

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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
Заведующий кафедрой, к.т.н.
_____ А.В.Плаксин
« ____ » _____ 2017 г.

Участок механической обработки цилиндра главного тормоза автомобиля «Урал»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ – 15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ ВКР

Консультант, ст. преподаватель
строительный раздел
_____ / О.Б Кучина /
« ____ » _____ 2017 г.

Руководитель, ст. преподаватель
_____ / О.Б Кучина /
« ____ » _____ 2017 г.

Консультант, ст. преподаватель
безопасность жизнедеятельности
_____ / Е.С Шапранова /
« ____ » _____ 2017 г.

Автор
студент группы МиМС - 441
_____ / А.Е Лысова /
« ____ » _____ 2017 г.

Консультант, ст. преподаватель
автоматизированное производство
_____ / Я.В Высогорец /
« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер, ст. преподаватель
_____ / Е.С Шапранова /
« ____ » _____ 2017 г.

Миасс 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО – УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
в г. Миассе

Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Технология производства машин»
Направление «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В. Плаксин
_____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента
Лысовой Алёны Евгеньевны
(Ф. И.О. полностью)

Группа МиМС-441

1. Тема работы

Участок механической обработки цилиндра главного тормоза автомобиля «Урал»

(название)

утверждена приказом по университету от _____ 20__ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 16.06.2017

3. Исходные данные к работе

1 Чертеж детали «Цилиндр главного тормоза»;

2 Годовая программа выпуска $N = 30439$ шт для двухсменного режима работы;

3 Материалы преддипломной практики;

4 Методические указания к выполнению ВКР

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих
разработке вопросов)

ВВЕДЕНИЕ

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание конструкции и назначения детали;

1.2 Анализ технологичности детали;

1.3 Анализ действующего технологического процесса и предложения по его усовершенствованию;

1.4 Выбор и описание заготовки;

1.5 Выбор маршрута обработки с разработкой операционных эскизов;

1.6 Размерный анализ:

1.6.1 Линейный размерный анализ;

1.6.2 Диаметральный размерный анализ;

1.7 Выбор оборудования и оснастки;

1.8 Расчет режимов резания;

1.9 Техническое нормирование

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Проектирование и расчет станочного приспособления для сверлильной операции;

2.2 Проектирование и расчет контрольного приспособления;

2.3 Проектирование и расчет контрольного приспособления для проверки перпендикулярности;

2.4 Проектирование хонинговальной головки

3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3.1 Симуляция механической обработки на станке с ЧПУ

3.2 Построение 3D модели станочного приспособления

3.3 Автоматизация технологического процесса детали

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчет количества единиц оборудования и их коэффициентов загрузки;

4.2 Расчет числа производственных рабочих;

4.3 Выбор подъемно-транспортного средства и расчет высоты пролета;

4.4 Описание планировки участка

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Производственный микроклимат;

5.2 Производственное освещение;

5.3 Пожарная безопасность;

5.4 Вентиляция и отопление;

5.5 Несчастные случаи

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

1 Заготовка «Цилиндр главного тормоза»(0,5А1)

2Размерный анализ (А1)

3 Станочное приспособление для сверлильной операции (А1)

4 Контрольное приспособление (А1)

5 Контрольное приспособление 3D (А1)

6Контрольное приспособление для проверки перпендикулярности (А1)

7Хонинговальная головка (А1)

8Планировка участка и разрез здания (А1)

Всего 7,5 листов

6. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	О.Б.Кучина		
Безопасность жизнедеятельности	Е.С.Шапранова		
Автоматизированное проектирование	Я.В.Высогорец		

7.Дата выдачи задания 3 апреля 2017г.

Руководитель О.Б.Кучина
(подпись) (И.О. Ф.)

Задание принял к исполнению А.Е Лысова
(подпись студента) (И.О. Ф.)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Технологический раздел	03.04.2017-28.04.2017	
Конструкторский раздел	17.04.2017-05.06.2017	
Строительный раздел	01.06.2017-11.06.2017	
Безопасность жизнедеятельности	01.06.2017-11.06.2017	
Оформление пояснительной записки	12.06.2017-15.06.2017	
Представление ВКР руководителю	16.06.2017-20.06.2017	
Нормоконтроль	20.06.2017-26.06.2017	
Утверждение	20.06.2017-26.06.2017	

Заведующий кафедрой _____ /А.В. Плаксин/

Руководитель работы _____ /О.Б.Кучина/

Студент _____ /А.Е.Лысова/

АННОТАЦИЯ

Лысова А.Е. Участок механической обработки цилиндра главного тормоза автомобиля «Урал». – Миасс: ЮУрГУ, МиМС; 2017, 75 с. 39 ил., библиог. список – 12наим., 2 прил., 7 листов чертежей ф. А1, 1 лист чертежа ф. А2, 40 страниц карт техпроцесса

В данной выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс механической обработки цилиндра главного тормоза автомобиля «Урал». В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был произведен анализ существующего технологического процесса и выдвинуты предположения по его улучшению. Были рассчитаны припуски, операционные размеры и режимы резания для нового технологического процесса, проведено нормирование операций технологического процесса, спроектированы и рассчитаны станочное и два контрольных приспособления, режущий инструмент – хонинговальная головка.

Спроектирована 3D симуляция механической обработки на станке с ЧПУ, построена 3D модель контрольного приспособления, созданы карты технологического процесса в автоматизированной системе проектирования.

В строительном разделе рассчитано количество единиц оборудования и их коэффициентов загрузки, рассчитано количество производственных рабочих, выбрано подъемно-транспортное средство и произведен расчет высоты пролета здания, разработана планировка участка.

В разделе безопасности жизнедеятельности приведены нормы производственного микроклимата, освещения, пожарной безопасности, вентиляции и отопления. Описаны возможные несчастные случаи и способы их предотвращения

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Лысова				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Кучина					6	75
Реценз.					ЮУрГУ Кафедра ТПМ		
Н. Контр.	Шапранова						
Утверд.	Плаксин						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
1.1 Описание конструкции и назначение детали.....	11
1.2 Анализ технологичности детали	12
1.3 Анализ действующего технологического процесса и предложения по его усовершенствованию.....	13
При составлении плана обработки следует соблюдать следующие правила:....	13
1.4 Выбор и описание заготовки	17
1.5 Выбор маршрута обработки с разработкой операционных эскизов	17
1.6 Размерный анализ	29
1.6.1 Линейный размерный анализ.....	29
1.6.2 Диаметральный размерный анализ	31
1.7 Выбор оборудования и оснастки.....	35
1.8 Расчет режимов резания	37
1.9 Техническое нормирование	44
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1 Проектирование и расчет станочного приспособления для сверлильной операции.....	47
2.2 Проектирование и расчет контрольного приспособления	50
2.4 Проектирование приспособления для проверки перпендикулярности	53
2.5 Проектирование хонинговальной головки для предварительного хонингования.....	55
3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	
3.1 Симуляция механической обработки на станке с ЧПУ	59
3.2 Построение 3D модели контрольного приспособления	61
3.3 Автоматизация технологического процесса детали.....	62
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	
4.1 Расчет количества единиц оборудования и их коэффициентов загрузки.....	63
4.2 Расчет числа производственных рабочих	64
4.3 Выбор подъемно-транспортного средства и расчет высоты пролета	65

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		7

4.4 Описание планировки участка.....	66
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1 Производственный микроклимат.....	69
5.2 Производственное освещение	70
5.3 Пожарная безопасность.....	71
5.5 Несчастные случаи на производстве	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	76
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СПЕЦИФИКАЦИИ.....	108

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения. Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. От принятой технологии производства во многом зависит надёжность работы выпускаемых машин, а также экономика их эксплуатации.

Одна из наиболее важных задач, стоящих перед современным машиностроением - задача повышения научно-технического уровня, обеспечения быстрого роста производительности труда, повышение эффективности общественного производства, снижение затрат на производство, повышение культуры производства.

Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. Развитие новых прогрессивных технологических методов способствует конструированию более совершенных машин, снижению их себестоимости и уменьшению затрат труда на их изготовление.

Вопросы качества продукции и производительности труда неразрывно связаны между собой, и на практике при решении конкретных вопросов совершенствовании технологий, оборудования, оснащения, механизации и автоматизации должны решаться одновременно.

Обработка заготовок на станках с ПУ обеспечивает высокую степень автоматизации и широкую универсальность выполняемой обработки, требует меньших затрат времени на перестройку станка с одной операции на другую. Значительно облегчается перевод производства на новую продукцию, т. к. нет необходимости конструирования и изготовления сложных приспособлений и устройств.

При использовании станков с ЧПУ повышается точность обработки вследствие исключения влияния ошибок, вызванных недостаточной квалификацией рабочих. Особенно эффективно использование станков при обработке сложных деталей со сложными ступенчатыми или криволинейными контурами.

Применение систем автоматического управления процессом резания позволяет значительно увеличить точность обработки. Это достигается за счет компенсации влияния на точность не только силовых упругих деформаций, но и износа инструмента, увеличения производительности, обработки путем поддержания оптимальной скорости износа инструмента, расширения диапазона регулирования скорости резания, в котором точность работы не снижается.

Одной из главных задач технологии машиностроения является изучение закономерностей протекания технологических процессов и выявление параметров, воздействуя на которые можно интенсифицировать производство и повысить его точность. Знание этих закономерностей является основным условием рационального проектирования технологических процессов. Лишь на базе этих

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		9

закономерностей может решаться задача автоматизации производства. В каждом конкретном случае принятый вариант автоматизации должен подтверждаться точными технологическими и экономическими расчётами.

Темой данной выпускной квалификационной работы является проектирование участка механической обработки цилиндра главного тормоза.

Цель выпускной квалификационной работы: уменьшение затрат труда на ее изготовление за счет повышения коэффициента использования материала (уменьшение припусков на механическую обработку), снижения времени занятости рабочего (применение станков с ЧПУ), повышение производительности и гибкости участка и т.д.

В ходе разработки выпускной квалификационной работы основное внимание уделялось снижению трудоемкости изготовления детали, а также повышению производительности труда за счет уменьшения числа технологических переходов, а также внедрения современных режущих материалов и инструментов; повышению точности обработки за счет применения современных высокоточных станков и модернизации технологической оснастки.

Внедрение современных станков с ЧПУ позволяет снизить затраты времени на внедрение в производство новых изделий, а также повысится гибкость участка в целом, что даст возможность повысить отдачу участка за счет изготовления на участке других аналогичных по конструкции изделий.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		10

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание конструкции и назначение детали

Изделие цилиндр главного тормоза автомобиля «Урал» (рисунок 1.1) является составной частью усилителя пневматического тормоза и представляет собой корпусную деталь, в которую устанавливается подсобранный поршень 6 с уплотнительными манжетами 9, 11 и 19, отжимаемый в исходное положение пружиной 7. В углубление поршня устанавливается толкатель, в резьбовое отверстие М24х1,5-6Н цилиндра вворачивается расширительный бачок для тормозной жидкости «Нева» ТУ 6-0101163-78 (на рисунке отверстие закрыто крышкой 14). В передней части цилиндра устанавливаются нагнетательный и обратный клапаны 1, 2 и 3, в резьбовое отверстие М42х1,5-6Н вворачивается пробка 4 с цилиндрическим отверстием, необходимым для стравливания воздуха. Цилиндр главного тормоза крепится шестью болтами к цилиндру усилителя тормоза.

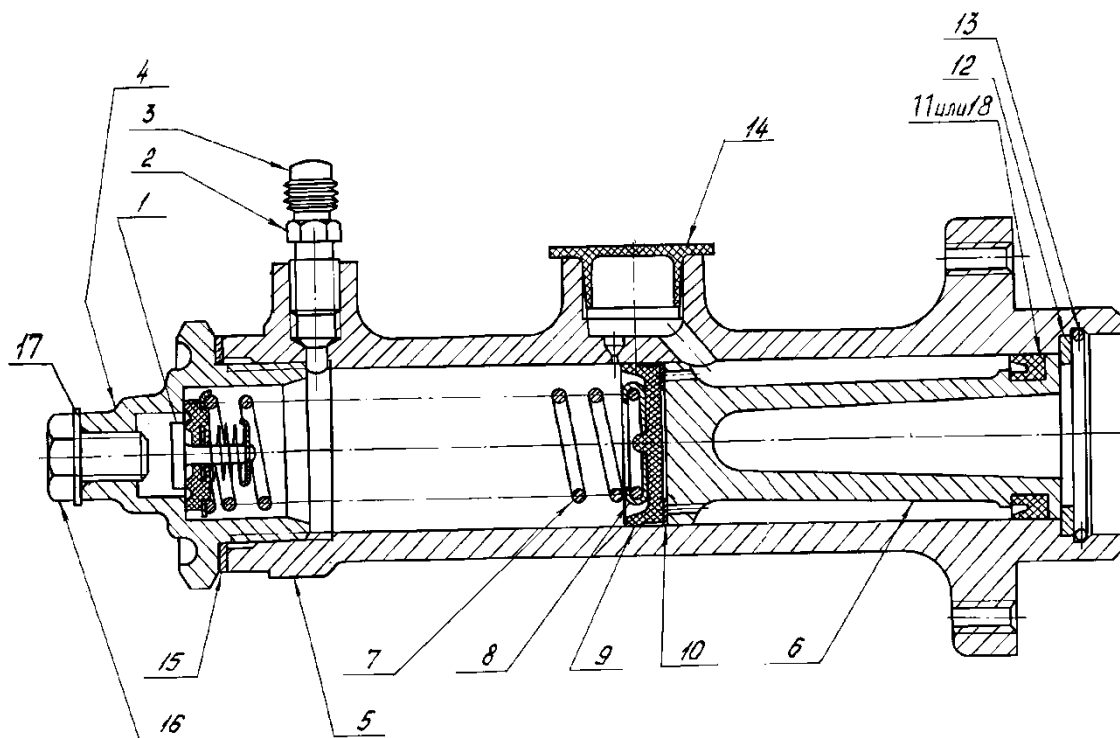


Рисунок 1.1 – Цилиндр главного тормоза в сборе

Усилитель тормоза пневматический состоит, в свою очередь, из двух цилиндров, соединенных с проставкой усилителя при помощи четырех стяжек. В цилиндры устанавливается шток в сборе, состоящий из переднего и заднего поршней, штока, проставки, толкателя и уплотнительных манжет. Полости цилиндров соединены с атмосферой при помощи штуцеров и трубок.

При нажатии на тормозную педаль открывается клапан в тормозном кране и воздух поступает по трубопроводу под поршни пневматического усилителя. Под давлением воздуха шток с поршнями перемещается и через толкатель действует на

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

11

поршень главного тормозного цилиндра, который вытесняет жидкость в тормозную магистраль. При отмораживании воздух из пневматического усилителя через тормозной кран выходит в атмосферу. Поршни главного тормозного цилиндра пневматического усилителя под действием пружин возвращаются в исходное положение.

Цилиндры главные тормозов входят в силовые агрегаты, установленные с наружной стороны левого лонжерона под кабиной, которые предназначены для создания необходимого давления жидкости в гидравлической части системы сжатым воздухом.

Благодаря усилителям тормозов усилие водителя при работе с педалью тормоза не превышает 30 - 40 кг и больше. Это значительно облегчает работу водителя при торможениях и позволяет сохранить его работоспособность длительное время.

Регулятор, также крепящийся на цилиндре главного тормоза, уменьшает давление в приводе тормозных механизмов задних колес. При торможении сила инерции движущегося автомобиля и противодействующая ей сила трения (точка приложения которой ниже центра тяжести автомобиля) создают продольный опрокидывающий момент. Мягкая передняя подвеска, реагируя на него, "проседает", а задние колеса "разгружаются". Поэтому даже при не экстренном интенсивном торможении задние колеса могут блокироваться, что часто приводит к заносу автомобиля. В зависимости от изменения расстояния между элементами задней подвески и кузовом автомобиля (его продольного наклона) давление в приводе задних тормозов (по сравнению с передними) ограничивается. В результате чего блокировки задних колес не происходит или (в зависимости от замедления и загруженности автомобиля) она возникает значительно позже.

1.2 Анализ технологичности детали

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов является технологичность конструкции детали.

Технологичность конструкции детали – это совокупность свойств конструкции детали, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материала, и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте и при обеспечении технологичности сборочной единицы.

Требования к технологичности конструкции детали согласно ГОСТ 14.204-73 следующие:

Конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом.

Детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом.

Размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные степени точности и шероховатости.

Физические и механические свойства материала, жесткость детали, её формы и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		12

Показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроль.

Конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов её изготовления.

Показатели технологичности для детали «цилиндра главного тормоза»:

Конструкция детали позволяет вести обработку на станке с ЧПУ, т.е. допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Обработка на станках с ЧПУ позволяет получить деталь с точностью по 6-7 квалитета. Имеется точное центральное отверстие. Отделочная операция для него - хонингование. Конструкция детали – жесткая. Нет концентраторов напряжений, глубоких проточек и канавок для выхода режущего инструмента

В качестве основных баз используется наружные и внутренние цилиндрические поверхности. На большинстве операций деталь базируется по ним. Принцип постоянства баз позволяет достичь наиболее высокую точность обработки детали.

Коэффициент использования материала по действующей технологии:

$$K_{им} = \frac{G_D}{G_3}, \quad (1.1)$$

где $K_{им}$ - коэффициент использования материала;

G_D - масса детали, кг;

G_3 - масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{2,2}{3,2} = 0,69$$

Итак, деталь «цилиндр главного тормоза» в целом технологична, но в детали присутствуют не технологичные отверстия малых диаметров и отверстие под углом, что снижает технологичность детали.

1.3 Анализ действующего технологического процесса и предложения по его усовершенствованию

При составлении плана обработки следует соблюдать следующие правила:

Термообработка деталей (закалка, отпуск) производится перед чистовыми операциями.

Грубая операция должна предшествовать более точной, т.к. при первых операциях снимается больше слой металла (устраняются дефекты).

Отделочные операции следует относить к концу (уменьшается возможность повреждения при транспортировке и корабление при обработке других поверхностей).

Операции, при которых ожидается повышенный брак, следует выполнять как можно раньше.

В первую очередь выполняют операции, при которых снижается жесткость детали.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		13

Контрольные операции планируются перед операциями выполняемыми другими цехами (термические, гальванические и т.д.), перед трудоемкими и ответственными операциями, после окончания обработки.

По существующему технологическому процессу:

Все более грубые операции предшествуют более точным.

Для обработки наружных цилиндрических поверхностей применяется фрезерная обработка. В качестве чистовых: для торцев и наружных цилиндрических поверхностей – чистовое фрезерование, для центрального отверстия – растачивание и хонингование.

Отделочные операции (хонингование) производятся в конце технологического процесса.

Жесткость детали не уменьшается в процессе обработки.

Размеры и поверхности имеют экономически достижимые степень точности и шероховатости.

Конструкция деталей жесткая, нет глубоких канавок, проточек для выхода режущего инструмента. Заготовки облегчены, так как жесткость детали достаточна для выполнения своих эксплуатационных свойств.

Существующий порядок обработки цилиндра главного тормоза автомобиля «Урал»: согласно действующему техпроцессу обработка заготовки детали цилиндра главного тормозов начинается с обработки на токарном вертикальном 8-шпиндельном полуавтомате 1К282. В качестве черновых баз используется наружная цилиндрическая поверхность. На станке производятся переходы:

- зенкерование центрального отверстия;
- черновое и получистовое точение наружной цилиндрической поверхности;
- черновое и получистовое растачивание центрального отверстия;
- подрезка торца и фланца;
- точение фасок;
- точение канавки;
- развертывание центрального отверстия;
- контроль.

На следующей операции производится обработка на специальном вертикально-сверлильном резьбонарезном станке СС-20543. Производятся переходы:

- цекование торца;
- зенкерование центрального отверстия;
- развертывание центрального отверстия;
- нарезание резьбы в центральном отверстии;
- контроль.

На следующей операции снова производится обработка на специальном вертикально-сверлильном резьбонарезном станке СС-20543:

- сверление 2-х глухих отверстий в бобышках;
- цековка торцев бобышек;
- сверление сквозного отверстия в бобышке;
- зенкерование глухого отверстия в бобышке;
- нарезания резьбы в 2-х отверстиях бобышек;

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		14

контроль;

Следующая операция – агрегатная. На ней производится:

сверление 6 отверстий во фланце;

зенкование фасок в 6-ти отверстиях;

сверление глухого отверстия Ø6мм;

нарезание резьбы в 3-х отверстиях;

сверление отверстия Ø7мм.

Затем, на 030 операции, производится обдувка детали сжатым воздухом.

На следующей операции производится обработка на настольно-сверлильном станке 2М112. Производятся переходы:

сверление глухого отверстия Ø6мм;

сверление сквозного отверстия Ø0,8мм;

Далее производится очистка детали от стружки

Затем, на 050 операции, производится обжатие кромки отверстия детали в специальном приспособлении при помощи пуансона

На следующей операции производится обработка на вертикально-сверлильном станке 2А135:

сверление сквозного отверстия во фланце;

рассверливание отверстия;

развертывание отверстия;

контроль.

065 операция – вертикально-сверлильная на вертикально-сверлильном станке 2А135. Производятся переходы:

цекование поверхности фланца;

контроль.

070 операция – вертикально-сверлильная на вертикально-сверлильном станке 2Б118. Производятся переходы:

нарезание резьбы М14х1;

контроль.

075 операция – зачистка. Зачищаются заусенцы напильником и шлифовальным кругом. Затем деталь продувается сжатым воздухом.

На следующих 080, 085 и 090 хонинговальных операциях производится предварительное и окончательное хонингование центрального отверстия на хонинговальных станках 3К83.

095 операция – очистка. Производится очистка детали от стружки.

На 100 операции производится обжим кромки отверстия.

105 операция – моечная. Мойка детали производится в моечной машине.

110 операция – обдувка.

На следующей 115 операции производится протирка салфетками внутренне поверхности детали.

116 операция – маркирование ярлыка детали.

Заключительная операция – контрольная.

В ходе анализа действующего технологического процесса выявлены следующие недостатки:

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		15

Использование устаревших полуавтоматов и специальных сверлильных станков. Средний срок использования станков – 25 лет и более;

Низкий процент загрузки станков (см. таблицу 1.1);

Станки п/а не позволяют догрузить их другими деталями ;

Используемый режущий инструмент устаревший;

Таблица 1.1 - Коэффициенты загрузки оборудования в базовом варианте для программы выпуска N=30439 шт/год

№	Операция	Модель станка	Срi	Спрi	γ , %
005	Токарная	1К282	0,18	1	18
015	Вертикально-сверлильная	СС-20543	0,14	1	14
020	Вертикально-сверлильная	СС-20543	0,13	1	13
025	Агрегатная	-	0,31	1	31
030	Сверлильная	2М112	0,03	1	3
050	Вертикально-сверлильная	2А135	0,05	1	5
055	Вертикально-сверлильная	2А135	0,04	1	4
060	Вертикально-сверлильная	2Б118	0,03	1	3
070	Хонинговальная	3К83	0,2	1	20
075	Хонинговальная	3К83	0,2	1	20
080	Хонинговальная	3К83	0,2	1	20
	Итого:			12	13,5(ср. коэф.)

