

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
И.о.заведующий кафедрой, к.т.н.
_____ Ю.Г. Миков
« ____ » _____ 2018 г.

«Участок механической обработки детали «Вилки наружной полуоси»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ – 15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ ВКР

Консультант, должность
Строительный раздел
старший преподаватель
_____ / О.Б. Кучина /
« ____ » _____ 2018 г.

Руководитель, должность
доцент, кандидат технических наук
_____ / Миков Ю.Г. /
« ____ » _____ 2018 г.

Консультант, должность
БЖД
старший преподаватель
_____ / _____ /
« ____ » _____ 2018 г.

Автор
студент группы МиМс-546
_____ / Р.Р.Сафаров /
« ____ » _____ 2018 г.

Консультант, должность
Автоматизированное проектирование
старший преподаватель
_____ / Я.В. Высокорец /
« ____ » _____ 2018 г.

Нормоконтролер, должность
Старший преподаватель
_____ / Е.С. Шапранова /
« ____ » _____ 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Р.Р. Сафаров. Участок механической обработки детали «вилки наружной полуоси» автомобиля «Урал» 4322-2918020 - Миасс: ЮУрГУ, 2017, 115с. Библиография литературы 20 наименований; 8 листов чертежей ф. А1, 16 листов карт технологического процесса

После анализа существующего технологического процесса механической обработки детали «Вилки наружной полуоси» автомобиля «Урал» 4322-2918020 был предложен более прогрессивный способ ее механической обработки, основанный на применении современных станков с ЧПУ и автоматизированных приспособлений, сочетающих в себе производительность с достаточно высокой точностью.

В ходе работы более точно рассчитана заготовка. Рассчитаны припуски, операционные размеры и режимы резания, проведено нормирование операций. Спроектированы станочные и контрольное приспособления, по каталогу фирмы Sandvik выбран режущий инструмент. Для транспортирования детали спроектирован схват робота.

В работе выполнена планировка участка и спланировано размещение оборудования. В разделе «безопасность жизнедеятельности» приведен комплекс мер по обеспечению безопасности людей на участке.

В работе дано заключение о целесообразности внедрения нового технологического процесса в производство.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб</i>	Р.Р.Сафаров				<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>	Ю.Г.Миков				У	6	115
<i>И контр.</i>					ЮУрГУ Кафедра ТПМ		
<i>Утвердил</i>							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	11
1.1 Описание детали.....	11
1.2 Разработка проектного варианта.....	20
1.3 Расчет припусков (размерный анализ)	27
1.4 Выбор оборудования и оснастки.....	34
1.5 Расчет режимов резания.....	36
1.6 Нормирование.....	45
1.7 Разработка карт с ЧПУ.....	48
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	41
2.1 Расчет и проектирование приспособления для зубофрезерования.....	51
2.2 Расчет и проектирование контрольного приспособления.....	54
2.3 Расчет и проектирование червячной фрезы.....	56
2.4 Расчет и проектирование схвата промышленного робота.....	61
3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	66
3.1 Выполнить симуляцию механической обработки на станке с ЧПУ.....	66
3.2 Построить 3D модель станочного приспособления для зубофрезерной операции.....	68
3.3 Выполнить технологический процесс в САПР ТП.....	69
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	71
4.1 Выбор здания.....	71
4.2 Выбор варианта расположения оборудования на участке механической обработки.....	74
4.3 Проектирование подсистемы удаления стружки.....	74
4.4 Проектирование подсистемы раздачи СОЖ.....	75
4.5 Выбор подъемно-транспортных устройств.....	75
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	77
5.1 Общие вопросы охраны труда.....	77
5.2 Освещение и шум.....	82

5.3 Микроклимат.....	85
5.4 Пожарная безопасность.....	87
5.5 Вентиляция и отопление.....	91
5.6 Электробезопасность.....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	95
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	96

Приложения:

- 1 Графическая часть на 7 листах, ф. А1
- 2 Спецификация на 5 листах, ф. А4
- 3 Технологический процесс на 17 листах, ф. А4

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Рост промышленности, 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.

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.

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

Автомобилестроение – одна из важных отраслей машиностроения. Производство автомобилей складывается из множества технологических процессов существующих на Уральском автозаводе.

В последние годы проведения реформ и ориентации экономики на рыночные отношения, а так же в условиях конкуренции, проведение коренных реформ всех звеньев производства является необходимостью. Совершенствование технологий является одним из основных факторов повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции, а так же для дальнейшего развития производства. Кроме того, важным условием конкурентоспособности предприятия в современ-

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

ных условиях является гибкость производства, позволяющая при изменении рыночной конъюнктуры в короткие сроки перейти на выпуск другой продукции.

Ориентация экономики на рыночные отношения требует от заводоизготовителей автомобильной техники освоения новых видов продукции, востребованных в данный момент на рынке автомобилей. В последние годы на АЗ "Урал" выпускаются автомобили с удлиненной базой, вахтовые автобусы, автомобили с новым двигателем, соответствующим экологическому стандарту "Евро-2". Продолжает увеличиваться ежегодный выпуск автомобилей с колесной формулой 8х8. Все эти автомобили выпускаются небольшими сериями от 200 до 1000 штук в год и применение стандартных технологических процессов не всегда экономически оправдано.

Стратегия развития Автомобильного завода "Урал" ориентирована на удовлетворение запросов конкретного потребителя, постоянное обновление модельного ряда автомобилей, повышение качества выпускаемой продукции, освоение новых технологий и рынков.

ОАО "АЗ "Урал" является первым российским автозаводом, который прошел сертификацию на соответствие международным нормативам ИСО 9001/94, получив в 1995 году сертификаты на систему менеджмента качества от фирмы "TUV-CERT" (Германия) и в 1996 году – от Госстандарта России.

Одной из важных задач АЗ "Урал" является техническое перевооружение действующего производства. Необходимо внедрение новых технологий обработки и современного оборудования.

Темой данной выпускной квалификационной работы является проектирование участка механической обработки, а также разработка нового технологического процесса изготовления детали – вилки наружной полуоси 5557Х-2303072.

Цели работы:

- снижения себестоимости детали;
- повышение коэффициента использования материала (уменьшение припусков на механическую обработку);

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

- уменьшения затрат труда на изготовление детали за счет снижения времени занятости рабочего (применение станков с ЧПУ);
- замены устаревших оборудования и оснастки на новые;
- повышение гибкости участка и т.д.

В ходе работы основное внимание уделялось снижению себестоимости и 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.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		10

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ существующего технологического процесса

1.1.1 Описание детали

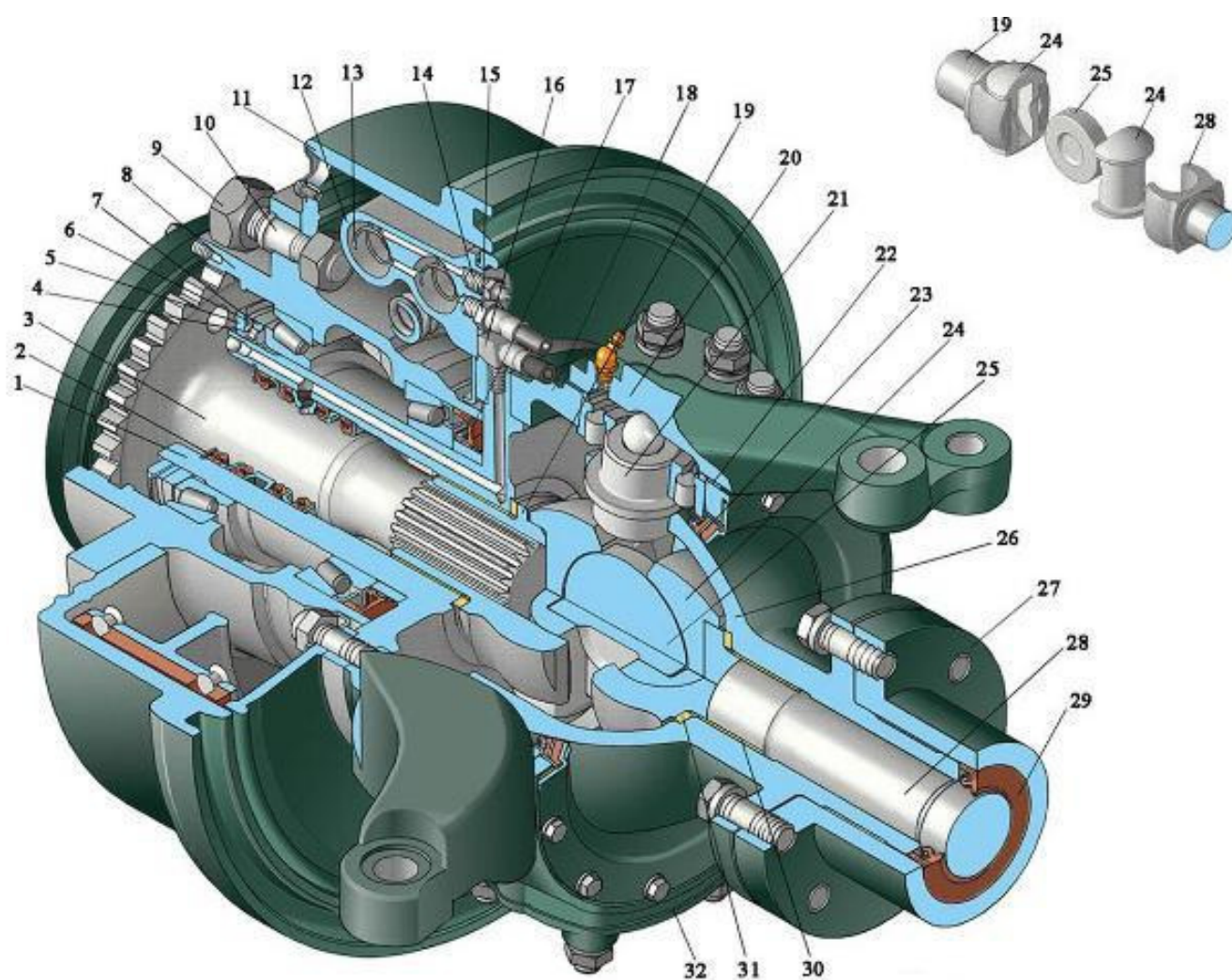


Рисунок 1.1 – Передний мост автомобиля «Урал». Опора шаровая кулака поворотно-го. 19- вилка наружной полуоси 5557X-2303072

Рассматриваемая деталь – вилки наружной полуоси 5557X-2303072 входит в состав опоры шаровой кулака поворотного автомобиля «Урал» (рисунок 1.1, позиция 19).

Крутящий момент на передние ведущие колеса автомобиля Урал-4320, 5557 передается через полуоси и шарниры равных угловых скоростей. В приводе к передним ведущим колесам автомобиля применен кулачковый шарнир равных угловых скоростей (ШРУС).

Шарнир ШРУС автомобиля Урал-4320, 5557 состоит из двух вилок, двух

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

11

кулаков и диска. Поворотные кулаки Урал-4320, 5557 имеют обработанные цилиндрические шейки и внутренние пазы с плоскими боковыми поверхностями. Цилиндрические шейки кулаков переднего моста Урал-4320, 5557 охватываются вилками, в пазы входит диск.

Благодаря такому соединению каждый из валов получает возможность поворачиваться относительно оси диска и относительно шеек кулаков, т. е. в двух взаимно перпендикулярных направлениях, подобно тому, как это происходит в карданном шарнире неравных угловых скоростей. Таким образом, кулачковый шарнир ШРУС состоит как бы из двух шарниров неравных угловых скоростей, благодаря чему полуось и вал привода колеса — наружная полуось с фланцем вращаются с одинаковыми угловыми скоростями. Необходимая точность установки карданного шарнира Урал-4320, 5557 относительно оси шкворня обеспечивается центрирующими втулками вилок и опорными шайбами, поставленными в шаровой опоре и поворотной цапфе. Благодаря большой контактной поверхности деталей, через которые передаются усилия, кулачковый шарнир имеет относительно небольшие размеры.

1.1.2 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:

- 1 Конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом.
- 2 Детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

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

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

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

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

Показатели технологичности для детали «вилка наружной полуоси» 5557Х-2303072:

1. Конструкция детали состоит из стандартных элементов:

- цилиндрические поверхности и плоскости;
- радиусы закруглений и фаски;
- проточки для выхода режущего инструмента;
- большинство свободных размеров унифицировано (то есть оканчивается на «0» или «5»).

2. Для изготовления детали применяется поковка, полученная на молоте в открытом штампе на Челябинском кузнечно-прессовом заводе (ЧКПЗ). Способ получения заготовки - объемная штамповка, т.е. придание заготовке заданной формы путем заполнения рабочей полости штампа. Штамповка производится в открытых штампах (с образованием заусенца), что позволяет не предъявлять достаточно высоких требований к весовой точности исходной заготовки (мерного прутка), но вынуждает производить дополнительную операцию обрубки заусенца.

Деталь изготавливается из легированной стали 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71, имеющей следующие механические свойства: твердость 269НВ, предел прочности – 1560 МПа, предел текучести – 1240МПа.

Легирующие элементы и примеси стали 12Х2Н4А: Si: 0,17-0,37%; Mn: 0,3-0,6%; С: 0,09-0,15%; Cu: до 0,3%; Ni: 3,25-3,65%; S: до 0,025%; P: до 0,025%; Cr: 1,25-1,65%; остальное Fe.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Термообработка «вилка наружной полуоси» 5557X-2303072» проходит в следующей последовательности:

1 Цементирование, обеспечивает высокую нагрузочную способность и стабильность свойств, поверхность зуба насыщают углеродом на глубину 1.1...1.4 мм;

2 Закалка ($t=820-860^{\circ}\text{C}$) с охлаждением в масле, что уменьшает опасность возникновения трещин и деформаций. Вследствие чего получаем твердость HRC 62-63;

3 Отпуск низкотемпературный ($t=150-160^{\circ}\text{C}$). Последнее обстоятельство имеет большое значение в отношении короблений, возможных при нагреве и охлаждении детали.

3 Конструкция детали характеризуется формой, позволяющей вести обработку детали на станках с ЧПУ, то есть допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Обработка на станках с ЧПУ позволяет получить деталь с точностью по 7-8 квалитетам, а деталь имеет размеры с допусками по 8-14 квалитету точности. Имеются точные поверхности - по 7 квалитетам. Чистовые операции для них - шлифование. Данными методами можно получить поверхности 6-7 квалитетов точности.

Остальные размеры являются формообразующими и выполняются по 11-12 квалитету с чистотой поверхности Rz40.

Размеры и поверхности имеют экономически достижимые степени точности и шероховатости. Все размеры технологически увязаны и доступны для измерения.

4 Конструкция детали - жесткая. Нет глубоких канавок, проточек для выхода режущего инструмента. Заготовка облегчена, так как жесткость детали достаточна для выполнения своих эксплуатационных свойств.

5 В качестве основных баз используется точно обработанное отверстие и торцы. На большинстве операций деталь базируется по ним.

6 Коэффициент использования материала по действующему технологическому процессу:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

$$K_{им} = \frac{G_0}{G_3}, \quad (1)$$

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

G_0 - масса детали, кг;

G_3 - масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{3,26}{7,2} = 0,45$$

Итак, деталь «вилка наружной полуоси» 5557X-2303072» технологична по всем показателям кроме КИМ. Это объясняется неизбежным отсутствием в поковке двух отверстий большого диаметра и присутствием большого технологического напуска

Анализ существующего технологического процесса механической обработки.

При составлении плана обработки следует соблюдать следующие правила:

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

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

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

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

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

6 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:

1 Все более грубые операции предшествуют более точным.

2 Заготовка - поковка на молоте в закрытом штампе: класс точности

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

поковки – ТЗ, степень сложности – С1, группа стали – МЗ, исходный индекс – 13. Смещение по линии разъёма - не более 0,8мм; масса поковки 7,2 кг. Изогнутость оси не более 1мм. Поверхность поковки должна быть очищена от окалины. Базовые поверхности не должны иметь дефектов, влияющих на механическую обработку.

Для обработки наружных цилиндрических поверхностей применяется токарная обработка. В качестве чистовых: для торцов и наружных цилиндрических поверхностей – чистовое точение. Для центрального отверстия – протягивание.

3 Отделочные операции (шлифование) производятся в конце технологического процесса.

4 Жесткость детали не уменьшается в процессе обработки.

5 Размеры и поверхности имеют экономически достижимые степень точности и шероховатости.

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

Рассмотрим действующий технологический процесс механической обработки «вилки наружной полуоси» 5557Х-2303072». Маршрут обработки выглядит так:

005 операция – Вертикально-сверлильная, станок 2С170;

010 операция – Вертикально- сверлильная, станок 2А135;

015 операция – Токарная, станок 1А730;

020 операция – Вертикально-сверлильная, станок 2С170;

025 операция – Агрегатная, станок 8А472;

030 операция – Вертикально- сверлильная, станок 2А135;

035 операция – Вертикально-протяжная, станок 7740В;

040 операция – Токарно-гидрокопировальная, станок 1722;

045 операция – Шлифовальная, станок 3Т161;

050 операция – Горизонтально-фрезерная, станок Гф-1664;

055 операция – Вертикально-сверлильная, станок 2Г175С1193;

060 операция – Вертикально- сверлильная, станок 2А135;

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

- 065 операция – Горизонтально-фрезерная, станок 6М82;
- 070 операция – Алмазно-расточная, станок Вк-764;
- 075 операция – Вертикально-фрезерная, станок 6Д12Ф20;
- 080 операция – Специальная токарная, станок 12070;
- 085 операция – Вертикально- сверлильная, станок 2А135;
- 090 операция – Слесарная;
- 095 операция – Зачистка;
- 100 операция – Протирка;
- 105 операция – Контроль;
- 110 операция – Загрузка;
- 115 операция – Маркирование;
- 120 операция – Термообработка;
- 120 операция – Контроль;
- 125 операция – Шлифовальная, станок 3Т161;
- 130 операция – Хонинговальная, станок 3К83У;
- 135 операция – Плоскошлифовальная, станок ВСЗ-63;
- 140 операция – Протирка;
- 145 операция – Контроль;
- 150 операция – Отрезка, станок «Уралаз»;
- 155 операция – Зачистка;
- 160 операция – Зачистка;
- 165 операция – Контроль;
- 170 операция – Загрузка;
- 175 операция – Маркирование.

В ходе анализа действующего технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- Заготовка получена малопроизводительным методом с низкой точностью (степень точности поковки Т4).

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

- Использование устаревших полуавтоматов и универсальных сверлильных и токарных станков. Средний срок использования станков – более 20 лет.
- Отсутствие станков с ЧПУ.
- Низкий процент загрузки станков (в среднем менее 10%).
- Используется устаревший режущий инструмент.

Предложения по совершенствованию технологического процесса:

1 В качестве заготовительной операции применяем поковку в закрытом штампе на КГШП, что позволит повысить класс точности поковки до ТЗ.

2 Применить на токарных, фрезерных, сверлильных и шлифовальных операциях станки с ЧПУ, что приведет к снижению затрат на производство детали, снижению занятости рабочего, повышению гибкости участка и т.п.

3 Разработать оптимальные расчетно-технологические карты для операций с ЧПУ с применением методов визуализации механической обработки в программе Future CAM.

4 Более точно рассчитать заготовку (применив метод размерного анализа технологического процесса).

5 Спроектировать новое приспособление для фрезерной операции с ЧПУ с применением 3D-моделирования.

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

1.2 Разработка проектного варианта

Заготовку получают горячей объемной штамповкой (ГОШ) – вид ОМД, при котором заготовка деформируется в нагретом состоянии с помощью специального инструмента – штампа. Оборудование – КГШП. Штамповка производится в закрытых штампах.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

Назначение квалитетов на каждую операцию производится по приложению 1 [10, с.55], допусков по приложению 3 [10, с.62], несоосностей по приложению 4 [10, с.63].

Проектный вариант маршрута обработки:

000 операция. Заготовительная (поковка)

Класс точности поковки – Т3, степень сложности – С1, группа стали – М3, исходный индекс – 13.

Эскиз поковки представлен на рисунке 1.2:

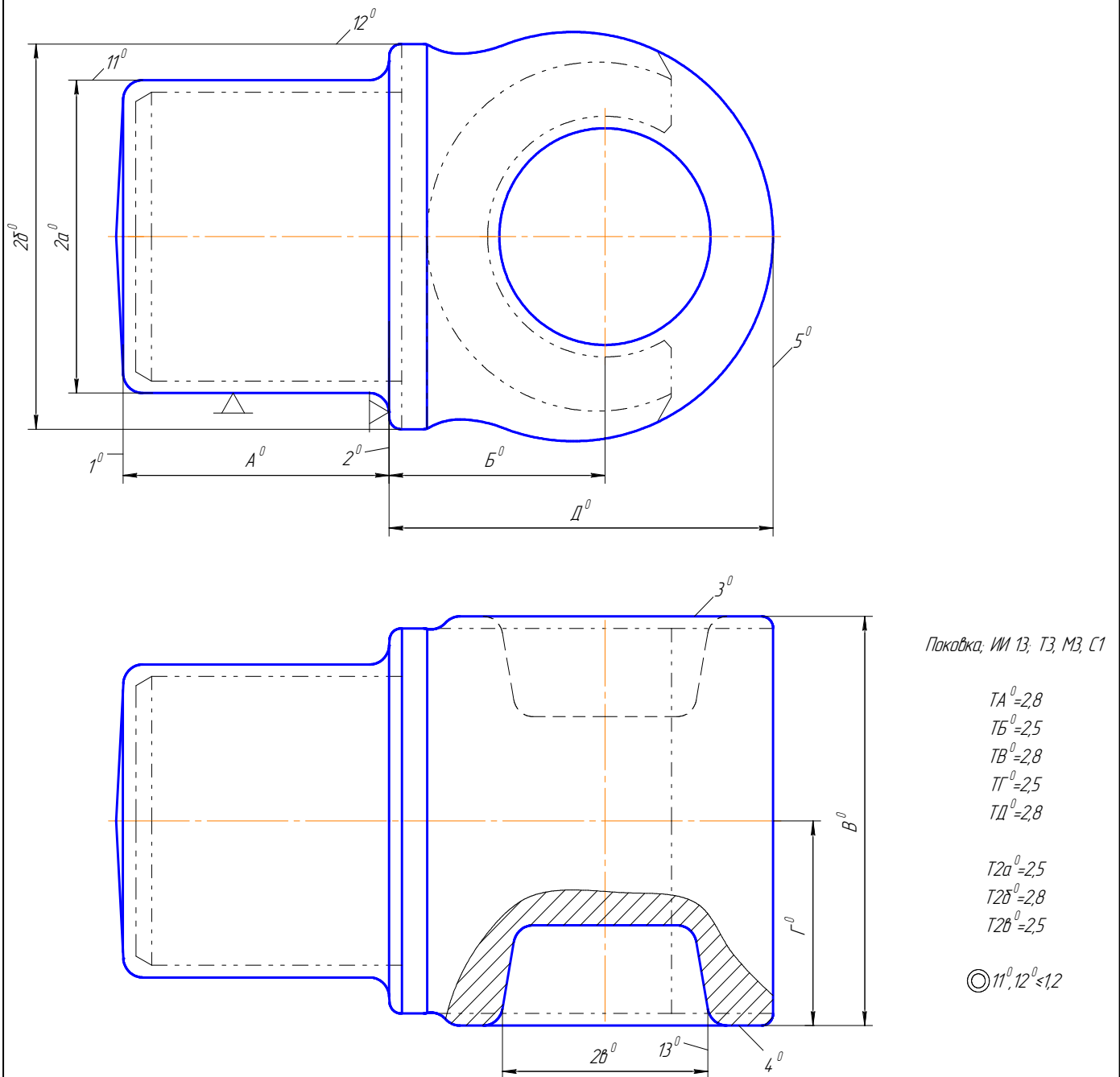
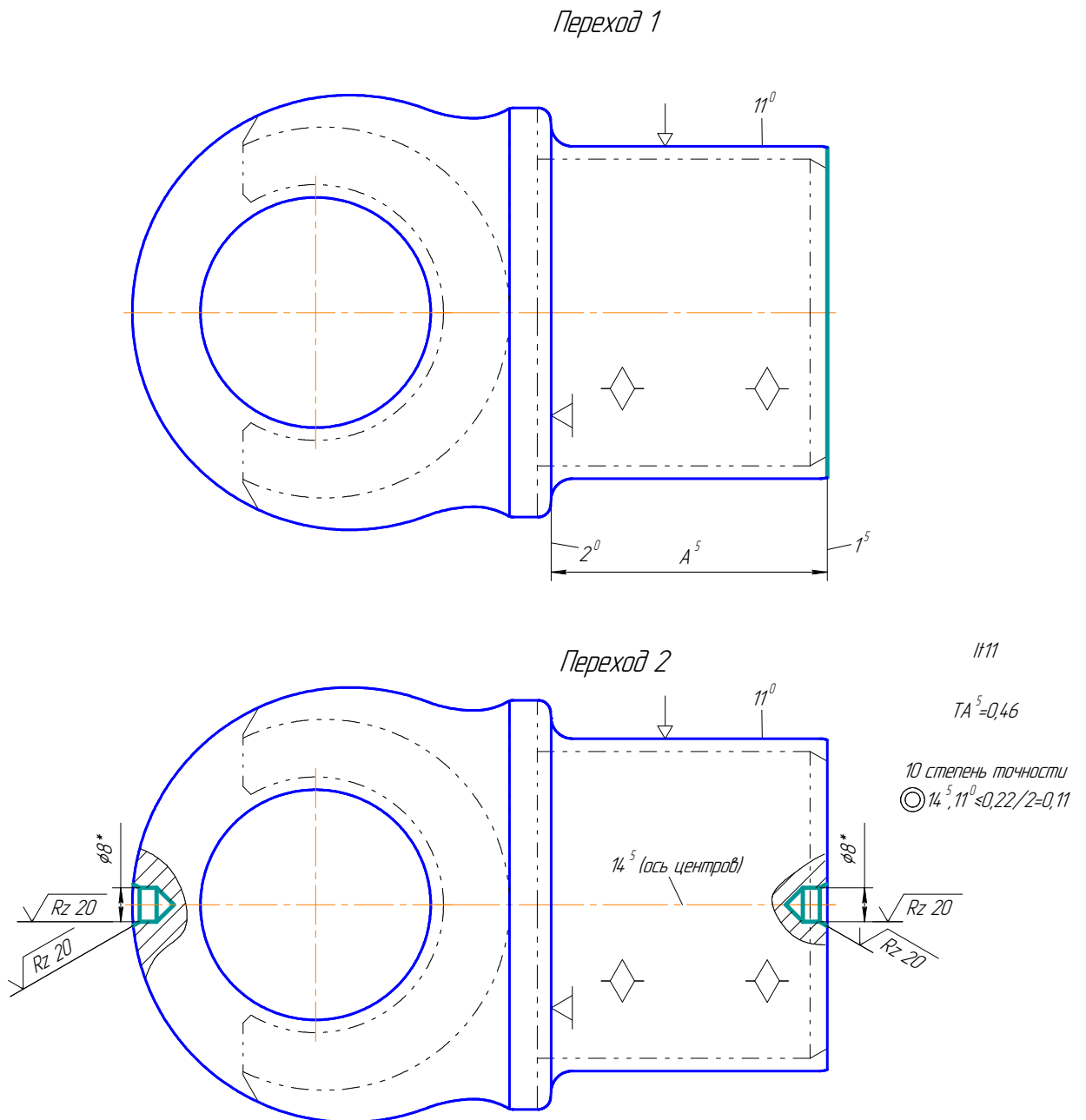


