцию «Токарная обработка отверстий» в разделе операций «Токарные». Данная операция отличается от операции *«Сверление отверстия ∅10H9»* только режущим инструментом. В данной случае используем зенковку. Для этого открываем параметры операции, в разделе «Инструмент» в поле 1 ставим инструмент зенкер. В библиотеке выбираем инструмент 2, подходящий по размеру обрабатываемой поверхности. Также указываем оправку 3, в соответствии с рисунком 3.83.

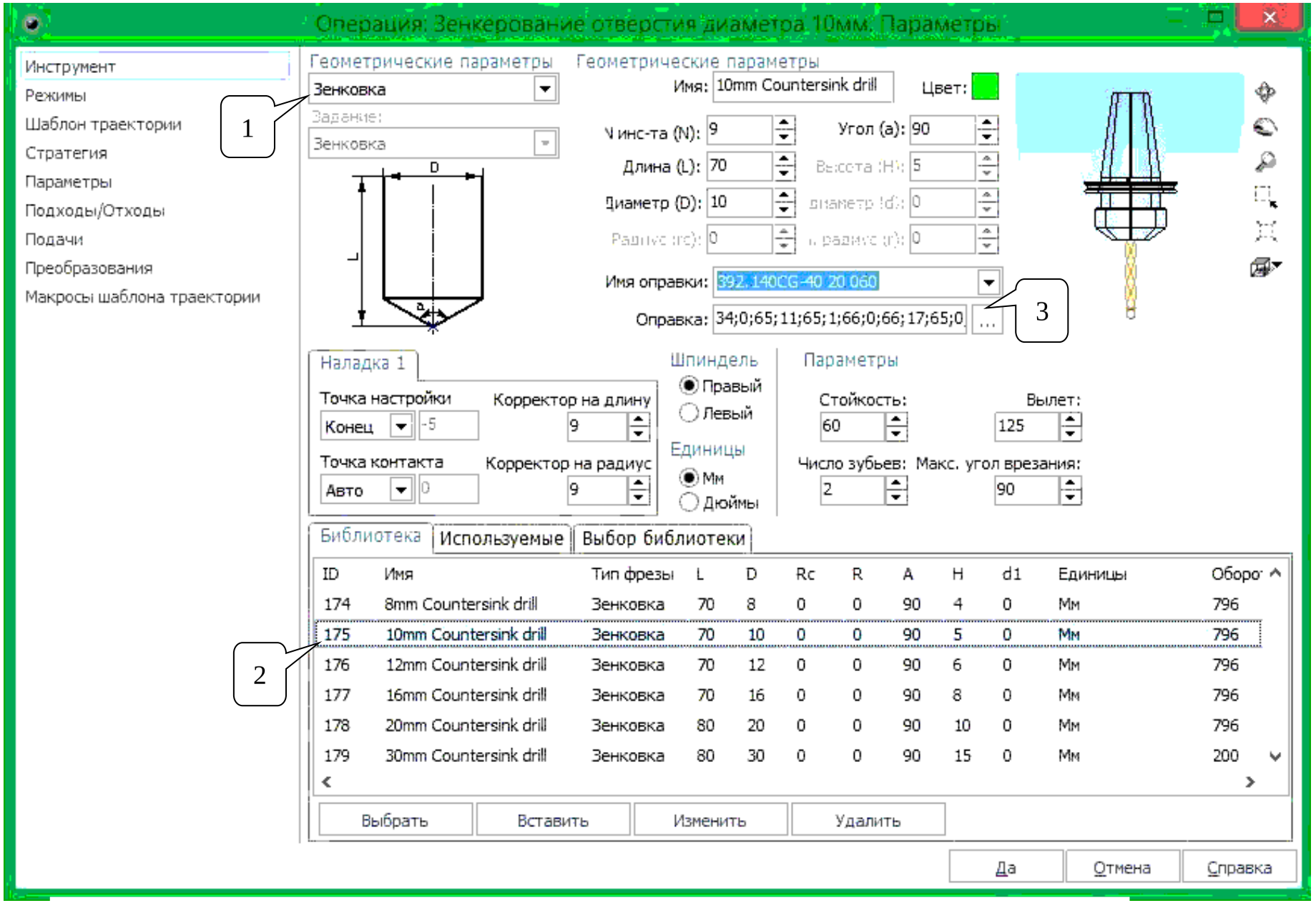

Рисунок 3.83 – Параметры режущего инструмента для зенкерования отверстия

Создаем рабочее задание для зенкования. Оно немного отличается от сверления глубиной обработки и представлено в соответствии с рисунком 3.84.

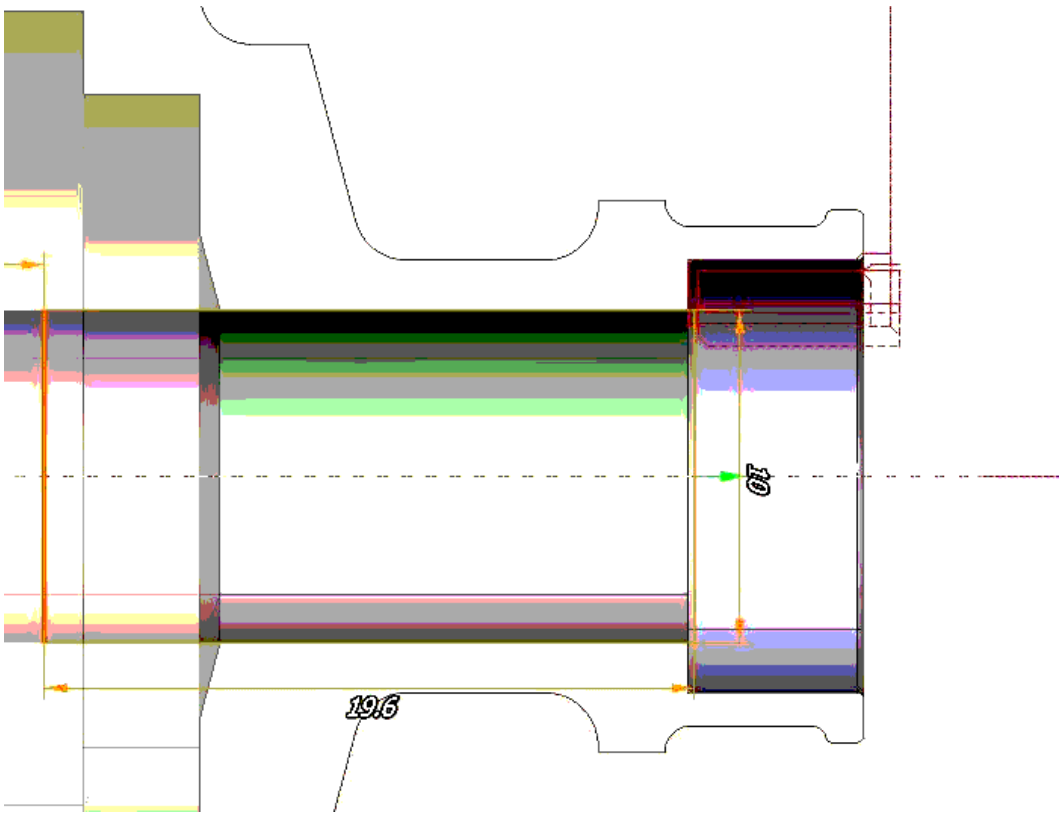

Рисунок 3.84 – Рабочее задания для зенкерования

Сохраняем введенные параметры, запускаем расчет траектории инструмента и производим моделирование обработки разработанной операции. Визуального различия от сверления как такого нет.

Развертывание отверстия ∅10H9.

Закончим обработку отверстия ∅10H9 развертыванием, тем самым получая итоговую шероховатость. Для этого аналогично предыдущей операции создаем операцию «Токарная обработка отверстий». Устанавливаем такое же рабочее задание, как и при зенковании, но меняем инструмент. Вместо зенковки, выбираем развертку и в библиотеке инструментов в параметрах операции подбираем режущий инструмент под требуемый размер. Выбираем оправку и сохраняем изменения. После этого запускаем расчет траектории инструмента и производим моделирование операции. Значения параметров инструмента представлены в соответствии с рисунком 3.85.

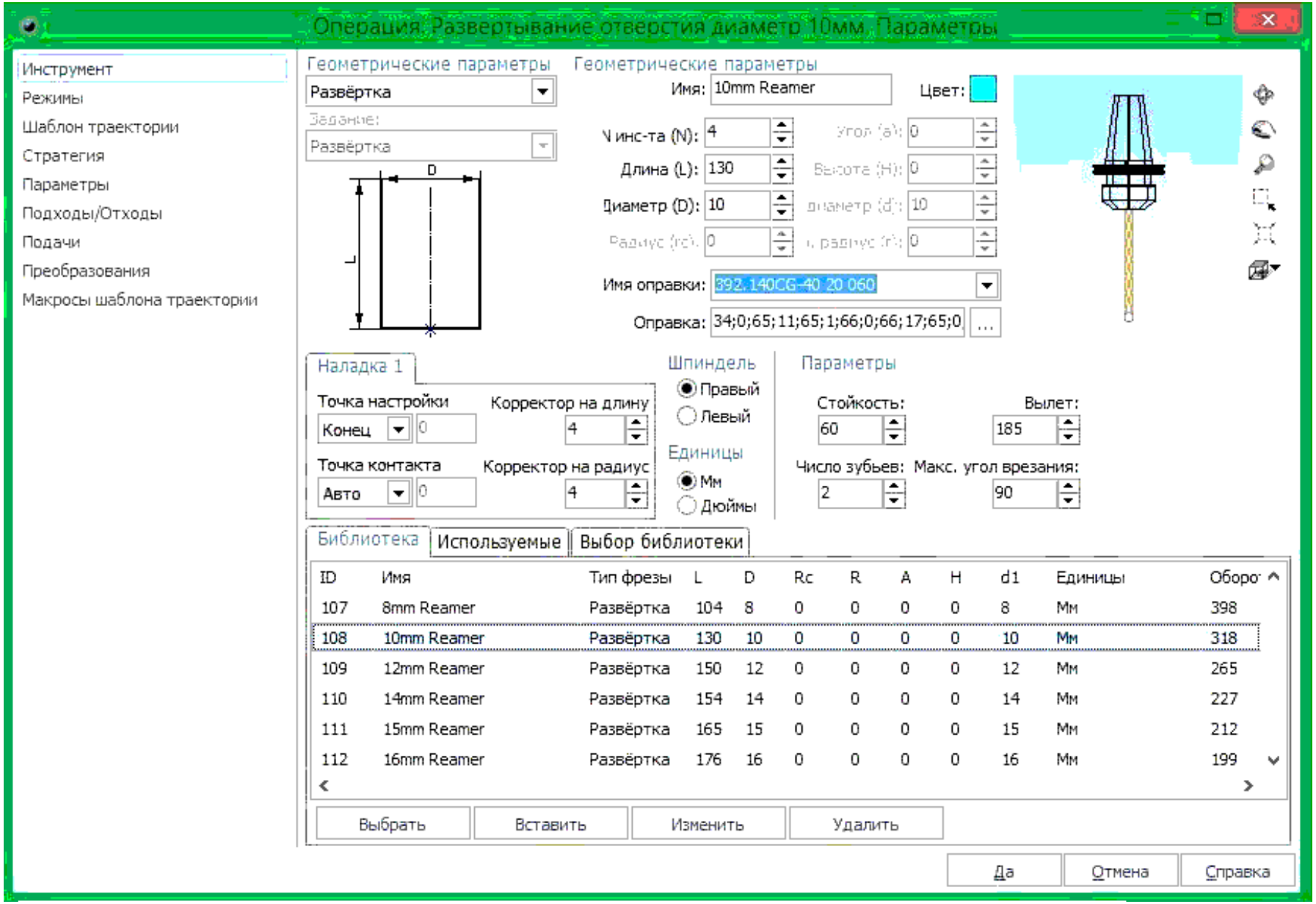

Рисунок 3.85 – Параметры режущего инструмента для развертывания отверстия

Переустанов детали для дальнейшей обработки.

На данном этапе закончили обработку правой стороны детали и переходим к обработке её левой стороны. Но перед этим нужно произвести переустанов. Переустановить 3D модель можно с помощью операции «Вспомогательная операция» в разделе операций «Вспомогательные». Данная функция предназначена для оформления специальных, узкоспециальных последовательностей команд CLData в именованный список, который может быть сохранен и использован многократно в процессе работы с системой. Это могут быть такие операции, как зажим (разжим) патрона, смена инструмента, подвод (отвод) задней бабки, переворот заготовки, а также установка активной системы координат заготовки G54-G59 и т.д.

Также для переворота детали можно с помощью «Группа», находящаяся в группе операций «Вспомогательные». Группа предназначена для систематизации различных операций, имеющих сходные настройки. Группа может включать в себя операции любого типа. При изменении параметров группы происходит изменение схожих параметров во всех входящих в нее операциях. Воспользуемся этим способом. Для этого нажимаем кнопку «Новая операция», в списке операций «Вспомогательные» 1 выбираем «Группа» 2 и нажимаем кнопу «Создать», в соответствии с рисунком 3.86.

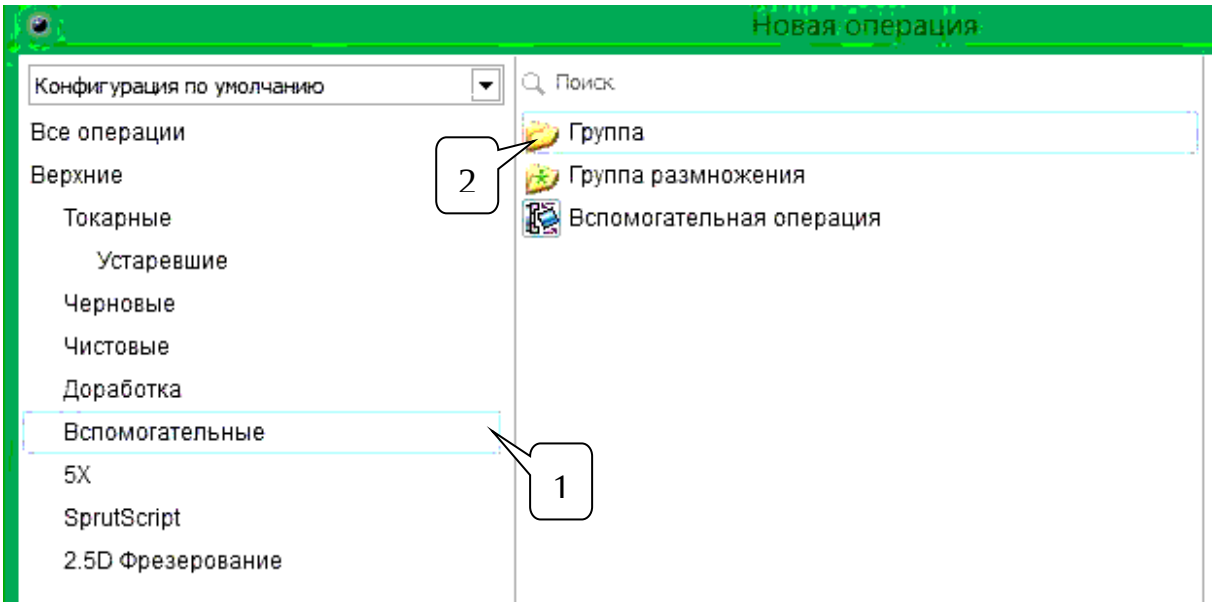

Рисунок 3.86 – Создание группы операций

Переименовываем группу в название «Переустанов детали» в дереве операций, в соответствии с рисунком 3.87. Затем производим корректировку

положения детали. Производится абсолютно так же, как и при первоначальной настройке заготовки.

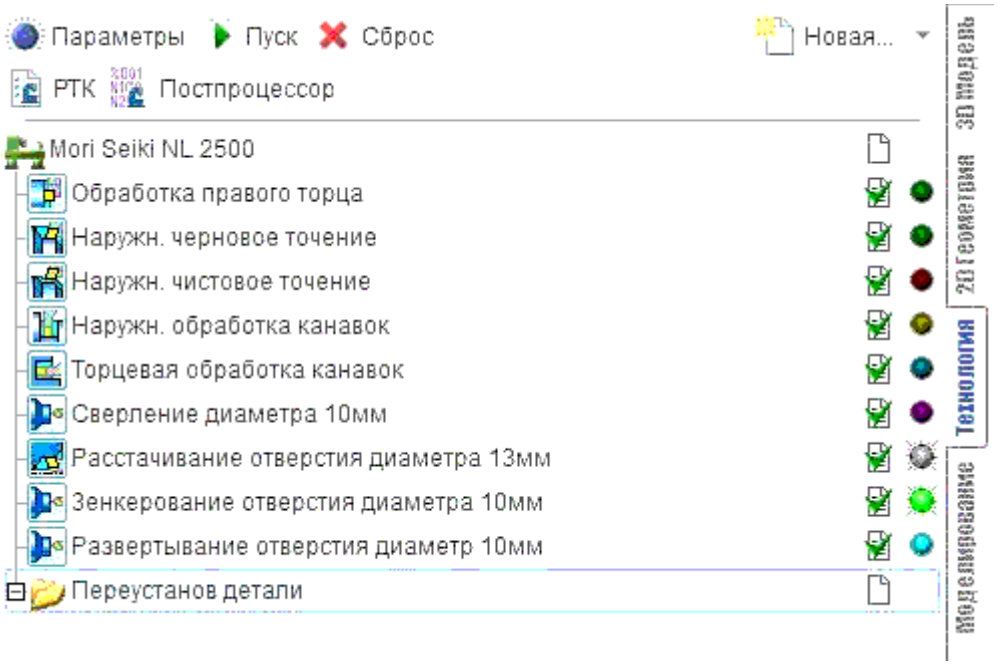

Рисунок 3.87 – Группа операций

Для начала повернём деталь на 180. Для этого нажимаем на созданную группу, далее в окне «Установ заготовки», которая находится в панели параметров технологической операции, ставим значения, в соответствии с рисунком 3.88.

