МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
в г. Миассе
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Технология производства машин»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
И.о Заведующий кафедрой
_____Ю.Г. Миков
«_____» _____2019 г.

Участок механический обработки защитного кожуха

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ – 15.03.05.2019.741 ПЗ ВКР

Консультант, должность
Строительный раздел
старший преподаватель
_____ / О.Б. Кучина /
«_____» _____ 2019 г.

Руководитель, должность
_____ / Кучина О.Б. /
«_____» _____2019 г.

Консультант, должность
БЖД
старший преподаватель
_____ / Е.С. Шапранова /
«_____» _____ 2019 г.

Автор
студент группы МиМс-441
_____ /В.А. Есин /
«_____» _____ 2019 г.

Консультант, должность
Автоматизированное проектирование
старший преподаватель
_____/ Я.В. Высогорец /
«_____» _____2019 г.

Нормоконтролер, должность
старший преподаватель
_____ / Е.С. Шапранова /
«_____» _____2019 г.

Миасс 2019

Аннотация

Есин В.А. Участок механической обработки защитного кожуха. – Миасс: ЮУрГУ, ММФ, 2019, с. 102. Библиографической литературы – 19 наим., 11 таблиц, 52 рисунка, 6 листов чертежей ф. А1, 1 плакат ф. А1, 1 лист ф. А2, 2 листа ф. А3

В данной выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс обработки защитного кожуха, все операции которого, выполняются на токарно-револьверном обрабатывающем центре Haas ST-10. Разработка технологического процесса включает в себя: анализ исходных данных, выбор заготовки, выбор технологических баз, составление маршрута обработки, разработку переходов, выбор оборудования и инструментов, определение режимов резания, проектирование, станочного и контрольного приспособления. Также, был посчитан коэффициент загрузки оборудования, численность рабочих. Был выполнен выбор вида межоперационного транспорта, способ снабжения участка СОЖ, способ удаления стружки с рабочих мест. Выполнен выбор подъемно-транспортного средства и расчет высоты пролета. В разделе автоматизированного производства было выполнена симуляции механической обработки на станке с ЧПУ, построена 3D модель контрольного приспособления.

					15.03.05.2019.741.00.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Есин В.А.			Участок механической обработки защитного кожуха	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Кучина О.Б.					6	102
Реценз.						ЮУрГУ Кафедра ТПМ		
Н. Контр.		Шапранова Е.С.						
Утверд.		Миков Ю.Г.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 9
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 11
1.1 Описание конструкции и назначение детали 11
1.1.1 Характеристика детали 11
1.1.2 Характеристика материала детали 11
1.2 Анализ действующей технологии и предложения по усовершенствованию 11
1.2.1 Анализ действующей технологии 11
1.2.2 Предложения по усовершенствованию 13
1.3 Выбор метода получения и описание заготовки 13
1.3.1 Выбор метода получения заготовки 14
1.3.2 Коэффициент использования материала 16
1.3.3 Выбор оборудования 16
1.4 Выбор маршрута обработки с разработкой операционных эскизов 18
1.5 Размерный анализ технологического процесса 25
1.6 Выбор режущего инструмента 39
1.7 Расчет режимов резания 48
1.7.1 Расчет режимов резания для 20(IV) операции 48
1.7.2 Расчет режимов резания для 20(III) операции 51
1.7.3 Расчет режимов резания для 25(II) операции 54
1.7.4 Расчет режимов для всех операций 57
1.8 Техническое нормирование 58
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ 63
2.1 Проектирование станочного приспособления для 20 операции 63
2.2 Проектирование станочного приспособления для 10, 15, 25 операции 66
2.3 Проектирование контрольного приспособления для оценки радиального биения 68
3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 71
3.1 Построение 3D модели контрольного приспособления 71
3.2 Выполнение симуляции механической обработки на станках с ЧПУ 75
3.3 Автоматизированное проектирование технологического процесса 78

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 82
4.1 Расчет количества основного технологического оборудования 82
4.2 Определение числа производственных рабочих 83
4.3 Выбор вида межоперационного транспорта, способа снабжения участка СОТС, удаление стружки с рабочих мест 83
4.4 Выбор подъемно-транспортного средства, описание участка 84
4.5 Выбор и описание здания 84
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ 87
5.1 Производственный микроклимат 87
5.2 Производственное освещение 88
5.3 Пожарная безопасность 90
5.4 Электробезопасность 91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 94
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 95
ПРИЛОЖЕНИЕ 96
8 листов А1
Спецификация на станочное приспособление для операции 010, 015 и 025
Спецификация на станочное приспособление для операции 020
Спецификация на контрольное приспособление
Спецификация на планировку участка и разрез здания
Комплект документов на технологический процесс изготовления детали «Защитный кожух»

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование участка механической обработки детали «Защитный кожух». В качестве исходных данных представлен чертеж детали «Защитный кожух» и действующий технологический процесс. На основе этих данных был проведен анализ действующего технологического процесса, в котором оценивались такие параметры как способ получения заготовок, технологичность изготовления детали, коэффициент использования материала, количество операции и переходов, а вследствие и время затраченное на изготовление детали. Благодаря анализу были предложены варианты по усовершенствованию технологического процесса. Был выбран более рациональный метод получения заготовок, были выбраны более продуктивные методы обработки, выбрано новое оборудование. Это способствовало сокращению количества операции и переходов, а также увеличению коэффициента использования материала.

На сегодняшний день наука достигла больших успехов в области материаловедения и режущего инструмента. На основе этих открытий конструируются и внедряются на предприятиях новейшие виды инструментальных материалов, державок, вспомогательных приспособлений. В данной выпускной квалификационной работе я старался придерживаться этих тенденций. Был выбран режущий инструмент, отвечающий современным требованиям и обладающий необходимыми параметрами для обработки нашей детали из данного материала.

В наше время остро стоит вопрос об оснащении среднесерийного производства приспособлениями (станочными, контрольными, вспомогательными), ведь от уровня оснащенности приспособлениями зависит качество и производительность изготовляемой продукции. В данной выпускной квалификационной работе были спроектированы два станочных приспособления и одно контрольное приспособление. В ходе проектирования были определены конструктивные параметры и рассчитаны силовые характеристики приспособлений.

Прогресс не стоит на месте, а вместе с ним появляются новые методы, облегчающие проектирование технологического процесса. К таким методам можно отнести 3D-моделирование с помощью CAD-систем, симуляции механической обработки с помощью CAM-систем, автоматизированное проектирование технологических процессов с помощью CAPP-систем. Данные методики рассмотрены в этом дипломном проекте.

Любому предприятию необходимо здание, в котором будут происходить различные операции по изготовлению продукции. Наш случай не является исключением. Для этой цели был выполнен расчет параметров нашего производственного здания. Определены параметры производственного участка механической обработки детали «Защитный кожух».

Задачи по охране жизни и здоровья персонала, работающего на предприятии, остро стоят в наши дни. Также большое внимание уделяется защите окружающей среды. Эти вопросы рассмотрены в разделе безопасности жизнедеятельности.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание конструкции и назначение детали

1.1.1 Характеристика детали

Деталь Защитный кожух относится к классу втулочных деталей.

1.1.2 Характеристика материала детали

Для изготовления детали «Защитный кожух» применяется алюминиевый деформируемый сплав АМг6 ГОСТ 4784 - 97, относящийся к системе Al - Mg. Он имеет высокие пластические характеристики, как при комнатной, так и при повышенных температурах, и обладает высокой коррозионной стойкостью в различных средах, в том числе и в морской воде.

Химический состав сплава: Fe – 0,4 %; Si – 0,4 %; Mn - 0,5…0,8 %; Ti – 0,02…0,1 %; Al – 91,2…93,68 %; Cu до 0,1 %; Be – 0,0002…0,005 %; Mg – 5,8…6,8 %; Zn до 0,2 %.

Механические свойства сплава:

- Предел кратковременной прочности $\sigma_в = 300$ МПа;
- Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации) $\sigma_Т = 138$ МПа;
- Относительное удлинение при разрыве $\delta_5 = 15$ %;
- Относительное сужение $\psi = 10$ %;
- Твердость по Бринеллю НВ=65 МПа;
- Модуль упругости Е = 71000 МПа;
- Плотность ρ=2640 кг/м3;
- Свариваемость высокая по сравнению с другими цветными сплавами.

1.2 Анализ действующей технологии и предложения по усовершенствованию

1.2.1 Анализ действующей технологии

Обработка ведется на токарно-винторезном станке 16К25, фрезерном станке 6М12.

Концепция существующего технологического процесса выражена в следующем:

- 05 Отрезная:
  - Отрезается брусок Ø65х130 мм из прутка;
- 10 Термообработка;
- 15 Токарная:
  - Точатся торцы;
  - Точится наружная поверхность начерно;
  - Сверлится отверстие Ø18 мм;
  - Растачивается внутренняя полость заготовки резцом;
  - Растачиваются внутренняя канавка;
  - Точится наружный контур детали начисто;
  - Точится наружная канавка;
  - Нарезается наружная резьба.
- 20 Фрезерная:
  - Фрезерование поверхностей;
  - Сверление отверстий ø5;
  - Нарезание резьбы.

Заготовка получена путем отрезки от прутка цилиндрического бруска, из которого в последующем удаляется большое количество материала в виде стружки. Коэффициент использования материала в этом случае равен:

$$\text{КИМ} = \frac{G_{\text{дет}}}{G_{\text{зг}}}, \quad (1.1)$$

где $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования материала;

$G_{\text{дет}}$ – масса детали, кг;

$G_{\text{зг}}$ – масса заготовки, кг.

$$\text{КИМ} = \frac{0{,}165}{1{,}14} = 0{,}145.$$

Около 85% материала уходит в стружу.

Внутреннюю полость растачивают резцом с Ø17 мм до Ø52 мм с напуском порядка 17,5 мм на сторону, что не технологично, так как занимает большое количество времени на этот переход.

Таким образом были выявлены недостатки

- устаревшее оборудование

- низкий КИМ

Но в то же время данная технология обеспечивает точностные параметры

1.2.2 Предложения по усовершенствованию

Вместо получения заготовки путем отрезки бруска из прутка предлагаю использовать ГКМ (горизонтально-ковочную машину) для получения заготовки в виде штамповки наиболее приближенной к готовой детали. Благодаря этому достигается снятие меньшего количества металла и увеличение коэффициента использования материала.

Предлагаю обработку проводить на токарно-револьверном обрабатывающем центре Haas ST-10 с числовым управлением. Обработка на этом станке осуществляется на программе, что значительно повышает точность обработки. Станок имеет револьверную головку с 12 позициями со скоростью смены инструмента 1 секунда, что позволяет не тратить время на переналадку инструмента и время на ручную смену инструмента.

Предлагаю изменить существующий технологический процесс таким образом, чтобы уменьшить количество переходов и уменьшить время на обработку детали. Это достигается путем использования станка с ЧПУ для точения наружной поверхности по контуру с помощью программы.

1.3 Выбор метода получения и описание заготовки

1.3.1 Выбор метода получения заготовки

Заготовки рационально получать такими, чтобы их форма и размеры максимально приближались к формам и размерам готовой детали. Это позволяет сократить расход материалов и электроэнергии, увеличить производительность труда. В зависимости от характера материала, назначения детали, требуемой

точности ее изготовления и т. д. заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами.

Так как наша деталь – это втулочная деталь с небольшими колебаниями внешних диаметров (от Ø25 мм до Ø56 мм), я принял решение получать заготовки на горизонтально ковочных машинах (ГКМ). Горизонтально ковочная машина представляет собой горизонтальный кривошипный пресс, который дополняется боковым механизмом, получающим движение от кулачков (Рисунок 1.1).

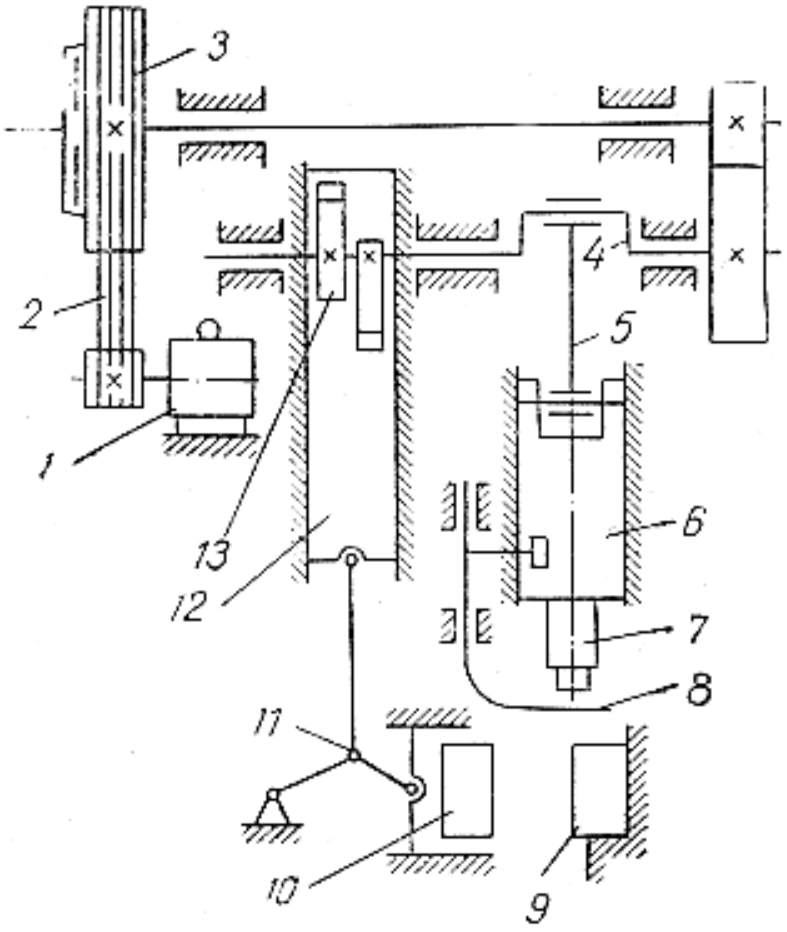


Рисунок 1.1 – Кинематическая схема горизонтально ковочной машины

Главный ползун 6 машины, несущий пуансон 7, приводится движение от кривошипного вала 4 через шатун 5. Движение подвижной щеки вместе с подвижной матрицей 10 осуществляется от бокового ползуна 12 системой рычагов 11. Сам боковой ползун приводится в движение с помощью кулачков 13,

сидящих на кривошипном валу 4. Движение на привод передает мотор 1 через клиноременную передачу 2 и маховик 3.

Штампы горизонтальноковочных машин состоят не из двух частей, а из трех: неподвижной матрицы 9, подвижной 10 и пуансона 7, раскрывающихся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, что позволяет штамповать сложные поковки. Матрицы 9 и 10 имеют горизонтальную плоскость разъема. Главный ползун 6 и боковой 12 горизонтальноковочной машины в отличие от кривошипных прессов осуществляют движение в вертикальном направлении.

1.3.2 Коэффициент использования материала

Коэффициент использования материала по сравнению с оригинальной технологии будет больше, так как используется меньше металла для получения заготовки.

Масса поковки получена путем создания её 3D-модели в CAD-системе Creo Paremetric и последующим расчетом массовых свойств в программе.

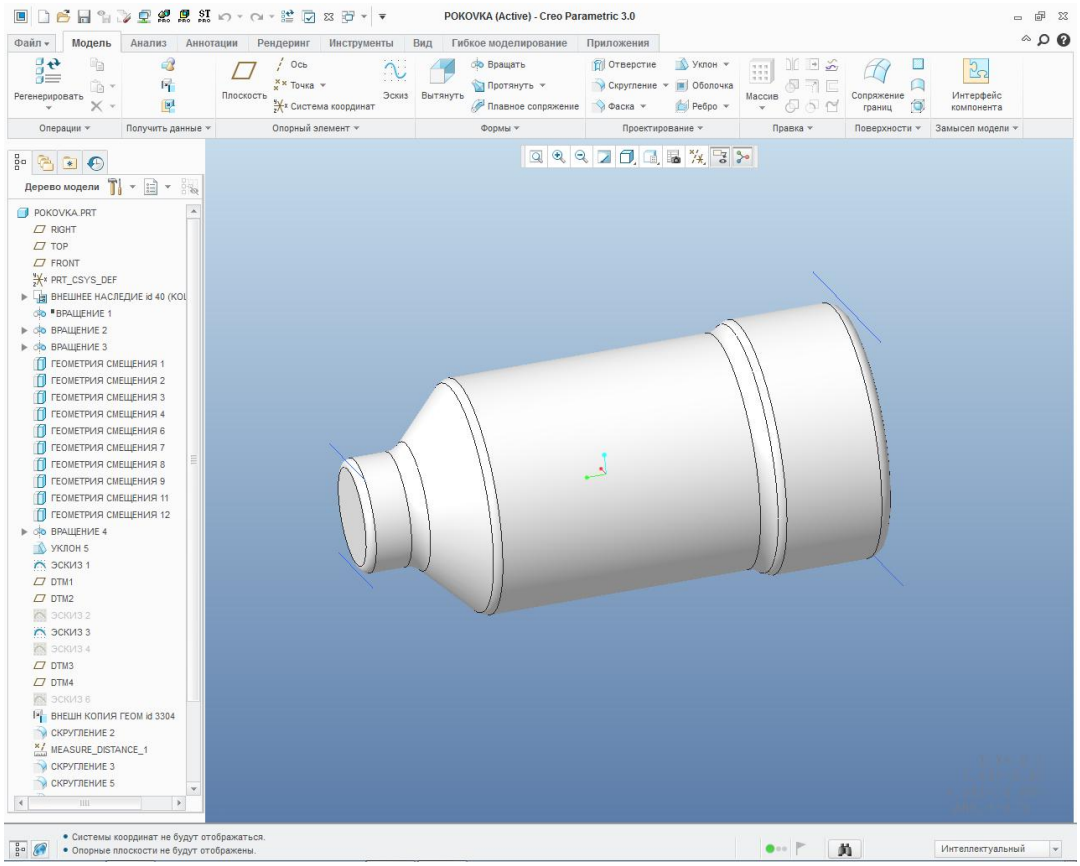


Рисунок 1.2 – 3D-модель поковки детали «Защитный кожух»

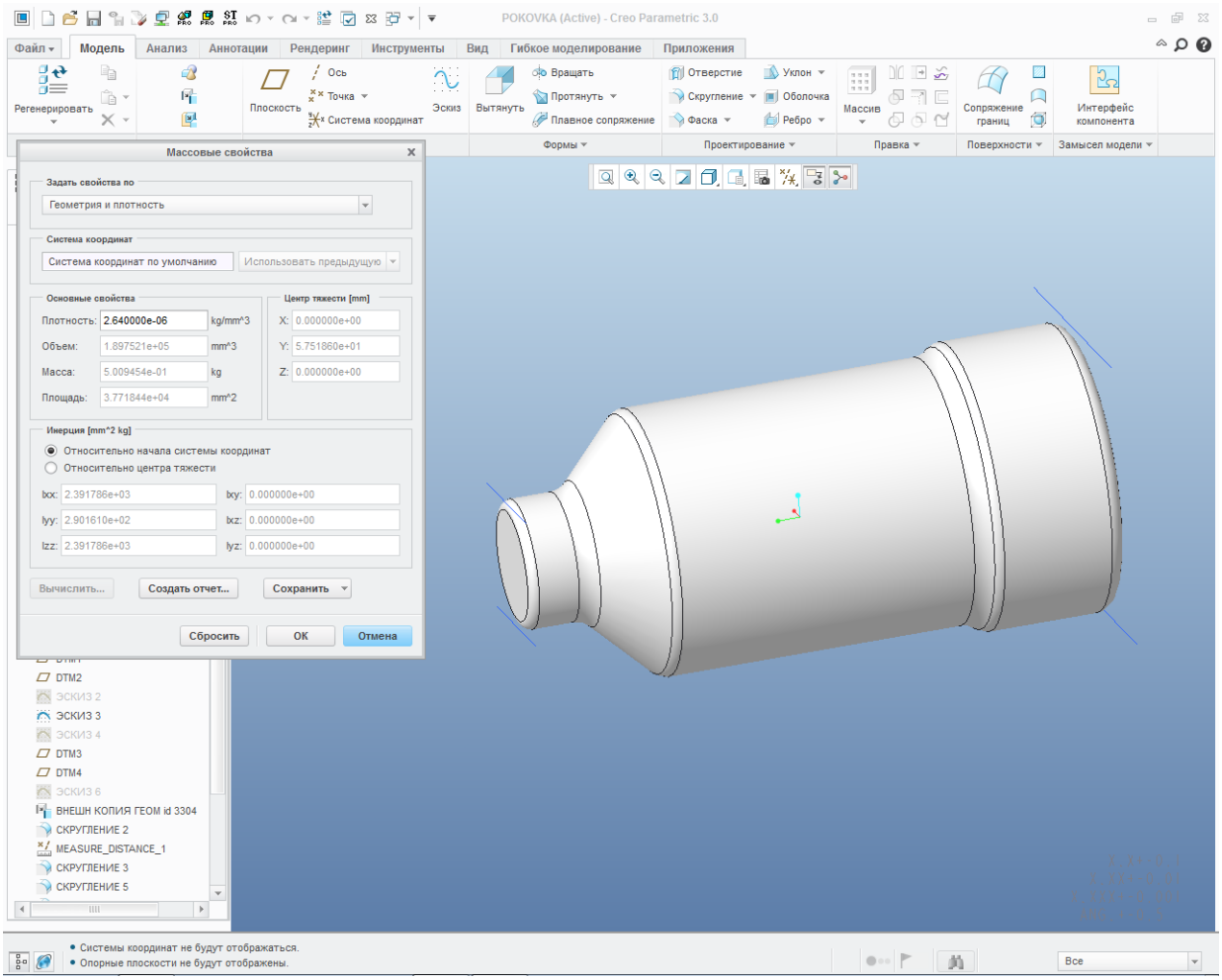


Рисунок 1.3 – Расчет массовых свойств

Из расчета видно (рисунок 1.3), что масса поковки получилась 0,501 кг.

Коэффициент использования материала при использовании заготовки, полученной штамповкой:

$$КИМ = \frac{0,165}{0,501} = 0,329.$$

Размеры заготовки определяются в размерном анализе, смотри пункт 1.5

1.3.3 Выбор оборудования

Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10

Таблица 1 – характеристики станка

Наименование параметров	Ед.изм.	Величины
Максимальный диаметр точения над станиной	мм	641
Максимальный диаметр точения над суппортом	мм	413
Максимальная длинна обработки наружных поверхностей	мм	336
Диаметр отверстия в шпинделе	мм	59
Диаметр отверстия в тяговой гидравлической трубе	мм	46
Максимальный диаметр прутка в главном шпинделе	мм	44
Максимальный диаметр обрабатываемой детали с револьвером VDI	мм	178
Величина рабочего перемещения по оси X	мм	200
Величина рабочего перемещения по оси Z	мм	356
Максимальная скорость холостый перемещений	м/мин	30,5
Максимально допустимое усилие по оси X	кН	14,68
Максимально допустимое усилие по оси Z	кН	14,68
Тип инструментального револьвера		VDI
Количество позиций в револьвере		12
Сечения корпусов резцов	мм	25x25
Время смены инструмента	сек	0,5
Частота вращения шпинделя	об/мин	6000
Максимальная мощность привода вращения главного шпинделя	кВт	11,2
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В)	мм	2921x2108x1930
Масса станка	кг	2268

1.4 Выбор маршрута обработки с разработкой операционных эскизов

Операция 000. Заготовительная.

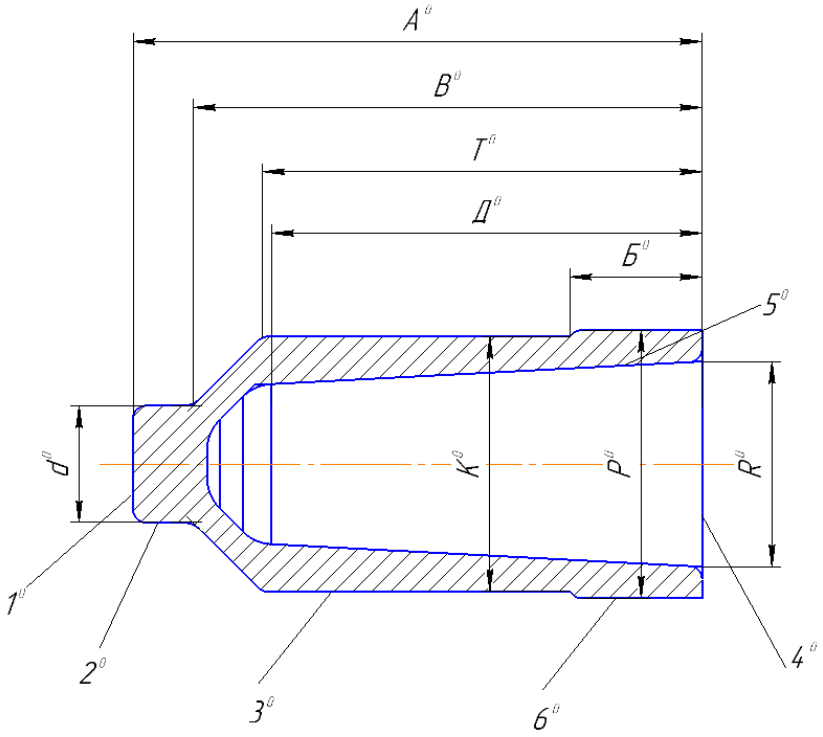


Рисунок 1.4

Определим исходный индекс поковки по таблице 2: [12, с.8]

$$К = G + М + С + Т, \quad (1.2)$$

где К – исходный индекс поковки;

G – коэффициент по массе, G=1;

М – коэффициент по группе стали, М=3;

С – коэффициент по степени сложности, С=0;

Т – коэффициент по классу точности, Т = 6.

$$К = 1 + 3 + 0 + 6 = 10.$$

Допуски и отклонения на размеры определяются по учебному пособию [12, с. 9]:

$T_{A^0} = 2\left(\frac{+1,7}{-0,7}\right)$ $T_{Б^0} = 1,6\left(\frac{+1,1}{-0,5}\right)$ $T_{В^0} = 2\left(\frac{+1,3}{-0,7}\right)$

$T_{Д^0} = 2\left(\frac{+1,3}{-0,7}\right)$ $T_{R^0} = 1,6\left(\frac{+1,1}{-0,5}\right)$ $T_{P^0} = 2\left(\frac{+1,3}{-0,7}\right)$

$T_{d^0} = 1,6\left(\frac{+1,1}{-0,5}\right)$ $T_{K^0} = 2\left(\frac{+1,3}{-0,7}\right)$ $T_{Т^0} = 2\left(\frac{+1,3}{-0,7}\right)$

Несоосности определяются по учебному пособию [1, с. 65]:

$\bigcirc 2^0; 3^0 \leq \frac{1,6}{2} = 0,8$ $\bigcirc 5^0; 3^0 \leq \frac{1,6}{2} = 0,8$ $\bigcirc 6^0; 3^0 \leq \frac{1,6}{2} = 0,8$

Операция 005. Термообработка.

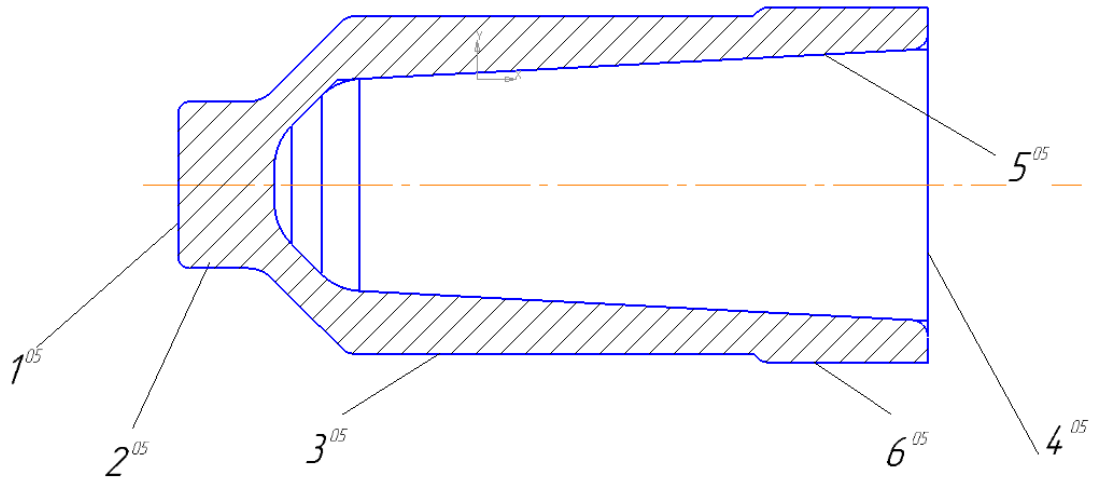


Рисунок 1.5

Точностные параметры операции 005

$\bigcirc 2^{05}; 3^{05} \leq \frac{1,6}{2} = 0,8$ $\bigcirc 5^{05}; 3^{05} \leq \frac{1,6}{2} = 0,8$ $\bigcirc 6^{05}; 3^{05} \leq \frac{1,6}{2} = 0,8$

Операция 010. Токарная.