Рисунок 1.2 – Эскиз поковки

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

005 операция. Фрезерно-центровальная

В качестве баз используем наружную цилиндрическую поверхность детали (двойная направляющая база) и торец (установочная база). Операционный эскиз представлен на рисунке 1.3:



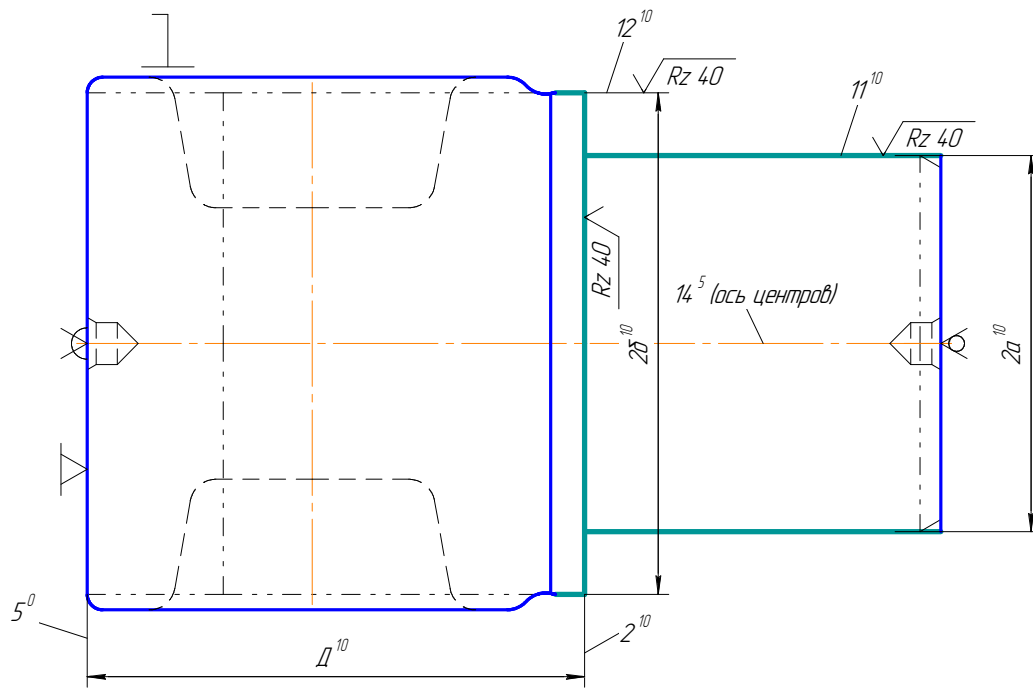
* Размер обеспечивается инструментом

Рисунок 1.3 – Операционный эскиз (05 операция)

010 операция. Токарная с ЧПУ (получистовая и чистовая)

Операционный эскиз со схемой базирования представлен на рисунке 1.4:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20



IT 11

$$TD^{10} = 0,22$$

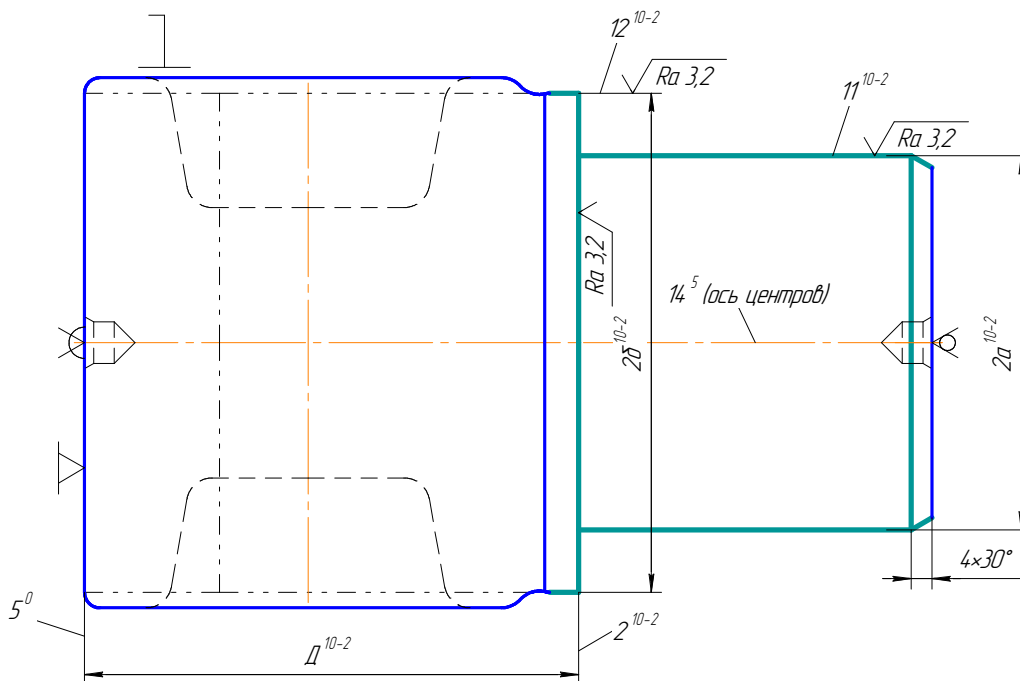
$$T2a^{10} = 0,19$$

$$T2\delta^{10} = 0,22$$

9 степень точности

$$\textcircled{14^5, 11^{10}} \leq 0,08/2 = 0,04$$

$$\textcircled{14^5, 12^{10}} \leq 0,08/2 = 0,04$$



IT 8

$$TD^{10-2} = 0,054$$

$$T2a^{10-2} = 0,046$$

$$T2\delta^{10-2} = 0,054$$

7 степень точности

$$\textcircled{14^5, 11^{10-2}} \leq 0,03/2 = 0,015$$

$$\textcircled{14^5, 12^{10-2}} \leq 0,03/2 = 0,015$$

Рисунок 1.4 – Операционный эскиз (010 операция)

015 операция. Вертикально-сверлильная

В качестве баз используем наружную цилиндрическую поверхность детали (двойная направляющая база) и торец (установочная база). Операционный эскиз представлен на рисунках 1.5 и 1.6.

020 операция. Протяжная

Операционный эскиз со схемой базирования представлен на рисунке 1.7:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

21

Установ 1

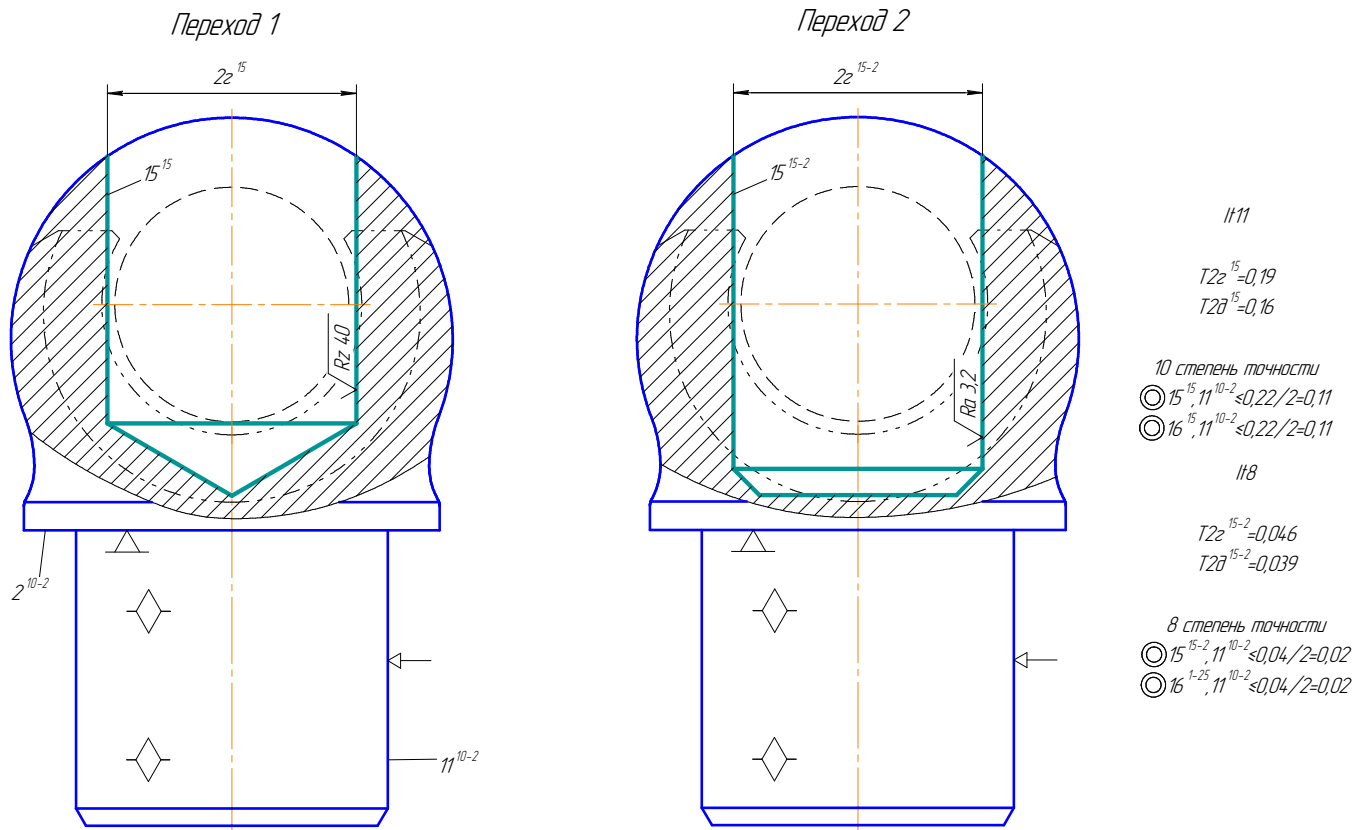


Рисунок 1.5 – Операционный эскиз (015 операция, установ 1)

Установ 2

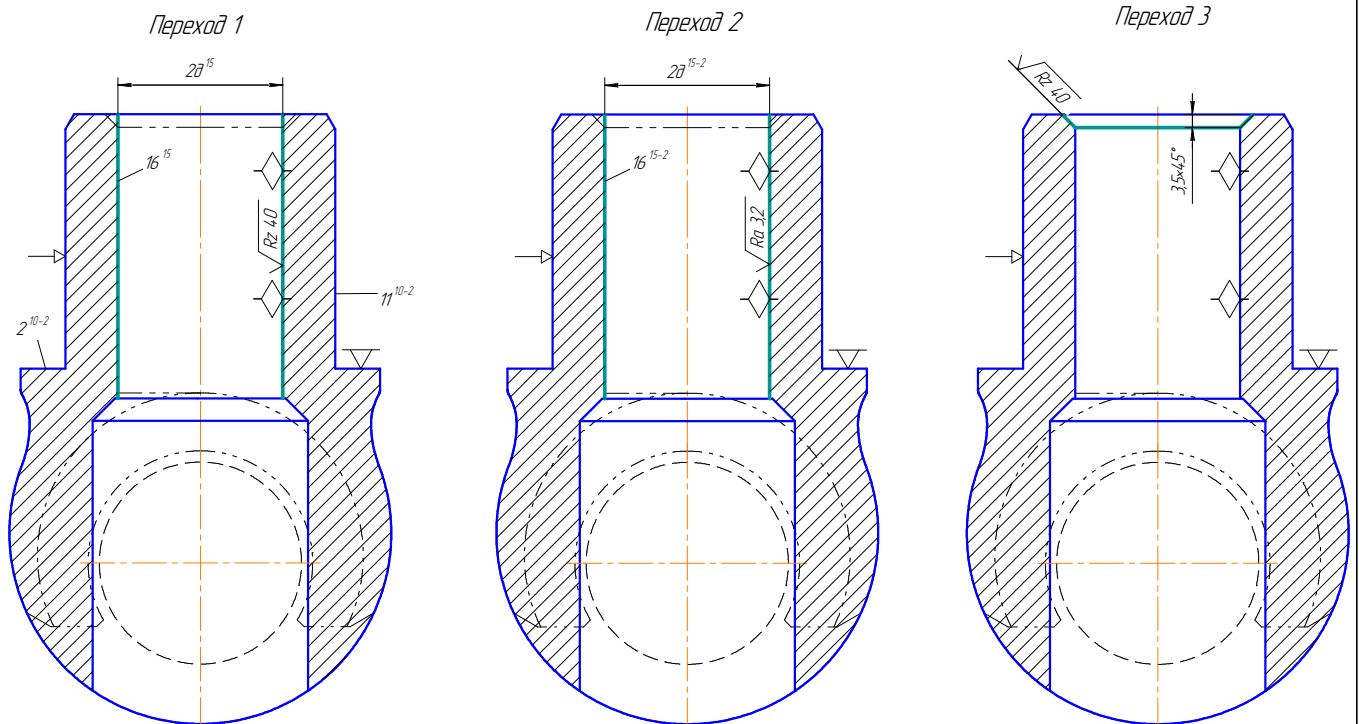


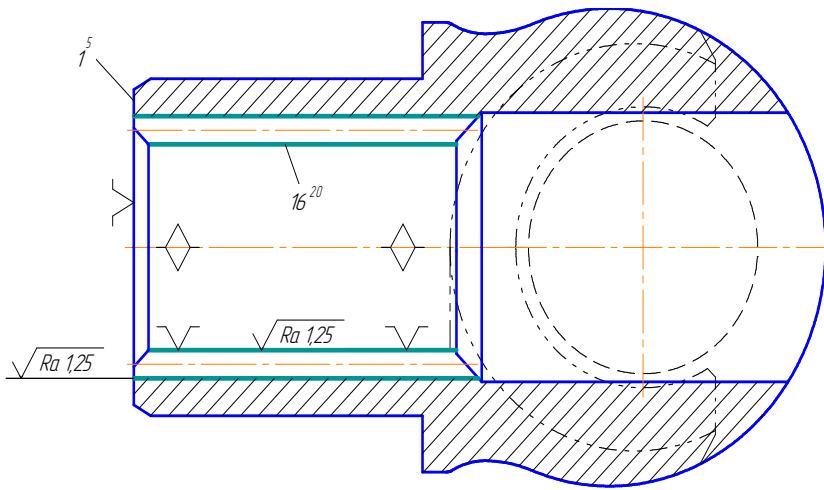
Рисунок 1.6 – Операционный эскиз (015 операция, установ 2)

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

22



Модуль	<i>m</i>	2,5
Число зубьев	<i>z</i>	20
Размер по роликам	<i>Mi</i>	46,136 ^{+0,21}
Диаметр ролика	<i>Dm</i>	4,4
Смещение исходного контура	<i>x</i>	-1,25
Делительная окружная ширина впадины	<i>Sd</i>	5,37 ^{+0,115} _{-0,025}
Диаметр делительной окружности	<i>d</i>	50

Рисунок 1.7 – Операционный эскиз (020 операция)

025 операция. Комплексная (горизонтальная) с ЧПУ

В качестве баз используем центральное отверстие детали (двойная направляющая база) и торец (установочная база). Операционный эскиз представлен на рисунках 1.8-1.11.

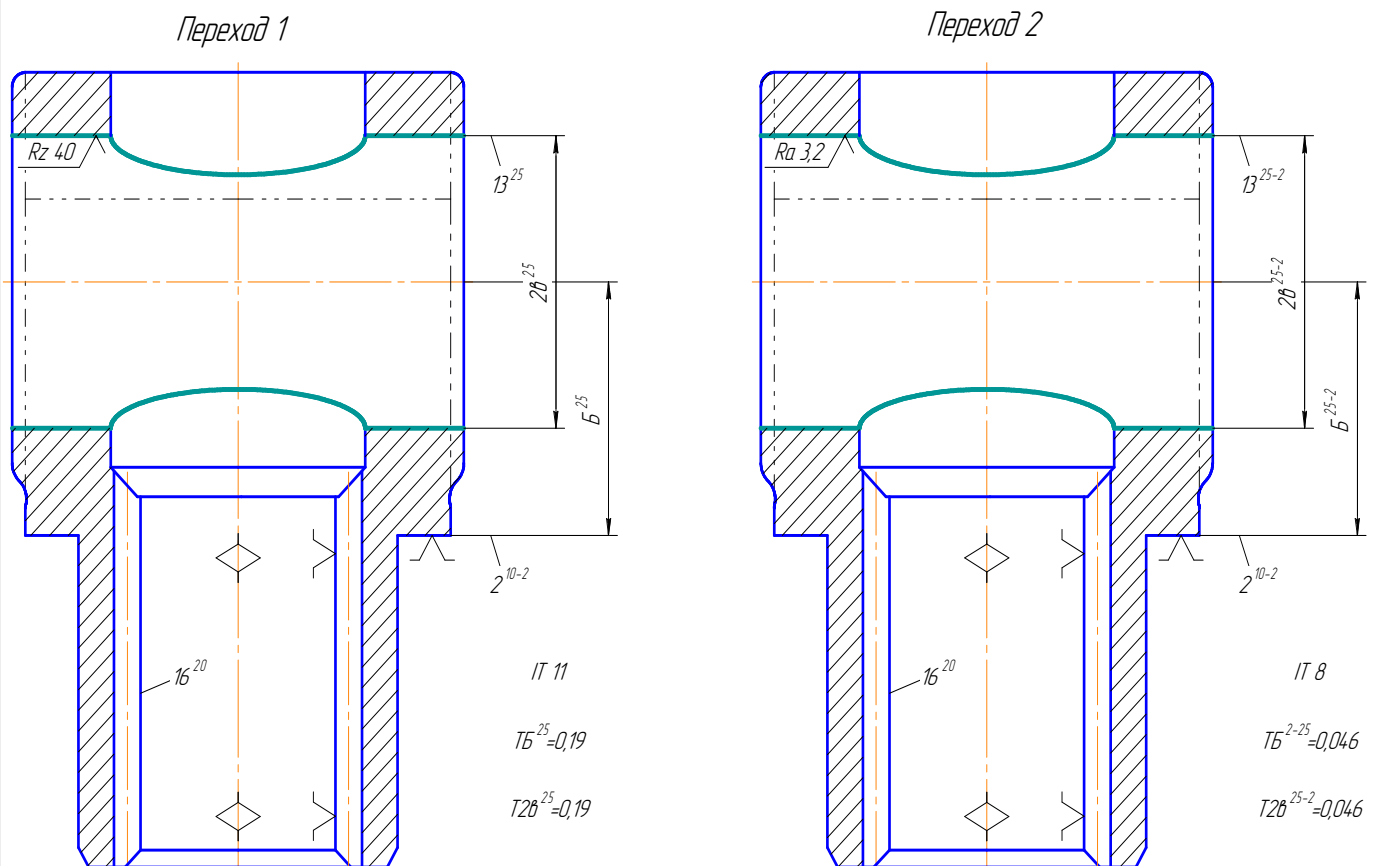


Рисунок 1.8 – Операционный эскиз (025 операция, обработка отверстия)

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

23

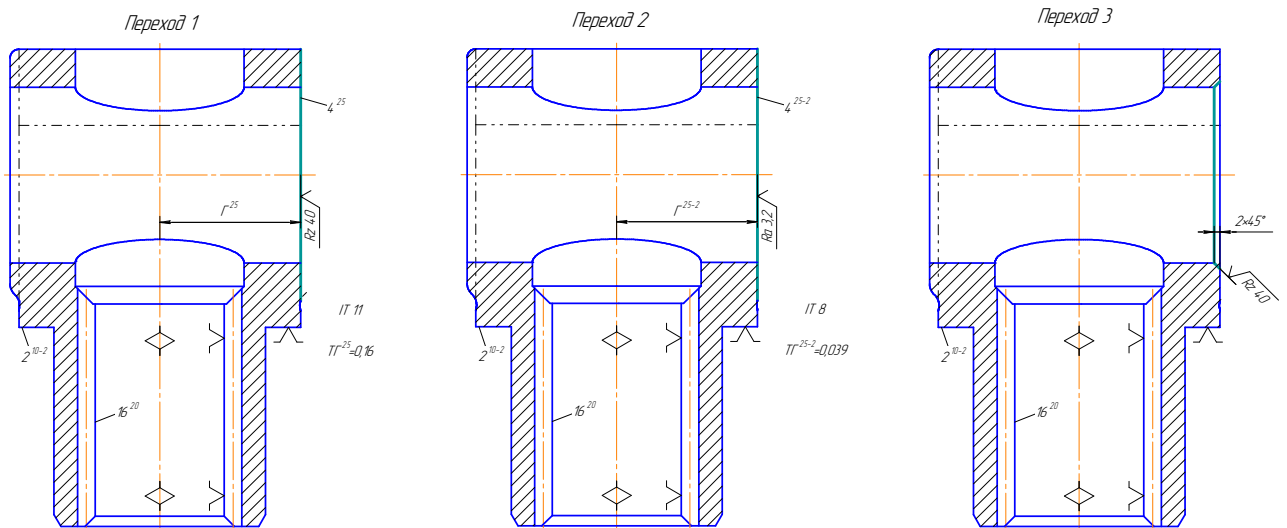


Рисунок 1.9 – Операционный эскиз (025 операция, фрезерование, зенкование)

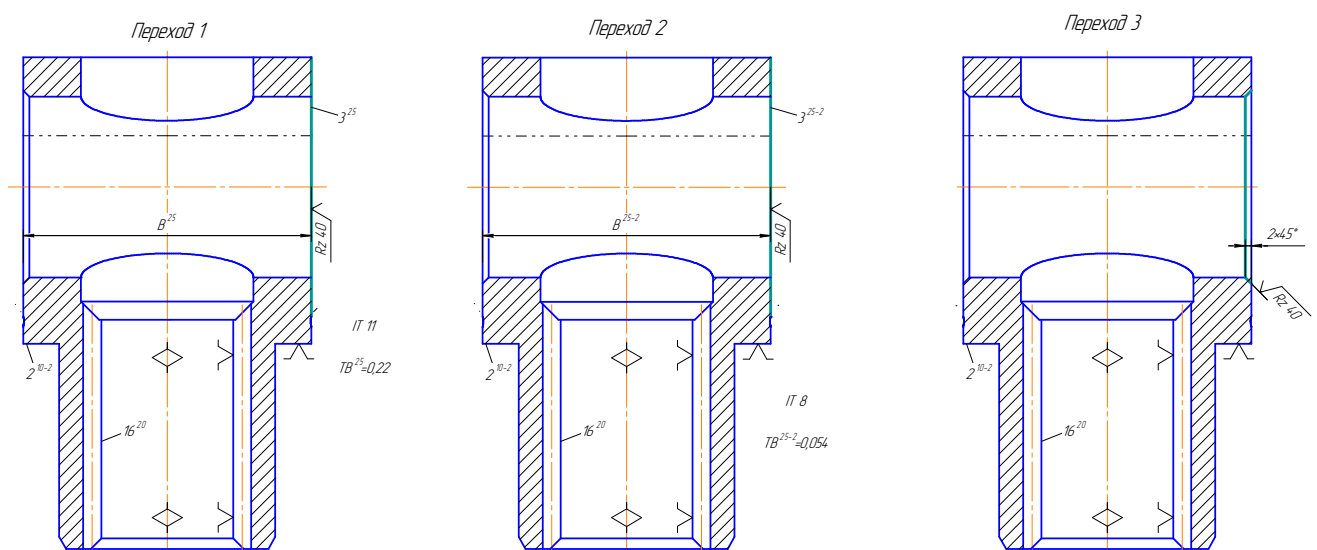


Рисунок 1.10 – Операционный эскиз (025 операция, фрезерование, зенкование)

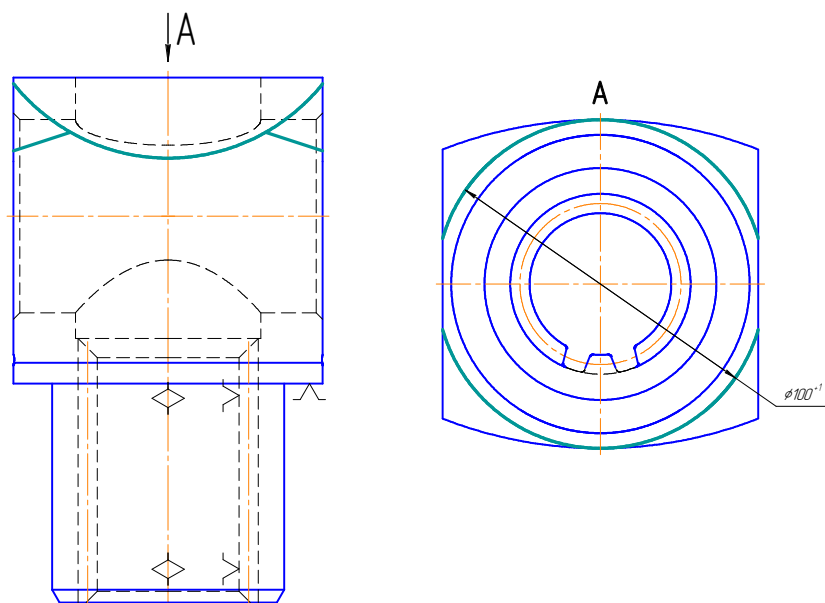


Рисунок 1.11 – Операционный эскиз (025 операция, контурное фрезерование)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

24

030 операция. Промывка

Производится промывка детали в моечной машине.

035 операция. Слесарная

Производится снятие заусенцев и притупление кромок напильником.

040 операция. Контрольная

Осуществляется контроль всех полученных на этот момент размеров и точностных параметров детали.