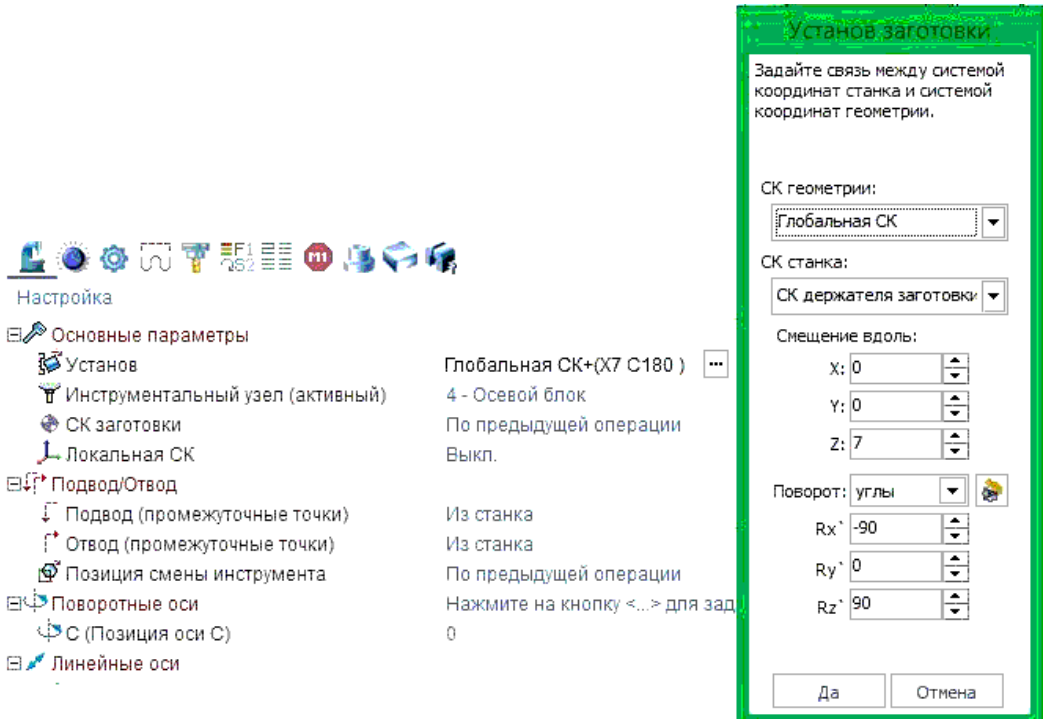

Рисунок 3.88 – Значения для ориентирования заготовки в патроне

Нажимаем кнопку «Да» для сохранения введенных параметров. Далее необходимо зажать кулачками заготовку. Производим те же действия, как и при первоначальном зажиме заготовки. Однако параметры зажима будут иные. Зажимаемся теперь за ∅31h8. Значит вводим значение «31» в поле «Jaw (Диаметр кулачков)», которое находится в панели параметров технологической операции в вкладке «Настройка», в соответствии с рисунком 3.89.

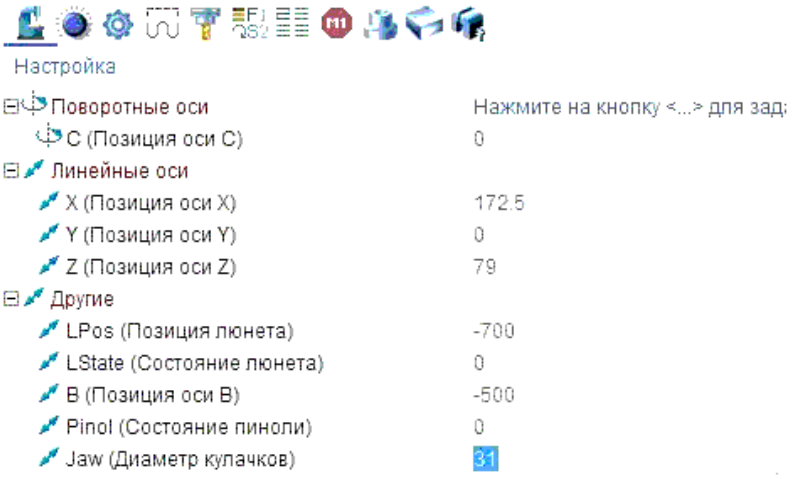

Рисунок 3.89 – Параметр зажатия кулачков

В итоге получаем скорректировано установленную деталь в патроне, в соответствии с рисунком 3.90. Далее можно производить разработку оставшихся операций.

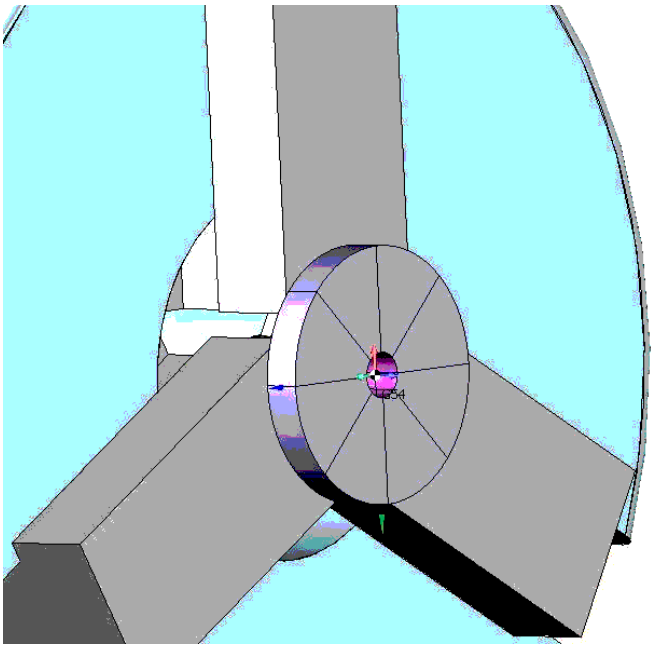

Рисунок 3.90 – Переустановленная деталь

Обработка левого торца размера 34,5h8.

Данную операцию разрабатываем аналогично операции *«Обработка правого торца размера 34,5h8».* Вследствие этого все значения резца, параметры цикла берём из выше обозначенной операции. Отличие составляет лишь в рабочем задании, которое представлено в соответствии с рисунком 3.91. Также необходимо не забывать о расположении инструмента в револьверной головке. Так как операция одинакова, то и положение инструмента указываем аналогичное.

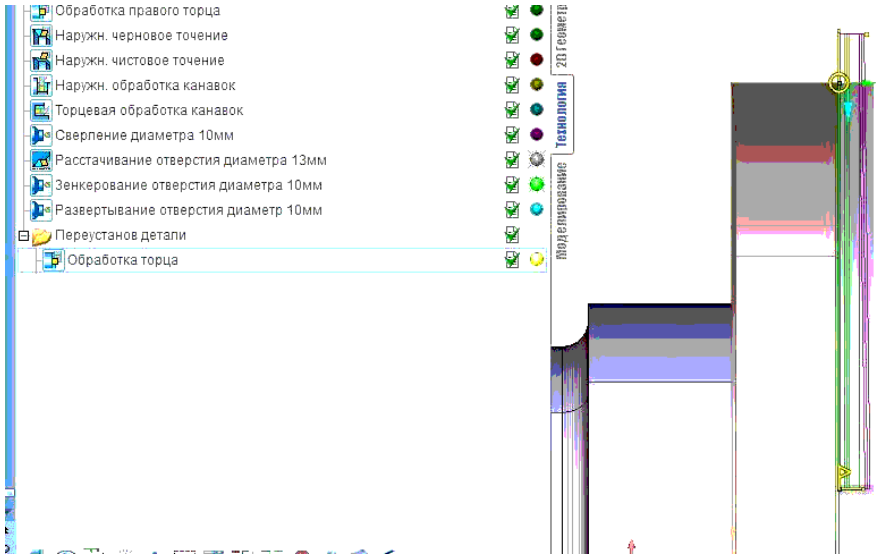

Рисунок 3.91 – Рабочее задание для обработки левого торца

Запускаем расчет траектории инструмента и производим моделирование операции. Для удобности и быстроты используем кнопки мгновенного моделирования операций. В итоге получаем обработанный левый торец, в соответствии с рисунком 3.92.

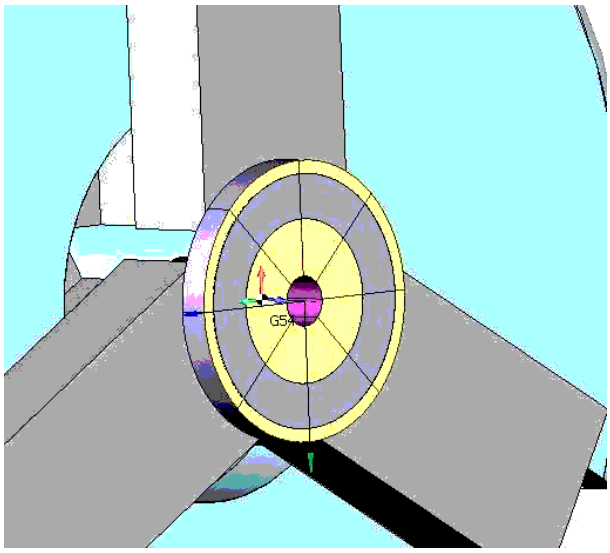

Рисунок 3.92 – Итого моделирования обработки левого торца

Черновая и получистовая обработка размера ∅51,5h6.

Для данной обработки, как и в предыдущем случае, параметры инструмента, параметры цикла обработки, режимы резания задаются аналогично операции *«Черновая и получистовая обработка размеров ∅31h8, ∅26h8, ∅16,6h8, ∅16h8»*. После этого задаем рабочее задание, в соответствии с рисунком 3.93.

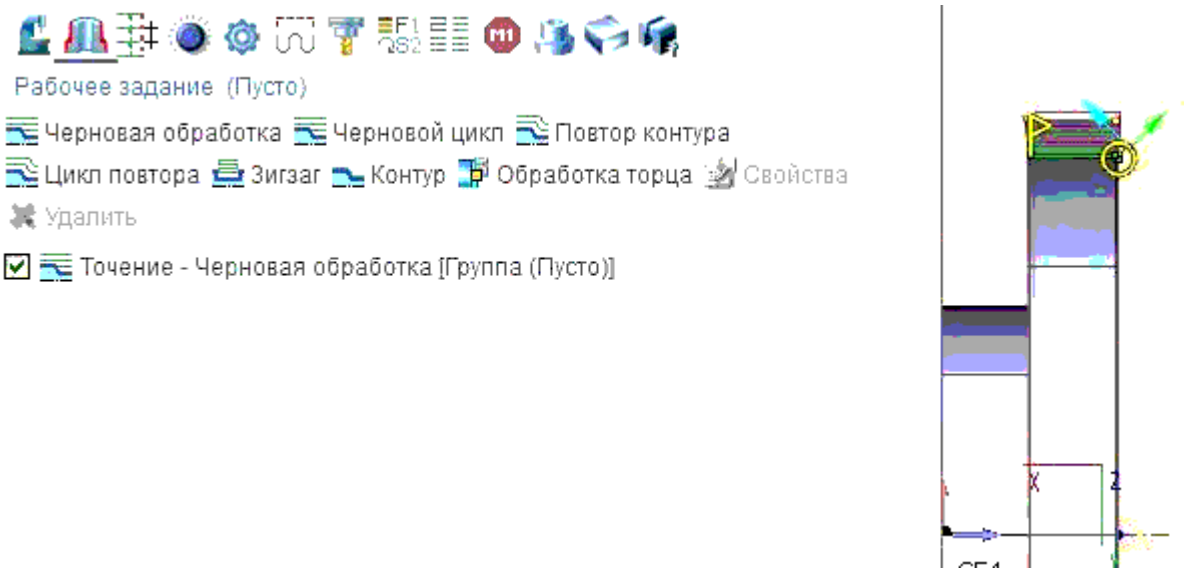

Рисунок 3.93 – Рабочее задание для черновой и получистовой обработки

Запускаем расчет траектории и моделируем операций, в соответствии с рисунком 3.94.

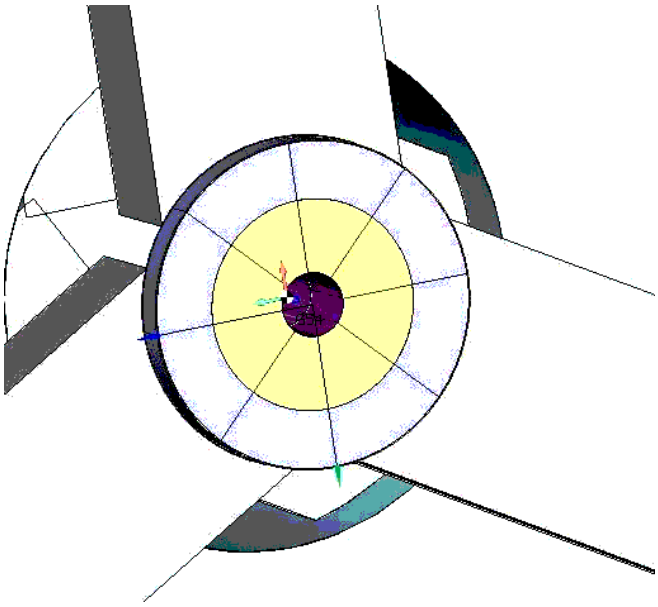

Рисунок 3.94 – Результат черновой и получистовой обработки

Чистовая обработка размера ∅51,5h6.

Данная операция аналогична операции *«Чистовая обработка размеров ∅31h8, ∅26h8, ∅16,6h8, ∅16h8»*. Следовательно, все параметры операции берём от туда. Рабочее задание остается тем же, как и в предыдущей операции. Рассчитываем и моделируем обработку, в соответствии с рисунком 3.95. Также не забываем про расположение инструмента. Оно должно быть в том же положении, что и при операции *«Чистовая обработка размеров ∅31h8, ∅26h8, ∅16,6h8, ∅16h8»*.

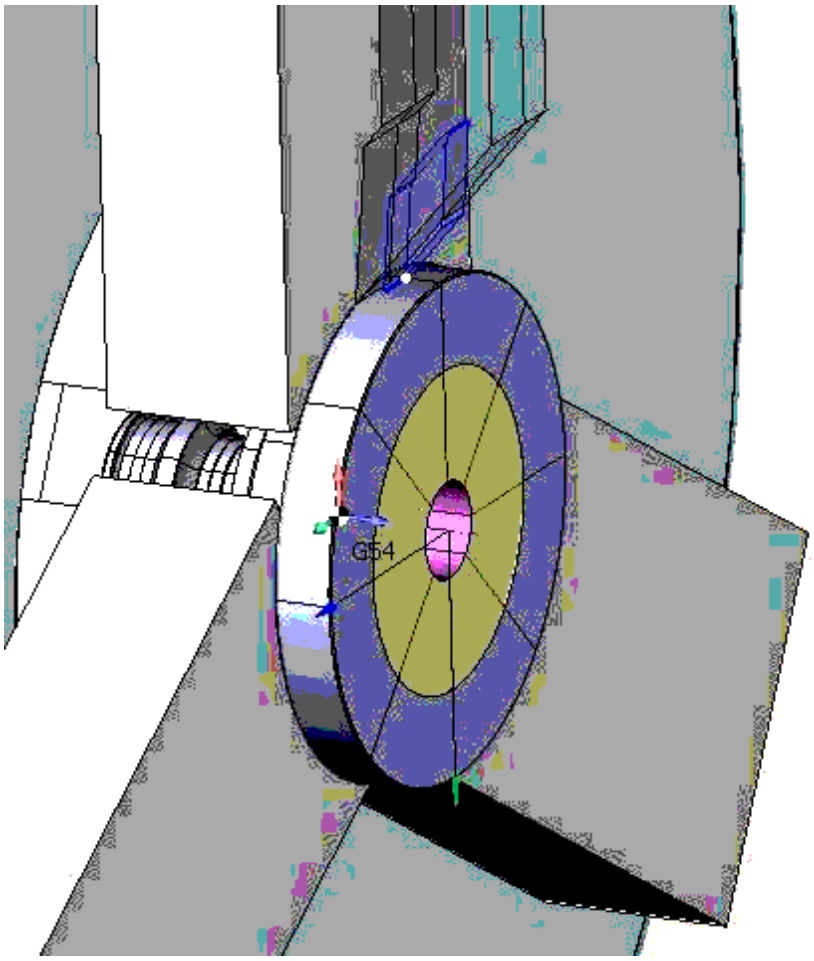

Рисунок 3.95 – Моделирование чистовой обработки

Черновая и получистовая обработка размеров ∅15H9, ∅23H9, ∅33H9, 14,5H9.

Переходим к разработке внутреннего точения. Для этого нажимаем на кнопку «Новая операция» и выбираем операцию «Внутреннее черновое точение» в разделе операций «Токарные», в соответствии с рисунком 3.96. Для удобства создания рабочего задания в графическом окне произведем разрез детали с помощью кнопки «Токарный вид», расположенной на главной панели программы в закладке «Управление».

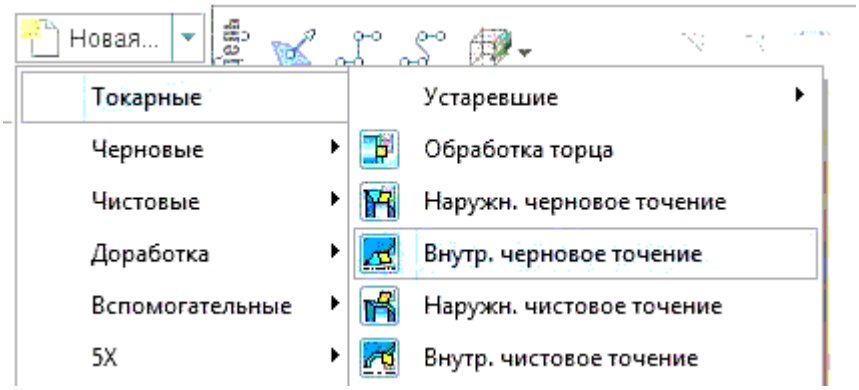

Рисунок 3.96 – Разработка операции «Внутреннее черновое точение»

Аналогично предыдущим операциям, создаем или корректируем рабочее задание. В большинстве случаем оно создается автоматически и будет охватывать всю внутреннюю поверхность детали. Для этого с помощью направляющих «Начало обработки» 1 и «Конец обработки» 2 указываем только те поверхности, которые необходимо обработать. При необходимости можно выбрать геометрические примитивы (т.е. поверхности) детали и нажать на кнопку «Черновая обработка» 3, в соответствии с рисунком 3.97.