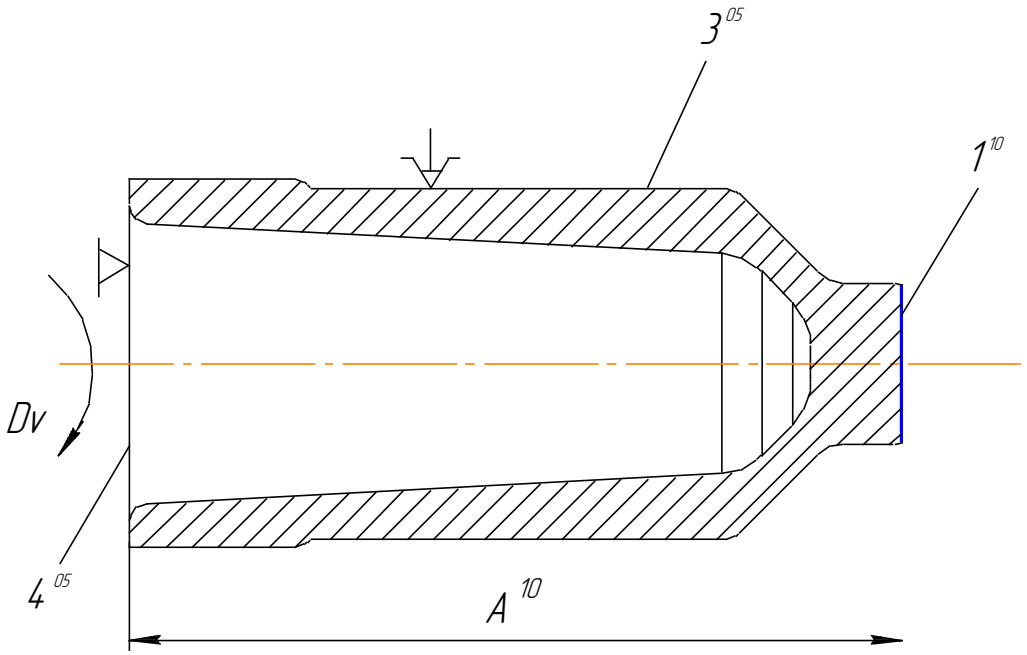


Рисунок 1.6

$T_{A^{10}} = 0,4$ (подрезка торца; IT12).

Операция 015. Токарная.

Переход 1.

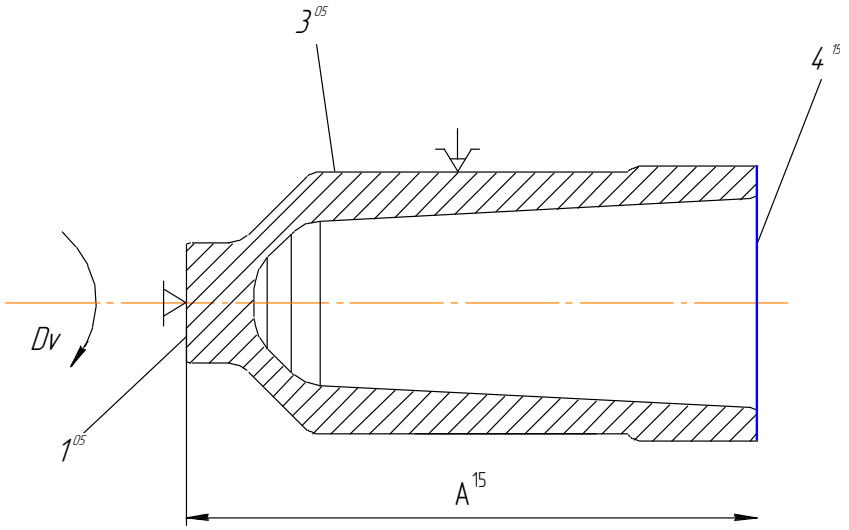


Рисунок 1.7

$T_{A^{15}} = 0{,}4$ (подрезка торца; $IT12$)

Переход 2.

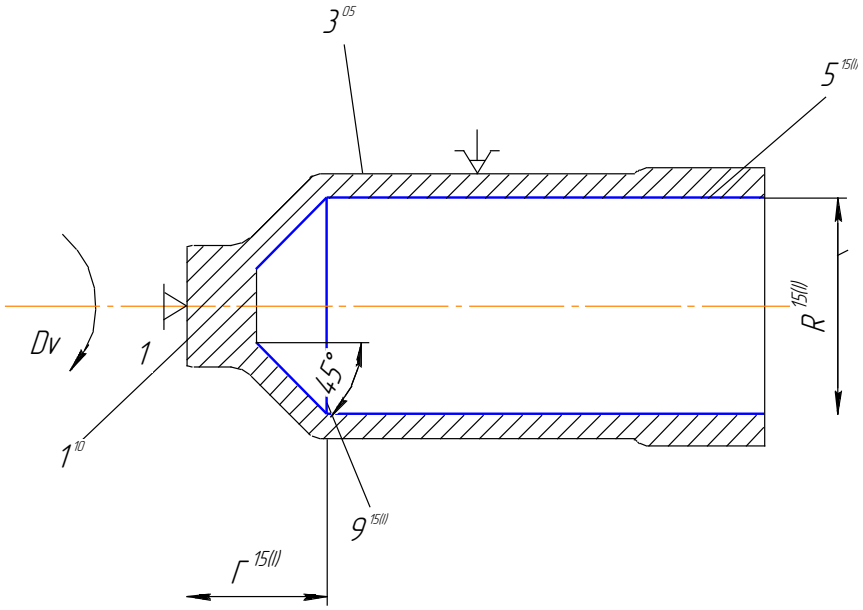


Рисунок 1.8

$T_{\Gamma^{15(I)}} = 0{,}84$(растачивание; $IT15$)

$T_{R^{15(I)}} = 1$ (растачивание; $IT15$)

$\text{◎}\ 5^{15(I)}; 3^{05} \leq \frac{0{,}06}{2} = 0{,}03$ (10 ст)

Переход 3.

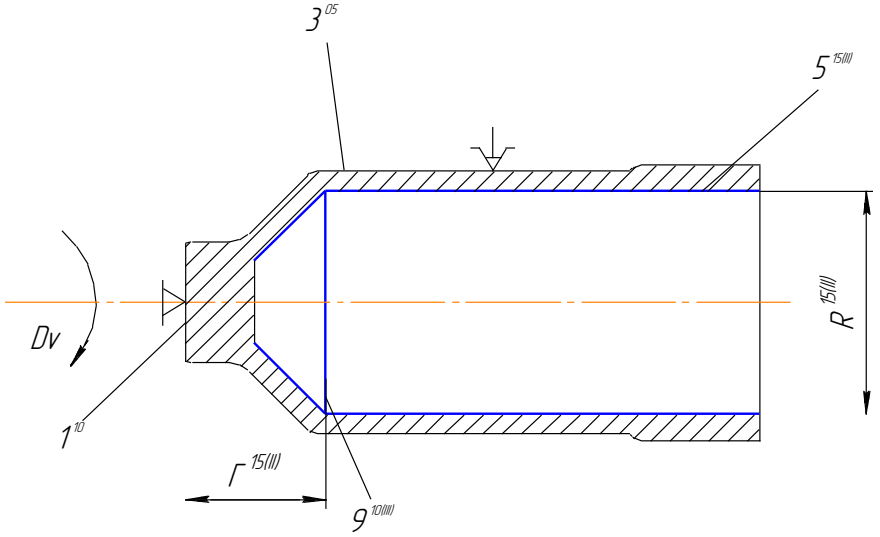


Рисунок 1.9

$T_{\Gamma^{15(I)}} = 0{,}21$ (растачивание; $IT12$)

$T_{R^{15(I)}} = 0{,}3$ (растачивание; $IT12$)

$\bigcirc\!\!\!\!\bigcirc\ 5^{15(II)}; 3^{05} \leq \frac{0{,}06}{2} = 0{,}03$ (8 ст)

Операция 020. Токарная.

Переход 1.

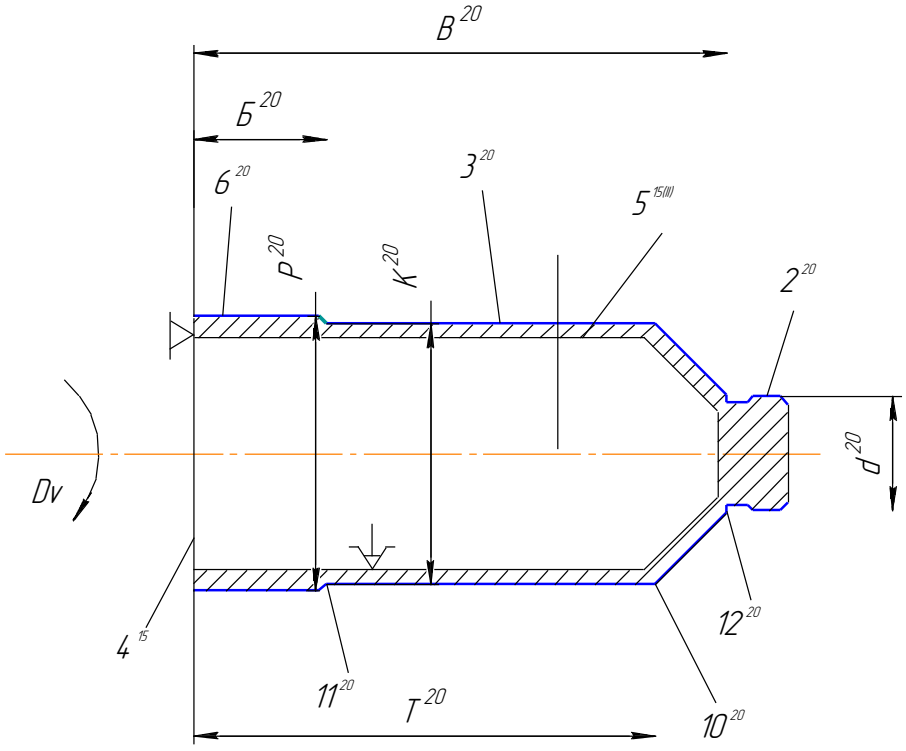


Рисунок 1.10

$T_{Б^0} = 1{,}3$ (IT 16) $T_{В^{20}} = 2{,}2$ (IT 16) $T_{P^0} = 1{,}2$ (IT 15)

$T_{d^0} = 0{,}84\ (IT\ 15)$ $T_{K^0} = 1{,}2\ (IT\ 15)$ $T_{T^0} = 2{,}2\ (IT\ 16)$

Точностные параметры операции 020 переход 1

$2^{20}; 5^{15(II)} \leq \frac{0{,}1}{2} = 0{,}05$ (9 ст)

$6^{20}; 5^{15(II)} \leq \frac{0{,}1}{2} = 0{,}05$ (9 ст)

$5^{15(II)}; 3^{20} \leq \frac{0{,}1}{2} = 0{,}05$ (9 ст)

Переход 2.

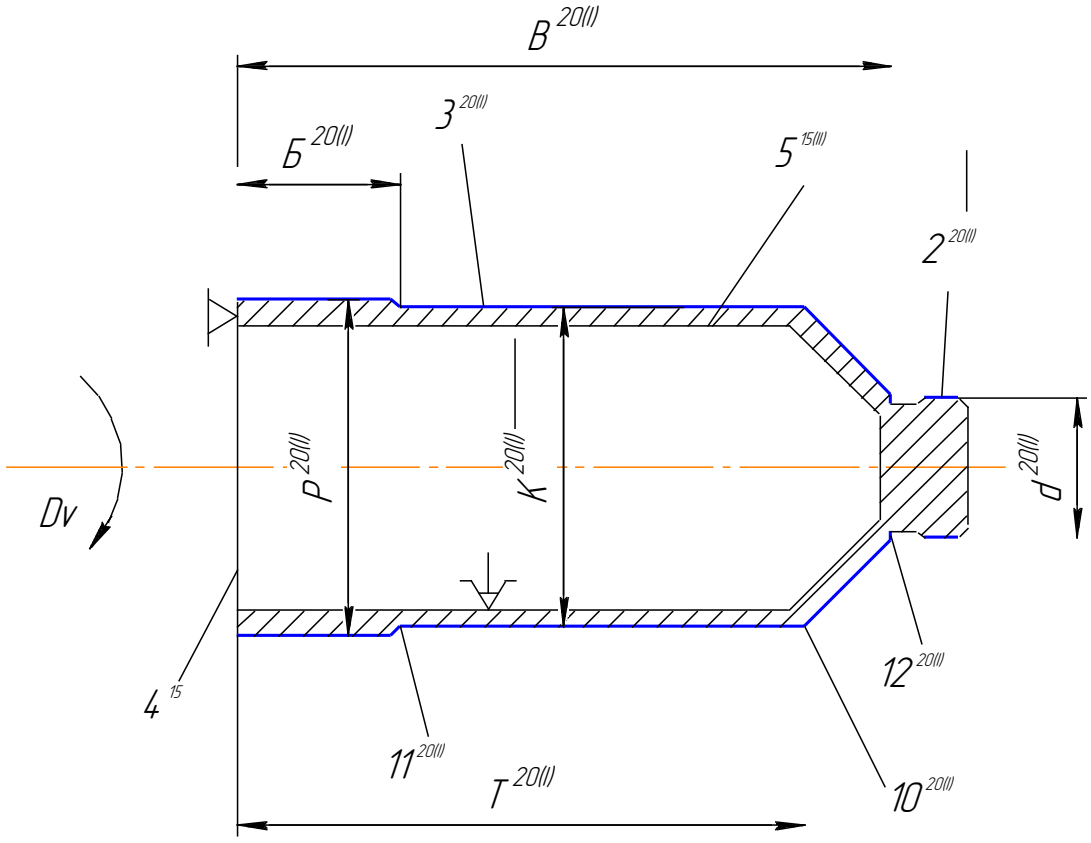


Рисунок 1.11

$T_{Б^0} = 0{,}25\ (IT\ 12)$ $T_{B^{20}} = 0{,}35\ (IT\ 12)$ $T_{P^0} = 0{,}3\ (IT\ 12)$

$T_{d^0} = 0{,}21\ (IT\ 12)$ $T_{K^0} = 0{,}3\ (IT\ 12)$ $T_{T^0} = 0{,}35\ (IT\ 12)$

Точностные параметры операции 020 переход 2

$2^{20(I)}; 5^{15(II)} \leq \frac{0{,}04}{2} = 0{,}02$ (7 ст) $5^{15(II)}; 3^{20(I)} \leq \frac{0{,}04}{2} = 0{,}02$ (7 ст)

$6^{20(I)}; 5^{15(II)} \leq \frac{0{,}04}{2} = 0{,}02$ (7 ст)

Переход 3.

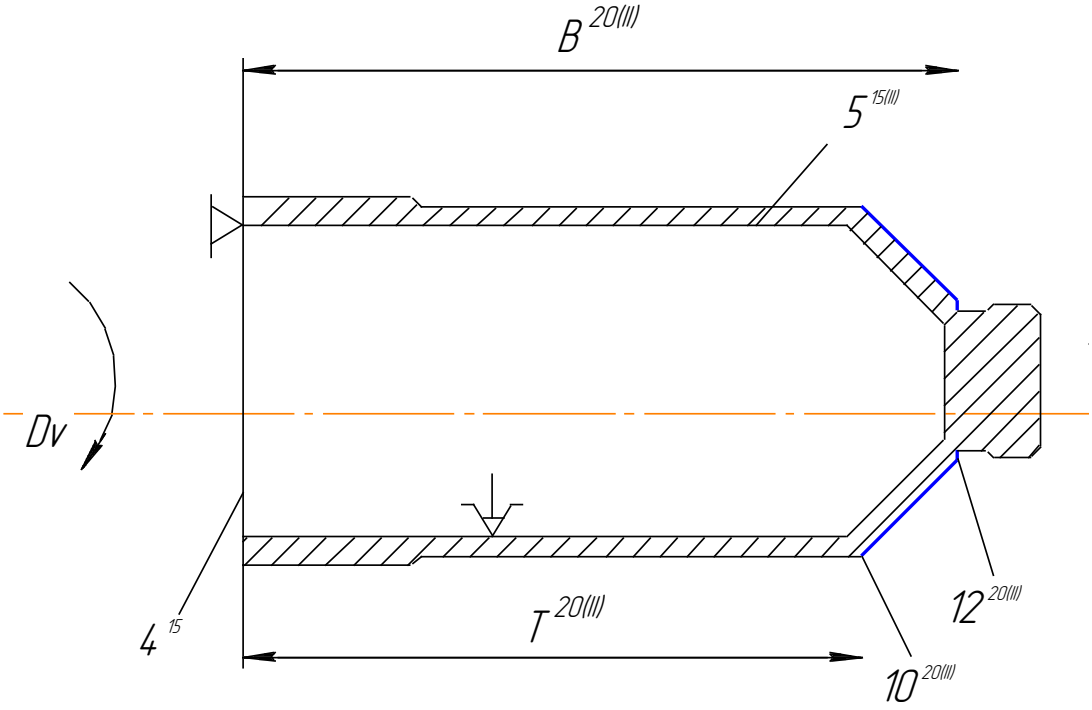


Рисунок 1.12

$T_{\text{B}^{20(II)}} = 0{,}089\ (IT\ 9)$ $T_{\text{T}^{20(II)}} = 0{,}089\ (IT\ 9)$

Переход 4.

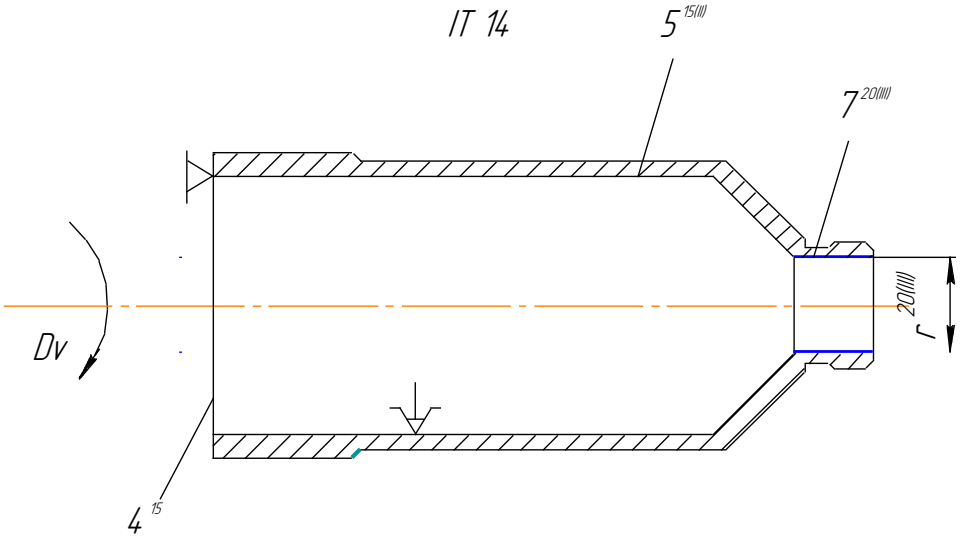


Рисунок 1.13

$T_{r^{20(III)}} = 0{,}18\ (IT\ 12)$

Точностные параметры операции 020 переход 4

$\text{◎}\ 7^{20(III)}; 5^{15(II)} \leq \frac{0.1}{2} = 0{,}05\ (9\ \text{ст})$

Переход 5.

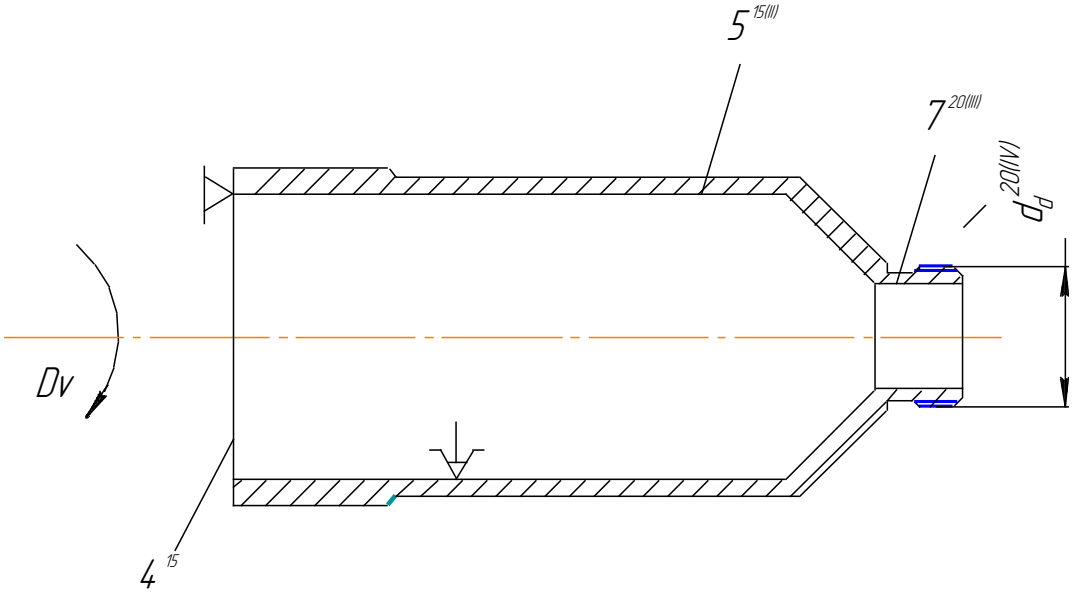


Рисунок 1.14

Точностные параметры операции 020 переход 5

$\bigcirc\!\!\!\!\bigcirc\ 2^{20(IV)}; 5^{15(II)} \leq \frac{0{,}1}{2} = 0{,}05$ (7 ст)

Операция 025 Многоцелевая.

Переход 1.

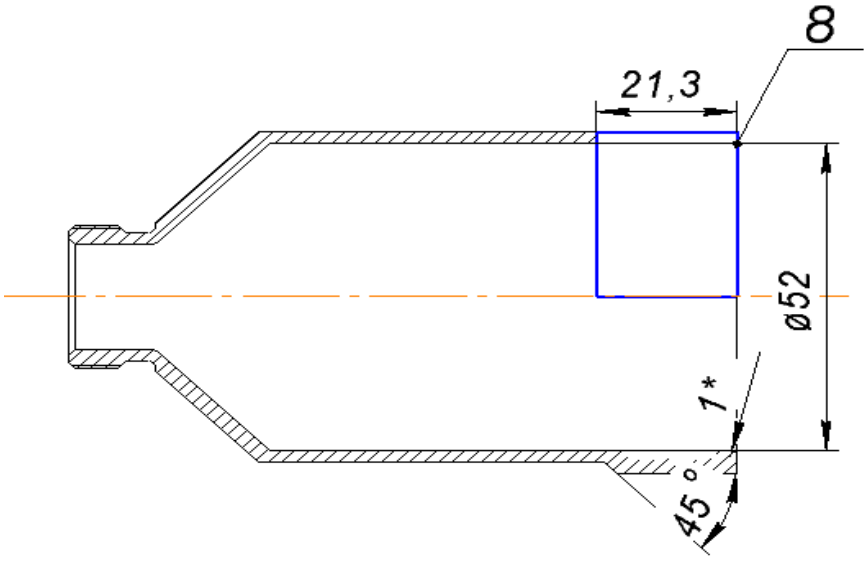


Рисунок 1.15

Точностные параметры операции 025 переход 1

$T_{D^{25}} = 0{,}3\ (IT\ 12)$ $\bigcirc\!\!\!\!\bigcirc\ 3^{20(I)}; 8^{25} \leq \frac{0.06}{2} = 0{,}03$ (8 ст)

Переход 2

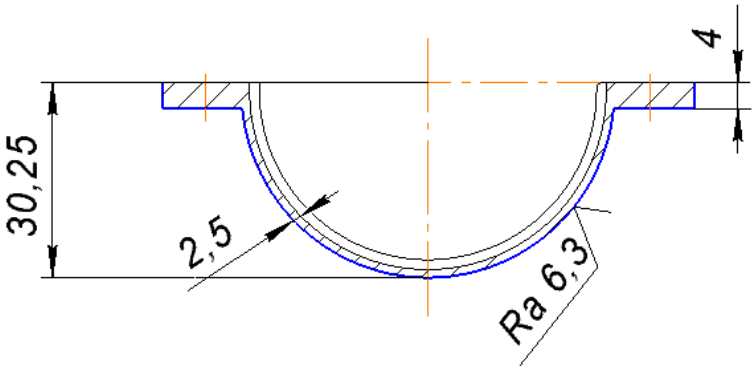


Рисунок 1.16

Переход 3.

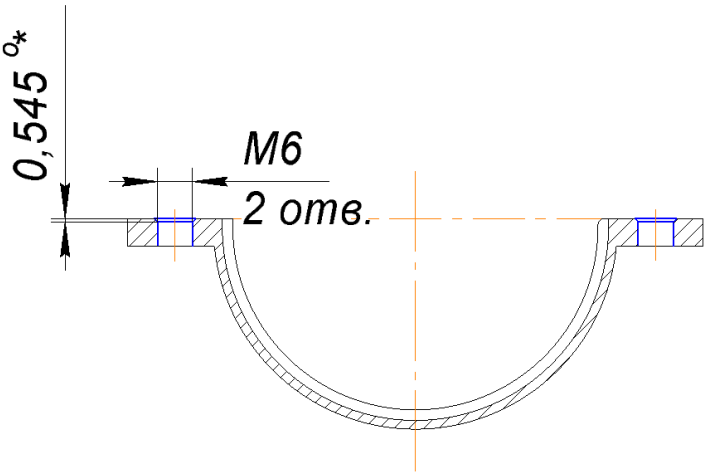


Рисунок 1.17

1.5 Размерный анализ технологического процесса

Расчетно-аналитический метод определения припусков на обработку базируется на анализе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса обработки поверхностей. Значение припуска определяется методом дифференцированного расчета по элементам, составляющим припуск.

Размерный анализ предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки данной детали (промежуточные припуски), расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхностей и размеры заготовки. Промежуточные размеры нужны для составления маршрутных карт обработки.

Анализ начинается с построения размерных схем линейных и диаметральных размеров (рисунок 3.1 и 3.2), в которых все необходимые для расчета размеры обозначаются буквами, а все обрабатываемые поверхности цифрами. В каждой операции и переходе для размеров, которые в них получаются, чертится размерная цепь.