045 операция. Термообработка

Термообработка детали производится по отдельному технологическому процессу.

050 операция. Шлифовальная

В качестве баз используем внутреннюю цилиндрическую поверхность детали (двойная направляющая база (оправка)) и торец (опорная база). Операционный эскиз представлен на рисунке 1.12:

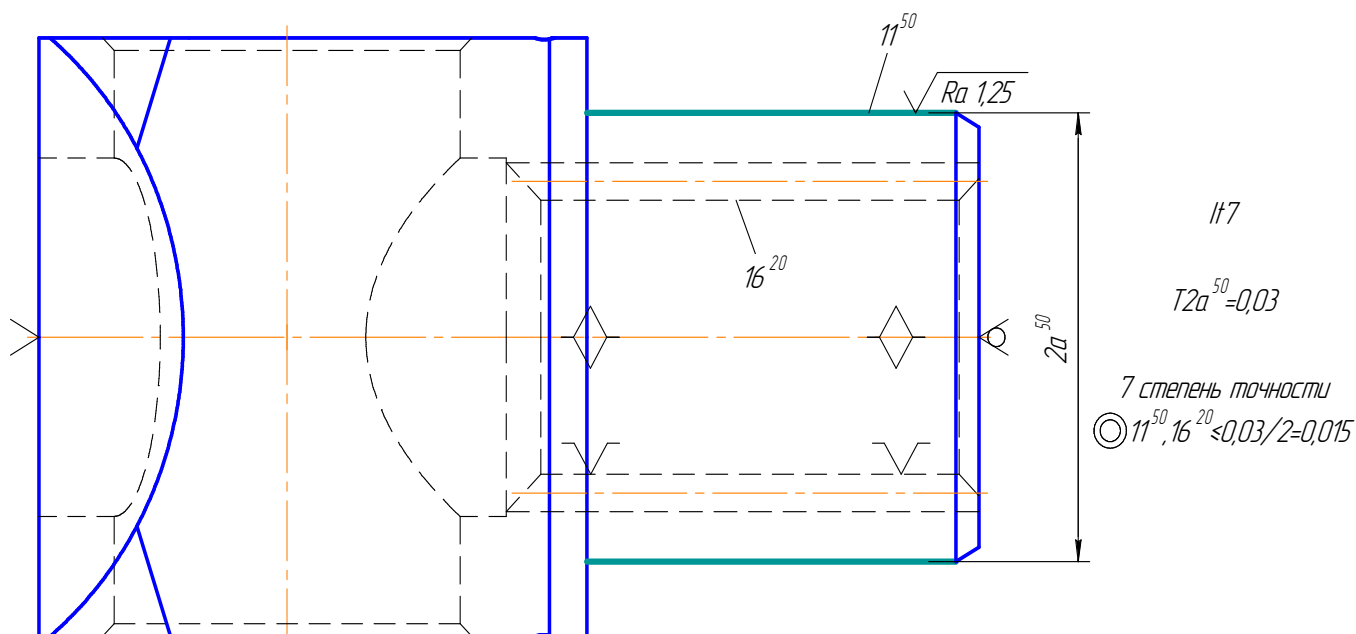


Рисунок 1.12 – Операционный эскиз (050 операция)

055 операция. Хонинговальная

В качестве баз используем наружную цилиндрическую поверхность детали (двойная направляющая база) и два торца (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.13:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

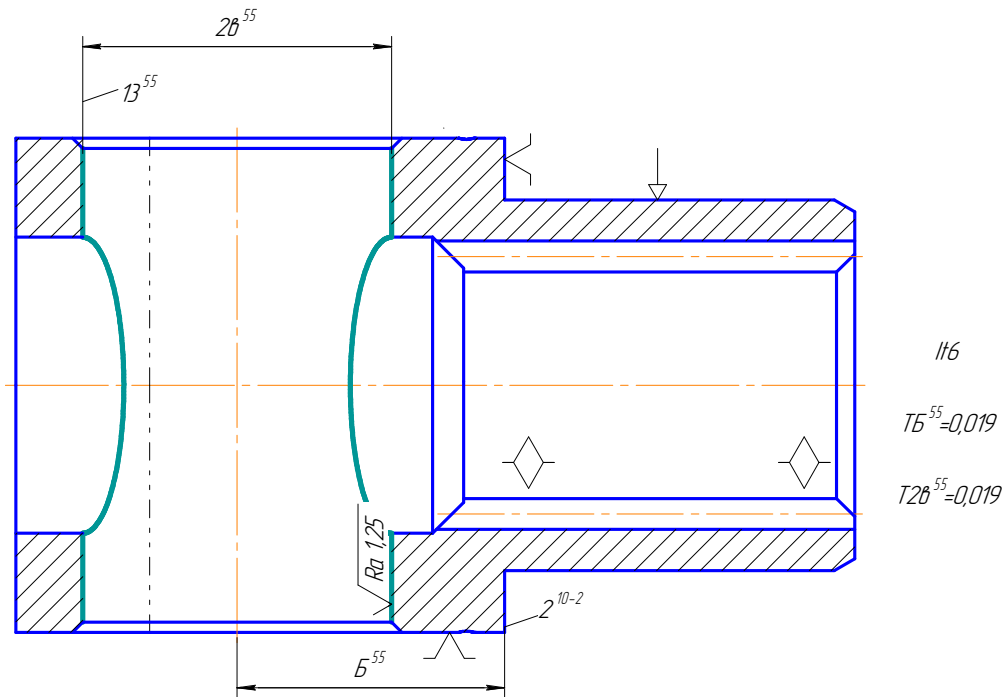


Рисунок 1.13 – Операционный эскиз (055 операция)

060 операция. Торцешлифовальная

В качестве баз используем наружную цилиндрическую поверхность детали (двойная направляющая база) и два торца (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.14:

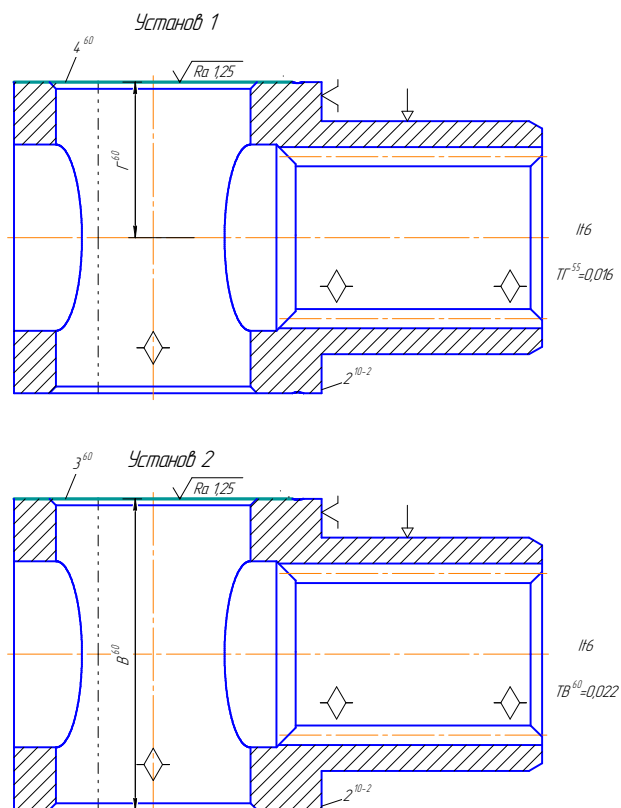


Рисунок 1.14 – Операционный эскиз (060 операция)

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

26

065 операция. Комплексная с ЧПУ

В качестве баз используем наружную цилиндрическую поверхность детали (двойная направляющая база) и два торца (опорная база). Эскиз операции со схемой базирования представлен на рисунке 1.15:

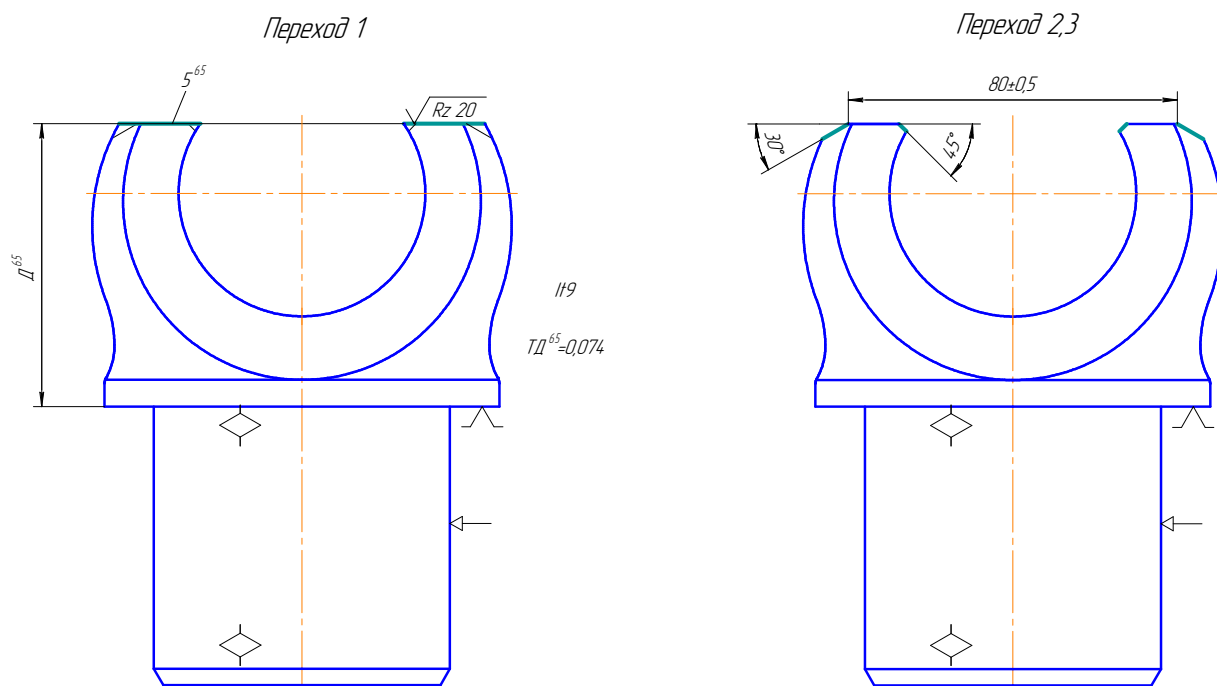


Рисунок 1.15 – Операционный эскиз (065 операция)

070 операция. Промывка

Производится промывка детали в моечной машине.

075 операция. Контрольная

Осуществляется контроль всех размеров и точностных параметров детали.

080 операция. Маркирование

1.3 Расчет припусков (размерный анализ)

1.3.1 Линейный размерный анализ

Схема размерного анализа представлена на рисунок 1.16.

Определим замыкающие звенья среди чертёжных размеров:

$$[P] = B^{55} - D^{10-2} + A^5.$$

$$1 > 0,019 + 0,22 + 0,46 = 0,699 \text{ – условие выполняется;}$$

Замыкающие звенья среди припусков:

$$[z_5^{65}] = D^{10-2} - D^{65};$$

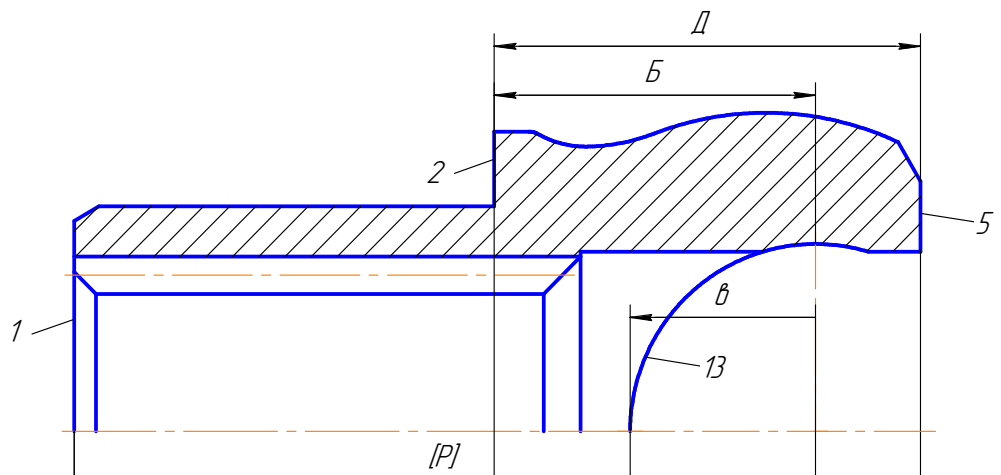
$$[z_{13}^{55}] = \sigma^{55} - \sigma^{25-2};$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

27



065				D^{65}	$[z_5^{65}]$
055				B^{55}	$[z_{13}^{55}]$, b^{55}
025				B^{25-2}	$[z_{13}^{25-2}]$, b^{25-2}
				B^{25}	$[z_{13}^{25}]$, b^{25}
010				D^{10-2}	$[z_2^{10-2}]$
				D^{10}	$[z_2^{10}]$
005			A^5	$[z_1^5]$	
00			A^0	B^0 , D^0 , b^0	

Рисунок 1.16 – Схема линейного размерного анализа

$$[z_{13}^{25-2}] = \sigma^{25-2} - \sigma^{25};$$

$$[z_{13}^{25}] = \sigma^{25} - D^0 + B^0 - \sigma^0;$$

$$[z_2^{10-2}] = D^{10} - D^{10-2};$$

$$[z_2^{10}] = D^0 - D^{10};$$

$$[z_1^5] = A^0 - A^5.$$

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

$$z'_{\min} = R_Z^{i-1} + h^{i-1}, \quad (2)$$

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 таблицам 9 и 10 [8, с.34-35]:

$$[z_5^{65}]_{\min} = 160 + 200 = 360 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм};$$

$$[z_{13}^{55}]_{\min} = 32 + 32 = 64 \text{ мкм} = 0,064 \text{ мм};$$

$$[z_{13}^{25-2}]_{\min} = 50 + 50 = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[z_{13}^{25}]_{\min} = 160 + 200 = 360 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм};$$

$$[z_2^{10-2}]_{\min} = 50 + 50 = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[z_2^{10}]_{\min} = 160 + 200 = 360 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм};$$

$$[z_1^5]_{\min} = 160 + 200 = 360 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм}.$$

Далее решаем уравнения и находим операционные размеры:

$$[z_5^{65}]_{\min} = D_{\min}^{10-2} - D_{\max}^{65}$$

$$0,36 = D_{\min}^{10-2} - 69,35$$

$$D_{\min}^{10-2} = 69,71; \quad D_{\max}^{10-2} = 69,71 + 0,054 = 69,764;$$

$$D^{10-2} = 69,764_{-0,054};$$

$$[z_5^{65}]_{\max} = 0,36 + 0,054 + 0,95 = 1,364$$

$$[z_2^{10-2}]_{\min} = D_{\min}^{10} - D_{\max}^{10-2}$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

$$0,1 = D_{\min}^{10} - 69,764$$

$$D_{\min}^{10} = 69,864 ; D_{\max}^{10} = 69,864 + 0,22 = 70,084 ;$$

$$D^{10} = 70,084_{-0,22} ;$$

$$[z_2^{10-2}]_{\max} = 0,1 + 0,22 + 0,054 = 0,374$$

$$[z_2^{10}]_{\min} = D_{\min}^0 - D_{\max}^{10}$$

$$0,36 = D_{\min}^0 - 70,084$$

$$D_{\min}^0 = 70,444 ; D_{\max}^0 = 70,444 + 2,8 = 73,244 ;$$

$$D^0 = 71,844 \pm 1,4 ;$$

$$[z_2^{10}]_{\max} = 0,36 + 1,4 + 0,22 = 1,98$$

$$[P]_{\min} = B_{\min}^{55} - D_{\max}^{10-2} + D_{\min}^0 + A_{\min}^5$$

$$119,5 = 51,67 - 70,084 + 70,444 + A_{\min}^5$$

$$A_{\min}^5 = 67,47 ; A_{\max}^5 = 67,47 + 0,46 = 67,93 ;$$

$$A^5 = 67,93_{-0,46}$$

$$[z_1^5]_{\min} = A_{\min}^0 - A_{\max}^5$$

$$0,36 = A_{\min}^0 - 67,93$$

$$A_{\min}^0 = 68,29 ; A_{\max}^0 = 68,29 + 2,8 = 71,09 ;$$

$$A^0 = 69,69 \pm 1,4 ;$$

$$[z_1^5]_{\max} = 0,36 + 1,4 + 0,46 = 2,22$$

$$[z_{13}^{55}]_{\min} = e_{\min}^{55} - e_{\max}^{25-2}$$

$$0,36 = 30 - e_{\max}^{25-2}$$

$$e_{\max}^{25-2} = 29,64 ; e_{\min}^{25-2} = 29,64 - 0,046 = 29,594 ;$$

$$e^{25-2} = 29,594^{+0,046} ;$$

$$[z_{13}^{55}]_{\max} = 0,36 + 0,33 + 0,046 = 0,736$$

$$[z_{13}^{25-2}]_{\min} = e_{\min}^{25-2} - e_{\max}^{25}$$

$$0,1 = 29,594 - e_{\max}^{25}$$

$$e_{\max}^{25} = 29,494 ; e_{\min}^{25} = 29,494 - 0,19 = 29,304 ;$$

$$e^{25} = 29,304^{+0,19} ;$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

$$[z_{13}^{25-2}]_{\max} = 0,1 + 0,19 + 0,046 = 0,336$$

$$[z_{13}^{25}]_{\min} = e^{25}_{\min} - D^0_{\max} + B^0_{\min} - e^0_{\max}$$

$$0,36 = 29,304 - 73,244 + 51,67 - e^0_{\max}$$

$$e^0_{\max} = 28,344, \quad e^0_{\min} = 28,344 - 2,5 = 25,844$$

$$e^0 = 27,094 \pm 1,25$$

$$[z_{13}^{25}]_{\max} = 0,36 + 0,19 + 1,25 + 1,4 + 1,25 = 4,45$$

1.3.2 Диаметральный размерный анализ

Схема размерного анализа представлена на рисунок 1.17.

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

Определим замыкающие звенья среди припусков:

$$[z_3^{60}] = B^{25-2} + \Gamma^{25-2} - (16^{15}, 11^{50}) + \Gamma^{60} + B^{60};$$

$$[z_4^{60}] = \Gamma^{60} - (16^{15}, 11^{50}) - \Gamma^{25-2};$$

$$[z_{11}^{50}] = a^{50} - (16^{15}, 11^{50}) - (16^{15}, 11^{10-2}) - a^{10-2};$$

$$[z_3^{25-2}] = B^{25} - B^{25-2};$$

$$[z_3^{25}] = B^0 + \Gamma^0 - (16^{15}, 11^{50}) - (16^{15}, 11^{10-2}) - \Gamma^{25-2} - B^{25};$$

$$[z_4^{25-2}] = \Gamma^{25-2} - \Gamma^{25};$$

$$[z_4^{25}] = \Gamma^0 - (16^{15}, 11^{50}) - (16^{15}, 11^{10-2}) - \Gamma^{25};$$

$$[z_{16}^{20}] = \partial^{20} - \partial^{15-2};$$

$$[z_{16}^{15-2}] = \partial^{15-2} - \partial^{15};$$

$$[z_{11}^{10-2}] = a^{10} - (14^5, 11^{10}) - (14^5, 11^{10-2}) - a^{10-2};$$

$$[z_{12}^{10-2}] = \delta^{10} - (14^5, 12^{10}) - (14^5, 12^{10-2}) - \delta^{10-2};$$

$$[z_{11}^{10}] = a^0 - (14^5, 11^{10}) - (14^5, 11^0) - a^{10};$$

$$[z_{12}^{10}] = \delta^0 - (12^5, 11^{10}) - (14^5, 11^0) - (12^0, 11^0) - \delta^{10}.$$

Определим минимальные припуски. Их расчет будем вести по формуле (2).

Величины R_Z^{t-1} и h^{t-1} определим по таблицам 9 и 10 [8, с.34-35]:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

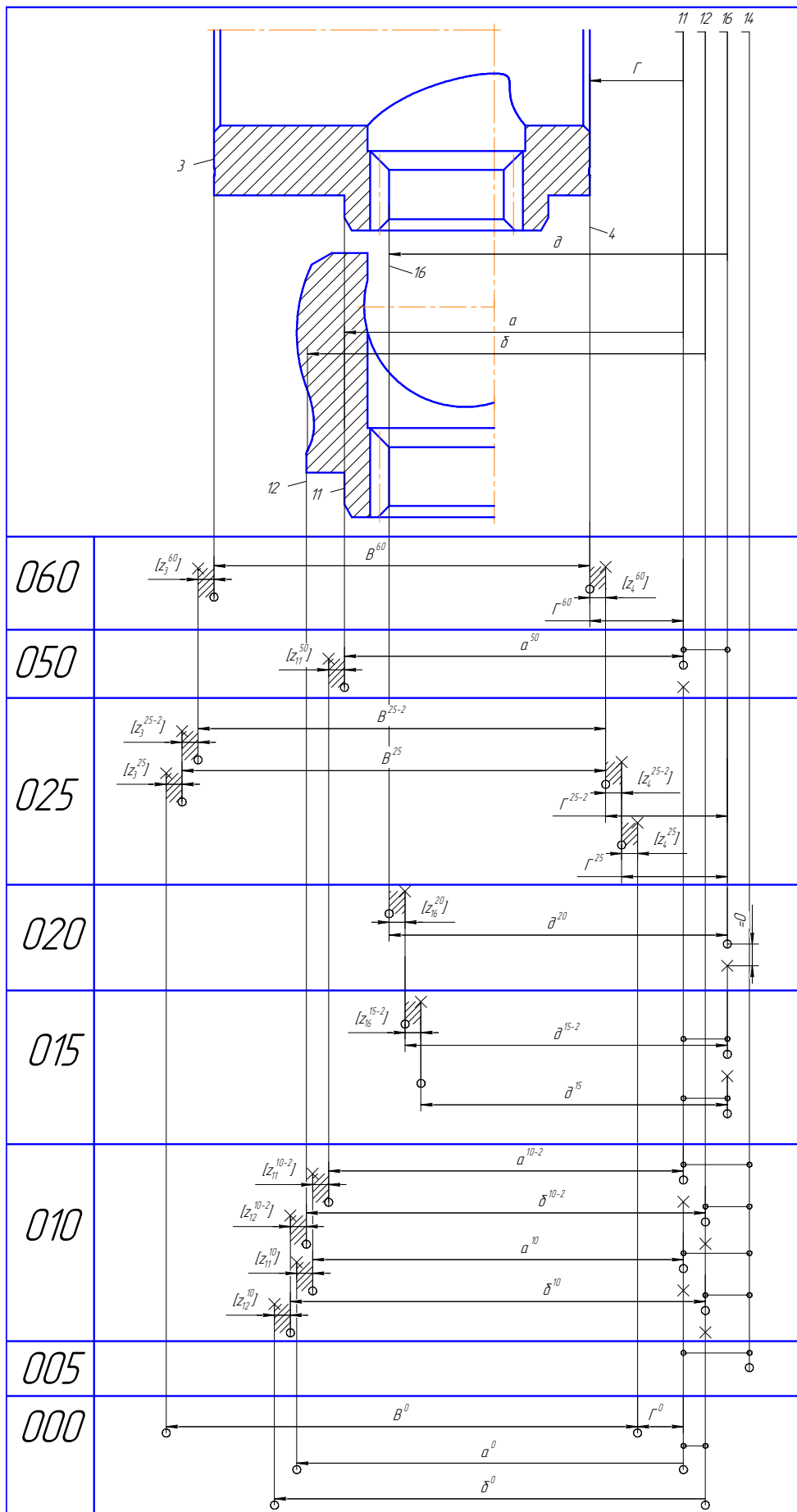


Рисунок 1.17 – Схема диаметрального размерного анализа

$$[z_3^{60}] = 32 + 32 = 64 \text{ мкм} = 0,064 \text{ мм};$$

$$[z_3^{25-2}] = 50 + 50 = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[z_3^{25}] = 160 + 200 = 200 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм};$$

$$[z_4^{60}] = 32 + 32 = 64 \text{ мкм} = 0,064 \text{ мм};$$

$$[z_4^{25-2}] = 50 + 50 = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[z_4^{25}] = 160 + 200 = 200 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм};$$

$$[z_{11}^{50}] = 32 + 32 = 64 \text{ мкм} = 0,064 \text{ мм};$$

$$[z_{11}^{10-2}] = 50 + 50 = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[z_{11}^{10}] = 160 + 200 = 200 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм};$$

$$[z_{16}^{20}] = 50 + 50 = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[z_{16}^{15-2}] = 160 + 200 = 200 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм};$$

$$[z_{12}^{10-2}] = 50 + 50 = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[z_{12}^{10}] = 160 + 200 = 200 \text{ мкм} = 0,36 \text{ мм}.$$