Рисунок 3.97 – Настройка рабочего задания

Настраиваем расположение инструмента. Так как обрабатываем внутренние поверхности детали, то располагаем резец в осевом положении. Как это сделать описано в операции *«Черновая и чистовая обработка торцевой канавки размера ∅51,5h6, ∅31h8, 2h8, 1,2h8»*. После этого настраиваем параметры операции. Для этого выбираем операцию и нажимаем кнопку «Параметры», или просто два раза левой кнопкой мыши нажимаем по операции. Значения для режущего инструмента указаны в соответствии с рисунком 3.98.

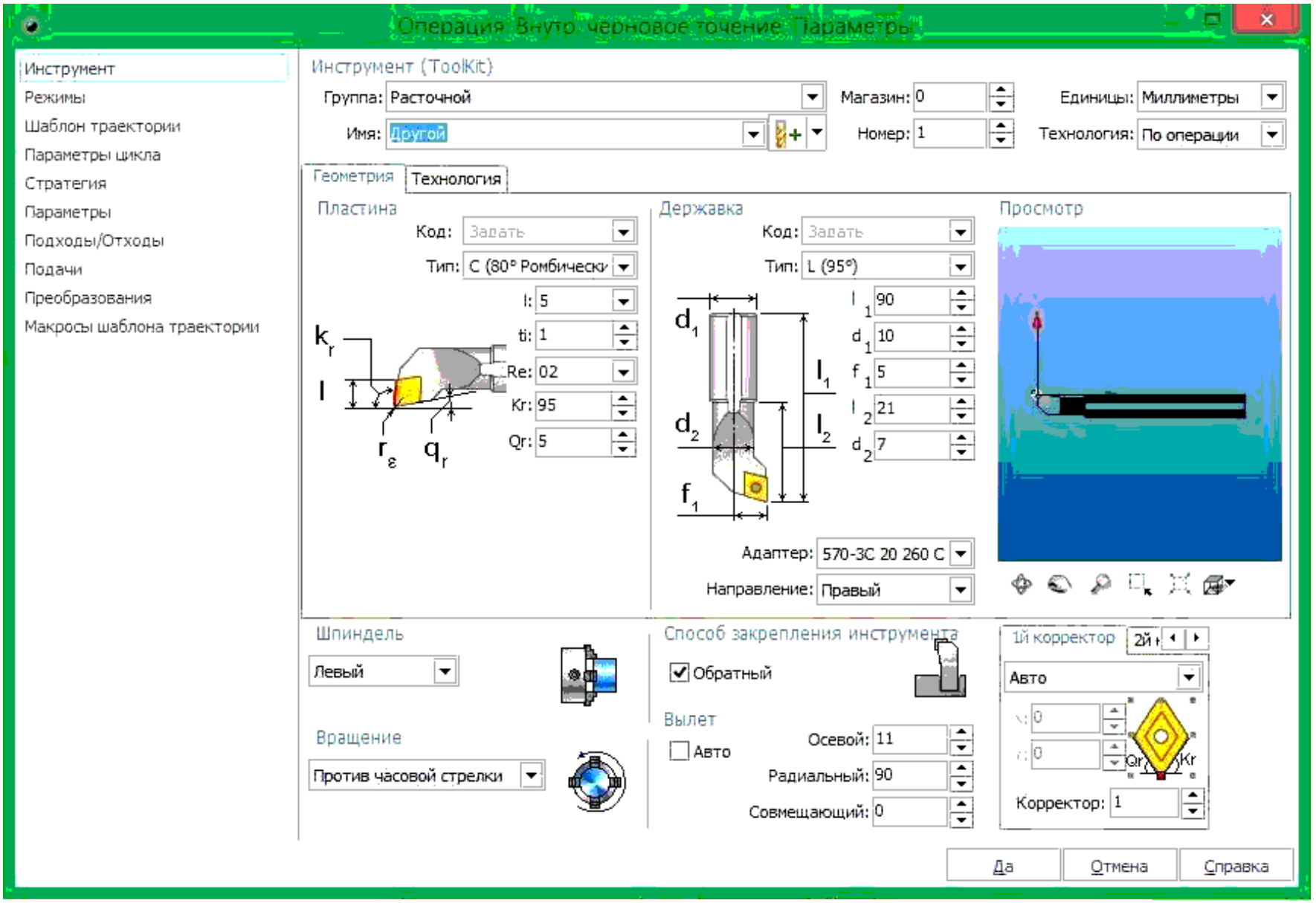

Рисунок 3.98 – Параметры режущего инструмента для обработки внутренних

Важно отметить то, как задано отвод инструмента. При параметре отводе инструмента «Из станка» зачастую возникает ошибка «Зарез модели», а также произойдет столкновение резца с элементами станка. Тогда в статусе операции будет изображен красный восклицательный знак. Если нажать на него, то появится небольшое окно, в котором указаны какие ошибки произошли в процессе моделирования, в соответствии с рисунком 3.99.

Рисунок 3.99 – Окно статуса операции

Если была зажата кнопка «Останавливаться на ошибках», то процесс моделирования остановится и в графическом окне будут подсвечены области, где произошла данная ошибка, в соответствии с рисунком 3.100.

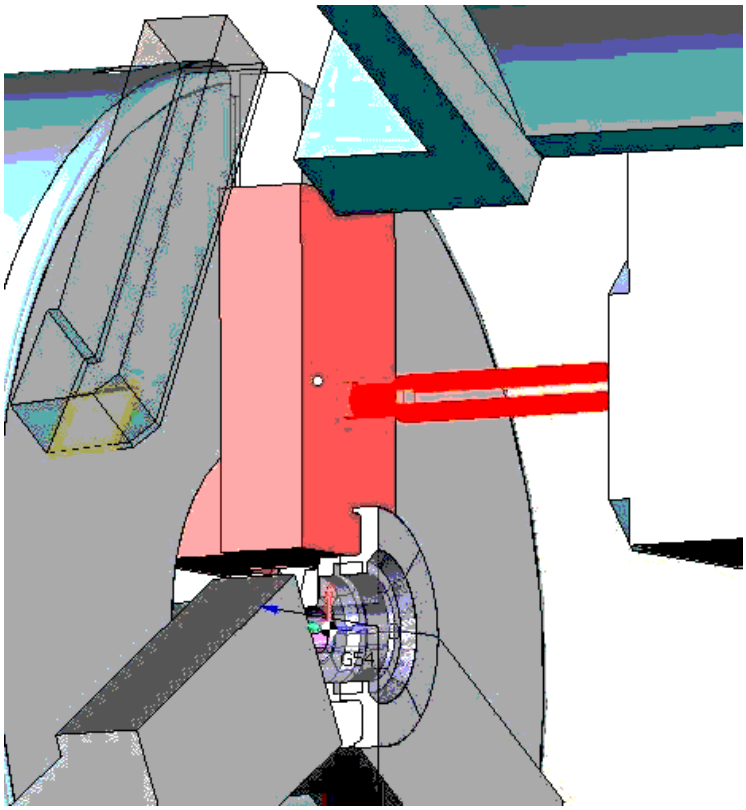

Рисунок 3.100 – Изображение ошибки в графическом окне

Также можно посмотреть координату возникновения ошибки. Для этого в закладке «Моделирование», в дереве операций раскрываем операцию «Внутреннее черновое точение». Далее ищем строку, в которой произошла ошибка, в соответствии с рисунком 3.101.

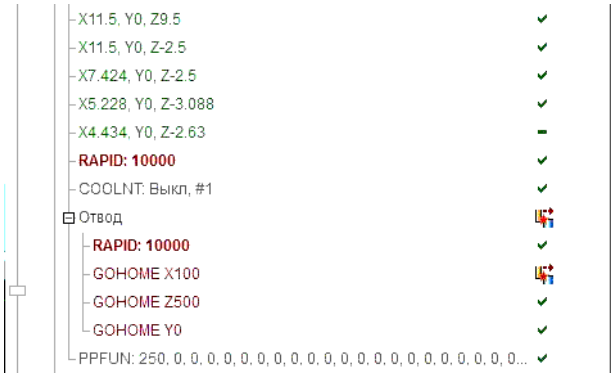

Рисунок 3.101 – Конкретная координата возникновения ошибки

Отсюда следует, что ошибка возникла при отводе инструмента после обработки. Чтобы исправить её необходимо вернуться в закладку «Технология», в разрабатываемой операции перейти в панель параметров технологических операций и нажать вкладку «Настройка». Затем найти строку «Отвод (промежуточные точки)» 1, напротив неё раскрыть контекстное меню 2 и нажать на строку «Выбор...» 3, тем самым открыв диалоговое окно, в соответствии рисунком 3.102

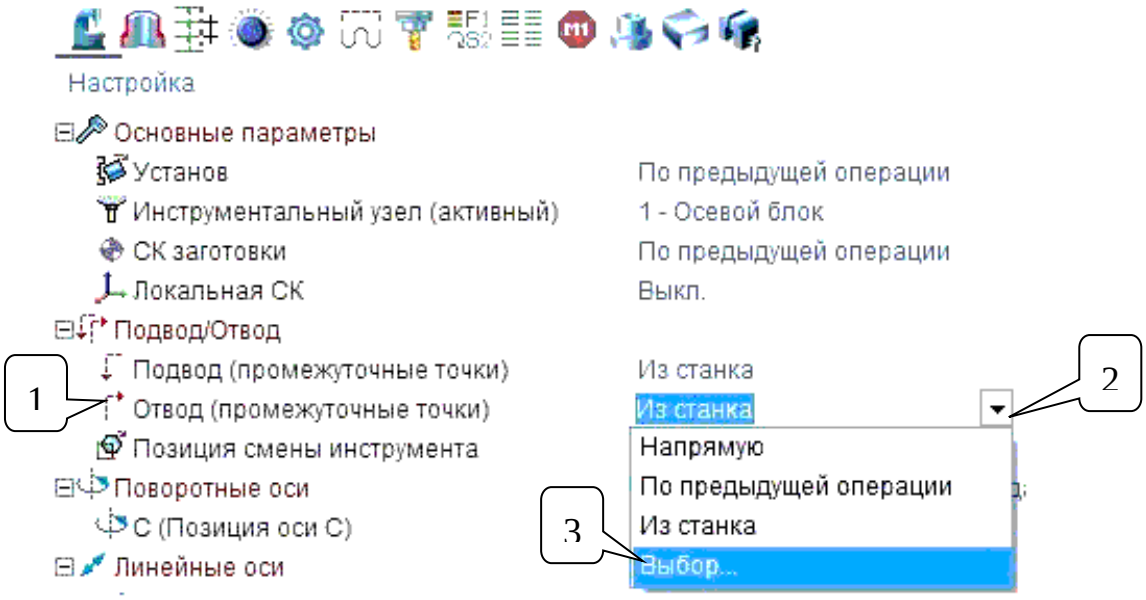

Рисунок 3.102 – Настройка отвода инструмента

В диалоговом окне в строке «Линейные оси» 1 в позициях X и Z вводим координаты отвода инструмента. В этих позициях ставим значения X = 4,134 и Z = 13,1, в соответствии с рисунком 3.103.

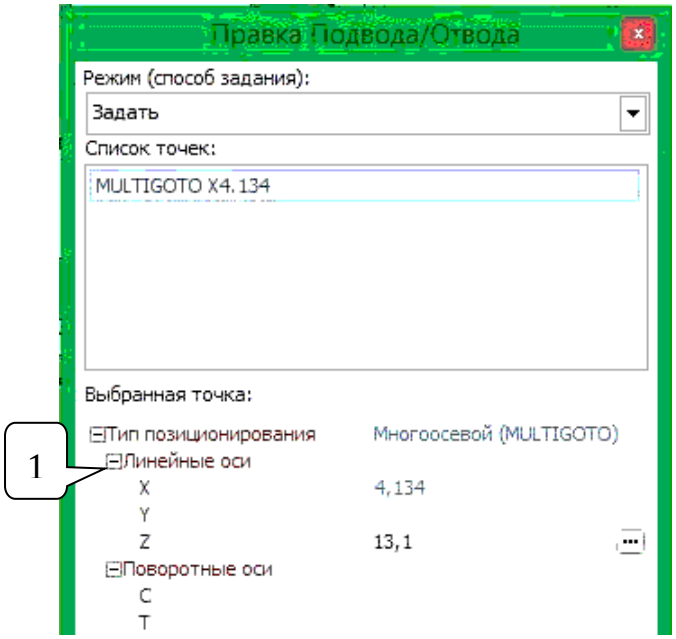

Рисунок 3.103 – Ввод координат по осям X и Z

После этого нажимаем кнопку «Добавить» 1, что привод к добавления новых точек отвода в поле «Список точек» 2, в соответствии с рисунком 3.104.

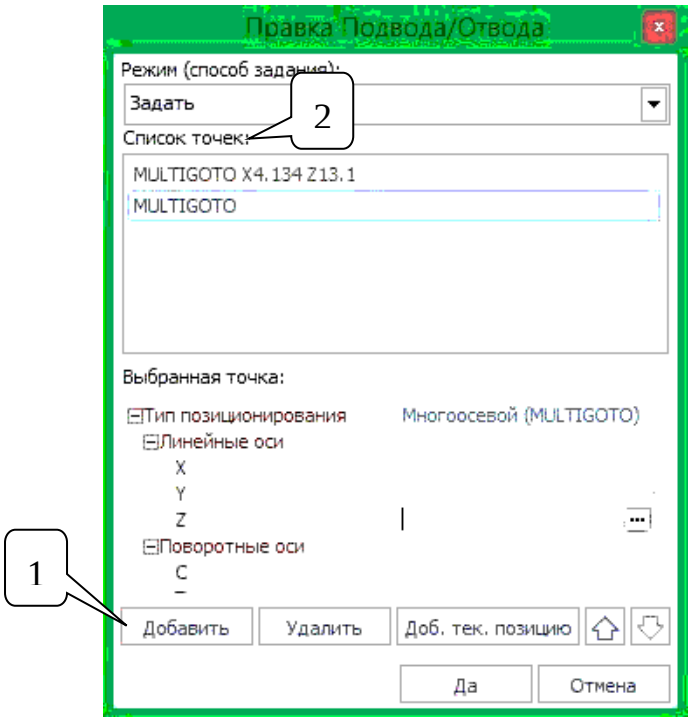

Рисунок 3.104 – Создание точки отвода инструмента

На выбранной операции нажимаем кнопку «Сброс» для сброса результатов прошлого расчета, а потом нажимаем кнопку «Пуск» для расчета новой траектории движения инструмента. Запускаем моделирование обработки и видим, что теперь инструмент корректно производит отвод после обработки, в соответствии с рисунком 3.105.

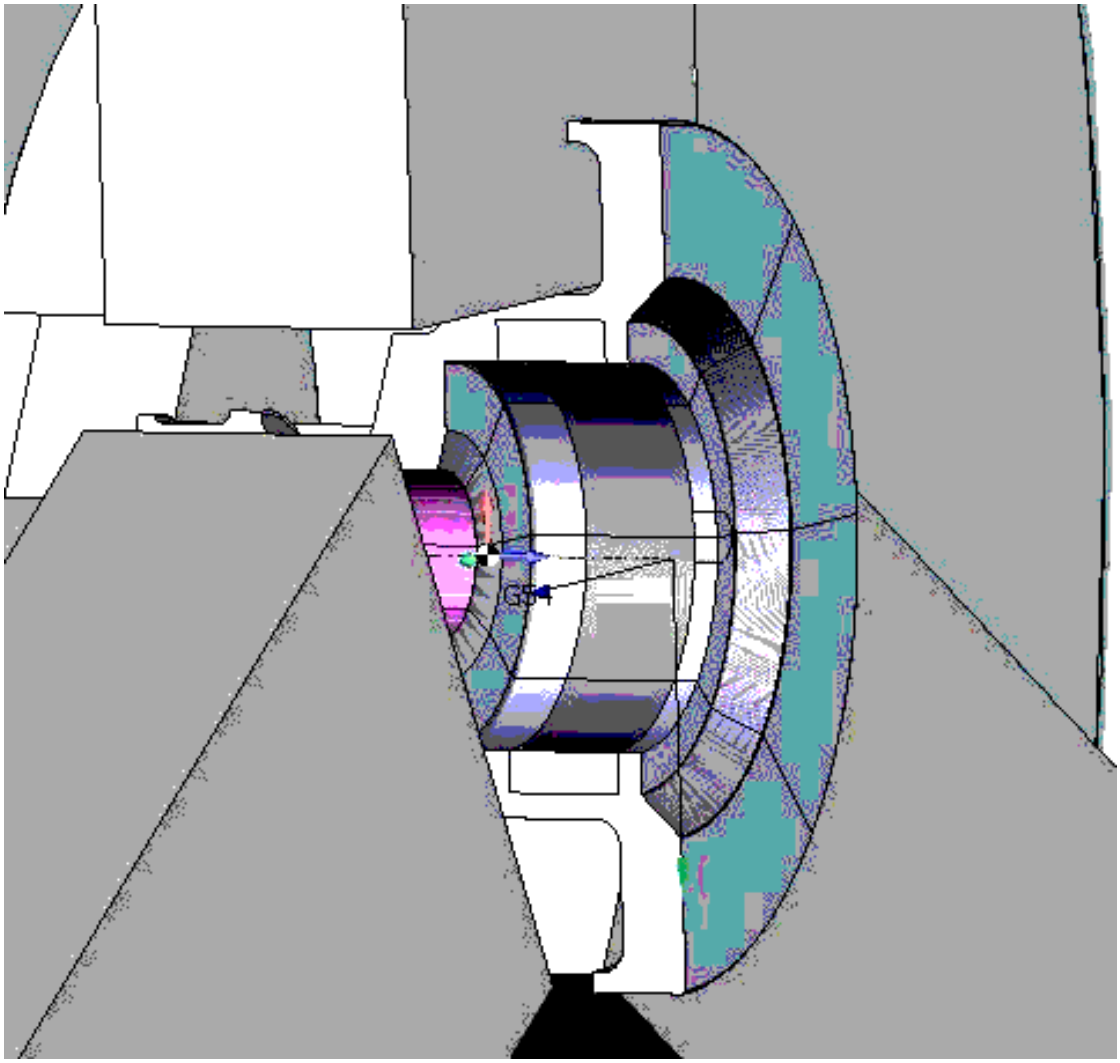

Рисунок 3.105 – Итог моделирования обработки внутренней поверхности

Чистовая обработка размеров ∅15H9, ∅23H9, ∅33H9, 14,5H9.