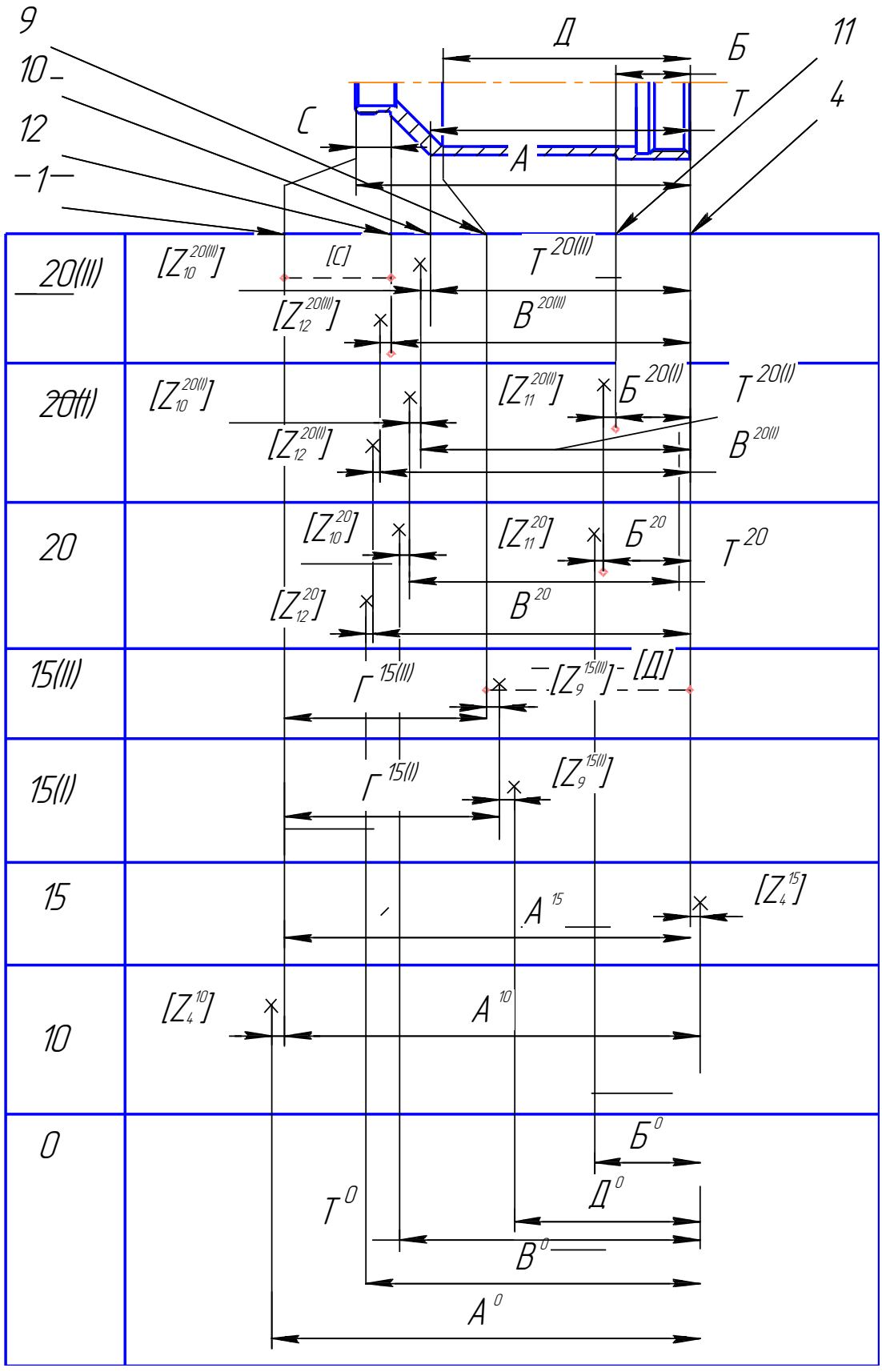
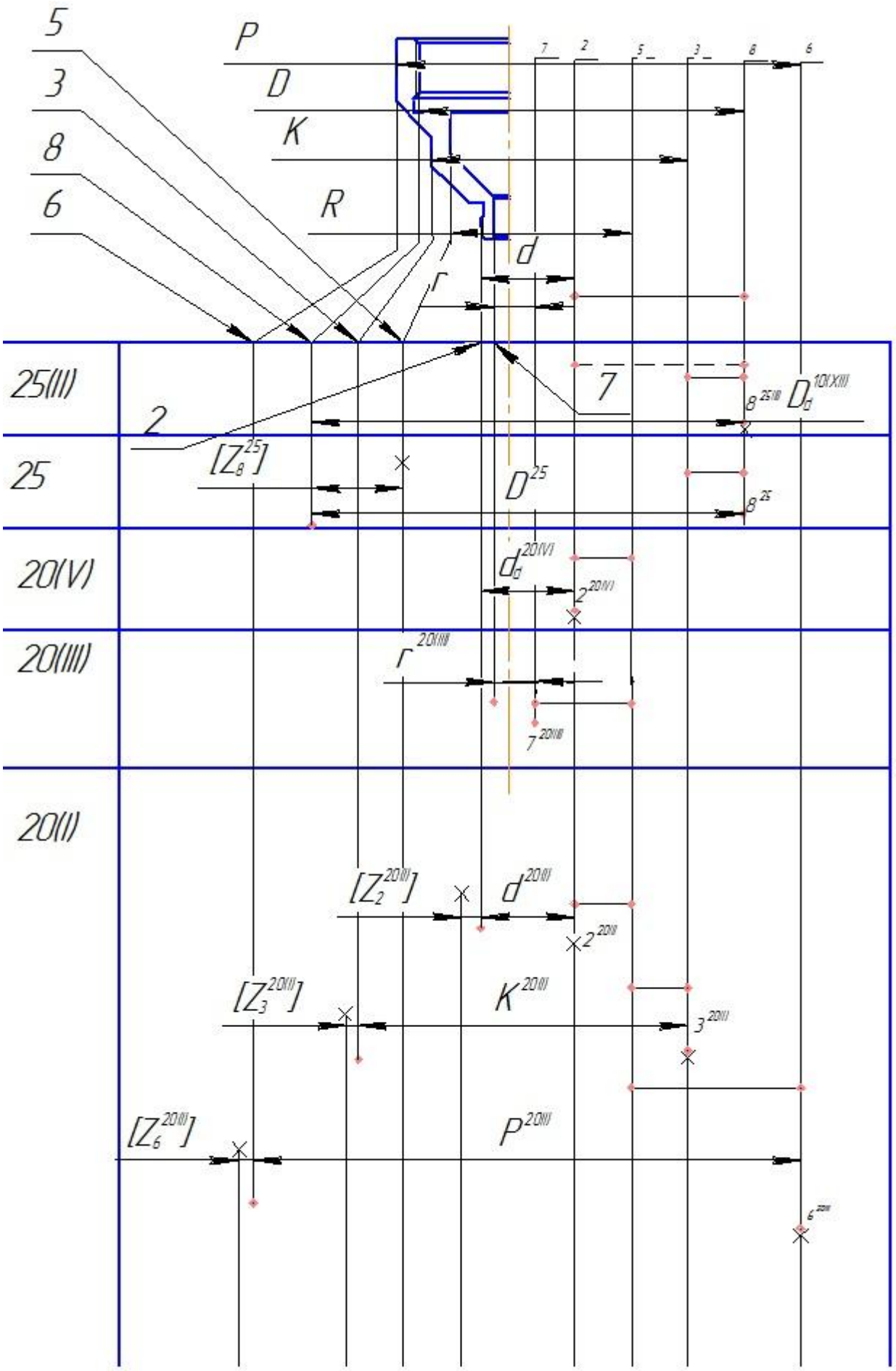


Рисунок 1.18 – Размерная схема линейных размеров



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2019.741.00.00 ПЗ	Лист 28

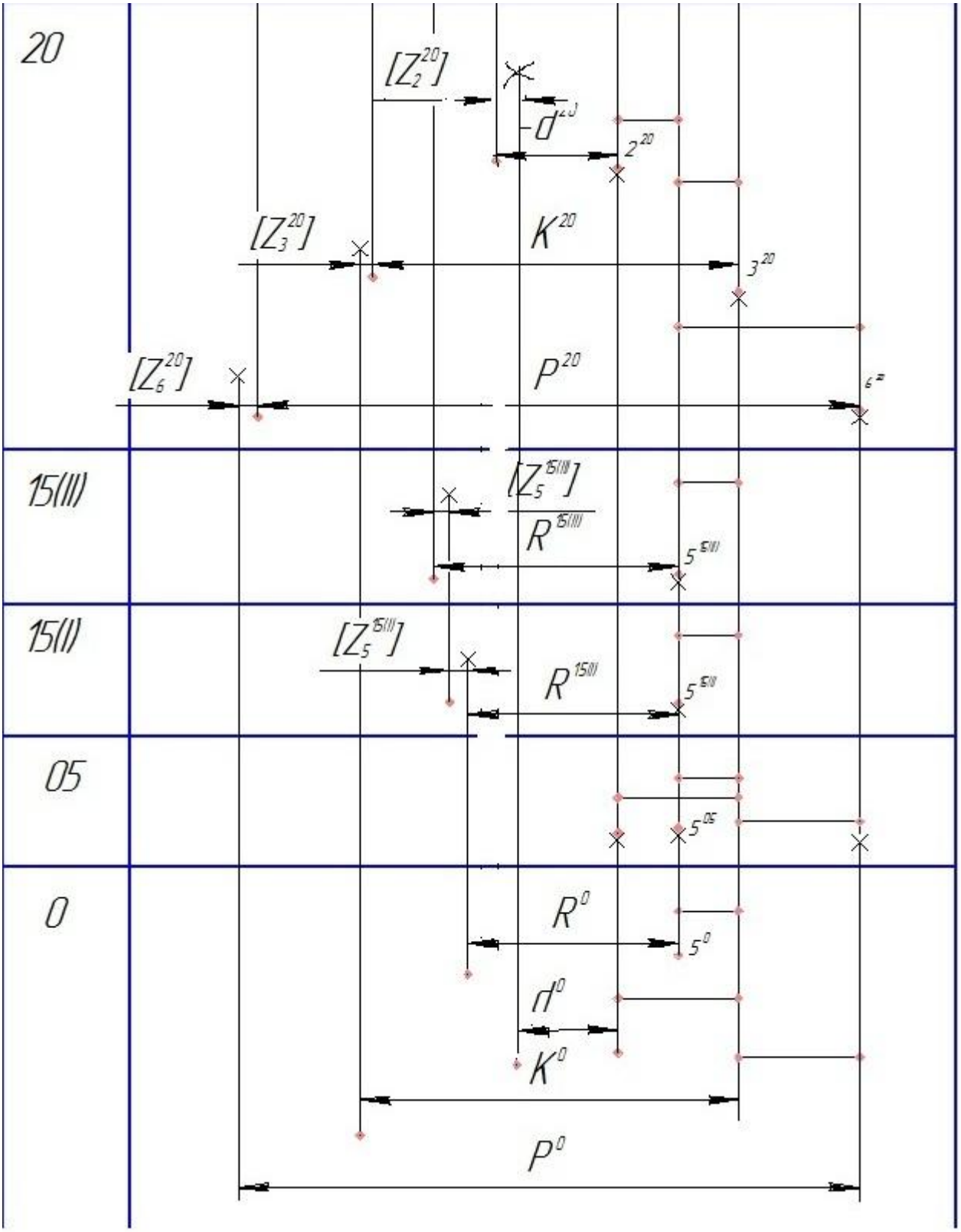


Рисунок 1.19 – Размерная схема диаметральных размеров

Те размеры, которые не выполняются в ходе размерного анализа, получаются автоматически и такие размеры называют замыкающими. Для таких размеров необходимо делать проверку.

Некоторые размеры, участвующие в размерном анализе могут отсутствовать на чертеже. Это может быть обусловлено несовпадением конструкторских и технологических баз. К таким размерам относится размер “В”, поэтому сделаем перерасчет, составив для него размерную цепь:

$$\text{В}^{20(II)} = A^{15} - [C]; \quad (1.3)$$

$\text{В}^{20(II)} = A^{15} - C = 100 - 13 = 87$ мм;

$T_{\text{В}^{20(II)}} = T_{A^{15}} + T_C = 0{,}5 + 0{,}6 = 1{,}1$ мм;

$\text{В}^{20(II)} = 87\ ^{+0{,}55}_{-0{,}55}$ мм.

Мы получили размер с допуском, который необходимо обеспечить механической обработкой.

Выполним проверку для замыкающего размера [С]:

$[C] = A^{15} - \text{В}^{20(II)} = 100 - 87 = 13$ мм;

$T_{[C]} \geq T_{A^{15}} + T_{\text{В}^{20(II)}}$;

Здесь $T_{\text{В}^{20(II)}}$ берется из маршрута обработки, чтобы было видно, обеспечивает механическая обработка допуск, полученный в ходе перерасчета или нет.

$T_{[C]} \geq 0{,}5 + 0{,}087 = 0{,}58$ мм;

$0{,}6$ мм $\geq 0{,}58$ мм.

Проверка выполнена.

Размер “Г” также отсутствует на чертеже из-за несовпадения конструкторских и технологических баз, поэтому сделаем перерасчет, составив для него размерную цепь:

$$\Г^{15(II)} = A^{15} - \text{Д}. \quad (1.4)$$

$\Г^{15(II)} = A^{15} - \text{Д} = 100 - 70 = 30$ мм;

$T_{\Г^{15(II)}} = T_{A^{15}} + T_{\text{Д}} = 0{,}5 + 0{,}74 = 1{,}24$ мм;

$\Г^{15(II)} = 30^{+0{,}62}_{-0{,}62}$ мм;

Мы получили размер с допуском, который необходимо обеспечить механической обработкой.

Выполним проверку для замыкающего размера [Д]:

$[Д] = A^{15} - Г^{15(II)} = 100 - 30 = 70$ мм;

$T_{[Д]} \geq T_{A^{15}} + T_{Г^{15(II)}}$;

Здесь $T_{Г^{15(II)}}$ берется из маршрута обработки, чтобы было видно, обеспечивает механическая обработка допуск, полученный в ходе перерасчета или нет.

$T_{[Д]} \geq 0{,}5 + 0{,}21 = 0{,}71$ мм;

$0{,}74$ мм $\geq 0{,}71$ мм.

Проверка выполнена.

Формулы для расчета линейных размеров

$[Z_{12}^{20(II)}] = В^{20(I)} - В^{20(II)}$

$[Z_{12}^{20(I)}] = В^{20} - В^{20(I)}$

$[Z_{11}^{20}] = -Б^{20} + A^{15} - A^{10} + Б^{0}$

$[Z_{11}^{20(I)}] = Б^{20} - Б^{20(I)}$

$[Z_{12}^{20}] = -В^{20} + A^{15} - A^{10} + В^{0}$

$[Z_{4}^{15}] = A^{10} - A^{15}$

$[Z_{4}^{10}] = A^{0} - A^{10}$

$[Z_{9}^{15(II)}] = Г^{15(I)} - Г^{15(II)}$

$[Z_{9}^{15(I)}] = -Г^{15(I)} + A^{10} - Д^{0}$

$[Z_{10}^{20(II)}] = Т^{20(I)} - Т^{20(II)}$

$[Z_{10}^{20(I)}] = Т^{20} - Т^{20(I)}$

$[Z_{10}^{20}] = Т^{0} - Т^{20}$

Минимальные припуски для линейной схемы

$[Z_{12}^{20(II)}]_{min} = 0{,}05$ мм

$[Z_{12}^{20(I)}]_{min} = 0{,}1$ мм

$[Z_{11}^{20}]_{min} = 0{,}49$ мм

$[Z_{11}^{20(I)}]_{min} = 0{,}1$ мм

$[Z_{9}^{15(II)}]_{min} = 0{,}1$ мм

$[Z_{9}^{15(I)}]_{min} = 0{,}49$ мм

$[Z_{12}^{10}]_{min} = 0{,}49$ мм

$[Z_{4}^{15}]_{min} = 0{,}49$ мм

$[Z_{4}^{10}]_{min} = 0{,}49$ мм

$[Z_{10}^{20(II)}]_{min} = 0{,}05$ мм

$[Z_{10}^{20(I)}]_{min} = 0{,}1$ мм

$[Z_{10}^{20}]_{min} = 0{,}49$ мм

[4, с.31, 34]

Расчет линейных размеров

$[Z_{12}^{20(II)}] = В^{20(I)} - В^{20(II)}$

$[Z_{12}^{20(II)}]_{min} = В^{20(I)}{}_{min} - В^{20(II)}{}_{max}$

$$B^{20(I)}{}_{min} = [Z_{12}^{20(II)}]_{min} + B^{20(II)}{}_{max}$$

$$B^{20(I)}{}_{min} = 0{,}05 + 87{,}55 = 87{,}6 \text{ мм}$$

$$B^{20(I)}{}_{max} = B^{20(I)}{}_{min} + T_{B^{20(I)}} = 86{,}45 + 0{,}35 = 86{,}8 \text{ мм}$$

$$B^{20(I)} = 86{,}625 \pm 0{,}175 \text{ мм}$$

$$[Z_{12}^{20(II)}]_{max} = [Z_{12}^{20(II)}]_{min} + T_{B^{20(I)}} + T_{B^{20(II)}} = 0{,}05 + 0{,}35 + 0{,}087 = 0{,}487 \text{ мм}$$

$$[Z_{12}^{20(II)}]_{max} = 0{,}487 \text{ мм}$$

$$[Z_{12}^{20(I)}] = B^{20} - B^{20(I)}$$

$$[Z_{12}^{20(I)}]_{min} = B^{20}{}_{min} - B^{20(I)}{}_{max}$$

$$B^{20}{}_{min} = [Z_{12}^{20(I)}]_{min} + B^{20(I)}{}_{max}$$

$$B^{20}{}_{min} = 0{,}1 + 86{,}8 = 86{,}9 \text{ мм}$$

$$B^{20}{}_{max} = B^{20}{}_{min} + T_{B^{20}} = 86{,}9 + 2{,}2 = 89{,}1 \text{ мм}$$

$$B^{20} = 88 \pm 1{,}1 \text{ мм}$$

$$[Z_{12}^{20(I)}]_{max} = [Z_{12}^{20(I)}]_{min} + T_{B^{20}} + T_{B^{20(I)}} = 0{,}1 + 2{,}2 + 0{,}35 = 2{,}65 \text{ мм}$$

$$[Z_{12}^{20(I)}]_{max} = 2{,}65 \text{ мм}$$

$$[Z_{9}^{15(II)}] = \Gamma^{15(I)} - \Gamma^{15(II)}$$

$$[Z_{9}^{15(II)}]_{min} = \Gamma^{15(I)}{}_{min} - \Gamma^{15(II)}{}_{max}$$

$$\Gamma^{15(I)}{}_{min} = \Gamma^{15(II)}{}_{max} + [Z_{9}^{15(II)}]_{min}$$

$$\Gamma^{15(I)}{}_{min} = 30{,}62 + 0{,}1 = 30{,}72 \text{ мм}$$

$$\Gamma^{15(I)}{}_{max} = \Gamma^{15(I)}{}_{min} + T_{\Gamma^{15(I)}} = 30{,}72 + 0{,}84 = 31{,}56 \text{ мм}$$

$$\Gamma^{15(I)} = 31{,}14^{+0{,}42}_{-0{,}42} \text{ мм}$$

$$[Z_{9}^{15(II)}]_{max} = [Z_{9}^{15(II)}]_{min} + T_{\Gamma^{15(II)}} + T_{\Gamma^{15(I)}} = 0{,}1 + 0{,}84 + 1{,}37 = 1{,}15 \text{ мм}$$

$$[Z_{9}^{15(II)}]_{max} = 2{,}31 \text{ мм}$$

$$[Z_{4}^{15}]_{min} = A^{10}{}_{min} - A^{15}{}_{max}$$

$A^{10}{}_{min} = [Z_4^{15}]_{min} + A^{15}{}_{max}$

$A^{10}{}_{min} = 100 + 0{,}49 = 100{,}49$ мм

$A^{10}{}_{max} = A^{10}{}_{min} + T_{A^{10}} = 100{,}49 + 0{,}4 = 100{,}89$ мм

$A^{10} = 100{,}69 \pm 0{,}2$ мм

$[Z_4^{15}]_{max} = [Z_4^{15}]_{min} + T_{A^{10}} + T_{A^{15}} = 0{,}49 + 0{,}4 + 0{,}4 = 1{,}29$

$[Z_4^{15}]_{max} = 1{,}29$ мм

$[Z_9^{15(I)}] = -\Gamma^{15(I)} + A^{10} - Д^0$

$[Z_9^{15(I)}]_{min} = -\Gamma^{15(I)}{}_{max} + A^{10}{}_{min} - Д^0{}_{max}$

$Д^0{}_{max} = -[Z_9^{15(I)}]_{min} - \Gamma^{15(I)}{}_{max} + A^{10}{}_{min}$

$Д^0{}_{max} = -0{,}49 - 31{,}56 + 100{,}49 = 68{,}44$ мм

$Д^0{}_{min} = Д^0{}_{max} - T_{Д^0} = 68{,}44 - 2 = 66{,}44$ мм

$Д^0 = 67{,}14^{+1.3}_{-0.7}$ мм

$[Z_9^{15(I)}]_{max} = [Z_9^{15(I)}]_{min} + T_{\Gamma^{15(I)}} + T_{A^{10}} + T_{Д^0} = 049 + 0{,}84 + 0{,}4$

$+2 = 3{,}73$ мм

$[Z_9^{15(I)}]_{max} = 3{,}73$ мм

$[Z_4^{10}] = A^0 - A^{10}$

$[Z_4^{10}]_{min} = A^0{}_{min} - A^{10}{}_{max}$

$A^0{}_{min} = [Z_4^{10}]_{min} + A^{10}{}_{max}$

$A^0{}_{min} = 100{,}89 + 0{,}49 = 101{,}38$ мм

$A^0{}_{max} = A^0{}_{min} + T_{A^0} = 101{,}38 + 2 = 103{,}38$ мм

$A^0 = 102{,}08^{+1{,}3}_{-0{,}7}$ мм

$[Z_4^{10}]_{max} = [Z_4^{10}]_{min} + T_{A^{10}} + T_{A^0} = 0{,}49 + 2{,}2 + 0{,}4 = 3{,}09$

$[Z_4^{10}]_{max} = 3{,}09$ мм

$[Z_{11}^{20(I)}] = Б^{20} - Б^{20(I)}$

$$[Z_{11}^{20(I)}]_{min} = Б^{20}{}_{min} - Б^{20(I)}{}_{max}$$

$$Б^{20}{}_{min} = [Z_{11}^{20(I)}]_{min} + Б^{20(I)}{}_{max}$$

$$Б^{20}{}_{min} = 0{,}1 + 28{,}5 = 28{,}6 \text{ мм}$$

$$Б^{20}{}_{max} = Б^{20(I)}{}_{min} + T_{Б^{20(I)}} = 20{,}7 + 0{,}25 = 20{,}95 \text{ мм}$$

$$Б^{20} = 20{,}825 \pm 0{,}125 \text{ мм}$$

$$[Z_{11}^{20(I)}]_{max} = [Z_{11}^{20(I)}]_{min} + T_{Б^{20}} + T_{Б^{20(I)}} = 0{,}1 + 1{,}3 + 0{,}25 = 1{,}65 \text{ мм}$$

$$[Z_{11}^{20(I)}]_{max} = 1{,}65 \text{ мм}$$

$$[Z_{11}^{20}]_{min} = -Б^{20}{}_{max} + A^{15}{}_{min} - A^{10}{}_{max} + Б^{0}{}_{min}$$

$$Б^{0}{}_{min} = [Z_{11}^{20}]_{min} + Б^{20}{}_{max} - A^{15}{}_{min} + A^{10}{}_{max}$$

$$Б^{0}{}_{min} = 0{,}49 + 20{,}95 - 95{,}5 + 100{,}89 = 26{,}83 \text{ мм}$$

$$Б^{0}{}_{max} = Б^{0}{}_{min} + T_{Б^{0}} = 26{,}83 + 1{,}6 = 28{,}43 \text{ мм}$$

$$Б^{0} = 27{,}33^{+1{,}1}_{-0{,}5} \text{ мм}$$

$$[Z_{11}^{20}]_{max} = [Z_{11}^{20}]_{min} + T_{Б^{20}} + T_{A^{15}} + T_{A^{10}} + T_{Б^{0}} = 0{,}49 + 1{,}3 +$$

$$+0{,}4 + 0{,}4 + 1{,}6 = 4{,}19 \text{ мм}$$

$$[Z_{11}^{20}]_{max} = 4{,}19 \text{ мм}$$

$$[Z_{12}^{20}] = -В^{20} + A^{15} - A^{10} + В^{0}$$

$$[Z_{12}^{20}]_{min} = -В^{20}{}_{max} + A^{15}{}_{min} - A^{10}{}_{max} + В^{0}{}_{min}$$

$$В^{0}{}_{min} = [Z_{12}^{20}]_{min} + В^{20}{}_{max} - A^{15}{}_{min} + A^{10}{}_{max}$$

$$В^{0}{}_{min} = 0{,}49 + 86{,}8 - 95{,}5 + 100{,}89 = 92{,}68 \text{ мм}$$

$$В^{0}{}_{max} = В^{0}{}_{min} + T_{В^{0}} = 92{,}68 + 2 = 94{,}68 \text{ мм}$$

$$В^{0} = 91{,}38^{+1{,}3}_{-0{,}7} \text{ мм}$$

$$[Z_{12}^{20}]_{max} = [Z_{12}^{20}]_{min} + T_{В^{20}} + T_{A^{15}} + T_{A^{10}} + T_{В^{0}} = 0{,}49 + 2{,}2 +$$

$$+0{,}4 + 0{,}4 + 2{,}2 = 5{,}69 \text{ мм}$$

$$[Z_{12}^{20(IV)}]_{max} = 5{,}69 \text{ мм}$$

$$[Z_{10}^{20(II)}] = Т^{20(I)} - Т^{20(II)}$$

$[Z_{10}^{20(II)}]_{min} = \mathrm{T}^{20(I)}{}_{min} - \mathrm{T}^{20(II)}{}_{max}$

$\mathrm{T}^{20(I)}{}_{min} = [Z_{10}^{20(II)}]_{min} + \mathrm{T}^{20(II)}{}_{max}$

$\mathrm{T}^{20(I)}{}_{min} = 0{,}05 + 71{,}1 = 71{,}15$ мм

$\mathrm{T}^{20(I)}{}_{max} = \mathrm{T}^{20(I)}{}_{min} + T_{\mathrm{T}^{20(I)}} = 71{,}15 + 0{,}35 = 71{,}5$ мм

$\mathrm{T}^{20(I)} = 71{,}325 \pm 0{,}175$ мм

$[Z_{10}^{20(II)}]_{max} = [Z_{10}^{20(II)}]_{min} + T_{\mathrm{T}^{20(I)}} + T_{\mathrm{T}^{20(II)}} = 0{,}05 + 0{,}35 + 0{,}087 = 0{,}487$ мм

$[Z_{10}^{20(II)}]_{max} = 0{,}487$ мм

$[Z_{10}^{20(I)}] = \mathrm{T}^{20} - \mathrm{T}^{20(I)}$

$[Z_{10}^{20(I)}]_{min} = \mathrm{T}^{20}{}_{min} - \mathrm{T}^{20(I)}{}_{max}$

$\mathrm{T}^{20}{}_{min} = [Z_{10}^{20(I)}]_{min} + \mathrm{T}^{20(I)}{}_{max}$

$\mathrm{T}^{20}{}_{min} = 0{,}1 + 71{,}5 = 71{,}6$ мм

$\mathrm{T}^{20}{}_{max} = \mathrm{T}^{20}{}_{min} + T_{\mathrm{T}^{20}} = 71{,}6 + 2{,}2 = 73{,}8$ мм

$\mathrm{T}^{20} = 72{,}7 \pm 1{,}1$ мм

$[Z_{10}^{20(I)}]_{max} = [Z_{10}^{20(I)}]_{min} + T_{\mathrm{T}^{20}} + T_{\mathrm{T}^{20(I)}} = 0{,}1 + 2{,}2 + 0{,}35 = 2{,}65$ мм

$[Z_{10}^{20(I)}]_{max} = 2{,}65$ мм

$[Z_{10}^{20}] = \mathrm{T}^{0} - \mathrm{T}^{20}$

$[Z_{10}^{20}]_{min} = \mathrm{T}^{0}{}_{min} - \mathrm{T}^{20}{}_{max}$

$\mathrm{T}^{0}{}_{min} = [Z_{10}^{20}]_{min} + \mathrm{T}^{20}{}_{max}$

$\mathrm{T}^{20}{}_{min} = 0{,}49 + 73{,}8 = 74{,}29$ мм

$\mathrm{T}^{0}{}_{max} = \mathrm{T}^{0}{}_{min} + T_{\mathrm{T}^{0}} = 74{,}29 + 2 = 76{,}29$ мм

$\mathrm{T}^{0} = 74{,}99^{+1.3}_{-0.7}$ мм

$[Z_{10}^{20}]_{max} = [Z_{10}^{20}]_{min} + T_{\mathrm{T}^{0}} + T_{\mathrm{T}^{20}} = 0{,}49 + 2{,}2 + 2{,}2 = 4{,}89$ мм

$[Z_{10}^{20}]_{max} = 4{,}89$ мм [1, с. 55, 62]

Расчет диаметральных размеров

Формулы для расчета диаметральных размеров

$$[Z_8^{25}] = -R^{15(II)} - \left(5^{15(II)}; 3^{20(I)}\right) - \left(3^{20(I)}; 8^{25}\right) + D^{25}$$

$$\left[Z_2^{20(I)}\right] = -d^{20(I)} - \left(2^{20}; 5^{15(II)}\right) - \left(2^{20(I)}; 5^{15(II)}\right) + d^{20}$$

$$\left[Z_3^{10(I)}\right] = K^{20} - (3^{20}; 5^{15(II)}) - (5^{15(II)}; 3^{20(I)}) - K^{10(I)}$$

$$\left[Z_6^{20(I)}\right] = P^{20} - (5^{15(II)}; 6^{20}) - (5^{15(II)}; 6^{20(I)}) - P^{20(I)}$$

$$[Z_2^{20}] = d^0 - (2^0; 3^0) - \left(3^0; 5^{15(II)}\right) - (2^{20}; 5^{15(II)}) - d^{20}$$

$$[Z_3^{20}] = K^0 - (3^0; 5^{15(II)}) - (5^{15(II)}; 3^{20}) - K^{20}$$

$$[Z_6^{20}] = P^0 - (3^0; 6^0) - (5^{15(II)}; 3^0) - (5^{15(II)}; 6^{20}) - P^{20}$$

$$\left[Z_5^{15(II)}\right] = -R^{15(I)} - \left(5^{15(I)}; 3^0\right) - \left(5^{15(II)}; 3^0\right) + R^{15(II)}$$

$$\left[Z_5^{15(I)}\right] = -R^0 - (5^0; 3^0) - \left(5^{15(I)}; 3^0\right) + R^{15(I)}$$

Минимальные припуски для диаметральной схемы

$[Z_8^{25}]_{min} = 0{,}09$ мм $\quad \left[Z_2^{20(I)}\right]_{min} = 0{,}1$ мм $\quad \left[Z_3^{20(I)}\right]_{min} = 0{,}1$ мм

$\left[Z_6^{20(I)}\right]_{min} = 0{,}1$ мм $\quad [Z_2^{20}]_{min} = 0{,}49$ мм $\quad [Z_3^{20}]_{min} = 0{,}49$ мм

$[Z_6^{20}]_{min} = 0{,}49$ мм $\quad \left[Z_5^{15(II)}\right]_{min} = 0{,}09$ мм $\quad \left[Z_5^{15(I)}\right]_{min} = 0{,}49$ мм

[4, с.31, 34]

Расчет диаметральных размеров

Расчет проводится для размеров в радиальном выражении (промежуточные номинальные размеры, допуски и несоосности поделены пополам) так как для расчетов режимов резания нам необходим минимальный припуск на сторону.