Предложения по усовершенствованию технологического процесса:

1. Операции мех.обработки 005-060 перенести на многоцелевой станок с ЧПУ;

2. Более точно рассчитать размеры заготовки и припуски на механическую обработку (применив метод размерного анализа технологического процесса);

3. Разработать хонинговальную головку с прибором активного контроля;

4. Разработать контрольное приспособление;

5. Разработать приспособления для сверления;

6. Использовать современный режущий инструмент с неперетачиваемыми многогранными режущими пластинами (МНП) современных фирм, либо при невозможности их использования – инструмент из современных материалов, что позволит увеличить производительность за счет повышения скорости резания и сократить затраты на переточку инструмента;

										Лист
										16
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ					

1.4 Выбор и описание заготовки

Оптимальный метод получения заготовки выбираю, анализируя ряд факторов: материал детали, технологические требования на ее изготовление, объем и серийность выпуска, форму поверхностей и размеры детали.

Максимально приблизить геометрические формы и размеры заготовки к размерам и форме готовой детали – одна из главных задач в заготовительном производстве.

Исходя из того, что деталь из серого чугуна, корпусная, с программой выпуска 30439 шт/год, выбираю заготовку изготовленную методом литья в песчано-глинистые формы. Точность отливки 10-0-14-0 по ГОСТ 26645-85. Неуказанные литейные радиусы 3 мм. Литейные уклоны 2°. Отливка должна быть плотной и не должна иметь усадочных раковин и твердых включений. Отливку необходимо тщательно очистить от пригоревшей формовочной смеси и стержней. Смещение по линии разъема не более 1 мм.

Деталь изготавливается из серого чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85, имеющей следующие механические свойства: твердость 170НВ, предел прочности – 30 кг/мм², предел текучести – 8 кг/мм²

Химический состав серого чугуна СЧ 20: Si: 1,4-2,4%; Mn: 0,7-1%; C: 3,3-3,5%; S: до 0,15%; P: до 0,2%, остальное – Fe.

1.5 Выбор маршрута обработки с разработкой операционных эскизов

00 операция. Заготовительная (отливка).

Отливка в песчано-глинистые формы, отверждаемые в контакте с оснасткой. Точность отливки 10-0-14-0 ГОСТ 26645-85. Неуказанные литейные радиусы 3 мм. Литейные уклоны 2°. Отливка должна быть плотной и не должна иметь усадочных раковин и твердых включений. Отливку необходимо тщательно очистить от пригоревшей земли и стержней. Смещение по линии разъема не более 1 мм. Эскиз отливки представлен на рисунке 1.2

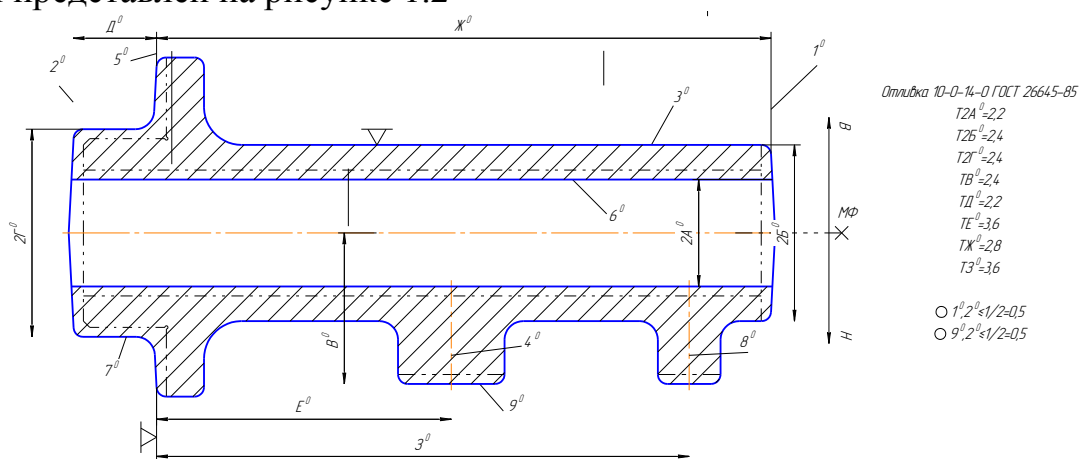


Рисунок 1.2 – Отливка

005 операция Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ

В качестве баз используем наружную цилиндрическую поверхность детали (двойная направляющая база) и торец (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.3-1.6:

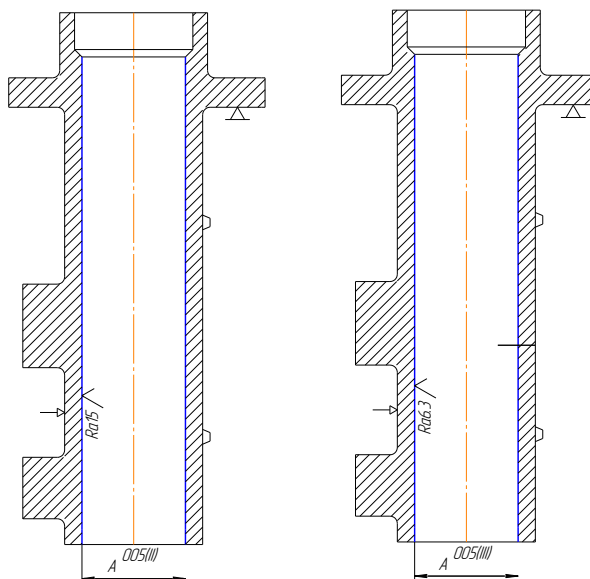


Рисунок 1.3 – Полуцистовое растачивание и зенкерование

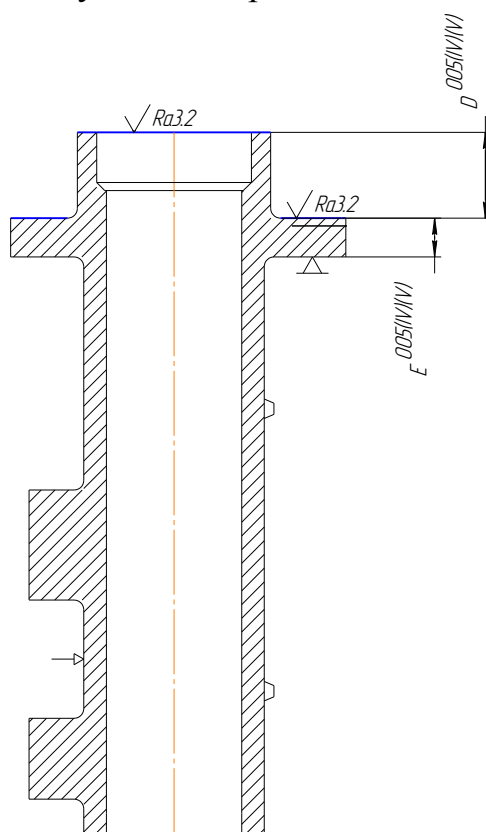


Рисунок 1.4 – Полуцистовое и чистовое фрезерование

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата
------	----------	---------	------

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

18

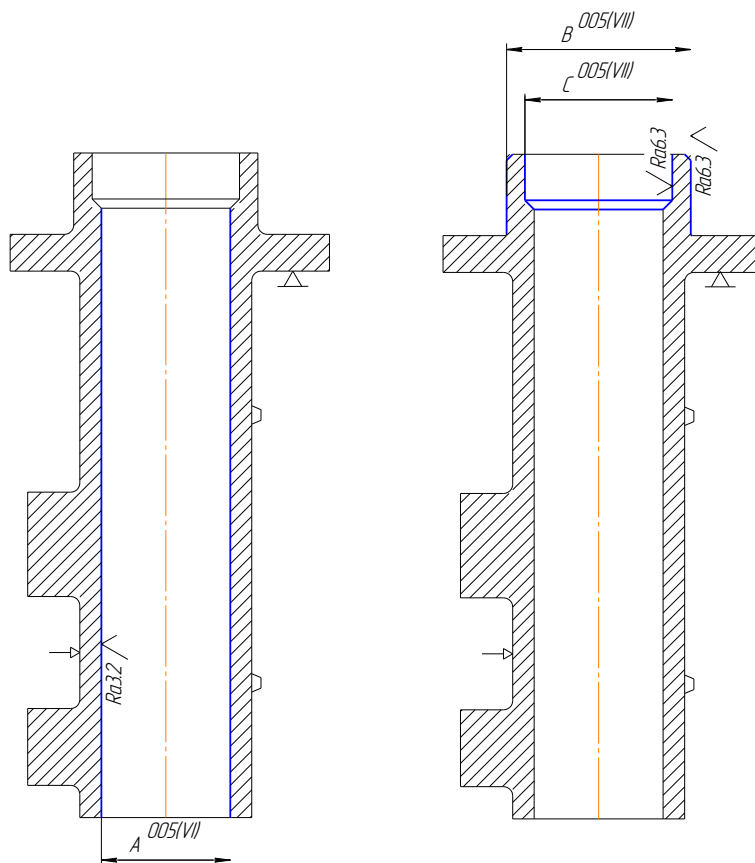


Рисунок 1.5 – Чистовое и получистовое растачивание

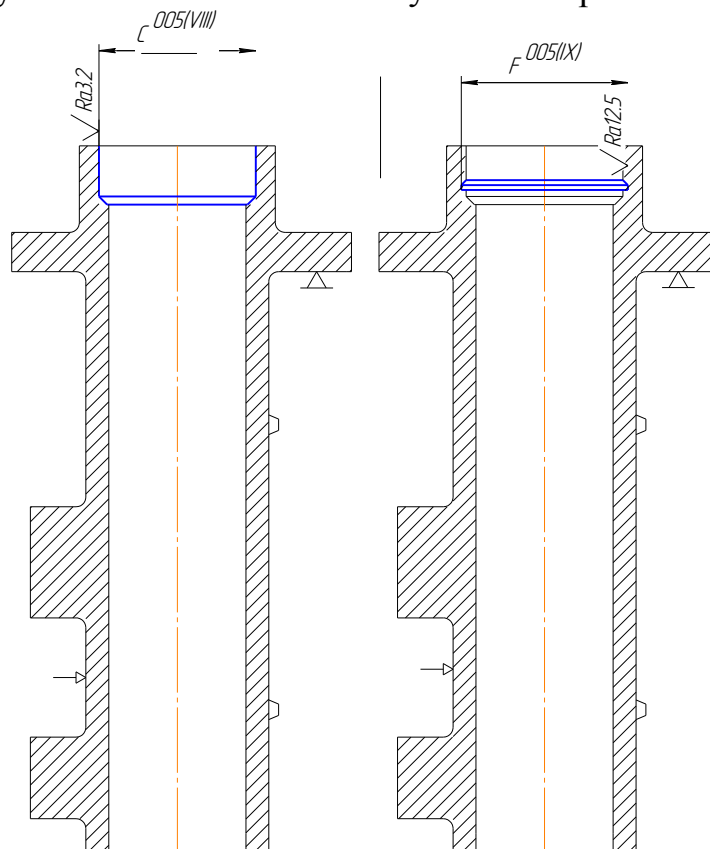


Рисунок 1.6 – Развертывание отверстия и растачивание канавки

Изм.		№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

010 операция Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ

В качестве баз используем внутреннюю цилиндрическую поверхность детали (двойная направляющая база) и торец (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.7 - 1.8:

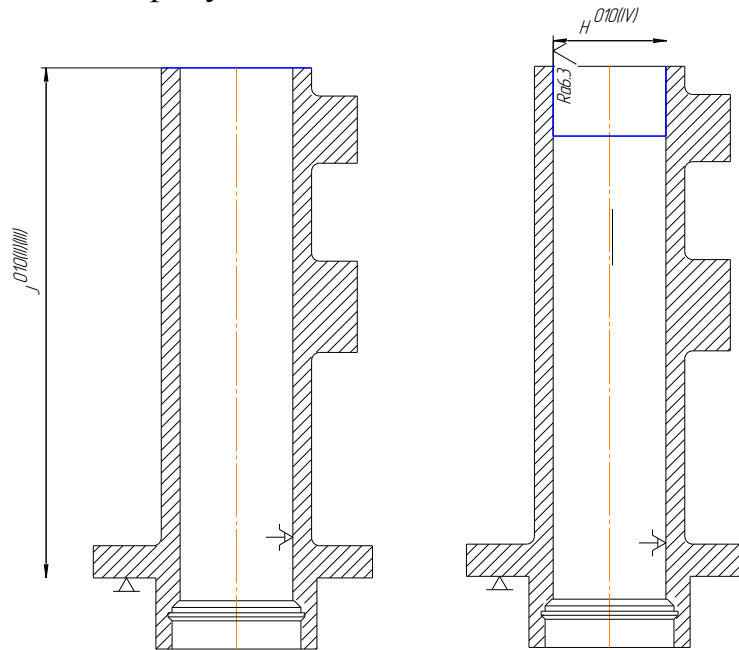


Рисунок 1.7 – Полуцистовое и чистовое фрезерование торца, развертывание отверстия

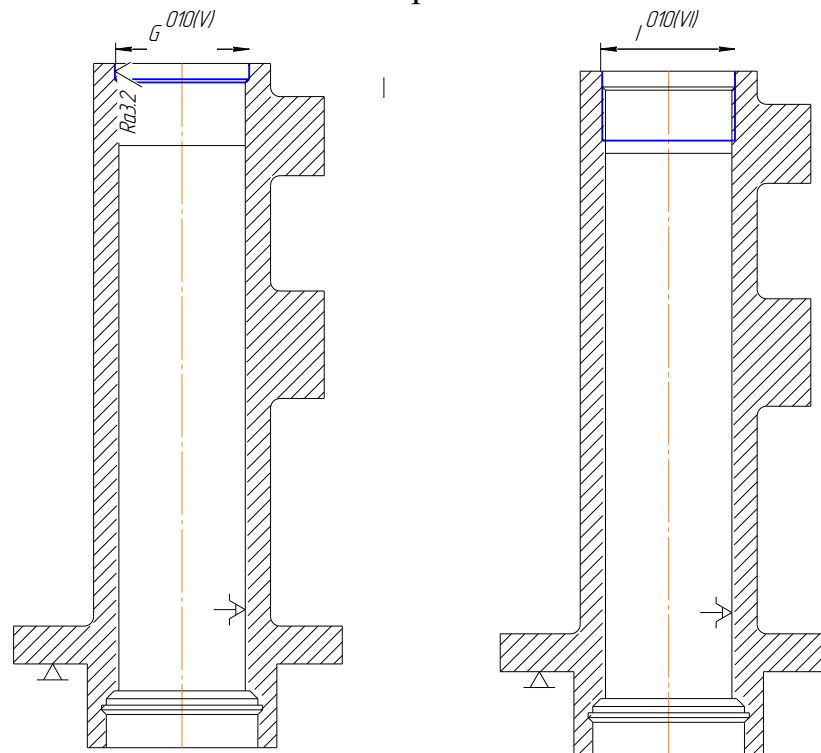


Рисунок 1.8 – Зенкерование отверстия и нарезание резьбы

015 операция Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ

В качестве баз используется центральное отверстие детали (двойная направляющая база) и торец (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.9-1.10:

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		20

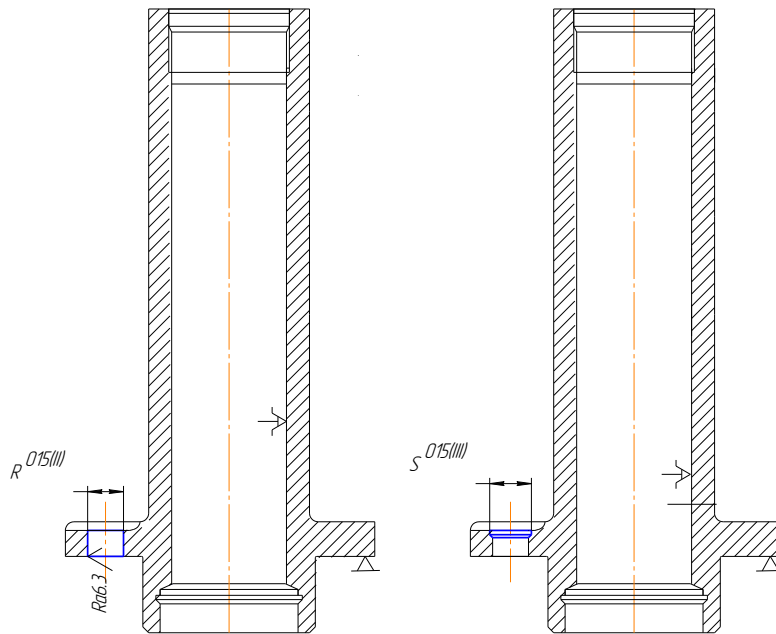


Рисунок 1.9 – Сверление и рассверливание отверстий во фланце

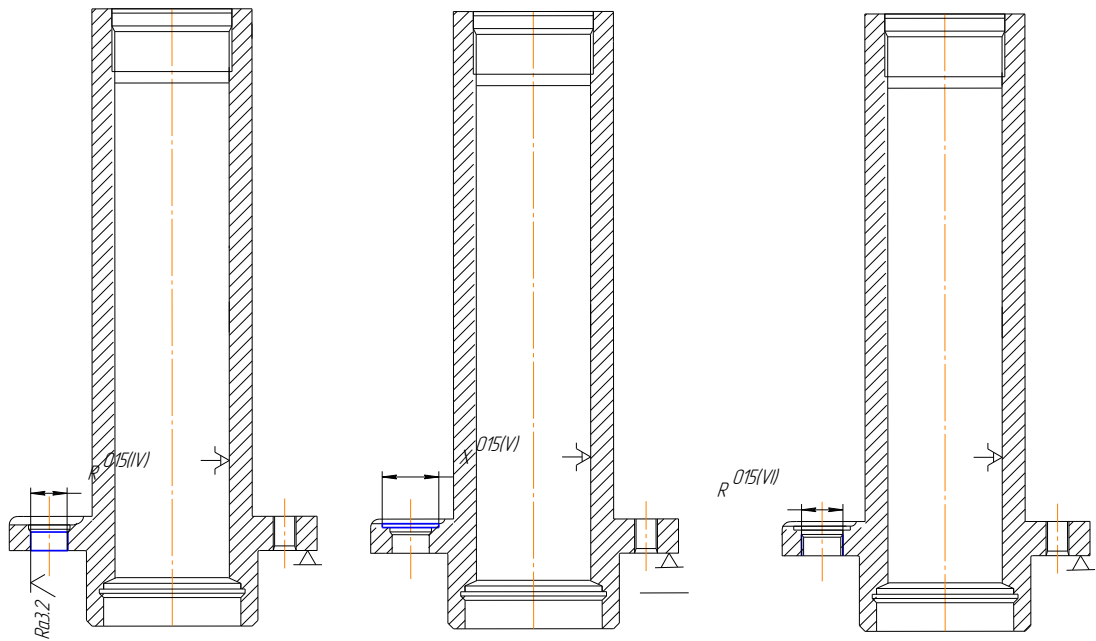


Рисунок 1.10 – Развертывание отверстия, цекование торца и нарезание резьбы в отверстии

020 операция Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ

В качестве баз используется центральное отверстие детали (двойная направляющая база) и торец (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.11-1.17:

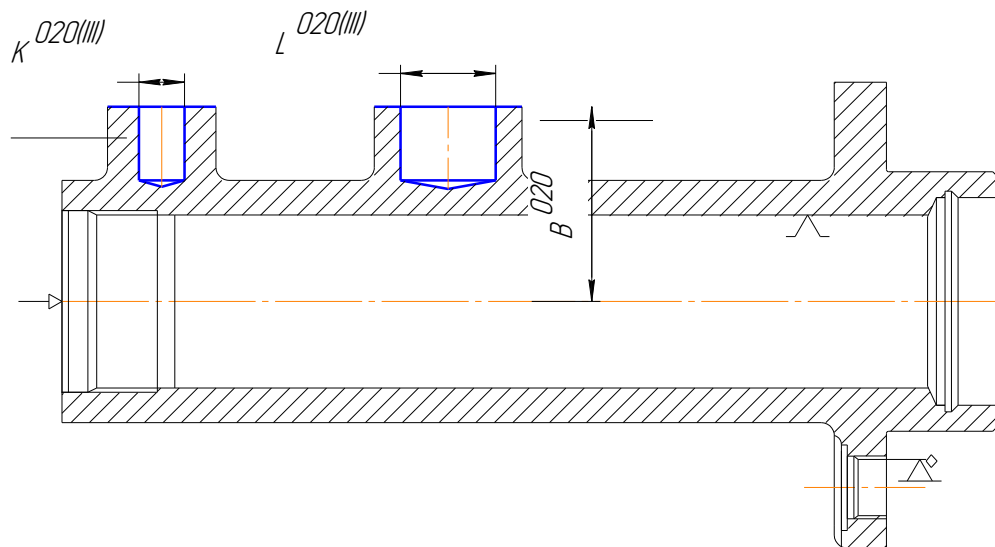


Рисунок 1.11 – Получистовое и чистовое фрезерование торцов бобышек, сверление двух отверстий