Производим финишную обработку данной поверхности. Для этого создаем операцию «Внутреннее чистовое точение». Далее настраиваем режущий инструмент. Все данный для этого представлены в соответствии с рисунком 3.106.

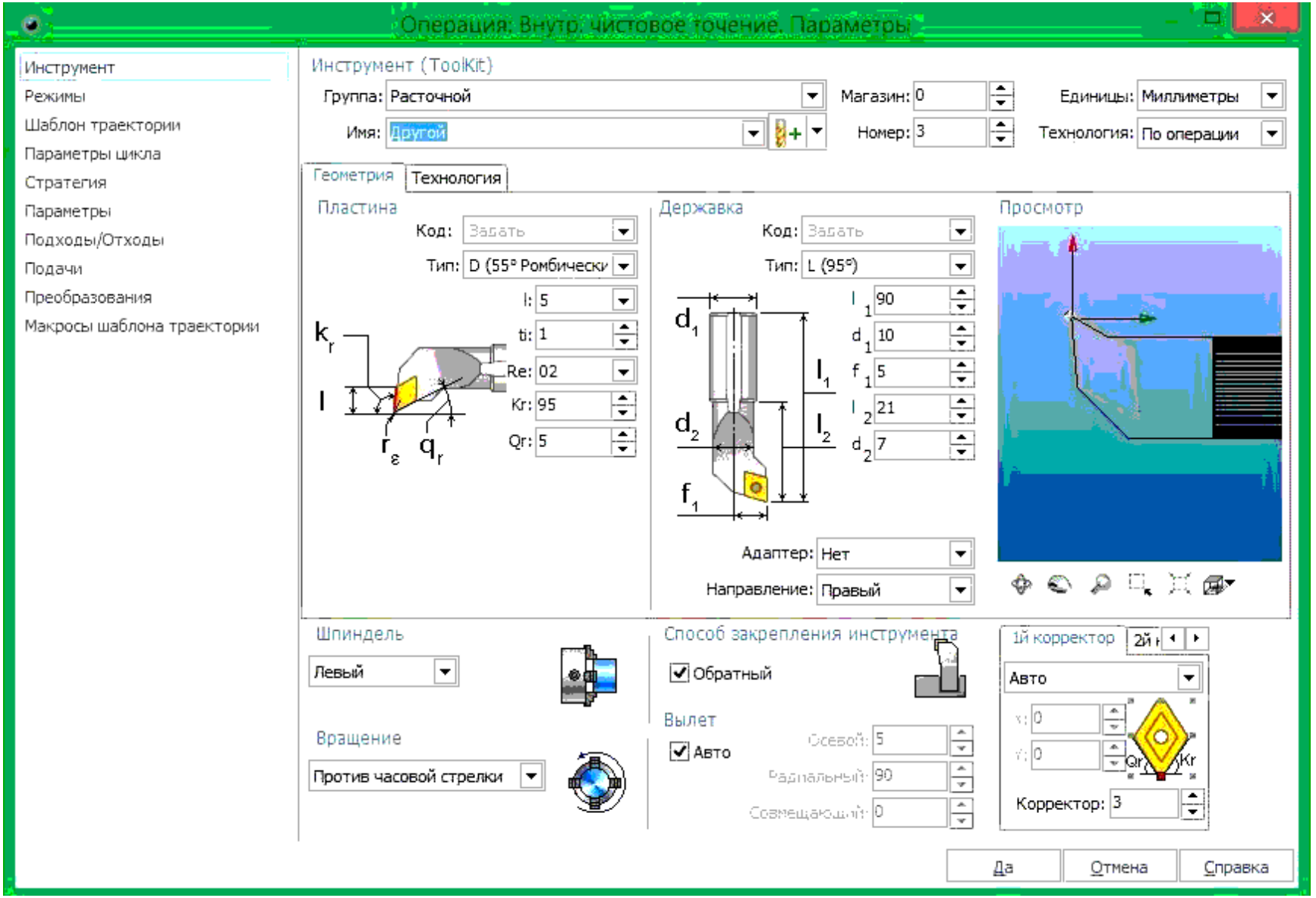

Рисунок 3.106 – Параметры режущего инструмента для чистовой обработки внутренних поверхностей

Рабочее задание будет таким же, как и при разработке операции *«Черновая и получистовая обработка размеров ∅15H9, ∅23H9, ∅33H9, 14,5H9»*. Режимы резания скорректируем с помощью функции «Коррекция режимов». Для этого в параметрах инструмента нажимаем вкладку «Технология» и нажимаем кнопку «Коррекция режимов». В открывшемся окне введем параметр шероховатости и твердость материала. Затем в поле шероховатости нажимаем клавишу «Enter», что привод к автоматическому расчету остальных параметров, в соответствии с рисунком 3.107.

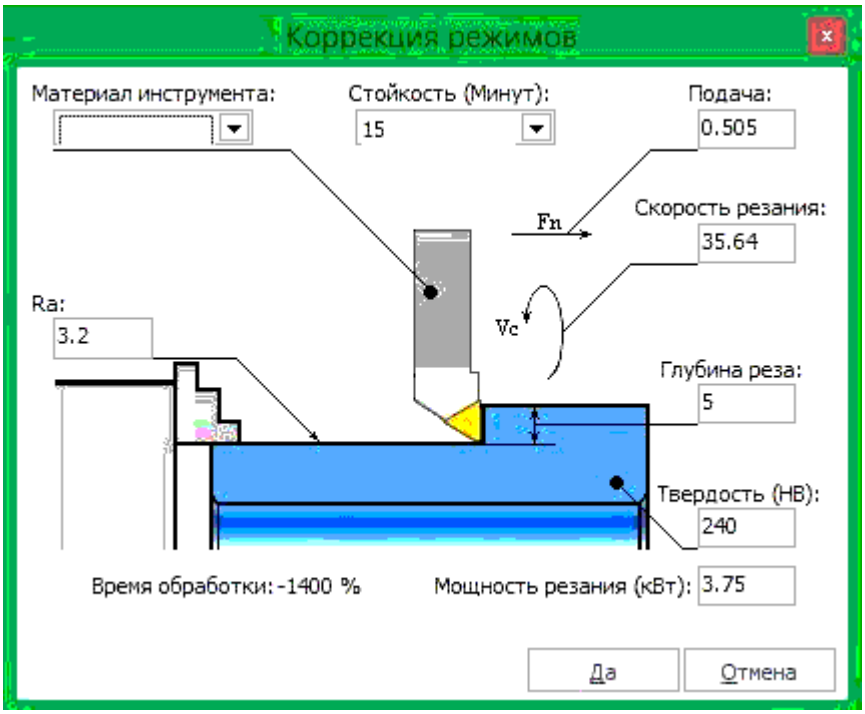

Рисунок 3.107 – Окно коррекции режимов резания

Так же, как и в предыдущей операции, необходимо скорректировать отвод инструмента после обработки. Для этого можно воспользоваться теми же координатами. После этого запускаем расчет траектории инструмента и производим моделирование обработки.

Внутренняя обработка канавки размеров ∅28H9, ∅23H9, 7H9.

Во внутренней поверхности осталось обработать одну канавку. Создаем операцию «Внутренняя обработки канавок». Как и в предыдущей операции, инструмент будет располагаться в осевом направления. Чтобы обработать такую канавку выбираем внутренний канавочный резец. Все данные этого резца представлены в соответствии с рисунком 3.108.

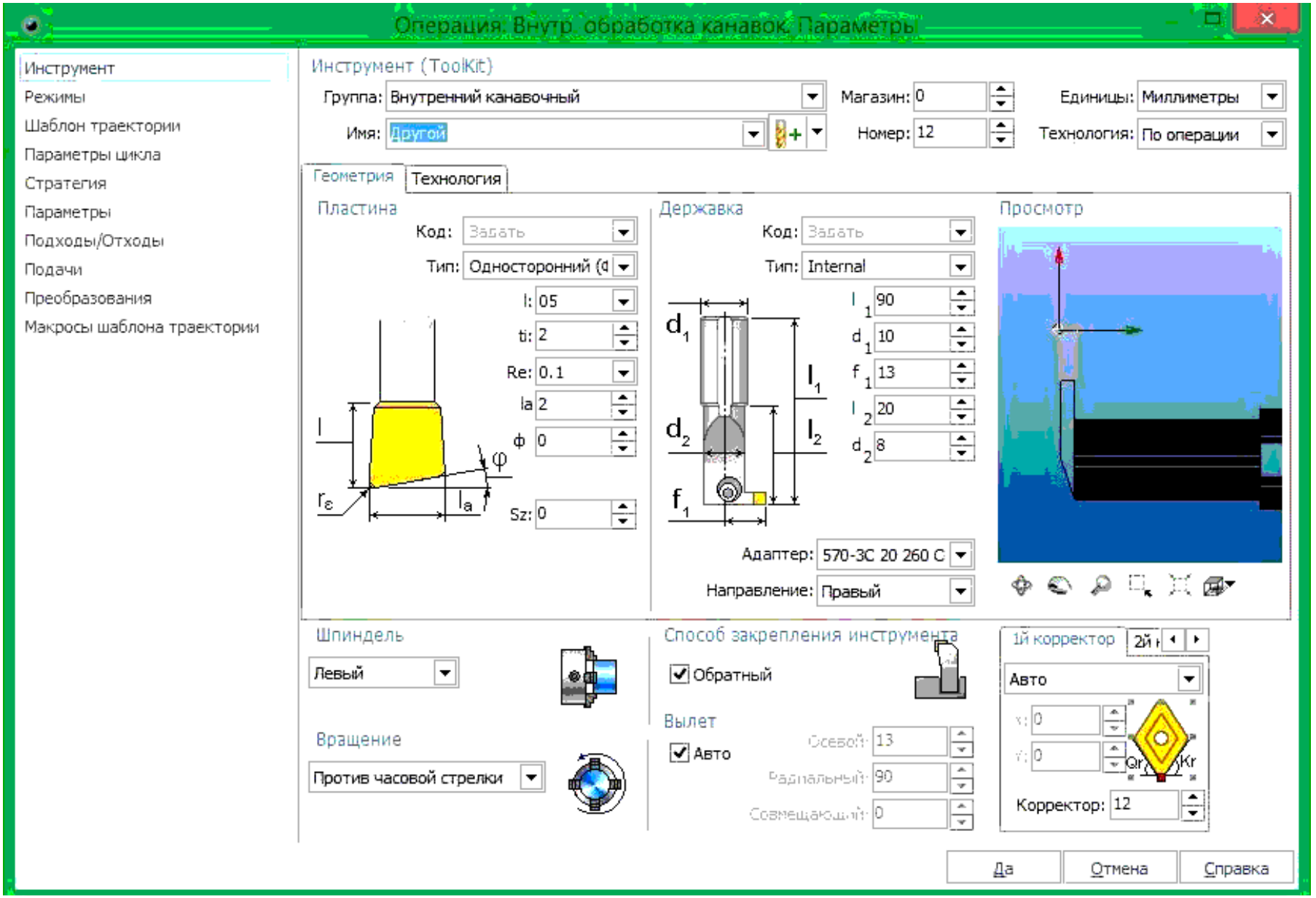

Рисунок 3.108 – Параметры режущего инструмента для внутренней обработки канавки

Режимы резания корректируются аналогично предыдущей операции.

Переходим к настройке рабочего задания. По умолчанию оно создается автоматически, но охватывает всю внутреннюю поверхность детали. Поэтому с помощью направляющих ограничиваем область до канавки, в соответствии с рисунком 3.109.

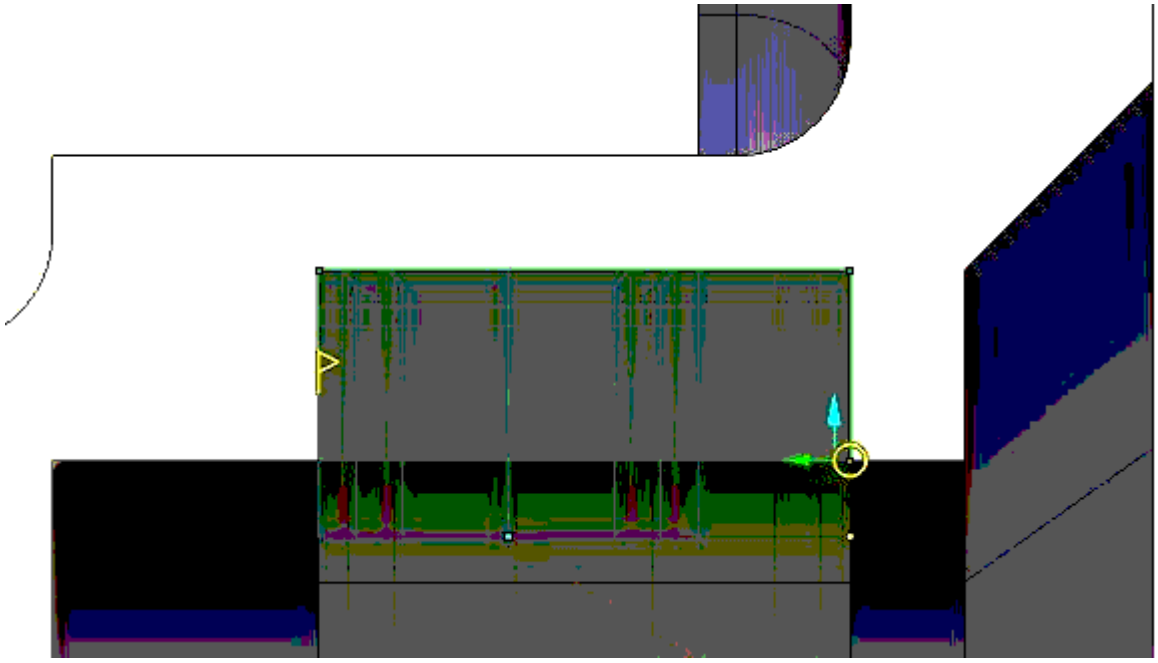

Рисунок 3.109 – Рабочее задание для обработки внутренней канавки.

В предыдущей операции были произведены корректировки отвода инструмента. Эта операция не исключение. Но в данном случаем необходимо будет настроить не только отвод инструмента, но и его подвод. точка подвода инструмента настраивается абсолютно также, как и точка отвода. В данной операции установим одну и ту же точку подвода и отвода инструмента. Для этого в панели параметров технологических операций во вкладке «Настройка» вводим координаты подвода и отвода инструмента, в соответствии с рисунком 3.110.

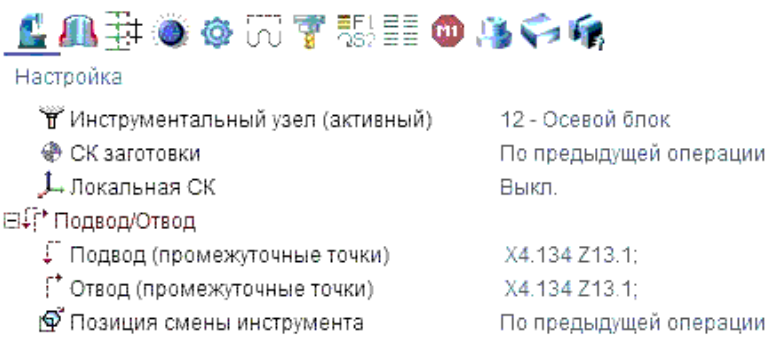

Рисунок 3.110 – Координаты подвода и отвода инструмента

После того, как была произведена настройка операции, рассчитываем траекторию инструмента и запускаем моделирование обработки, в соответствии с рисунком 3.111.

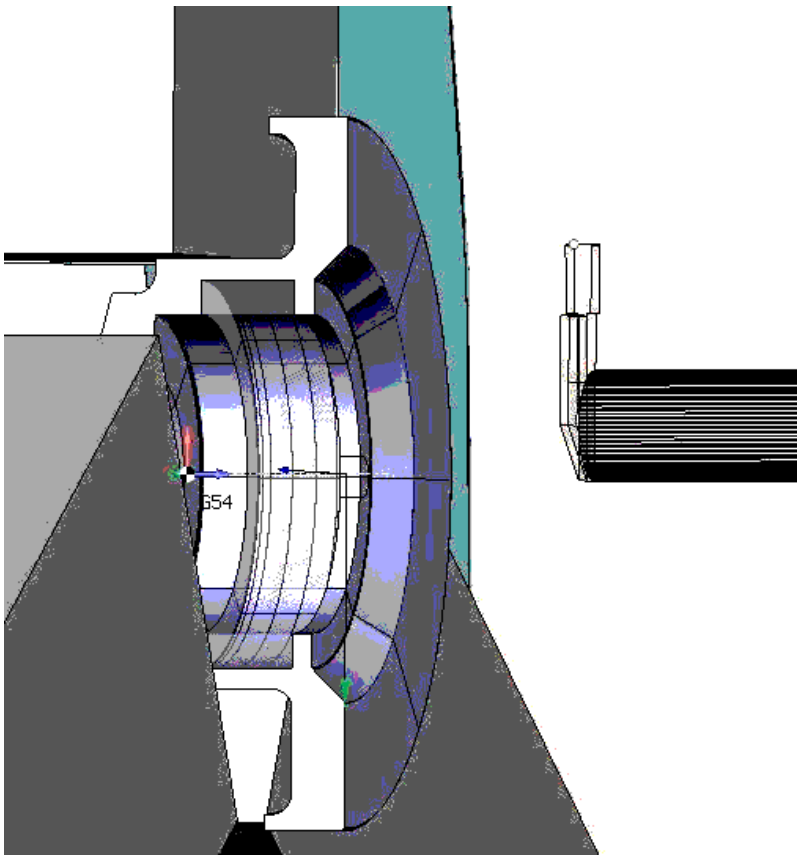

Рисунок 3.111 – Итог моделирования обработки внутренней канавки

Фрезерование двух пазов в размер 21H7, R1,5, 3H7.

Завершающей операцией является обработка двух пазов. Обработать их можно только с помощью фрезерования. Так как изначально был выбран токарно-фрезерный станок, то данная обработка будет осуществима. Создаем операцию «2D Контур» в разделе операций «Чистовые». Данная операция предназначена для обработки горизонтальных контуров или проекций кривых на горизонтальную плоскость. Горизонтальные ходы инструмента строятся исходя из условия прохождения оси вдоль контура боковой поверхностью фрезы. операция используется для осуществления элементарных горизонтальных проходов, например, для формирования боковой стенки детали или паза с постоянным уровнем дна и т.д.