Далее решаем уравнения и находим операционные размеры:

$$[z_4^{60}]_{\min} = \Gamma_{\min}^{60} - (16^{15}, 11^{50}) - \Gamma_{\max}^{25-2}$$

$$0,064 = 47,92 - 0,015 - \Gamma_{\max}^{25-2}$$

$$\Gamma_{\max}^{25-2} = 47,841 ; \Gamma_{\min}^5 = 47,841 - 0,039 = 47,802 ;$$

$$\Gamma^{25-2} = 47,802_{-0,039};$$

$$[z_4^{60}]_{\max} = 0,064 + 0,12 + 0,015 + 0,039 = 0,238$$

$$[z_4^{25-2}]_{\min} = \Gamma_{\min}^{25-2} - \Gamma_{\max}^{25}$$

$$0,1 = 47,802 - \Gamma_{\max}^{25}$$

$$\Gamma_{\max}^{25} = 47,702 ; \Gamma_{\min}^{25} = 47,702 + 0,16 = 47,862 ;$$

$$\Gamma^{25} = 47,862_{-0,16};$$

$$[z_4^{25-2}]_{\max} = 0,1 + 0,039 + 0,16 = 0,299$$

$$[z_4^{25}]_{\min} = \Gamma_{\min}^0 - (16^{15}, 11^{50}) - (16^{15}, 11^{10-2}) - \Gamma_{\max}^{25}$$

$$0,36 = \Gamma_{\min}^0 - 0,015 - 0,02 - 47,862$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

$$\Gamma_{\min}^0 = 48,257; \Gamma_{\max}^0 = 48,257 + 2,5 = 50,757;$$

$$\Gamma^0 = 49,507 \pm 1,25;$$

$$[z_4^{25}]_{\max} = 0,36 + 1,25 + 0,015 + 0,02 + 0,16 = 1,805$$

$$[z_{15}^{15-2}]_{\min} = \partial_{\min}^{15} - (15^{15}, 13^5) - (13^5, 15^{15-2}) - \partial_{\max}^{15-2}$$

$$0,49 = \partial_{\min}^{15} - 0,1 - 0,03 - 42,5$$

$$\partial_{\min}^{15} = 43,12; \partial_{\max}^{15} = 43,12 + 0,11 = 43,23;$$

$$\partial^{15} = 43,23_{-0,11}; 2\partial^{15} = 86,46_{-0,22};$$

$$[z_{15}^{15-2}]_{\max} = 0,49 + 0,11 + 0,1 + 0,03 + 0,87 = 1,6$$

$$[z_{12}^{15-2}]_{\min} = \epsilon_{\min}^{15} - (12^{15-2}, 13^5) - (13^5, 12^{15}) - \epsilon_{\max}^{15-2}$$

$$0,1 = \epsilon_{\min}^{15} - 0,03 - 0,1 - 49$$

$$\epsilon_{\min}^{15} = 49,23; \epsilon_{\max}^{15} = 49,23 + 0,11 = 49,34;$$

$$\epsilon^{15} = 49,34_{-0,11}; 2\epsilon^{15} = 98,68_{-0,22};$$

$$[z_{12}^{15-2}]_{\max} = 0,1 + 0,11 + 0,1 + 0,03 + 0,2 = 0,54$$

$$[z_{12}^{15}]_{\min} = \epsilon_{\min}^0 - (12^{15}, 13^5) - (13^5, 11^0) - (11^0, 12^0) - \epsilon_{\max}^{15}$$

$$0,49 = \epsilon_{\min}^0 - 0,1 - 0,15 - 1,2 - 49,34$$

$$\epsilon_{\min}^0 = 51,28; \epsilon_{\max}^0 = 51,28 + 1,6 = 52,88;$$

$$\epsilon^0 = 52,08 \pm 0,8; 2\epsilon^0 = 104,16 \pm 1,6;$$

$$[z_{12}^{15}]_{\max} = 0,49 + 1,6 + 0,1 + 0,15 + 1,2 + 0,11 = 3,65$$

$$[z_{11}^{10-2}]_{\min} = a_{\min}^{10} - (11^{10-2}, 13^5) - (13^5, 11^{10}) - a_{\max}^{10-2}$$

$$0,1 = a_{\min}^{10} - 0,04 - 0,15 - 79,25$$

$$a_{\min}^{10} = 79,54; a_{\max}^{10} = 79,54 + 0,125 = 79,665;$$

$$a^{10} = 79,665_{-0,125}; 2a^{10} = 159,33_{0,25};$$

$$[z_{11}^{10-2}]_{\max} = 0,1 + 0,125 + 0,04 + 0,15 + 0,16 = 0,575$$

$$[z_{11}^{10}]_{\min} = a_{\min}^0 - (11^{10}, 13^5) - (13^5, 11^0) - a_{\max}^{10}$$

$$0,49 = a_{\min}^0 - 0,11 - 0,15 - 79,665$$

$$a_{\min}^0 = 80,405; a_{\max}^0 = 80,405 + 1,25 = 81,655;$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

$$a^0 = 81,03 \pm 0,625; 2a^0 = 162,06 \pm 1,25 ;$$

$$[z_{11}^{10}]_{\max} = 0,49 + 1,25 + 0,11 + 0,15 + 0,125 = 2,125 .$$

$$[z_{13}^5]_{\min} = \bar{\sigma}_{\min}^5 - (11^0, 13^5) - (11^0, 13^{5-1}) - \bar{\sigma}_{\max}^{5-1}$$

$$0,49 = 34,48 - 0,04 - 0,015 - \bar{\sigma}_{\max}^{5-1}$$

$$\bar{\sigma}_{\max}^{5-1} = 33,935 ; \bar{\sigma}_{\min}^{5-1} = 33,935 - 0,23 = 33,705 ;$$

$$\bar{\sigma}^{5-1} = 33,705^{+0,23} ; 2\bar{\sigma}^{5-1} = 67,41^{+0,46} ;$$

$$[z_{13}^5]_{\max} = 0,49 + 0,23 + 0,015 + 0,04 + 0,23 = 1,005 .$$

$$[z_{13}^{5-1}]_{\min} = \bar{\sigma}_{\min}^{5-1} - (11^0, 13^{5-1}) - (11^0, 13^0) - \bar{\sigma}_{\max}^0$$

$$0,49 = 33,705 - 0,15 - 1,2 - \bar{\sigma}_{\max}^0$$

$$\bar{\sigma}_{\max}^0 = 31,865 ; \bar{\sigma}_{\min}^0 = 31,865 - 1,4 = 30,465 ;$$

$$\bar{\sigma}^0 = 31,165 \pm 0,7 ; 2\bar{\sigma}^0 = 62,33 \pm 1,4 ;$$

$$[z_{13}^{5-1}]_{\max} = 0,49 + 1,4 + 0,15 + 1,2 + 0,23 = 3,47 .$$

1.4 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 010 операции обработки детали необходим токарный станок с ЧПУ.

Принимаем токарный станок с ЧПУ DEG E-turn G205/890CNC. Станок подходит для обработки данной детали по всем параметрам и обладает сравнительно невысокой стоимостью.

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

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35



Рисунок 1.18 – Токарный станок с ЧПУ DEG E-turn G205/890CNC

Таблица 1.1 - Основные технические характеристики токарного станка с ЧПУ DEG E-turn G205/890CNC

Наибольший диаметр заготовки	Ø310мм
Расстояние между центрами	390мм
Максимальный диаметр точения	Ø300мм
Максимальная длина точения	350мм
Перемещение по оси X	205мм
Перемещение по оси Z	515мм
Ускоренное перемещение по оси X	7,5
Ускоренное перемещение по оси Z	10
Частота вращения шпинделя	48 ÷ 3000об/мин
Ко-во устанавливаемых инструментальных позиций	8
Мощность двигателя шпинделя постоянная/30мин.	5,5/7,5кВт
Мощность серводвигателей оси X	0,75кВт
Мощность серводвигателей оси Z	1,2кВт
Диаметр пиноли задней бабки	Ø58
Перемещение пиноли задней бабки	140
Мощность двигателя помпы СОЖ	0,125кВт
Объем бака охлаждающей жидкости	50
Вес	2150кг
Длина*Ширина*Высота	2470x2030x2000
Артикул	1630011

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

36

Для 015 операции обработки детали необходим вертикальный обрабатывающий центр (фрезерно-сверлильный станок) с ЧПУ. Принимаем обрабатывающий центр с ЧПУ DEG RMV-300RT. Станок подходит для обработки данной детали по всем параметрам и обладает сравнительно невысокой стоимостью.



Рисунок 1.19 – Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DEG RMV-300RT

Таблица 1.2 - Основные технические характеристики обрабатывающего центра с ЧПУ DEG RMV-160RT

Система ЧПУ	Fanuc 0i-MD
Перемещения по оси X/Y/Z	380/160/320мм
Размер стола	Ø300мм
Макс. нагрузка стол	30кг
Частота вращения шпинделя max	1500об/мин
Хвостовик шпинделя	HSK40 или BT30
Ускоренный ход: X/Y/Z	60/60/96 м/мин
Число позиций инструментального магазина	24
Макс. диаметр/длина инструмента	Ø50/250мм
Макс. вес инструмента	4кг
Потребляемая мощность	7,5кВт
Габариты	1600x2240мм
Вес	3800кг

Для шлифовальных операций 050 и 060 обработки детали необходим универсальный шлифовальный станок с ЧПУ.

Принимаем торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ Paragon GA-3570CNC (рис.1.20). Станок подходит для обработки данной детали по всем параметрам и обладает сравнительно невысокой стоимостью.



Рисунок 1. 20 – Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ Paragon GA-3570CNC

Таблица 1. 3 - Основные технические характеристики торцевкруглошлифовально-го станка с ЧПУ Paragon GA-3570CNC

Максимальный диаметр обрабатываемой детали	350 мм
Расстояние между центрами	350 мм
Размер шлифовального круга	510x80x203,2
Мощность двигателя шпинделей суммарная	7,5 КВт
Скорость вращения передней бабки	1000 об/мин
Максиальная скорость вращения шлифовального круга	45 м/с
Максимальный вес обрабатываемой детали	15 кг
Масса станка	2300 кг
Габариты станка	2975x2000x2260 мм

Для 025 и 065 операций обработки детали необходим станок с горизонтальной осью вращения шпинделя.

Принимаем обрабатывающий центр ВМС-50 фирмы Johnford (рис.1.21). Станок подходит для обработки данной детали по всем параметрам и обладает сравнительно невысокой стоимостью.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38



Рисунок 1.21 – Обрабатывающий центр ВМС-50 фирмы Johnford

Таблица 1.4 Основные технические характеристики обрабатывающего центра ВМС-50 фирмы Johnford

Размер стола	500x250 мм
Мощность двигателя шпинделя	10 кВт
Число инструментов в магазине	32
Точность позиционирования	±0,005 мм
Частота вращения шпинделя	10-4500 об/мин
Масса станка	3600 кг
Габариты станка	3500 x 1480 x 2125 мм

Инструмент выбираем по каталогу [3]. Данный каталог представляет всю продукцию фирмы Sandvik- Coromant. Там же подбираем необходимую оснастку для осевого инструмента (оправки, крепёжные элементы) и твердосплавные пластины. Также нам необходим и стандартный режущий инструмент (сверла). Подробнее см. РТК и карты технологического процесса.

1.5 Расчет режимов резания

1.5.1 Для токарной операции №010 определим режимы резания. Для обработки принимаем резец: контурный Sandvik Coromant 880-D2500L25-02 с пластиной SEKN 880-05 03 W08H-P-GP 1044 (для расчета принимаем схожий резец-аналог с режущей частью из материала марки T15K6).

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

1 Глубина резания

Из расчетов размерного анализа выбираем наибольшие глубины резания при продольном и поперечном перемещении суппорта:

$$t_{\text{прод1}} = 3,65 \text{ мм};$$

$$t_{\text{прод2}} = 0,726 \text{ мм};$$

$$t_{\text{попер1}} = [z_2^{15}]_{\text{max}} = 3,75 \text{ мм}.$$

2 Длина рабочего хода

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{подв}} + L_{\text{врез}} + L_{\text{сход}}, \quad (3)$$

где $L_{\text{рез}}$ -длина обработки;

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

$L_{\text{врез}}$ -величина врезания инструмента;

$L_{\text{сход}}$ -длина переработки.

а) для продольного перемещения при обработке поверхности 11:

$$L_{\text{р.х.}} = 68 + 3 + 4 + 3 = 78 \text{ мм};$$

б) для поперечного перемещения при обработке поверхности 12:

$$L_{\text{р.х.}} = 4 + 4 + 4 + 2 = 14 \text{ мм};$$

в) для поперечного перемещения при обработке поверхности 2:

$$L_{\text{р.х.}} = 7 + 5 + 4 + 3 = 19 \text{ мм}.$$

3 Величина подачи

Значение величины подачи определяется по таблице 12 [2,с.266]:

$$S_{\text{прод1}} = 0,18 \text{ мм / об};$$

$$S_{\text{прод2}} = 0,4 \text{ мм / об};$$

$$S_{\text{попер1}} = 0,75 \text{ мм / об}.$$

4 Скорость резания

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин.} \quad (4)$$

где C_v – постоянная;

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

T – стойкость инструмента;

K_v – поправочный коэффициент на скорость.

Среднее значение стойкости инструмента для точения резцами из твердого сплава равно 60 мин.[2, с. 260].

Постоянная C_v и показатели степени x , y и m берутся из таблицы 17 [2,с.260].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (5)$$

где K_{mv} – коэффициент качества обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент состояния поверхности заготовки;

K_{uv} – коэффициент материала режущей части;

а) для продольного перемещения при черновой обработке поверхности 11:

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_s} \right) = \frac{750}{550} = 1,36; \quad [2, \text{с.260}]; \text{ - одинаков для всех видов обработки;}$$

$$K_{nv} = 0,85; [2, \text{с. 263}];$$

$$K_{uv} = 1; [2, \text{с. 263}];$$

$$K_v = 1,36 \cdot 0,85 \cdot 1 = 1,156$$

$$V_{\text{прод1}} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3,65^{0,15} \cdot 0,18^{0,2}} \cdot 1,156 = 200,9 \text{ м / мин}$$

б) для продольного перемещения при обработке поверхности 12:

$$K_{mv} = 1; \quad [2, \text{с. 361}]$$

$$K_{uv} = 1; \quad [2, \text{с. 361}]$$

$$K_v = 1,36 \cdot 1 \cdot 1 = 1,36$$

$$V_{\text{прод2}} = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,726^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,36 = 238,1 \text{ м / мин}$$

в) для поперечного перемещения при обработке поверхности 2:

$$K_{mv} = 0,85; \quad [2, \text{с. 263}]$$

$$K_{uv} = 1; \quad [2, \text{с. 263}]$$

$$K_v = 1,36 \cdot 0,85 \cdot 1 = 1,156$$

$$V_{\text{попер1}} = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3,75^{0,15} \cdot 0,75^{0,45}} \cdot 1,156 = 219,7 \text{ м / мин}$$

5 Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин.} \quad (6)$$

где D-диаметр обрабатываемой детали, мм.

а) для продольного перемещения при обработке поверхности 11:

$$n_{\text{прод1}} = \frac{1000 \cdot 200,9}{\pi \cdot 76} = 656 \text{ об / мин}$$

б) для продольного перемещения при полуступенчатой обработке поверхности

12:

$$n_{\text{прод2}} = \frac{1000 \cdot 238,1}{\pi \cdot 97,49} = 616 \text{ об / мин}$$

в) для поперечного перемещения при черновой обработке поверхности 2:

$$n_{\text{попер2}} = \frac{1000 \cdot 219,7}{\pi \cdot 97,49} = 437 \text{ об / мин}$$

6 Сила резания

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot s^{y_p} \cdot V^{n_p} \cdot k_p, \text{ Н} \quad (7)$$

Постоянная C_p и показатели степени x , y и n берутся из таблицы 22 [2, с.273].

$$k_p = k_{mp} \cdot k_{\text{оп}} \cdot k_{\text{лр}} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{\text{гп}}, \quad (8)$$

где k_{mp} - коэффициент, учитывающий влияние механических свойств

обрабатываемого материала;

$k_{\text{оп}}$, $k_{\text{лр}}$, $k_{\lambda p}$, $k_{\text{гп}}$ - коэффициенты, учитывающие влияние геометрических пара-

метров резца.

а) для продольного перемещения при черновой обработке поверхности 11:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,79 \quad [2, \text{ с.264}];$$

$$k_{\text{оп}} = 0,94 [2, \text{ с.275}];$$

$$k_{\text{лр}} = 1,1 [2, \text{ с.275}];$$

$$k_{\lambda p} = 1 [2, \text{ с.275}];$$

$$k_{\text{гп}} = 0,93, [2, \text{ с.374}].$$

$$k_p = 0,79 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,76$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

$$P_{z,1} = 300 \cdot 3,65^1 \cdot 0,18^{0,75} \cdot 200,9^{-0,15} \cdot 0,76 = 1270H$$

б) для продольного перемещения при черновой обработке поверхности 12:

$$P_{z,1} = 300 \cdot 0,726^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 238,1^{-0,15} \cdot 0,76 = 350H$$

в) для поперечного перемещения при черновой обработке поверхности 2:

$$P_{z,2} = 300 \cdot 3,75^1 \cdot 0,75^{0,75} \cdot 219,7^{-0,15} \cdot 0,76 = 686H$$

7 Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad [2, \text{ с.271}] \quad (9)$$

а) для продольного перемещения при обработке поверхности 11:

$$N_1 = \frac{1270 \cdot 200,9}{1020 \cdot 60} = 4,17 \text{ кВт}$$

б) для продольного перемещения при получистовой обработке поверхности

12:

$$N_1 = \frac{315 \cdot 238,1}{1020 \cdot 60} = 1,23 \text{ кВт}$$

в) для поперечного перемещения при черновой обработке поверхности 2:

$$N_2 = \frac{686 \cdot 219,7}{1020 \cdot 60} = 2,45 \text{ кВт}$$

8 Коэффициент использования станка по мощности

$$k_N = \frac{N_{np}}{N_{cm} \cdot \eta} \quad (10)$$

где N_{np} - принятая мощность станка, кВт;

N_{cm} - мощность станка по паспорту, кВт;

η - КПД станка (0,75-0,85).

а) для продольного перемещения при обработке поверхности 11:

$$k_N = \frac{4,17}{12 \cdot 0,8} = 0,4$$

б) для продольного перемещения при обработке поверхности 12:

$$k_N = \frac{1,23}{12 \cdot 0,8} = 0,12$$

в) для поперечного перемещения при обработке поверхности 2:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

$$k_N = \frac{2,45}{12 \cdot 0,8} = 0,24$$

1.5.2 Расчет режимов резания на вертикально-сверлильной операции №015.
Сверления отверстия $\phi 50$ мм.

Выбираем сверло Sandvik CoroDrill 880-D5000L25-02

1. Глубина резания

$$t = D/2 = 50/2 = 25 \text{ мм};$$

2 Величина подачи

Значение величины подачи определяется по таблице 25 [2 с.277]:

$$S=0,18 \text{ мм/об.}$$

3 Скорость резания

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (11)$$

где C_v – постоянная;

T – стойкость инструмента;

K_v – поправочный коэффициент на скорость.

Среднее значение стойкости инструмента равно 25 мин. – таблица 30[2, с.279].

Постоянная C_v и показатели степени x , y и m берутся из таблицы 28[2, с.262].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{ov},$$

где K_{mv} – коэффициент качества обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент состояния поверхности заготовки;

K_{uv} – коэффициент материала режущей части;

K_{ov} – коэффициент, учитывающий влияние вида обработки на скорость резания.

$$K_{mv}=1,36 [2, \text{ с.262}];$$

$$K_{nv}=1 [2, \text{ с.263}];$$

$$K_{uv}=0,8 [2, \text{ с.263}];$$

$$K_{ov}=1$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$$K_v = 1,36 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,088.$$

$$V = \frac{7 \cdot 50^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} \cdot 1,088 = 28,4 \text{ м / мин}$$

4 Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где D-диаметр сверла, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 28,4}{3,14 \cdot 50} = 350 \text{ об / мин}$$

5 Крутящий момент. Определяется по формуле [2, с.277]:

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^s \cdot S^y \cdot K_p \quad (12)$$

где C_M- постоянная;

D-диаметр инструмента;

K_p - коэффициент учитывающий фактические условия обработки.

K_p=K_{mp}, табл.9. [2, с.264].

Значения C_M и показатели степеней q,x,y-берем из табл. 32 [2 с.281].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 50^1 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 0,79 = 0,46 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6 Осевая сила. Определяется по формуле [2, с.277]:

$$P_0 = 10 C_P \cdot S^y \cdot K_p, \quad (13)$$

где C_P-постоянная;

Значения C_P и показатели степеней x,y-берем из табл. 32 [2, с.281].

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 0,79 = 161,7 \text{ Н}$$

7 Мощность резания

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{ кВт} \quad (14)$$

$$N = \frac{0,46 \cdot 350}{9750} = 0,6 < 7,5 \text{ кВт}$$

8 Коэффициент использования станка по мощности

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

$$k_N = \frac{N_{np}}{N_{cm} \cdot \eta},$$

где N_{np} - принятая мощность станка, кВт;

N_{cm} - мощность станка по паспорту, кВт;

η - КПД станка (0,75-0,85).

$$k_N = \frac{0,6}{7,5 \cdot 0,8} = 0,1$$

1.5.3 Расчет режимов резания на горизонтально-фрезерной (комплексной) операции №025. Выбираем фрезу фирмы Sandvik CoroMill R260.22-200-25-X с пластинами SEKN 12 04 AZTN CM25.

$D=100\text{мм}$, $B=40\text{мм}$, $z=12$.

1. Глубина резания.

Из расчетов размерного анализа выбираем наибольшую глубину резания:
 $t = 3,85\text{мм}$;

2. Длина рабочего хода

$$L_{p.x.} = L_{рез} + L_{подв} + L_{врез} + L_{сход}, \quad (15)$$

где $L_{рез}$ - длина обработки;

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

$L_{врез}$ - величина врезания инструмента;

$L_{сход}$ - длина переработки.

$$L_{p.x.} = 210 + 12 + 2 + 2 = 226\text{мм}$$

3. Величина подачи

Значение величины подачи определяется по таблице 75[2,с.403]:

Подача на зуб: $S_z = 0,16\text{мм/зуб}$

4. Скорость резания

Скорость резания определяется по формуле :

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \text{ м/мин.} \quad (16)$$

где C_v – постоянная;

T – стойкость инструмента;

K_v – поправочный коэффициент на скорость.

Среднее значение стойкости инструмента для фрезерования торцовыми фрезами $D=100$ мм с пластинами из твердого сплава равно 240 мин. (таблица 82[2,с.411]).

Постоянная C_v и показатели степени x, y, m, u, q и p берутся из таблицы 81[2,с.407].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (17)$$

где K_{mv} – коэффициент качества обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент состояния поверхности заготовки;

K_{uv} – коэффициент материала режущей части;

$K_{mv}=1,42$ (таблица 1[2,с.358]);

$K_{nv}=0,8$ (таблица 5[2,с.361]);

$K_{uv}=1,05$ (карта 65[3,с.192]);

$K_v = 1,42 \cdot 0,8 \cdot 1,05 = 1,136$.

$$V = \frac{332 \cdot 100^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 3,85^{0,1} \cdot 0,16^{0,4} \cdot 60^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 1,136 = 329,4 \text{ м/мин}$$

5. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин.} \quad (18)$$

где D -диаметр фрезы, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 329,4}{3,14 \cdot 100} = 1049 \text{ об/мин}$$

6. Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \cdot H \quad (19)$$

Постоянная C_p и показатели степени x , y , n , q и w берутся из таблицы 83[2,с.412];

K_{mp} - коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала на силовые зависимости:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n, \quad (20)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3,85^1 \cdot 0,16^{0,75} \cdot 40^{1,1} \cdot 12}{100^{1,3} \cdot 365^{0,2}} \cdot 0,77 = 2473H$$

7. Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (21)$$

$$N = \frac{2473 \cdot 329,4}{1020 \cdot 60} = 3,26KВт < 10KВт$$

8. Крутящий момент на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \quad (22)$$

$$M_{кр} = \frac{2473 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 236H \cdot м$$

9. Коэффициент использования станка по мощности

$$k_N = \frac{N_{np}}{N_{cm} \cdot \eta} \quad (23)$$

где N_{np} - принятая мощность станка, кВт;

N_{cm} - мощность станка по паспорту, кВт;

η - КПД станка (0,75-0,85).

$$k_N = \frac{3,26}{10 \cdot 0,85} = 0,38$$

Режимы резания на все операции технологического процесса механической обработки «вилка наружной полуоси» 5557X-2303072 сведены в таблицу 1.5.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Таблица 1.5 - Режимы резания

№ оп-ции, название	Название перехода	t, мм	s, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	N, кВт	L_{p-x} , мм
005 фрез-но-центров-я	фрезерование торца	0,49	0,56	213,5	424,7	3,3	70
	сверление центр. отв-ий	4	0,15	22,05	877,3	0,4	28
010 токарная с ЧПУ	точение пов-ти 11	3,65	0,18	200,9	656	4,17	78
	точение пов-ти 12	0,726	0,4	238,1	616	1,23	14
	точение пов-ти 2	3,75	0,75	219,7	437	2,45	19
	точение пов-ти 11	0,89	0,33	260,9	1340	0,16	78
	точение пов-ти 12	1,515	0,4	259	1100	0,32	14
	точение пов-ти 2	2,46	0,75	141,9	423,5	0,5	19
	точение фаски	2	0,7	184,4	979	0,23	17
015 верти-кально-сверлильная	сверление отв. D=50 мм	25	0,18	28,4	350	0,6	98
	зенкерование отв. D=57,5 мм	3,75	1,5	53	866	3,5	92
	сверление отв. D=40 мм	20	0,18	28,4	465	0,7	91
	зенкерование отв. D=44 мм	2	1,5	53	925	3,1	85
	зенкование фаски	3	0,7	184,4	622	0,3	12
020 протяжная	протягивание шлицевого отв-я	5	-	4,5	-	1,45	980
025 ком-плексная с ЧПУ	сверление отв. D=50мм	25	0,43	36,25	461,8	1,1	122
	расточивание полуст.	9,4	0,49	185,9	143,4	2,9	119
	расточивание чистовое	0,492	0,225	284,6	218,4	0,9	116
	черновое фрезерование торца	3,85	1,05	329,4	1049	3,26	226
	чистовое фрезерование торца	0,95	0,16	338	1116	3,1	226
	фрезерование фаски	3	1,04	123,1	1522,6	0,9	211
	черновое фрезерование торца	3,85	1,05	329,4	1049	3,26	226
	чистовое фрезерование торца	0,95	0,16	338	1116	3,1	226
	фрезерование фаски	3	1,04	123,1	1522,6	0,9	211
	контурное фрезерование	1,85	0,92	39,4	1245,2	0,75	186
050 шлифо-вальная	шлифование пов-ти	0,16	0,08	680	2707	1,56	18
055 хонинго-вальная	хонингование отв.	0,1	0,22	275,5	2115	2,1	291
060 шлифо-вальная	шлифование торца	0,2	0,3	618	2500	2,1	122
	шлифование торца	0,2	0,3	618	2500	2,1	122
065 комплекс-ная с ЧПУ	фрезерование торца	-	1,05	329,4	1049	3,26	129
	контурное фрезерование	1,85	0,92	39,4	1245,2	0,75	64

1.6 Нормирование

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

$$t_{шт.-к.} = t_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (24)$$

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

$T_{п.з.}$ - 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.

$t_{ум.}$ Рассчитывается по формуле:

$$t_{ум.} = t_0 + t_e + t_{обс} + t_{отл},$$

где t_a - вспомогательное время:

$$t_e = t_{e_1} + t_{e_2} + t_{e_3}, \text{ мин.} \quad (25)$$

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.