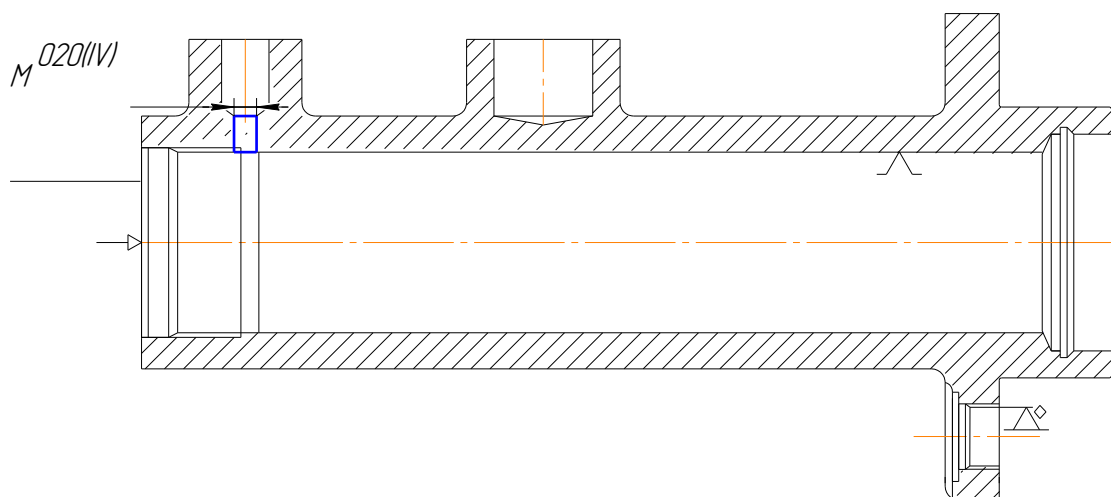


Рисунок 1.12 – Сверление сквозного отверстия

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		22

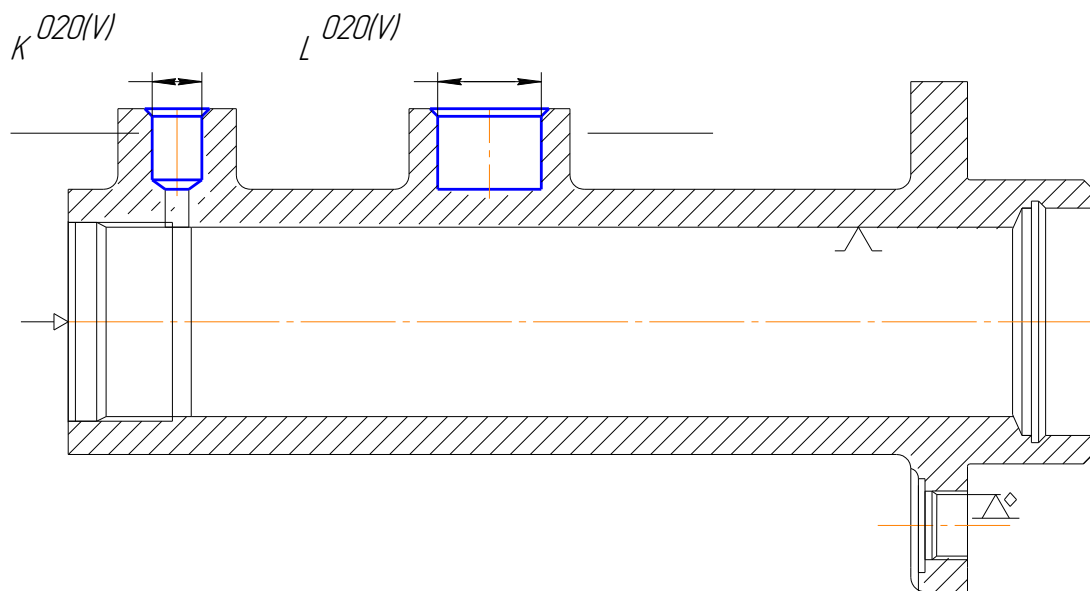


Рисунок 1.13 – Зенкерование двух отверстий в бобышках

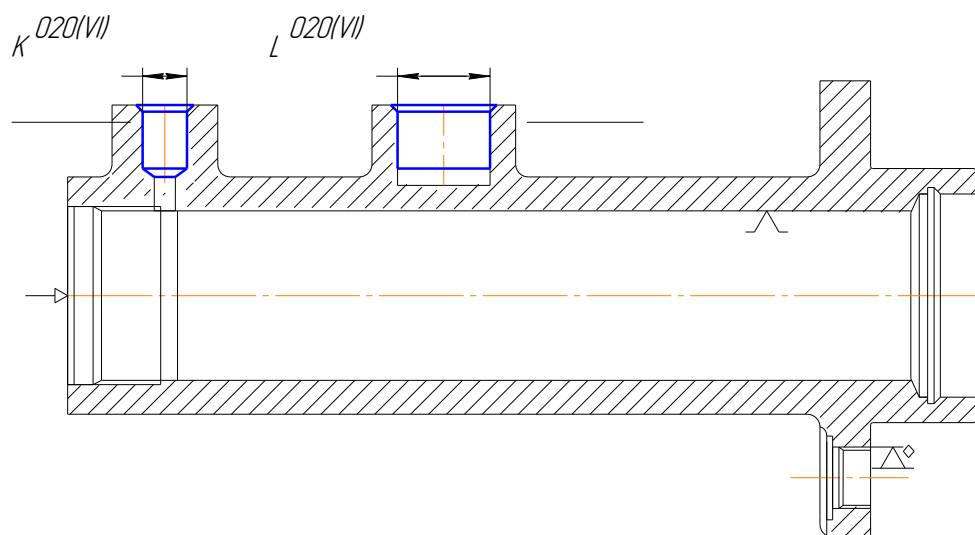


Рисунок 1.14 – Развертывание двух отверстий в бобышках

Изм.		№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

23

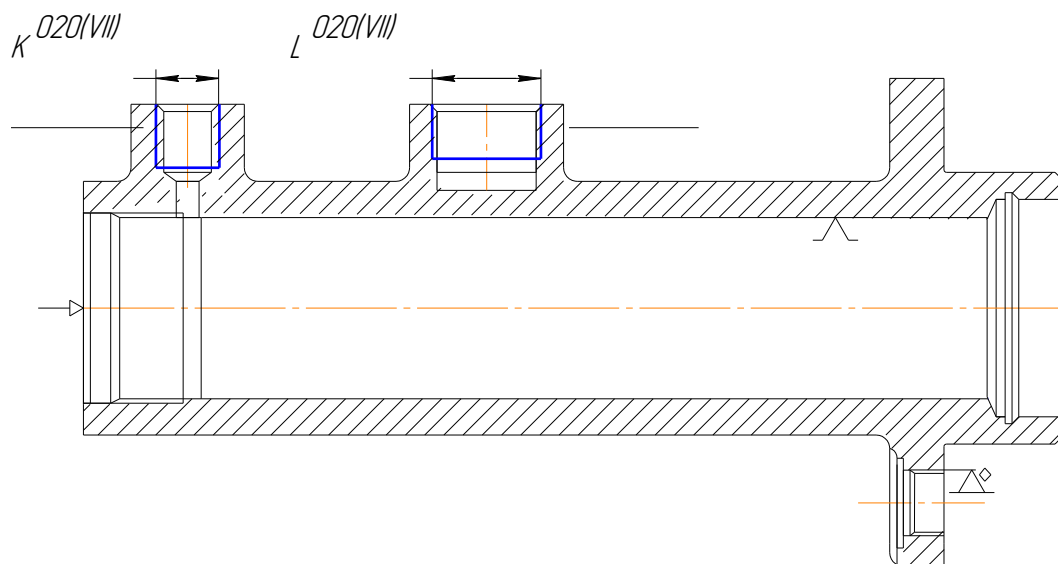


Рисунок 1.15 – Нарезание резьбы в двух отверстиях

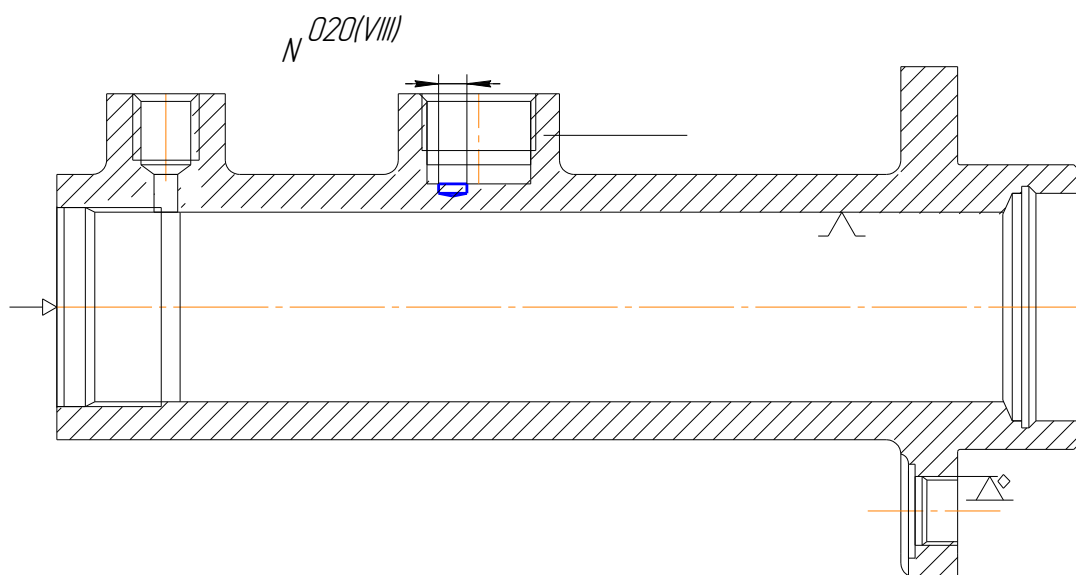


Рисунок 1.16 – Сверление глухого отверстия

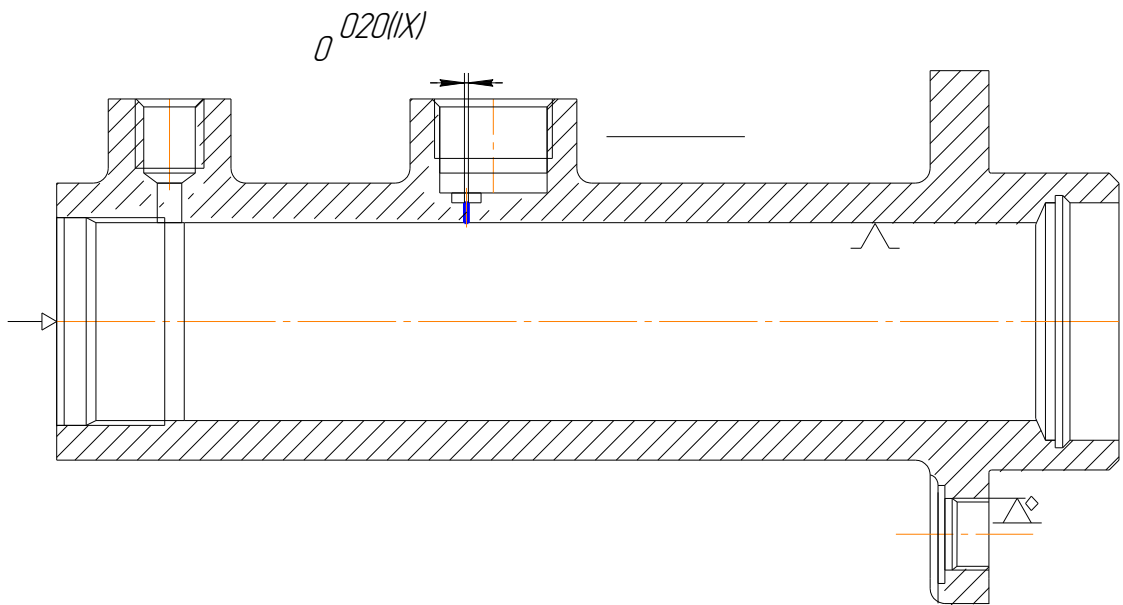


Рисунок 1.17 – Сверление сквозного отверстия

025 операция Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ

В качестве баз используется центральное отверстие детали (двойная направляющая база) и торец (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.18:

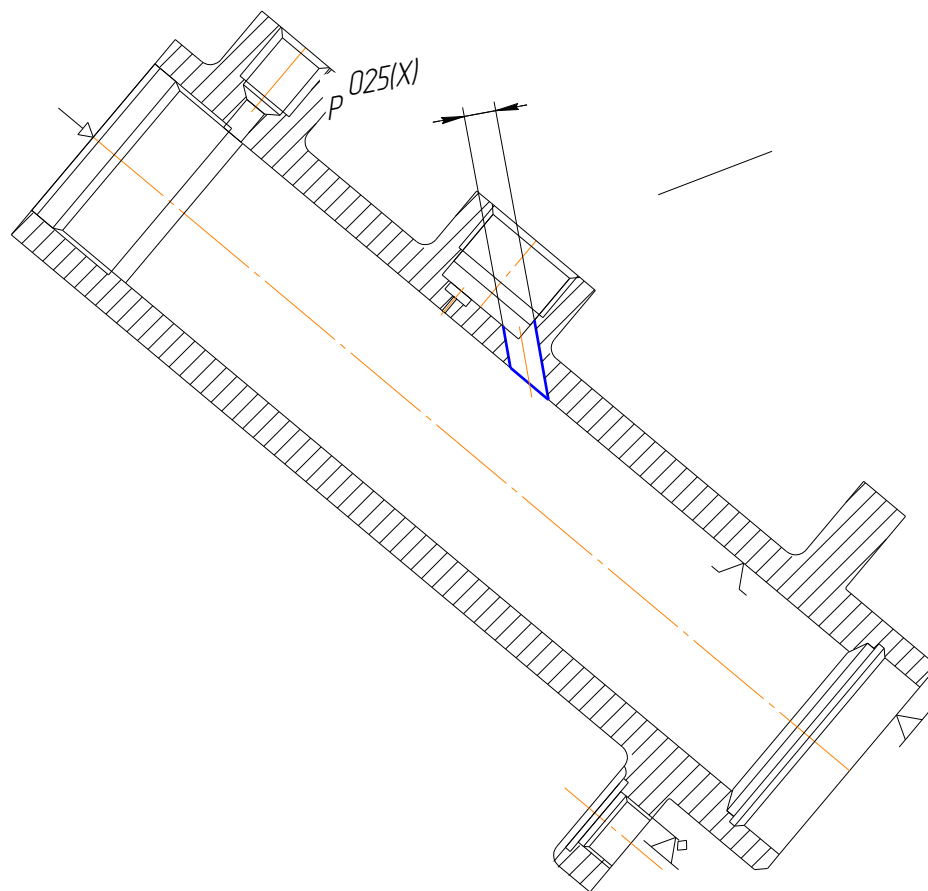


Рисунок 1.18 – Операционный эскиз (020 операция)

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		25

030 операция Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ

В качестве баз используется центральное отверстие детали (двойная направляющая база) и торец (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.19-1.20:

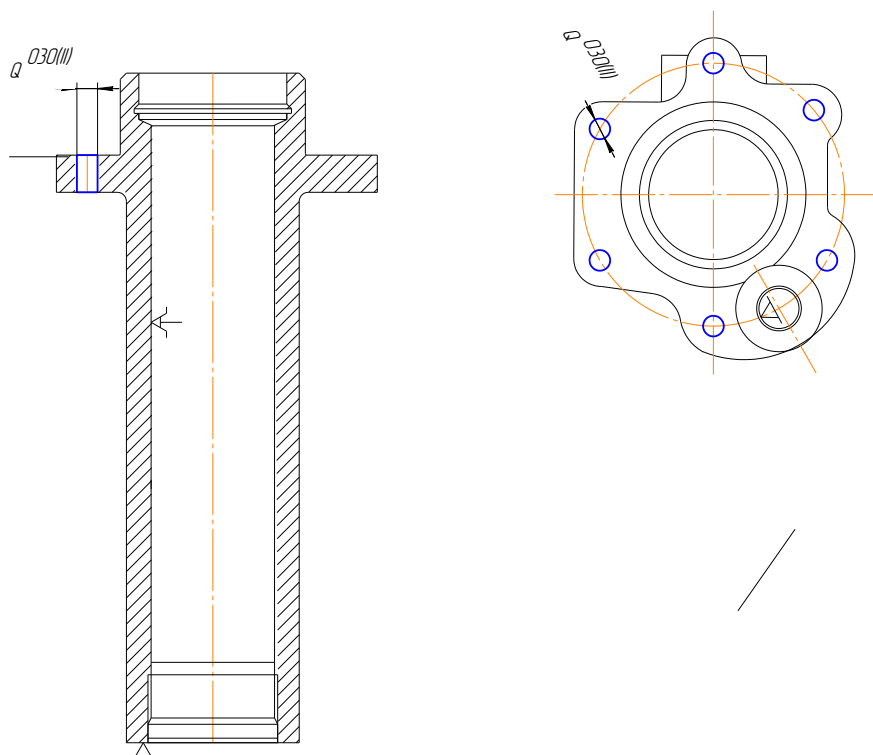


Рисунок 1.19 – Сверление 6 отверстий

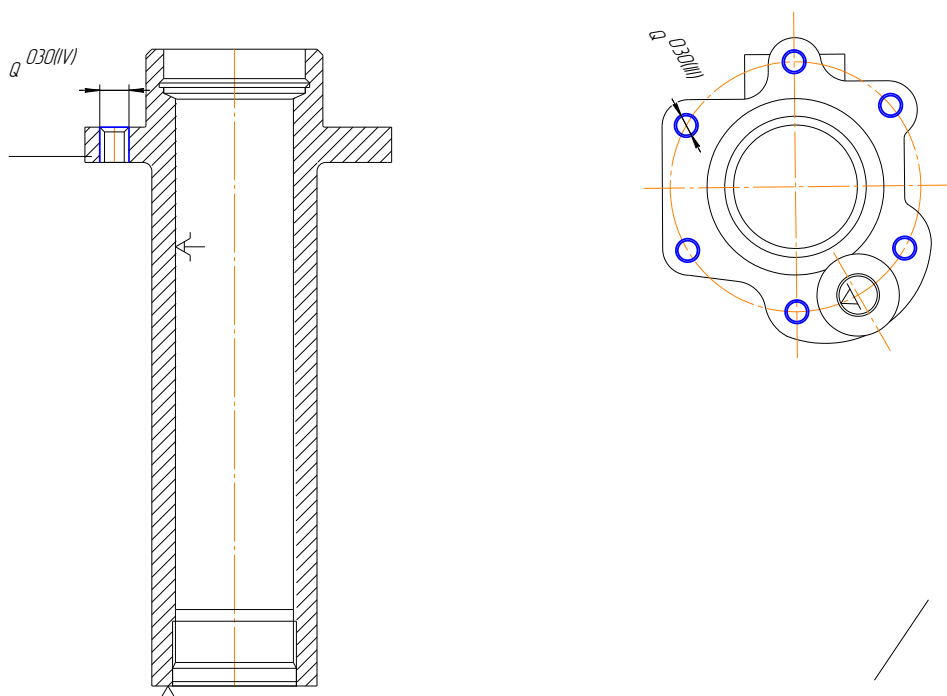


Рисунок 1.20 – Зенкерование фасок и нарезание резьбы в 6 отверстия

Изм.		№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

26

035 операция Обдувка

040 операция Хонинговальная (черновая)

В качестве баз используется центральное отверстие детали (двойная направляющая база) и торец (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.21:

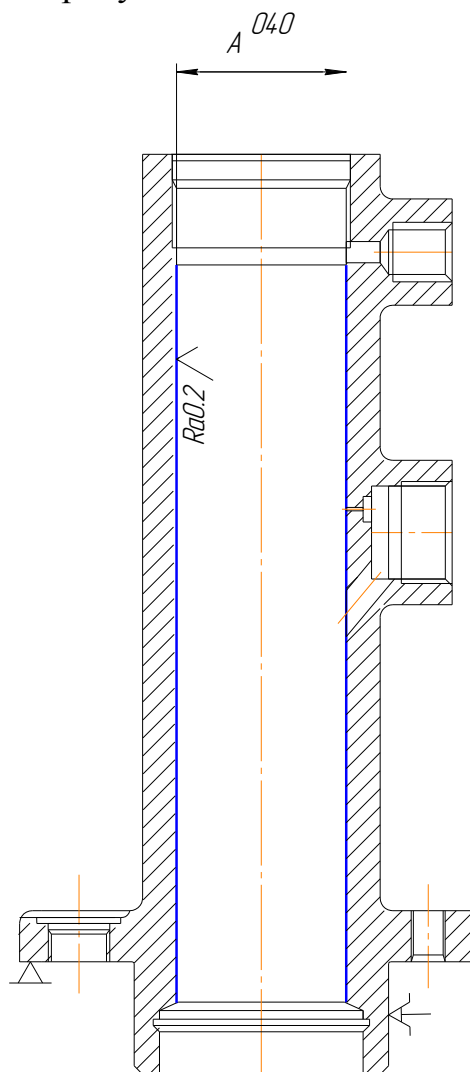


Рисунок 1.21 – Операционный эскиз (040 операция)

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

27

045 операция Хонинговальная (чистовая)

В качестве баз также используется центральное отверстие детали (двойная направляющая база) и торец (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.22:

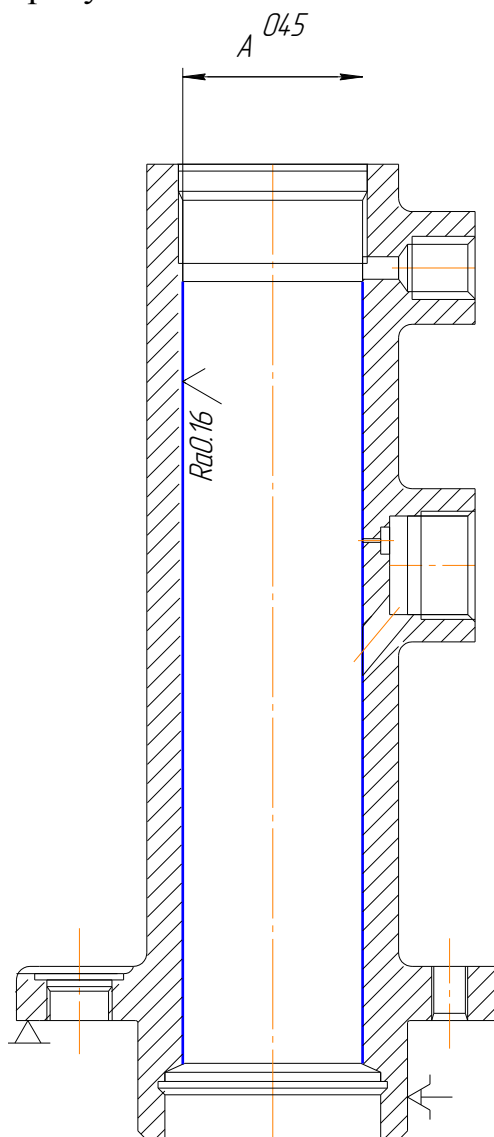


Рисунок 1.22 – Операционный эскиз (045 операция)

050 операция Обжим

Производится обжим отверстия $d=0,8\text{мм}$.

055 операция Промывка

Производится промывка детали в моечной машине.

060 операция Обдувка

Производится обдувка детали сжатым воздухом.