Далее открываем настройки операции и выбираем в библиотеке инструмента цилиндрическую фрезу ∅3 мм. Параметры инструмента указаны в соответствии с рисунком 3.112.

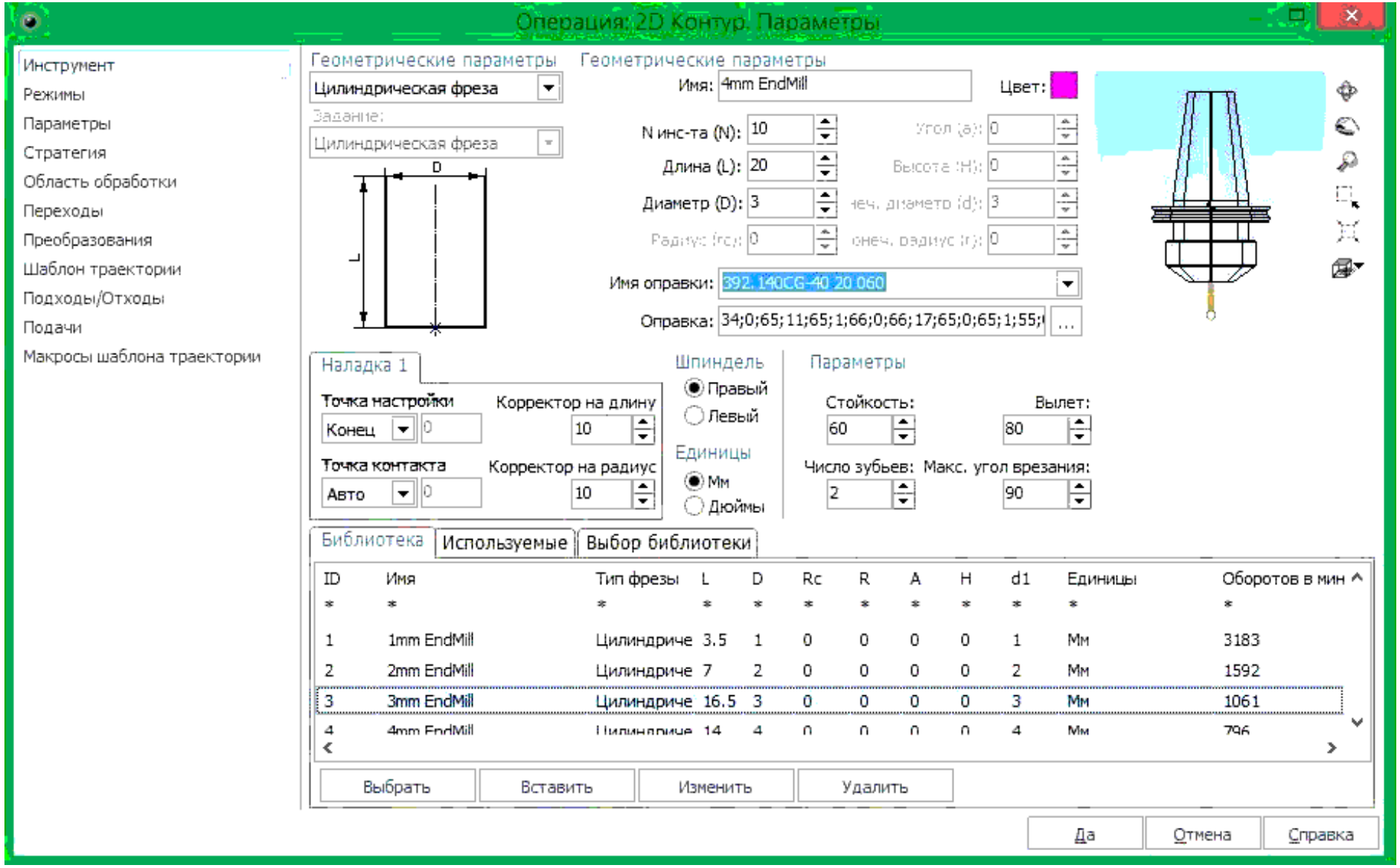

Рисунок 3.112 – Параметры режущего инструмента для фрезерования двух пазов

Теперь выйдем из окна «Параметры» и зададим рабочее задание для фрезерования пазов. Его создание будет заметно отличаться от токарных операций. Для этого на 3D модели один раз нажимаем левой кнопкой мыши на ребро 1 между поверхностями 2 и 3. Выбранный элемент модели будет подсвечен голубым цветом. Далее в панели параметров технологических операций во вкладке «Рабочее задание» нажимаем на кнопку «Кривая» 4, тем самым создавая рабочее задание 5. Также здесь необходимо указать верхний уровень, чтобы обозначить начальное положение фрезерования. Для этого нажимаем на поверхность 3, а затем на кнопку «Верхний уровень» 6. Все это представлено в соответствии с рисунком 3.113.

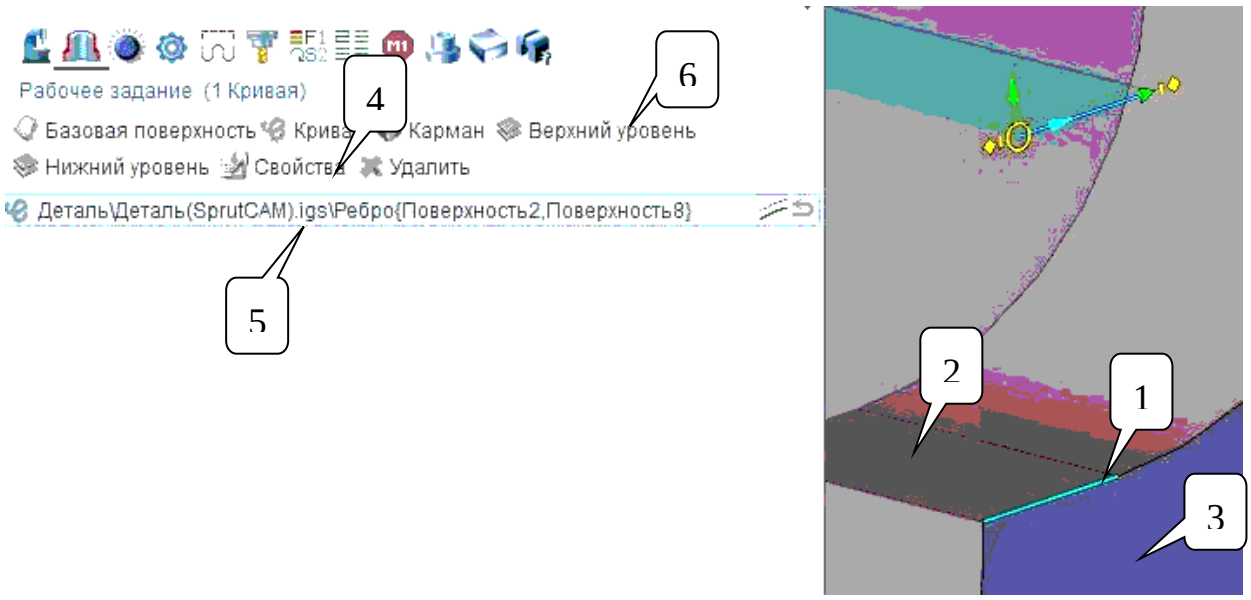

Рисунок 3.113 – Создание рабочего задания для фрезерования

Теперь открываем окно параметров текущей операции и переходим во вкладку «Параметры» 1. Ставим галочки в областях «Верхний уровень» 2 и «Нижний уровень» 3. Затем в области «Верхний уровень» ставим значение «10», а в «Нижний уровень» значение «6», в соответствии с рисунком 3.114. Таким образом, было определена глубина прохода фрезы.

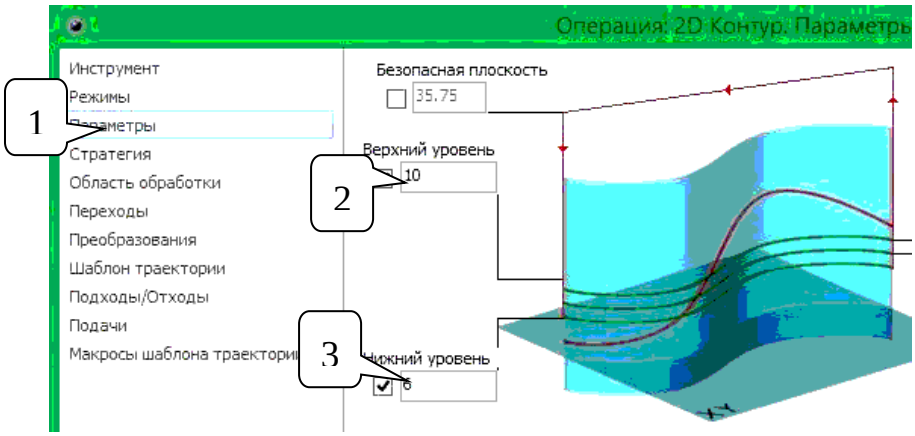

Рисунок 3.114 – Установка значений для верхнего и нижнего уровня обработки

Затем в том же окне в области «Шаг по Z» 1 ставим маркер в положении «%D инстр.» 2 и ставим там значение «100». После этого ставим галочку в строке «Чистовой проход» и устанавливаем в поле «Припуск» 3 значение «0,2», в соответствии с рисунком 3.115.

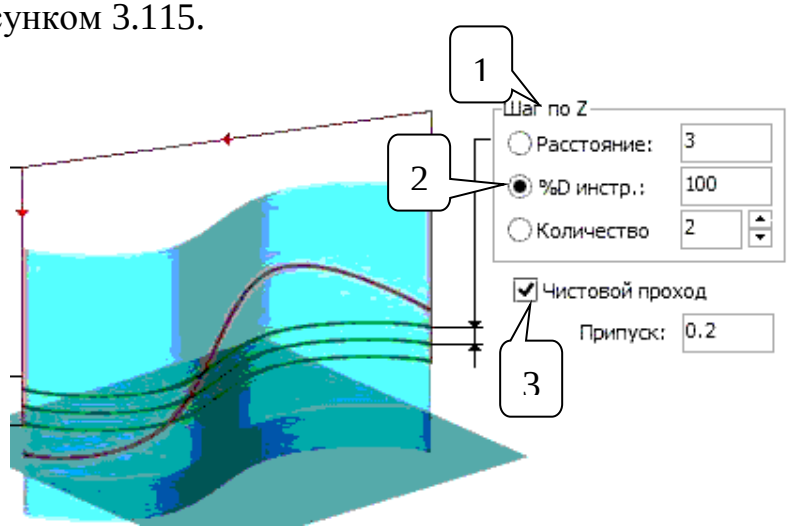

Рисунок 3.115 – Настройка фрезерования

Для того, чтобы было произведено фрезерование двух пазов необходимо настроить перемещение инструмента и поворот патрона. Для этого переходим в вкладку «Преобразования» 1 в окне параметрах текущей операции. В полях «Поворотные преобразования» 2 и «Размножить траектория по оси» 3 выставить значения в соответствии с рисунком 3.116.

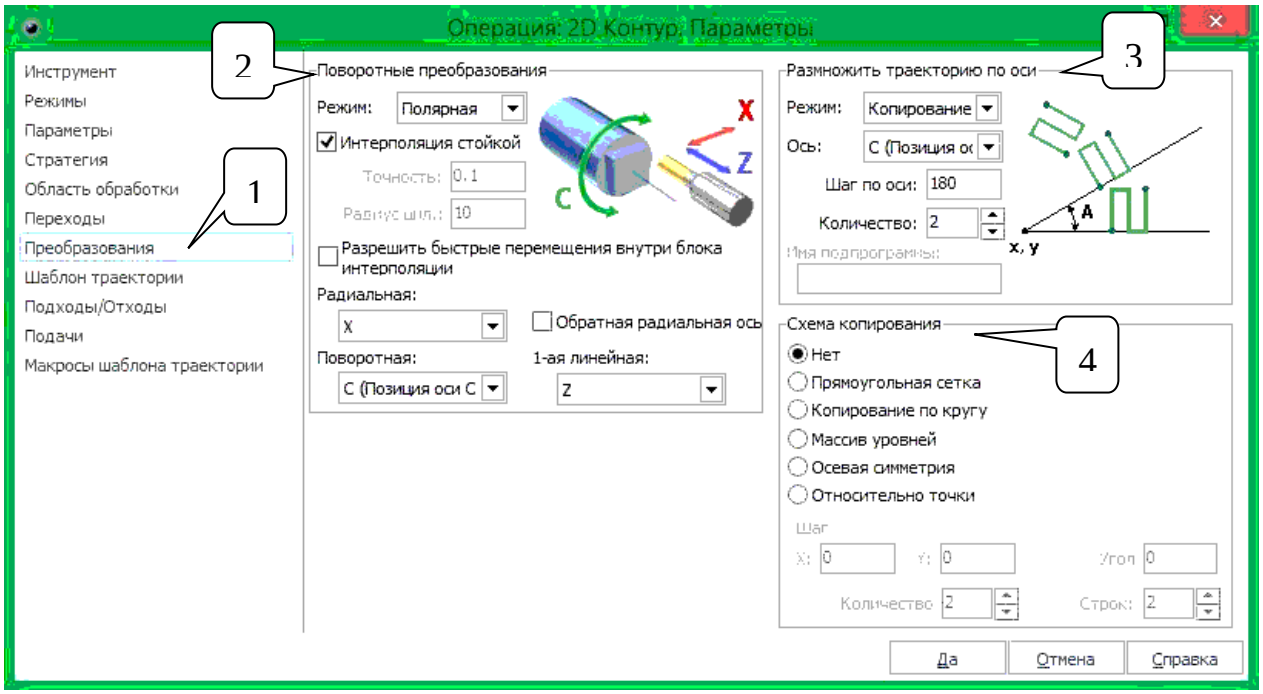

Рисунок 3.116 – Значения для координации патрона и инструмента

Также в поле «Схема копирования» 4 выставить маркер в положение «Нет» и нажать на кнопку «Да» для подтверждения измененных параметров. Остальные параметры оставляем по умолчанию. Описанные действия приведут к тому, что фреза сначала обработает один паз, затем произойдет поворот патрона на указанный в параметрах шаг и произойдет обработка второго паза согласно чертежу детали.

Вернемся к рабочему заданию. Чтобы расположить траекторию обработки ровно по центру паза, необходимо нажать на кнопку 1 в списке рабочих заданий. Далее в графическом окне с помощью направляющих 2 и 3, изображенных в виде желтых ромбов, настраиваем перемещение фрезы. В данном случае изменим положение только одного направляющего 2. Все это продемонстрировано в соответствии с рисунком 3.117.

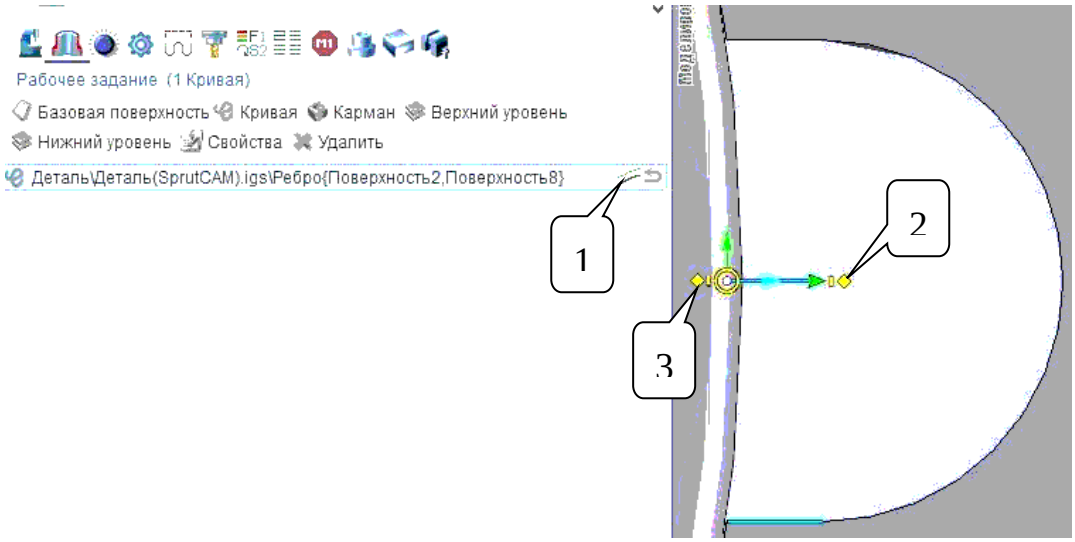

Рисунок 3.117 – Настройка рабочего задания

Запускаем расчет траектории инструмента и производим моделирование процесса обработки, в соответствии с рисунком 3.118.

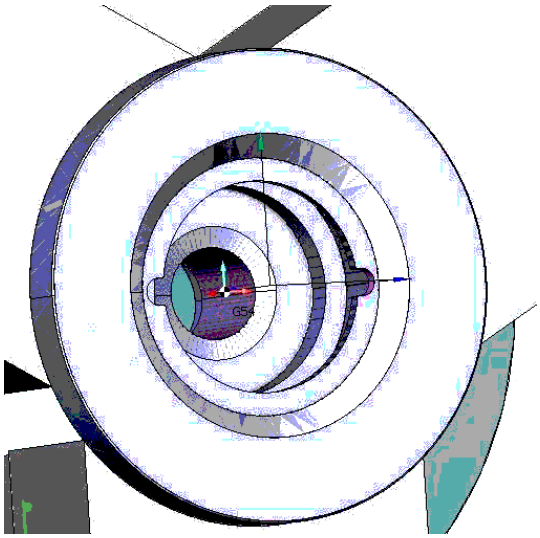

Рисунок 3.118 – Итог расчета траектории инструмента и моделирования

Создание управляющей программы с помощью постпроцессора

Итак, разработка обработки детали было завершено. Теперь необходимо создать управляющую программу, чтобы в дальнейшем перенести её на станок с ЧПУ. Генерация управляющих программ производится постпроцессором путем преобразования последовательности технологических команд рассчитанной траектории инструмента в формат выбранной системы ЧПУ. Установка необходимой системы ЧПУ производится выбором соответствующего файла

настройки на систему ЧПУ. Управляющая программа выводится в обычный текстовый файл.