Расчет проводится для размеров в радиальном выражении (промежуточные номинальные размеры, допуски и несоосности поделены пополам) так как для расчетов режимов резания нам необходим минимальный припуск на сторону.

$$[Z_8^{25}] = -R^{15(II)} - \left(5^{15(II)}; 3^{20(I)}\right) - \left(3^{20(I)}; 8^{25}\right) + D^{25}$$

$$[Z_8^{25}]_{min} = -R^{15(II)}{}_{max} - \left(5^{105(II)}; 3^{20(I)}\right) - \left(3^{20(V)}; 8^{25}\right) + D^{25}{}_{min}$$

$$R^{15(II)}{}_{max} = -[Z_8^{25}]_{min} - \left(5^{105(II)}; 3^{20(I)}\right) - \left(3^{20(V)}; 8^{25}\right) + D^{25}{}_{min}$$

$R^{15(II)}{}_{max} = -0{,}09 - 0{,}02 - 0{,}03 + 26 = 25{,}86$ мм

$R^{15(II)}{}_{min} = R^{15(II)}{}_{max} - T_{R^{15(II)}} = 25{,}86 - 0{,}15 = 25{,}71$ мм

$R^{15(II)} = 51{,}12^{+0{,}3}$ мм

$[Z_8^{25}]_{max} = [Z_8^{25}]_{min} + T_{R^{15(II)}} + \left(5^{15(II)}; 3^{20(I)}\right) +$

$+\left(3^{20(I)}; 8^{25}\right) + T_{D^{25}} = 0{,}09 + 0{,}15 + 0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}15 = 0{,}44$ мм

$[Z_8^{25}]_{max} = 0{,}44$ мм

$\left[Z_2^{20(I)}\right] = -d^{20(I)} - \left(2^{20}; 5^{15(II)}\right) - \left(2^{20(I)}; 5^{15(II)}\right) + d^{20}$

$\left[Z_2^{20(I)}\right]_{min} = -d^{20(I)}{}_{max} - \left(2^{20}; 5^{15(II)}\right) - \left(2^{20(I)}; 5^{15(II)}\right) + d^{20}{}_{min}$

$d^{20}{}_{min} = \left[Z_2^{20(I)}\right]_{min} + d^{20(I)}{}_{max} + \left(2^{20}; 5^{15(II)}\right) + \left(2^{20(I)}; 5^{15(II)}\right)$

$d^{20}{}_{min} = 0{,}1 + 12{,}25 + 0{,}05 + 0{,}02 = 12{,}42$ мм

$d^{20}{}_{max} = 2d^{20}{}_{min} + T_{d^{20}} = 24{,}84 + 0{,}42 = 25{,}26$мм

$2d^{20} = 25{,}26_{-0{,}42}$ мм

$\left[Z_2^{20(I)}\right]_{max} = \left[Z_2^{20(I)}\right]_{min} + T_{d^{20(I)}} + \left(2^{20}; 5^{15(II)}\right) +$

$\left(2^{20(I)}; 5^{15(II)}\right) + T_{d^{20}} = 0{,}1 + 0{,}105 + 0{,}05 + 0{,}02 + 0{,}42 = 0{,}695$ мм

$\left[Z_2^{20(I)}\right]_{max} = 0{,}695$ мм

$\left[Z_3^{10(I)}\right] = K^{20} - (3^{20}; 5^{15(II)}) - (5^{15(II)}; 3^{20(I)}) - K^{10(I)}$

$\left[Z_3^{10(V)}\right]_{min} = K^{20}{}_{min} - (3^{20}; 5^{15(II)}) - (5^{15(II)}; 3^{20(I)}) - K^{20(I)}{}_{max}$

$K^{20}{}_{min} = \left[Z_3^{10(V)}\right]_{min} + \left(3^{20}; 5^{15(II)}\right) + (5^{15(II)}; 3^{20(I)}) + K^{20(I)}{}_{max}$

$K^{20}{}_{min} = 0{,}1 + 0{,}02 + 0{,}05 + 28 = 28{,}17$ мм

$K^{20}{}_{max} = K^{20}{}_{min} + T_{K^{20}} = 28{,}17 + 0{,}6 = 28{,}77$ мм

$2K^{20} = 57{,}54_{-1{,}2}$ мм

$\left[Z_3^{10(I)}\right]_{max} = \left[Z_3^{10(I)}\right]_{min} + T_{K^{20}} + \left(3^{20}; 5^{15(II)}\right) + (5^{15(II)}; 3^{20(I)}) +$

$+T_{K^{20(I)}} = 0{,}1 + 0{,}6 + 0{,}02 + 0{,}05 + 0{,}15 = 0{,}92$ мм

$$\left[Z_3^{20(I)}\right]_{max} = 0{,}92 \text{ мм}$$

$$\left[Z_6^{20(I)}\right] = P^{20} - (5^{15(II)}; 6^{20}) - (5^{15(II)}; 6^{20(I)}) - P^{20(I)}$$

$$\left[Z_6^{20(I)}\right]_{min} = P^{20}{}_{min} - (5^{15(II)}; 6^{20}) - (5^{15(II)}; 6^{20(I)}) - P^{20(I)}{}_{max}$$

$$P^{20}{}_{min} = \left[Z_6^{20(I)}\right]_{min} + (5^{15(II)}; 6^{20}) + (5^{15(II)}; 6^{20(I)}) + P^{20(I)}{}_{max}$$

$$P^{20}{}_{min} = 0{,}1 + 0{,}02 + 0{,}05 + 30{,}5 = 30{,}67 \text{ мм}$$

$$P^{20}{}_{max} = P^{20}{}_{min} + T_{P^{20}} = 30{,}67 + 0{,}6 = 31{,}27 \text{ мм}$$

$$2P^{20} = 62{,}54_{-1{,}2} \text{ мм}$$

$$\left[Z_6^{20(I)}\right]_{max} = \left[Z_6^{20(I)}\right]_{min} + T_{P^{20}} + (5^{15(II)}; 6^{20}) + (5^{15(II)}; 6^{20(I)}) +$$

$$+T_{P^{20(I)}} = 0{,}1 + 0{,}6 + 0{,}02 + 0{,}05 + 0{,}15 = 0{,}92 \text{ мм}$$

$$\left[Z_6^{20(I)}\right]_{max} = 0{,}92 \text{ мм}$$

$$[Z_2^{20}] = d^0 - (2^0; 3^0) - \left(3^0; 5^{15(II)}\right) - (2^{20}; 5^{15(II)}) - d^{20}$$

$$[Z_2^{20}]_{min} = d^0{}_{min} - (2^0; 3^0) - \left(3^0; 5^{15(II)}\right) - (2^{20}; 5^{15(II)}) - d^{20}{}_{max}$$

$$d^0{}_{min} = [Z_2^{20}]_{min} + (2^0; 3^0) + \left(3^0; 5^{15(II)}\right) + (2^{20}; 5^{15(II)}) + d^{20}{}_{max}$$

$$d^0{}_{min} = 0{,}49 + 0{,}8 + 0{,}03 + 0{,}05 + 12{,}63 = 14 \text{ мм}$$

$$d^0{}_{max} = d^0{}_{min} + T_{d^0} = 14 + 0{,}8 = 14{,}8 \text{ мм}$$

$$2d^0 = 28{,}5^{+1{,}1}_{-0{,}5} \text{ мм}$$

$$[Z_2^{20}]_{max} = [Z_2^{20}]_{min} + T_{d^0} + (2^0; 3^0) + \left(3^0; 5^{15(II)}\right) + (2^{20}; 5^{15(II)}) +$$

$$+T_{d^{20}} = 0{,}49 + 0{,}8 + 0{,}03 + 0{,}05 + 0{,}42 = 1{,}79 \text{ мм}$$

$$[Z_2^{20}]_{max} = 1{,}79 \text{ мм}$$

$$[Z_3^{20}] = K^0 - (3^0; 5^{15(II)}) - (5^{15(II)}; 3^{20}) - K^{20}$$

$$[Z_3^{20}]_{min} = K^0{}_{min} - (3^0; 5^{15(II)}) - (5^{15(II)}; 3^{20}) - K^{20}{}_{max}$$

$$K^0{}_{min} = [Z_3^{20}]_{min} + (3^0; 5^{15(II)}) + (5^{15(II)}; 3^{20}) + K^{20}{}_{max}$$

$$K^0{}_{min} = 0{,}49 + 0{,}03 + 0{,}05 + 28{,}77 = 29{,}34 \text{ мм}$$

$K^0{}_{max} = K^0{}_{min} + T_{K^0} = 29{,}34 + 1 = 30{,}34$ мм

$2K^0 = 59{,}38^{+1,3}_{-0,7}$ мм

$[Z_3^{20}]_{max} = [Z_3^{20}]_{min} + T_{K^0} + (3^0; 5^{15(II)}) + (5^{15(II)}; 3^{20}) + T_{K^{20}} =$

$= 0{,}49 + 1 + 0{,}03 + 0{,}05 + 0{,}6 = 1{,}17$ мм

$[Z_3^{20}]_{max} = 2{,}17$ мм

$[Z_6^{20}] = P^0 - (3^0; 6^0) - (5^{15(II)}; 3^0) - (5^{15(II)}; 6^{20}) - P^{20}$

$[Z_6^{20}]_{min} = P^0{}_{min} - (3^0; 6^0) - (5^{15(II)}; 3^0) - (5^{15(II)}; 6^{20}) - P^{20}{}_{max}$

$P^0{}_{min} = [Z_6^{20}]_{min} + (3^0; 6^0) + (5^{15(II)}; 3^0) + (5^{15(II)}; 6^{20}) + P^{20}{}_{max}$

$P^0{}_{min} = 0{,}49 + 0{,}8 + 0{,}03 + 0{,}05 + 29{,}77 = 31{,}14$ мм

$P^0{}_{max} = P^0{}_{min} + T_{P^0} = 31{,}14 + 1 = 32{,}14$ мм

$P^0 = 62{,}98^{+1,3}_{-0,7}$ мм

$[Z_6^{20}]_{max} = [Z_6^{20}]_{min} + T_{P^0} + (3^0; 6^0) + (5^{15(II)}; 3^0) + (5^{15(II)}; 6^{20}) +$

$+T_{P^{20}} = 0{,}49 + 1 + 0{,}8 + 0{,}03 + 0{,}05 + 0{,}6 = 2{,}97$ мм

$[Z_6^{20}]_{max} = 2{,}97$ мм

$\left[Z_5^{15(II)}\right] = -R^{15(I)} - \left(5^{15(I)}; 3^0\right) - \left(5^{15(II)}; 3^0\right) + R^{15(II)}$

$\left[Z_5^{15(II)}\right]_{min} = -R^{15(I)}{}_{max} - \left(5^{15(I)}; 3^0\right) - \left(5^{15(II)}; 3^0\right) + R^{15(II)}{}_{min}$

$R^{15(I)}{}_{max} = -\left[Z_5^{15(II)}\right]_{min} - \left(5^{15(I)}; 3^0\right) - \left(5^{15(II)}; 3^0\right) + R^{15(II)}{}_{min}$

$R^{15(I)}{}_{max} = -0{,}49 - 0{,}03 - 0{,}08 + 25{,}71 = 25{,}11$ мм

$R^{15(I)}{}_{min} = R^{15(I)}{}_{max} - T_{R^{15(I)}} = 25{,}11 - 0{,}5 = 24{,}61$ мм

$2R^{15(I)} = 49{,}22^{+1}$ мм

$\left[Z_5^{15(II)}\right]_{max} = \left[Z_5^{15(II)}\right]_{min} + T_{R^{15(I)}} + \left(5^{15(I)}; 3^0\right) + \left(5^{15(II)}; 3^0\right) + T_{R^{15(II)}} =$

$= 0{,}49 + 0{,}5 + 0{,}03 + 0{,}08 + 0{,}15 = 1{,}25$ мм

$\left[Z_5^{15(II)}\right]_{max} = 1{,}25$ мм

$$\left[Z_5^{15(I)}\right] = -R^0 - (5^0; 3^0) - \left(5^{15(I)}; 3^0\right) + R^{15(I)}$$

$$\left[Z_5^{15(I)}\right]_{min} = -R^0{}_{max} - (5^0; 3^0) - \left(5^{15(I)}; 3^0\right) + R^{15(I)}{}_{min}$$

$$R^0{}_{max} = -\left[Z_5^{15(I)}\right]_{min} - (5^0; 3^0) - \left(5^{15(I)}; 3^0\right) + R^{15(I)}{}_{min}$$

$$R^0{}_{max} = -0{,}49 - 0{,}8 - 0{,}08 + 25{,}11 = 23{,}74 \text{ мм}$$

$$R^0{}_{min} = R^0{}_{max} - T_{R^0} = 23{,}74 - 0{,}8 = 22{,}94 \text{ мм}$$

$$2R^0 = 46{,}38^{+1{,}1}_{-0{,}5} \text{ мм}$$

$$\left[Z_5^{15(I)}\right]_{max} = \left[Z_5^{15(I)}\right]_{min} + T_{R^0} + (5^0; 3^0) + \left(5^{15(I)}; 3^0\right) + T_{R^{15(I)}} =$$

$$= 0{,}49 + 0{,}8 + 0{,}8 + 0{,}08 + 0{,}5 = 2{,}67 \text{ мм}$$

$$\left[Z_5^{15(I)}\right]_{max} = 2{,}67 \text{ мм [1, с. 55, 62, 65, 66]}$$

1.6 Выбор режущего инструмента

Режущий инструмент будем выбирать из каталога SANDVIK Coromant на официальном сайте. [19]

1.6.1 Выбор режущего инструмента для 10 операции

Выбираем пластинку марки SANDVIK Coromant CoroTurn 107 для точения с кодом CCMT 12 04 08-KR H13A и державку для неё с кодом SCLCR 16 4D.[19]

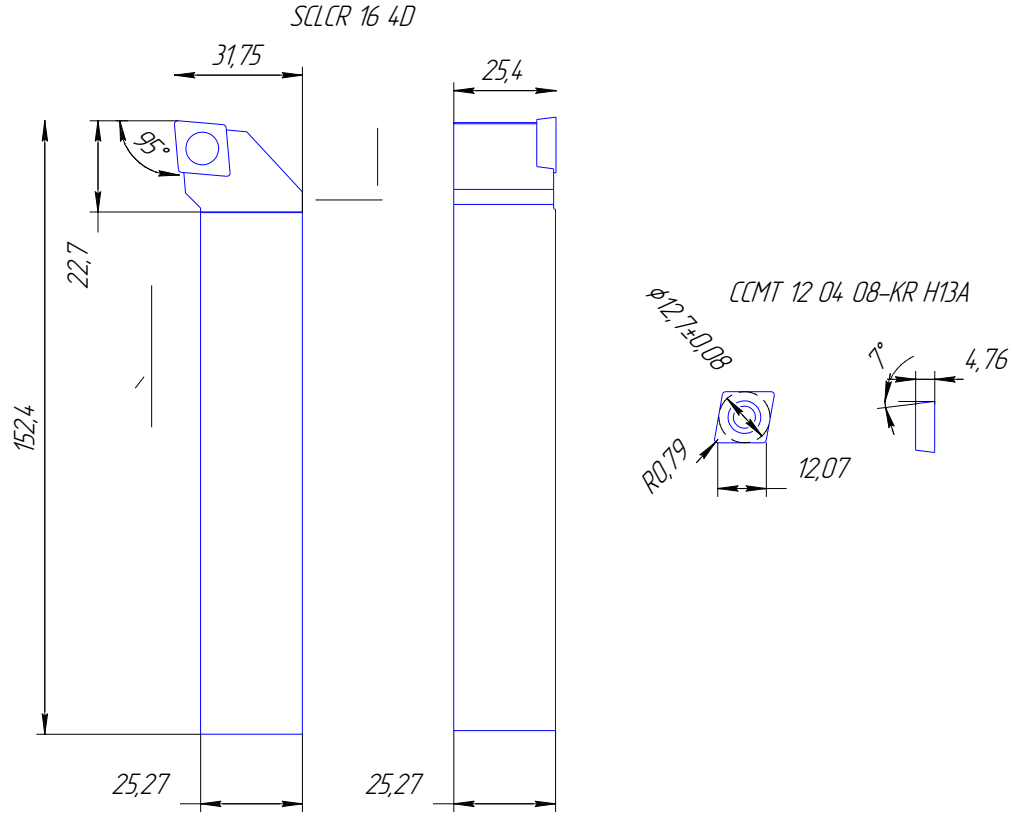


Рисунок 1.20 – Державка и пластина для 10 операции

Расшифровка кода державки:

S – Система крепления, закрепление пластины винтом;

C – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 80°;

L – Тип державки, угол в плане 95°;

C – Задний угол 7°;

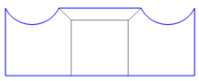
R – Исполнение правое.

Расшифровка кода пластины:

C – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 80°;

C – Задний угол 7°;

M – Класс точности M; диаметр вписанной окружности $12{,}7 \pm 0{,}08$ мм;

T – Тип пластины 

12 – Длина режущей кромки пластины 12 мм;

04 – Толщина пластины 4 мм;

08 – Радиус при вершине 0,8 мм;

K– Режущая кромка с двойной отрицательной фаской;

R – Исполнение правое;

H13A – Материал пластинки.

1.6.2 Выбор режущего инструмента для 15 операции

Смотри пункт 1.6.1.

1.6.3 Выбор режущего инструмента для 15(I) операции

Выбираем пластинку марки SANDVIK Coromant CoroTurn 107 для точения с кодом CCMT 12 04 08-KR H13A и державку для неё с кодом A16T-SCLCR 4.[19]

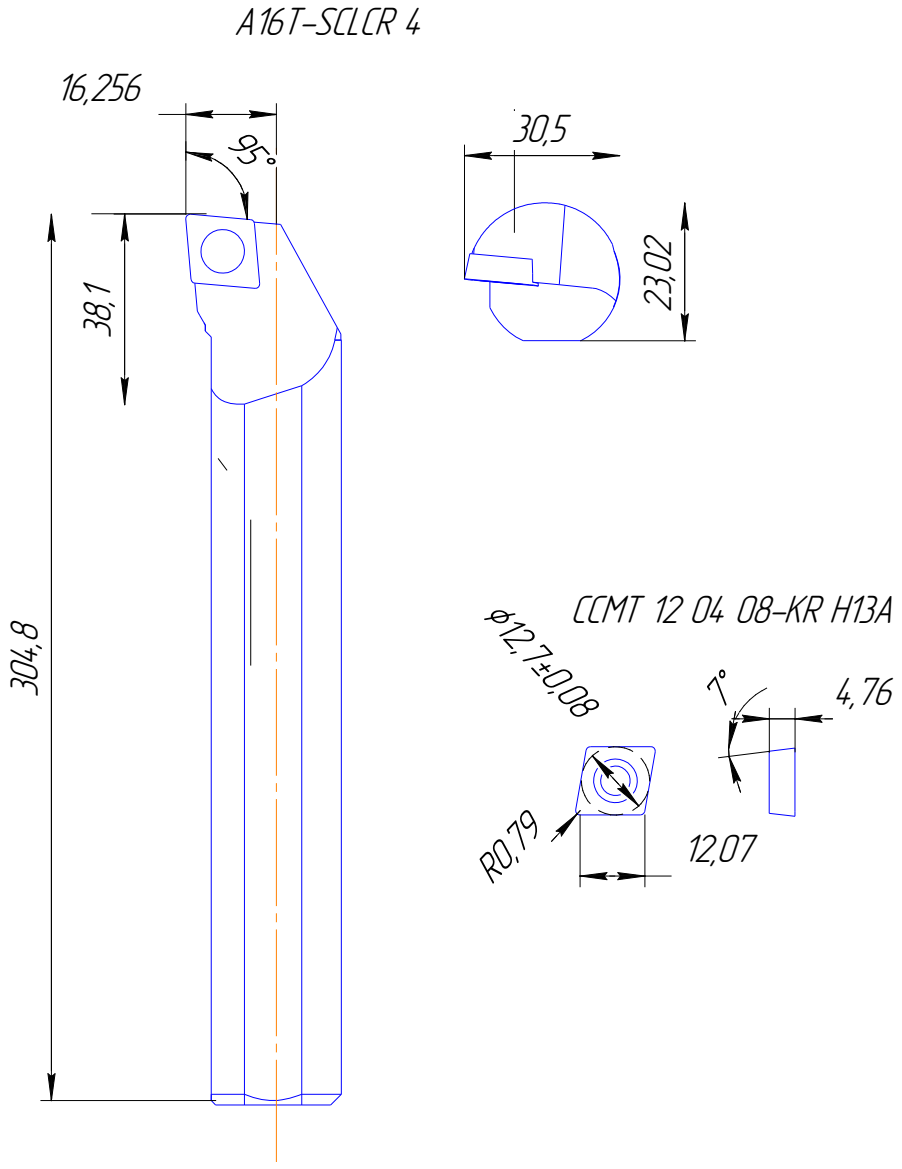


Рисунок 1.21 – Державка и пластина для 15(I) операции

Расшифровка кода державки:

A – Стальная оправка с внутренним подводом СОЖ;

16 – Диаметр оправки 16 мм;

T – Длина инструмента 300 мм;

S – Система крепления, закрепление пластины винтом;

C – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 80 °;

L – Тип державки, угол в плане 95 °;

C – Задний угол 7 °;

R – Исполнение правое;

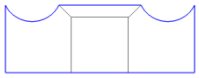
4 – размер режуще кромки.

Расшифровка кода пластины:

C – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 80 °;

C – Задний угол 7 °;

M – Класс точности M; диаметр вписанной окружности 12,7 ± 0,08 мм;

T – Тип пластины 

12 – Длина режущей кромки пластины 12 мм;

04 – Толщина пластины 4 мм;

08 – Радиус при вершине 0,8 мм;

K– Режущая кромка с двойной отрицательной фаской;

R – Исполнение правое;

H13A – Материал пластинки.

1.6.3 Выбор режущего инструмента для 15(II) операции

Смотри пункт 1.6.4.

1.6.4 Выбор режущего инструмента для 20 операции

Выбираем пластинку марки SANDVIK Coromant CoroTurn 107 для точения с кодом VBMT 16 04 08-KR H13A и державку для неё с кодом QS-SVJBR 16 3C. [19]

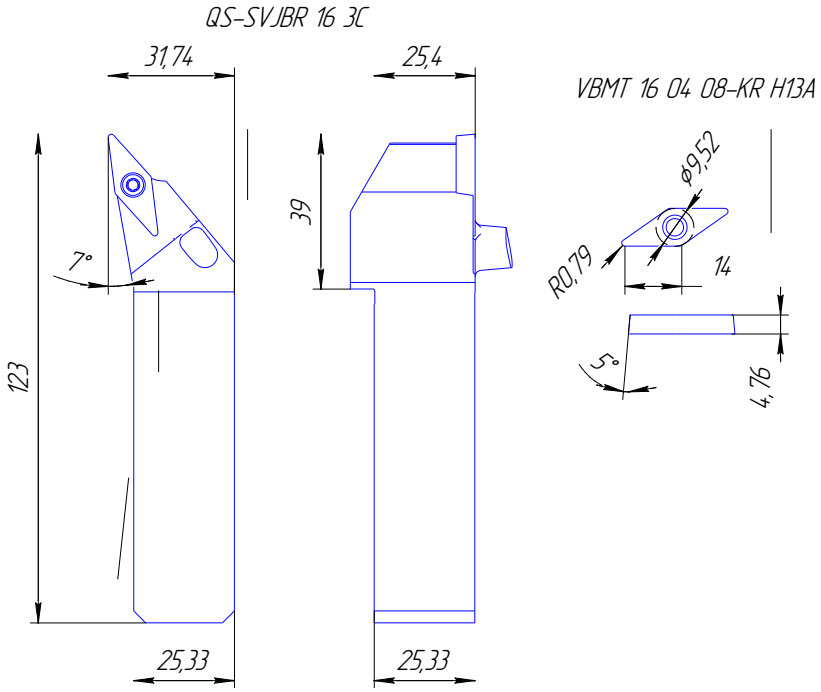


Рисунок 1.22 – Державка и пластина для 20 операции

Расшифровка кода державки:

QS – Тип соединения

S – Система крепления, закрепление пластины винтом;

V – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 35 °;

J– Тип державки, угол в плане 93 °;

B – Задний угол 5 °;

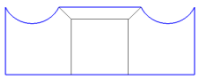
R – Исполнение правое.

Расшифровка кода пластины:

V – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 35 °;

B – Задний угол 5 °;

M – Класс точности M; диаметр вписанной окружности 12,7 ± 0,08 мм;

T – Тип пластины 

16 – Длина режущей кромки пластины 16 мм;

04 – Толщина пластины 4 мм;

08 – Радиус при вершине 0,8 мм;

K– Режущая кромка с двойной отрицательной фаской;

R – Исполнение правое;

H13A – Материал пластинки.

1.6.5 Выбор режущего инструмента для 20(I) операции

Выбираем пластинку марки SANDVIK Coromant CoroTurn 107 для точения с кодом VBMT 16 04 12-UM 1125 и державку для неё с кодом QS-SVJBR 16 3C.[19]

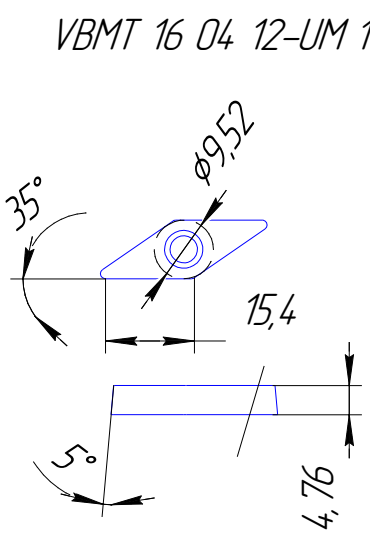


Рисунок 1.23 – Пластина VBMT 16 04 12-UM 11259

Расшифровка кода державки:

C4 – Размер соединения, мм (размер 63 мм)

S – Система крепления, закрепление пластины винтом;

V – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 35°;

M – Тип державки, угол в плане 50°;

B – Задний угол 5°;

L – Исполнение левое;

33 – Размер 27 мм;

120 – Размер 120 мм;

16 – Длина режущей кромки пластины 16 мм;

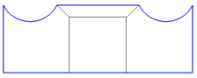
A – Информация изготовителя.

Расшифровка кода пластины:

V – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 35°;

B – Задний угол 5 °;

M – Класс точности M; диаметр вписанной окружности $12{,}7 \pm 0{,}08$ мм;



Т – Тип пластины

16 – Длина режущей кромки пластины 16 мм;

04 – Толщина пластины 4 мм;

12 – Радиус при вершине 1,2 мм;

1125 – Материал пластинки.

1.6.6 Выбор режущего инструмента для 20(IV) операции

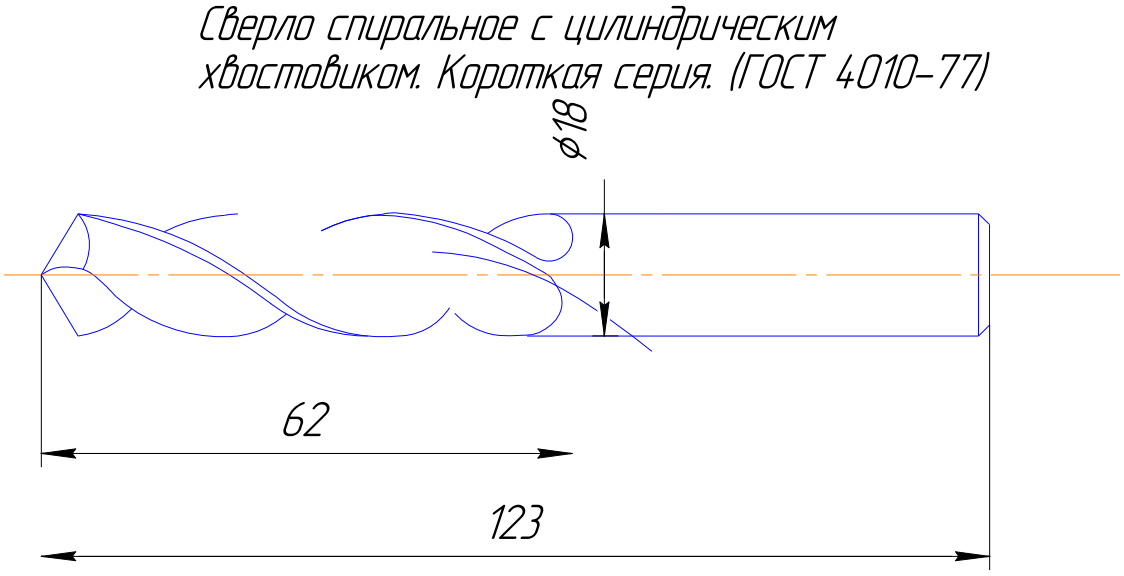


Рисунок 1.24 – Сверло для 20(IV) операции

1.6.7 Выбор режущего инструмента для 20(V) операции

Выбираем пластинку марки SANDVIK COROMANT CoroCut XS для резьбонарезания с кодом MATR 3-MM01F-150-A 1105 и державку для неё с кодом QS-SMALR2525X3HP.[19]

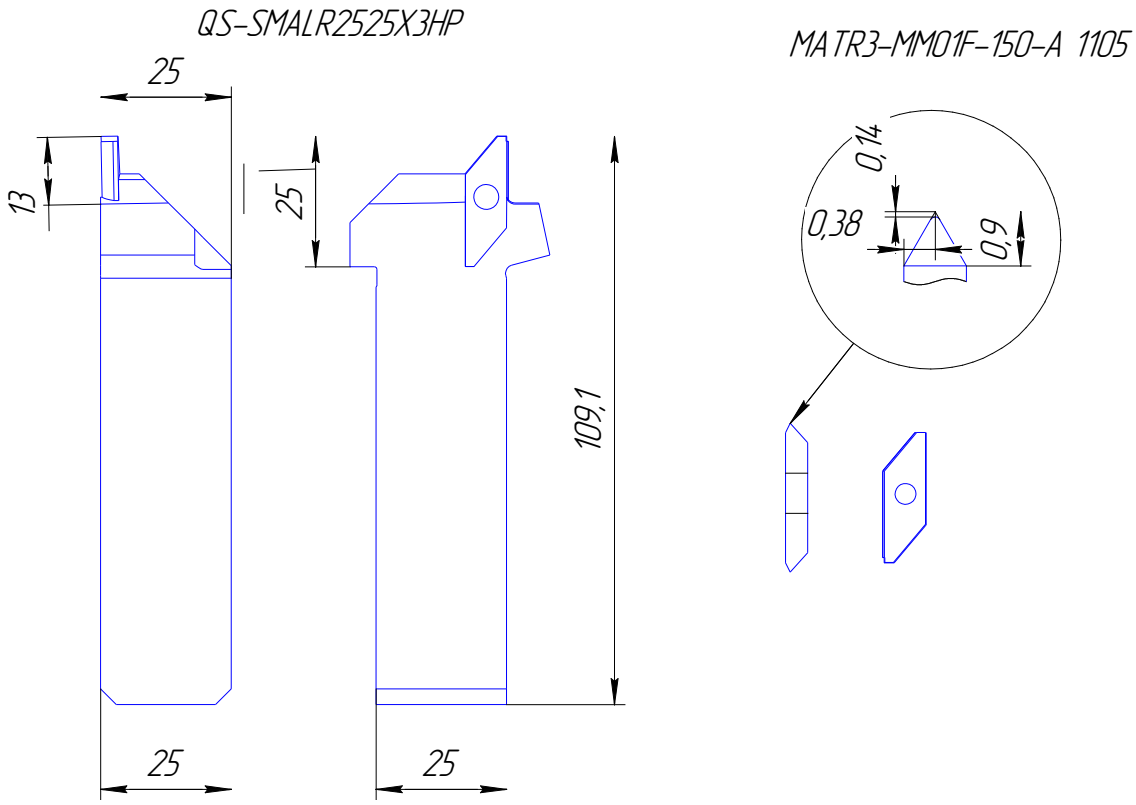


Рисунок 1.25 – Резьбовой резец для 20(V) операции

Расшифровка кода державки:

S – Система крепления, закрепление пластины винтом;

AL – Тип державки, угол в плане 90°;

R – Исполнение правое;

2525 – Сечение державки 25х25 мм;

X – Длина хвостовика 110 мм;

3– Индекс посадочного размера;

HP – Дополнительная информация.