065 операция Контрольная

Осуществляется контроль всех размеров и точностных параметров детали.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		28

1.6 Размерный анализ

1.6.1 Линейный размерный анализ

Схема размерного анализа представлена на рис.1.23

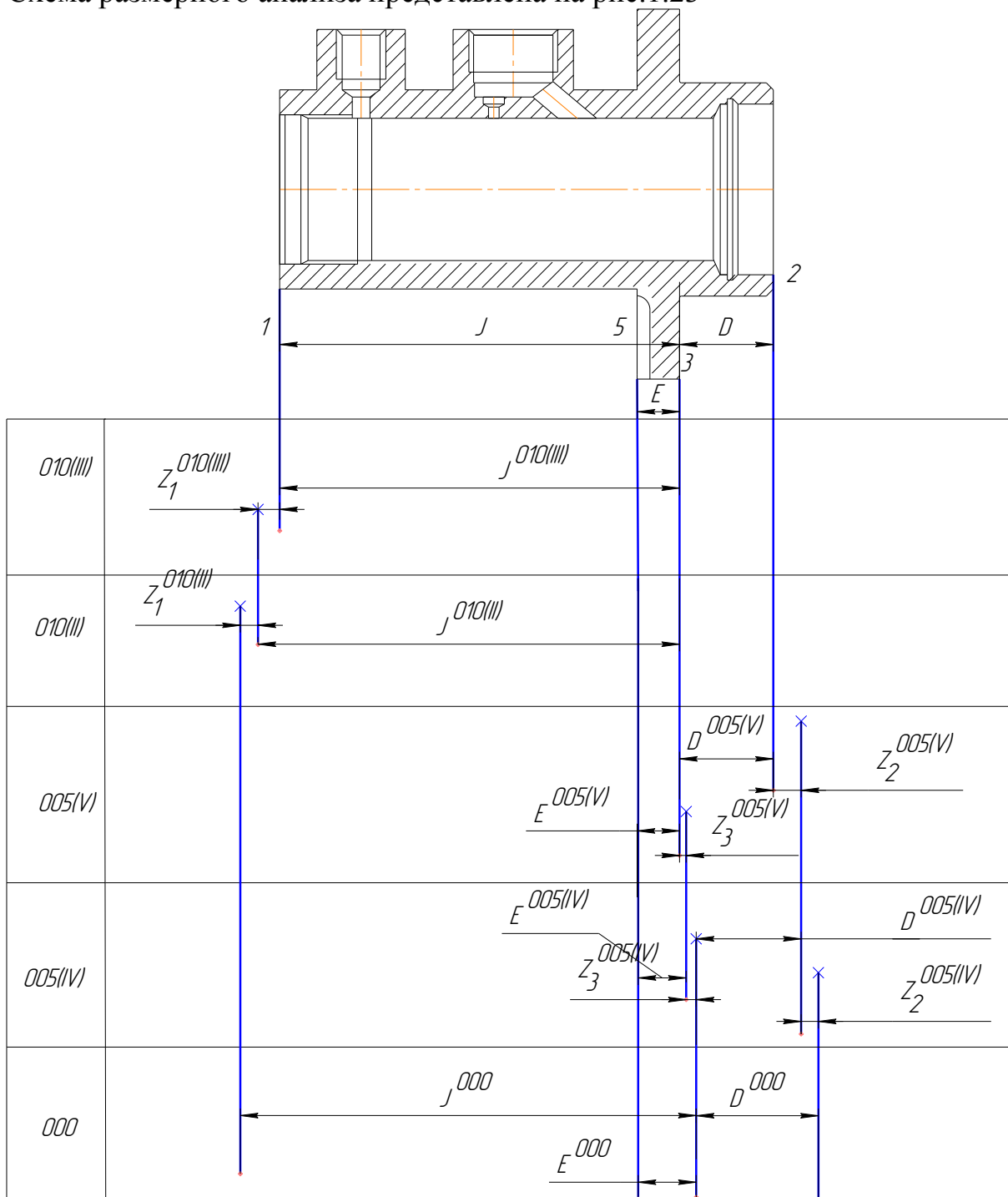


Рисунок 1.23 – Схема линейного размерного анализа

Замыкающие звенья среди припусков:

$$Z_1^{010(III)} = -J^{010(III)} + J^{010(II)}$$

$$Z_1^{010(II)} = -J^{010(II)} + E^{05(V)} - E^{00} + J^{00}$$

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата
------	----------	---------	------

$$\begin{aligned}
Z_3^{05(V)} &= -E^{05(V)} + E^{05(IV)} \\
Z_3^{05(IV)} &= -E^{05(IV)} + E^{00} \\
Z_2^{05(V)} &= -D^{05(V)} - E^{05(V)} + E^{00} + D^{05(IV)} \\
Z_2^{05(IV)} &= -D^{05(IV)} + D^{00}
\end{aligned}$$

Определим минимальные припуски. Их расчет будем вести по методу профессора Матвеева, согласно которому минимальная величина припуска определяется:

$$z'_{\min} = R_z^{i-1} + h^{i-1}, \quad (1.2)$$

где R_z^{i-1} - высота неровностей поверхности, полученной на предыдущей операции;

h^{i-1} - величина дефектного слоя, оставшаяся на поверхности также после предыдущей операции.

Величины R_z^{i-1} и h^{i-1} определим по табл.9 и 10 [1, с.34-35]):

$$\begin{aligned}
Z_{1 \min}^{010(III)} &= 0.1 \\
Z_{1 \min}^{010(II)} &= 0.05 \\
Z_{3 \min}^{05(V)} &= 0.1 \\
Z_{3 \min}^{05(IV)} &= 0.05 \\
Z_{2 \min}^{05(V)} &= 0.1 \\
Z_{2 \min}^{05(IV)} &= 0.05
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{1 \min}^{010(III)} &= -J_{\max}^{010(III)} + J_{\min}^{010(II)} \\
0.1 &= -190 + J_{\min}^{010(II)} \\
J_{\min}^{010(II)} &= 190.1 \\
J_{\max}^{010(II)} &= 190.1 + 0.46 = 190.56 \\
J_{\min}^{010(II)} &= 190.56 - 0.46 \\
Z_{1 \max}^{010(III)} &= 0.1 + 0.29 + 0.46 = 0.85
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{3 \min}^{05(V)} &= -E_{\max}^{05(V)} + E_{\min}^{05(IV)} \\
0.1 &= -12.19 + E_{\min}^{05(IV)} \\
E_{\min}^{05(IV)} &= 12.29 \\
E_{\max}^{05(IV)} &= 12.29 + 0.3 = 12.59 \\
E_{\min}^{05(IV)} &= 12.59 - 0.3 \\
Z_{3 \max}^{05(V)} &= 0.1 + 0.19 + 0.3 = 0.59
\end{aligned}$$

$$Z_{1 \min}^{010(II)} = -J_{\max}^{010(II)} + E_{\min}^{05(V)} - E_{\max}^{00} + J_{\min}^{00}$$

$$0.05 = -190.56 + 12 - 14.05 + J_{\min}^{00}$$

$$J_{\min}^{00} = 192.66$$

$$J_{\max}^{00} = 192.66 + 2.5 = 195.16_{-0.9}^{+1.6}$$

$$J^{00} = 195.16_{-0.9}^{+1.6}$$

$$Z_{1 \max}^{010(II)} = 0.05 + 0.46 + 0.16 + 1.6 + 2.5 = 4.77$$

$$Z_{2 \min}^{05(V)} = -D_{\max}^{05(V)} - E_{\max}^{05(V)} + E_{\min}^{00} + D_{\min}^{05(IV)}$$

$$0.1 = -26.5 - 12.19 + 12.45 + D_{\min}^{05(IV)}$$

$$D_{\min}^{05(IV)} = 26.34$$

$$D_{\max}^{05(IV)} = 26.34 + 0.35 = 26.69$$

$$D^{05(IV)} = 26.69_{-0.35}$$

$$Z_{2 \max}^{05(V)} = 0.1 + 0.22 + 0.19 + 1.6 + 0.35 = 2.46$$

$$Z_{2 \min}^{05(IV)} = -D_{\max}^{05(IV)} + D_{\min}^{00}$$

$$0.05 = -26.69 + D_{\min}^{00}$$

$$D_{\min}^{00} = 26.74$$

$$D_{\max}^{00} = 26.74 + 1.6 = 28.34$$

$$D^{00} = 28.34_{-0.5}^{+1.1}$$

$$Z_{2 \max}^{05(IV)} = 0.05 + 0.35 + 1.6 = 2$$

1.6.2 Диаметральный размерный анализ

Схема размерного анализа представлена на рис.1.24

Определим замыкающие звенья среди чертёжных размеров. На представленной схеме видно, что среди чертёжных размеров замыкающих звеньев нет.

Определим замыкающие звенья среди припусков:

$$Z_6^{05(II)} = A^{05(II)} - (6^{05(II)}; 9^{00}) - (9^{00}; 6^{00}) - A^{00}$$

$$Z_6^{05(III)} = A^{05(III)} - (6^{05(III)}; 9^{00}) - (9^{00}; 6^{05(II)}) - A^{05(II)}$$

$$Z_6^{05(VI)} = A^{05(VI)} - (6^{05(VI)}; 9^{00}) - (9^{00}; 6^{05(III)}) - A^{05(III)}$$

$$Z_7^{010(VII)} = -B^{05(VII)} - (7^{05(VII)}; 9^{00}) - (9^{00}; 7^{00}) + B^{00}$$

$$Z_{10}^{05(VIII)} = -C^{05(VIII)} - (10^{05(VIII)}; 9^{00}) - (9^{00}; 10^{05(VII)}) + C^{05(VII)}$$

$$Z_{10}^{005(VII)} = C^{05(VII)} + (10^{05(VII)}; 9^{00}) - (9^{00}; 10^{00}) - C^{00}$$

$$Z_{21}^{030(IV)} = R^{030(IV)} - (21^{030(IV)}; 6^{05(VI)}) - (6^{05(VI)}; 21^{030(II)}) - R^{030(II)}$$

$$Z_6^{040} = A^{040} - (6^{040}; 7^{05(VII)}) - (7^{05(VII)}; 9^{00}) - (9^{00}; 6^{05(VI)}) - A^{05(VI)}$$

$$Z_6^{045} = A^{045} - (6^{045}; 7^{05(VII)}) - (7^{05(VII)}; 6^{040}) - A^{040}$$

Определим минимальные припуски. Их расчет будем вести по формуле (1.2) Величины R_z^{t-1} и h^{t-1} определим по табл.9 и 10 [1, с.34-35]):

$$Z_{6 \min}^{05(II)} = 0.4$$

$$Z_{6 \min}^{05(III)} = 0.1$$

$$Z_{6 \min}^{05(VI)} = 0.08$$

$$Z_{7 \min}^{010(VII)} = 0.4$$

$$Z_{10 \min}^{05(VIII)} = 0.1$$

$$Z_{10}^{005(VII)} = 0.09$$

$$Z_{21 \min}^{030(IV)} = 0.1$$

$$Z_{6 \min}^{040} = 0.04$$

$$Z_{6 \min}^{045} = 0.00016$$

Далее решаем уравнения и находим операционные размеры:

$$Z_{6 \min}^{045} = A_{\min}^{045} - (6^{045}; 7^{05(VII)}) - (7^{05(VII)}; 6^{040}) - A_{\max}^{040}$$

$$0.00016 = 20 - 0.00075 - 0.00075 - A_{\max}^{040}$$

$$A_{\max}^{040} = 19.99834$$

$$A_{\min}^{040} = 19.99834 - 0.0125 = 19.98584$$

$$2A^{040} = 39.97168^{+0.025}$$

$$Z_{6 \max}^{045} = 0.00016 + 0.008 + 0.00075 + 0.00075 + 0.0125 = 0.02216$$

$$Z_{6 \min}^{040} = A_{\min}^{040} - (6^{040}; 7^{05(VII)}) - (7^{05(VII)}; 9^{00}) - (9^{00}; 6^{05(VI)}) - A_{\max}^{05(VI)}$$

$$0.04 = 19.98584 - 0.0075 - 0.0625 - 0.02 - A_{\max}^{05(VI)}$$

$$A_{\max}^{05(VI)} = 19.86259$$

$$A_{\min}^{05(VI)} = 19.86259 - 0.031 = 19.83159$$

$$2A^{05(VI)} = 39.66318^{+0.062}$$

$$Z_{6 \max}^{040} = 0.04 + 0.0125 + 0.00075 + 0.0625 + 0.02 + 0.031 = 0.16675$$

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		32

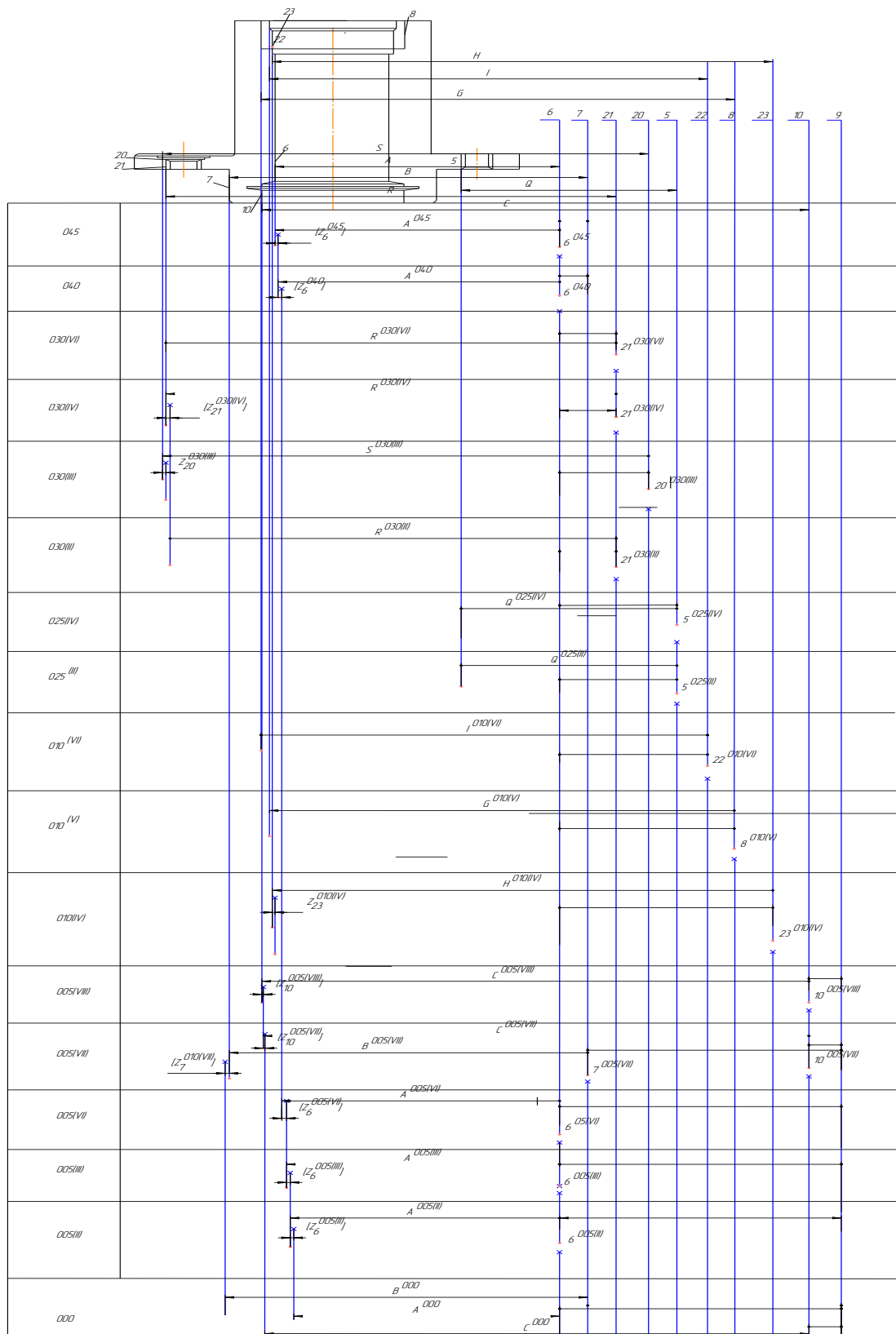


Рисунок 1.24 – Схема диаметрального размерного анализа

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

33

$$Z_{21 \min}^{030(IV)} = R_{\min}^{030(IV)} - (21^{030(IV)}; 6^{05(VI)}) - (6^{05(VI)}; 21^{030(II)}) - R_{\max}^{030(II)}$$

$$0.1 = 6.5 - 0.0075 - 0.02 - R_{\max}^{030(II)}$$

$$R_{\max}^{030(II)} = 6.3725$$

$$R_{\min}^{030(II)} = 6.3725 - 0.09 = 6.2825$$

$$2R^{030(II)} = 12.565^{+0.18}$$

$$Z_{21 \max}^{030(IV)} = 0.1 + 0.035 + 0.0075 + 0.02 + 0.09 = 0.2525$$

$$Z_{10 \min}^{05(VIII)} = -C_{\max}^{05(VIII)} - (10^{05(VIII)}; 9^{00}) - (9^{00}; 10^{05(VII)}) + C_{\min}^{05(VII)}$$

$$0.1 = -24 - 0.015 - 0.05 + C_{\min}^{05(VII)}$$

$$C_{\min}^{05(VII)} = 24.165$$

$$C_{\max}^{05(VII)} = 24.165 + 0.125 = 24.29$$

$$2C^{05(VII)} = 48.33^{+0.25}$$

$$Z_{10 \max}^{05(VIII)} = 0.1 + 0.023 + 0.015 + 0.05 + 0.125 = 0.313$$

$$Z_{10 \min}^{005(VII)} = C_{\min}^{05(VII)} + (10^{05(VII)}; 9^{00}) - (9^{00}; 10^{00}) - C_{\max}^{00}$$

$$0.09 = 24.165 + 0.05 - 0.125 - C_{\max}^{00}$$

$$C_{\max}^{00} = 24$$

$$C_{\min}^{00} = 24 - 1 = 23$$

$$2C^{00} = 46^{+1.3}$$

$$Z_{10 \max}^{005(VII)} = 0.09 + 0.125 + 0.05 + 0.125 + 0.65 = 1.04$$

$$Z_{7 \min}^{010(VII)} = -B_{\max}^{05(VII)} - (7^{05(VII)}; 9^{00}) - (9^{00}; 7^{00}) + B_{\min}^{00}$$

$$0.4 = -30 - 0.0625 - 0.125 + B_{\min}^{00}$$

$$B_{\min}^{00} = 30.5875$$

$$B_{\max}^{00} = 30.5875 + 1 = 31.5875$$

$$2B^{00} = 63.175_{-0.7}$$

$$Z_{7 \max}^{010(VII)} = 0.4 + 0.15 + 0.0625 + 0.125 + 1 = 1.7375$$

$$Z_{6 \min}^{05(VI)} = A_{\min}^{05(VI)} - (6^{05(VI)}; 9^{00}) - (9^{00}; 6^{05(III)}) - A_{\max}^{05(III)}$$

$$0.08 = 19.83159 - 0.02 - 0.03 - A_{\max}^{05(III)}$$

$$A_{\max}^{05(III)} = 19.70159$$

$$A_{\min}^{05(III)} = 19.70159 - 0.05 = 19.65159$$

$$2A^{05(III)} = 39.30318^{+0.1}$$

$$Z_{6 \max}^{05(VI)} = 0.08 + 0.031 + 0.02 + 0.03 + 0.05 = 0.211$$

$$Z_{6 \min}^{05(III)} = A_{\min}^{05(III)} - (6^{05(III)}; 9^{00}) - (9^{00}; 6^{05(II)}) - A_{\max}^{05(II)}$$

$$0.1 = 19.65159 - 0.03 - 0.015 - A_{\max}^{05(II)}$$

$$A_{\max}^{05(II)} = 19.50659$$

$$A_{\min}^{05(II)} = 19.50659 - 0.125 = 19.38159$$

$$2A^{05(II)} = 38.76318^{+0.25}$$

$$Z_{6 \max}^{05(III)} = 0.1 + 0.05 + 0.03 + 0.015 + 0.125 = 0.32$$

$$Z_{6 \min}^{05(II)} = A_{\min}^{05(II)} - (6^{05(II)}; 9^{00}) - (9^{00}; 6^{00}) - A_{\max}^{00}$$

$$0.4 = 19.38159 - 0.015 - 0.125 - A_{\max}^{00}$$

$$A_{\max}^{00} = 18.84159$$

$$A_{\min}^{00} = 18.84159 - 0.65 = 18.19159$$

$$2A^{00} = 36.38318^{+1.3}$$

$$Z_{6 \max}^{05(II)} = 0.4 + 0.125 + 0.015 + 0.125 + 0.65 = 1.315$$

1.7 Выбор оборудования и оснастки

При выборе оборудования в первую очередь необходимо руководствоваться такими параметрами, как максимальный размер обрабатываемой детали, мощность двигателя станка, параметры точности, получаемые при обработке на данном оборудовании, возможность обработки конкретных поверхностей и т.п.

Используя ресурсы сети Internet можно подобрать большое количество оборудования, удовлетворяющего требованиям. Необходимо также учитывать возможность приобретения подходящего оборудования (наличие на складе, возможно минимальная цена, сроки доставки и т.п.).

Для операций с 005 по 025 обработки детали необходим фрезерно-сверлильно - расточной станок с ЧПУ. Принимаем станок фрезерно-расточной 500V (STERLITAMAK) подходит для обработки данной детали по всем параметрам и обладает сравнительно невысокой стоимостью

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		35



Рисунок 1.25 – Фрезерно-расточной 500V

Таблица 1.2 - Основные технические характеристики

Система ЧПУ	SIEMENSSINUMERIK 802D
Перемещения по оси X/Y/Z	650/480/450мм
Расстояние шпиндель/стол	590 мм
Размер стола	630×1200мм
Макс. нагрузка стол	1500 кг
Частота вращения шпинделя max	8000 об/мин

Продолжение таблицы 1.2 – Основные технические характеристики

Хвостовик шпинделя	SK 40/HSK 63
Ускоренный ход: X/Y/Z	15-30 м/мин
Число позиций инструментального магазина	20
Макс. Диаметр/длина инструмента	Ø125/250мм
Макс. вес инструмента	10 кг
Потребляемая мощность	7,5/11 кВт
Габариты	2350×3165×3000мм
Вес	7000 кг

Для хонинговальных операций 035 и 040 оставляем такое же оборудование, что и в базовом варианте технологического процесса - хонинговальный станок модели 3K833, для 025 операции выбираем сверлильный станок 2AC132.

Приспособления проектируем в соответствии с предложенными схемами базирования. Подробнее см. в конструкторском разделе.

Инструмент выбираем по каталогу [6,7]. Данный каталог представляет всю продукцию фирмы SandvikCoromant. Там же подбираем необходимую оснастку для осевого инструмента (оправки, крепёжные элементы) и твердосплавные пластины. Также нам необходим и стандартный режущий инструмент (зенкеры, развёртки, метчики). Подробнее см. карты технологического процесса.

1.8 Расчет режимов резания

Определим режимы резания для операции №020 Вертикально-сверлильная с ЧПУ (цекование бобышки)

Для обработки выбираем цековку 2350-0719 ГОСТ 26258-87. D=60мм; z=6
Материал режущей части – BK3[3,с.264]. Расчет выполнен по литературе [3].

1. Глубина резания

Из расчетов размерного анализа выбираем наибольшие глубины резания при обработке поверхности 15:

$$t = [z_{15}^{20}]_{\max} = 2,37 \text{ мм}$$

2. Длина рабочего хода

$$L_{p.x.} = L_{рез} + L_{подв} + L_{врез} + L_{сход} , \quad (1.3)$$

где $L_{рез}$ -длина обработки;

$L_{подв}$ -величина подвода инструмента к детали;

$L_{врез}$ -величина врезания инструмента;

$L_{сход}$ -длина переработки.

$$L_{p.x.} = 2,37 + 4 + 4 + 0 = 11 \text{ мм};$$

3. Величина подачи

Значение величины подачи берём из карты 51 [3, с.138]:

По карте 51 [3, с.138] для обработки деталей из чугуна диаметром до 40 мм выбираем рекомендуемую подачу $S = 0,18 \text{ мм/об}$.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		37

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- твердости обрабатываемого материала $K_{sm}=0,9$;

Тогда

$$S = 0,18 \cdot 0,9 = 0,17 \text{ мм/об.}$$

По результатам расчетов в качестве технологической подачи принимаем $S = 0,17$ мм/об.

4. Выбор скорости резания. Значение величины скорости резания берём из карты 51 [3, с.139]:

Для обработки чугуна цековками с твердосплавными пластинами, диаметром до 40 мм выбираем рекомендуемую скорость резания $V=12,3$ м/мин.