Запускаем постпроцессор с помощью нажатия кнопки «Постпроцессор», расположенной в закладке «Технология». Рабочее окно постпроцессора имеет вид представленный в соответствии с рисунком 3.119.

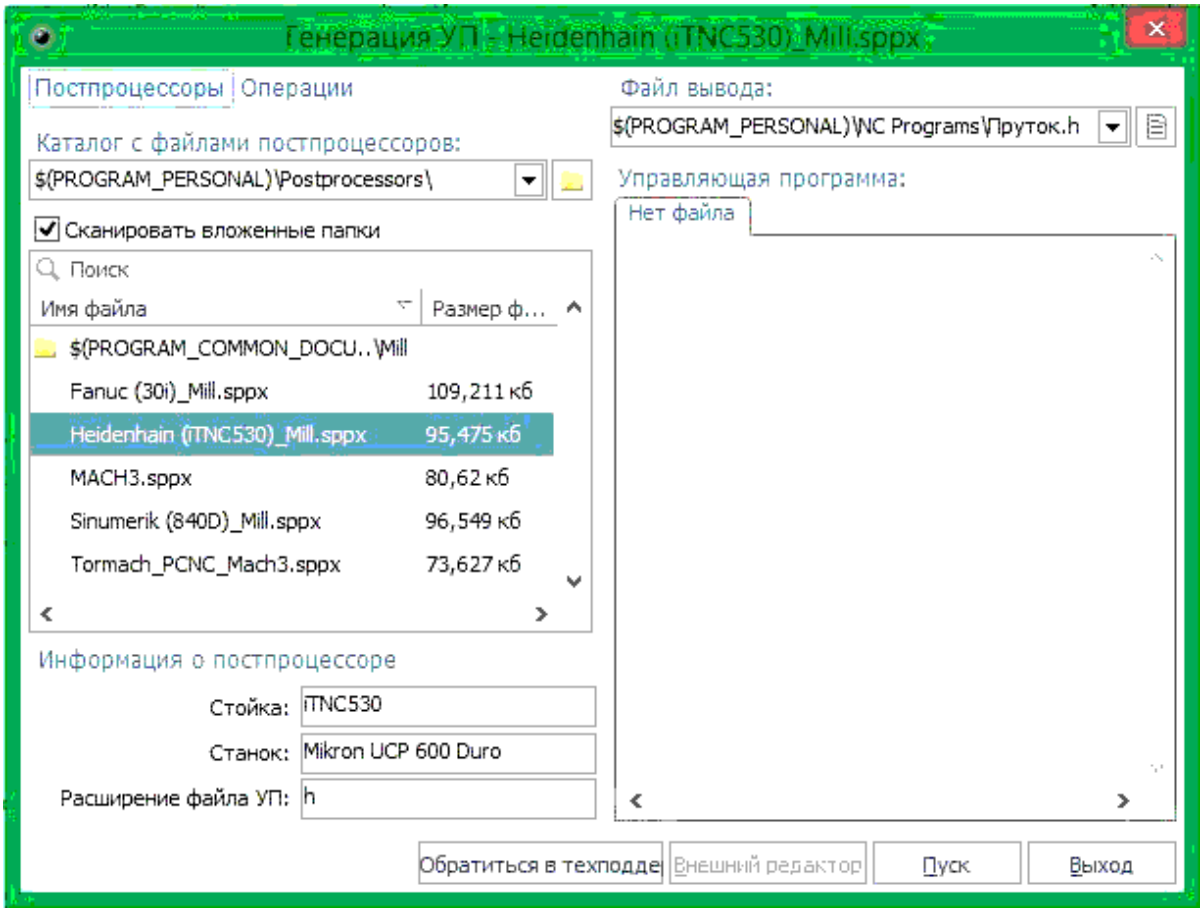

Рисунок 3.119 – Окно постпроцессора

Система ЧПУ задается выбранным в поле «Список постпроцессоров» 1 файлом настройки постпроцессора. В полях «Стойка» 2 и «Станок» 3 отображаются названия системы ЧПУ и станка, для которых создан выбранный файл настройки. Папка, в которой по умолчанию производится поиск файлов настройки постпроцессора, устанавливается в поле «Каталог с файлами постпроцессора» 4. Управляющая программа будет выводиться в текстовый файл с именем, указанным в поле «Файл вывода» 5. Смена имени выходного файла производится непосредственно в поле 6 или через диалоговое окно, которое открывается по нажатию кнопки 7. При нажатии на кнопку «Пуск» 8 начинается генерация управляющей программы для установленной системы ЧПУ. Вывод

производится в отдельный выходной файл, а также отображен в окне «Управляющая программа» 9, в соответствии с рисунком 3.120.

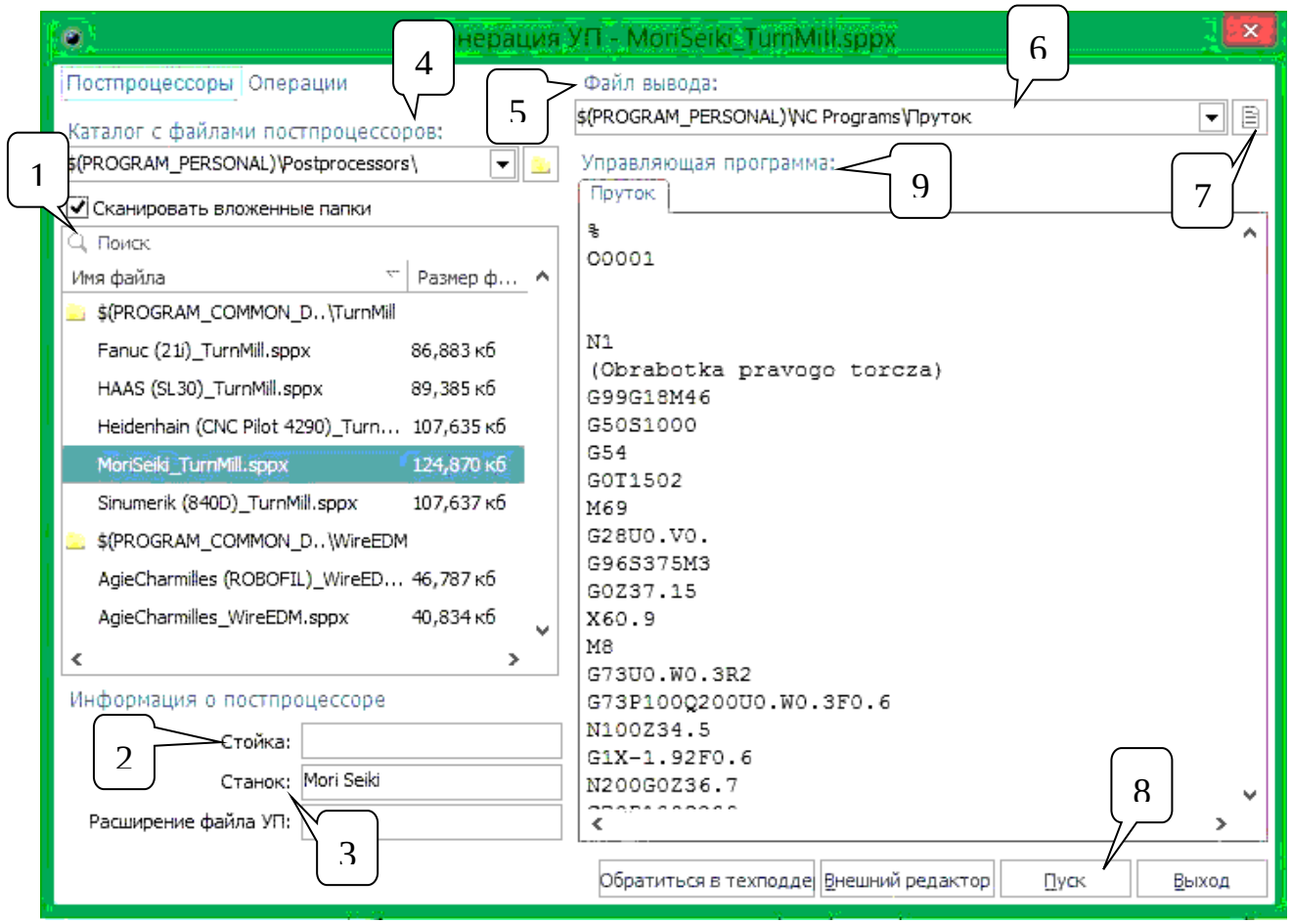

Рисунок 3.120 – Сгенерированная управляющая программа для станка «MoriSeiki»

При нажатии на кнопку «Внешний редактор» управляющая программа открывается в текстовом редакторе «Блокнот». Затем с помощью этого редактора сохраняем управляющую программу в отдельную папку.

Выводы по разделу три.

Рассмотрены основные элементы интерфейса программы «SprutCAM». Произведена поэтапная обработка детали типа «Крышка».

4 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Проектирование контрольного приспособления для замера перпендикулярности

4.1.1 Выбор схемы контроля

Требования по перпендикулярности приведены в соответствии с рисунком 4.1.

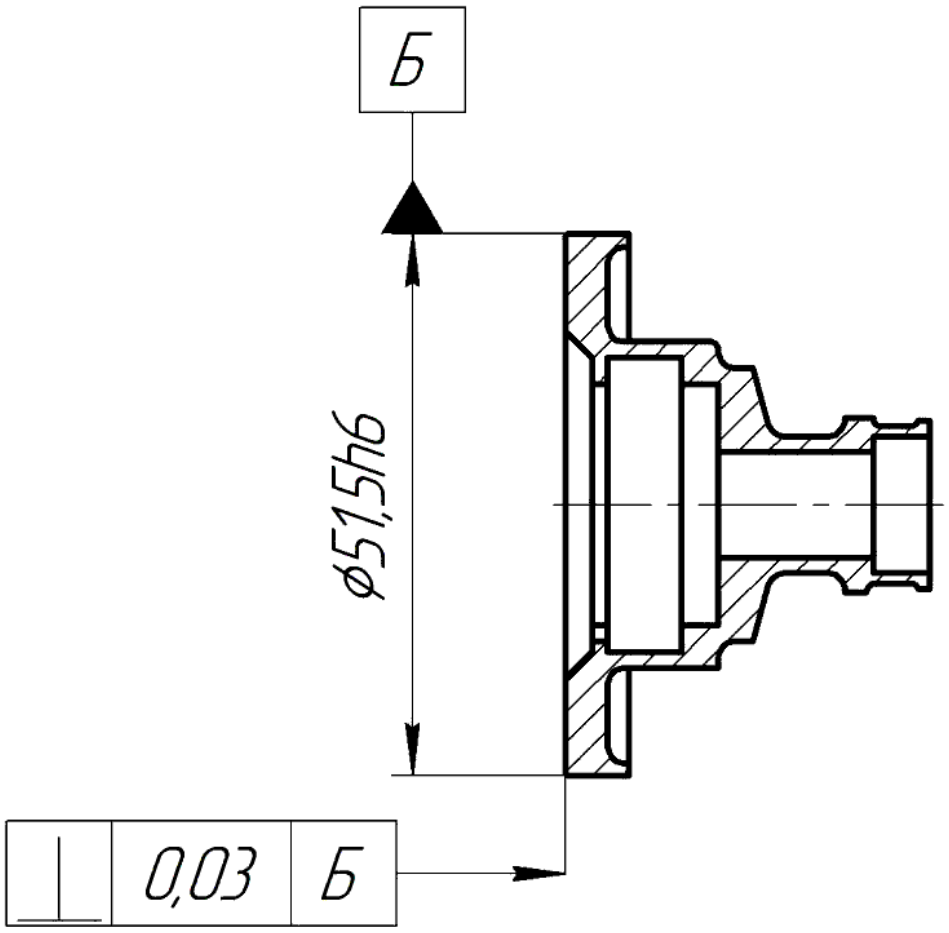

Рисунок 4.1 – Эскиз детали с требованиями по перпендикулярности

Схема контроля для замера перпендикулярности приведена в соответствии с рисунком 4.2. При контроле базирование осуществляется по наружному диаметру ∅51h6 (см. рисунок 4.1) с жестким упором и индикаторным упоров в торец, а затем осуществляется замер перпендикулярности [7].

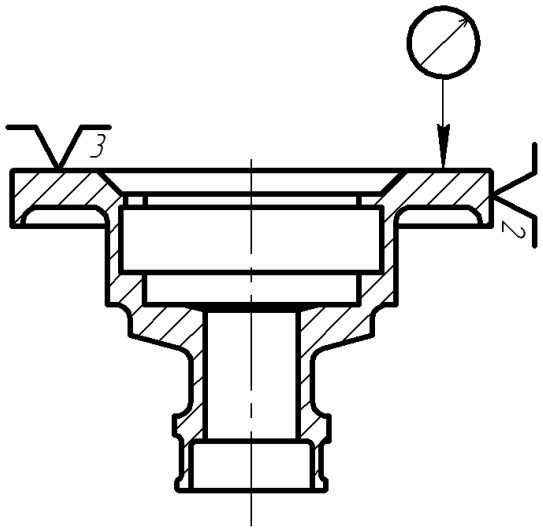

Рисунок 4.2 – Схема контроля при замере перпендикулярности

4.1.2 Выбор схемы контроля

Контрольное приспособление приведено в соответствии с рисунком 4.3. Первоначально деталь 1 зажимается в тисках 2. Неподвижные губки 3 имеют призматический вид для того, чтобы деталь была надежно зафиксирована. Затем по эталону детали индикатор 4 выставляется на ноль. После этого гидропластовый патрон 5 надевается на деталь 1. Гидропласт, надавливая на пластину втулки 6. предотвращает появлению зазора между контрольным приспособлением и деталью. Далее производится первый замер перпендикулярности и снимаются показатели индикатора. Дальше поворачиваем гидропластовый патрон на 90° и осуществляем второй замер перпендикулярности. Результат замера принимаем по наибольшему отклонению в какой-либо плоскости.

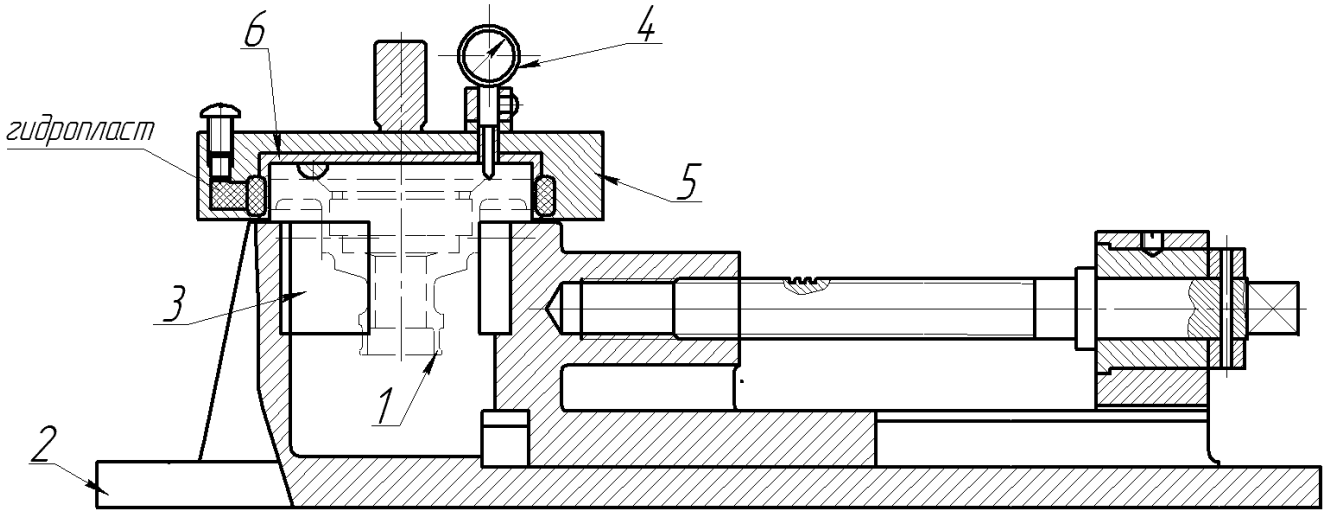

Рисунок 4.3 – Компоновка контрольного приспособления

4.1.3 Расчет приспособления на точность

Любому чертежу контроля свойственны определенные погрешности измерения. Систематические погрешности вызываются конструктивными особенностями самого контрольного приспособления и метода измерения. [8]
Расчет погрешности измерения считается по формуле:

$$\Delta = 1{,}2\times\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}.$$

Для данного контрольного приспособления при измерении перпендикулярности возникает только один фактор, влияющий на контроль – это погрешность индикатора:

$$\Delta_1 = 0{,}005 \text{ мм}$$

Определение погрешности измерения:

$$\Delta = 1{,}2\times\sqrt{\Delta_1^2} = 1{,}2\times\sqrt{0{,}005^2} = 1{,}2\times\sqrt{0{,}000025} = 0{,}006$$

Определяем соответствие расчетной погрешности с заданной по формуле:

$$\Delta^{\text{P}} = 0{,}2\times\Delta^3$$
$$0{,}006 = 0{,}2\times0{,}03$$
$$0{,}006 = 0{,}006$$

Из равенства следует, что расчет произведен верно.

Выводы по разделу четыре.

Разработано контрольное приспособление для замера перпендикулярности. Произведен расчет приспособления на точность.

5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

5.1 Ориентировочная себестоимость изготовления детали «Крышка»

Себестоимость машиностроительной продукции - это выраженные в денежной форме текущие затраты предприятий (объединений) на её производство и реализацию.

В укрупненном виде себестоимость продукции включает стоимость израсходованного сырья, материалов, топлива, энергии, инструмента, заработную плату промышленно-производственного персонала, затраты на амортизацию и ремонт основных фондов и другие расходы, связанные с производством и реализацией продукции. Таким образом, в себестоимость входят затраты не только живого, но и прошлого труда, осуществленного в средствах и предметах труда.

Себестоимость продукции играет важную роль в производственной деятельности предприятия, в развитии отрасли машиностроения и народного хозяйства в целом. Она показывает, насколько эффективно используются средства труда, предметы труда и сам труд при изготовлении продукции. Снижение себестоимости лежит в основе увеличения общей суммы прибыли, а, следовательно, и размеров отчислений в фонды экономического стимулирования. Себестоимость служит важнейшим элементом хозрасчетных отношений между предприятиями, а внутри них - между отдельными производственными подразделениями.