Расшифровка кода пластины:

A – Задний угол 50°;

T – Тип операции – резьбонарезание;

R – Исполнение правое;

3– Индекс посадочного размера;

MM0 – Метрическая резьба 60°;

1– Число вершин на режущей кромке;

F – острая кромка;

150 – Шаг х 100 (Шаг 1,5 мм);

А – Исполнение правое (для резьбовых пластин);

1105 – Материал пластины.

1.6.8 Выбор режущего инструмента для 25 операции

Выбираем пластинку марки SANDVIK Coromant CoroTurn 107 для точения с кодом CCMT 12 04 08-KR H13A и державку для неё с кодом A16T-SCLCR 4.[19]

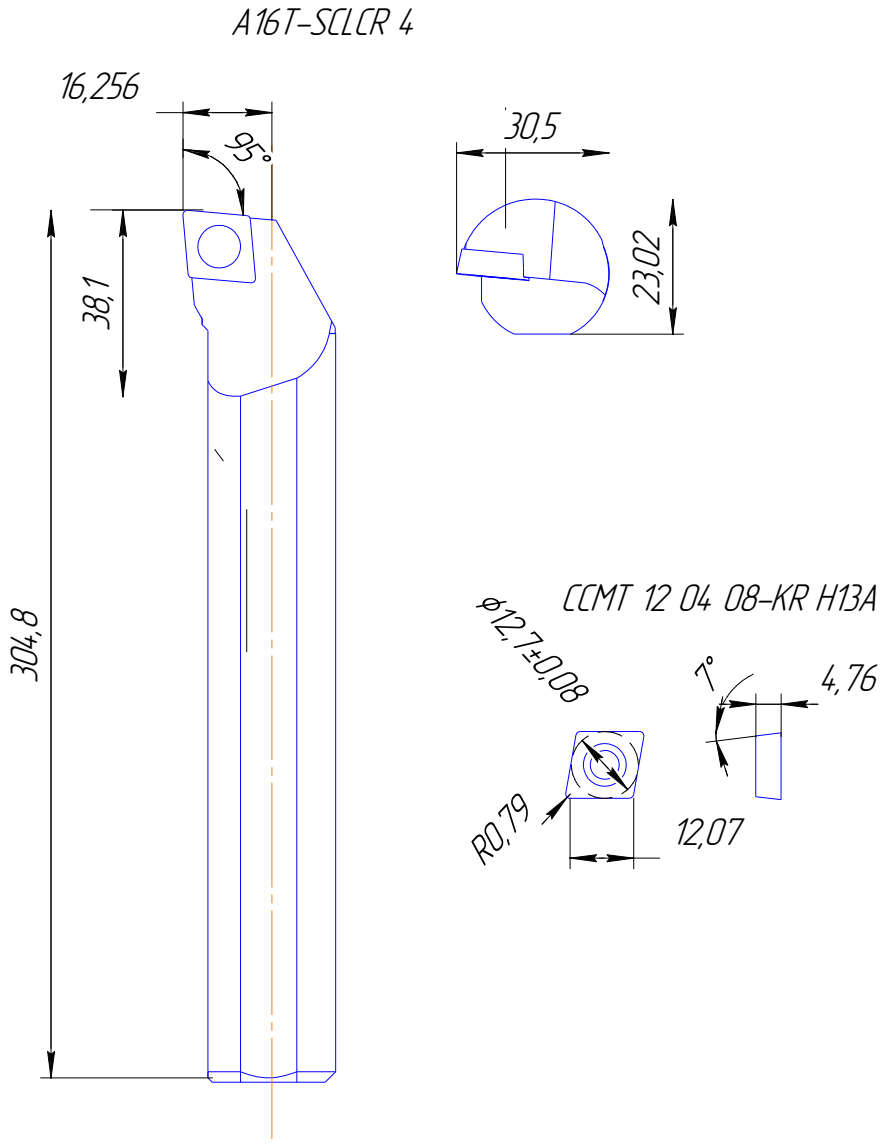


Рисунок 1.26 – Державка и пластина для 25 операции

Расшифровка кода державки:

А – Стальная оправка с внутренним подводом СОЖ;

16 – Диаметр оправки 16 мм;

Т – Длина инструмента 300 мм;

S – Система крепления, закрепление пластины винтом;

C – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 80°;

L – Тип державки, угол в плане 95°;

C – Задний угол 7°;

R – Исполнение правое;

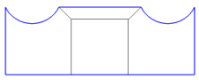
4 – размер режуще кромки.

Расшифровка кода пластины:

C – Форма пластины ромбическая с углом при вершине 80°;

C – Задний угол 7°;

M – Класс точности M; диаметр вписанной окружности 12,7 ± 0,08 мм;

T – Тип пластины 

12 – Длина режущей кромки пластины 12 мм;

04 – Толщина пластины 4 мм;

08 – Радиус при вершине 0,8 мм;

K– Режущая кромка с двойной отрицательной фаской;

R – Исполнение правое;

H13A – Материал пластинки.

1.7 Расчет режимов резания

1.7.1 Расчет режимов резания для 20(IV) операции табличным способом

Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ 4010-77 диаметром 18 из быстрорежущей стали Р6М5, обрабатывается поверхность 7

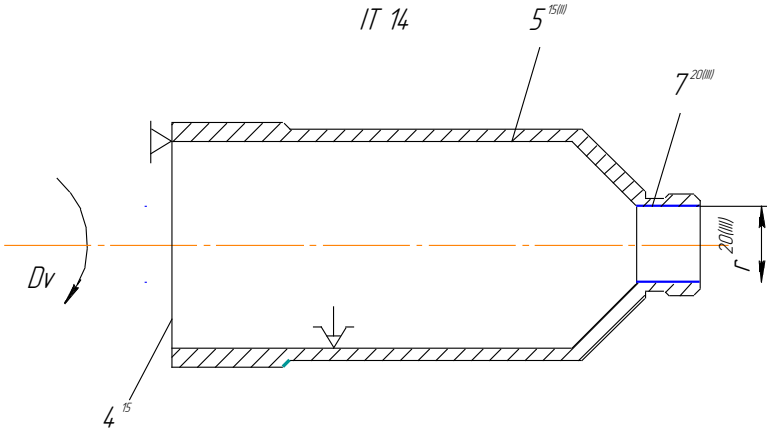


Рисунок 1.27 – Эскиз операции 20(IV)

Список необходимых карт:

– Карта 46; [6, стр.127]

– Карта 53. [6, стр.142]

Определение подачи ($S_{о_Т}$), скорости ($v_Т$), осевой силы ($P_Т$), мощности резанья ($N_Т$) t=Zmax=9

По карте 46: $S_{о_Т} = 0{,}56$ мм/об; $v_Т = 38{,}5$ м/мин; $P_Т = 1870$ Н; $N_Т = 2$ кВт.

Необходима корректировка подачи, скорости, осевой силы, мощности.

Формула для корректировки подачи:

$$S_о = S_{о_Т} \cdot K_{S_м}, \qquad (1.20)$$

где $K_{S_м}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для подачи ($S_{о_Т}$):

$$K_{S_м} = 1{,}5.$$

Формула для корректировки скорости резанья:

$$v = v_Т \cdot K_{v_м} \cdot K_{v_з} \cdot K_{v_ж} \cdot K_{v_Т} \cdot K_{v_п} \cdot K_{v_и} \cdot K_{v_w}, \qquad (1.21)$$

где $K_{v_м}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{v_з}$ – поправочный коэффициент, учитывающий форму заточки инструмента;

$K_{v_ж}$ – поправочный коэффициент, учитывающий наличие (отсутствие) охлаждения;

$K_{v_Т}$ – поправочный коэффициент, учитывающий отношение фактического периода стойкости $T_ф$ к нормативному $T_н$;

$K_{v_п}$ – поправочный коэффициент, учитывающий износостойкость покрытия инструментального материала;

$K_{v_и}$ – поправочный коэффициент, учитывающий инструментальный материал;

K_{v_w} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для скорости ($v_{\text{Т}}$):

$$K_{v_{\text{м}}} = 1{,}2;\ K_{v_{\text{з}}} = 1;\ K_{v_{\text{ж}}} = 1;\ K_{v_{\text{Т}}} = 1;\ K_{v_{\text{п}}} = 1;\ K_{v_{\text{и}}} = 1;\ K_{v_w} = 0{,}8.$$

Формула для корректировки осевой силы:

$$P = \frac{P_{\text{Т}}}{K_{P_{\text{м}}}}, \qquad (1.22)$$

где $K_{P_{\text{м}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для осевой силы ($P_{\text{Т}}$):

$$K_{P_{\text{м}}} = 1{,}5,$$

Формула для корректировки мощности:

$$N = \frac{N_{\text{Т}}}{K_{N_{\text{м}}}}, \qquad (1.23)$$

где $K_{N_{\text{м}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для мощности ($N_{\text{Т}}$):

$$K_{N_{\text{м}}} = 1{,}5.$$

Расчет подачи ($S_{o_{\text{Т}}}$),:

$$S_{\text{o}} = 0{,}56 \cdot 1{,}5 = 0{,}84\,\frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Расчет скорости ($v_{\text{Т}}$):

$$\text{v} = 38{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 0{,}8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 36{,}96\,\frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 36{,}96}{\pi \cdot 18} = 1571{,}7\,\frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Расчет осевой силы($P_{\text{Т}}$):

$$P = \frac{1870}{1{,}5} = 1246{,}7\ \text{Н}.$$

Расчет мощности($N_{\text{Т}}$):

$$N = \frac{2}{1{,}5} = 1{,}33\ \text{кВт}.$$

Расчет крутящего момента($\text{М}_{\text{кр}}$):

$$\mathrm{M_{кр}} = 10 \cdot \mathrm{C_м} \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \qquad (1.24)$$

где

$$\left.\begin{matrix} C_M = 0{,}005 \\ q = 2 \\ y = 0{,}8 \end{matrix}\right\} \text{[8, с.281]}$$

$K_v = K_{MV} = 1$. [8, с.265]

$$\mathrm{M_{кр}} = 10 \cdot 0{,}005 \cdot 18^2 \cdot 0{,}84^{0{,}8} \cdot 1 = 6{,}9\ \mathrm{Н \cdot м}.$$

Проверим, достаточна ли мощность привода станка 8 по условию $N \leq N_{ст}$. У станка $N_{ст} = 11{,}2$ кВт. Условие выполняется ($1{,}33 \leq 11{,}2$), следовательно, обработка возможна.

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s}, \qquad (1.25)$$

$$\mathrm{L = l + y = 25 + 2 = 27},$$

$$T_o = \frac{27}{1571{,}7 \cdot 0{,}84} = 0{,}02 \text{ мин}.$$

1.7.2 Расчет режимов резания для 20(III) операции табличным способом

Чистовая токарная обработка, обрабатываем поверхности 12 и 10 выбираем пластинку марки SANDVIK Coromant CoroTurn 107 для точения с кодом VBMT 16 04 12-UM 1125 H13A и державку для неё с кодом QS-SVJBR 16 3C.[19]

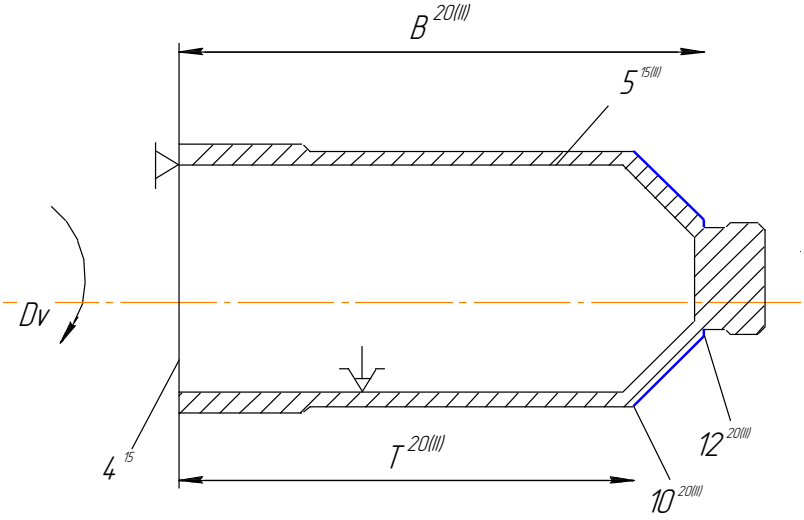


Рисунок 1.28 – Эскиз операции 20(III)

Список необходимых карт: [6, стр.359]

– Карта 19; [6, стр.69]

– Карта 21. [6, стр.73]

Определение подачи ($S_{o_т}$), скорости ($v_т$), осевой силы ($P_т$), мощности резанья ($N_т$):

По карте 19: $S_{o_т} = 0{,}11$ мм/об; $v_т = 123$ м/мин; $N_т = 2$ кВт.

Необходима корректировка подачи, скорости, осевой силы, мощности с учетом поправочных коэффициентов.

Формула для корректировки подачи:

$$S_о = S_{o_т} \cdot K_{S_м}, \qquad (1.26)$$

где $K_{S_м}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 21 определяем поправочные коэффициенты для подачи ($S_{o_т}$):

$$K_{S_м} = 1{,}5.$$

Формула для корректировки скорости резанья:

$$v = v_т \cdot K_{v_м} \cdot K_{v_з} \cdot K_{v_ж} \cdot K_{v_т} \cdot K_{v_п} \cdot K_{v_и} \cdot K_{v_w}, \qquad (1.27)$$

где $K_{v_м}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{v_з}$ – поправочный коэффициент, учитывающий форму заточки инструмента;

$K_{v_ж}$ – поправочный коэффициент, учитывающий наличие (отсутствие) охлаждения;

$K_{v_т}$ – поправочный коэффициент, учитывающий отношение фактического периода стойкости $T_ф$ к нормативному $T_н$;

$K_{v_п}$ – поправочный коэффициент, учитывающий износостойкость покрытия инструментального материала;

$K_{v_и}$ – поправочный коэффициент, учитывающий инструментальный материал;

K_{v_w} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для скорости ($v_{\text{Т}}$):

$$K_{v_{\text{м}}} = 1{,}2;\ K_{v_{\text{з}}} = 1;\ K_{v_{\text{ж}}} = 1;\ K_{v_{\text{Т}}} = 1;\ K_{v_{\text{п}}} = 1;\ K_{v_{\text{и}}} = 1;\ K_{v_w} = 0{,}8.$$

Формула для корректировки осевой силы:

$$P = \frac{P_{\text{Т}}}{K_{P_{\text{м}}}}, \qquad (1.28)$$

где $K_{P_{\text{м}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для осевой силы ($P_{\text{Т}}$):

$$K_{P_{\text{м}}} = 1{,}5,$$

Формула для корректировки мощности:

$$N = N_{\text{Т}} \cdot K_N \cdot \frac{V_{\text{Ф}}}{V_T}, \qquad (1.29)$$

где $K_{N_{\text{м}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 21 определяем поправочные коэффициенты для мощности ($N_{\text{Т}}$):

$$K_{N_{\text{м}}} = 1{,}5.$$

Расчет подачи ($S_{o_{\text{Т}}}$),:

$$S_{\text{o}} = 0{,}11 \cdot 7{,}6 = 0{,}84 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Расчет скорости ($v_{\text{Т}}$):

$$\text{v} = 123 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 0{,}8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 118{,}5 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118{,}5}{\pi \cdot 18} = 653{,}6 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Расчет осевой силы($P_{\text{Т}}$):

$$P = \frac{1870}{0{,}84} = 571 \text{ Н}.$$

Расчет мощности($N_{\text{Т}}$):

$$N = 2 \cdot 1{,}5 \cdot \frac{123}{118{,}5} = 1{,}33 \text{ кВт}.$$

Проверим, достаточна ли мощность привода станка 8 по условию $N \leq N_{ст}$. У станка $N_{ст} = 11{,}2$ кВт. Условие выполняется (1,33≤ 11,2), следовательно, обработка возможна.

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s}, \qquad (1.25)$$

$$L = l + y = 12 + 2 = 14,$$

$$T_o = \frac{14}{653{,}6 \cdot 0{,}84} = 0{,}026 \text{ мин.}$$

1.7.3 Расчет режимов резания для 25(II) операции табличным способом

Чистовое фрезерование по эскизу, концевая фреза SANDVIK Coromant CoroMill R390-08A16-11L

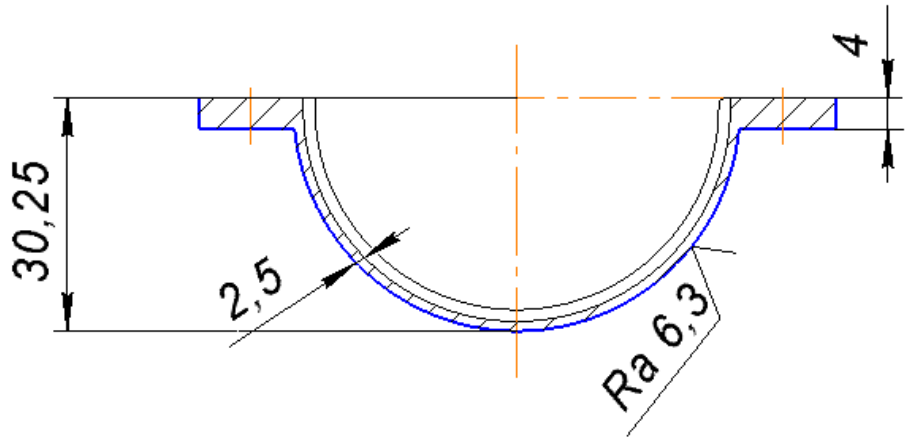


Рисунок 1.29 – эскиз операции 25(II)

Список необходимых карт: [6, стр.359]

- Карта 79; [6, стр.214]
- Карта 82. [6, стр.218]

Определение подачи (S_{o_T}), скорости (v_T), осевой силы (P_T), мощности резанья (N_T):

По карте 46: $S_{o_T} = 0{,}8$ мм/об; $v_T = 123$ м/мин; $N_T = 2$ кВт.

Необходима корректировка подачи, скорости, осевой силы, мощности.

Формула для корректировки подачи:

$$S_{\text{о}} = S_{o_{\text{т}}} \cdot K_{S_{\text{м}}}, \qquad (1.31)$$

где $K_{S_{\text{м}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для подачи ($S_{o_{\text{т}}}$):

$$K_{S_{\text{м}}} = 1{,}9.$$

Формула для корректировки скорости резанья:

$$v = v_{\text{т}} \cdot K_{v_{\text{м}}} \cdot K_{v_{\text{з}}} \cdot K_{v_{\text{ж}}} \cdot K_{v_{\text{т}}} \cdot K_{v_{\text{п}}} \cdot K_{v_{\text{и}}} \cdot K_{v_w}, \qquad (1.32)$$

где $K_{v_{\text{м}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{v_{\text{з}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий форму заточки инструмента;

$K_{v_{\text{ж}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий наличие (отсутствие) охлаждения;

$K_{v_{\text{т}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий отношение фактического периода стойкости $T_{\text{ф}}$ к нормативному $T_{\text{н}}$;

$K_{v_{\text{п}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий износостойкость покрытия инструментального материала;

$K_{v_{\text{и}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий инструментальный материал;

K_{v_w} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для скорости ($v_{\text{т}}$):

$$K_{v_{\text{м}}} = 1{,}2;\ K_{v_{\text{з}}} = 1;\ K_{v_{\text{ж}}} = 1;\ K_{v_{\text{т}}} = 1;\ K_{v_{\text{п}}} = 1;\ K_{v_{\text{и}}} = 1;\ K_{v_w} = 0{,}8.$$

Формула для корректировки осевой силы:

$$P = \frac{P_{\text{т}}}{K_{P_{\text{м}}}}, \qquad (1.33)$$

где $K_{P_{\text{м}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для осевой силы ($P_{\text{т}}$):

$$K_{P_{\text{м}}} = 1{,}5,$$

Формула для корректировки мощности:

$$N = N_{\text{Т}} \cdot K_N \cdot \frac{V_{\text{Ф}}}{V_T}, \qquad (1.34)$$

где $K_{N_{\text{м}}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 53 определяем поправочные коэффициенты для мощности ($N_{\text{Т}}$):

$$K_{N_{\text{м}}} = 1{,}5.$$

Расчет подачи ($S_{o_{\text{Т}}}$),:

$$S_{\text{о}} = 0{,}8 \cdot 1{,}9 = 1{,}5 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Расчет скорости ($v_{\text{Т}}$):

$$\text{v} = 123 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 0{,}8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 118{,}5 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118{,}5}{\pi \cdot 18} = 772 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Расчет мощности($N_{\text{Т}}$):

$$N = 2 \cdot 1{,}5 \cdot \frac{120}{118{,}5} = 1{,}17 \text{ кВт}.$$

Проверим, достаточна ли мощность привода станка 8 по условию $N \leq N_{\text{ст}}$. У станка $N_{\text{ст}} = 11{,}2$ кВт. Условие выполняется ($1{,}33 \leq 11{,}2$), следовательно, обработка возможна.

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s}, \qquad (1.36)$$

$$\text{L} = \text{l} + \text{y} = 60 + 2 = 62,$$

$$T_o = \frac{62}{772 \cdot 0{,}84} = 0{,}096 \text{ мин}.$$

1.7.4 Режимы резания для всех операции

Аналогично выполняем расчет режимов резания для других операции, заносим результаты расчетов в общую таблицу 3:

Таблица 3– Режимы резания для всех операции

№ операции	t_o, мм	S_o, мм /об	v, м /мин	n, об /мин;	P_z, Н	$M_{кр}$, Н · м	P_o, Н	N, кВт	T_o, мин
10	3,09	0,8	228	2791	930,5	12	–	3,5	0,007
15	1,29	0,8	253,2	1343	388,5	11,8	–	1,6	0,014
15(I)	2,67	0,51	261,5	1771	563,6	13,24	–	2,45	0,129
15(II)	1,25	0,51	286,5	1861	268,5	6,3	–	1,3	0,123
20	2,97	0,8	229	1257	894,3	25,9	–	3,34	0,136
20(I)	0,92	0,51	330	1812	197,7	5,931	–	1	0,148
20(II)	0,487	0,42	392,7	5735	90,5	1,97	–	0,58	0,0016
20(III)	0,3248	0,84	36,96	653,6	571	14,1	–	1,33	0,026
20(IV)	9	1,5	118,5	1571,7	–	6,9	1246,7	1,17	0,02
25	0,44	0,51	324,7	2051	94,5	2,38	–	0,5	0,009
25(I)	1,162	0,8	230,7	1469	350	17,5		1.32	0,0047
25(II)	0,3248	1,5	118,5	772	571	14,8	–	1,17	0,096
25(III)	0,08	0,8	3181	2000	24	0,43	–	0,125	0,0002

1.8 Расчет норм времени

Норма времени на обработку детали состоит из штучного времени и подготовительно-заключительного времени (штучно-калькуляционное время):

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \qquad (1.37)$$

где $T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

$$n = \frac{N}{254}, \qquad (1.38)$$

где N – программа выпуска, шт;

Штучное время для обработки на станках с ЧПУ:

$$T_{шт} = T_{ца} + T_{в} \cdot k_{tв} + a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}, \qquad (1.39)$$

где $T_{ца}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{в}$ – ручное вспомогательное время, мин;

$k_{tв}$ – коэффициент ручного вспомогательного времени, мин;

$a_{тех}, a_{орг}, a_{отл}$ – время на техническое, организационное обслуживание и на отдых и личные надобности, мин.

$$T_{ца} = T_{оа} + T_{мв}, \qquad (1.40)$$

где $T_{\text{оа}}$ – основное время автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинное вспомогательное время, мин;

$T_{\text{мв}}$ определяется по паспортным данным станка.

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в уст}} + T_{\text{в оп}} + T_{\text{в изм}}, \quad (1.41)$$

где $T_{\text{в уст}}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали;

$T_{\text{в оп}}$ – вспомогательное время, связанное с выполнением операции;

$T_{\text{в изм}}$ – вспомогательное время (не перекрываемое) на измерение.

Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}} + T_{\text{пр.обр}}, \quad (1.42)$$

где $T_{\text{пз1}}$ – норма временя на организационную подготовку;

$T_{\text{пз2}}$ – норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств, мин;

$T_{\text{пр.обр}}$ – норма времени на пробную обработку.

$$T_{\text{пр.обр}} = t_{\text{пр.обр}} + T_{\text{ца}}, \quad (1.43)$$

где $t_{\text{пр.обр}}$ – время на пробную обработку детали, мин. [11, с. 53]

1.8.1 Определение нормы штучного времени для 10 операции.

Для станка HAAS ST-10, на котором производится обработка детали, время смены инструмента составляет $T_{\text{мв}} = 1 \text{ с} = 0{,}0167$ мин.

Времени автоматической работы станка по программе:

$$T_{\text{ца}} = 0{,}0167 + 0{,}007 = 0{,}0237 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на установку и снятие детали ($T_{\text{в уст}}$):

$$T_{\text{в уст}} = 0{,}08 \text{ мин.} [11, \text{с. } 52]$$

Вспомогательное время, связанное с выполнением операции:

$$T_{\text{в оп}} = 0{,}5 \text{ мин.} [11, \text{с. } 79]$$

Вспомогательное время (не перекрываемое) на измерение:

$$T_{\text{в изм}} = 0{,}26 \text{ мин.} [11, \text{с. } 85]$$

Вспомогательное время:

$$T_{\text{в}} = 0{,}08 + 0{,}5 + 0{,}26 = 0{,}84 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент $k_{tв}$: [11, с. 50]

$$k_{tв} = 1{,}15.$$

$$T_{в} = 0{,}84 \cdot 1{,}15 = 0{,}966 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_{ца} + T_{в} = 0{,}99 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в карте 17 и 18: [11, с. 91, 93]

$$a_{тех} = 0{,}042 \cdot T_{опер} = 0{,}042 \cdot 0{,}99 = 0{,}042 \text{ мин;}$$

$$a_{орг} = 0{,}026 \cdot T_{опер} = 0{,}026 \cdot 0{,}99 = 0{,}026 \text{ мин;}$$

$$a_{отл} = 0{,}02 \cdot T_{опер} = 0{,}02 \cdot 0{,}99 = 0{,}02 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 0{,}99 + 0{,}042 + 0{,}026 + 0{,}02 = 1{,}078 \text{ мин.}$$

Норма времени на организационную подготовку состоит из нескольких слагаемых представленных в таблице 4.

Таблица 4 – Составляющие нормы времени на организационную подготовку

№ п/п	Наименование слагаемого	Значение	Литературный источник
1	Получение наряда, чертежа, тех. докум., РИ, изм. инстр., приспособления и т.д.	0,9 мин	[11, с. 98]
2	Ознакомление с работой, чертежом, тех. докум., осмотр заготовок	0,2 мин	
3	Инструктаж мастера	0,2 мин	

Норма времени на организационную подготовку:

$$T_{пз1} = 0{,}9 + 0{,}2 + 0{,}2 = 1{,}3 \text{ мин } [11, с. 98].$$

Норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств состоит из нескольких слагаемых представленных в таблице 5.

Таблица 5–Составляющие нормы времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств

№ п/п	Наименование слагаемого	Значение	Литературный источник
1	Установка трехкулачкового патрона	0,4 мин	[11, с. 98]
2	Установить режимы резания	0,3 мин	
3	Установка кулачков с креплением кулачков винтами	0,7 мин	
4	Выточить сырые кулачки длиной до 70 мм	6,2 мин	
5	Установка и снятие одной инструментального блока	1 мин	
6	Установить программоноситель в считывающее устройство и снять	1 мин	
7	Ввести программу в память системы ЧПУ с программоносителя	1,4 мин	
8	Установить исходные координаты X и Z (настроить нулевое положение)	2,5 мин	

Норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств:

$$T_{\text{пз2}} = 0{,}4 + 0{,}3 + 0{,}7 + 6{,}2 + 1 + 1 + 1{,}2 + 1{,}4 + 2{,}5 = 14{,}7 \text{ мин } [11, \text{с. } 98].$$

Время на пробную обработку детали:

$$t_{\text{пр.обр}} = 2 \text{ мин. } [11, \text{с. } 106]$$

Норма времени на пробную обработку:

$$T_{\text{пр.обр}} = 2 + 0{,}024 = 2{,}024 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = 1{,}3 + 14{,}7 + 2{,}024 = 18{,}0{,}24 \approx 18 \text{ мин.}$$

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{2000}{254} = 11{,}8 \text{ шт.}$$

Принимаем $n = 12$ штук.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт}-\text{к}} = 1{,}078 + \frac{18}{12} = 2{,}59 \text{ мин.}$$

1.8.2 Нормы времени для всех операции

Нормы времени определены аналогично и представлены в таблице 6.