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- состояния поверхности заготовки $K_{vw}=0,85$

- формы заточки инструмента $K_{vз}=1$;

- вида обработки $K_{vo}=1$;

- инструментального материала $K_{vi}=2,5$;

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{vm}=0,9$;

- измененных условий работы в зависимости от износостойкого покрытия инструментального материала $K_{vп}=1$;

- периода стойкости режущей части $K_{vt}=1$;

- наличия охлаждения $K_{vj}=1$;

Тогда

$$V = 12,3 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 23,5 \text{ м/мин}$$

По установленной скорости резания определяем число оборотов:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (1.4)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,5}{\pi \cdot 60} = 124,7 \text{ об / мин}$$

5. Выбор мощности резания. Значение величины мощности резания берём из карты 51 [3, с.139]:

Для обработки чугуна диаметром до 40 мм выбираем рекомендуемую мощность резания $N=4,34$ кВт.

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- твердости обрабатываемого материала $K_{nm}=0,9$;

Тогда

$$N = 4,34 \cdot 0,9 = 3,9 \text{ кВт}$$

6. Выбор силы резания. Значение величины силы резания берём из карты 51 [3, с.139]:

Для обработки чугуна диаметром до 40 мм выбираем рекомендуемую силу резания $Pz = 1860$ Н.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
						38
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{pm}=0.9$;

Тогда

$$P_z = 1860 \cdot 0.9 = 1674 \text{ Н}$$

Определим режимы резания для операции №005 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (п/ч растачивание центрального отверстия)

Для обработки выбираем резец К.01.4983.000-03 расточной для сквозных отверстий ВК6 ТУ 2-035-1040-86. Расчет выполнен по литературе [3].

1. Глубина резания

Из расчетов размерного анализа выбираем наибольшие глубины резания при обработке поверхности б:

$$t = [z_6^{005}]_{\max} = 2,3 \text{ мм.}$$

2. Длина рабочего хода по формуле (1.3):

$$L_{p.x.} = 201,5 + 3,5 = 205 \text{ мм;}$$

3. Величина подачи

Значение величины подачи берём из карты 10 [3, с.51]:

По карте 10 [3, с.51] для обработки деталей из чугуна диаметром до 50 мм с глубиной резания до 3 мм выбираем рекомендуемую подачу $S = 0,42$ мм/об.

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- твердости обрабатываемого материала $K_{sm}=0,85$;

- схемы установки заготовки $K_{sy}=0,85$;

- радиуса вершины инструмента $K_{sr}=0,85$;

- качества обрабатываемой детали $K_{sk}=0,8$;

- кинематического угла в плане: $K_{s\phi}=1,15$;

Тогда

$$S = 0,42 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1,15 = 0,24 \text{ мм/об.}$$

По результатам принимаем $S = 0,24$ мм/об.

4. Выбор скорости резания. Значение величины скорости резания берём из карты 21 [3, с.78]:

Для обработки чугуна резцами с твердосплавными пластинами, глубиной резания до 3 мм и подачей до 0,3 мм/об выбираем рекомендуемую скорость резания $V=163$ м/мин.

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- группы обрабатываемости материала $K_{vc}=1$;

- вида обработки $K_{vo}=0,9$;

- жесткости станка $K_{vj}=1$;

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{vm}=0,7$;

- геометрических параметров инструмента $K_{v\phi}=1,1$;

- периода стойкости режущей части $K_{vt}=1$;

- наличия охлаждения $K_{vj}=1$;

Тогда

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		39

$$V = 163 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 80 \text{ м/мин}$$

По установленной скорости резания определяем число оборотов по формуле (1.4):

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{\pi \cdot 38,7} = 700 \text{ об / мин}$$

5. Выбор мощности резания. Значение величины мощности резания берём из карты 25 [3, с.82]:

Для обработки чугуна с подачей до 0,3 мм/об и глубиной резания до 3 мм выбираем рекомендуемую мощность резания $N=2,6$ кВт.

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- твердости обрабатываемого материала $K_{nm}=1,1$;

Тогда

$$N = 2,6 \cdot 1,1 = 2,86 \text{ кВт.}$$

6. Выбор силы резания. Значение величины силы резания берём из карты 32 [3, с.98]:

Для обработки чугуна с глубиной резания до 3 мм и подачей до 0,2 мм/об выбираем рекомендуемую силу резания $Pz = 530$ Н.

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{pm}=0,8$;

- главного угла в плане $K_{pf}=0,85$;

- главного переднего угла $K_{py}=1,2$;

- угла наклона режущей кромки $K_{pl}=0,9$;

Тогда

$$Pz = 530 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 486,5 \text{ Н.}$$

Определим режимы резания для операции №010 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (развертывание центрального отверстия)

Для обработки выбираем развертку цельную, с коническим хвостовиком ГОСТ 1672-80 $D=40.3$; $L=138$; $l=26$, материал режущей части ВК3. Расчет выполнен по литературе [3].

1. Глубина резания

Из расчетов размерного анализа выбираем наибольшие глубины резания при обработке поверхности 23:

$$t = [z_{23}^{010}]_{\max} = 0,3 \text{ мм.}$$

2. Длина рабочего хода по формуле (1.3):

$$L_{p.x.} = 26 \text{ мм;}$$

3. Величина подачи

Значение величины подачи берём из карты 49 [3, с.133]:

По карте 49 [3, с. 133] для обработки деталей из чугуна диаметром до 50мм и полустадийной стадии обработки выбираем рекомендуемую подачу $S = 1,51$ мм/об.

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- твердости обрабатываемого материала $K_{sm}=0,9$;

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		40

Тогда

$$S = 1,51 \cdot 0,9 = 1,359 \text{ мм/об.}$$

По результатам принимаем $S = 1,36 \text{ мм/об.}$

4. Выбор скорости резания. Значение величины скорости резания берём из карты 49 [3, с.133]:

Для обработки чугуна диаметром до 50мм и получистовой стадии обработки выбираем рекомендуемую скорость резания $V=4,2 \text{ м/мин.}$

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- группы обрабатываемости материала $K_{vc}=1$;
- вида обработки $K_{vo}=0,9$;
- жесткости станка $K_{vj}=1$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{vm}=2,5$;
- геометрических параметров инструмента $K_{v\phi}=1$;
- периода стойкости режущей части $K_{vt}=1$;
- наличия охлаждения $K_{vj}=1$;

Тогда

$$V = 4,2 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 12,6 \text{ м/мин}$$

По установленной скорости резания определяем число оборотов по формуле (1.4):

$$n = \frac{1000 \cdot 12,6}{\pi \cdot 40,3} = 100 \text{ об / мин.}$$

5. Выбор мощности резания. Значение величины мощности резания берём из карты 49[3, с.133]:

Для обработки чугуна с подачей до 2 мм/об и глубиной резания до 3 мм выбираем рекомендуемую мощность резания $N=2,6 \text{ кВт.}$

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- инструментального материала $K_{ni}=1$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{nm}=0,9$;

Тогда

$$N = 0,28 \cdot \frac{1}{0,9} = 0,31 \text{ кВт}$$

6. Выбор силы резания. Значение величины силы резания берём из карты 49 [3, с.133]:

Для обработки чугуна с глубиной резания до 3 мм и подачей до 2 мм/об выбираем рекомендуемую силу резания $Pz = 27,2 \text{ Н.}$

Поправочные коэффициенты для измененных условий работы в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{pm}=0,9$;
- инструментального материала $K_{pi}=1$;

Тогда

$$Pz = 27,2 \cdot \frac{1}{0,9} = 30,2 \text{ Н}$$

Режимы резания для других операций определяются аналогично.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		41

Режимы резания на все операции технологического процесса механической обработки цилиндра главного тормоза сведены в таблицу 1.3

Таблица 1.3 - Режимы резания

№ опции (наз в.)	Название перехода	t, мм	s, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	D, мм	N, кВт	L _{p.х.} мм
005	п/ч растачивание	2.3	0.24	80	700	38.7	2.86	205
	зенкерование	0.3	0.65	60.7	500	39.3	0.71	200
	п/ч фрезерование торца	1.65	0.44	69.2	350	100	3.57	63
	п/ч фрезерование контурное	1.46	0.056	84.8	300	90	2.79	90
	ч фрезерование торца	0.19	0.09	108.8	550	100	0.83	63
	ч фрезерование контурное	0.4	0.04	84.7	300	90	2.05	90
	ч растачивание	0.3	0.12	160.4	1300	39.6	0.9	200
	п/ч растачивание	2.08	0.1	121.4	800	48.3	2.53	15
	точение контурное	1.7	0.02	75.36	400	60	0.57	26.5
	развертывание	0.6	1.269	15.07	100	48	0.23	15
расточивание канавки	1.5	0.07	120	955	40	0.3	23	
010	п/ч фрезерование торца	4.77	0.3	65	370	100	7.9	56
	ч фрезерование торца	0.85	0.4	65	370	100	2.3	56
	развертывание	0.3	1.36	12.6	100	40.3	0.28	26
	зенкерование	2.2	0.765	66.7	500	42.5	0.66	6
	нарезание резьбы	1.5	1.5	18.9	250	42	0.5	24
015	Зацентровка	2.5	0.15	15.7	1000	5	0.1	6
	сверление отв. D=12,5 мм	6.25	0.486	64.7	1650	12.5	2.3	9
	рассверл. отв. D=14,5 мм	1	1.116	43.25	950	14.5	0.87	2
	развертывание отв. D=13мм	0.25	0.612	26.5	650	13	1.27	9
	цекование торца	2.37	0.17	241.1	719.6	28	4.08	11
	нарезание резьбы M14x1	1	1	18.9	752.4	14	0.06	10
020	цекование бобышек	2.37	0.17	23.5	124.7	60	3.9	11

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата
------	----------	---------	------

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

42

Продолжение таблицы 1.3 – Режимы резания

№ опции (наз в.)	Название перехода	t, мм	s, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	D, мм	N, кВт	L _{р.х.} мм
020	зацентровка	2.5	0.15	15.7	1000	5	0.1	6
	сверление отв. D=7,3 мм	3.65	0.27	57.3	2500	7.3	0.82	18
	сверление отв. D=16,8 мм	8.4	0.504	48	910	6.8	3	19
	сверление отв. D=5 мм	2.5	0.162	56.5	3600	5	0.48	7
	зенкерование отв. D=20,3мм	1.75	0.396	82.8	1300	20.3	0.96	19
	зенкерование отв. D=9,5мм	1.1	0.504	70.1	2350	9.5	0.78	18
	развертывание отв. D=21,9мм	0.8	0.657	27.5	400	21.9	1.08	19
	развертывание отв. D=10,6мм	0.55	0.612	28.3	850	10.6	1.15	18
	нарезание резьбы M12x1,25	1.25	1.25	18.9	711.4	12	0.06	19
	зацентровка	2.5	0.15	15.7	1000	5	0.1	6
	сверление отв. D=6 мм	3	0.162	56.5	3000	6	0.48	2
	сверление отв. D=0,8 мм	0.4	0.117	7.54	3000	0.8	0.22	2
25	сверление отв. D=7 мм	3.5	0.27	26.5	1100	7	0.82	7
30	Зацентровка	2.5	0.15	15.7	1000	5	0.1	6
	сверление 6 отв. D=6,9 мм	3.45	0.27	57.3	2500	6.9	0.82	108
	зенкование фасок	3.65	0.1	52.7	2400	7	0.21	1.6
	нарезание резьбы M8x1	1	1	18.9	531.4	8	0.06	120
40	хонингование центр.отв.	0.13	0.22	275.5	2115	40	2.1	191
45	хонингование центр.отв.	0.078	0.12	275.5	2115	40	2.1	191

1.9 Техническое нормирование

В серийном производстве для нормирования изготовления деталей используют штучно-калькуляционное время

$$t_{шт.-к.} = t_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n}, \quad (1.5)$$

где $t_{шт.}$ - штучное время, т.е. время собственно, необходимое на выполнение операции;

$T_{н.з.}$ - подготовительно-заключительное время – время на наладку станка для определённой операции. При технологически сходных операциях может быть уменьшено на 30-50%;

n – количество деталей в партии, обрабатываемых при одной настройке станка.

$t_{шт.}$ Рассчитывается по формуле:

$$t_{шт.} = t_0 + t_e + t_{обс} + t_{отл}, \quad (1.6)$$

где t_e - вспомогательное время:

$$t_e = t_{e_1} + t_{e_2} + t_{e_3}, \text{ МИН}, \quad (1.7)$$

где t_{e_1} - время, связанное с установкой и снятием заготовки;

t_{e_2} - время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента);

t_{e_3} - время, связанное с измерением.

Основное время t_0 рассчитывается для каждого перехода по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{п.х.}}{n \cdot S}, \text{ МИН} \quad (1.8)$$

Вспомогательное время t_a рассчитывается по формуле:

$$t_e = t_{e_1} + t_{e_2} + t_{e_3}, \text{ МИН}, \quad (1.9)$$

где t_{e_1} - время, связанное с установкой и снятием заготовки;

t_{e_2} - время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента);

t_{e_3} - время, связанное с измерением.

$$t_{опер.} = t_0 + t_{всн}, \text{ МИН}, \quad (1.10)$$

где $t_{опер.}$ - оперативное время.

$t_{обс}$ - время, связанное с обслуживанием (уборка стружки и т.д.):

$t_{отл}$ - время на отдых и личные надобности:

$t_{шт.}$ - штучное время:

$$t_{шт.} = t_{опер.} + t_{обс} + t_{отл}, \text{ МИН} \quad (1.11)$$

$T_{н.з.}$ - подготовительно-заключительное время, т.е. время на подготовку и наладку оборудования (время в условиях серийного производства)

Операция №010 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		44

Основное время t_0 рассчитывается для каждого перехода по формуле(1.8):

а) Для п/ч фрезерования торца:

$$t_0 = \frac{56}{370 \cdot 0,3} = 0,5 \text{ мин}$$

б) Для чистового фрезерования торца:

$$t_0 = \frac{56}{370 \cdot 0,4} = 0,37 \text{ мин}$$

в) Для развертывания:

$$t_0 = \frac{26}{100 \cdot 1,36} = 0,19 \text{ мин}$$

г) Для зенкерования:

$$t_0 = \frac{6}{500 \cdot 0,765} = 0,011 \text{ мин}$$

д) Для нарезания резьбы:

$$t_0 = \frac{24}{250 \cdot 1,5} = 0,064 \text{ мин}$$

$$\sum t_0 = 1,135 \text{ мин}$$

Вспомогательное время t_e рассчитывается по формуле(1.9):

$$t_{e_1} = 0,5 \text{ [4, карта 2]}$$

$$t_{e_2} = 0,49 \text{ [4, карта 18]}$$

$$t_{e_3} = 0,2 \text{ [4, карта 86]}$$

$$t_e = 0,5 + 0,49 + 0,2 = 1,19 \text{ мин.}$$

Оперативное время $t_{опер.}$ рассчитывается по формуле (1.10):

$$t_{опер.} = 1,135 + 1,19 = 2,325 \text{ мин.}$$

$t_{обс}$ - время, связанное с обслуживанием (уборка стружки и т.д.):

$$t_{обс} = 0,19 \cdot 2 = 0,38 \text{ мин. [4, карта 19]}$$

$t_{отл}$ - время на отдых и личные надобности:

$$t_{отл} = 0,04 \cdot 3 = 0,12 \text{ мин. [4, карта 87]}$$

$t_{шт}$ - штучное время по формуле (1.11):

$$t_{шт} = 2,325 + 0,38 + 0,12 = 2,825 \text{ мин}$$

$T_{н.з}$ - подготовительно-заключительное время, т.е. время на подготовку и наладку оборудования (время в условиях серийного производства):

$$T_{н.з} = 18 \text{ мин. [4, карта 19]}$$

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		45

Нормирование остальных операций производится аналогично.

Времена по всем операциям приведены в таблице 1.4

Таблица 1.4 - Нормирование операций обработки

№	Название операции	t_0 , МИН	t_6 , МИН	$t_{опер.}$, МИН	$t_{обс.}$, МИН	$t_{отл.}$, МИН	$t_{шт.}$, МИН	$T_{п.з.}$, МИН
005	Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	3.98	1.5	5.48	0.67	0.22	6.37	18
010	Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	1.135	1.9	3.035	0.38	0.12	3.6	18
015	Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	0.2	0.64	0.84	0.1	0.03	0.97	18
020	Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	1.13	0.8	1.94	0.24	0.08	2.26	18
025	Вертикально-сверлильная	0.01	1.1	1.11	0.16	0.05	1.32	12
030	Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	0.85	1.5	2.35	0.24	0.09	2.73	18
040	Хонинговальная	0.4	0.9	1.3	0.16	0.05	1.51	28
045	Хонинговальная	0.4	0.9	1.3	0.16	0.05	1.51	28
060	Контрольная	-	2.5	2.5	0.31	0.1	2.91	-
	Итого:	8.17	8.14	16.31	1.95	0.64	17.01	-

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Проектирование и расчет станочного приспособления для сверлильной операции

Деталь установлена под углом 40° на цилиндрическую оправку, закрепление осуществляется с помощью винтового зажима. В качестве баз используется центральное отверстие детали (двойная направляющая база), торец (опорная база) и отверстие во фланце (опорная база)

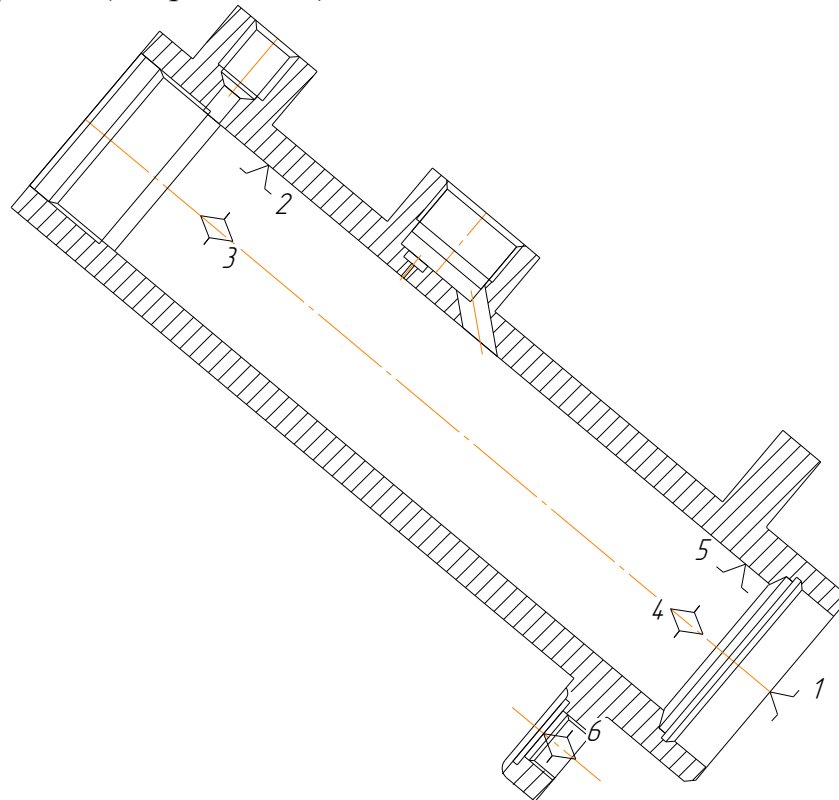


Рисунок 2.1 – Схема базирования детали

Выполняется операция сверления отверстия $\varnothing 7$ мм. При сверлении возникает осевая сила P_o и момент $M_{св}$. Расчет силы закрепления Q проводится по условию отсутствия поворота заготовки относительно своей оси под действием моментов внешних сил:

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		47

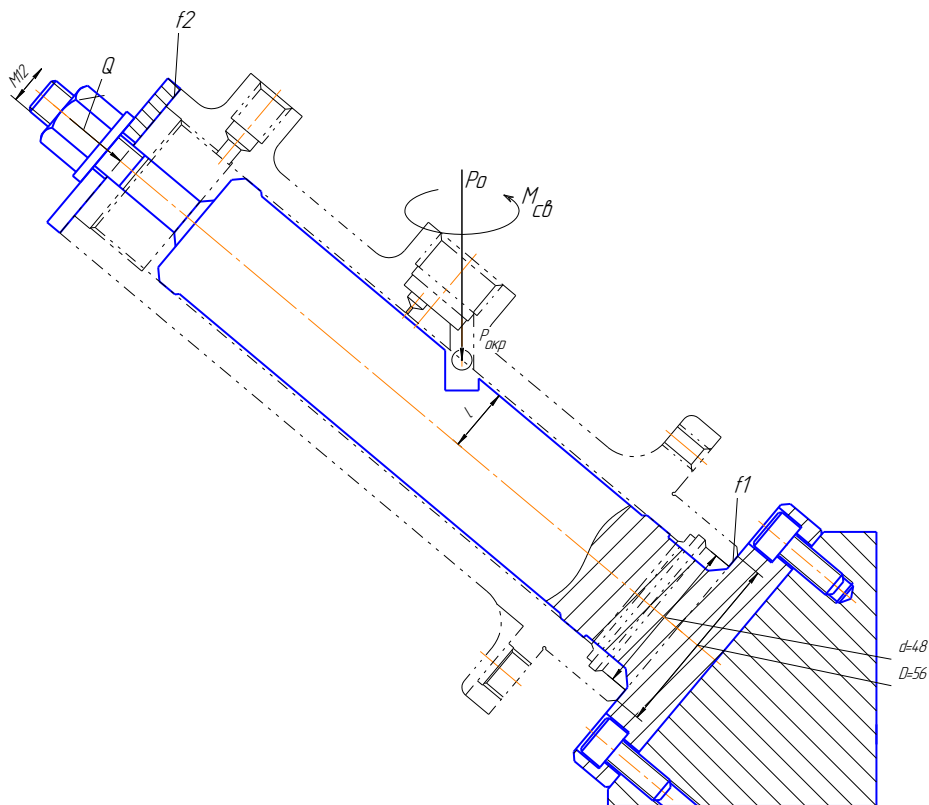


Рисунок 2.2 - Расчетная схема для определения сил закрепления

$$k \cdot \sum M_{сдв} = \sum M_{уд} \quad (2.1)$$

Из расчетной схемы следует, что сила закрепления выражается формулой:

$$k \cdot M_{сдв} = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f_1 \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}$$

$$M_{сдв} = P_{окр} \cdot l = 2 \cdot \frac{M_{св}}{d_{св}} \cdot l$$

где K - коэффициент, учитывающий конкретные условия выполнения технологической операции;

$M_{св}$ - момент стремящийся повернуть заготовку вокруг своей оси, Н·м;

f_1 - коэффициент трения между деталью и установочным элементом приспособления;

Значение K определяют как произведение нескольких частных коэффициентов:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (2.2)$$

где k_0 - гарантированный коэффициент запаса; $k_0=1,5$;

k_1 - учитывает состояние технологической базы; $k_1=1$;

k_2 - учитывает увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента; $k_2=1,5$

k_3 - учитывает наличие ударной нагрузки; $k_3=1$;