5.2 Расчет ориентировочной себестоимости детали

Расчет себестоимости детали (С) определяем по формуле

$$С = М_З + Ро + О_{гсс} + О_{пр} + О_{зав},$$

где $Р_о$ - расход на оплату труда;

$О_{гсс}$ - отчисление на государственное социальное страхование;

$О_{пр}$ – общепроизводственные затраты;

$О_{зав}$ – общезаводские затраты.

$М_з$ - материальные затраты на производство и реализацию продукции;

$$М_з=М+Т_{зр}-В_о,$$

$$М_з=440,51+15,86-23,97=432,4,$$

где М – сырье и материалы

$Т_{зр}$ – транспортно-заготовительные расходы

$В_о$ – возвратные отходы

Принимаем: $М_з$ = 432,4 руб., $Р_о$ = 1136,9 руб.,

$О_{гсс}$ = 360,4 руб., $О_{пр}$ = 2051 руб., $О_{зав}$ = 1776,4 руб.

С учетом принятых значений получаем:

$$С= 432,4+1136,9+360,4+2051+1776,4= 5757,1 \text{ руб.}$$

Выводы по разделу пять.

Определена ориентировочная себестоимость изготовления детали «Крышка».

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Обеспечение безопасности при работе на ПЭВМ

6.1.1 Вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте пользователя

На пользователя ПЭВМ одновременно воздействуют более 30 вредных факторов. Их источниками являются не только монитор и другие модули ПЭВМ, но и факторы внешней среды, количество и качество которых определяется спецификой конкретного рабочего места [9].

Собственно ПЭВМ является источником примерно 20 % всех вредных факторов, действующих на человека.

К возможным вредным производственным факторам на рабочем месте пользователя относятся:

- нерациональное освещение рабочего места (недостаток естественного света, низкая освещенность рабочего места, повышенные блесткость и яркость на столе, клавиатуре и др., при наличии ламп дневного света пульсации светового потока);
- некачественный состав воздуха рабочей зоны (наличие пыли и патогенной микрофлоры, недостаток легких отрицательных и избыток тяжелых положительных ионов);
- несоответствие норме параметров микроклимата;
- шум на рабочем месте;
- повышенные нервно-психические и эмоциональные нагрузки;
- монотонность труда в сочетании с повышенным напряжением внимания и зрения;
- гиподинамия и длительные статические нагрузки на кисти рук.
- ПЭВМ генерирует в окружающее пространство широкий спектр ЭМП различной интенсивности, в том числе:
- электростатическое поле;
- переменные низкочастотные ЭМП;
- электромагнитное излучение радиочастотного диапазона;
- электромагнитное излучение оптического (видимого) диапазона;
- ультрафиолетовое (УФ) и рентгеновское излучения ЭЛТ.

Кроме того, на рабочем месте пользователя всегда присутствует электромагнитный фон промышленной частоты, обусловленный как ПЭВМ, так и сторонними источниками.

При работе за дисплеем глаз считывает информацию с излучателя, имеющего высокую фоновую яркость при низкой контрастности объектов различения. Таким образом, при работе за дисплеем зрительный анализатор пользователя длительно работает в несвойственном ему стрессовом режиме. Повышенная

нагрузка на зрение способствует возникновению близорукости, приводит к переутомлению глаз, к мигрени и головной боли, повышает раздражительность, нервное напряжение, может вызвать стресс.

К опасным производственным факторам на рабочих местах с ПЭВМ относятся:

- пожарная опасность, обусловленная наличием на рабочем месте мощного источника энергии;
- высокое напряжение питающей сети, обуславливающее возможность поражения человека электрическим током.

6.1.2 Мероприятия по защите от вредных факторов

В соответствии с нормативными требованиями выбраны помещения для работы с ПЭВМ, обладающие следующими характеристиками:

- естественное освещение осуществляется через светопроемы, которые обеспечивают коэффициент естественной освещенности (КЕО) 1.8% ;
- площадь на одно рабочее место с ПЭВМ для пользователей составляет 7 кв.м, а объем 21 куб.м. ;
- для внутренней отделки интерьера помещений с ПЭВМ использованы диффузно-отражающие материалы;
- помещения с ПЭВМ оборудованы системами отопления и эффективной приточно- вытяжной вентиляцией.

Для обеспечения соответствия требованиям к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе помещений эксплуатации ПЭВМ приняты следующие меры:

- в помещениях применяются увлажнители воздуха, заправляемые ежедневно дистиллированной водой;
- ежедневно осуществляется протирка поверхностей клавиатуры, стола и дисплея специальными салфетками;
- общеобменная приточно-вытяжная вентиляция работает в период производства работ;
- в холодный период года для дополнительного обогрева помещения применяются переносные конвекторы.

С целью снижения уровня шума и вибрации в помещениях с ПЭВМ приняты меры:

- поверхности, на которых расположены принтеры, покрыты синтетическими ковриками;
- организовано своевременное техническое обслуживание и ремонт системы охлаждения ПЭВМ;
- организованы своевременное техническое обслуживание системы общеобменной вентиляции.

Для обеспечения требований к освещению помещений и рабочих мест с ПЭВМ приняты следующие меры:

- искусственное освещение в помещениях эксплуатации ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения;
- в случаях преимущественной работы с документами, применяются системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов);
- в помещениях использования ПЭВМ проводится чистка стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводится своевременная замена перегоревших ламп.

С целью обеспечения требований к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ решено:

- рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам расположить так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева;
- оконные проемы в помещениях использования ПЭВМ оборудовать регулируемыми устройствами типа жалюзи;
- при выборе оборудования руководствоваться требованиями ;
- при организации рабочего места пользователя руководствоваться
- требованиями, изложенными в ;
- использовать рабочие столы, которые обеспечивают оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.
- использовать рабочие стулья, конструкция которых обеспечивает поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволяет изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно - плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.
- поверхность сиденья, спинки и других элементов стула обеспечить нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием;
- в помещениях с ПЭВМ ежедневно проводить влажную уборку.

Для обеспечения соответствия требований к организации режима труда и отдыха при работе с ПЭВМ приняты следующие меры:

- ограничена продолжительность работы до 6 часов в день;
- установлены регламентированные перерывы через 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;
- подготовлены плакаты с комплексом упражнений, направленных снижение нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления.

С целью обеспечения защиты пользователей от электромагнитных и электростатических полей разработаны следующие мероприятия:

- заземлить массивные металлические элементы оборудования помещения;
- заземлить все элементы оборудования ПЭВМ, если заземление
- оборудования ПЭВМ осуществляется через посредство третьего заземляющего проводника сети питания - проверить наличие и качество заземления путем замера сопротивления контура заземления;
- разместить провода питания, по возможности, в экранирующих металлических оболочках или трубах;
- оборудовать, по возможности, места группового подключения ПЭВМ (2 и более пользователей) экранированными щитками питания с необходимым количеством розеток;
- проводить ежедневную влажную уборку помещения и протирку рабочих поверхностей клавиатуры и мыши влажными салфетками и протирку экрана дисплея специальными салфетками.

Допуск к работе и контроль за состоянием здоровья осуществляется следующим образом:

- поступающий на работу направляется на медицинский осмотр, в направлении на медосмотр обязательно указать характер работы (работа на компьютере, связанная с напряжением зрительного анализатора, длительными статическими нагрузками и стрессами);
- медосмотры проводятся ежегодно;
- проводится вводный инструктаж по программе, разработанной и утвержденной работодателем для поступающих на работу;
- проводится первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте по программе, разработанной и утвержденной работодателем для пользователя ПЭВМ;
- проводятся повторные инструктажи по охране труда на рабочем месте раз в полгода;
- в соответствии с [6] проводится аттестация рабочих мест по условиям труда, результаты которой действительны в течение 5 лет. При замене или перемещении оборудования, изменении условий труда аттестация про водится заново;
- с работником заключается трудовой договор, В котором в соответствии с результатами аттестации рабочих мест указываются все опасные и вредные производственные факторы.

6.1.3 Обеспечение электро- и пожаробезопасности в помещениях с ПЭВМ

С целью защиты пользователя от поражения электрическим током приняты следующие меры:

- сетевое электропитание устройств ПЭВМ осуществлено только от розеток типа "Европа" с заземляющими контактами;
- все электрические розетки, предназначенные для подключения к ним устройств ПЭВМ, имеют маркировку по напряжению;
- значение номинального напряжения сети (220 В) нанесено яркой краской, крупными символами на стене, над розеткой;
- заземляющие контакты розеток имеют соединения с заземляющим контуром помещения;
- установлены дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведуших частей для прикосновения;
- с целью уменьшения опасности используется разделительный трансформатор для развязки с основной сетью;
- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование питаются от одной фазы электросети;
- для отключения компьютерного оборудования используется отдельный щит с автоматами защиты и одним рубильником;
- проводятся инструктажи пользователей ПЭВМ по технике безопасности.

С целью обеспечения пожарной безопасности в помещениях с ПЭВМ решено:

- каждое из помещений, где производится эксплуатация устройств ПЭВМ,
- оборудовать первичными средствами пожаротушения и обеспечить инструкциями по их применению. В качестве средств пожаротушения использовать углекислотный огнетушитель типа ОУ -2;
- установить устройства ПЭВМ вдали отопительных и нагревательных приборов (расстояние не менее 1 м и в местах, где не затруднена их вентиляция и нет прямых солнечных лучей);
- допускать пользователей к работе на персональных ЭВМ только после прохождения инструктажа по безопасности труда и пожарной безопасности в лаборатории в целом и на каждом рабочем месте.

6.1.4 Обеспечение безопасности при эксплуатации локальных компьютерных сетей

Каждое рабочее место пользователя оборудовано розеткой электропитания с заземлением и информационными розетками. Используются розетки существующей электропроводки с учетом, что расстояние между силовой и информационными розетками одного рабочего места не превышает 1 м.

В помещении, не оборудованном достаточным количеством силовых розеток, осуществлена проводка силовых и информационных кабелей до рабочего места в одном канале, при этом предусмотрена сплошная перегородка между силовыми и информационным отсеками.

Для соблюдения основных требований пожарной безопасности при прокладке кабелей установлено:

- кабели, каналы, розетки и т. п. соответствуют определенной категории пожароустойчивости и выполнены при помощи современных элементов структурированных кабельных систем;
- силовые и информационные кабели при прокладке в одном канале разделены сплошной перегородкой. Минимальное расстояние от силовых кабелей до информационных менее 12-15 см;
- отверстия, выполненные для прокладки кабелей между помещениями, закрыты легко удаляемым негорючим материалом - минеральной ватой;
- при прокладке кабелей в пространстве над навесным потолком использованы негорючие материалы.

6.2 Расчёт защитного заземления

6.2.1 Исходные данные

Характеристика установки:
Напряжение - 380 В.
Мощность – 59 кВт (мощность всех станков на участке).
Режим нейтрали – с заземлённой нейтралью.
Вид грунта – глина.
Выбираем искусственный заземлитель – вертикальная труба
d=30мм; l =2 м; $l_{МЗ}$ =2 м; h= 0,5м.
Соединительная полоса:
b_n=40мм; h= 0,5м.

Выбираем допустимое сопротивление заземляющего устройства:

$$\rho_г = 15 \text{ Ом}$$

6.2.2 Основные расчеты

Расчет ведется по учебному изданию Чекулаева В.Е [10].

Определим расчётное удельное сопротивление грунта учитывая коэффициент климатической зоны Южного Урала $\psi = 1{,}5$ для вертикальных и $\psi = 3{,}5$ горизонтальных заземлителей:

$$\rho = \rho_г \times \psi;$$
$$\rho = 15 \times 1{,}5 = 22{,}5 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$
$$\rho = 15 \times 3{,}5 = 52{,}5 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Выбираем тип заземляющего устройства. Выносное заземляющее устройство. Определяем сопротивление одного искусственного заземлителя:

$$R_{ЗО} = \frac{\rho_1}{2\times\pi\times l}\times(\ln\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+l}{4t-l}) = 9{,}4 \text{ Ом}.$$

Определим необходимое число вертикальных искусственных заземлителей методом подбора:

$$n_1 = \frac{R_{ЗО}}{\eta_В\times R_{ЗД}} = \frac{9{,}4}{1\times 10} = 0{,}94,$$

где $\eta_В = 1$ - коэффициент использования вертикальных заземлителей.

Находим по [9] значение коэффициента использования вертикальных заземлителей по ближайшему значению n_1.
Принимаем n=2.

$$\frac{l_{МЗ}}{l} = \frac{2}{2} = 1;\ \ \eta_В = 0{,}85$$

$$n_1 = \frac{R_{ЗО}}{\eta_В\times R_{ЗД}} = \frac{9{,}4}{0{,}85\times 10} = 1{,}1,$$

$$\eta_2 - \eta_2 = 1{,}1 - 0{,}94 = 0{,}16 < 1.$$

Определяем длину соединительной полосы для выносного заземляющего устройства:

$$l_n = l_{МЗ}\times(n-1);$$

$$l_n = 2\times(2-1) = 2 \text{ м}.$$

Определим сопротивление соединительной полосы:

$$R_{ПО} = \frac{\rho_2}{2\times\pi\times l_n}\times\ln\frac{2\times l_n^2}{b_n\times t}, \text{Ом};$$

$$R_{ПО} = \frac{52{,}5}{2\times 3{,}14\times 2}\times\ln\frac{2\times 2^2}{0{,}04\times 1{,}5} = 20{,}4 \text{ Ом}.$$

Определим коэффициент использования вертикальных электродов $\eta_В$ и соединительной полосы $\eta_П$, в зависимости от числа заземлителей и отношения расстояния между заземлителями к их длине.

$$\eta_В = 0{,}85;$$

$$\eta_П = 0{,}85.$$

Определим расчётное сопротивление искусственных заземлителей:

$$R_{ИЗР} = \frac{R_{ЗО} \times R_{ПО}}{R_{ЗО} \times \eta_П + n \times R_{ПО} \times \eta_В}, Ом;$$

$$R_{ИЗР} = \frac{9{,}4 \times 20{,}4}{9{,}4 \times 0.85 + 2 \times 20{,}4 \times 0{,}85} = 4{,}5\ Ом;$$

$$R_{ИЗР} \leq R_{ЗД};$$

$$4{,}5 \leq 10.$$

Строим схему заземляющего устройства.
На рисунке 6.1 приведена схема заземляющего устройства.

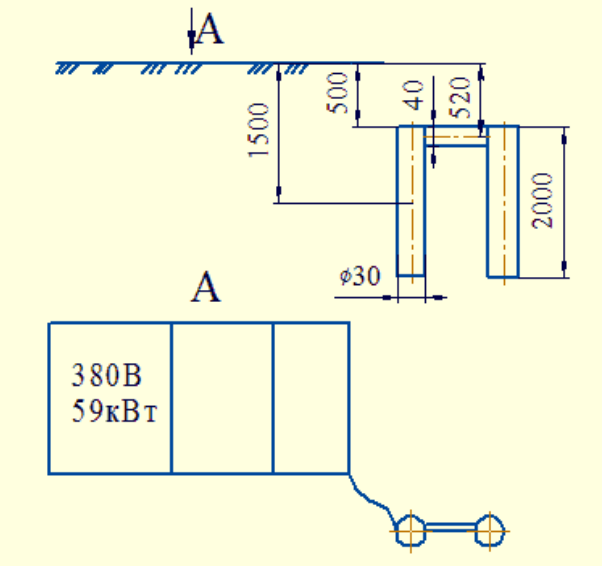

Рисунок 6.1 - Схема заземляющего устройства

6.3 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте

При организации аварийно-спасательных работ по ликвидации последствий транспортных аварий и катастроф необходимо учитывать следующие их особенности [11]:

- аварии и катастрофы происходят в пути следования, как правило, внезапно, в большинстве случаев при высокой скорости движения транспорта, что приводит к телесным повреждениям у пострадавших, часто к возникновению у них шокового состояния, нередко к гибели; несвоевременное получение достоверной информации о случившемся, что ведет к запаздыванию помощи, к росту числа жертв, в том числе из-за отсутствия навыков выживания у пострадавших;
- отсутствие, как правило, на начальном этапе работ специальной техники, необходимых средств тушения пожаров и трудности в организации эффективных способов эвакуации из аварийных транспортных средств;
- трудность в определении числа пострадавших на месте аварии или катастрофы, сложность отправки большого их количества в медицинские учреждения с учетом требуемой специфики лечения;
- усложнение обстановки в случае аварии транспортных средств, перевозящих опасные вещества;
- необходимость организации поиска останков погибших и вещественных доказательств катастрофы часто на больших площадях;
- необходимость организации приема, размещения и обслуживания (питание, услуги связи, транспортировка и др.) прибывающих родственников пострадавших и организация отправки погибших к местам их захоронения;
- необходимость скорейшего возобновления движения по транспортным коммуникациям.

Характерными особенностями железнодорожного транспорта являются:

- большая масса подвижного состава (общая масса грузового поезда составляет 3 – 4 тыс. тонн, масса пассажирского состава – около 1 тыс. тонн, масса одной цистерны – 80–100 тонн);
- высокая скорость передвижения состава (до 200 км/час), а экстренный тормозной путь составляет несколько сотен метров;
- наличие на пути следования опасных участков дорог (мосты, тоннели, спуски, подъемы, переезды, сортировочные горки);
- наличие электрического тока высокого напряжения (до 30 кВ);
- влияние человеческого фактора на причины аварии (управление локомотивом, комплектование состава, диспетчерское обслуживание);
- многообразие поражающих факторов и возможность их комбинированных сочетаний.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы при ликвидации аварий на железнодорожном транспорте включают:

- сбор информации, разведку и оценку обстановки;
- определение границ опасной зоны, её ограждение и оцепление;
- проведение аварийно-спасательных работ с целью оказания помощи пострадавшим;
- ликвидацию последствий аварии (локализация источника чрезвычайной ситуации, тушение пожара и др.);
- аварийно-восстановительные работы на электрических сетях и коммуникациях.

При столкновениях, резкой остановке поезда и переворачивании вагонов пассажирского поезда типичными травмами пассажиров являются ушибы, переломы, сотрясения головного мозга, сдавливания.

В таких случаях аварийно-спасательные работы включают:

- проникновение в вагон через входные двери, оконные проемы и специально проделанные люки;
- поиск пострадавших, их деблокирование и эвакуацию;
- оказание первой медицинской помощи пострадавшим.