Нормирование операции №010 «Токарная с ЧПУ»

Основное время t_0 рассчитывается для каждого перехода по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s}, \text{ мин.} \quad (26)$$

а) Для продольного перемещения при обработке поверхности 11:

$$t_0 = \frac{78}{656 \cdot 0,18} = 0,66 \text{ мин}$$

б) Для продольного перемещения при обработке поверхности 12:

$$t_0 = \frac{14}{616 \cdot 0,4} = 0,06 \text{ мин}$$

в) Для поперечного перемещения при обработке поверхности 2:

$$t_0 = \frac{19}{437 \cdot 0,75} = 0,06 \text{ мин}$$

г) Для продольного перемещения при обработке поверхности 11:

$$t_0 = \frac{78}{1340 \cdot 0,33} = 0,18 \text{ мин}$$

д) Для продольного перемещения при обработке поверхности 12:

$$t_0 = \frac{14}{1100 \cdot 0,4} = 0,03 \text{ мин}$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

е) Для поперечного перемещения при обработке поверхности 2:

$$t_0 = \frac{19}{423,5 \cdot 0,75} = 0,06 \text{ мин}$$

ж) Для точения фаски:

$$t_0 = \frac{17}{979 \cdot 0,7} = 0,03 \text{ мин}$$

$$\sum t_0 = 1,08 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время t_e рассчитывается по формуле:

$$t_e = t_{e_1} + t_{e_2} + t_{e_3}, \text{ мин,} \quad (27)$$

$$t_{e_1} = 0,25 \quad [4, \text{ карта } 2]$$

$$t_{e_2} = 0,45 \quad [4, \text{ карта } 18]$$

$$t_{e_3} = 0,8 \quad [4, \text{ карта } 86]$$

$$t_e = 0,25 + 0,45 + 0,8 = 1,5 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{опер.}} = t_o + t_{\text{всп.}}, \text{ мин.} \quad (28)$$

где $t_{\text{опер.}}$ - оперативное время.

$$t_{\text{опер.}} = 1,08 + 1,5 = 2,58 \text{ мин.}$$

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

$$t_{\text{обс}} = 0,123 \cdot 2,58 = 0,32 \text{ мин.} \quad [4, \text{ карта } 19]$$

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

$$t_{\text{отл}} = 0,04 \cdot 2,58 = 0,11 \text{ мин.} \quad [4, \text{ карта } 87]$$

$t_{\text{шт}}$ - штучное время:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{опер.}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отл}}, \text{ мин.} \quad (29)$$

$$t_{\text{шт}} = 2,58 + 0,32 + 0,11 = 3,01 \text{ мин.}$$

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

$$T_{\text{н.з}} = 14 \text{ мин.} \quad [4, \text{ карта } 19].$$

Нормирование остальных операций производится аналогично.

Времена по всем операциям приведены в таблице 1.6.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

Таблица 1.6 - Нормирование операций обработки

№	Название операции	t_0 , мин.	$t_в$, мин.	$t_{опер.}$, мин.	$t_{обс.}$, мин.	$t_{отл.}$, мин.	$t_{ит.}$, мин.	$t_{п.з.}$, мин.
005	фрез-но-центров-я	1,2	0,7	1,9	0,23	0,08	2,21	11
010	токарная с ЧПУ	1,08	1,5	2,58	0,32	0,11	3,01	18
015	вертикально-сверлильная	3,98	1,5	5,48	0,67	0,22	6,37	14
020	протяжная	0,2	0,64	0,84	0,1	0,03	0,97	12
025	комплексная с ЧПУ	4,35	1,5	5,85	0,72	0,23	6,8	21
050	шлифовальная	0,2	0,9	1,1	0,14	0,04	1,28	27
055	хонинговальная	0,4	0,9	1,3	0,16	0,05	1,51	28
060	шлифовальная	1,85	0,73	2,58	0,32	0,11	3,01	27
065	комплексная с ЧПУ	0,17	0,2	0,37	0,05	0,02	0,44	21
	Итого:	13.43	8.57	22.00	2.71	0.89	25.60	-

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Расчет и проектирование станочного приспособления для токарной операции

Определим усилие зажима по формуле [4,с.377](рисунок 2.1):

$$P_3 = \frac{2 \cdot k \cdot M}{n \cdot D \cdot f}, \quad (30)$$

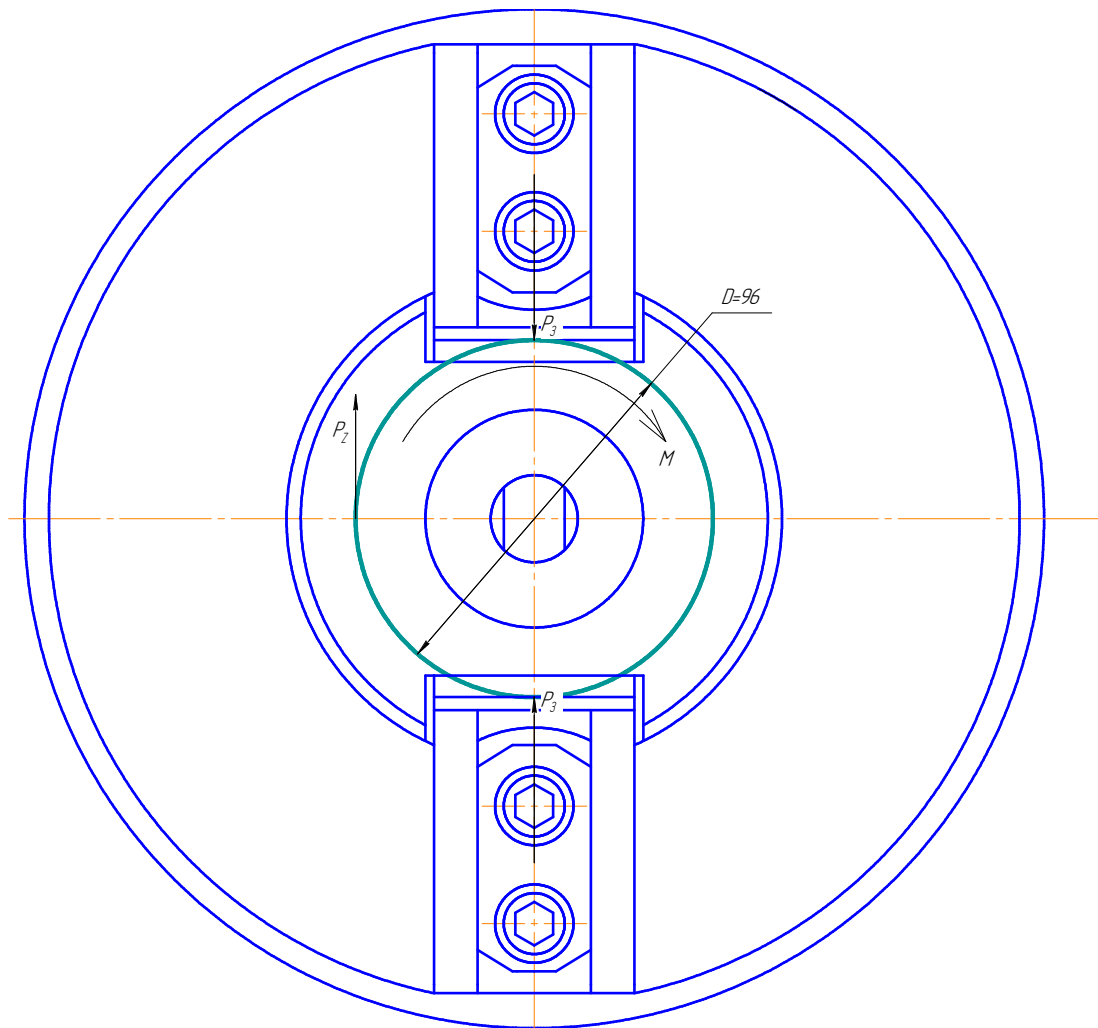


Рисунок 2.1 - Схема расчета усилия закрепления

где $f = 0,3$ - коэффициент трения между деталью и кулачками приспособления;

$D=96$ мм - диаметр детали;

$n=2$ - количество кулачков в патроне;

M - крутящий момент; определяется по формуле:

$$M = P_z \cdot r, \quad (31)$$

где $P_z = 7958,4$ Н - максимальная окружная сила резания;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

53

r - радиус детали, $r=48$ мм;

$$M = 7958,4 \cdot 48 = 517296 \text{ Нмм.}$$

k - коэффициент, учитывающий неоднородность качества материалов, изменение положений опорных реакций в результате отклонений реальных технологических баз от идеальной геометрической формы и т.д.:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \quad (32)$$

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

k_1 - коэффициент, учитывающий состояние технологической базы. При черновых базах $k_1=1,5$;

k_2 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления инструмента ($k_2=1,5$);

k_3 - коэффициент, учитывающий ударную нагрузку на инструмент при обработке прерывистых поверхностей ($k_3=1$);

k_4 - коэффициент, учитывающий стабильность силового привода. При механизированном приводе $k_4=1$;

k_5 - коэффициент, учитывающий наличие момента, стремящегося повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси. При установке на опоры с ограниченными поверхностями контакта $k_5=1$.

$$k = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,375 ;$$
$$P_3 = \frac{2 \cdot 3,375 \cdot 517296}{2 \cdot 96 \cdot 0,3} = 29844 \text{ Н}$$

Усилие на штоке цилиндра определяется, исходя из соотношения плеч рычага передаточного механизма (рисунок 2.2):

$$P_{шт} = \frac{n \cdot P_3 \cdot l_2}{l_1} , \quad (33)$$

$$P_{шт} = \frac{2 \cdot 29844 \cdot 36}{100} = 32231 \text{ Н.}$$

Так как пуск воздуха производится в бесштоковую полость, то диаметр цилиндра можно найти по формуле [3, с.86]:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

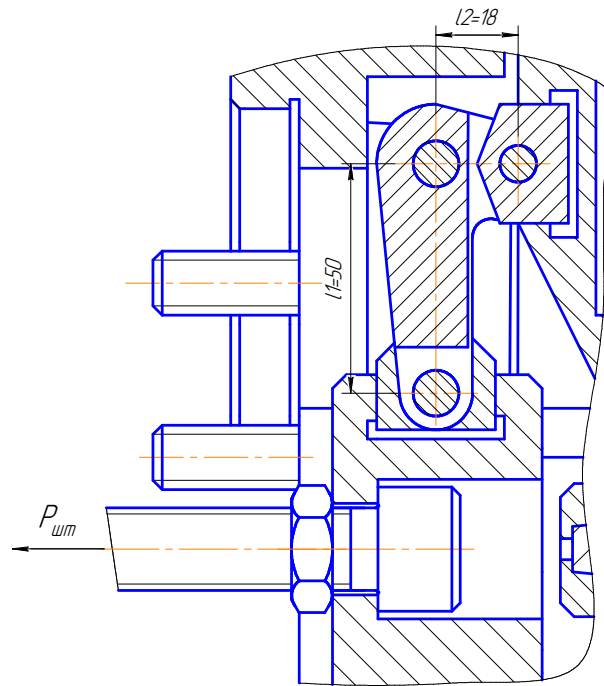


Рисунок 2.2 - Схема определения усилия на штоке цилиндра и расчета передаточного механизма.

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{0,75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}} \quad (34)$$

где p - давление воздуха ($p=0,63$ МПа).

η -КПД. ($\eta=0,9$):

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 32231}{0,75 \cdot 3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,9}} = 312 \text{ мм.}$$

Диаметр цилиндра принимается из стандартного ряда.

Принимаем $D_{ц}=320$ мм.

Действительное усилие на штоке цилиндра, исходя из формулы 34:

$$Q = 0,75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta \cdot D_{ц}^2 ;$$

$$Q = \frac{0,75}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,9 \cdot 320^2 = 34183 \text{ Н}$$

Действительное усилие закрепления на каждом кулачке, исходя из формулы 33:

$$P_3 = \frac{P_{ум} \cdot l_1}{n \cdot l_2} ;$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

55

$$P_3 = \frac{34183 \cdot 100}{3 \cdot 36} = 31650 H$$

2.2 Расчет и проектирование станочного приспособления комплексной обработки

Схема базирования на операции представлена на рисунке 2.3. Базирование – неполное. Деталь лишена 5-ти степеней свободы. Точки 1, 2, 3, 4 – двойная направляющая база; 5 – опорная база.

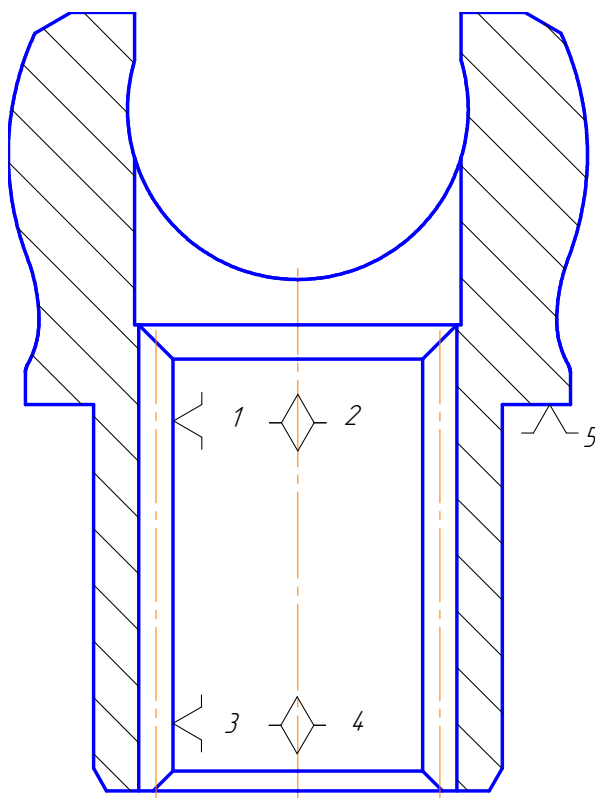


Рисунок 2.3 – Схема базирования

Зажимное устройство должно удовлетворять следующим требованиям:

1. Силы закрепления должны обеспечивать контакт заготовок с установочными элементами и неизменность положения заготовок, при необходимости досылать их к опорным поверхностям установочных элементов.

2. Недопустимы деформации заготовок при их закреплении.

Для этого силы закрепления должны пересекать поверхности опор, а точки их приложения надо выбирать в наиболее устойчивых местах во избежание изгиба заготовок.

3. Для уменьшения смятия поверхностей заготовок силу закрепления необхо-

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

димо прикладывать в нескольких точках.

4. Во время обработки не должно быть вибрации и смещения заготовок. Для уменьшения вибрации место крепления заготовок приближают к месту обработки.

5. Надежность, простота конструкции и удобство обслуживания.

6. Время закрепления и открепления заготовок должно быть минимальным.

7. Зоны загрузки и съема заготовок должны быть свободными.

В качестве зажимного устройства выбираем привод с использованием гидроцилиндра, а приспособление - с использованием разжимной цанговой оправки.

Из условия точности обработки и предохранения базовой поверхности от возможных вмятин от установочного элемента, износа установочных элементов сила Рсдв должна восприниматься силами трения, т. е. цилиндрическая оправка (цанга) не должна воспринимать нагрузку. Влияние максимальных сдвигающих силы и момента показано на рисунке 2.4:

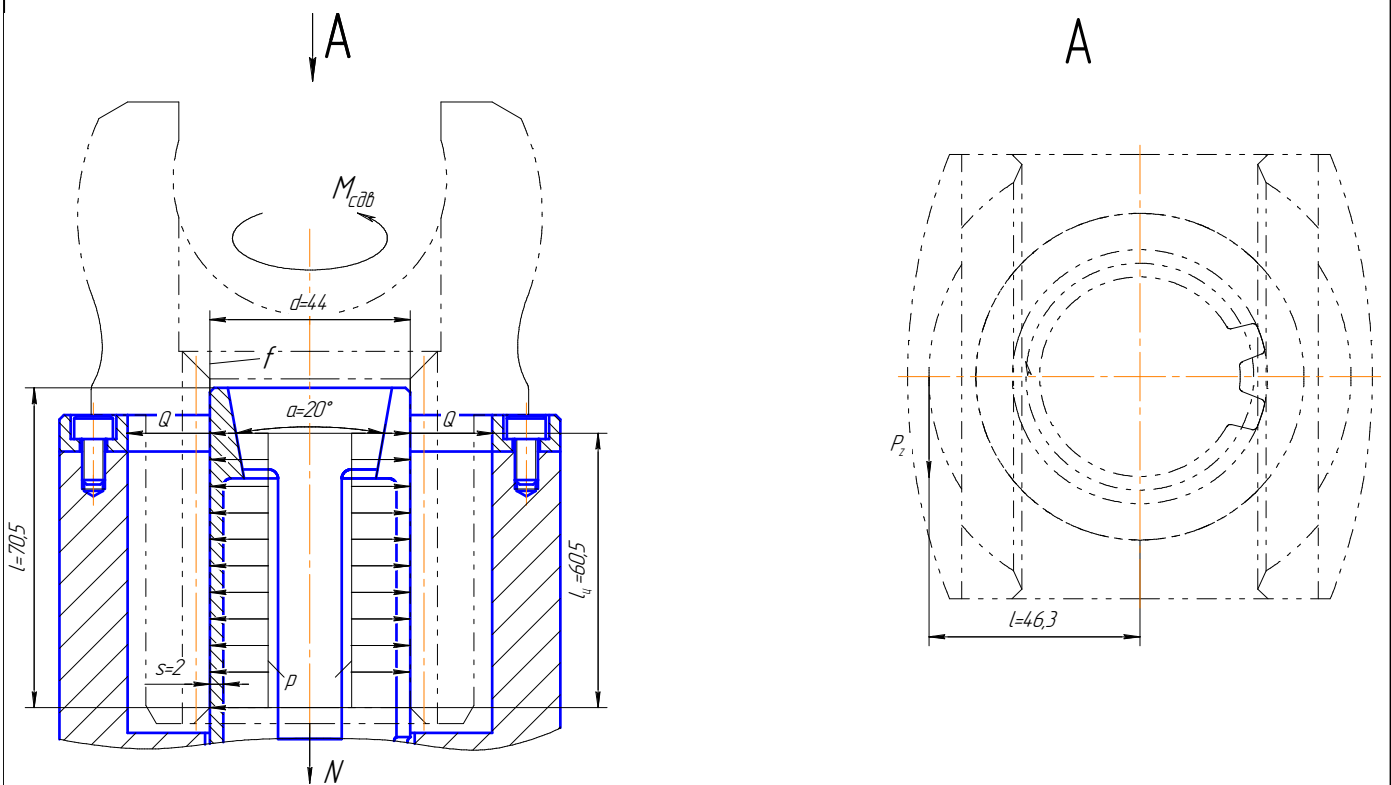


Рисунок 2.4 - Расчетная схема для определения силы закрепления.

Из расчетной схемы следует, что сила закрепления выражается формулой [4, с. 378]:

$$k \cdot \sum P_{сдв} = \sum P_{уд} \quad (35)$$

$$P = \frac{2 \cdot k \cdot M}{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f} \quad (36)$$

где К – коэффициент, учитывающий конкретные условия выполнения технологической операции;

f – коэффициент трения между деталью и зажимным элементом приспособления; f=0,16

p – давление, действующее на цилиндрическую поверхность детали;

l – длина контакта детали и зажимного элемента приспособления.

M – вращающий момент, возникающий от действия сил резания при фрезеровании:

$$M = P_z \cdot l,$$

где $M_{св}$ – крутящий момент при сверлении. Из расчетов режимов резания принимаем $M_{св}=3433$ Нмм. Тогда:

$$M = 375,4 \cdot 46,3 = 17384 \text{ Нмм.}$$

Значение К определяют как произведение нескольких частных коэффициентов:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

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; $K_2=1,15$;

K_3 – учитывает наличие ударной нагрузки; $K_3=1$;

K_4 – учитывает стабильность силового привода; $K_4=1$;

K_5 – характеризует зажимные механизмы с ручным приводом; $K_5=1$;

K_6 – учитывает наличие моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую заготовку вокруг её оси; $K_6=1,5$;

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,59.$$

Силу, с которой цанговая оправка действует на деталь рассчитаем по следующей формуле, считая распределенную нагрузку на отверстие детали равномерно максимальной по всей длине контакта [4, с. 378]:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

$$Q = \frac{2 \cdot k \cdot M}{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f} \cdot S = \frac{2 \cdot k \cdot M}{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f} \cdot \pi \cdot d \cdot l = \frac{2 \cdot k \cdot M}{d \cdot f}, \quad (37)$$

Где S – площадь соприкосновения детали с цанговой оправкой.

Подставляя все значения в формулу (37), находим силу закрепления:

$$Q = \frac{2 \cdot 2,59 \cdot 17384}{44 \cdot 0,16} = 8040 \text{ Н}$$

Сила затяжки цанги определяется по формуле:

$$N = (Q + Q') \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (38)$$

где Q – сила закрепления заготовки, Q=8040Н;

Q' – сила сжатия лепестков цанги для выбора зазора Δ между цангой и заготовкой;

α – рабочий угол цанги, α=20°.

Q' можно определить, если рассмотреть лепесток цанги как консольную балку. Тогда для трёхлепестковой цанги:

$$Q' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta \cdot S \cdot d^3}{l_{ц}^3}, \quad (39)$$

где S – толщина лепестка цанги в поперечном сечении, S=2 мм;

d – внешний диаметр цанги, d=44 мм;

l_ц – длина лепестка цанги, конструктивно l_ц=60,5 мм;

Δ – максимальный зазор между цангой и деталью; Δ=0,074+0,019=0,093 мм.

Тогда:

$$Q' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,093 \cdot 2 \cdot 44^3}{60,5^3} = 6453 \text{ Н.}$$

$$N = (8040 + 6453) \cdot \operatorname{tg} 20 = 5275 \text{ Н.}$$

Рассчитаем диаметр гидроцилиндра.

Так как пуск воздуха производится в штоковую полость, то диаметр цилиндра можно найти по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{5275}{0,75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}} \quad (40)$$

где p – давление масла (p=4 МПа).

η-КПД.(η=0,9)

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{5275}{0,75 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 0,9}} = 24,9 \text{ мм.}$$

Диаметр цилиндра принимается из стандартного ряда. Принимаем ближайший диаметр гидроцилиндра $D_{ц}=40$ мм.

Действительное усилие закрепления и усилия на штоке цилиндра, исходя из формул (38) и (40):

$$P_{ум} = 0,75 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 0,9 \cdot 40^2 = 13565 \text{ Н.}$$

$$N = (13565 + 6453) \cdot \text{tg} 20 = 7285 \text{ Н.}$$

2.3 Расчет и проектирование контрольного приспособления

Проектируемое контрольное приспособление представляет собой оправку, на которую надевается деталь. Контроль осуществляется при вращении детали вручную на оправке и замером биения контактного диаметра, находящегося в пределах 0,1 мм.

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

$$\Delta_{изм} \leq [\Delta_{изм}]$$

$$\sqrt{\epsilon^2 + \Delta_p^2 + \Delta_s^2 + \Delta_n^2} \leq (0,2 \dots 0,35) T \quad (41)$$

где ϵ - погрешность положения детали в приспособлении, определяемая тремя величинами:

$$\epsilon = \sqrt{\epsilon_б^2 + \epsilon_s^2 + \epsilon_{пр}^2}$$

где $\epsilon_б$ - погрешность базирования, $\epsilon_б = 0$ т.к. совпадают конструкторская и измерительная база. Также отсутствует перекося детали в оправке вследствие прижима подпружиненным шариком:

$$\epsilon_б = a \left(\frac{1}{\cos \beta} - 1 \right) + (0,2 \dots 0,3) \text{tg} \beta \quad (42)$$

где a - измеряемая погрешность.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

$$\beta = \operatorname{arctg} \left(\frac{S}{H} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{0}{9} \right) = 0$$

$$\varepsilon_{\delta} = a \left(\frac{1}{\cos 0} - 1 \right) + (0,2 \dots 0,3) \operatorname{tg} 0 = 0$$

ε_s - погрешность закрепления детали при измерении, $\varepsilon_s = 0$, т.к. закрепления детали не производится.

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - погрешность изготовления приспособления, $\varepsilon_{\text{пр}} \neq 0$.

Установка детали осуществляется на оправку с подпружиненным шариком, следовательно добавляется погрешность точности изготовления плоскости опорной шайбы (параллельности ее плоскости плиты). Примем ее $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,005$.

Тогда погрешность положения детали будет равна:

$$\varepsilon = \sqrt{0,005^2} = 0,005_{\text{мм}}$$

Δ_p - погрешность передаточных устройств приспособления:

$$\Delta_p = \Delta_{p1} + \Delta_{p2} + \Delta_{p3}$$

Δ_{p1} - погрешность вследствие неточности изготовления плеч рычагов.

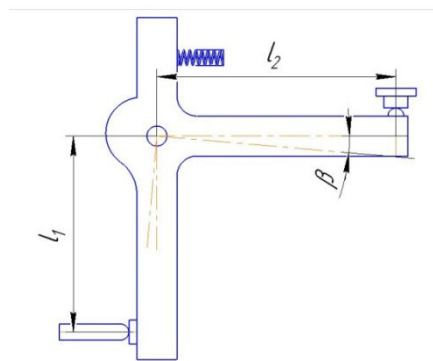


Рисунок 2.5 - Прямые равноплечие рычаги

Рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{p1} = \left(1 - \frac{l_2}{l_1} \right) a_1 = \left(1 - \frac{46,975}{47} \right) \cdot 0,05 \approx 0 \text{ мм,}$$

где $l_2 = l_{\min} = l_{\text{ном}} - e_i = 47 - (0,025) = 46,975$ - длина рычага (меньшая сторона); $l_1 = l_{\max} = l_{\text{ном}} + e_s = 47 + 0 = 47$ - длина рычага большая сторона.

Δ_{p2} - погрешность вследствие зазора между отверстием и осью рычага.

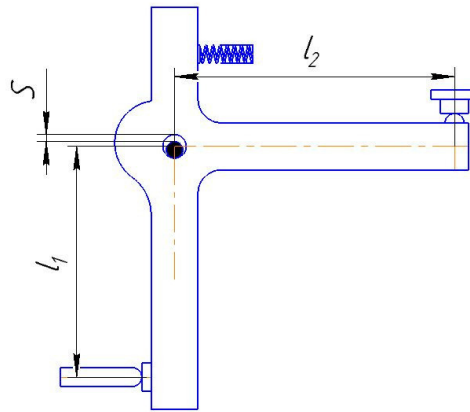


Рисунок 2.6 - Схема для определения Δ_{p2}

Рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{p2} = S(1 + k) = 0,004(1 + 1) = 0,008 \text{ мм} \quad (43)$$

где S - минимальный зазор между осью рычага и отверстием

$$k = \frac{l_2}{l_1 \approx 1}$$

Δ_{p3} - погрешность прямой передачи; $\Delta_{p3} = 0$.