Изм.		№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

48

k_4 - учитывает стабильность силового привода; $k_4=1,3$;
 k_5 - характеризует зажимные механизмы с ручным приводом; $k_5=1$;
 k_6 - учитывает наличие моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую заготовку вокруг её оси; $k_6=1$

$$K=1.5 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 1 \cdot 1.3 \cdot 1 \cdot 1=2.9$$

Принимая коэффициенты трения в формуле (2.1) равными 0,16, находим силу закрепления:

$$Q = \frac{k \cdot 2 \frac{M_{св}}{d_{св}} \cdot l}{\frac{1}{3} \cdot 0,16 \cdot \frac{(D^3 - d^3)}{(D^2 - d^2)}}$$

$$Q = \frac{2.9 \cdot 2 \frac{4.14}{0.007} \cdot 0.02}{\frac{1}{3} \cdot 0.16 \cdot \left(\frac{0.056^3 - 0.048^3}{0.056^2 - 0.048^2} \right)} = 1715 \text{ Н}$$

Зная необходимую силу закрепления Q, можно рассчитать диаметр винта, который рассчитывается по формуле:

$$d = c \cdot \sqrt{\frac{Q}{\sigma}}, \quad (2.3)$$

где Q – сила закрепления, c – коэффициент, учитывающий потери от трения в резьбовых соединениях. Для метрической резьбы $c=1,4$; δ – допустимое напряжение на растяжение, $\delta=80$ Мпа

$$d = 1.4 \cdot \sqrt{\frac{1715}{80}} = 6.48 \text{ мм}$$

Конструктивно принимаем диаметр винта $d=12$ мм

Усилие на конце ключа в соответствии с рисунком 2.3 находится по формуле:

$$W \cdot l = Q \cdot \frac{d}{2} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_1) + M_{тр} \quad (2.4)$$

$$M_{тр} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right), \quad (2.5)$$

где Q - сила закрепления, Н; W – усилие руки рабочего; W=100Н

l - длина ключа, мм;

d - диаметр болта, мм;

α - угол подъёма резьбы, $\alpha = 3^\circ$

φ_1 - угол трения по резьбе, $\varphi_1 = 6^\circ$;

$M_{тр}$ - момент трения в резьбовом соединении;

$$l = \frac{1715 \cdot \frac{12}{2} \cdot \text{tg}(3 + 6) + 7.9}{100} = 15.5 \text{ мм}$$

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		49

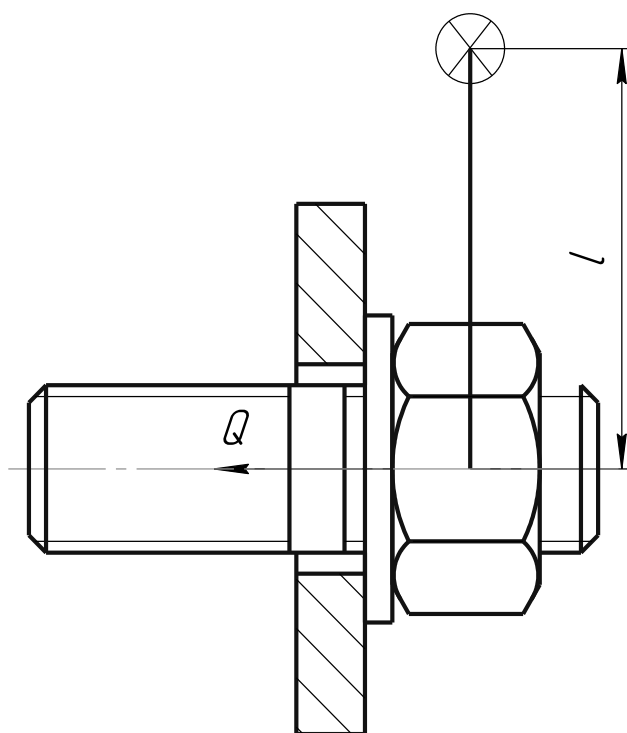


Рисунок 2.3 - Схема для определения усилия на ключе, необходимого для получения заданной силы закрепления

Выбираем ключ с длиной рукоятки $l=140$ мм, удовлетворяющий условию закрепления при расчетной величине, равной 15.5 мм. Корректируем усилие руки рабочего:

$$W = \frac{Q \cdot \frac{d}{2} \cdot td(\alpha + \varphi_1) + M_{тр}}{l}$$

$$W = \frac{1715 \cdot \frac{12}{2} \cdot tg(3 + 6) + 7.9}{140} = 11 \text{ Н}$$

2.2 Проектирование и расчет контрольного приспособления

Для контроля размера $107^{+0,23}$ на приспособлении 15.03.05.2017.636.04.00 Нужно, установить изделие на оправку 2, зафиксировав его на выступе плунжера 23, опустить прижим 10, установить оправку 17 с индикатором 12 в установ 27, установить индикатор на «0», установить оправку с индикатором в изделие до упора в торец 21. Смотреть показания индикатора в сумме с $\Delta_{изм}$ должно быть не более «-0,23»

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		50

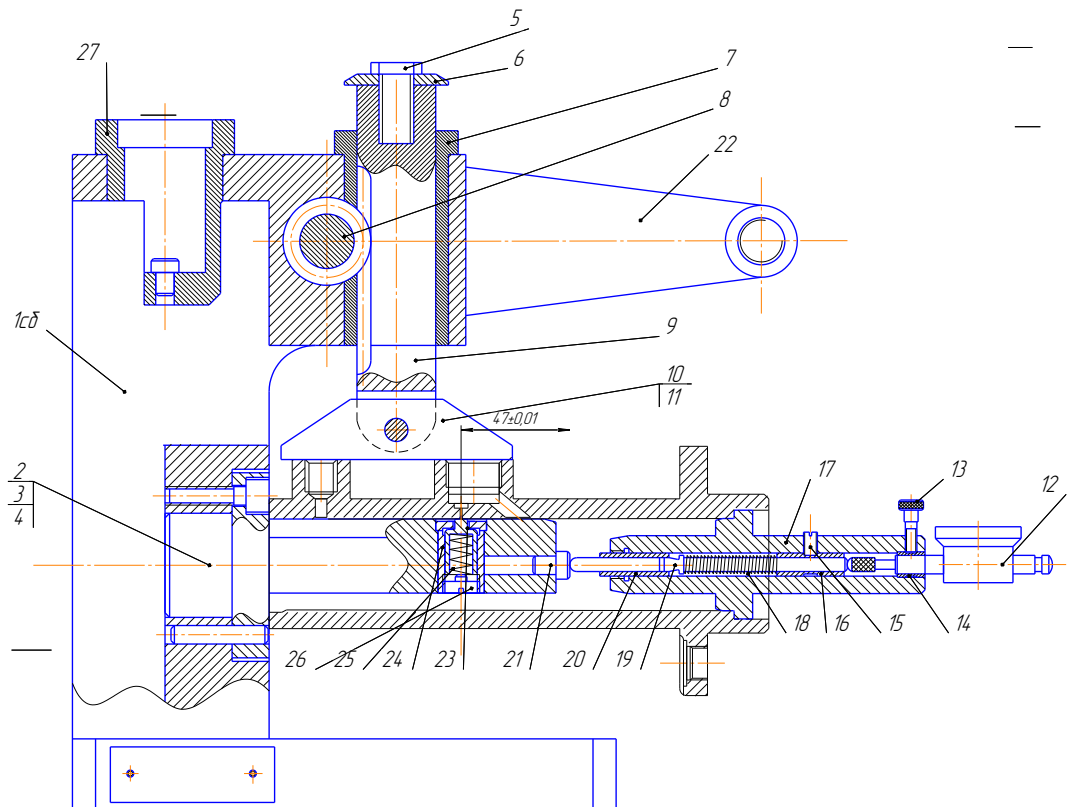


Рисунок 2.4 – Контрольное приспособление

Расчет выполняется по литературе [8, с.139]

Погрешность контрольного приспособления определяется путем последовательного вычисления погрешностей, составляющих общую погрешность $\Delta_{\text{изм}}$ и сравнивая ее с допустимым значением $[\Delta_{\text{изм}}]$:

$$\Delta_{\text{изм}} \leq [\Delta_{\text{изм}}] \quad (2.6)$$

$$\sqrt{\varepsilon^2 + \Delta_p^2 + \Delta_{\text{п}}^2 + \Delta_{\text{э}}^2} \leq (0,2 \dots 0,35)T \quad (2.7)$$

где ε - погрешность положения детали в приспособлении, Δ_p - погрешность прямой передачи, $\Delta_{\text{п}}$ - погрешность индикатора, $\Delta_{\text{э}}$ - погрешность эталона

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} \quad (2.8)$$

где ε_0^2 - погрешность базирования.

Т.к. деталь базируется по отверстию, то ε_0^2 - погрешность базирования будет равна:

$$S = D_{1\text{max}} - D_{\text{min}} \quad (2.9)$$

где D_1 - диаметр отверстия, по 10 качеству точности $\varnothing 0,8^{+0,04}$

D - диаметр плунжера, по 8 качеству точности $\varnothing 0,8_{-0,008}^{-0,002}$

$$S = 0,84 - 0,798 = 0,042 \text{ мм}$$

ε_3 - погрешность закрепления, $\varepsilon_3^2 = 0 \text{ мм}$

$\varepsilon_{пр2}$ – погрешность взаимного расположения оправки относительно измеряемой детали, погрешность рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = a(\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} - 1), (2.10)$$

где a - перемещение шупа индикатора, $a=0,23$ мм

$\alpha = \frac{\Delta}{100}$, где $\Delta = 0,05$ допускаемое отклонение

$$\varepsilon_{пр} = 0,23 \left(\sqrt{\operatorname{tg}^2 \frac{0,05}{100} + 1} - 1 \right) = 0,000002 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{пр}^2} = \sqrt{0,042^2 + 0,000002^2} = 0,04 \text{ мм}$$

Далее находим погрешность прямой передачи Δ_p

Рассчитывается по формуле:

$$\Delta_p = a \left(\frac{1}{\cos \beta} - 1 \right) + (0,2 \div 0,3) \operatorname{tg} \beta, (2.11)$$

где a - измеряемая погрешность $a = 0,23$ мм

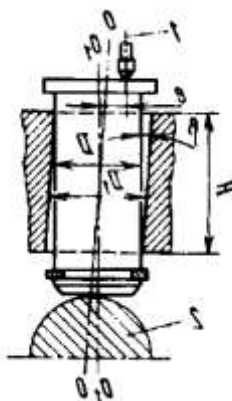


Рисунок 2.4 – Схема расчета погрешности прямой передачи

$\beta = \operatorname{arctg} \left(\frac{S}{H} \right)$, где S - зазор между стержнем и отверстием, H – длина втулки

D_1 – диаметр отверстия втулки. Втулка изготавливается по 6 качеству точности следовательно она равна $\varnothing 6^{+0,008}$

D – диаметр шупа выполненный по 6 качеству, $\varnothing 6_{-0,008}$

$S = D_{1max} - D_{min} = 6,008 - 5,992 = 0,016$ мм

$$\beta = \operatorname{arctg} \left(\frac{0,016}{29} \right) = 0,0005^\circ$$

$$\Delta_p = 0,23 \cdot \left(\frac{1}{\cos 0,0005^\circ} - 1 \right) + 0,2 \cdot \operatorname{tg} 0,0005^\circ = 0,0251 \text{ мм}$$

$\Delta_{п}$ - погрешность измерительного прибора, был выбран индикатор ИЧ02 кл.0 - ГОСТ 577-68, в этом случае $\Delta_{п} = 0,006$ мм на 1 мм измеряемой длины.

$\Delta_э$ – погрешность эталона назначаем равной 0,02 мм

Тогда

$$\Delta_{изм} = \sqrt{0,04^2 + 0,0251^2 + 0,006^2 + 0,02^2} = 0,05 \text{ мм}$$

									Лист
									52
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ				

$$[\Delta_{\text{изм}}] = kT, \quad (2.12)$$

где k – коэффициент зависящий от точности обработки и равный 0,35 для ИТ6

$$[\Delta_{\text{изм}}] = 0.35 \cdot 0.23 = 0.08 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{изм}} < [\Delta_{\text{изм}}]$$

$$0,05 < 0,08$$

Условие выполняется, таким образом погрешность контрольного приспособления не превышает допустимого значения погрешности измерения.

2.4 Проектирование приспособления для проверки перпендикулярности

Спроектированное контрольное приспособление 15.03.05.2017.636.05.00 контролирует перпендикулярность торца фланца относительно центрального отверстия цилиндра главного тормозов автомобиля «Урал» (по чертежу - не более 0,1 мм при установке детали по центральному отверстию)

Расчет выполняется по литературе [8, с.139]

Погрешность контрольного приспособления определяется путем последовательного вычисления погрешностей, составляющих общую погрешность $\Delta_{\text{изм}}$ и сравнивая ее с допустимым значением $[\Delta_{\text{изм}}]$:

$$\Delta_{\text{изм}} \leq [\Delta_{\text{изм}}]$$

$$[\Delta_{\text{изм}}] = 0.25 \cdot T,$$

$$[\Delta_{\text{изм}}] = 0.25 \cdot 0.1 = 0.025 \text{ мм}$$

Погрешность установки складывается из погрешности базирования, погрешности закрепления и погрешности приспособления.

Так как, деталь базируется на цанговую оправку, то ε_6 – погрешность базирования будет равна нулю. Деталь на оправке занимает вполне устойчивое положение, следовательно необходимость в зажимных устройствах отпадает и ε_3 – погрешность закрепления тоже будет равна нулю.

Отклонение от соосности оправки относительно устанавливаемой детали $\varepsilon_{\text{пр2}} = 0.01$ мм на 200 мм длины [8, с.150] Погрешность, связанная с биением подшипников качения по 7-му ряду: [8]

$$\Delta_{\text{подш}} = 0,012 \text{ мм}$$

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		53

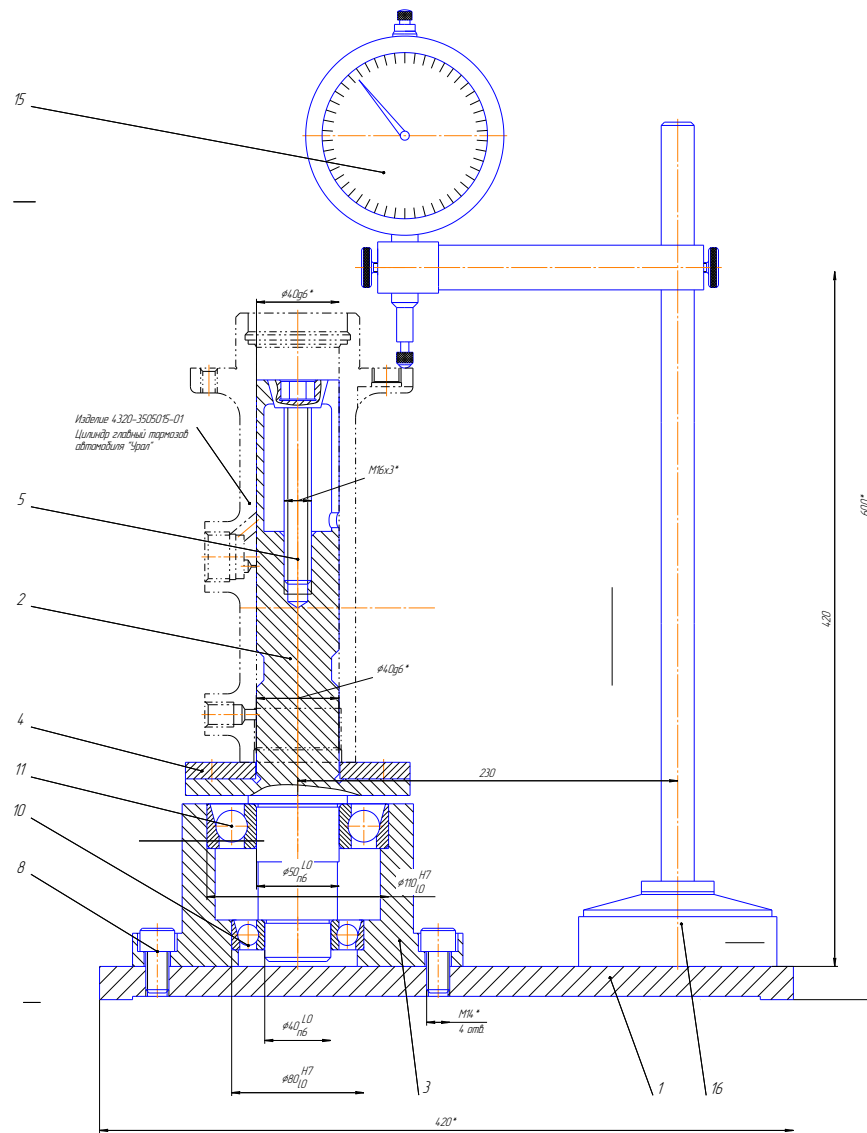


Рисунок 2.5 – Контрольное приспособления для проверки перпендикулярности

Погрешность измерительного устройства:

Выбираем в качестве измерительного устройства индикатор часового типа 1-МИГ-0 ГОСТ 9696-82 с ценой деления 0,001 мм и диапазоном измерения 1 мм

По точности исполнения этот индикатор относится к нулевому классу точности, т.е. погрешность при повороте стрелки на 1 оборот=0,001 мм

$$\Delta_{\text{п}} = 0.001 \text{ мм}$$

Погрешность измерения:

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{пр2}}^2 + \Delta_{\text{подш}}^2 + \Delta_{\text{п}}^2}$$

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{0.01^2 + 0.012^2 + 0.001^2} = 0.015 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{изм}} < [\Delta_{\text{изм}}]$$

Изм.		№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

54

$$0.015 < 0.025$$

Условие выполняется, таким образом погрешность контрольного приспособления не превышает допустимого значения погрешности измерения.

2.5 Проектирование хонинговальной головки для предварительного хонингования

Хонинговальные головки применяют для окончательной обработки отверстий диаметром от 1 до 1500 мм глубиной до 25000 мм. При этом точность обработанных отверстий достигает IT5-6, а шероховатость Ra 0,32...0,08. Такие высокие результаты объясняются тем, что в отличие от шлифования процесс хонингования характеризуется:

- большей площадью контакта брусков с обрабатываемой поверхностью;
- малой величиной давления брусков и низкой скоростью резания;
- значительным количеством одновременно работающих зерен (в 100-1000 раз больше, чем при шлифовании);
- низкой температурой в зоне резания (30-50°C, что в 2-3 раза ниже, чем при шлифовании)

Хонинговальная головка содержит корпус с разжимным конусом и колодки с алмазными брусками, имеющими независимый привод радиального разжима от клиновых пазов подвижного сепаратора. В торцевые колодки установлены алмазные бруски. Хонинговальная головка состоит из корпуса 6 (см. рисунок 2.6), в котором расположен сепаратор 1 с абразивными выдвижными ножами, разжимаемые конусом 7 посредством разжимного штока 5 от механизма разжима станка.

В окнах подвижного в осевом направлении сепаратора размещены радиальные колодки с закрепленными на них алмазными брусками, выдвинутыми к торцу радиальных колодок. Радиальные колодки своими плоскими поверхностями опираются на ножи и удерживаются от выпадения из окон сепаратора пружинами 11. Сепаратор, перемещаясь вместе с радиальными колодками относительно корпуса в осевом направлении, удерживается в крайнем переднем положении пружиной 16. При этом сепаратор удерживается от поворота относительно корпуса пальцами 19, входящими в пазы корпуса.

В сведённом состоянии хонинговальная головка, закрепленная в шпинделе станка, вводится в обрабатываемое, (причем канавка у торца отверстия под выход брусков не требуется) и ей сообщается возвратно-поступательное и вращательное перемещение. Ход хонинговальной головки настраивается таким образом, чтобы в его конце торец сепаратора 1 (и/или торцевых колодок) перебежал положение или дна отверстия на 3-5 мм.

Далее хонинговальной головке передаётся разжим. На разжимной шток 5 подаётся рабочее давление от гидросистемы станка. В результате осевого перемещения штока 5 разжимной конус 7 воздействует на ножи и опирающиеся на них радиальные колодки до соприкосновения алмазных брусков с поверхностью обрабатываемого отверстия и начала процесса резания.

										Лист
										55
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ					

С этого момента возникшая осевая составляющая усилия резания по величине превышает усилие сжатой пружины 10 и сепаратор движется возвратно-поступательно с корпусом 6 хонинговальной головки как единое целое, при этом сепаратор 1 сохраняет на корпусе 6 хонинговальной головки осевое положение, занятое им при перебеге торца бурта обрабатываемого отверстия. Таким образом, обработка поверхности отверстия происходит на всей длине детали. Как только отверстие достигает нужного диаметра, измерительная головка 21 войдет в отверстие, нажмет на рычаг преобразователя, электроконтакты разомкнутся и на пульт управления станка поступит сигнал о прекращении работы.

При хонинговании головка вращается с окружной скоростью $V_{окр}$ и совершает возвратно-поступательное перемещение вдоль оси обрабатываемого отверстия со скоростью $V_{вп}$. Для обеспечения высокого качества обработанной поверхности необходимо, чтобы получаемые в процессе обработки штрихи пересекались под углом $2\alpha=40\dots60^\circ$, тогда [2, с. 155]:

$$tg \alpha = \frac{V_{окр}}{V_{вп}} \quad (2.13)$$

Для предварительной обработки рекомендуются следующие значения скоростей: для обработки чугуна [17, с. 155]: $V_{окр} = 60\dots75$ м/мин, $V_{вп} = 15\dots20$ м/мин. Перемещение хонинговальной головки за каждый ход [2, с. 155]:

$$l = l_{отв} + 2l_{пер} - l_{бр}, \quad (2.14)$$

где $l_{бр}$ – длина хонинговального бруска; $l_{бр}=110$ мм;

$l_{отв}$ – длина отверстия; $l_{отв}=175,5$ мм;

$l_{пер}$ – перебеги; $l_{пер}=5$ мм.

$$l = 175,5 + 2 \cdot 5 - 110 = 75,5 \text{ мм}$$

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		56

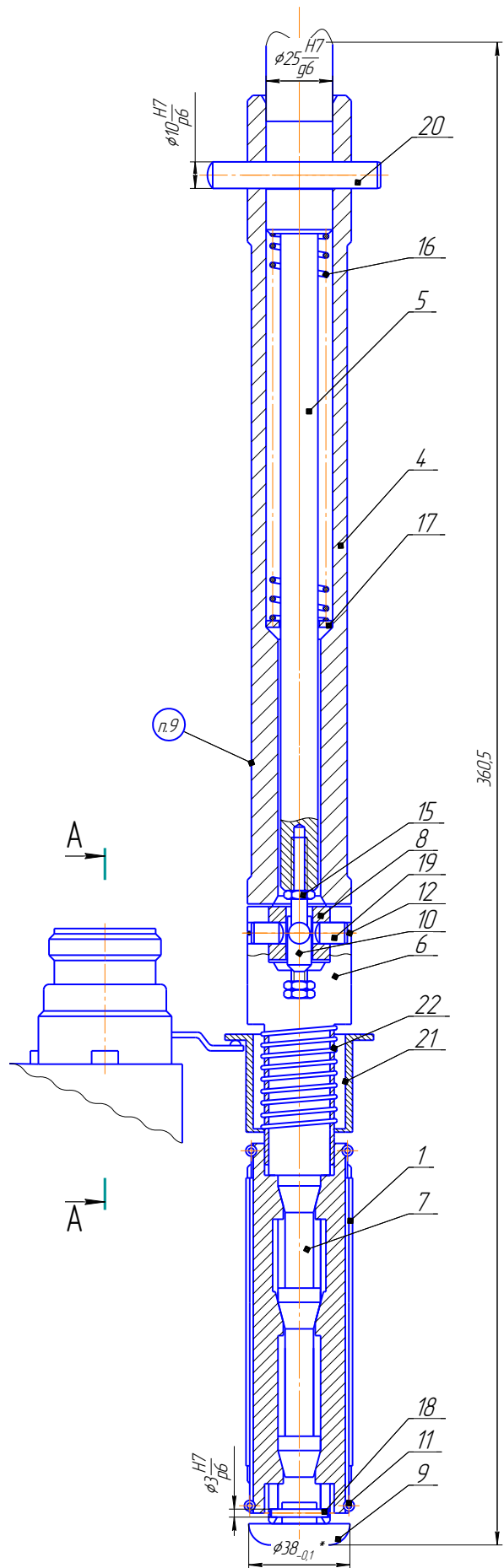


Рисунок 2.6 – Хонинговальная головка для предварительного хонингования

Изм.		№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

Лист

57

Для удаления из зоны резания продуктов изнашивания брусков и микрочастиц снимаемого слоя металла и охлаждения обрабатываемой заготовки процесс хонингования происходит при обильном применении СОЖ. Применяют водные растворы, составы на основе минеральных масел.