Таблица 6–Нормы времени для всех операции

№ операции	Наименование операции	$T_{о}$, мин	$T_{ца}$, мин	$T_{в}$, мин	$T_{опер}$ мин	$a_{тех}$, мин	$a_{орг}$, мин	$a_{отл}$, мин	$T_{шт}$, мин	$T_{пз}$, мин	$T_{шт-к}$, мин
10	Токарная с ЧПУ	0,007	0,024	0,84	0,99	0,042	0,026	0,02	1,078	18	2,59
15	Токарная с ЧПУ	0,266	0,3	1,33	1,62				1,76	21,7	3,57
20	Токарная с ЧПУ	0,33	0,42	1,72	2,13				2,32	22,2	4,17
25	Многоцелевая с ЧПУ	0,105	0,155	1,73	1,88				2,05	25	4,13

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Проектирование станочного приспособления для 20 операции

Станочное приспособление представляет собой разжимную кулачковую оправку, на которую надевается деталь.

2.1.1 Описание и принцип работы приспособления

Кулачковая оправка состоит из корпуса с конусом, внутри которого находятся шток, втулка и кулачки, выполненные по ГОСТ 31.1066.04-97. Приспособления к металлорежущим станкам. Оправки кулачковые. Общие технические условия. Кулачки соприкасаются с втулкой посредством наклонных лысок под наклоном в 7°. Кулачки удерживаются от выпадения благодаря двум пружинным кольцам.

Под действием механизированного привода шток тянет втулку с наклонными лысками влево. Движение втулки влево заставляет двигаться кулачки в радиальном направлении за счет клина на втулке и кулачках. Движение осуществляется до тех пор, пока кулачки не упрутся и не зацентрируют заготовку. Благодаря возникшей силе трения между кулачками и заготовкой, заготовка будет надежно закреплена от проворота и осевого сдвига.

2.1.2 Базирование и закрепление

Базирование детали осуществляется по цилиндрической поверхностям кулачков (двойная направляющая база) и торцовой поверхности корпуса оправки (опорная база).

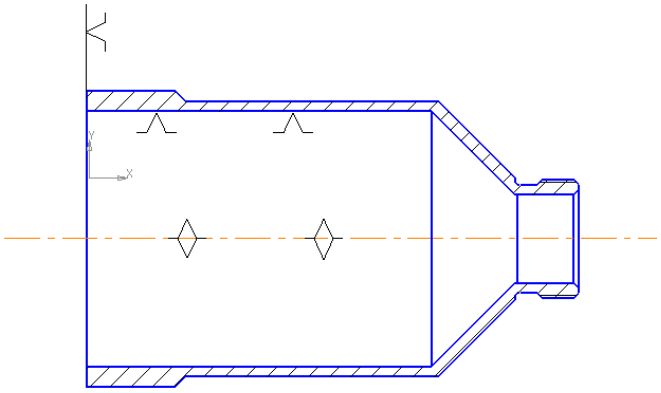


Рисунок 2.1 – Схема базирования заготовки

Закрепление осуществляется путем раздвижения кулачков и закрепления заготовки от сдвига и проворота вследствие возникающих сил трения.

Расчет силы закрепления будем проводить в 2 этапа. Сначала найдем силу Q, которая будет обеспечивать закрепление заготовки на кулачках по той же методике, как и для закрепления в трехкулачковом патроне, так как процесс закрепления кулачками патрона схож с нашим случаем. После определяем силу на штоке $P_{\text{шт}}$ по формуле, представленной в [18, с.55] как для клиноплунжерного механизма.

Формула для расчета силы закрепления Q на одном кулачке: [17, с.79]

$$Q = \frac{K \cdot M_{\text{сдв}}}{f \cdot R_{\text{баз}}} = \frac{K \cdot P_Z \cdot R_{\text{обр}}}{f \cdot R_{\text{баз}}}, \quad (2.1)$$

где f – коэффициент трения между кулачками и деталью; [11, с. 129]

Мсдв-момент сдвигающий

K – коэффициент запаса.

Расчет коэффициента K: [10, с. 24]

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.2)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев $K_0 = 1{,}5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий вид обработки;

K_2 – коэффициент, учитывающий затупление режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий наличие ударной нагрузки;

K_4 – коэффициент, учитывающий тип зажимного инструмента;

K_5 – коэффициент, учитывающий эргономику зажимного инструмента;

K_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку.

Таблица 7–Значения коэффициентов. [10, с. 25]

K_0	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
1,5	1,2	1	1	1	1	1,5

$$K = 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1{,}5 = 2{,}7.$$

Расчет будем проводить для операции 20 для чернового продольного точения, так как там наибольшая сила резания.

Параметры для расчета приведены в таблице 8.

Таблица 8– Параметры для расчета.

K	P_z, Н	D, мм	d, мм	f	α, град	φ, град
2,7	894,3	64,28	49	0,18	10	$arctg0{,}18 = 10{,}2$

$$Q = \frac{2{,}7 \cdot 894{,}3 \cdot 52}{0{,}18 \cdot 56} = 12456{,}5 \text{ Н.}$$

Формула для расчета силы на штоке $P_{шт}$: [18, с.55]

$$P_{шт} = \frac{Q((tg\alpha+\varphi)+tg\varphi)}{1-(tg\alpha+\varphi)\cdot tg\varphi}, \quad (2.3)$$

где $\alpha = 7° -$ угол конуса на втулке, град;

$\varphi -$ угол трения на поверхности контакта оправки с разрезной втулкой.

$$f = tg\varphi, \quad (2.4)$$

$$\varphi = arctgf, \quad (2.5)$$

$f -$ коэффициент трения между втулкой и деталью. [11, с. 129]

$$P_{шт} = \frac{12456{,}5\ ((tg7° + 10{,}2°) + tg10{,}2°)}{1 - (tg7° + 10{,}2°) \cdot tg10{,}2°} = 9042 \text{ Н.}$$

2.1.3 Расчет и выбор гидроцилиндра

Диаметр пневмоцилиндра находим по формуле:

$$D_ц = 1{,}4\sqrt{\frac{P_{шт}}{P}}, \text{ где} \quad (2.6)$$

$P_{шт}$ – необходимая сила закрепления;

P =0,49 МПа - давление сжатого воздуха;

$D_ц = 1{,}4\sqrt{\frac{9042}{0{,}49}}$ =190,18 мм, принимаем ближайший из стандартного ряда диаметр Dц=200 мм.

Учитывая то что давление подается в штоковую полость находим действительную силу:

$$P_{шт.д} = \frac{\pi \cdot \left(D^2 - d_{шт}^2\right) \cdot P \cdot \eta}{4}, \text{ где} \quad (2.7)$$

D - диаметр цилиндра, мм;

$d_{шт}$ - диаметр штока, мм

P=0,49 МПа – давление сжатого воздуха, МПа;

η - КПД сжатого воздуха

$$P_{шт.д} = \frac{3{,}14 \cdot (200^2 - 50^2) \cdot 0{,}49 \cdot 0{,}97}{4} = 13991{,}64 \text{ Н}$$

Так же найдем действительную силу закрепления для того что бы выполнить проверку, достаточна ли сила создаваемая пневмоцилиндром для удержания заготовки, для этого используем формулу

$$Q_{действ} = \frac{P_{шт.д} \cdot (tg7° + 10{,}2°) \cdot tg10{,}2°}{1 - ((tg7° + 10{,}2°) + tg10{,}2°)}; \quad (2.8)$$

$$Q_{действ} = \frac{13991{,}64 \cdot (tg7° + 10{,}2°) \cdot tg10{,}2°}{1 - ((tg7° + 10{,}2°) + tg10{,}2°)} = 13445{,}8$$

2.2 Проектирование станочного приспособления для 10, 15, 25 операции

Приспособление представляет собой трехкулачковый механизированный патрон, работающий на сжатом воздухе.

Принцип работы. Устанавливаемая заготовка упирается в опорную пластину патрона. Далее оператор подает команду на подачу сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра. Под действием сжатого воздуха поршень толкает шток, который перемещает три рычага патрона. Рычаги перемещают вниз направляющие, на которых закреплены винтами кулачки. Вследствие сил трения между кулачками и заготовкой обеспечивается необходимый зажим.

2.2.1 Расчет силы закрепления

Формула для расчета силы закрепления Q:[17, с.79]

$$Q = \frac{K \cdot M_{сдв}}{f \cdot R_{баз}} = \frac{K \cdot P_Z \cdot R_{обр}}{f \cdot R_{баз}}; \quad (2.9)$$

где f – коэффициент трения между кулачками и деталью; [11, с. 129]

K – коэффициент запаса.

Расчет коэффициента K: [10, с. 24]

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.10)$$

Таблица 9–Значения коэффициентов [10, с. 25]

K_0	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
1,5	1,2	1	1	1	1	1,5

$$K = 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1{,}5 = 2{,}7.$$

Расчет будем проводить для операции 10 для подрезки торца, так как там наибольшая сила резания.

Параметры для расчета приведены в таблице 10.

Таблица 10– Параметры для расчета.

K	P_z, Н	f
2,7	930,5	0,18

$$Q = \frac{2{,}7 \cdot 930{,}5 \cdot 52}{0{,}18 \cdot 56} = 13879{,}5 \text{ Н}.$$

Расчет будем вести с учетом плеч рычага.

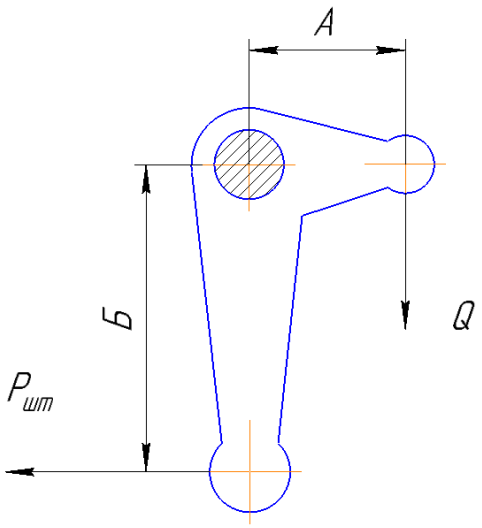


Рисунок 2.2 Расчетная схема рычага

$$Q \cdot A = \text{Б} \cdot P_{\text{шт}} \qquad (2.11)$$

где А – плечо рычага со стороны кулачка (А=27 мм);

Б – плечо рычага со стороны штока (Б=54 мм).

Выразим $P_{\text{шт}}$:

$$P_{\text{шт.}} = \frac{Q \cdot A \cdot \eta}{\text{Б}}; \qquad (2.12)$$

где η – КПД ($\eta = 0{,}9$).

$$P_{\text{шт.}} = \frac{13879{,}5 \cdot 27 \cdot 0{,}9}{54} = 6399 \text{ Н}.$$

Для закрепления заготовки используется пневмопривод.

Диаметр пневмоцилиндра находим по формуле:

$$D_{\text{ц}} = 1{,}4\sqrt{\frac{P_{\text{шт.}}}{P}} \quad (2.13)$$

где Q – необходимая сила закрепления;

P =0,49 МПа - давление сжатого воздуха;

$D_{\text{ц}} = 1{,}4\sqrt{\frac{6399}{0{,}49}}$=159,98 мм, принимаем ближайший из стандартного ряда диаметр Dц=160 мм.

Так как давление подается в штоковую полость делаем проверку:

$P_{шт} = \frac{\pi \cdot \left(D^2 - d_{шт}^2\right) \cdot P \cdot \eta}{4}$, где

D - диаметр цилиндра, мм;

$d_{шт}$ - диаметр штока, мм

P=0,49 МПа – давление сжатого воздуха, МПа;

η - КПД сжатого воздуха

$$P_{шт} = \frac{3{,}14 \cdot \left(160^2 - 40^2\right) \cdot 0{,}49 \cdot 0{,}8}{4} = 7385{,}3H$$

Так же найдем действительную силу закрепления для того что бы выполнить проверку, достаточна ли сила создаваемая пневмоцилиндром для удержания заготовки, для этого используем формулу

$$Q_{\text{действ}} = \frac{P_{\text{шт.д}} \cdot \text{Б} \cdot \eta}{\text{А}}; \quad (2.14)$$

$$Q_{\text{действ}} = \frac{7385{,}3 \cdot 54 \cdot 0{,}97}{27} = 14207{,}1$$

2.3Проектирование контрольного приспособления для оценки радиального биения

Расчет контрольного приспособления заключается в определении погрешности измерения контрольного приспособление и сопоставлении ее с измеряемым параметром. Практикой установлено, что погрешность измерения может составлять 20…35% от поля допуска на измеряемую величину, т.е.

$$[\Delta]_{\text{изм}} = k \cdot T, \quad (2.15)$$

где $[\Delta]_{\text{изм}}$ – допускаемая погрешность контрольного приспособления;

k – Коэффициент, зависящий от точности обработки и равный

Т–технологический допуск на измеряемую величину.

Допускаемая погрешность $[\Delta]_{изм}$ сравнивается с найденной погрешностью измерения $\Delta_{изм}$ по формуле:

$$\Delta_{изм} = \sqrt{\varepsilon^2 + \Delta_р^2 + \Delta_э^2 + \Delta_п^2}, \quad (2.16)$$

где ε – погрешность положения детали в контрольном приспособлении; определяется погрешностью базирования $\varepsilon_б$, погрешностью закрепления $\varepsilon_з$ и погрешностью приспособления $\varepsilon_{пр}$ вызванной неточностью изготовления составляющих деталей.

$\Delta_р$ – погрешность передаточных устройств приспособления; находится как:

$$\Delta_р = \sqrt{\Delta_{р1}^2 + \Delta_{р2}^2}, \quad (2.17)$$

где $\Delta_{р1}$ – погрешность вследствие неточности изготовления плеч рычагов;

$\Delta_{р2}$ – погрешность вследствие зазора между отверстием и осью рычага;

2.3.1Определение погрешностей

Погрешность базирования $\varepsilon_б = 0$, так как биение проверяемой поверхности проверяется относительно той поверхности, относительно которой оно проставлено на чертеже.

Погрешность закрепления $\varepsilon_з = 0$, так как закрепление отсутствует.

Погрешность приспособления $\varepsilon_{пр1} = 0$, так как в конструкции приспособление предусмотрен разжимной сухарь который устранит зазор между деталью и оправкой.

Погрешность взаимного расположения осей

$$\varepsilon_{пр2} = а\sqrt{1 + tga^2} - 1 \quad (2.18)$$

а- возможное перемещение наконечника индикатора

$$tga = \frac{\Delta}{100} \quad (2.19)$$

Δ-допуск

$$\varepsilon_{пр2} = 0{,}01\sqrt{1 + 0{,}0001^2} - 1 = 0{,}01$$

Погрешность передаточных устройств $\Delta_р$

$$\Delta p_1 = S \cdot \left(1 - \frac{l_1}{l_2}\right) \quad (2.20)$$

где S –зазор обеспеченный притиркой

l_1 и l_2 - длины плеч

$$\Delta p_1 = \left(1 - \frac{14,95}{15,05}\right) \cdot 0,2 = 0,001$$

$$\Delta p_1 = 0,01 \cdot \left(1 + \frac{14,95}{15,05}\right) = 0,02$$

$$\Delta_р = \sqrt{0,001^2 + 0,02^2} = 0,02002$$

Погрешность эталона $\Delta_э = 0$, так как биение цилиндрических поверхностей проверяется без эталона.

Измерительное устройство принимаем по [13, с. 718] – индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения от 2 до 10 мм, класс точности

Погрешность данного прибора для данных условий измерений $\Delta_п = 0,004$ мм

Погрешность измерения равна:

$$\Delta_{изм} = \sqrt{0,01^2 + 0.02002^2 + 0^2 + 0,004^2} = 0,01 \text{ мм}$$

Проводим проверку по условию

$$\Delta_{изм} \leq [\Delta]_{изм} \quad (2.21)$$

Принимаем коэффициент *к*=0,2 для IT10…IT16

$$[\Delta]_{изм} = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ мм}$$

$$0,01 \leq 0,02$$

Условие выполняется.

3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3.1 Построение 3D модели контрольного приспособления

CAD – системы - предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации. В современные CAD-системы входят модули моделирования трехмерной объемной конструкции (детали), модули оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.). Ведущие трехмерные CAD-системы позволяют реализовать идею сквозного цикла подготовки и производства сложных промышленных изделий. Построение контрольного приспособления осуществляем с помощью программы Creo Parametric, которая относится к CAD-системам.

Для проектирования 3D модели контрольного приспособления используем методику нисходящего проектирования. Сначала копируем «Общую геометрию» нашей детали в эскиз приспособления для обеспечения параметризации. После этого начинается создание эскиза, создания конструктива будущего приспособления вокруг нашей детали. После создаем «Общую геометрию» будущих деталей, в которые включаем построенные эскизы (рисунок 3.1). Затем создаем твердотельные детали в главной сборке. Для стойки создадим отдельную сборку для удобства работы. В каждой детали вставляем необходимую «Общую геометрию» на основе которой будет строиться деталь (рисунки 3.2, 3.3). Положение неподвижных деталей в пространстве и относительно других деталей управляется построенным ранее эскизом. Для подвижных деталей выполняем переориентацию и назначаем кинематические пары.

Построенное контрольное приспособление по данной схеме обеспечивает параметризацию т.е. при изменении размеров контролируемой детали будет меняться размеры нашего контрольного приспособления.

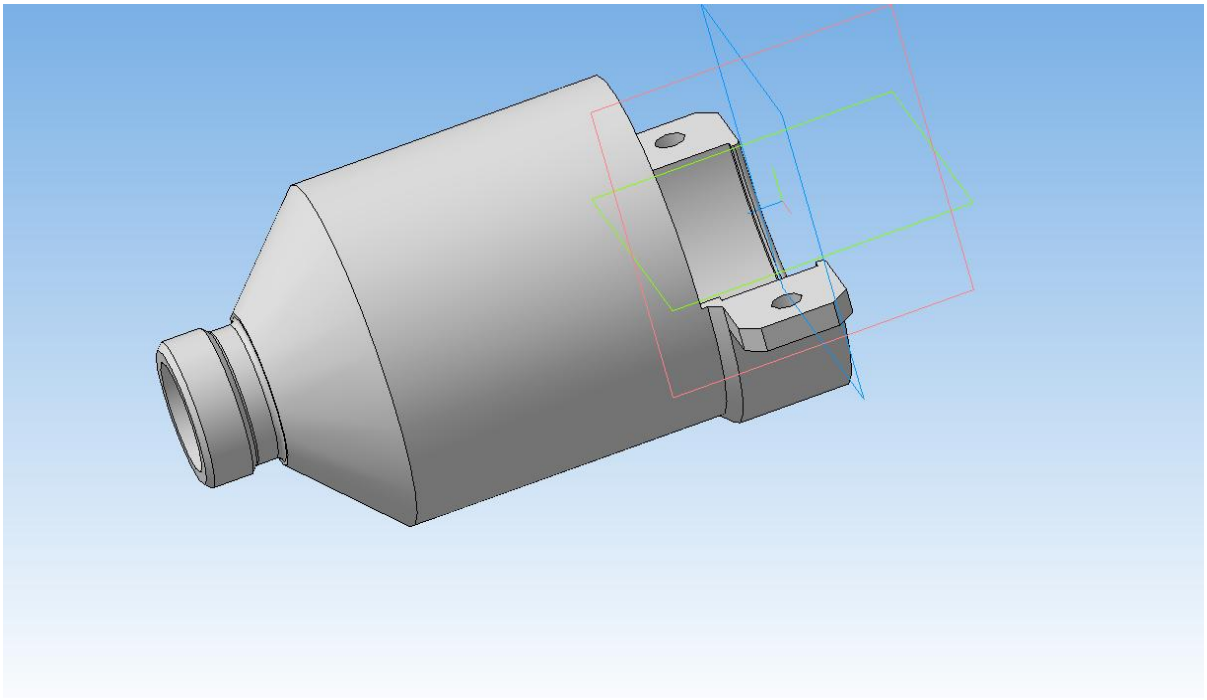


Рисунок 3.1 – 3D модель детали

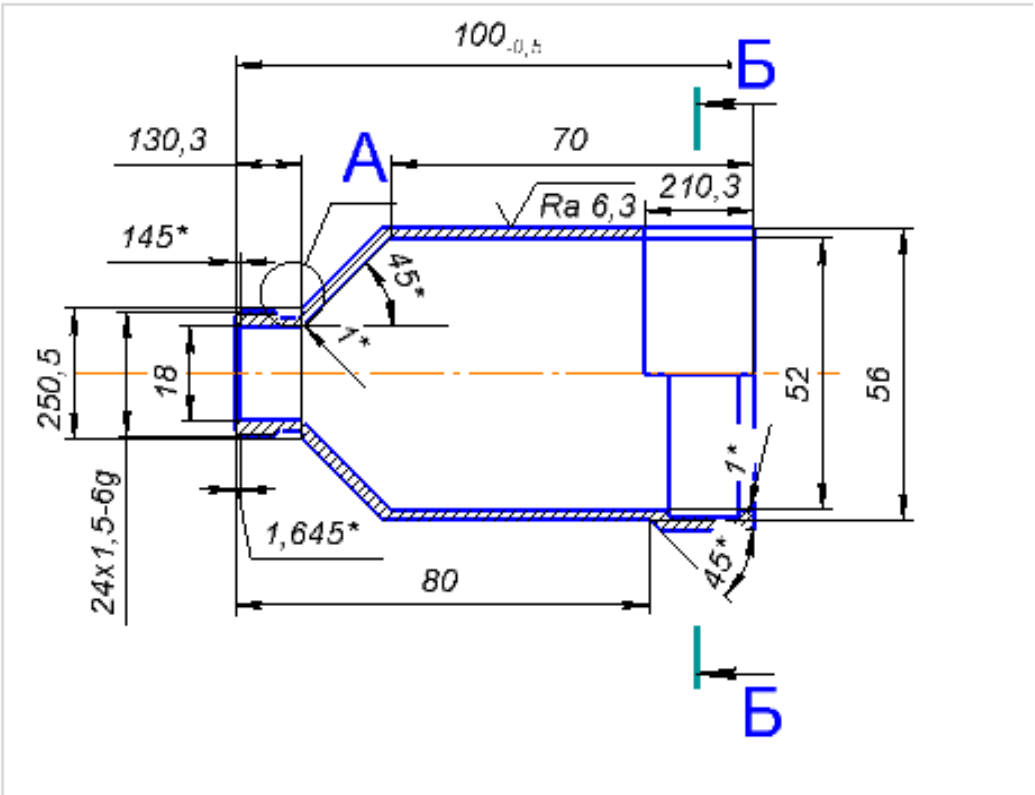


Рисунок 3.2 – 2D чертеж детали

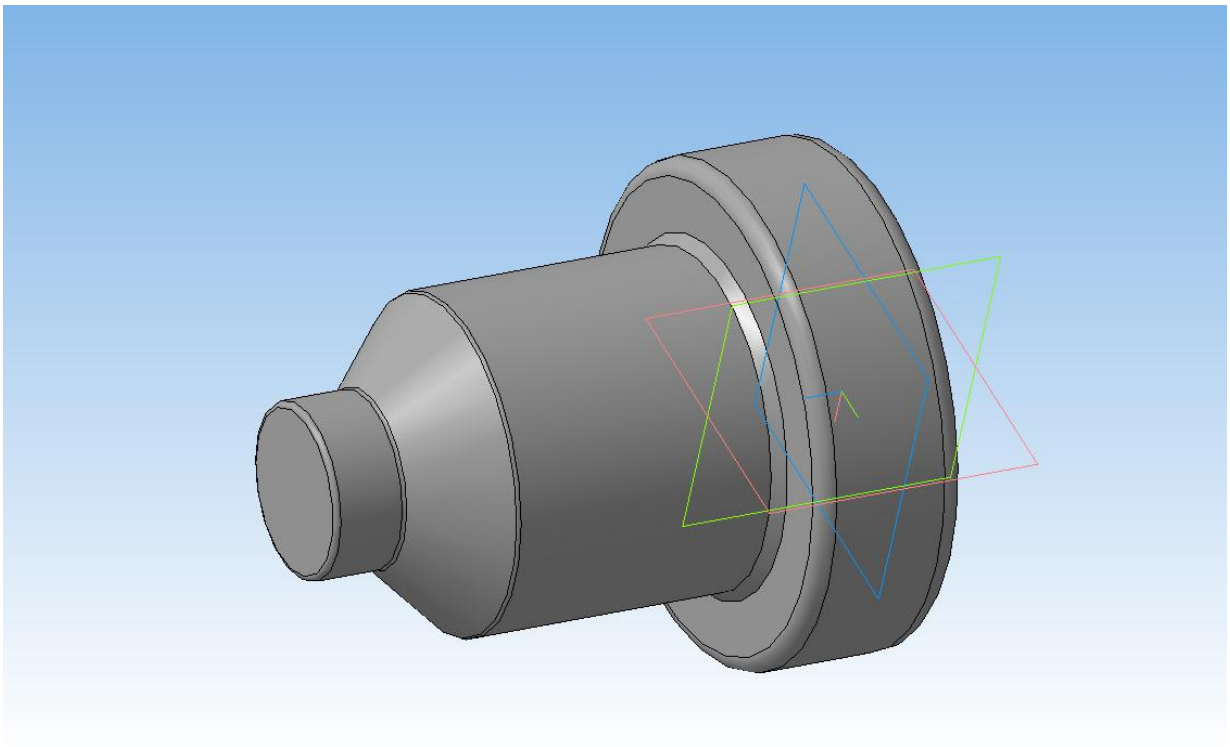


Рисунок 3.3 – 3D модель заготовки

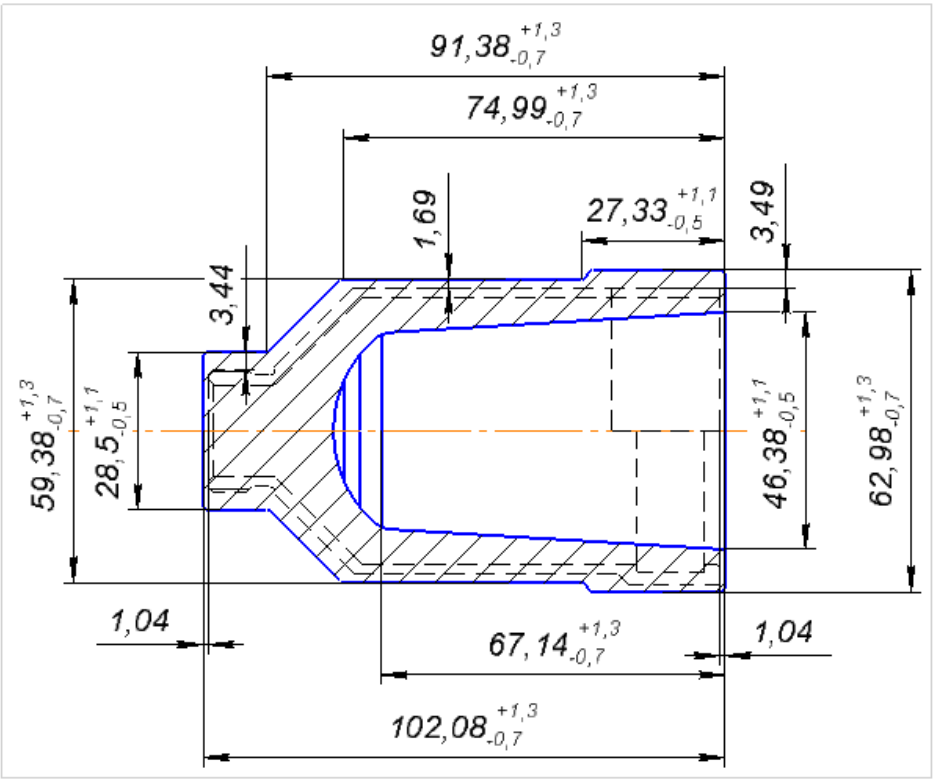


Рисунок 3.4 – 2D чертеж заготовки

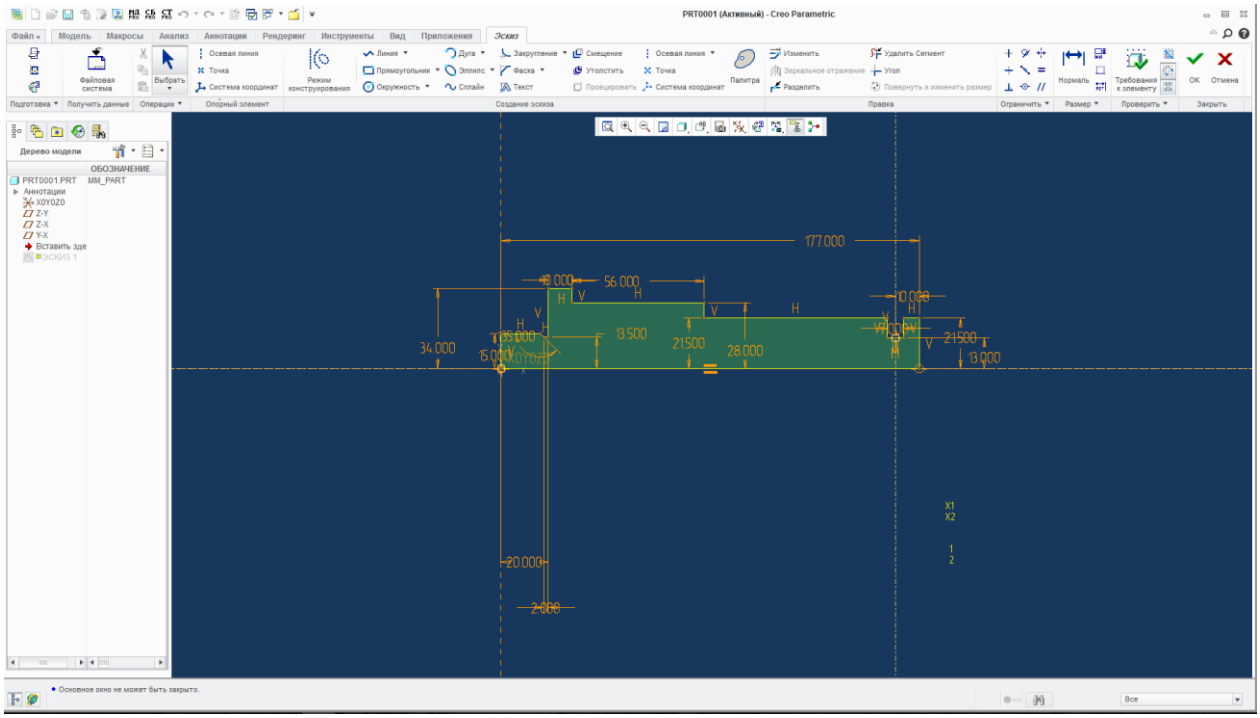


Рисунок 3.5 – Вставка общей геометрии деталь «Стойка»