Тогда погрешность передаточных устройств приспособления будет равна:

$$\Delta_p = \sqrt{0,008^2} = 0,008 \text{ мм.}$$

Δ_3 - погрешность изготовления эталона, $\Delta_3 = 0$ т.к. в проектируемом приспособлении эталон не применяется.

$\Delta_{п}$ - погрешность измерительного прибора, был выбран индикатор ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-68, в этом случае $\Delta_{п} = 0,005$ мм.

Тогда:

$$\Delta_{изм} = \sqrt{0,005^2 + 0,008^2 + 0,005^2} = 0,0107 \text{ мм}$$

$$[\Delta_{изм}] = (0,2 \dots 0,35)T = 0,25 \cdot 0,1 = 0,025 \text{ мм}$$

$$\Delta_{изм} < [\Delta_{изм}] \quad (44)$$

$$0,0107 < 0,025.$$

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

2.4 Расчет и проектирование комбинированной протяжки

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

На операции 020 для протягивания шлицевого отверстия применяется комбинированная шлицевая эвольвентная протяжка. Предлагается в проектируемом варианте технологического процесса использовать протяжку, которая будет обеспечивать максимальную точность и чистоту поверхности, которую можно получить на этой операции. При расчете протяжки коэффициент помещаемости стружки в стружечной канавке принят равным 3,0, вместо 2,5 в базовом варианте. Увеличение этого коэффициента кроме повышения точности и качества обрабатываемой поверхности, позволяет стружке за счет расширения стружечной канавки легко удаляться после протягивания. Это крайне важно, особенно для работы на станке с автоматическим циклом обработки. Принятая мера приведет к увеличению длины протяжки. Главное, чтобы длина протяжки не получилась большей максимально возможной по станку. По расчетам это условие выполняется: $1750\text{мм} > 1420\text{мм}$

Требуется протянуть отверстие с эвольвентным профилем зубьев с центрированием по профилю и с размерами: $D=56^{+0,04}$ мм, $d_a=45,62^{+0,17}$ мм, $d_d=49$ мм, $n=20$ зубьев, $m=2,5$ мм. Ширина впадин в отверстии и толщина выступов на протяжке по делительной окружности $S=5,37^{+0,04}$ мм. Длина протягиваемого отверстия $L=90,7$ мм. Материал обрабатываемой детали сталь 12Х2Н4А (НВ=269) по ГОСТ 4543-71. Протягивание производится на вертикально-протяжном станке модели 7Б66-1. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости используем жидкость «Россойл-500» производства Уфимского нефтеперерабатывающего завода. Материал протяжки быстрорежущая сталь Р6М5.

Предварительно обработка зенкером выполняется на операции 015. Величина припуска на цилиндрическую часть составляет: $A_{\text{оц}}=1,2$ мм [5, с. 40].

Диаметр предварительного отверстия составляет

$$D_o = d_{\text{max}} - A_{\text{оц}}, \quad (45)$$

где D_o - диаметр отверстия, подготовленного под протягивание.

$$D_o=45,62-1,2=44,42 \text{ мм}$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

Диаметр зенкера составит

$$d_{\text{ин}} = D_o + a_k \quad [5, \text{ с. } 183], \quad (46)$$

$$d_{\text{ин}} = 44,42 + 0,15 = 44,57 \text{ мм.}$$

Принимаем зенкер диаметром 44,5 мм.

Определим диаметры калибрующих частей

для цилиндрических зубцов:

$$D_{\text{ц}} = d_{\text{max}} - \delta = 45,62 - 0,07 = 45,55 \text{ мм} \quad [5, \text{ с. } 183],$$

для шлицевых зубцов:

$$D_{\text{ш}} = D_{\text{max}} - \delta = 51,505 - 0 = 51,505 \text{ мм,}$$

δ - минимальный допуск на диаметры.

Ширина шлицевого выступа на протяжке составляет: $b_n = 5,556 \text{ мм.}$

Принимаем комбинированную протяжку с комбинацией размещения зубцов: фасочная + цилиндрическая + шлицевая эвольвентная части. Этот вид протяжки более технологичен, т.к. шлифовальный круг, обрабатывающий шлицевую часть, упирается при выходе в спинку круглого последнего зубца, что менее опасно с точки зрения повреждения последнего.

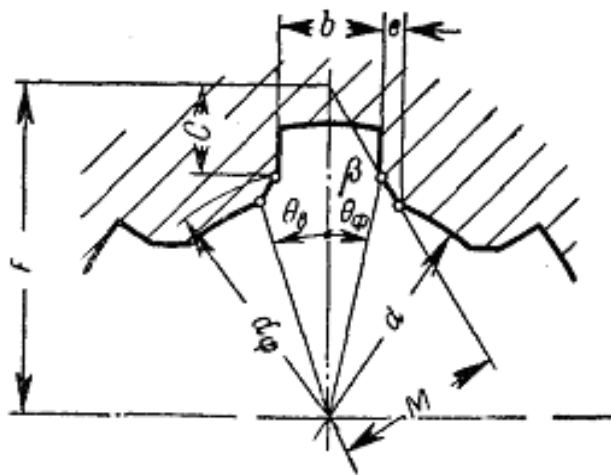


Рисунок 2.7 - Размеры шлицевых зубьев

Принимаем

Угол фаски $\beta = 30^\circ$.

Высота фаски равна: $f = e \cdot \text{ctg } \beta = 0,35 \cdot 1,732 = 0,606 \text{ мм} \quad [5, \text{ с. } 183].$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

64

Размер М до фаски и диаметр d_f того зубца, на котором кончается фаска в соответствии с рисунком 4, составляют

$$\sin\theta_b = \frac{b_n + 2 \cdot e}{d} = \frac{5,556 + 2 \cdot 0,35}{45,62} = 0,137 \quad [5, \text{ с. } 183],$$

$$\theta_b = 7,87^\circ,$$

$$M = 0,5 \cdot d \cdot \sin(\theta_b + \beta) = 0,5 \cdot 45,62 \cdot \sin 37,87^\circ = 14 \text{ мм} [5, \text{ с. } 183],$$

$$E = \frac{M}{\sin\beta} = \frac{14}{\sin 30^\circ} = 28 \text{ мм} [5, \text{ с. } 183],$$

$$c = 0,5 \cdot b_n \cdot \text{ctg}\beta = 0,5 \cdot 5,556 \cdot \text{ctg} 30^\circ = 4,8 \text{ мм} [5, \text{ с. } 183],$$

$$\text{tg}\theta_\phi = \frac{b_n}{2 \cdot (E - c)} = \frac{5,556}{2 \cdot (28 - 4,8)} = 0,12 \quad [5, \text{ с. } 183],$$

$$\theta_\phi = 6,8^\circ$$

$$d_\phi = \frac{b_n'}{\sin\theta_\phi} = \frac{5,556}{\sin 6,8^\circ} = 47,23 \text{ мм} [5, \text{ с. } 183],$$

Принимаем $d_\phi = 47,20$ мм.

Определим диаметр делительной окружности

$$d_{\text{дп}} = d_d = 49 \text{ мм} [5, \text{ с. } 193].$$

Определим окружной шаг:

$$T = t = \pi \cdot m = 3,14 \cdot 3,5 = 10,99 \text{ мм} [5, \text{ с. } 193]$$

Определим толщину шлицевых выступов

$$d_{\text{дп max}} = d_{\text{дп}} + \delta_b \text{ мм}, [5, \text{ с. } 193] \quad (47)$$

где δ_b - разбивание шлицевых впадин протяжкой.

Принимаем $\delta_b = \frac{1}{3}$ допуска на верхнее и нижнее отклонение [5, с. 193].

$$\delta_b = \frac{1}{3} \cdot \Delta b_{\text{д}} = \frac{1}{3} \cdot 0,2 = 0,06 \text{ мм}$$

$$b_{\text{дп max}} = 5,556 - 0,06 = 5,496 \text{ мм}$$

Определим диаметр основной окружности

$$d_{\text{оп}} = d_0 = d_d \cdot \cos 30^\circ = 49 \cdot \cos 30^\circ = 42,43 \text{ мм} [5, \text{ с. } 193].$$

Определим диаметр ролика, добавленный к делительной окружности

$$d = 57,29578 \cdot \frac{T - b}{d_{\text{дп}}}, \quad [5, \text{с. 193}] \quad (48)$$

где θ_d - половина центрального угла шлицевой впадины по делительной окружности

$$\theta_d = 57,29578 \frac{10,99 - 5,496}{49} = 6,42^\circ$$

$$d_p = \frac{d_d \cdot \sin \theta_d}{\cos(\alpha_d - \theta_d)} = \frac{49 \cdot \sin 6,42^\circ}{\cos(30^\circ + 6,42^\circ)} = 6,85 \quad \text{мм} [5, \text{с. 193}]$$

ближайший размер по ГОСТ 2475-44 составляет 6,518 мм.

Определим диаметр последнего фасочного зуба

$$d_{\text{фп}} = d_{\text{ф}} + (0,3 \div 0,4) = 47,20 + (0,3 \div 0,4) = 47,50 \div 47,60 \quad \text{мм}$$

Принимаем $d_{\text{фп}} = 47,50 \quad \text{мм}.$

Определим размер пф роликам

$$\text{inv} \alpha_p = \frac{d_{\text{пмак}}}{d_{\text{дп}}} + \text{inv} \alpha_{\text{дп}} + \frac{d_p}{d_o} - \frac{\pi}{n} \quad [7, \text{с. 194}], \quad (49)$$

$$\text{inv} \alpha_p = \frac{5,496}{49} + \text{inv} 30^\circ + \frac{6,518}{42,43} - \frac{3,14}{14} = 0,09591$$

$$\alpha_p = 35,75^\circ$$

$$D_{\text{рmax}} = \frac{d_o}{\cos \alpha_p} + d_p \quad [5, \text{с. 194}], \quad (50)$$

$$D_{\text{рmax}} = \frac{42,43}{\cos 35,75^\circ} + 6,518 = 58,8 \quad \text{мм}.$$

Учитывая, что допуск на толщину шлицевого выступа зуба на протяжке составляет 14 мкм (ГОСТ 6767-53), определим

$$b_{\text{дпmin}} = 5,496 - 0,014 = 5,482 \quad \text{мм},$$

чему соответствует рассчитанное аналогичным путём значение, при этом же диаметре ролика:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

$$D_{pmin} = 58,786 \text{ мм}$$

Определим, отсутствует ли касание ролика с дном впадины на протяжке

$$D_{pmin} - 2d_p \geq d_{вп}, \quad [5, \text{ с. 194}] \quad (51)$$

где $d_{вп}$ - номинальный внутренний диаметр шлицевого соединения

$$d_{вп} = 45,62 \text{ мм.}$$

$$58,786 - 2 \cdot 6,518 = 45,744 > 45,62$$

значит, касание отсутствует.

Определим диаметр хвостовика

$$D_1 \leq D_o - 0,5 = 44,42 - 0,5 = 43,92 \text{ мм} \quad [5, \text{ с. 184}]$$

Округлим до ближайшего меньшего стандартного диаметра $D_1 = 42 \text{ мм}$ с

наименьшим поперечным сечением $F_x = 855,2 \text{ мм}^2$.

Определим усилие допускаемое прочностью хвостовика:

$$P_x = F_x \cdot [\sigma_x] = 855,2 \cdot 25 = 21380 \text{ кг} \quad [5, \text{ с. 184}]$$

Рассчитанное усилие не допустимо по тяговому усилию станка в 20000 кг. Принимаем $D_1 = 36 \text{ мм}$, наименьшим поперечным сечением $F_x = 660,5 \text{ мм}^2$.

$P_x = 660,5 \cdot 25 = 16512,5 \text{ кг}$, что допустимо.

Определим максимальную глубину стружечной канавки по допускаемому усилию станка:

$$h_{o(\sigma)} = 0,5 \cdot \left(D_o - 1,1 \cdot \sqrt{\frac{P_{доп}}{[\sigma]}} \right) = 0,5 \cdot \left(44,42 - 1,1 \cdot \sqrt{\frac{20000}{35}} \right)$$

$$h_{o(\sigma)} = 9,065 \text{ мм} \quad [5, \text{ с. 184}]$$

Определим шаг, количество калибрующих и наибольшее количество одновременно работающих зубцов:

Для проведения расчета примем коэффициент m , величина которого зависит не только от подачи на зуб, но и от типа производства. В нашем случае принимаем $m = 1,5$ (массовое производство) [5, с. 72].

При длине протягивания равной $L = 90,7 \text{ мм}$.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

Шаг протягивания равен: $t = 14$ мм.

Количество одновременно работающих зубьев равно $z_i = 7$ зубьев.

Для получения лучшего качества обрабатываемой поверхности шаг режущих зубьев протяжки делается переменным: от $t + (0,2 \div 1)$ до $t - (0,2 \div 1)$.

Принимаем изменение шага $\pm 0,2$ мм.

Тогда из двух смежных шагов один равен $14 + 0,2 = 14,2$ мм, а второй $14 - 0,2 = 13,8$ мм.

Шаг калибрующих цилиндрических и шлицевых зубцов t_K принимается:

$$t_{Kц} = t_{Kшл} (0,6 \div 0,7) \cdot t = (0,6 \div 0,7) \cdot 14 = 8,4 \div 9,8 \text{ мм}$$

Принимаем ближайшее большее значение $t_{Kц} = t_{Kшл} = 8,5$ мм [5, с. 95].

Количество калибрующих круглых и шлицевых зубцов

$$t_{Kц} = t_{Kшл} = 5 \text{ зубцов [5, с. 94]}$$

Фаска f на калибрующих круглых и шлицевых зубьях плавно увеличивается от первого к последнему с 0,2 до 1 мм [5, с. 93].

Определим профиль, размеры зуба и впадины между зубьями:

Зубец протяжки, как режущий элемент инструмента, должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- геометрическая форма зубца и величина его углов должны обеспечивать наибольшую стойкость протяжки;
- форма канавки между зубцами не должна препятствовать свободному образованию и перемещению стружки при завивании последней в виток;
- объем стружки должен быть достаточным для размещения стружки, срезаемой со всей длины протягиваемой поверхности;
- зубец должен противостоять усилиям, возникающим при протягивании;
- размеры зубцов должны обеспечивать, возможно, большее количество переточек протяжки, которые производятся в основном по передней грани.

Принимаем зубцы, имеющие криволинейную вогнутую спинку, со стружечной канавкой. Передняя грань, дно канавки и спинка зубца соединены между собою

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

плавными переходами, чем обеспечивается беспрепятственное движение стружки и хорошие условия для ее размещения в довольно большом объеме канавки.

Для криволинейной формы впадины принимаем:

Шаг протяжки	$t = 14$ мм
Глубина впадины	$h^o = 5,5$ мм
Длина задней поверхности	$g = 4$ мм
Радиус закругления впадины	$r = 2,8$ мм
Радиус закругления	$R = 10$ мм

Расчетная площадь стружечной канавки $F_a = 23,8 \text{ мм}^2$ [5, с. 98].

Определим геометрические параметры режущих и калибрующих зубьев:

Подобно каждому режущему инструменту протяжки снабжены передним углом γ и задним α углами, обеспечивающими наибольшую стойкость протяжек и требуемую чистоту образуемых ими поверхностей. Наивыгоднейшие величины переднего угла γ зависят от обрабатываемого материала, принимаем угол $\gamma = 15^\circ$ [5, с. 83].

При выборе заднего угла α принималось во внимание наряду со стойкостью протяжки, и сохранение своих поперечных размеров в течении возможно длительного времени, принимаем угол $\alpha = 3^\circ$ [5, с. 84].

Определим подачу на зуб и подъёмы протяжки:

Подача для черновых секций по условиям размещения стружки в канавке при коэффициенте $K_{\text{мин}} = 3$ [5, с. 150].

$K_{\text{мин}}$ - коэффициент заполнения стружечной канавки.

$$S_{zk} = \frac{F_a}{L \cdot K_{\text{мин}}} = \frac{23,8}{87,5 \cdot 3} = 0,089 \text{ мм} \quad [5, \text{ с. } 184]$$

Принимаем $S_{zk} = 0,08$ мм.

Подача, допускаемая дугвыми выкружками на шлицевых зубцах, больше S_{zk} .

Принимаем окончательно для черновых зубцов всех частей протяжки $S_{zч} = 0,08$ мм.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

Между режущими и калибрующими зубьями делаем по 3 зачищающих зуба с постоянно убывающим подъемом на зуб на цилиндрической и шлицевой части протяжки.

$$S_{z\text{цшл}} = 0,04_{\text{мм}},$$

$$S_{z\text{цшл}} = 0,026_{\text{мм}},$$

$$S_{z\text{цшл}} = 0,013_{\text{мм}}.$$

Определим количество зубцов в черновых секциях:

Фасочная часть $z_{\text{чсф}} = 2$,

Цилиндрическая часть $z_{\text{чсц}} = 2$,

Шлицевая часть $z_{\text{чсш}} = 2$ [6, с. 181].

Определим площадь сечения впадины между зубьями рассчитаем для каждого вида зуба протяжки и должна отвечать условию

$$k = \frac{F_B}{F_C} = 2 \div 5, \text{ [6, с.233]}$$

где k – объемный коэффициент заполнения впадины, $K=3$ [6, с. 233].

F_C – площадь сечения металла, снимаемого одним зубом, мм^2

$$F_C = L_{\text{и}} \cdot S_z = 87,5 \cdot 0,08 = 7 \text{ мм}^2 \text{ [6, с. 233]}$$

F_B – площадь сечения впадины, мм^2

$$F_B = k \cdot F_C = 4 \cdot 7 = 28 \text{ мм}^2$$

Приведем значение F_B до ближайшего большего

$$F_{B\text{ ф}} = F_{B\text{ ц}} = F_{B\text{ ш}} = 30,0 \text{ мм}^2 \text{ [6, с. 232]}$$

Определим силу протягивания на черновых зубцах:

На фасочной части
$$P_{\text{ф}} = \frac{C_p \cdot S_{z\text{ч}}^X \cdot (b + 2e) \cdot n z_i \cdot K_{\gamma} \cdot K_c \cdot K_{\text{и}}}{z_{\text{чсф}}} \text{ кг, [5, с. 184]} \quad (52)$$

где C_p - постоянная, зависящая от обрабатываемого материала и формы

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

протяжки.

X – показатель степени при S zч

$K_\gamma, K_c, K_{и}$ – поправочные коэффициенты, характеризующие влияние переднего угла, состава смазочно-охлаждающей жидкости и степени износа зубцов протяжки, посредством которых корректируются значения P_{max} в тех случаях, когда условия протягивания отличны от условий, при которых были определены значения S_p

n – количество шлицов $n = 16$

$$P_\phi = \frac{282 \cdot 0,08^{0,85} \cdot 16 \cdot 7 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1}{2} = 11775,5 \text{ кг}$$

На цилиндрической части

$$P_{ц} = \frac{C_p \cdot S_{zч}^X \cdot b \cdot n \cdot z_i \cdot K_\gamma \cdot K_c \cdot K_{и}}{z_{чсф}}$$

$$P_{ц} = \frac{282 \cdot 0,08^{0,85} \cdot 6,212 \cdot 16 \cdot 7 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1}{2} = 10538 \text{ кг.}$$

На шлицевой части

$$P_{ц} = \frac{C_p \cdot S_{zч}^X \cdot b \cdot n \cdot z_i \cdot K_\gamma \cdot K_c \cdot K_{и}}{z_{чсф}}$$

$$P_{ц} = \frac{315 \cdot 0,08^{0,85} \cdot 6,212 \cdot 16 \cdot 7 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1}{2} = 11824,41 \text{ кг.}$$

Таким образом, ни станок, ни протяжка не являются достаточно нагруженными. Поэтому напряжения в материале протяжки не подсчитываем.

Определим припуск:

Распределим припуск на фасочную часть

$$A_{оф} = d_{\phi n} - D_o \quad \text{мм, [5, с.185]} \quad (53)$$

где $d_{\phi n}$ – диаметр последнего фасочного зубца.

$$A_{\text{оф}} = 47,50 - 44,42 = 3,08 \text{ мм}$$

на цилиндрическую часть

$$A_{\text{оц}} = d_{\text{max}} - D_{\text{o}} \text{ мм, [5, с.185]} \quad (54)$$

$$A_{\text{оц}} = 45,62 - 44,42 = 1,2 \text{ мм}$$

при этом на переходные зубцы $A_{\text{оцп}} = 0,46$ мм и на чистовые зубцы $A_{\text{оцчт}} = 0,05$ мм.

на шлицевую часть

$$A_{\text{ош}} = D_{\text{max}} - d_{\text{ш1}} \text{ мм, [5, с.185]} \quad (55)$$

где $d_{\text{ш1}}$ - диаметр первого шлицевого зуба.

$$d_{\text{ш1}} = d_{\text{фп}} - 0,05 = 47,50 - 0,05 = 47,45 \text{ мм [5, с.186]}$$

$$A_{\text{ош}} = 51,505 - 47,45 = 4,055 \text{ мм}$$

при этом на переходные зубцы $A_{\text{ошп}} = 0,46$ мм и на чистовые зубцы $A_{\text{ошчт}} = 0,05$ мм.

Определим диаметры зубцов и количество секций:

В фасочной части

первый $d_{\text{ф1}} = D_{\text{o}} = 44,42$ мм

последний $d_{\text{фп}} = 47,50$ мм

$$i_{\text{чш}} = \frac{d_{\text{фп}} - d_{\text{ф1}}}{2 \cdot S_{\text{зчч}}}$$

$$i_{\text{чш}} = \frac{47,50 - 44,42}{2 \cdot 0,08} = 19,25 \quad [5, с.186]$$

Принимаем 1-й зубец несекционный с подъемом на зуб 0,02 мм, и 20 секций с равномерным подъемом на зуб 0,08 мм (таблица 8).

В цилиндрической части

первый $d_{\text{ц1}} = D_{\text{o}} + 2 \cdot S_{\text{зчч}} = 44,42 + 2 \cdot 0,08 = 44,58$ мм.

Таблица 8 – Диаметры зубцов и количество секций фасочной части

№ зуба	Подъем на секцию, мм	Диаметр секции, мм	№ зуба	Подъем на секцию, мм	Диаметр секции, мм
1	0,04	44,42	12	0,16	46,06
2	0,16	44,46	13	0,16	46,22
3	0,16	44,62	14	0,16	46,38
4	0,16	44,78	15	0,16	46,54
5	0,16	44,94	16	0,16	46,7
6	0,16	45,1	17	0,16	46,86
7	0,16	45,26	18	0,16	47,02
8	0,16	45,42	19	0,16	47,18
9	0,16	45,58	20	0,16	47,34
10	0,16	45,74	21		47,5
11	0,16	45,9			

последний $d_{цп} = D_{ц} = 45,55 \text{ мм} - (A_{спц} + A_{очтц})$
 $i_{чц} = \frac{A_{очтц}}{2S_{зчч}}$
 $i_{чц} = \frac{1,2 - (0,46 + 0,05)}{2 \cdot 0,08} = 4,3$ [5, с.186]

Принимая во внимание, что между режущими и калибрующими зубьями делаем 3 зачищающих зуба с постоянно убывающим подъемом на зуб на цилиндрической части. В конечном итоге для того, чтобы получить заданный размер с необходимой точностью и шероховатостью мы увеличим количество цилиндрических зубцов до 11 (таблица № 9).

Таблица 9 – Диаметры зубцов и количество секций цилиндрической части

№ зуба	Подъем на секцию, мм	Диаметр секции, мм	№ зуба	Подъем на секцию, мм	Диаметр секции, мм
1	0,16	44,42	7	0,091	45,38
2	0,16	44,58	8	0,04	45,471
3	0,16	44,74	9	0,026	45,511
4	0,16	44,9	10	0,013	45,537
5	0,16	45,06	11		45,55
6	0,16	45,22	12		

В шлицевой части:

первый $d_{ш1} = d_{фп} - 0,05 = 47,50 - 0,05 = 47,45$ мм [5, с.186]

последний $d_{шп} = D_{шп} = \frac{51,505 - (A_{опш} + A_{очтш})}{2 \cdot S_{зчш}}$

$$i_{чш} = \frac{4,055 - (0,46 + 0,05)}{2 \cdot 0,08} = 28,9 \quad [5, с.186]$$

Принимаем 29 шлицевых зубцов (таблица 10).

Таблица 10 – Диаметры зубцов и количество секций шлицевой части

№ зуба	Подъем на секцию, мм	Диаметр секции, мм	№ зуба	Подъем на секцию, мм	Диаметр секции, мм
1	0,16	47,45	16	0,16	49,85
2	0,16	47,61	17	0,16	50,01
3	0,16	47,77	18	0,16	50,17
4	0,16	47,93	19	0,16	50,33
5	0,16	48,09	20	0,16	50,49
6	0,16	48,25	21	0,16	50,65
7	0,16	48,41	22	0,16	50,81
8	0,16	48,57	23	0,16	50,97
9	0,16	48,73	24	0,16	51,13
10	0,16	48,89	25	0,136	51,29
11	0,16	49,05	26	0,04	51,426
12	0,16	49,21	27	0,026	51,466
13	0,16	49,37	28	0,013	51,492
14	0,16	49,53	29		51,505
15	0,16	49,69			

Т.к. количество калибрующих зубьев известно определим окончательно номер зубца в секции на всей длине протяжки, полученные данные сведем в таблицу 11.