Характеристику абразивных брусков выбирают в зависимости от материала заготовки, припуска под хонингование, требуемой шероховатости поверхности и точности обработки. Для хонингования деталей из серого чугуна применяем бруски из синтетического алмаза АС4. Связка алмазных брусков – металлическая М013[2, с.154]. Указанные связки являются наиболее распространенными, но кроме них применяют и другие марки связок.

Зернистость алмазных брусков для предварительной обработки – 125/100. Число брусков в хонинговальных головках колеблется от 3 до 36 и рассчитывается по формуле [17, с.154]:

$$z = 0,3 \frac{\pi \cdot d}{B}, \quad (2.15)$$

где В – ширина бруска; В=6мм

$$z = 0,2 \frac{\pi \cdot 40}{6} = 4,18$$

Принимаем z=4 бруска.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		58

3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3.1 Симуляция механической обработки на станке с ЧПУ

Для симуляции механической обработки детали цилиндр главного тормоза автомобиля «Урал» была использована программа FeatureCAM. Для процесса обработки данной детали использовались фрезерно-сверлильно расточные операции.

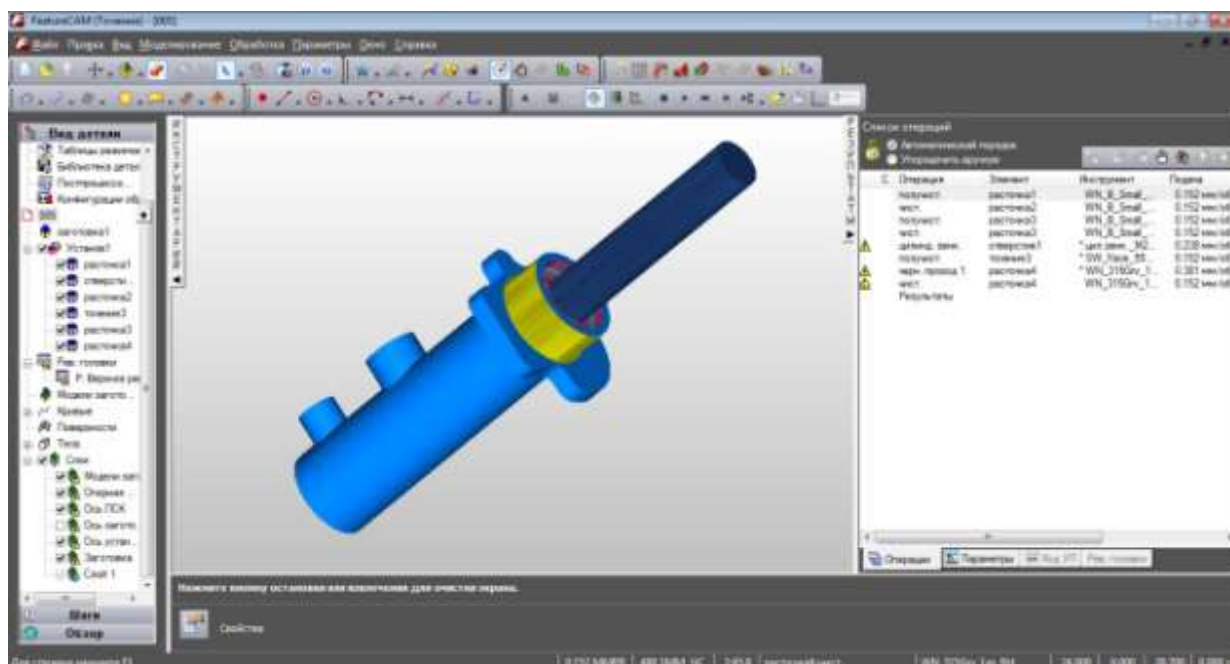


Рисунок 3.1 – Визуализация 005 операции

На первой операции выполняется получистовое растачивание и зенкерование центрального отверстия, получистовое и чистовое фрезерование торца и фланца, чистовое растачивание центрального отверстия, получистовое растачивание отверстия внутри и снаружи, растачивание канавки.

На рисунке 3.2 показан процесс обработки 010 операции. Она включает в себя получистовое и чистовое фрезерование торца, развертывание центрального отверстия на глубину 26 мм и зенкерование.

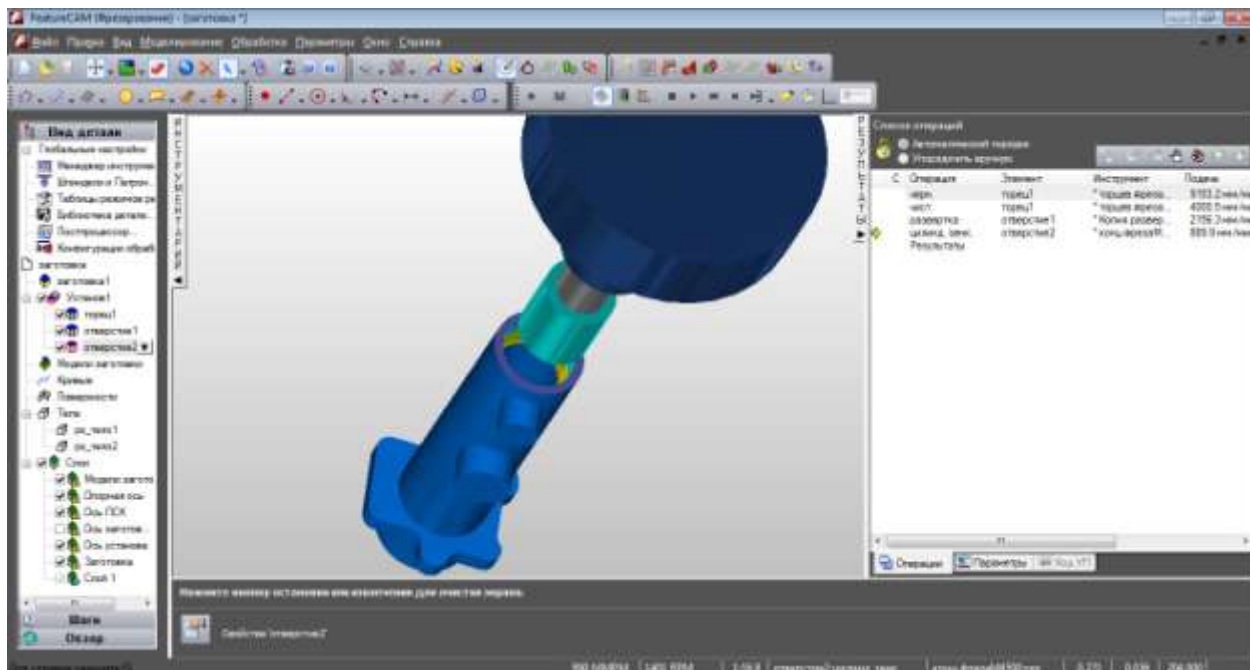


Рисунок 3.2 – Визуализация 010 операции

На рисунке 3.3 показан процесс обработки 015 операции. Первый переход – зацентровка, далее сверление отверстия во фланце Ø12.5 мм, следующий переход – рассверливание отверстия Ø14.5 мм на глубину 3 мм и рассверливание отверстия Ø13 мм на глубину 9 мм. Далее показано цекование фланца Ø28 мм.

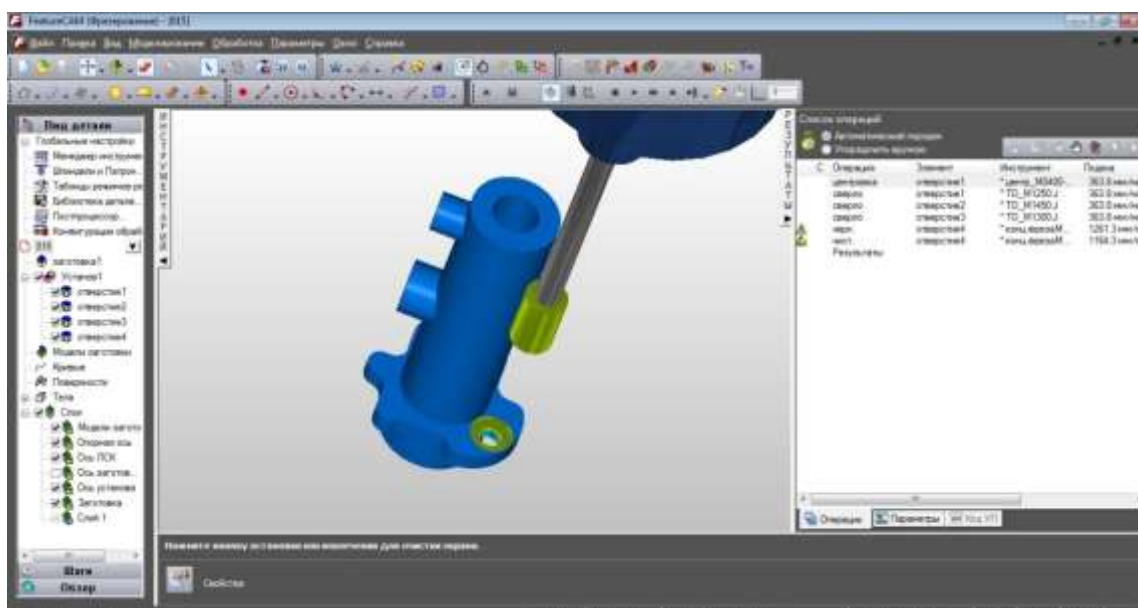


Рисунок 3.3 – Визуализация 015 операции

Рисунок 3.4 – показывает процесс обработки 030 операции. Первым переходом происходит зацентровка 6 отверстий во фланце, далее их сверление и нарезание резьбы в 6 отверстиях.

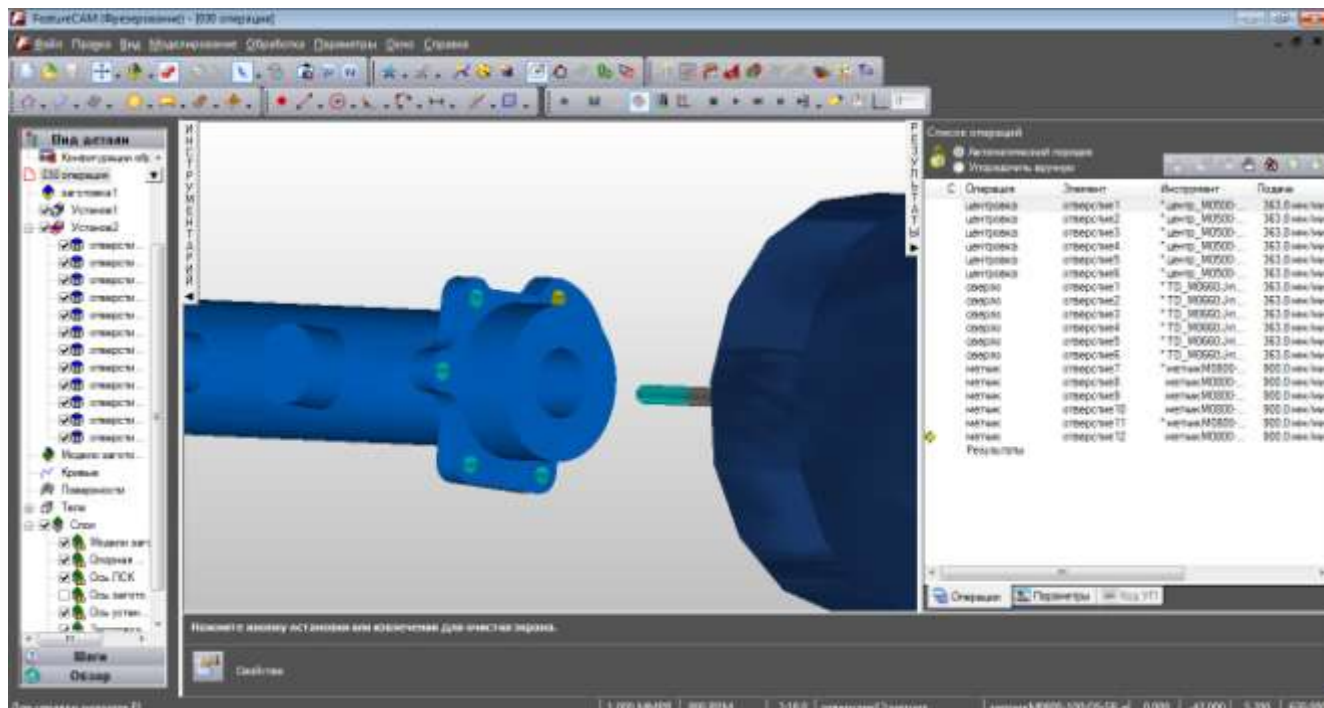


Рисунок 3.4 – Визуализация 030 операции

3.2 Построение 3D модели контрольного приспособления

Построение 3D модели контрольного приспособления для проверки размера $107^{+0,23}$ мм осуществляется с помощью программы КОМПАС – 3DV16.1. Моделирование начинается с прорисовывание и создания 3D модели каждой детали приспособления. После того, как все детали готовы, создается сборка, куда все ранее приготовленные детали добавляются и соединяются. Для более приятного восприятия каждой детали приспособления задается свой цвет.

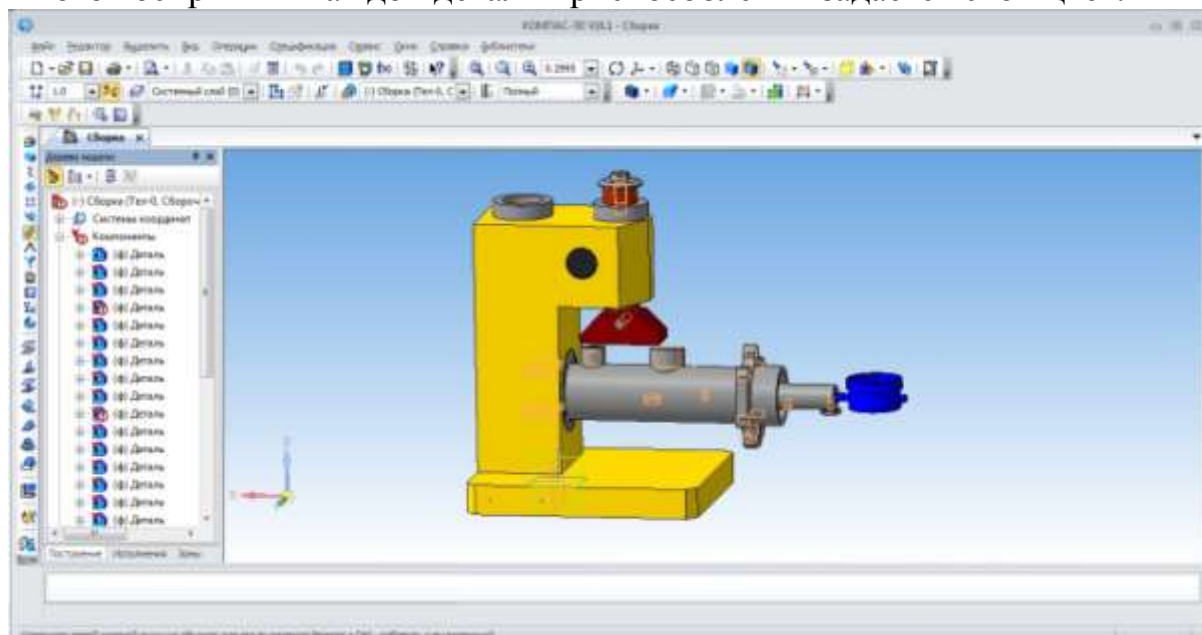


Рисунок 3.3 – 3D модель контрольного приспособления

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата	

15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ

3.3 Автоматизация технологического процесса детали

Автоматизированное проектирование технологического процесса осуществляется в программе ВЕРТИКАЛЬ. Программа позволяет выбрать оборудование, режущий инструмент, приспособления, измерительный инструмент, СОЖ и многое другое необходимое для создания технологического процесса.

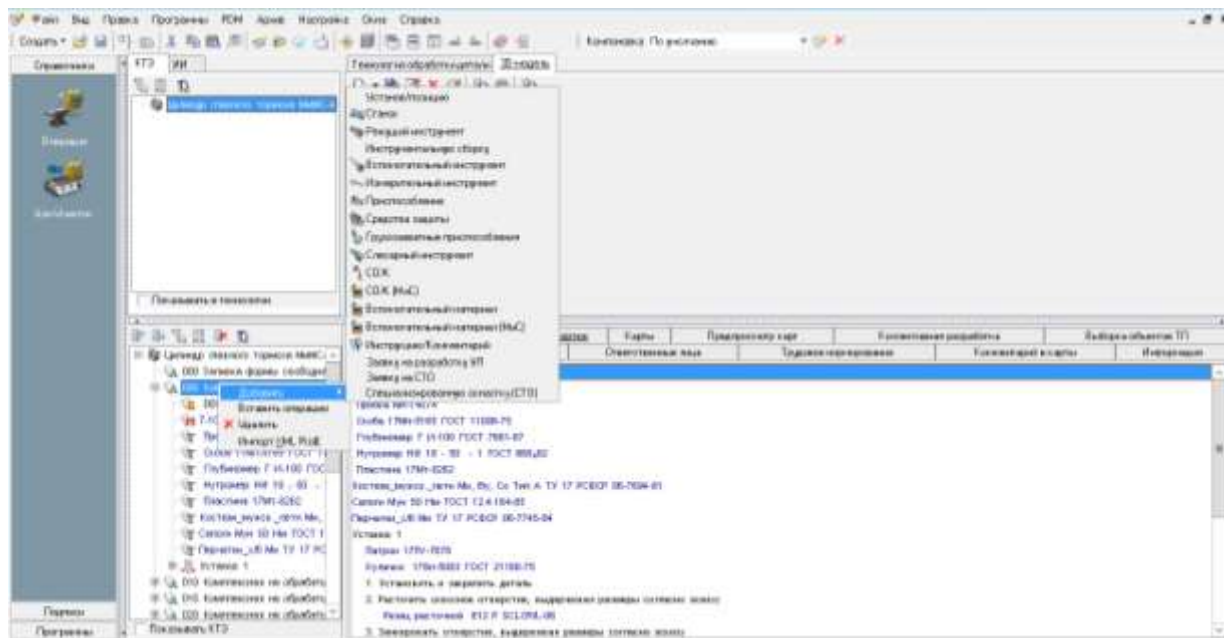


Рисунок 3.4 – Создание ТП в программе ВЕРТИКАЛЬ

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчет количества единиц оборудования и их коэффициентов загрузки

Такт выпуска:

$$\tau_p = \frac{F_0 \cdot 60}{N}, \text{ мин} \quad (4.1)$$

где F_0 – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;
 N – годовая программа выпуска, шт

$$\tau_p = \frac{3890 \cdot 60}{30439} = 7,6 \text{ мин}$$

Действительный такт выпуска:

$$\tau = \tau_p \left(1 - \frac{\beta}{100}\right), \quad (4.2)$$

где β – потери времени, на организационно-техническое обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы, $\beta = 6 \dots 8\% \text{ с/0}$

$$\tau = 7.6 \left(1 - \frac{6}{100}\right) = 7.14 \text{ мин}$$

Число станков:

$$C_{\text{расч}} = \frac{t_{\text{шт}}}{\tau}, \quad (4.3)$$

где $t_{\text{шт}}$ – штучное время (станкоемкость) выполнения операции, мин

$$C_{\text{расч1}} = \frac{6,37}{7,14} = 0,89;$$

Принимаем 1

Все остальные расчеты по операциям сводим в таблицу

Таблица 4.1 - Расчет количества единиц оборудования

Операция	$C_{\text{расч}}$	$C_{\text{пр}}$
005	0.89	1
010	0.50	1
015	0.13	1
020	0.3	1
025	0.18	1
030	0.38	1
040	0.21	1
045	0.21	1

Исходя из данных таблицы 4.1 – нецелесообразно применять с 010-020 на каждую операцию по одному станку, так как операции выполняются на станке

одной и той же модели, поэтому применяю один станок для трех операций 010-020.

Коэффициент загрузки технологического оборудования на операции

$$k_3 = \frac{C_{\text{расч}}}{C_{\text{пр}}}, \quad (4.4)$$

где $C_{\text{пр}}$ – принятое технологическое оборудование для операции.

$$k_3 = \frac{0.89}{1} = 0.89$$

Все остальные расчеты по операциям сводим в таблицу

Таблица 4.2 – Расчет коэффициентов загрузки оборудования

Модели станков	Операция	Коэффициент загрузки
500V	005	0.89
500V	010-020	0.93
2AC132	025	0.18
500V	030	0.38
3K833	040	0.21
3K833	045	0.21

$$k_{3,\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{\text{расч}}}{\sum_{i=1}^m C_{\text{пр}}} = \frac{2,8}{5} = 0.5$$

4.2 Расчет числа производственных рабочих

Для условий серийного производства число операторов-наладчиков определяем по нормам производства, так как на 005, 010-020, 030 операции используется станок одинаковой модели, то назначаем на 3 станка одного оператора-наладчика. Для операций 025, 040 и 045 на 2 станка назначаем так же одного оператора-наладчика. Следовательно, для двухсменного режима работы необходимо 4 оператора-наладчика.