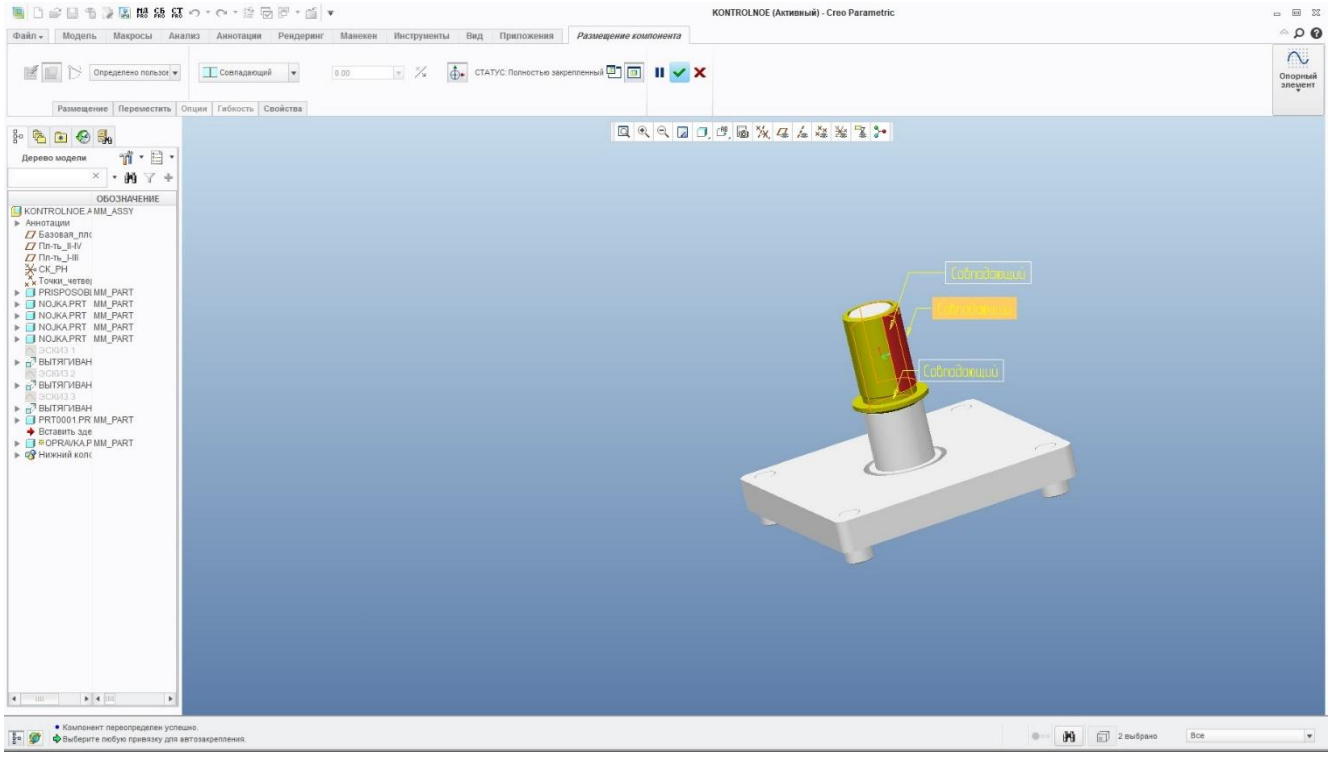


Рисунок 3.6 – Создание кинематической пары деталь-оправка

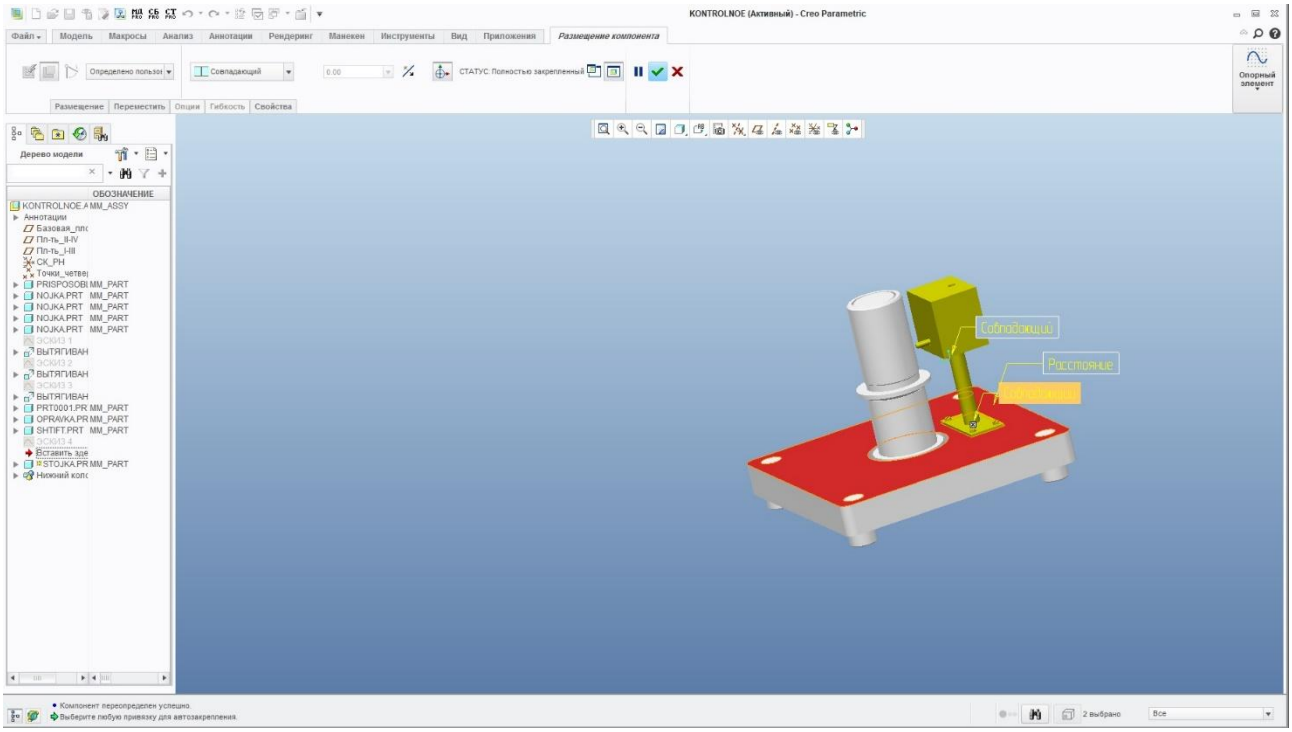


Рисунок 3.7 – Создание кинематической пары стойка-основание

3.2 Выполнение симуляции механической обработки на станках с ЧПУ

CAM-продукты предназначены для проектирования обработки изделий на станках с ЧПУ и формирования программ для этих станков (фрезерных, сверлильных, эрозионных, пробивных, токарных, шлифовальных и др.). CAM-системы еще называют системами технологической подготовки производства. В настоящее время они являются практически единственным способом для изготовления сложнопрофильных деталей. В CAM-системах используется трехмерная модель детали, созданная в CAD-системе. Одной из таких систем является программа CAM, на которой мы выполнили механическую обработку детали «Кожух». Несколько операций, выполненных в этой программе, представлены ниже на рисунках.

Операция 10 – подрезка торца

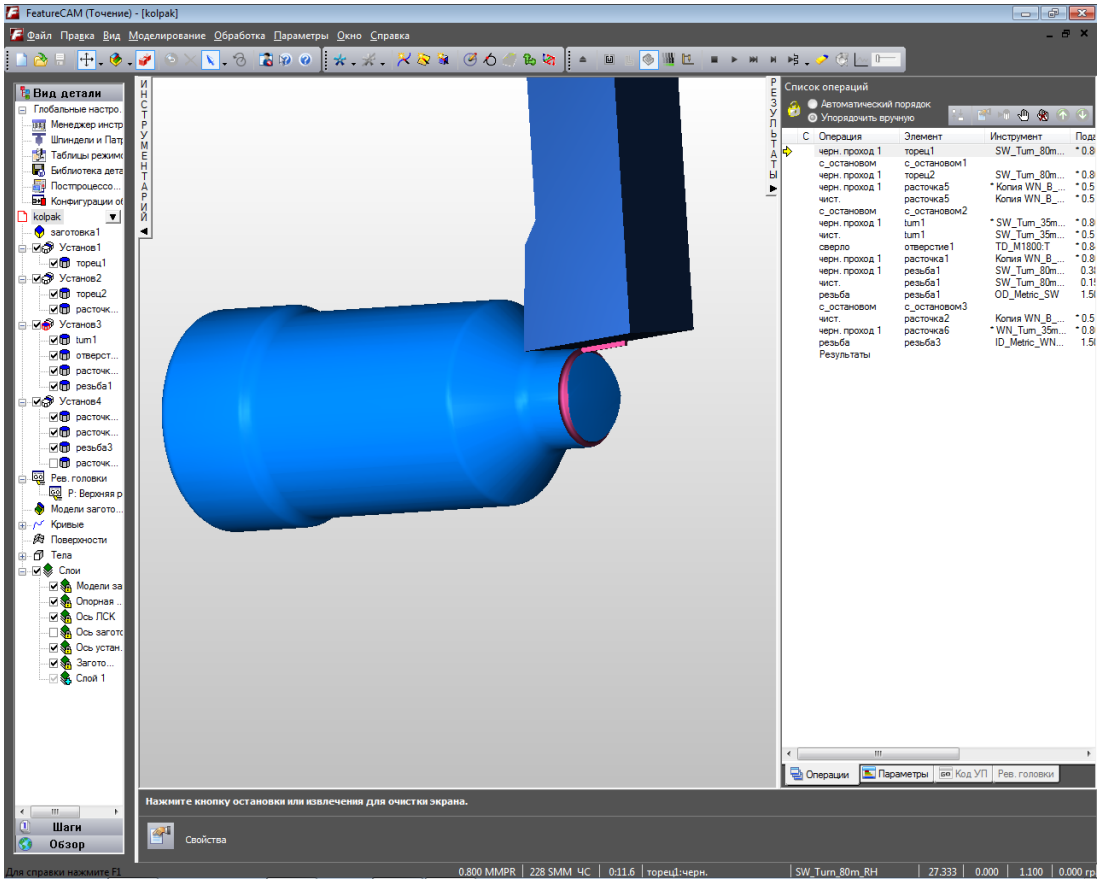


Рисунок 3.5 – Операция 10

Операция 15 – подрезка торца и расточка внутренней поверхности

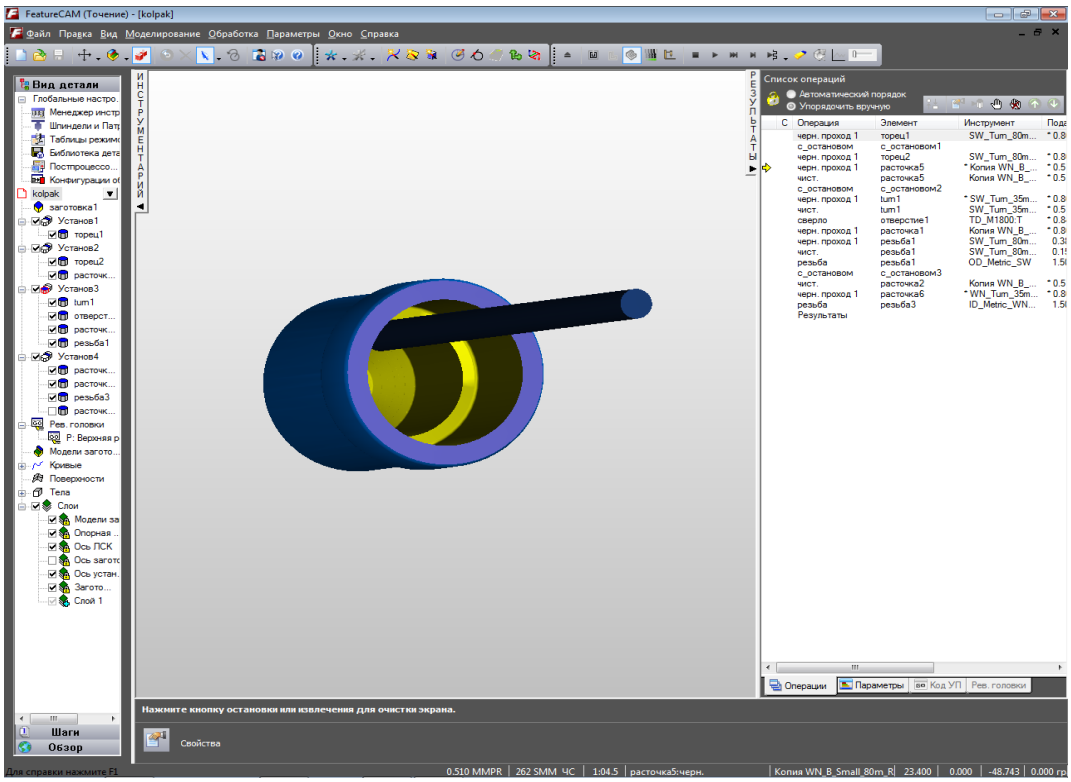


Рисунок 3.6 – Операция 15

Операция 20 – контурная обработка наружной поверхности, сверление отверстия ⌀18 мм, нарезание резьбы М24х1,5-6g

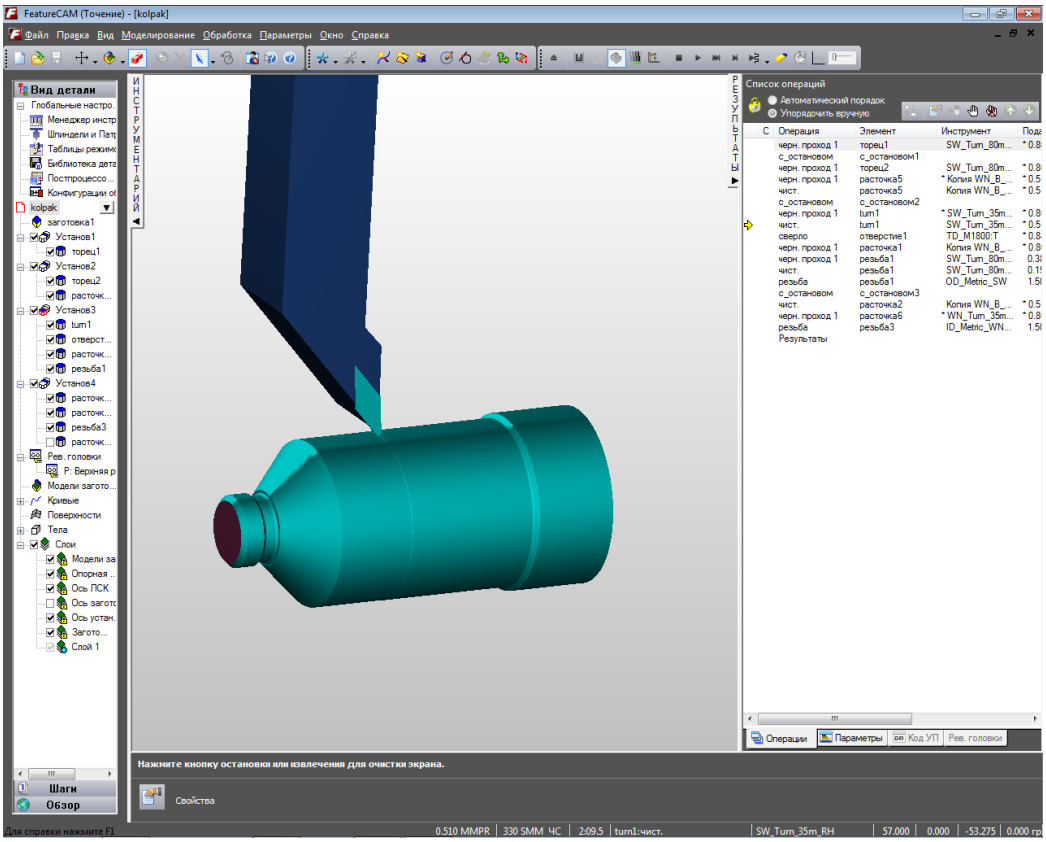


Рисунок 3.7 – Операция 20, контурная обработка

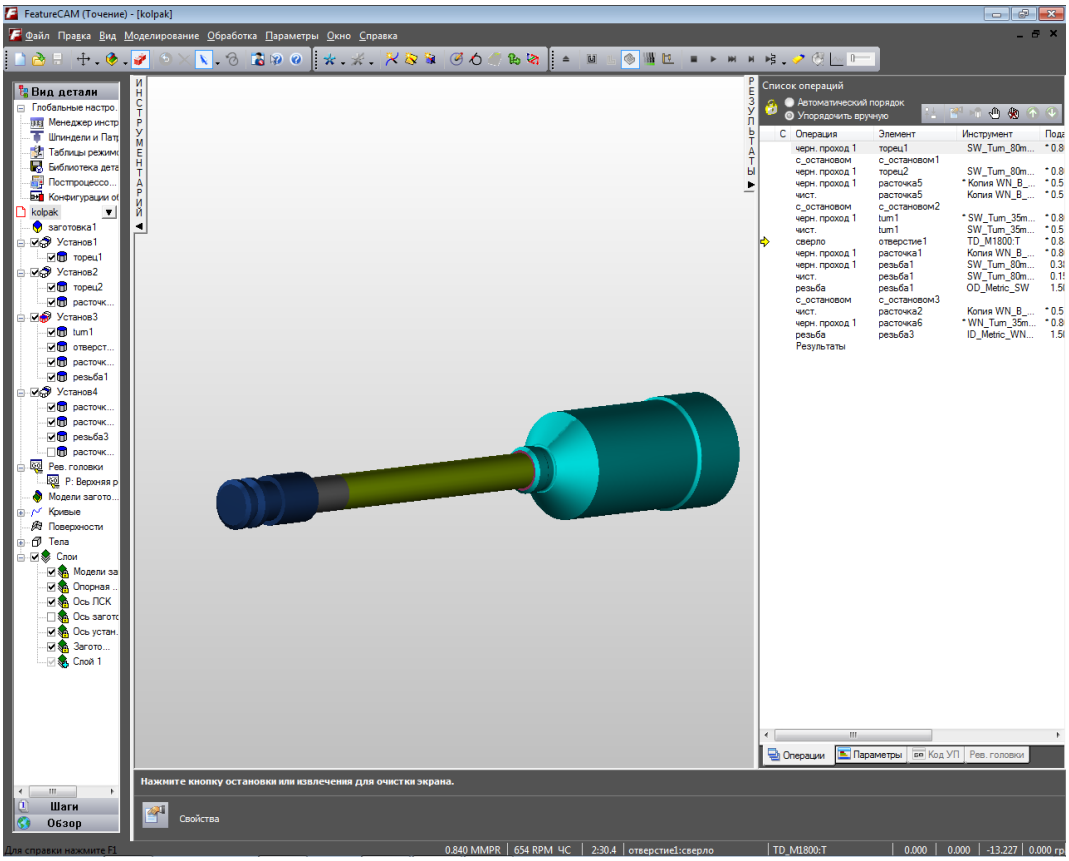


Рисунок 3.8 – Операция 20, сверление отверстия Ø18 мм

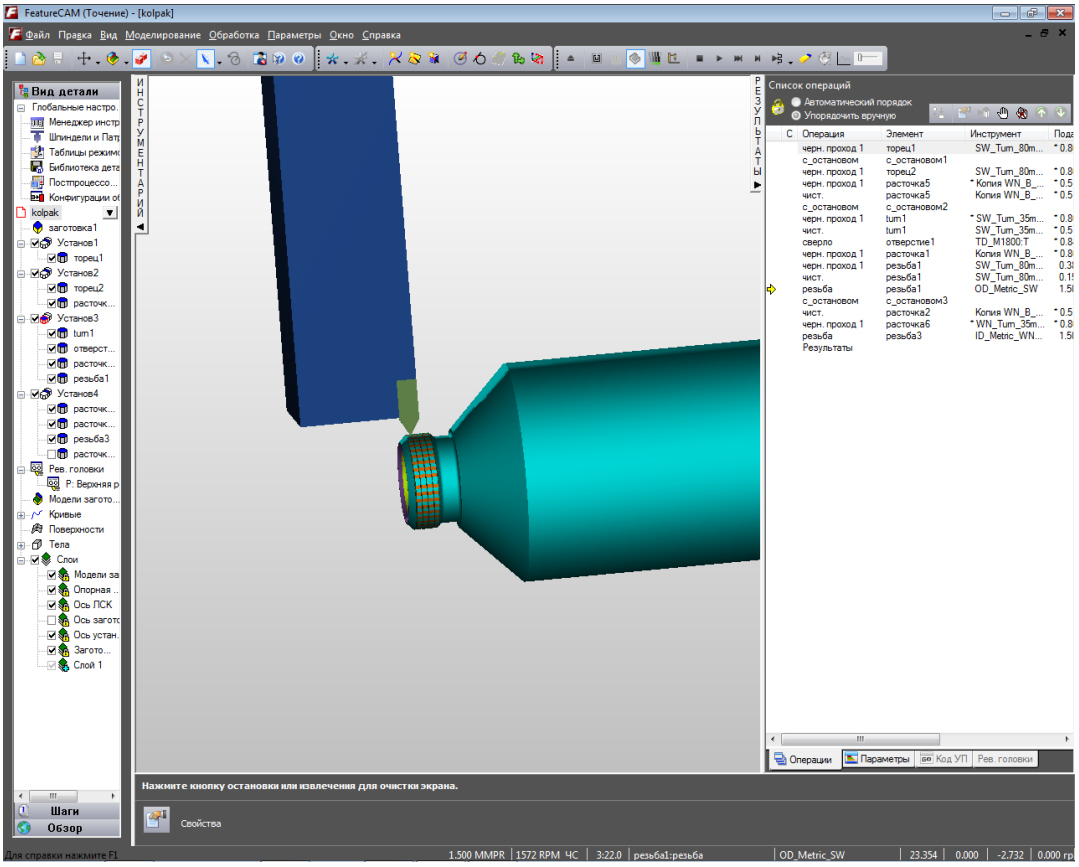


Рисунок 3.9 – Операция 20, нарезание резьбы M24x1,5-6g

3.3 Автоматизированное проектирование технологического процесса

Computer-Aided Process Planning (CAPP) («автоматизированная система технологической подготовки производства») — это программные продукты, помогающие автоматизировать процесс подготовки производства, а именно планирование (проектирование) технологических процессов. Задача CAPP: по чертежам, спецификациям и трёхмерным моделям изделий, выполненным в CAD, осуществить технологическое проектирование изготовления деталей, сформировав на выходе комплект технологических карт (ОК, МК, МОК и т.д.), куда входят сведения о последовательности технологических операций изготовления детали, а также сборочных операциях (при необходимости); оборудование, используемое на каждой операции, приспособление и инструмент, при помощи которого на операциях выполняется обработка. Обычно технологическая подготовка производства заключается в проектировании

технологических процессов на новые изделия, или адаптация технологических процессов по уже имеющейся базе типовых технологических процессов.

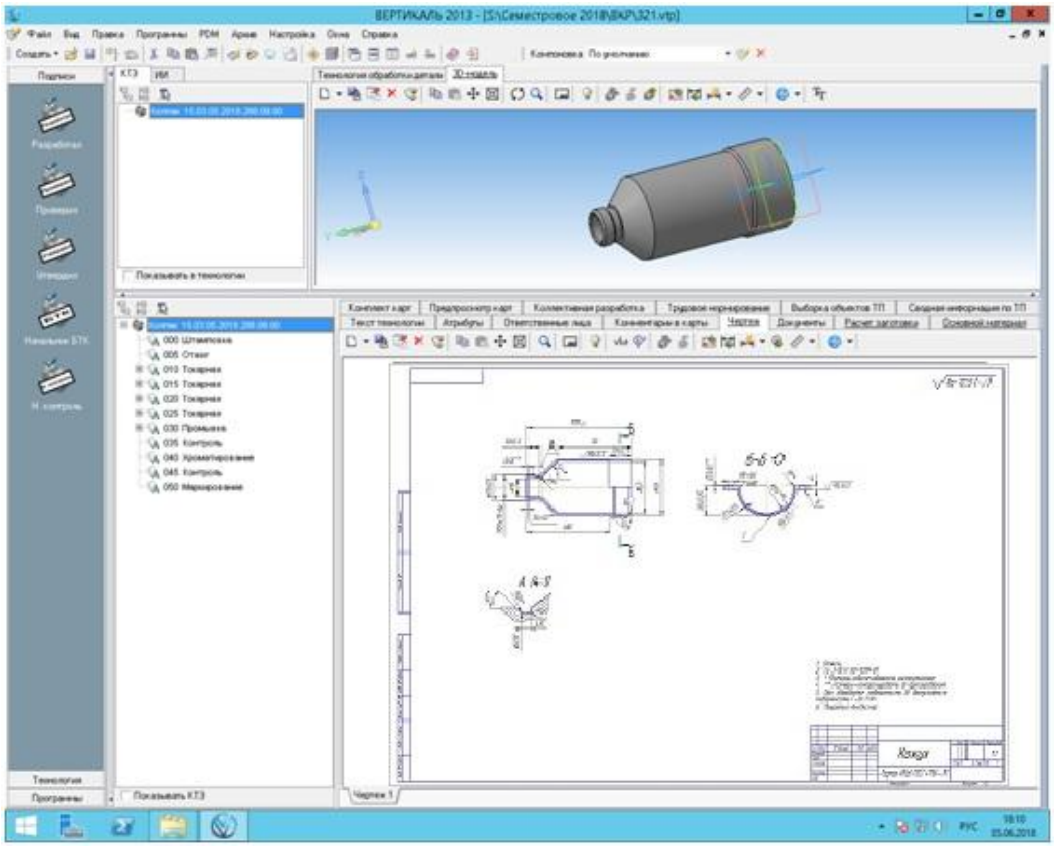


Рисунок 3.13 – Общий вид программы

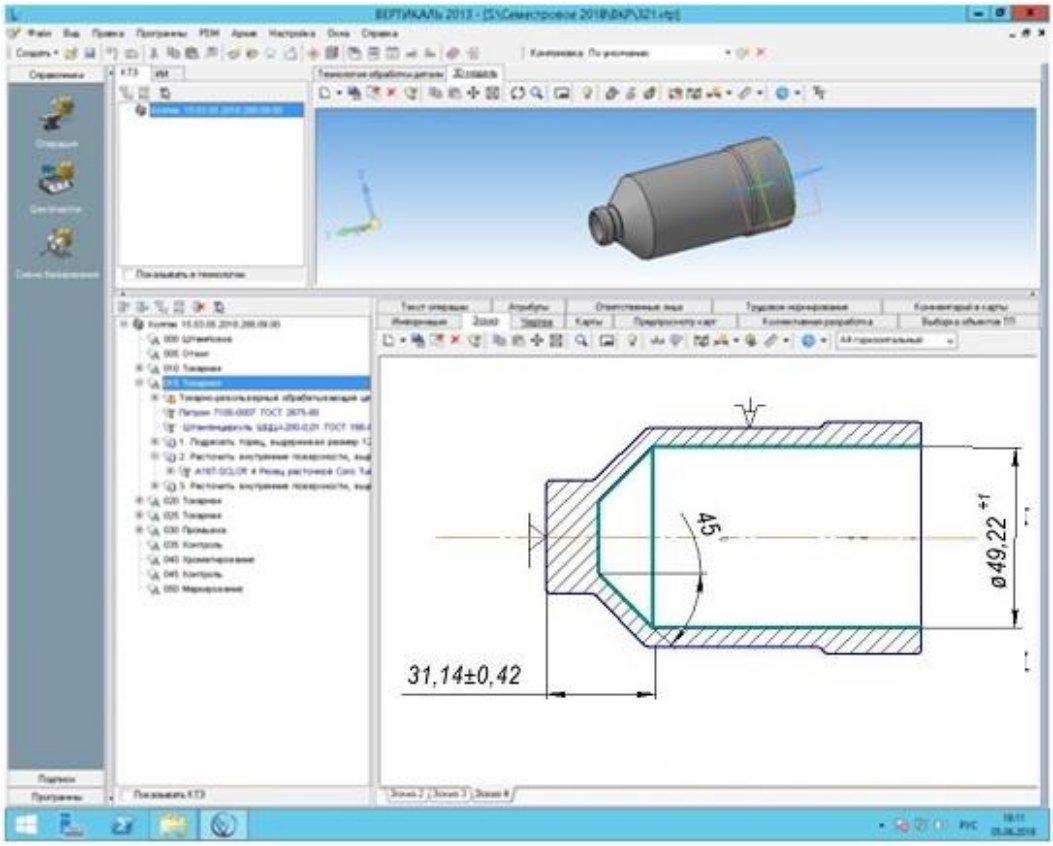


Рисунок 3.14 – Операция 15, переход 3 – Расточка внутренней полости

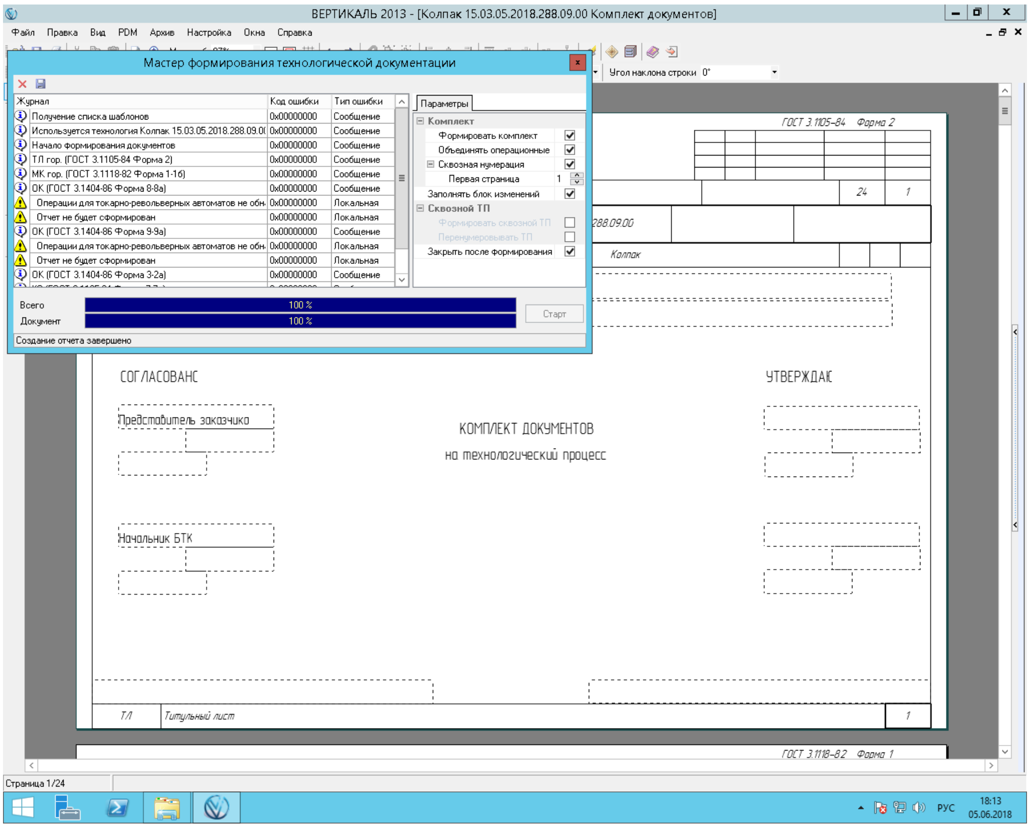


Рисунок 3.15 – Формирование комплекта документов на технологический процесс

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

	2	1

Разраб.				ЮУрГУ		
Пров.	Миков Ю.Г.					
Н. контр.				Кожух	КП	015

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИ
Токарная с ЧПУ	АМг6 ГОСТ 21488-97						