Определим длину режущих и калибрующих частей:

Фасочная часть
 $l_{ф} = (z_{чф} - 1) \cdot t_c = (21 - 1) \cdot 14 = 280$ мм [5, с.186]

Цилиндрическая часть
 $l_{ц} = (z_{чц} - 1) \cdot t_c = (11 - 1) \cdot 14 = 140$ мм [5, с.186]

Таблица 11– Диаметры зубцов и количество секций протяжки

№ зуба	Подъем на секцию, мм	Диаметр секции, мм	№ зуба	Подъем на секцию, мм	Диаметр секции, мм
Фасочная часть					
1	0,04	44,42	12	0,16	46,06
2	0,16	44,46	13	0,16	46,22
3	0,16	44,62	14	0,16	46,38
4	0,16	44,78	15	0,16	46,54
5	0,16	44,94	16	0,16	46,7
6	0,16	45,1	17	0,16	46,86
7	0,16	45,26	18	0,16	47,02
8	0,16	45,42	19	0,16	47,18
9	0,16	45,58	20	0,16	47,34
10	0,16	45,74	21		47,5
11	0,16	45,9			
Цилиндрическая часть					
22	0,16	44,42	30	0,026	45,511
23	0,16	44,58	31	0,013	45,537
24	0,16	44,74	32		45,55
25	0,16	44,9	33		45,55
26	0,16	45,06	34		45,55
27	0,16	45,22	35		45,55
28	0,091	45,38	36		45,55
29	0,04	45,471	37		45,55
Шлицевая часть					
38	0,16	47,45	55	0,16	50,17
39	0,16	47,61	56	0,16	50,33
40	0,16	47,77	57	0,16	50,49
41	0,16	47,93	58	0,16	50,65
42	0,16	48,09	59	0,16	50,81
43	0,16	48,25	60	0,16	50,97
44	0,16	48,41	61	0,16	51,13
45	0,16	48,57	62	0,136	51,29
46	0,16	48,73	63	0,04	51,426
47	0,16	48,89	64	0,026	51,466
48	0,16	49,05	65	0,013	51,492
49	0,16	49,21	66		51,505
50	0,16	49,37	67		51,505
51	0,16	49,53	68		51,505
52	0,16	49,69	69		51,505
53	0,16	49,85	70		51,505
54	0,16	50,01	71		51,505

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

75

$$l_{\text{ЦК}} = (z_{\text{ЧЦК}} - 1) \cdot t_{\text{К}} = (5 - 1) \cdot 8,5 = 34 \text{ мм [5, с.186]}$$

Шлицевая эвольвентная часть

$$l_{\text{Ш}} = (z_{\text{ЧШ}} - 1) \cdot t_{\text{С}} = (29 - 1) \cdot 14 = 392 \text{ мм [5, с.186]}$$

$$l_{\text{ШК}} = (z_{\text{ЧШК}} - 1) \cdot t_{\text{К}} = (5 - 1) \cdot 8,5 = 34 \text{ мм [5, с.186]}$$

Общая длина режущих и калибрующих зубцов

$$l_5 + l_6 = l_1 + l_{\text{Ц}} + l_{\text{ШК}} + l_{\text{Ш}} + l_{\text{ШК}}$$

$$l_5 + l_6 = 280 + 140 + 34 + 392 + 34$$

$$l_5 + l_6 = 880 \text{ мм [5, с.187]}$$

Определим диаметр и длину гладких частей протяжки.

Хвостовик: $D^1 = 36 \text{ мм}$, $l^1 = 160 \text{ мм [5, с.103]}$.

Шейка: $D^2 = D^1 - 1,4 = 36 - 1,4 = 34,6 \text{ мм [5, с.187]}$.

Переходной конус: $D^3 = D^2 = 34,6 \text{ мм}$, $l^3 = 25 \text{ мм [5, с.187, 106]}$

Передняя направляющая часть: $D^4 = D^0 = 44,42 \text{ мм [5, с.187]}$,

$l^4 = L = 90,7 \text{ мм}$, принимаем $l^4 = 90 \text{ мм [5, с.108]}$.

Длина до первого зуба:

$$l = a + b + l_{\text{С}} + l_{\text{а}} + l_{\text{б}} + L + 15 \text{ мм, [5, с.108]} \quad (56)$$

где a, b – размеры хвостовика протяжки, $a = 32 \text{ мм}$, $b = 20 \text{ мм [5, с.103]}$;

$l_{\text{С}}$ - толщина стола протяжки, $l_{\text{С}} = 75 \text{ мм [5, с.187]}$;

$l_{\text{а}}$ - толщина фланца планшайбы, $l_{\text{а}} = 35 \text{ мм [5, с.187]}$;

$l_{\text{б}}$ - толщина фланца приспособления, $l_{\text{б}} = 30 \text{ мм [5, с.187]}$;

L – длина протягиваемого изделия, $L = 90,7 \text{ мм}$

$$l = 32 + 20 + 75 + 35 + 30 + 90,7 + 15 = 297,7 \text{ мм}$$

Принимаем $l = 300 \text{ мм}$.

Задняя направляющая часть:

Т.к. при обработке используется протяжной станок с автоматической загрузкой, то протяжку целесообразнее использовать без заднего хвостовика. Взамен задней направляющей предлагается использовать хвостовик для захвата в протяж-

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

ном патроне. В конечном итоге мы получим протяжку с двумя хвостовиками, это позволит: увеличить ресурс протяжки (т.к. исключен прогиб инструмента), уменьшить основное время за счет автоматизации оборудования и универсальности инструмента. На основе всего выше изложенного размеры задней направляющей принимаем равными переднему хвостовику.

$$D_7 = D_1 = 36 \text{ мм} \quad l_7 = l_1 = 160 \text{ мм}$$

Определим общую длину протяжки:

$$L = l_1 + l_7 + (l_5 + l_6) + 80 = 300 + 160 + 880 + 80 = 1420 \text{ мм [5, с.187].}$$

2.5 Расчет и проектирование схвата промышленного робота

Для данной детали должен быть спроектирован схват.

Схват должен обеспечивать точное положение оси симметрии детали. В таких схватах должно обеспечиваться одновременное перемещение всех губок в направлении плоскости симметрии, поэтому выбираем центрирующий схват.

Так как проектируется схват для массового производства, для конкретной детали и для конкретной операции, то можно выбрать узкодиапазонный схват.

Масса детали (заготовки) составляет 7,2кг, поэтому привод используем пневматический, использующий цеховой сетевой сжатый воздух давлением 0,4МПа.

Выбираем схват со следующей схемой рычажного механизма:

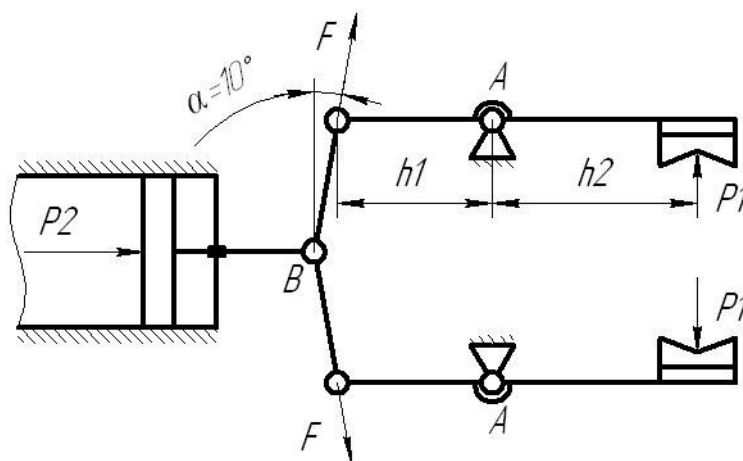


Рисунок 2.8 - Расчетная схема рычажного механизма схвата

1 Расчет необходимого усилия захвата заготовки и приводного пневмоцилиндра

Определим необходимое усилие для удержания транспортируемой детали, счи-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

77

тая, что удержание происходит за счет сил трения [5, с.125]:

$$P=m \cdot (g+a) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (55)$$

где m – масса удерживаемой детали (заготовки) ; $m=7,6$ кг;

g – ускорение силы тяжести; $g=9,81$ м/с²;

a – ускорение центра масс при транспортировке; $a=5$ м/с²;

K_1 – коэффициент, зависящий от формы губок схвата, положения детали по отношению к губкам схвата и направления действия силы тяжести; $K_1=0,5$;

K_2 – коэффициент запаса; $K_2=1,5 \dots 2$.

Потребное усилие удержания P :

$$P=7,6 \cdot (9,81+5) \cdot 0,5 \cdot 2=113Н.$$

Соотношение между силами P_1 , P_2 и F на губках захватного устройства определяют из условия статического равновесия системы.

Из условия $\sum F=0$ в точке В имеем:

$$2F \cdot \sin \alpha - P_2 = 0, \text{ откуда} \\ F = \frac{P_2}{2 \sin \alpha}. \quad (56)$$

Из условия $\sum M=0$ относительно точки А имеем:

$$P_1 \cdot h_2 - F \cdot \cos \alpha \cdot h_1 = 0, \text{ откуда} \\ F = \frac{P_1 \cdot h_2}{h_1 \cdot \cos \alpha}. \quad (57)$$

Из конструктивных соображений принимаем $h_1=100$ мм, $h_2=120$ мм. Тогда

$$F = \frac{113 \cdot 120}{100 \cdot \cos 10^\circ} = 137,5Н.$$

$$P_2 = 2F \sin \alpha = 2 \cdot 137,5 \cdot \sin 10^\circ = 137,5Н.$$

Рассчитаем необходимый диаметр цилиндра по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4P_2}{0,75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (58)$$

где D – диаметр пневмоцилиндра, мм;

p – давление воздуха; $p=0,4$ МПа;

η – механический КПД; $\eta=0,85$;

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		78

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 137,5}{0,75 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 26,2 \text{ мм.}$$

Диаметр пневмоцилиндра принимаем из стандартного ряда: $D_{ц} = 40 \text{ мм}$.

Действительная сила удержания по формуле 58:

$$P_2 = \frac{D_{ц}^2 \cdot 0,75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}{4} = \frac{40^2 \cdot 0,75 \cdot \pi \cdot 0,4 \cdot 0,85}{4} = 320 \text{ Н} \quad (59)$$

Действительная грузоподъемность по формуле 40:

$$m = \frac{P}{(g+a) \cdot K_1 \cdot K_2} = \frac{320}{(9,81+5) \cdot 0,5 \cdot 2} = 21,6 \text{ кг.}$$

2 Определение усилий в элементах схвата и его конструктивных параметров

Усилие, действующее на шарнир А находим из суммы проекций сил на оси X и Y:

$$\Sigma F_x = F \cdot \sin \alpha - F_{Ax} = 0, \quad (60)$$

откуда $F_{Ax} = F \cdot \sin \alpha$,

$$F_{Ax} = 137,5 \cdot \sin 10^\circ = 68,8 \text{ Н.}$$

$$\Sigma F_y = F \cdot \cos \alpha + P_1 - F_{Ay} = 0, \quad (61)$$

откуда $F_{Ay} = F \cdot \cos \alpha + P_1 = P_1 \left(1 + \frac{h_2}{h_1}\right)$,

$$F_{Ay} = 137,5 \cdot \left(1 + \frac{120}{100}\right) = 302,5 \text{ Н.}$$

Суммарная нагрузка в шарнире А:

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2}; \quad (62)$$

$$F_A = \sqrt{68,8^2 + 302,5^2} = 310,2 \text{ Н.}$$

Диаметр шарниров выбираем из расчета на срез:

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_A}{\pi \cdot [\tau_{ср}]}} \quad (63)$$

где $[\tau_{ср}]$ - допустимое напряжение среза для стали 45 $[\tau_{ср}] = 120 \text{ МПа}$;

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{4 \cdot 310,2}{3,14 \cdot 120}} = 1,81 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		79

Такой размер шарниров слишком мал. Конструктивно принимаем $d_{ш}=12\text{мм}$ и $d_{ш}=16\text{мм}$.

Проверяем шарниры на смятие, принимая допускаемое напряжение на смятие для стали 45 $[\sigma_{сж}] = 80\text{МПа}$:

$$\sigma_{сж} = \frac{2 \cdot F_A}{\pi \cdot d_{ш} \cdot b}, \quad (64)$$

где $b=36\text{мм}$ – принятая ширина шарнира;

$$\sigma_{сж} = \frac{2 \cdot 310,2}{3,14 \cdot 12 \cdot 36} = 0,46\text{МПа} \ll 80\text{МПа}.$$

3 Конструкция и расчет губок схвата

Губки схвата контактируют с деталью и от их конструкции во многом зависит точность и надежность работы схвата. При конструировании следует учитывать, что на губки действуют значительные нормальные усилия и силы инерции, которые сдвигают губки со своего места. С другой стороны, губки должны обеспечить наибольшую силу трения. Что позволит уменьшить размеры элементов схвата. Поэтому в конструкции крепления губок необходимо предусмотреть их жесткую фиксацию, выполнение рабочей поверхности губок с высокой твердостью и возможностью их быстрой и легкой замены.

Размеры губок определяют исходя из расчета на контактную прочность:

$$\sigma = 0,418 \sqrt{\frac{2 \cdot P1 \cdot E_{np}}{l \cdot d}}, \quad (65)$$

где $E_{np} = \frac{2 \cdot E_{г} \cdot E_{д}}{E_{г} + E_{д}}$ – приведенный модуль упругости материала губок схвата

и материала детали; $E_{г} = 2,15 \cdot 10^5\text{МПа}$ (сталь 40Х), $E_{д} = 2,12 \cdot 10^5\text{МПа}$ (сталь 35Л);

$$E_{np} = \frac{2 \cdot 2,15 \cdot 10^5}{2,15 \cdot 10^5 + 2,12 \cdot 10^5} = 2,13 \cdot 10^5\text{МПа};$$

d – диаметр детали;

l – ширина губок схвата;

$\sigma = 650\text{МПа}$ (сталь 40Х).

Ширина губок схвата:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		80

$$l = \frac{2 \cdot 0,418^2 \cdot P1 \cdot E_{np}}{d + \sigma^2}; \quad (66)$$

$$l = \frac{2 \cdot 0,418^2 \cdot 99,2 \cdot 2,13 \cdot 10^5}{90 \cdot 650^2} = 0,2 \text{ мм.}$$

Такой размер губок конструктивно слишком мал. Принимаем $l=55$ мм.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		81

3 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3.1 Выполнить симуляцию механической обработки на станке с ЧПУ

Для визуализации выполнения механической обработки используется программа FeatureCAM

010 Операция. Токарная с ЧПУ. Контурное точение вилки наружной полуоси 5557X-2303072:

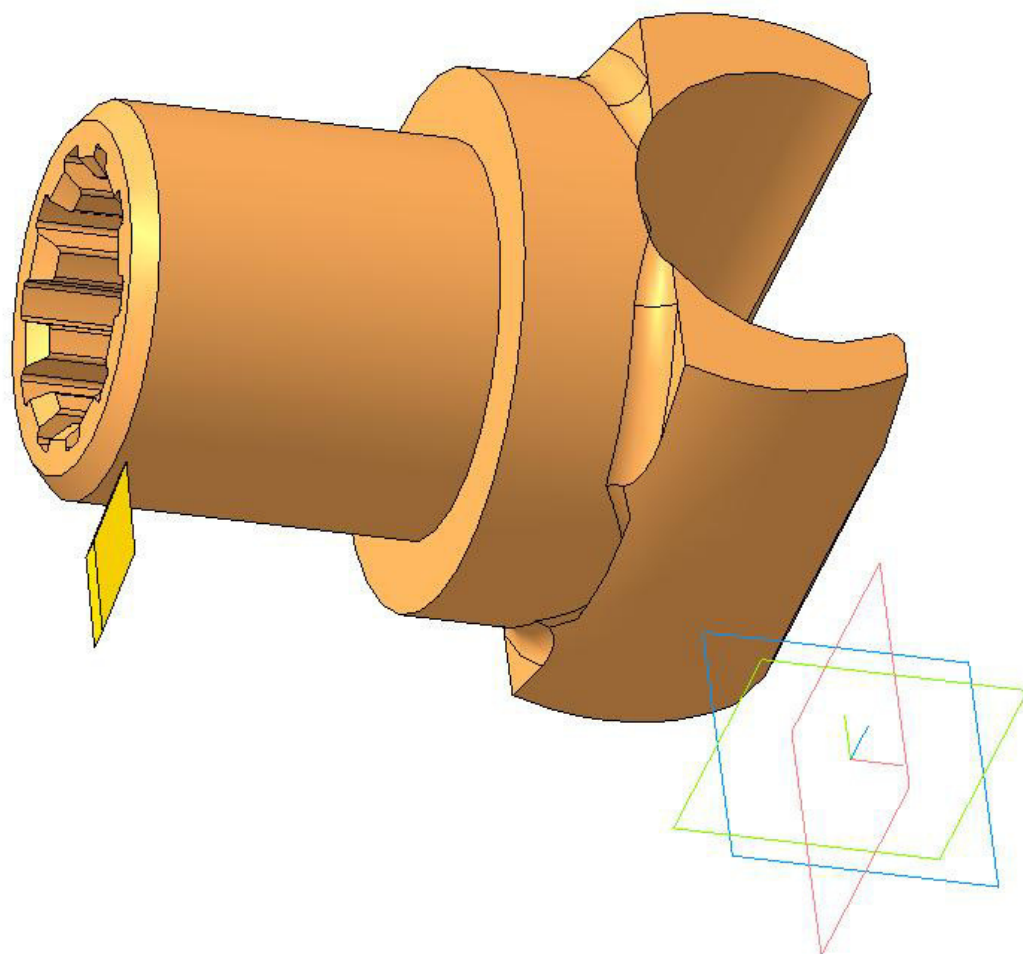


Рисунок 3.1 - 010 операция. Контурное точение

025 Операция. Комплексная с ЧПУ. Фрезерование торца вилки наружной полуоси 5557X-2303072:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

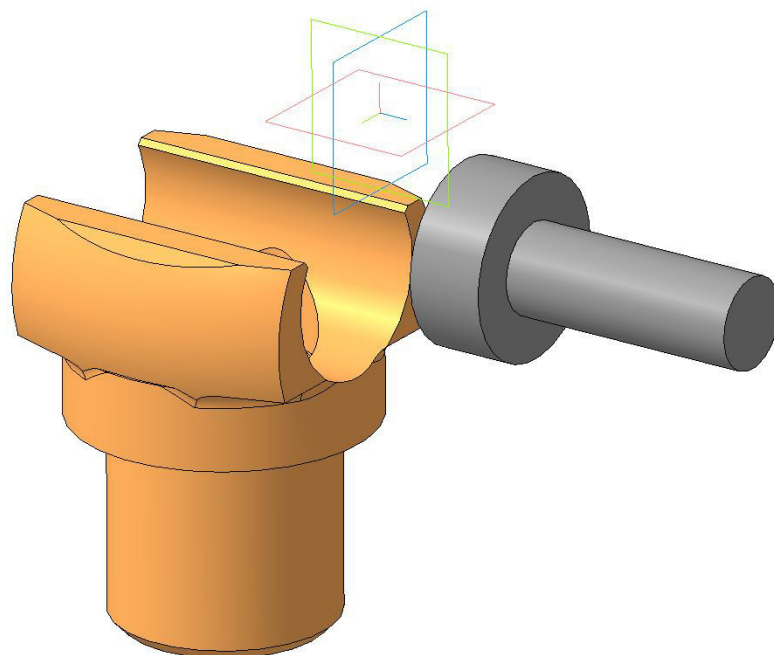


Рисунок 3.2 - 025 операция. Фрезерование торца

015 Операция. Комплексная с ЧПУ. Фрезерование другого торца вилки
 наружной полуоси 5557X-2303072

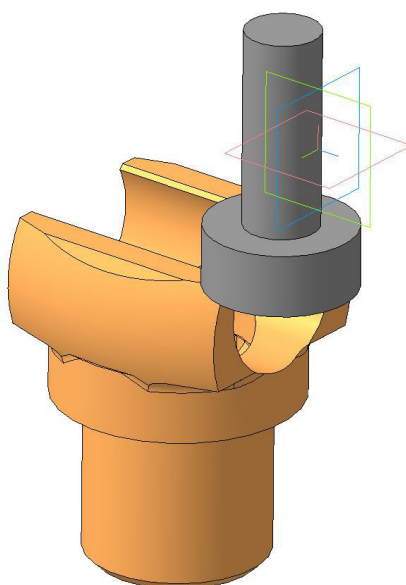


Рисунок 3.3 - 025 операция. Фрезерование торца

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		83

025 Операция. Комплексная с ЧПУ. Сверление отверстия:

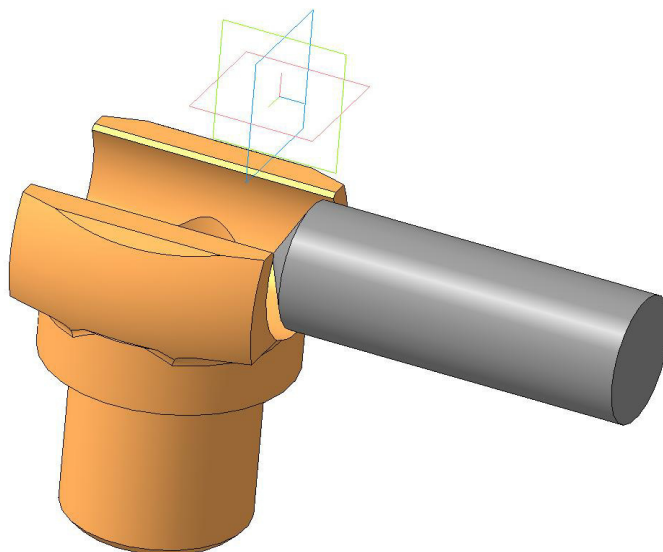


Рисунок 3.4 - 025 операция. Сверление отверстия

3.2 Построить 3D модель станочного приспособления

3D модель саночного приспособления на 020 операцию была разработана в программе Компасс-3D. Для создания сборки необходимо создать 3D модели деталей входящих в приспособления (рисунок 3.5)

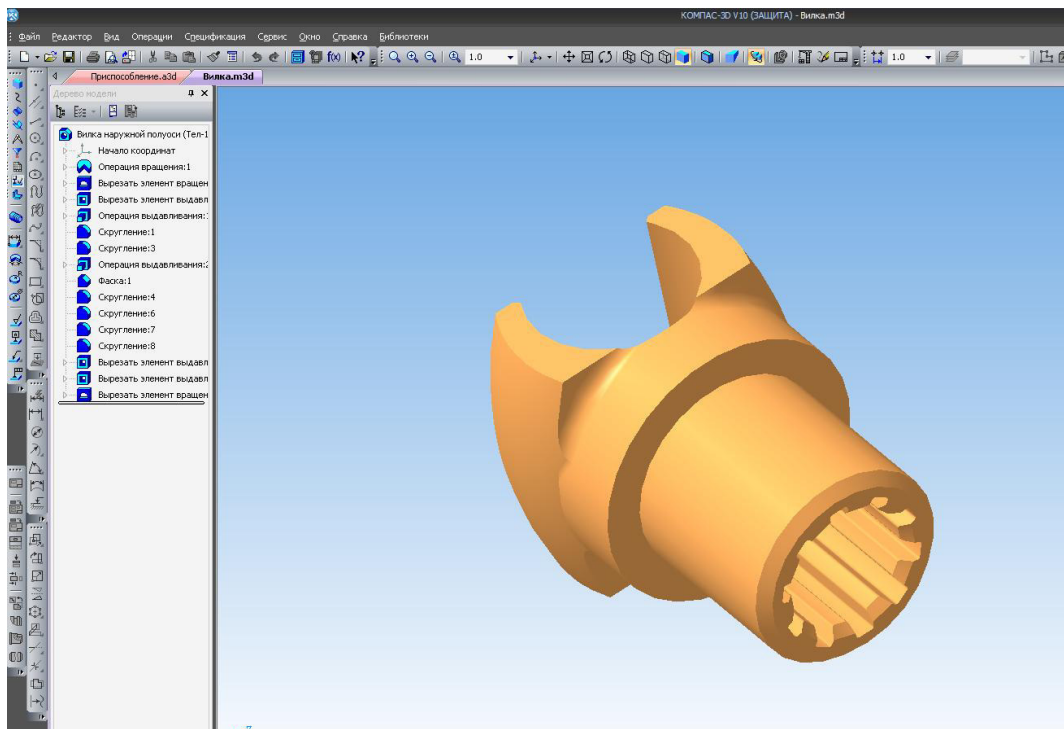


Рисунок 3.5 -3D модель вилки наружной полуоси 5557X-2303072

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ

Лист

84

После того как все модели спроектированы, создается сборка станочного приспособления для комплексной обработки (рисунок 3.6). Выполнено сечение поверхностью для визуализации детали внутри приспособления (рисунок 3.7)