К вспомогательным относятся рабочие, выполняющие техническое обслуживание производственных участков: рабочие ремонтных и инструментальных служб, транспортные и подсобные рабочие, уборщики производственных помещений, рабочие складов и кладовых и др. Численность вспомогательных рабочих механическом цехе составляет 20...35% от числа производственных рабочих. С учетом 2 смен составляет 1 рабочий.

К категории инженерно-технических работников (ИТР) относятся лица, осуществляющие руководство цехом и его структурными подразделениями, а также инженеры технологи, техники, экономисты, нормировщики и тд. Число ИТР составляет 21-15% от числа основных станков механического цеха. Составляет 1 рабочий.

К категории служащих относится персонал выполняющий работы по счету, отчетности, снабжению, оформлению: бухгалтеры, кассиры, копировальщики, секретари, учетчики, заведующие складов и кладовых. Численность служащих составляет 1% от числа производственных рабочих. Округление до целого в этом случае целесообразно выполнять на этапе суммирования данных по всему цеху.

4.3 Выбор подъемно-транспортного средства и расчет высоты пролета

Для организации механосборочного производства рекомендуется применять одноэтажное здание, т.к в этом случае облегчается установка тяжелого оборудования, а также упрощаются транспортные связи между отдельными цехами.

Ширину пролета выбирают такой, чтобы можно было рационально разместить кратное число рядов оборудования. Сетка колонн для одноэтажного здания оборудованного мостовым краном принимаем 18x12. Выбираем кран электрический мостовой однобалочный опорный :1-А-5-16,5-12-380 ГОСТ 22045-89.

Таблица 4.5 - Габаритные размеры станков

Станок	Габариты, мм
STERLITАМАК 500V	2350 × 3162 × 3000
Вертикально-сверлильный 2АС132	1300×1200×2465
Хонинговальный ЗК833	1295×1145×2755

Высоту пролета выбирают исходя из схемы, приведенной на рисунке 4.1

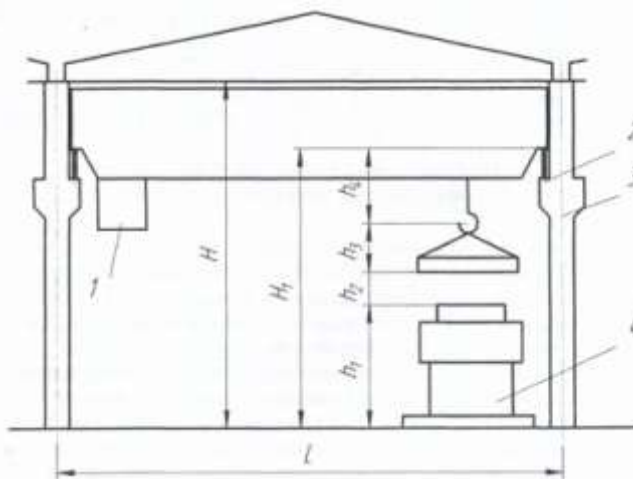


Рисунок 4.1 - Схема поперечного разреза

1 – кабина крана; 2- ось подкрановых путей; 4 – станок

Исходя из максимального габаритного размера оборудования по высоте h_1 , минимального расстояния h_2 между оборудованием и перемещаемым грузом, а

также размеров по высоте транспортируемых грузов h_3 и подъемно транспортных средств h_4 определяют высоту H_1 до головки подкранового рельса:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (4.5)$$
$$H_1 = 3.000 + 0.5 + 2.2 + 1.1 = 6.8 \text{ м}$$

Принимаем: $H_1 = 6.95 \text{ м}$

Высота пролета:

$$H = H_1 + A + M, \quad (4.6)$$

где A – габаритный размер крана, M - минимальное расстояние от потолка до крана

$$H = 6.95 + 1.650 + 0.100 = 8.7 \text{ м}$$

Принимаем $H = 9.6 \text{ м}$

Для здания высотой 9.6 м и крана грузоподъемностью 5т принимаем по ГОСТ 25628-90 колонну с размерами 400х600 мм, типоразмер колонны - 7КК96

4.4 Описание планировки участка

Для данной выпускной квалификационной работы, была спроектирована планировка, участка механической обработки цилиндра главного тормоза. Металлорежущие станки располагаются последовательно в соответствии с технологическим процессом обработки детали. При расположении станков предусматриваются кратчайшие пути транспортирования детали в процессе обработки. Положение станков координируется относительно колонн. Колоннам в каждом пролете присваивается номер. Заготовка поставляется на участок в спец.таре размеры которой 1125×670×830, после чего она попадает на 1 операцию. На каждом рабочем месте имеются столы, на которых располагаются изделия. После последней операции деталь проходит контроль, после чего укладывается в спец. тару и отправляется на сборку.

На участке предусмотрены места для сбора стружки, подвода СОЖ и пожарного крана. При расстановке станков руководствуемся нормами расстояний станков от проезда, между станками, а также от станков до стен и колон. Эти размеры должны гарантировать удобство выполнения работ на станках, безопасность рабочих, достаточную свободу движения людей и транспортных средств с грузом, возможность выполнения ремонта. Размеры главных проездов и проходов находятся в зависимости от размеров и веса детали и применяемых транспортных средств. В данном случае для транспортировки кроваток с деталями используется автокары. Ширина ящика (наибольший габарит) составляет 1200 мм. Для межцехового транспорта ширина проезда принята 5 метров

В процессе обработки детали образуются в основном стружка надлома. От станков стружка убирается вручную в тару для стружки с помощью крючков, совков и щеток. В данном случае критерием выбора системы удаления стружки служит количество стружки в год, приходящейся на 1 кв. метр участка.

Способ подачи СОЖ – централизованно-групповой: жидкость подается по трубопроводам из центральной установки к разборным кранам, установленным на участках. В процессе работы станка используется автономная система

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		66

охлаждения станка, которая ежесуточно пополняется из разборных кранов для восполнения потерь жидкости вследствие ее разбрызгивания, уноса со стружкой и обработанной заготовкой.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		67

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Охрана труда — система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Служба охраны труда в соответствии с возложенными на нее основными задачами выполняет следующие функции: проводит анализ состояния и причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний, разрабатывает совместно с соответствующими службами мероприятия по предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также контролирует их выполнение; организует работу по проведению паспортизации санитарно-технического состояния на рабочих местах по подразделениям предприятия; организует совместно с соответствующими службами предприятия разборку и выполнение комплексного плана улучшения условий труда, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, а также участвует в разработке соглашений по труду; подготавливает и вносит руководству предприятия предложения по разработке и внедрению более совершенных конструкций, предохранительных устройств и других средств защиты от опасных производственных факторов; участвует в работе по внедрению стандартов безопасности труда и научных разработок по охране труда; проводит совместно с соответствующими службами предприятия и с участием профсоюзного актива проверки (или участвует в проверках) технического состояния зданий, сооружений, оборудования, эффективности работы вентиляционных систем, состояния санитарно-технических устройств, санитарно-бытовых помещений, инженер по охране труда; контролирует правильность составления и своевременность представления заявок на приобретение спецодежды, спецоборудования и других средств индивидуальной защиты, а также оборудования и материалов для осуществления мероприятий по охране труда; оказывает помощь подразделениям предприятия в организации контроля состояния окружающей производственной среды; участвует в работе комиссий по приемке в эксплуатацию новых и после реконструкции объектов производственного назначения, оборудования и машин, проверяя выполнение требований по обеспечению здоровых условий труда и порядок обучения по охране труда; проводит вводный инструктаж и оказывает помощь в организации обучения работников по вопросам охраны труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-93 и действующими нормативными документами; участвует в работе аттестационной комиссии и комиссии по проверке знания специалистами правил и норм по охране труда, инструкций по технике безопасности.

К технологическому процессу обработки детали цилиндра главного тормоза предъявляются ряд требований, обеспечение которых способствует безопасности работы: применение механизации, автоматизации и дистанционного управления в тех случаях, когда действие вредных и опасных производственных факторов нельзя устранить; обеспечение надлежащей герметизации производственного

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		68

оборудования; применение средств защиты работающих; применение системы контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающей защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования; оснащение технологических процессов устройствами, обеспечивающими получение своевременной информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов; своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками вредных и опасных производственных факторов; применение рациональных режимов труда и отдыха с целью предупреждения возникновения психофизиологических опасных и вредных производственных факторов. Учитывая данные требования, на участке предусмотрены ограждения подвижных частей, необходимые электрические блокировки, устройства аварийной остановки. Электроаппаратура станков размещена в шкафах, расположенных непосредственно на станках. Разводка электрооборудования выполнена в специальных корпусах. На участке находится кран-балка, которая оснащена следующими приборами безопасности: ограничители грузоподъемности, предохраняющие кран от перегрузки; конечные выключатели, автоматически отключающие механизм подъема крюка или механизм передвижения при подходе к крайним точкам. Безопасность эксплуатации подъемно-транспортных устройств требует ограждения всех доступных движущихся или вращающихся частей механизмов. Необходимо исключить непредусмотренный контакт работающих с перемещаемыми грузами и самими механизмами при их передвижении, а также обеспечить надежную прочность механизмов, вспомогательных, грузозахватных и балочных приспособлений.

5.1 Производственный микроклимат

Состояние здоровья человека, его способность работать в большей мере зависят от микроклимата на рабочем месте. Не имея возможности влиять на климатообразующие процессы в атмосфере, люди имеют возможность управлять факторами воздушной среды внутри производственных помещений. Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды помещений, который зависит от действующих на организм человека температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, а также интенсивностью теплового излучения (ГОСТ 12.1.005 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"). Требования ГОСТа установлены для рабочих мест — пространств высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на котором человек находится больше 50 % рабочего времени (или больше 2 часов непрерывно). Если работа происходит в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом является вся рабочая зона. Так как работы, выполняемые на участке механической обработки цилиндра главного тормоза а/м Урал входят в категорию Пб – работы, связанные с ходьбой и переноской небольших (до 10 кг) тяжестей, параметры микроклимата приведены в таблице 5.1.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		69

Таблица 5.1 - Оптимальные значения параметров микроклимата при относительной влажности воздуха в диапазоне 40...60 %

Период года	Категория работ (по уровню энергозатрат, Вт)	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб (233...290)	17...19	16...20	0,2
Теплый	Пб (233...290)	19...21	18...22	0,2

Теплым считается период года со среднесуточной температурой наружного воздуха выше 10 °С, холодным — с температурой 10 °С и ниже. Оптимальные параметры микроклимата распространяются на всю рабочую зону производственных помещений без разделения рабочих мест на постоянные и непостоянные.

5.2 Производственное освещение

Освещение производственного участка верхним естественным светом осуществляется через аэрационные фонари. Но так как, естественного освещения будет недостаточно, будет применяться комбинированное искусственное освещение. Поскольку применение одного местного или общего искусственного освещения не допускается, так как образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма. Искусственное освещение подразделено на рабочее, аварийное и специальное. Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормального выполнения производственного процесса, прохода людей, движения транспорта и является обязательным для всех производственных помещений. Аварийное - устраивают 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. Специальное освещение может быть охранным, эвакуационным, сигнальным. Охранное освещение устраивают вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом. Наименьшая освещенность в ночное время 0,5 лк.

КЕО – коэффициент естественного освещения при естественном верхнем освещении – 4%. Освещенность искусственного освещения, при системе комбинированного освещения составляет 500 лк.

Участок механической обработки освещается общим освещением от магистральных ламп, создается освещенность на рабочем месте не менее 200лк.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		70

Каждое рабочее место оснащается своим индивидуальным светильником с люминесцентными лампами.

5.3 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность на предприятии должна обеспечивать сохранность здоровья и жизни работников, а так же сохранность материальных ценностей цеха. Участок механической обработки относится к пожароопасному производству, категории Д — производство, связанное с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Система предупреждения пожаров - это комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение условий возникновения пожаров. Предупреждение пожаров и взрывов на производстве достигается исключением возможности образования горючей и взрывоопасной среды, а также предотвращением возникновения в горючей среде источников зажигания. Предотвращение образования горючей среды обеспечивается за счет: максимальной механизации и автоматизации производственных процессов, связанных с образованием горючих веществ; герметизации оборудования, на котором обрабатываются горючие вещества, и тары для них; содержания в чистоте внутренних поверхностей зданий, сооружений и территории предприятий; контроля исправности отопительных приборов, дымоходов и т. д.

Производственное помещение обеспечено дистанционными стационарными установками пожаротушения, так же имеются первичные средства пожаротушения предназначены для тушения небольших загораний, а также пожаров в начальной стадии их развития до прибытия пожарных формирований. К ним относятся: пожарные щиты, укомплектованные ручными огнетушителями, ломы, баграми, топорами, асбестовым полотном (войлоком, грубошерстной тканью) размером не менее 1 × 1 м и т. д.

Персональная ответственность за обеспечение пожарной безопасности предприятий и их структурных подразделений в соответствии с действующим законодательством возлагается на руководителей. Они обязаны определить ответственных за пожарную безопасность отдельных территорий, зданий, сооружений, помещений, цехов, участков, технологического оборудования и процессов, инженерного оборудования, электросетей и т. п. На предприятии приказом руководителя установлен соответствующий противопожарный режим, в том числе: определены и оборудованы места для курения; установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды; определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня; регламентированы: порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ; порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы; действия работников при обнаружении пожара; определены порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		71

5.4 Вентиляция и отопление

Вентиляцией – называют процесс замены загрязненного воздуха помещений чистым. Рабочую систему вентиляции применяют для удаления из помещений вредных веществ или снижения их концентраций до предельно допустимых параметров воздушной среды. Естественная вентиляция обеспечивается за счет аэрационных фонарей в крыше здания. По всему цеху предусмотрена общеобменная вентиляция. Воздухообмен осуществляется по воздуховодам или каналам, при помощи вентиляторов. Промышленная вытяжная вентиляция устраивается в верхней части помещения, а приточная — на высоте 1,5-1,8м от пола.

Отопление предназначено для поддержания комфортной температуры воздуха в производственных помещениях в холодное время года. Кроме того, оно способствует лучшей сохранности зданий и оборудования, так как одновременно позволяет регулировать и влажность воздуха. С этой целью сооружают различные системы отопления. В холодный и переходный периоды года следует отапливать все здания и сооружения, в которых время пребывания людей превышает 2 ч, а также помещения, в которых поддержание температуры необходимо по технологическим условиям.

На производстве используется центральное комбинированное отопление. Системы центрального отопления включают в себя генератор теплоты, нагревательные приборы, средства передачи теплоносителя (трубопроводы) и средства обеспечения работоспособности (запорная арматура, предохранительные клапаны, манометры и пр.). Теплота вырабатывается за пределами отапливаемых помещений.

5.5 Несчастные случаи на производстве

Степень количества возникающих опасностей на производстве зависит от: психофизиологических состояний человека; профессиональных качеств и опыта работы; уровнем мотивации к труду и безопасности. Плохое настроение, состояние алкогольного или наркотического опьянения, утомление, биологические ритмы также могут приводить к несчастному случаю. Случай с работающим, связанный с воздействием на него опасного производственного фактора и сопровождающийся травмированием и потерей трудоспособности, рассматривается законодательством РФ, как несчастный случай на производстве.

По социальной значимости все травмы можно разделить на производственные и непроизводственные.

По источнику и характеру повреждений травмы бывают: механические (вывих, перелом, порез, ушиб и т. п.); термические (тепловой ожог и обморожение); химические (химический ожог, отравление); электрические (электрические ожоги и знаки, металлизация кожи, электроофтальмия, параличи и т. п.); психические (испуг, нервное потрясение); лучевые (радиационные ожоги). По степени тяжести последствий травмы можно подразделить: на микротравмы — ликвидируют непосредственно на рабочем месте, потеря трудоспособности не превышает одной рабочей смены; легкие — временная потеря трудоспособности с

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		72

ее последующим полным восстановлением в процессе лечения; тяжелые — постоянная частичная или полная потеря трудоспособности и перевод пострадавшего на инвалидность; смертельные — приводят к смерти пострадавшего, которая может наступить как в момент происшествия, так и через какой-либо промежуток времени после него, например в процессе лечения.

По локализации различают травмы глаз, ног, головы (кроме глаз), туловища, пальцев рук, рук (кроме пальцев), а также множественные. Профессиональные заболевания или отравления наступают в результате воздействия производственных вредных факторов. Острое профессиональное отравление характеризуется поступлением в организм относительно больших количеств вредных веществ в течение одной рабочей смены и яркими клиническими проявлениями непосредственно в момент действия яда или через относительно небольшой (несколько часов) скрытый (латентный) период. Хронические профессиональные отравления возникают постепенно при длительном действии производственных ядов, проникающих в организм в относительно небольших количествах. Острое профессиональное заболевание возникает после однократного (не более одной рабочей смены) воздействия высоких концентраций химических веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны, а также уровней и доз других неблагоприятных факторов. Хроническое профессиональное заболевание возможно при длительном влиянии на организм человека вредных или неблагоприятных условий труда.

По стандарту все возникающие в производственных условиях опасные и вредные факторы по природе действия бывают физические, химические, биологические и психофизиологические. Физические факторы: движущиеся машины и механизмы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибраций, инфразвуковых колебаний, ультразвука; повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение; повышенная или пониженная влажность, подвижность и ионизация воздуха; повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенный уровень статического электричества и электромагнитных излучений; повышенная напряженность электрического или магнитного поля; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенная яркость света; пониженная контрастность; прямая и отраженная блескость; повышенная пульсация светового потока; повышенный уровень инфракрасной радиации или ультрафиолетового излучения; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		73

Химические факторы по характеру воздействия на организм человека подразделяют на следующие подгруппы: токсические; раздражающие; сенсibiliзирующие; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию; по пути проникновения в организм человека — на проникающие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки. Биологические факторы включают в себя патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы — растения и животные.

Психофизиологические факторы по характеру действия подразделяют на физические и нервно-психические перегрузки. В свою очередь, физические перегрузки делят на статические и динамические, а нервно-психические — на умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, перегрузки из-за монотонности труда, эмоциональные перегрузки. Основные причины травматизма на производстве можно разделить на несколько групп. Организационные причины - неудовлетворительная организация работ; недостатки в обучении безопасным приемам труда, неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест, отсутствие обеспечения работников СИЗ; выполнение работы не по специальности и др.

Технические причины, конструктивные недостатки; несовершенство, недостаточная надежность машин, механизмов и оборудования (например, плохой обзор из кабины транспортного средства; слабая освещенность, создаваемая фарами автомобиля в условиях недостаточной видимости и т. п.); несовершенство технологического процесса и др.

Организационно-технические причины: эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования; неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территории и др.

Санитарно-гигиенические причины — результат нарушения гигиены труда, санитарных норм и правил. В эту группу включают: нарушение режимов труда и отдыха, недостаточную освещенность рабочих мест и др. Индивидуальные причины связаны с невыполнением работниками правил безопасности, например неприменением СИЗ, нарушением правил дорожного движения, трудовой и производственной дисциплины и т. п.

Законодательством установлен единый порядок расследования несчастных случаев на производстве, который регламентирован Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве, утвержденным Постановлением № 279 Правительства РФ от 11.03.1999 г., Трудовым кодексом РФ (статьи 227...231) и Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, введенным в действие с 01.01.2003 г.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		74

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован участок механической обработки цилиндра главного тормоза автомобиля «Урал». Целью выпускной квалификационной работы ставилось: уменьшение затрат труда на ее изготовление за счет повышения коэффициента использования материала (уменьшение припусков на механическую обработку), снижения времени занятости рабочего (применение станков с ЧПУ), повышение производительности и гибкости участка и т.д.

Метод получения заготовки литьем в песчано-глинистые формы полностью удовлетворяет требованиям нашего производства и позволяет получать заготовки нужных точностных параметров.

Разработан технологический процесс механической обработки с применением многоцелевых станков с ЧПУ. За счет этого уменьшилась трудоемкость детали, повысилась производительность и гибкость участка.

Выполнен размерный анализ технологического процесса и сделан вывод, что благодаря внедрению высокоточных станков удалось снизить коэффициент использования материала, следовательно уменьшить припуски на механическую обработку. За счет внедрения современных режущих материалов и инструментов мы значительно повысили точность обработки. Спроектировали станочное приспособления, для сверления не технологичного отверстия малого диаметра и расположенного под углом, что позволило сократить риск брака на данной операции. Так же разработано два контрольных приспособления для проверки размера $107^{+0,23}$ и для проверки перпендикулярности поверхности фланца оси центрального отверстия.

Спроектирована для отделочной операции хонинговальная головка с прибором активного контроля, что позволит значительно повысить производительность и качество изготавливаемой детали. По сравнению с заводской технологией, станок автоматически будет отключаться по достижению нужного размера и шероховатости, что исключает дополнительный контроль на данной операции.

Применение станков с ЧПУ позволит сократить производственную площадь и количество производственных рабочих, что более выгодно для производства с экономической точки зрения. Повышение гибкости участка, позволит обеспечить быструю переналадку на изготовление других изделий. По сравнению с технологией АЗ «Урал» мы значительно уменьшили количество операций, за счет их укрупнения и повышения коэффициенты загрузки оборудования. Для более наглядного представления технологического процесса обработки цилиндра главного тормоза была разработана визуализация 005, 010, 015 и 030 операций с помощью программы FeatureCAM. На которых мы видим поэтапную обработку детали со снятием припусков.

Подводя итог данной выпускной квалификационной работы, считаю что поставленные цели и задачи выполнены в полном объеме.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		75

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 т./ под ред. А.М. Дальскогои Р.К. Мещерякова, - 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 2001. 496 с.
3. Гузеев,В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков. - 2-е изд. - М. : Машиностроение, 2007. - 364 с. : а-ил
4. 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.
5. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: Учебник. – Спб.:Изд. «Лань», 2015. – 320с.: ил.
6. Каталог токарные инструменты - <http://sandvik-coromant.ru/doc/2015-katalog-tokarnye-instrumenty.html>
7. Каталог вращающиеся инструменты - <http://sandvik-coromant.ru/doc/2015-katalog-vraschayuschiesya-instrumenty.html>
8. Технология машиностроения: учебник: в 2 т./ под.ред. Г.Н.Мельникова, -2-е изд., стереотип – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2001. – Т.2. – 640с.
9. Приборы для хонинговальных станков - http://dopusk.net/?page_id=386
10. Проектирование машиностроительных производств (механические цеха): Учебное пособие / В.М. Балашов, В.В. Мешков, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 200с.
11. Проектирование участков и цехов машиностроительных производств / А.Г. Схиртладзе, В.П. Вороненко, В.В. Морозов и др.; под ред. В.В.Морозова. – Старый Оскол:ТНТ, 2013. – 452 с.
12. Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов. – М.:Машиностроение, 2004. – 736 с., ил.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		76

13. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.В. Ильницкая, и др.; Под общей редакцией С.В. Белова.— 8-е издание, стереотипное — М.: Высшая школа, 2009. — 616 с. : ил.

14. Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для бакалавров / Э.А. Арустамов. - М.: Дашков и К, 2016. - 448 с.

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		77

					15.03.05.2017.636.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		5