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ
HAAS ST-10		0,266	1,33	21,7	3,57	1,5-3% Укринол - 1

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/об	Об/мин	м/мин
О02	1. Установить и закрепить заготовку								
Т03	Номер станочного приспособления								
Р04									
О05	2. Точить поверхность 4 согласно эскизу								
Т06	Резец , Калибр-пробка 9205-0285 ГОСТ 16780-71						0,8	1343	253,2
Р07									
О08	3. Расточить поверхность 5 согласно эскизу						0,51	1771	261,5
Т09	Резец , Калибр-пробка 9205-0285 ГОСТ 16780-71								
Р10									
О11	4. Расточить поверхность 5 согласно эскизу						0,51	1861	286,5
Т12	Резец , Калибр-пробка 9205-0285 ГОСТ 16780-71								
Р13									
ОК									

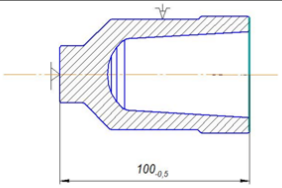
ГОСТ 3.11105-84 Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

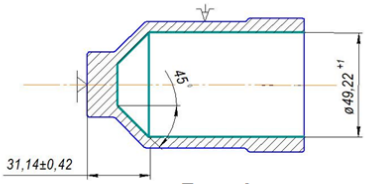
Кожух

Разраб.			
Пров.	Миков Ю.Г.		
Н. контр.			

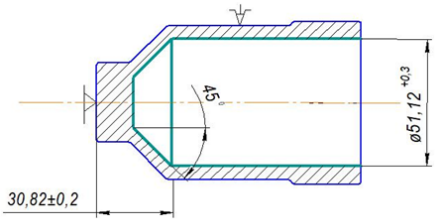
015



Переход 1



Переход 2



Переход 3

КЭ

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчет количества основного технологического оборудования

Для серийного производства наиболее рационально проводить расчет для переменно-поточной линии.

Число станков в переменно-поточной линии:

$$C_{\text{расч}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_{\text{ш-к}\,i} N_i}{F_o \cdot 60 \cdot K_{\text{п}}}, \quad (4.1)$$

где $F_o -$ Эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч [8, с. 18]

$t_{\text{ш-к}\,i}$ и $N -$ соответственно штучно-калькуляционное время операции изготовления i-ой детали на станке и её программа выпуска;

n – количество разных деталей, изготовляемых на данной линии.

$K_{\text{п}} -$ коэффициент переналадки, $K_{\text{п}} = 0{,}95$.

Рассчитаем необходимое количество станков для нашей детали на 10, 15, 20 и 25 операции.

$$C_{\text{расч10}} = \frac{2{,}59 \cdot 2000}{3890 \cdot 60 \cdot 0{,}95} = 0{,}035.$$

Аналогично рассчитываем для других операций. Результат приведен в таблицу 11.

Таблица 11–Расчет количества станков

Наименование детали	Годовая программа выпуска, шт.	Штучное время $t_{\text{ш-к}\,i}$			
		Станок токарный для 10 операции	Станок токарный для 15 операции	Станок токарный для 20 операции	Станок токарный для 25 операции
Кожух	2000	2,59	3,57	4,17	4,13
Расчетное число станков $C_{\text{расч}}$		0,035	0,048	0,056	0,056
Коэффициент загрузки $k_{\text{з}}$		0,035	0,048	0,056	0,056

Получившиеся коэффициенты загрузки оказались очень малы. Рациональнее объединить все операции на один станок. Получившийся коэффициент загрузки равен сумме коэффициентов загрузки на каждой операции:

$$\sum_{i=1}^{n} k_з = k_{з10} + k_{з15} + k_{з20} + k_{з25} = 0{,}035 + 0{,}048 + 0{,}056 + 0{,}056 = 0{,}195$$

Видно, что, даже объединив все операции на один станок, коэффициент загрузки получается очень малым, поэтому на этом станке будут обрабатываться другие детали для дозагрузки оборудования.

4.2Определение числа производственных рабочих

Для выполнения операции на одном станке нам понадобится два оператора – наладчика для двух смен.

4.3Выбор вида межоперационного транспорта, способа снабжения участка СОТС, удаление стружки с рабочих мест

В цеху применяю напольно-тележечный транспорт с подъемной платформой и грузозахватывающими устройствами. Электрокары используют как межцеховой транспорт. Они предназначены для перемещения и подъема грузов по ровной поверхности. В качестве транспортного средства на участке применяем ручные тележки с размерами 600х900 мм. Для складирования заготовок и готовых деталей возле проезда применяются стеллаж. Так же для складирования необходимой оснастки и инструмента, применяемого для изготовления изделия, применяется стеллаж, размещенный в непосредственной близости к рабочему месту.

Для перемещения заготовок применяется специальная тара, представляющая собой прямоугольную тару с ячейками под каждую заготовку. Такая тара удобна тем, что сразу можно определить, сколько заготовок находится в таре.

Между рабочими местами (станком, верстаком, моечной машиной и контрольным пунктом) предусмотрены тумбочки для передачи и временного складирования тар с заготовками.

Способ подачи СОЖ – децентрализованный, он предусматривает приготовление СОЖ в специальном отделе, подачу СОЖ из отдела в таре. Отработанная СОЖ удаляется в таре в отдел приготовления и переработки. Применяется в цехах с небольшим количеством станков.

Для серийного производства в цехе будет производиться обработка различных деталей из разных материалов. Для таких условий целесообразно применять индивидуальные тары для стружки. В станке Haas ST-10, предусмотрен конвейер, по которому стружка собирается в такую индивидуальную тару. Заполненную стружкой тару, с помощью крана, перемещают и высыпают в накопительную тару для сбора стружки, соответствующего материала с размерами 800х1200 мм, а ту, в свою очередь, отправляют на участок переработки.

4.4Выбор подъемно-транспортного средства, описание участка

Для среднесерийного производства характерна расстановка оборудования на участке по технологическому признаку.

В качестве подъемно-транспортного средства используем кран мостовой электрический однобалочный опорный типа 1 исполнения А ГОСТ 22045-89.

Применение мостового крана позволяет добиться мобильности при перестановке и замене оборудования, более рационального использования производственной площади за счет снижения числа внутрицеховых проездов. Кроме того, они нужны для погрузки и транспортировки тар с заготовками и стружкой.

Для пролета шириной 18 м; грузоподъемностью крана – 5 т; применяется следующее обозначение выбранного крана:

1–А–5–16,5–12–380– ГОСТ 22045-89

4.5Выбор и описание здания

Для организации механосборочного производства рекомендуется применять одноэтажные здания, что облегчает установку тяжелого оборудования и упрощает транспортные связи между отдельными цехами. Здание должно располагаться на ровной местности для постройки колонн на одном уровне и возможности применения подъемного крана.

Сетка колонн для одноэтажных зданий, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 50т, принимаем 18х12 м.

Расчет параметров здания будем вести по методике, представленной в [8, с.41–44].

Определим высоту H цеха до нижнего пояса ферм. Для этого сначала определим высоту H_1 от уровня пола до головки рельсового пути:

$$H_{1\text{расч}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (3.2)$$

где h_1- максимальная высота габаритного оборудования;

h_2- минимально допустимое расстояние между станком и грузом;

h_3- высота транспортируемых грузов со стропами;

h_4- высота крана по паспорту, характеризует расстояние от верхней точки положения крюка, до рельсового пути.

Расчетное значение $H_{1\text{расч.}}$, приводят к стандартному значению, округляя в большую сторону, и в соответствии с ним определяют высоту пролета.

Максимальная высота применяемого станка Haas St-10 равна 1,93 м. По методике, h_1 не может быть менее 2,3 м, поэтому принимаем $h_1 = 2{,}3$ м;

$h_2 = 0{,}5$ м (не менее 0,4м);

$h_3 = 2{,}2$ м;

$h_4 = 1{,}1$ м; [8, с.60, таблица П1].

$$H_{1\text{расч.}} = 2{,}3 + 0{,}5 + 2{,}2 + 1{,}1 = 6{,}1 \text{ м.}$$

Округляем в большую сторону получившееся расчетное значение $H_{1\text{расч.}}$ до стандартного значения с учетом ширины пролета 18 м, типа крана и его грузоподъемности в 5т:

$$H_1 = 6{,}15 \text{ м.}$$

По найденному значению H_1 определим высоту цеха *H:*

$$H=8{,}4\text{м.}$$

По ГОСТ 25628-90. Колонны железобетонные для одноэтажных зданий предприятий. Технические условия. Выбираем колонны типа КК – для каркасов зданий, оборудованных мостовыми электрическими опорными кранами, при стропильных конструкциях покрытий с прямолинейным нижним поясом. Для принятой высоты здания Н=8,4 м и грузоподъемности крана – 5т принимаем

колонны с сечением 600х400 в основании и 380х400 выше опор под кран. Типоразмер колонн по ГОСТ 25628-90: 1КК84.

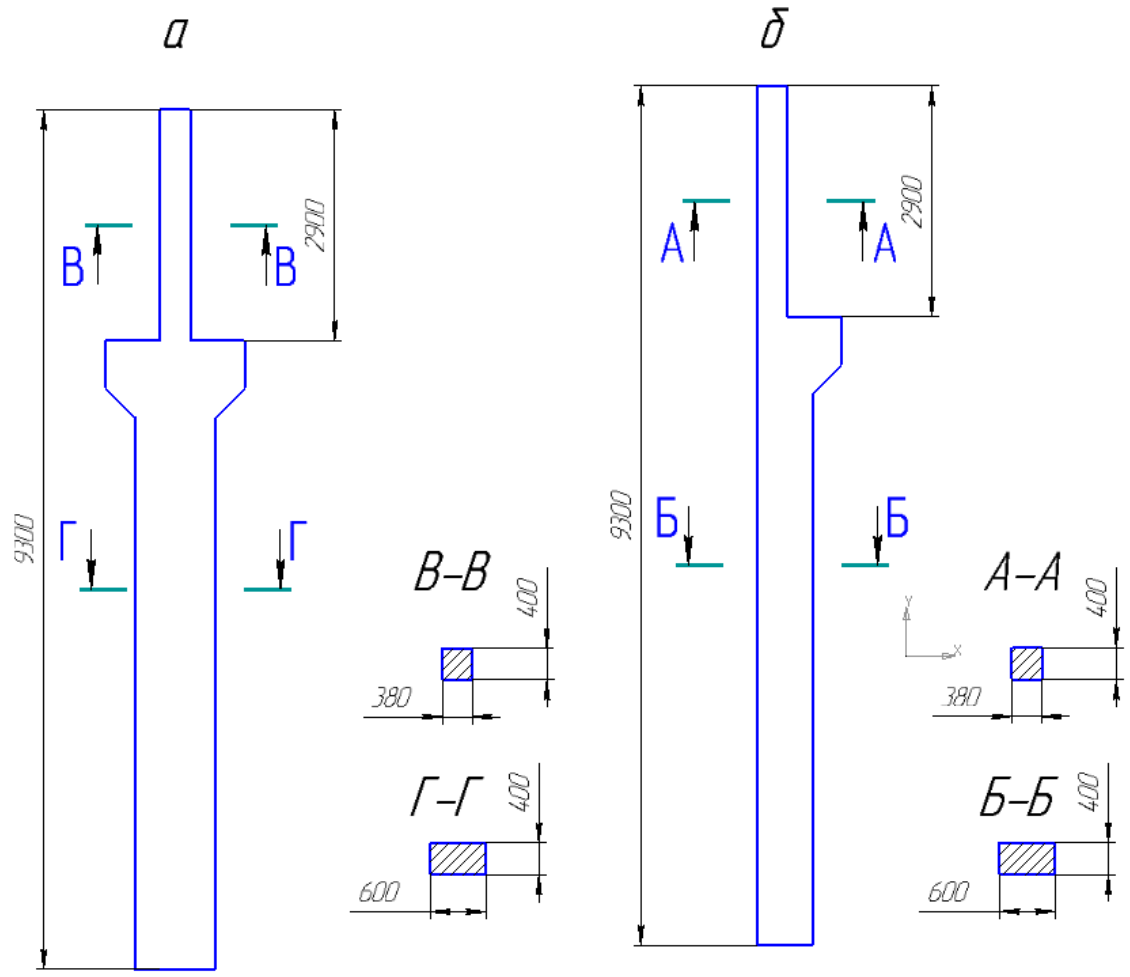


Рисунок 4.1 – Размеры колонн

а – колонна для средних рядов; б – колонна для крайних радов

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека с техносферой.

Цель БЖД как науки – сохранения здоровья и жизни человека в техносфере, защитой его от опасностей техногенного, антропогенного, естественного происхождения и созданием комфортных условий жизнедеятельности.

5.1 Производственный микроклимат

Микроклимат на производстве – это комплекс физических факторов производственной среды, оказывающих преимущественное влияние на теплообмен организма. К ним относятся:

– температура воздуха, ^{o}C;

– относительная влажность, %;

– скорость движения воздуха, м/с;

– интенсивность теплового облучения, Вт/м2 ;

– температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), ^{o}C.

Нормирование параметров микроклимата осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88.

Для оценки характера одежды и акклиматизации организма в разное время года введено понятие периода года. Различают теплый и холодный период года. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С и выше, холодный – ниже +10 °С.

При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые. Характеристику производственных помещений по категории выполняемых в них работ устанавливают по категории работ, выполняемых 50 % и более работающих в соответствующем помещении.

На участке механической обработки детали «Кожух» присутствуют работы средней тяжести, с затратой энергии 175–232 Вт, температурой воздуха 19–21°С, относительной влажностью воздуха 60–40%, скоростью движения воздуха до 0,2

м/с (категория IIа) и 233–290 Вт, температурой воздуха 17–19°С, относительной влажностью воздуха 60–40%, скоростью движения воздуха до 0,2 м/с (категория IIб). В категорию II входят работы, связанные с ходьбой и переноской (до 10 кг для женщин и до 17 кг для мужчин) тяжестей. Также в цеху присутствуют тяжелые работы (категория III) с затратой энергии более 290 Вт, сюда относят работы, связанные с систематическим физическим напряжением, в частности, с постоянным передвижением, с переноской значительных (более 10 кг для женщин и более 17 кг для мужчин) тяжестей (в кузнечных, литейных цехах с ручными процессами и др.). [15, с.99]

5.2Производственное освещение

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объекта за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда.

При освещении производственных помещений используют естественное освещение, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняющимся в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы; искусственное освещение, создаваемое электрическими источниками света, и комбинированное освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным.

Конструктивно естественное освещение подразделяют на боковое (одно– и двустороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее – через световые проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное –

сочетание верхнего и бокового освещения. Искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух видов – общее и комбинированное. Систему общего освещения применяют в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (литейные, сварочные, гальванические цехи), а также в административных, конторских и складских помещениях.

Различают общее равномерное освещение (световой поток распределяется равномерно по всей площади без учета расположения рабочих мест) и общее локализованное освещение (с учетом расположения рабочих мест).

При выполнении точных зрительных работ (например, слесарных, токарных, контрольных) в местах, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), наряду с общим освещением применяют местное. Совокупность местного и общего освещения называют комбинированным освещением.

На участке механической обработки детали «Кожух» применяется комбинированное освещение с использованием боковых световых проемов в наружных стенах и светильников с светорассеивающими стеклами для устранения резких теней и бликов.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и специальное, которое может быть охранным, дежурным, эвакуационным, эритемным, бактерицидным и др.

Применяется рабочее освещение, предназначенное для обеспечения нормального выполнения производственного процесса, прохода людей, движения транспорта и является обязательным для всех производственных помещений.

Применяется аварийное освещение для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при авариях) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение технологического процесса и т. д. Минимальная освещенность рабочих поверхностей при аварийном освещении

должна составлять 5 % нормируемой освещенности рабочего освещения, но не менее 2 лк.

Применяется эвакуационное освещение, предназначенное для обеспечения эвакуации людей из производственного помещения при авариях и отключении рабочего освещения; организуется в местах, опасных для прохода людей: на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работают более 50 чел. Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках при эвакуационном освещении не менее 0,5 лк, на открытых территориях — не менее 0,2 лк.

Применяется охранное освещение; устраивают вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом. Наименьшая освещенность в ночное время 0,5 лк.

Применяется сигнальное освещение для фиксации границ опасных зон; оно указывает на наличие опасности либо на безопасный путь эвакуации.[16, с.249]

5.3 Пожарная безопасность

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Он характеризуется: образованием открытого огня и искр; повышенной температурой воздуха, предметов и т. п., токсичных продуктов горения и дыма; пониженной концентрацией кислорода; повреждением зданий, сооружений и установок; возникновением взрывов. Все это относится к опасным и вредным факторам, воздействующим на людей [15, с.88].

Так как в технологическом процессе, изготовления детали «Кожух», применяем горючие вещества, то опасность пожара и взрыва может возникнуть как внутри аппаратуры, так и вне ее, в помещении и на открытых площадках. Большую опасность представляют аппараты, емкости и резервуары с горючими жидкостями, так как они не бывают заполнены до предела и в пространстве над уровнем жидкости образуется паровоздушная взрывоопасная смесь.

Для прекращения горения необходимо: не допустить проникновения в зону горения окислителя, а также горючего вещества; охладить эту зону ниже температуры воспламенения; механически срывать пламя. На этих

принципиальных методах и основаны известные способы и приемы тушения пожаров. К огнегасительным веществам относятся: вода, химическая и воздушно-механическая пены, водные растворы солей, инертные и негорючие газы, водяной пар, галоидоуглеводородные огнегасительные составы и сухие огнетушащие порошки. При планировки участка механической обработки детали «Кожух», мы предусмотрели пожарный щит с инвентарем и ящиком с песком. Все элементы смонтированы и постоянно находятся в готовности к действию. Так же присутствуют огнетушители, для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития.

5.4 Электробезопасность

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

Термическое действие тока проявляется ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, расположенных на пути тока, вызывая в них значительные функциональные расстройства. Электролитическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в том числе крови, в нарушении ее физико-химического состава. Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Биологическое действие тока проявляется раздражением и возбуждением живых тканей организма, а также нарушением внутренних биологических процессов.

Исход поражения человека электротоком зависит от многих факторов: силы тока и времени его прохождения через организм, характеристики тока (переменный или постоянный), пути тока в теле человека, при переменном токе – от частоты колебаний.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 с – 2

мА, при 10 с и менее — 6 мА. Ток, при котором пострадавший не может самостоятельно оторваться от токоведущих частей, называется неотпускающим.

Из возможных путей протекания тока через тело человека (голова — рука, голова — нога, рука — рука, нога — рука, нога — нога и т. д.) наиболее опасен тот, при котором поражается головной мозг (голова — рука, голова — нога), сердце и легкие (рука — нога). Неблагоприятный микроклимат (повышенная температура, влажность) увеличивает опасность поражения током, так как влага (пот) понижает сопротивление кожных покровов.

Согласно Правил устройства электроустановок (ПУЭ), для защиты от поражения электрическим током применяются следующие меры защиты от прямого прикосновения (прикосновения к токоведущим частям): изоляция токоведущих частей; исключение доступа к ним с помощью ограждений и оболочек либо за счет установки барьеров; размещение токоведущих частей вне зоны досягаемости; применение сверхнизкого (малого) напряжения (в системах освещения, в ручном электрофицированном инструменте и в некоторых других случаях).

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ, при наличии требований ПУЭ следует применить устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим током не более 30 мА.

Защитное отключение электроустановок обеспечивается путем введения устройства, автоматически отключающего оборудование – потребитель тока при возникновении опасности поражения током. Система срабатывает на превышение какого-либо параметра в электрических цепях технологического оборудования (силы тока, напряжения, сопротивления изоляции).

Повышение электробезопасности достигается также путем применения изолирующих, ограждающих, предохранительных и сигнализирующих средств защиты.

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные. Основные изолирующие электрозащитные средства способны

длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением, и работать на этих частях. К таким средствам относятся: в электроустановках напряжением до 1000 В – диэлектрические резиновые перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения до 1000 В (ранее назывались токоискателями); в электроустановках напряжением выше 1000 В – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, а также указатели напряжения выше 1000 В.

Дополнительные изолирующие электрозащитные средства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защищать человека от поражения током. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться. К дополнительным изолирующим средствам относятся: в электроустановках напряжением до 1000 В – диэлектрические галоши, коврики и изолирующие подставки; в электроустановках напряжением выше 1000 В – диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки.

Ограждающие средства защиты предназначены для временного ограждения токоведущих частей (временные переносные ограждения, щиты, ограждения–клетки, изолирующие накладки, изолирующие Кожухи).

Сигнализирующие средства включают запрещающие и предупреждающие знаки безопасности, а также плакаты: запрещающие, предостерегающие, разрешающие, напоминающие. Чаще всего используется предупреждающий знак «Проход запрещен».

Предохранительные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий. К ним относят: защитные очки, противогазы, специальные рукавицы и т. п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был проведен анализ существующего технологического процесса, за счет которого были выявлены аспекты для модернизации и усовершенствования тех. процесса. Представлен вариант механической обработки детали «Кожух», который удовлетворяет требованиям по точности, заданным в чертеже, и эксплуатационным условиям детали.

Были спроектированы станочные и контрольное приспособление. Рассчитаны конструктивные и силовые характеристики. В ходе проектирования контрольного приспособления были использованы возможности 3D-проектирования, что значительно упростило и автоматизировало процесс проектирования, дало наглядное представление спроектированного приспособления.

Для повышения гибкости и производительности производства мы внедрили станки с ЧПУ управлением. По расчетам количества оборудования мы выяснили, что для выполнения всей обработки достаточно одного станка, причем он оказался недозагружен. На основе этого приняли решение параллельно обрабатывать детали на этом станке схожие по технологическому признаку и типоразмеру с нашей деталью для дозагрузки оборудования. Так же при использовании станков с ЧПУ мы повысили точность обработки, уменьшили количество бракованных деталей, благодаря уменьшению влияния человеческого фактора и сократили цикл обработки детали за счет уменьшения вспомогательного времени.

Выбрали вид межоперационного транспорта, способ снабжения участка СОЖ, способ удаления стружки с рабочих мест; выбрали подъемно-транспортное средство и рассчитали высоту пролета.

Были определены условия по охране жизни и здоровья рабочих от вредных производственных факторов. Определены параметры освещения, оптимальные условия микроклимата, меры пожарной безопасности, меры электробезопасности.

На основе чертежа детали и анализа действующего технологического процесса мною был разработан новый технологический процесс. Было определено необходимое количество операции и переходов, с учетом параметров

точности, задаваемых чертежом. Численно определены параметры точности (квалитет, несоосность) на выбранных стадиях обработки.

Для определения припусков на стадиях обработки, необходимых в дальнейшем для расчетов режимов резания, был сделан размерный анализ технологического процесса. Также размерный анализ необходим для определения припусков для изготовления заготовки.

На основе ранее рассчитанных припусков и параметров точности были рассчитаны режимы резания для всех операции и переходов. Расчет проводился на основе технической литературы, представленной в библиографическом списке.

Задачи по охране жизни и здоровья персонала, работающего на предприятии, остро стоят в наши дни. Также большое внимание уделяется защите окружающей среды. Эти вопросы рассмотрены в разделе безопасности жизнедеятельности.

В данной квалификационной работе была повышена конкурентная способность, снижена трудоемкость за счет технического перевооружения в особенности устаревшее морально и физически оборудование и была повышена гибкость оборудования за счет использования станков с ЧПУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Миков Ю.Г. Размерный анализ технологических процессов механической обработки: учебное пособие для самостоятельной работы / Ю.Г. Миков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 96 с.

2 Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.

3 Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. Режимы резанья для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / Под ред. В.И. Гузеева. М.: Машиностроение, 2005.

4 Миков Ю.Г. Технология машиностроения: учебное пособие к курсовому проектированию. – Челябинск: Изд–во ЮУрГУ, 2005. – 39 с.

5 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика, 1990. — Ч. I. Нормативы времени. — 208 с.

6 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика, 1990. — Ч. II. Нормативы режимов резания. — 311 с.

7 Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. — 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. — 65 с.

8 Кучина О.Б. Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие к практическим занятиям / О.Б. Кучина; под ред. Ю.Г. Микова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 63 с.

9 Андреев Г.Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов / Г.Н. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. Ю.М. Соломенцева. – 3-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2001. – 415 с.: ил.

10 Кучина О.Б. Технологическая оснастка: учебное пособие по курсовому проектированию / О.Б. Кучина; под ред. Ю.Г. Микова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 60 с.

11 Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.; Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с. – ISBN 5-283-04013-5

12 Миков Ю.Г. Балинский С.В. Заготовки в машиностроении. Учебное пособие к курсовому проекту. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999. – 37 с.

13 Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г.Суслова, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправ. – М.: Машиностроение-1, 2003г. 944 с., ил.

14 Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.

15 Безопасность жизнедеятельности. Управление охраной труда и промышленной безопасностью: учеб. пособие / О.П. Ляпина. Изд. 2-е, испр. и доп. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 239 с.

16 Безопасность жизнедеятельности: Учебник для студентов средних специальных учебных заведений / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.Ф.Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В.Белова.- 3-е изд., испр. и доп.- М.: Высш. шк., 2003.-357 с.: ил.

17 Основы конструирования приспособлений в машиностроении. В.С. Корсаков. М.; изд-во «Машиностроение», 1971, 288 с.

18 Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2015.–320 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

19 Официальный сайт CANDVIK Coromant [электронный ресурс] – https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx

ПРИЛОЖЕНИЕ

1 Чертеж – Заготовка «Кожух»

2 Чертеж – Расчетно-технологическая карта на операцию 10 с ЧПУ

3 Чертеж – Размерный анализ технологического процесса

4 Чертеж – Станочное приспособление для операции 010, 015 и 025

5 Чертеж – Станочное приспособление для операции 020

6 Чертеж – Контрольное приспособление

7 Чертеж – Планировка участка и разрез здания

8 Плакат – Контрольное приспособление 3D

9 Спецификация на станочное приспособление для операции 010, 015 и 025

10 Спецификация на станочное приспособление для операции 020

11 Спецификация на контрольное приспособление

12 Спецификация на планировку участка и разрез здания

13 Комплект документов на технологический процесс изготовления детали защитный кожух