Особую опасность для пассажиров представляют пожары в вагонах. Пожар в пассажирском вагоне очень быстро распространяется по внутренней отделке, пустотам конструкции и вентиляции. Он может охватить один вагон за другим. Особенно быстро это происходит во время движения поезда, когда в течение 15–20 минут вагон полностью выгорает. Температура в горящем вагоне составляет порядка 950 °С. Время эвакуации пассажиров должно быть не более 2 минут. Пожар на тепловозах осложняется наличием большого количества топлива (5–6 т) и смазочных материалов (1,5–2 т).

В случаях, когда пассажирские поезда оказываются заблокированными снежными заносами, обвалами, камнепадами, лавинами, селевыми потоками, водой, задача спасателей сводится к обнаружению пострадавших, их освобождению и оказанию им помощи.

Как показывает опыт, для ликвидации последствий аварий на железнодорожном транспорте МПС России располагает достаточными силами и средствами (на 17 дорогах в состав их сил, предназначенных для ликвидации чрезвычайных ситуаций, входят 304 восстановительных и 369 пожарных поездов). Поэтому, если авария устраняется в течение суток, привлечение сил и средств РСЧС, как правило, не требуется. В то же время, если авария связана с десятками погибших и сотнями пострадавших, когда требуется проведение сложных спасательных работ по извлечению людей из завалов и разрушенных конструкций вагонов, тогда использование дополнительных сил необходимо.

Взаимодействие сил при таких чрезвычайных ситуациях крайне важно, так как, кроме чисто технических проблем (разборки завалов, тушения пожаров, восстановления железнодорожного пути и т.п.), приходится решать задачи с

привлечением дополнительных сил. К таким задачам относятся: охрана общественного порядка; обеспечение работы пожарной и медицинской службы; опознание и идентификация погибших; розыск, оповещение, встреча и размещение родственников погибших; отправка оставшихся в живых с места катастрофы. Решение этих вопросов возлагается, как правило, на руководителей КЧС и правоохранительных органов.

При возникновении крупных аварий и катастроф на железнодорожном транспорте целесообразно назначать оперативную группу со следующими задачами [12]:

- организация и непосредственное осуществление в районе катастрофы непрерывного мониторинга обстановки, оценки масштабов и прогнозирования дальнейшего её развития;
- выработка предложений и принятие решений по локализации и ликвидации последствий катастрофы, защите населения и окружающей среды в зоне чрезвычайной ситуации;
- привлечение к работам всех имеющихся в наличии сил и средств, подготовка предложений об использовании всех видов ресурсов;
- организация и контроль оповещения населения, планирование и организация эвакуации населения из зоны чрезвычайной ситуации.

Организация работ по спасению пострадавших при авариях на железнодорожных переездах осуществляется с учетом характера повреждения железнодорожного состава (автомобильного транспорта), характера поражения людей, наличия вторичных поражающих факторов, имеющихся технических средств, а также пожарной, химической и другой опасности грузов.

Основными видами аварийно-спасательных работ при авариях на железнодорожных переездах являются локализация и ликвидация воздействия вторичных поражающих факторов, поиск и деблокирование людей, оказание поражённым первой медицинской помощи и их эвакуация. При больших объемах аварийно-спасательных работ или возникших пожарах по приказу начальника отделения или начальника железной дороги к месту происшествия направляются восстановительные и пожарные поезда, действующие по соответствующему плану. Начальник восстановительного поезда по прибытии на место происшествия отвечает за выполнение оперативного плана восстановления движения в части подъема вагонов, восстановления энергосетей и линии связи. Эти работы выполняются немедленно с одной или двух сторон полотна, а также вне полотна – тягачами, тракторами и другими тяговыми средствами.

Аварии с железнодорожным пассажирским транспортом, приведшие к пожару, требуют применения для ликвидации их последствий специальных пожарных поездов, пожарных частей и поисково-спасательных подразделений.

При таких пожарах поражающими факторами являются: высокая температура, быстро распространяющийся открытый огонь и отравляющие вещества, возникающие в процессе горения.

Аварии железнодорожного транспорта, осуществляющего перевозку опасных грузов, могут приводить к пожарам, взрывам, химическому и биологическому заражению, радиоактивному загрязнению. Характерной особенностью этих чрезвычайных ситуаций являются значительные размеры и высокая скорость формирования очага поражения.

Мероприятия по спасению пострадавших в таких чрезвычайных ситуациях определяются характером поражения людей, размером повреждения технических средств, наличием вторичных поражающих факторов.

При спасении пострадавших в аварии при перевозке опасных грузов проводятся:

- разведка и оценка обстановки, определение границы опасной зоны и её ограждение;
- локализация и ликвидация последствий поражающих факторов;
- поиск пострадавших, обеспечение их средствами индивидуальной защиты и эвакуация из опасной зоны;
- оказание пострадавшим первой медицинской помощи;
- контроль содержания опасных веществ в воздухе, воде и почве.

При горении цистерн с горючими жидкостями необходимо немедленно организовать их тушение. В случае угрозы перекидывания огня на соседние составы или транспортные средства, горящие цистерны отводят в безопасное место, одновременно охлаждая и защищая соседние вагоны. Горящую цистерну нужно постоянно охлаждать водой, чтобы исключить вероятность взрыва. При горении паров жидкости над незакрытой горловиной цистерны закрывают крышку или набрасывают на нее кошму под защитой пожарных стволов.

Горящую растекшуюся жидкость тушат водой, пеной и абсорбционными материалами. Возможен отвод растекшейся жидкости по канавам или обвалование земли для направления жидкости в безопасное место.

Тушение баллонов со сжатым и сжиженным газом проводится из укрытия. Если нельзя ликвидировать факел горящего газа, то допускается его свободное выгорание.

В случае утечки и пролива химически опасных веществ ХОВ проводится локализация и обеззараживание источников химического заражения, следующими способами:

- при обеззараживании облаков АХОВ – постановка завес с использованием нейтрализующих растворов или рассеивание облаков воздушно-газовыми потоками;
- при локализации пролива АХОВ – обвалование пролива, сбор жидкой фазы АХОВ в приямки-ловушки; засыпка пролива сыпучими сорбентами; снижение интенсивности испарения покрытием зеркала пролива пленкой; разбавление пролива водой;
- введение загустителей;

- при обезвреживании (нейтрализации) пролива АХОВ – заливка нейтрализующим раствором или разбавление пролива водой с последующим введением нейтрализаторов; засыпка сыпучими нейтрализующими веществами или твердыми сорбентами с последующим выжиганием; снижение пролива и грунта, загущение с последующим вывозом и сжиганием.

В случае возникновения очага биологического поражения при аварии на железнодорожном транспорте:

- проводится бактериохимическая разведка и индикация бактериальных средств;
- устанавливается карантинный режим и обсервация;
- проводится санитарная экспертиза и контроль зараженности продовольствия, пищевого сырья, воды и фуража, их обеззараживание;
- осуществляются противоэпидемические, санитарно-гигиенические, лечебно-эвакуационные мероприятия.

При организации и проведении мероприятий по ликвидации очага биологического заражения необходимо учитывать: способность бактериальных средств вызвать массовые инфекционные болезни; способность некоторых микробов и токсинов сохраняться длительное время во внешней среде; наличие и продолжительность инкубационного периода; сложность лабораторного обнаружения возбудителя и длительность определения его вида; необходимость применения средств индивидуальной защиты.

В случае радиоактивного загрязнения территорий и технических средств основными мероприятиями по ликвидации их последствий являются:

- локализация и ликвидация источников радиоактивного загрязнения;
- дезактивация загрязненной территории и технических средств;
- сбор и захоронение радиоактивных отходов;
- выявление людей, повергшихся радиоактивному облучению, их медицинское обследование санитарная обработка.

Работы в опасной зоне должны выполняться при условии постоянного дозиметрического контроля.

Время пребывания спасателей в опасной зоне зависит от мощности эквивалентной дозы облучения и определяется в каждом конкретном случае. Зараженная одежда, обувь, личные вещи направляются на дезактивацию или захоронение.

Выводы по разделу шесть.

Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности при работе на ПЭВМ. Произведен расчет защитного заземления. Рассмотрен вопрос обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был осуществлен анализ существующих приложений CAD, CAM - системах. Произведен выбор программных продуктов для решения технологических задач. Выбран оптимальный метод получения заготовки.

Созданы твердотельные 3D – модели детали и заготовки в CAD – системе «Компас».

Разработана обработка детали типа «Крышка», которая впоследствии была преобразована в код управляющей программы в CAM – системе «SprutCAM».

Осуществлена проверка траектории кода управляющей программы при помощи визуализации обработки на станке в CAM – системе «SprutCAM», тем самым позволило обнаружить ошибки и избежать аварийных ситуаций.

Анализ метода преобразования геометрии детали и заготовки в код управляющей программы позволил упростить программирование и существенно сократить время разработки управляющей программы.

Разработано руководство пользователя по разработке обработки детали «Крышка С.5.80.0002-67А» с помощью CAM – системы «SprutCAM».

Разработано приспособление для контроля перпендикулярности.

В экономическом разделе произведен ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены вопросы обеспечения безопасности при работе на ПЭВМ и безопасности при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте. Также был произведен расчет защитного заземления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Латышев, П.Н. Каталог САПР. Программы и производители / П.Н. Латышев – М. : СОЛОН-Пресс, 2006. – 608 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 656 с. – Т.2. – 496 с.

3. Черпаков, Б.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства: учебник / Б.И. Черпаков, Л.И. Вереина. – 2-е изд.,стер. – М.: Академия, 2006. – 413 с.

4. Фельдштейн, Е.Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ. / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск: Новое знание, 2007. – 299 с.

5. Фельдштейн, Е.Э. Режущий инструмент. Эксплуатация: учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2012. – 256с.

6. Балла, О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология. / О.М. Балла. – СПб.: Лань, 2015. – 368 с.

7. Допуски и посадки: справочник: в 2-х ч. / Б.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние,1982. – Ч. 1. – 543 с.

8. Каплунов, Р.С. Точность контрольных приспособлений / Р.С. Каплунов. – М.: Машиностроение, 1968. – 219 с.

9. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие./ В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. – М. : МИСИС, 2009. – 147 с.

10. Чекулаев, В.Е. Охрана труда и электробезопасность. / В.Е. Чекулаев, Е.Н. Горожанкина, В.В. Лепеха. — М. : УМЦ ЖДТ, 2012. — 304 с.

11. Шишкина, Н.К. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / Н.К. Шишкина. – М.: ГУУ, 2009. – 400 с.

12. Уздина, М.М. Железные дороги. Общий курс. / М.М. Уздина – М.: Транспорт, 2006 – 300 с.

13. http://www.sprut.ru/products-and-solutions/products/sprutcam/?tab=13714

14. http://www.edgecamsoftware.ru/

15. http://toolguide.sandvik.coromant.com

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Управляющая программа для обработки делали «Крышка С.5.80.0002-67А»

```
%
O0005
N1 (Obrabotka pravogo torcza)
G99G18M46
G50S1000
G54
G0T1502
M69
G28U0.V0.
G96S375M3
G0Z37.15
X60.9
M8
G73U0.W0.3R2
G73P100Q200U0.W0.3F0.6
N100Z34.5
G1X-1.92F0.6
N200G0Z36.7
G70P100Q200
M9
G28U0.V0.
G28W0.
M1
N2 (Naruzhn. chernovoe tochenie)
G99G18M46
G54
G0T0202
M69
G28U0.V0.
G50S1000
G96S235M3
G0Z35.3
X56.9
X54.9
M8
G1Z6.8F0.25
X56.9
X57.5Z7.1
G0Z35.3
```

```
X52.9
G1Z6.8F0.25
X54.9
X55.5Z7.1
G0Z35.3
X50.9
G1Z6.8F0.25
X52.9
X53.5Z7.1
G0Z35.3
X48.9
G1Z6.8F0.25
X50.9
X51.5Z7.1
G0Z35.3
X46.9
G1Z6.8F0.25
X48.9
X49.5Z7.1
G0Z35.3
X44.9
G1Z6.8F0.25
X46.9
X47.5Z7.1
G0Z35.3
X42.9
G1Z6.8F0.25
X44.9
X45.5Z7.1
G0Z35.3
X40.9
G1Z6.8F0.25
X42.9
X43.5Z7.1
G0Z35.3
X38.9
G1Z6.8F0.25
X40.9
X41.5Z7.1
G0Z35.3
X36.9
G1Z6.8F0.25
```

```
X38.9
X39.5Z7.1
G0Z35.3
X34.9
G1Z6.8F0.25
X36.9
X37.5Z7.1
G0Z35.3
X32.9
G1Z15.3F0.25
X33.
Z6.8
X34.9
X35.5Z7.1
G0Z35.3
X30.9
G1Z15.3F0.25
X32.9
X33.5Z15.6
G0Z35.3
X28.9
G1Z15.346F0.25
G2X29.4Z15.3R0.7
G1X30.9
X31.5Z15.6
G0Z35.3
X26.9
G1Z18.52F0.25
X28.Z18.372
Z16.
G2X28.9Z15.346R0.7
G1X29.5Z15.646
G0Z35.3
X24.9
G1Z18.788F0.25
X26.9Z18.52
X27.5Z18.82
G0Z35.3
X22.9
G1Z19.055F0.25
X24.9Z18.788
X25.5Z19.088
```

```
G0Z35.3
X20.9
G1Z19.323F0.25
X22.9Z19.055
X23.5Z19.355
G0Z35.3
X18.9
G1Z19.591F0.25
X20.9Z19.323
X21.5Z19.623
G0Z35.3
X16.9
G1Z35.193F0.25
G3X18.Z34.299R1.
G1Z29.3
X18.6
Z19.632
X18.9Z19.591
X19.5Z19.891
G0Z35.3
X16.
G3X16.9Z35.193R1.F0.25
G1X17.5Z35.493
G0Z35.
X13.6
G1X15.F0.25
G3X17.Z33.999R1.
G1Z29.
X17.6
Z19.332
X27.Z18.072
Z15.7
G2X28.4Z15.R0.7
G1X32.
Z6.5
X55.9
G0M9
G28U0.V0.
G28W0.
M1
N3 (Naruzhn. chistovoe tochenie)
G99G18M46
```

```
G54
G0T0606
M69
G28U0.V0.
G50S1000
G96S600M3
G0Z35.207
X11.986
M8
G1X13.Z34.5F0.1
X15.2
G3X16.Z34.1R0.4
G1Z28.508
G2X16.6Z28.534R0.6
G1Z18.971
X26.Z17.712
Z15.8
G2X28.6Z14.5R1.3
G1X31.
Z6.
X51.1
X51.5Z7.
M9
G28U0.V0.
G28W0.
M1
N4 (Naruzhn. obrabotka kanavok)
G99G18M46
G54
G0T0505
M69
G28U0.V0.
G50S1000
G96S600M3
G0Z30.1
X19.092
X16.598
M8
G1X15.F0.2
G0X19.092
Z28.5
X16.598
```

```
G1X15.8F0.2
X16.2Z28.7
G0X19.092
Z21.814
X17.198
G1X13.F0.2
G0X19.092
Z23.157
X17.198
G1X13.F0.2
X13.4Z22.957
G0X19.092
Z24.5
X17.198
G1X15.4F0.2
X15.8Z24.3
G0X19.092
Z20.376
X17.198
G1X13.F0.2
X13.4Z20.576
G0X19.092
Z18.938
X17.198
G1X16.498F0.2
X16.898Z19.138
G0X19.092
Z33.171
G1X16.F0.2
Z33.9
G2X14.8Z34.5R0.6
G0X19.092
Z26.1
G1X16.6F0.2
Z28.5
X15.8
G3X15.Z28.9R0.4
G1Z30.1
G0X19.092
Z31.971
G1X16.F0.2
G3X15.142Z31.396R0.6
```

```
G2X15.Z31.3R0.1
G1Z30.1
G0X19.092
Z18.938
G1X16.498F0.2
X14.782Z19.168
G3X13.Z20.328R1.2
G1Z21.814
G0X19.092
Z24.5
G1X15.4F0.2
G2X13.Z23.3R1.2
G1Z21.814
G0X19.092
M9
G28U0.V0.
G28W0.
M1
N5 (Torczevaya obrabotka kanavok)
G99G18M46
G54
G0T0404
M69
G28U0.V0.
G50S1000
G96S25M3
G0Z7.25
X38.05
Z6.299
M8
G1Z4.F0.1
G0Z7.25
X34.524
Z6.299
G1Z4.F0.1
X34.924Z4.2
G0Z7.25
X31.
Z6.3
G1Z5.3F0.1
X31.4Z5.5
G0Z7.25
```

```
X41.574
Z6.299
G1Z4.F0.1
X41.174Z4.2
G0Z7.25
X45.1
Z6.299
G1Z5.3F0.1
X44.7Z5.5
G0Z7.25
X45.1
G1Z5.3F0.1
G3X42.5Z4.R1.3
G1X38.05
G0Z7.25
X31.
G1Z5.3F0.1
G2X33.6Z4.R1.3
G1X38.05
G0Z7.25
M9
G28U0.V0.
G28W0.
G28V0.
M1
N6 (Sverlenie diametra 10mm)
G99G18M46
G54
G0T0808
G97S200
M69
G28U0.V0.
G0Z44.5
X0.
M8
F200.M68
G80
M9
G28U0.V0.
G28W0.
M1
N7 (Rasstachivanie otverstiya diametra 13mm)
```

```
G99G18M46
G54
G0T0101
M69
G28U0.V0.
G50S1000
G96S375M3
G0Z35.3
X9.
M8
G71U1.R0.3
G71P101Q201U-0.6W0.3F0.1F0.1
N101G0X13.4W0.
G1Z34.446F0.1
G2X13.Z34.1R0.4
G1Z29.2
N201G0X9.
G70P101Q201
M9
G28U0.V0.
G28W0.
G28V0.
M1
N8 (Zenkerovanie otverstiya diametra 10mm)
G99G18M46
G54
G0T0909
G97S796M4
M69
G28U0.V0.
G0Z44.5
X0.
M8
F200.M68
M9
G28U0.V0.
G28W0.
M1
N9 (Razvertyvanie otverstiya diametr 10mm)
G99G18M46
G54
G0T0404
```

```
G97S318
M69
G28U0.V0.
G0Z44.5
X0.
M8
F200.022M68
M9
G28U0.V0.
G28W0.
G28V0.
M1
```