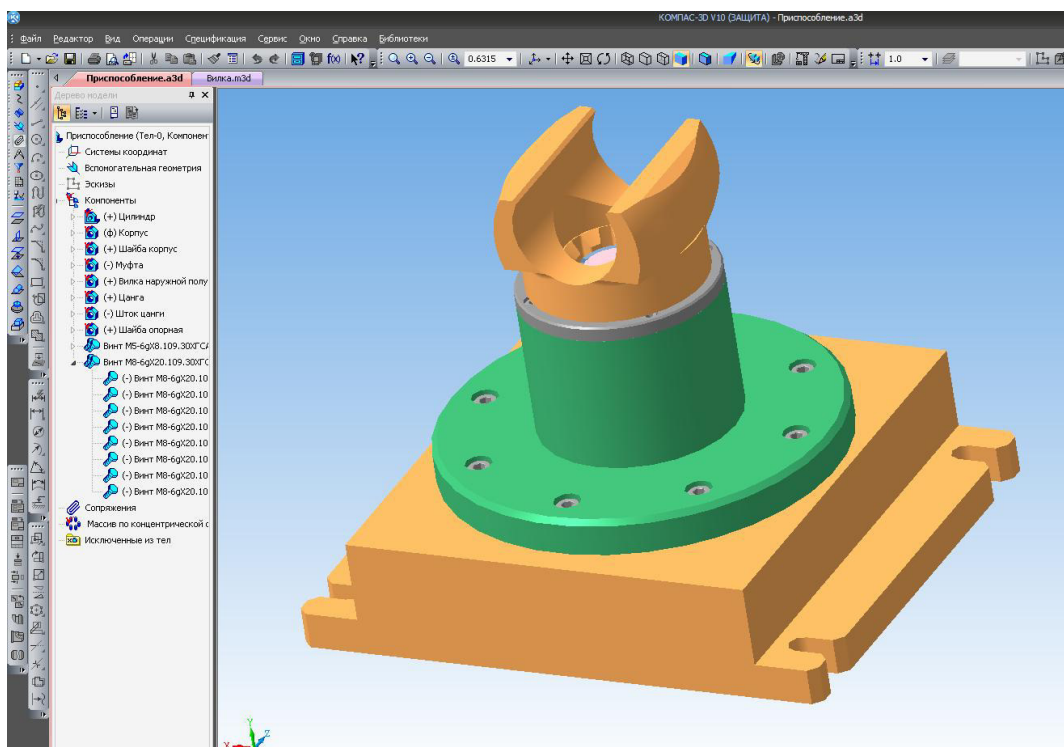


Рисунок 3.6- 3D модель станочного приспособления для комплексной обработки

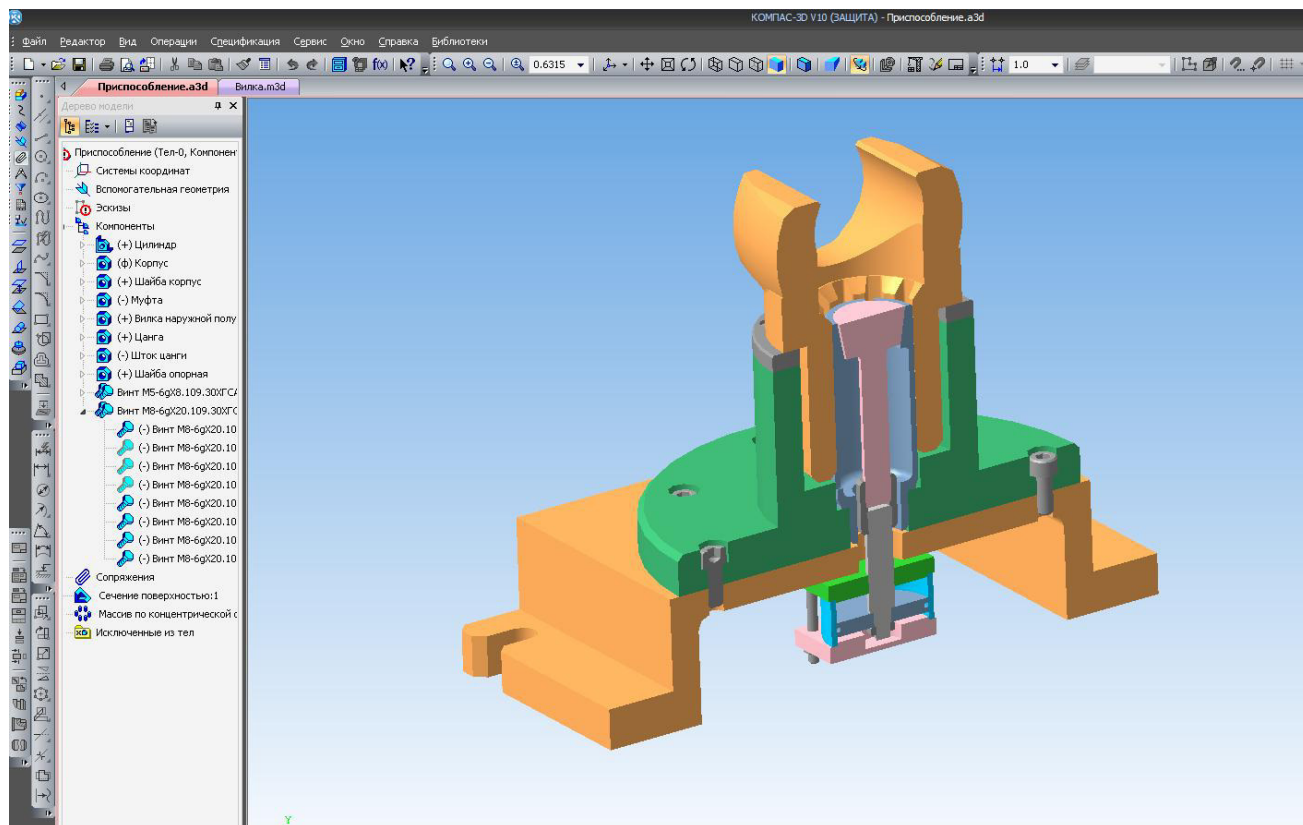


Рисунок 3.7 - 3D модель станочного приспособления в разрезе

3.3 Выполнить технологический процесс в САПР ТП

Для выполнения технологического процесса используется программа Вертикаль V13. Основным преимуществом программы вертикаль состоит в том что проектирование технологических процессов в нескольких автоматизированных режимах. Универсальный технологический справочник, входящий в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, предоставляет пользователям всю необходимую справочную информацию. Заполняется каждая операции необходимым оборудованием, режущим инструментом и эскизами (рисунок 3.8). После этого формируется комплект карт (рисунок 3.9)

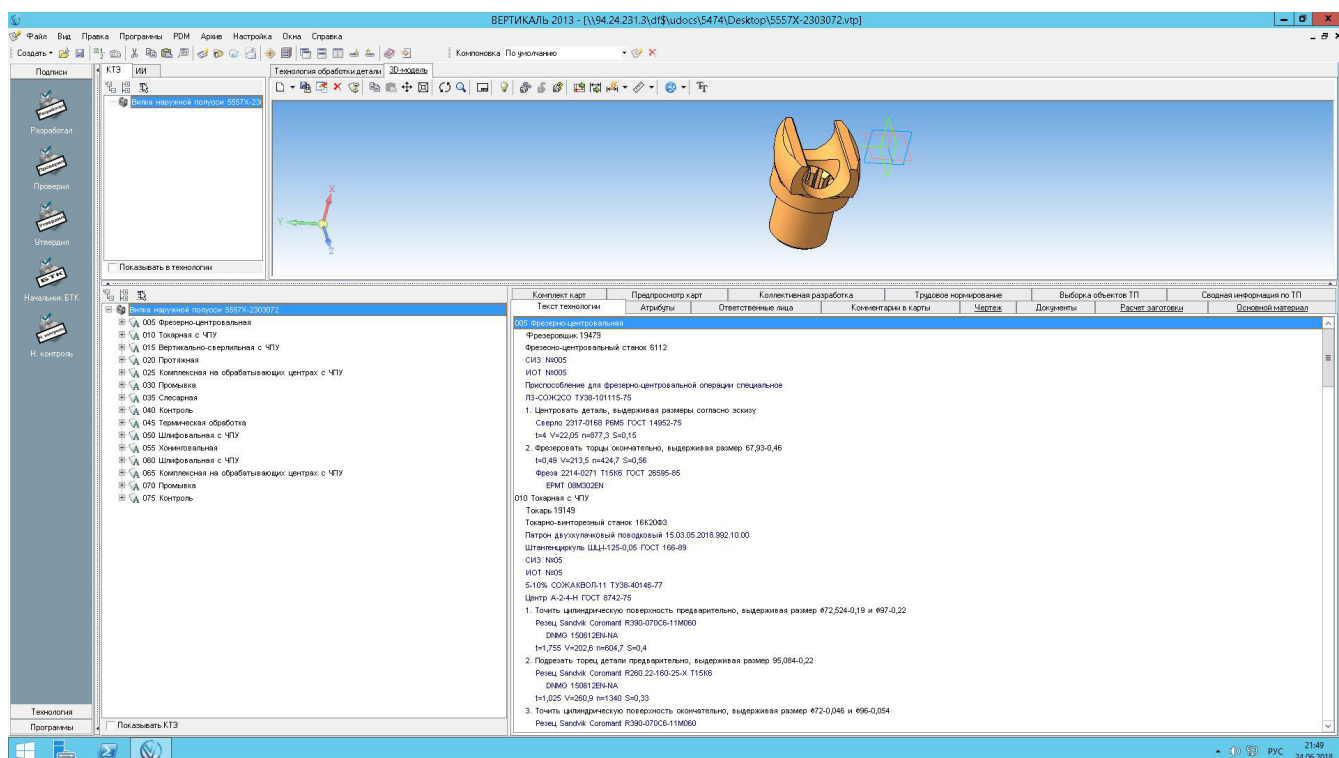


Рисунок 3.8 - Рабочее окно программы «Вертикаль»

				15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	86

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Строительный раздел выпускной квалификационной работы включает в себя выполнение планировки участка механической обработки вилки наружной полуоси 5557X-2303072.

Для цехов механической обработки количество, тип, мощность и габариты устанавливаемого основного и вспомогательного оборудования, используемых транспортных средств и средств механизации принимается в зависимости от размеров обрабатываемой детали и принятой технологии обработки. Производство является крупносерийным, масса заготовки для детали составляет 7,2кг.

При проектировании участка используется пролет с мостовым краном, одна из причин его использования в обеспечении высокой мобильности при передвижении груза по участку. В данном случае таким грузом может быть тара с деталями в случае необходимости ее перемещения по цеху или оборудованию.

Положение станков координируется относительно колонн; этим достигается возможность точного определения места каждого станка независимо от положения соседних станков. Колоннам в каждом пролете присваивается номер. Расстояния от определенной колонны в двух направлениях фиксирует месторасположение станка в цехе. При расстановки станков приняты нормативные размеры промежутков между станками в продольном и поперечном направлениях. Эти размеры гарантируют удобство выполнения работ на станках, достаточную свободу движения людей и межоперационного транспорта.

Расчетный такт выпуска [15]:

$$\tau_p = \frac{F_0 \cdot 60}{N} \text{, мин,} \quad (65)$$

где F_0 – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

N – годовая программа выпуска, шт.

$$\tau_p = \frac{3810 \cdot 60}{50000} = 4,6$$

Действительный такт выпуска:

$$\tau = \tau_p \left(1 - \frac{\beta}{100}\right) \quad (66)$$

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		88

где β - потери времени, $\beta = 6 \dots 8\%$;

$$\tau = 4,6(1 - \frac{6}{100}) = 4,4$$

Расчетное число станков:

$$C_{расч} = \frac{t_{шт}}{\tau}, \quad (67)$$

где $t_{шт}$ - штучное время выполнения операции;

τ - такт выпуска деталей с линии, мин.

Вычисленные значения $C_{расч}$ округляем до ближайшего большего целого числа, получая при этом количество технологического оборудования $C_{пр}$, принятое для выполнения данной операции.

Коэффициент загрузки технологического оборудования:

$$k_z = \frac{C_{расч}}{C_{пр}}; \quad (68)$$

Результаты расчета потребности в оборудовании и его загрузка представлены в таблице 4.1:

№	Операция	$t_{шт}$, мин	Кол-во стан- ков расч. $C_{рi}$	Кол-во станков прин. $C_{прi}$	Коэф. загр-ки γ , %
005	фрезерно-центровальная	2,21	0.50	1	50
010	токарная с ЧПУ	3,01	0.68	1	68
015	вертикально-сверлильная	4,37	0.99	1	99
020	протяжная	0,97	0.22	1	22
025	комплексная с ЧПУ	3,8	0.86	1	86
050	шлифовальная	1,28	0.29	1	29
055	хонинговальная	1,51	0.34	1	34
060	шлифовальная	3,01	0.68	1	68
065	комплексная с ЧПУ	0,44	0.10	1	10
	Итого:	25,6		9	52

4.1 Выбор здания

Участок механической обработки вилки наружной полуоси 5557X-2303072 предлагается разместить в одноэтажном здании, так как в этом случае облегчается установка тяжелого оборудования, и упрощаются транспортные связи.

Для данного здания выбирается сетка колонн 18×12м, где 18м – ширина пролета, 12м – шаг колонн. Длина и ширина пролета выбрана так, чтобы можно было рационально разместить оборудование на участке. При такой укрупненной сетке удобнее размещать оборудование ввиду незначительного числа колонн, вокруг которых образуется «мертвая зона». Длина пролета выбирается, исходя из количества оборудования и его рациональной планировки.

Сечение колонн выбирается в зависимости от ширины пролета и грузоподъемности крана. При ширине пролета 18 м и грузоподъемности крана 5 т размеры колонн 5КК96 400×600 по ГОСТ 25628-90.

Высота пролета рассчитывается с учетом размеров выбранного крана, максимальной высоты станка и размеров перемещаемого груза.

Для определения высоты пролета рассчитывается высота рельсового пути, которая в дальнейшем приводится к унифицированному значению (рисунок 4.1).

Для перемещения грузов по участку предусмотрен опорный мостовой кран модели 1-А-5-16,5-12-380 ГОСТ 22045-89.

Под высотой пролета H понимается расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия здания.

Высота пролета H определяется по схеме, приведенной на рисунке 4.1 с учетом перемещения груза над оборудованием на безопасном расстоянии. Вначале определяется расчетная величина, потом она приводится к значению из нормализованного ряда. Для мостового опорного крана вначале определяется величина H_1 – высота расположения рельса кранового пути:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (81)$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, определяемая с учетом крайних положений подвижных частей станка, но не менее 2,3 м; $h_1 = 3,170$ м (обрабатывающий центр с ЧПУ DEG RMV-300RT);

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, м; $h_2 = 0,4$ м;

h_3 – высота транспортируемых грузов со стропами, м; $h_3 = 2,2$ м;

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		90

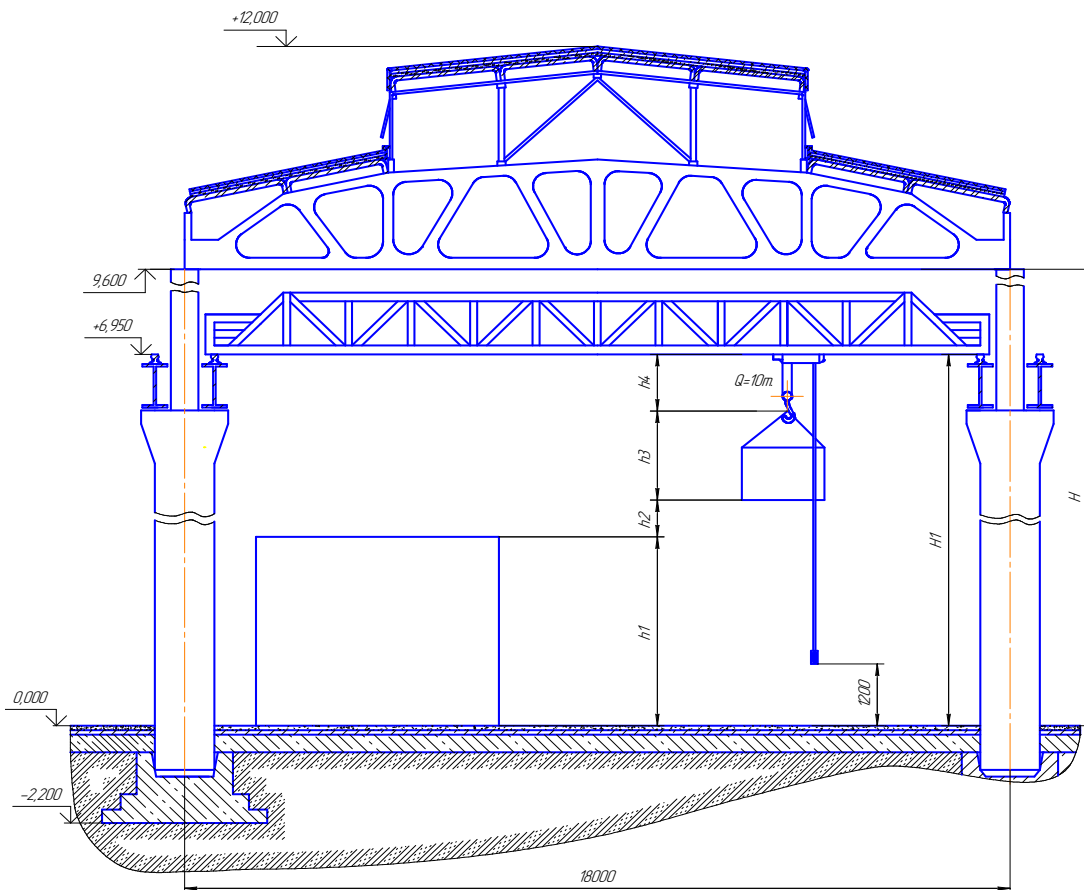


Рисунок 4.1- Разрез здания

h_4 — размер крана по паспорту (от точки самого верхнего положения крюка до рельсового пути), м; $h_4 = 1,1$ м;

$$H_1 = 3,17 + 0,4 + 2,2 + 1,1 = 6,87 \text{ м.}$$

H_1 принимаем равной 6,95 м согласно унифицированному ряду.

Учитывая габаритный размер крана (1,1 м), принимаем стандартную высоту пролета $H = 9,6$ м.

Пол участка состоит из следующих строительных слоев:

- 1) покрытие из цементного раствора с мраморной крошкой (20 мм);
- 2) бетонный слой М300 (20 мм);
- 3) бетонный слой М100 (150 мм);
- 4) уплотнительный слой.

Кровля крыши выполняется из следующих слоев:

- 1) водоизоляционный ковер (рубероид 3 слоя);
- 2) выравнивающий слой (цементная стяжка 15 мм);
- 3) уплотнитель (пенобетон 140 мм);

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		91

4) пароизоляция (горячий битум 1-2 слоя);

5) Крупнопанельные плиты ПНС-22.

Для устройства верхнего естественного освещения и вентиляции помещения, применяются прямоугольные одноярусные светоаэрационные фонари. Они располагаются по оси пролетов здания. Длина фонарей не должна превышать 120м. Расстояние между торцами фонарей, а также от торца фонаря до наружной стены должно быть не менее 6 м. Открывание створок фонарей механизировано (с включением механизмов открывания из помещений) и дублировано ручным управлением.

4.2 Выбор варианта расположения оборудования на участке механической обработки

Расположение станков на участке механической обработки определяется организационной формой производственного процесса, длиной станочных участков, числом станков, видом межоперационного транспорта, способом удаления стружки и другими факторами.

Металлорежущие станки располагаются последовательно в соответствии с технологическим процессом обработки детали. При расположении станков предусматриваются кратчайшие пути движения детали в процессе обработки, и не допускаются обратные, кольцевые и петлеобразные движения, создающие встречные потоки и затрудняющие транспортирование обрабатываемой детали.

На рабочих местах предусмотрены площадки, на которых располагают тумбочки для размещения оснастки, материалов, заготовок и готовых деталей.

У каждого станка на полу располагаются деревянные трапы на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от наиболее выступающих частей станка.

На одной из колонн располагается пожарный щит, а также электрический щиток. Также на участке имеются кран подачи сжатого воздуха и предусмотрена аптечка.

На участке спроектирована приточно-вытяжная вентиляция. Приточные системы служат для подачи в вентилируемые помещения чистого воздуха взамен удаленного. Приточный воздух в необходимых случаях подвергается специальной обработке (очистке, нагреванию, увлажнению и т. д.). Вытяжная вентиляция удаляет из

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

цеха, загрязненный или нагретый отработанный воздух.

4.3 Проектирование подсистемы удаления стружки

В процессе обработки детали образуются в основном два вида стружки, элементная и сливная. Выбор способа удаления стружки произведем по рекомендациям источника [11]:

Выход стружки в год составляет:

$$m_{стр} = (m_{заг} - m_{дет}) \times Q, \quad (82)$$

где $m_{заг}$ - масса заготовки, $m_{заг} = 7,2$ кг;

$m_{дет}$ - масса детали, $m_{дет} = 3,26$ кг;

Q - годовой объем выпуска деталей, $Q = 2000$ шт.

$$m_{год} = (7,2 - 3,26) \cdot 2000 = 7,9 \text{ т}$$

Площадь участка по планировке составляет 315 м^2 .

$$m_{стр} / S_{пл} = 0,025 \text{ т/м}^2.$$

При количестве стружке до $0,3$ т в год, приходящейся на 1 м^2 площади цеха, целесообразно собирать стружку в специальные емкости, установленные с тыльной стороны станков, и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом на накопительную площадку и участок переработки.

4.4 Проектирование подсистемы раздачи СОЖ

На проектируемом участке применяется централизованно-групповой способ снабжения станков СОЖ. СОЖ подают по трубопроводам из центральной установки к разборным кранам, установленным на участке. Система охлаждения станка ежедневно пополняется для восполнения потерь СОЖ вследствие ее разбрызгивания, уноса со стружкой.

Для очистки заготовок и деталей на участке предусмотрен подвод сжатого воздуха с давлением 6 атм.

4.5 Выбор подъемно-транспортных устройств

В качестве подъемно-транспортного устройства выбираем мостовой опорный

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		93

кран грузоподъемностью 5т. Марки 1–А–5–16,5–12–380 ГОСТ 22045–89, который представляет собой мост, перемещающийся по крановым путям на ходовых рельсах, которые установлены на концевых балках. Пути укладывают на подкрановые балки, опирающиеся на выступы верхней части колонн цеха.

По верхнему поясу балок моста в поперечном направлении относительно пролета цеха передвигается крановая тележка, снабженная механизмом подъема груза. Механизм передвижения крана установлен на мосту крана, механизм передвижения тележки – непосредственно на тележке.

Межоперационное перемещение деталей на первых двух операциях осуществляется при помощи промышленного робота FANUC M-16iB/20, а также при помощи рольгангов, установленных на участке.

Таблица 4.2 - Основные технические характеристики промышленного робота FANUC M-16iB/20

Угол поворота		±180°
Грузоподъемность		15 кг
Максимальная скорость		15м/мин
Повторяемость		±0,03мм
Масса		300кг
Габариты (Д x Ш x В)		800x1000x3150 мм

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Общие вопросы охраны труда

Охрана труда – это 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.

Условия труда - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

Безопасные условия труда – условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Рабочее место – место, где работник должен находиться в связи с его работой и которое должно находиться под контролем его работодателя.

Задачи охраны труда:

- обеспечение сохранения жизни и здоровья работников;
- аттестация рабочих мест по условиям охраны труда;
- защита законных интересов работников;
- компенсация за работу в тяжелых и вредных условиях труда;
- надзор и контроль над соблюдением нормативных требований охраны труда.

Охрана труда включает в себя:

- требования к технологическому оборудованию;
- требования к технологическому процессу;
- требования к исходным материалам и заготовкам;
- требования к размещению производственного оборудования и организации рабочих мест;

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		95

- требования к производственным помещениям;
- требования к применению средств индивидуальной защиты;
- режимы труда и отдыха работающих;
- санитарно–бытовое обслуживание;
- пожарную безопасность.

Технология изготовления изделий высокой точности представляет собой обработку заготовок на металлорежущих станках. Процесс обработки на металлорежущем оборудовании непрерывно развивается. Внедряются новые станки и материалы, разрабатываются новые виды режущего инструмента, увеличиваются скорости резания станков и обрабатываемых центров.

При механической обработке вилки наружной полуоси 5557X-2303072 опасными и вредными производственными факторами могут быть:

- движущиеся части машин и механизмов;
- движущиеся обрабатываемые изделия;
- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- острые кромки и заусенцы заготовок и деталей;
- отлетающие частицы металлической стружки;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- физические перегрузки, монотонность труда;
- шум.

Обеспечение безопасных условий труда на участке механической обработки вилки наружной полуоси достигается решением комплексных задач:

- повышением безопасности самих станков и вспомогательного оборудования;
- применением эффективных оградительных устройств;
- применением индивидуальных и коллективных средств защиты работающих;
- обеспечения охраны труда, направленной на предупреждение аварийных

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		96

ситуаций и травм.

В систему обеспечения охраны труда входит - оснащение более совершенными средствами безопасности в процессе обработки, модернизация оборудования, внедрение станочных приспособлений, улучшение организации рабочего места станочника, механизация вспомогательных операций, повышение квалификации рабочих, ежегодное обучение безопасным приемам и методам работы, один раз в квартал - изучение инструкций по охране труда, соблюдение требований правил по охране труда, применение индивидуальных средств защиты, проведение совещаний по охране труда по результатам проверки.

Порядок обучения по охране труда.

Каждый работник, вновь принимаемый на работу, или переведенный из другого подразделения, должен пройти на рабочем месте обучение по охране труда.

Обучение начинается с проведения инструктажей: вводного, первичного, повторного внепланового и целевого.

Вводный инструктаж по охране труда проводит специалист по охране труда, по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, утвержденной директором предприятия.

Первичный, внеплановый и целевой инструктажи проводит мастер на рабочем месте.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала самостоятельной работы с целью ознакомления с локальными нормативными актами организации, производственными инструкциями, технической и эксплуатационной документацией, изучением безопасных приемов работы. Инструктаж заканчивается устной проверкой приобретенных работником знаний по безопасным приемам работы.

Повторный инструктаж проходят все работники, не реже одного раза в 3 месяца по программам первичного инструктажа.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		97

Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей с указанием подписи инструктируемого и инструктирующего и даты проведения инструктажа.

Внеплановый инструктаж проводится:

- при введении в действие новых правил или изменении законодательных актов;
- при нарушении работниками требований охраны труда, повлекших за собой несчастный случай на производстве;
- по требованию лиц государственного надзора и контроля;
- при перерыве в работе более 2-х месяцев;
- по решению руководителя.

Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварии и работ, на которые оформляется наряд-допуск.

Работодатель обязан организовать в течение месяца после приема на работу обучение по безопасным приемам и методам работы с проверкой знаний работника.

Последующее обучение проводится не реже одного раза в год.

Безопасность при производстве работ обеспечивается:

- выбором технологических процессов;
- выбором режимов резания;
- выбором заготовок;
- выбором производственного оборудования и организацией рабочих мест;
- организацией труда, профессиональным отбором и обучением работающих, применением защитных средств работающих от опасных и вредных производственных факторов.
- включением требований безопасности в нормативную документацию.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		98

В технологической документации на производство работ указаны:

- основные и вспомогательные приспособления и инструменты;
- применение защитных средств;
- способы безопасного ведения работ;
- применение средств контроля;
- система оповещения о пожаре;
- устройство защитного отключения производственного оборудования;
- заградительные экраны;
- своевременное удаление отходов производства;
- применение рационального режима труда и отдыха с целью предупреждения эмоциональных и физических нагрузок;
- санитарные требования, предъявляемые к работающим.

Согласно расчету технологической цепочки на участке работают 3 станочника, слесарь, мойщик и контролер.

Размещение основного и вспомогательного оборудования выполнено согласно утвержденной планировке, расстояния между оборудованием и стенами здания соответствуют нормам и составляют не менее 0,6 м.

Все рабочие места организованы с учетом требований правил техники безопасности и эргономики.

На территории участка все проходы и проезды содержатся свободными.

Загромождение участка, проходов, рабочих мест готовой продукцией, заготовками, тарой и отходами запрещается.

Станки установлены на прочные бетонные основания и надежно закреплены.

Движущиеся части станков закрыты защитными ограждениями, которые имеют устройства для удержания их при съеме и установке.

Рабочий инструмент на станке закрепляется автоматически.

Для защиты работника и людей, находящихся вблизи станка, от отлетающей стружки и брызг смазывающе-охлаждающей жидкости, на станке установлены защитные устройства – экраны, ограждающие зону обработки, где

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		99

происходит процесс резания. Экраны изготовлены из специального стекла и не теряют прозрачности от воздействия температуры и прочих воздействий стружки и СОЖ.

Органы управления станков имеют четкие надписи, поясняющие их назначение.

На каждом рабочем месте около станка на полу на всю длину рабочего места лежит деревянная решетка, состоящая из реек, с расстоянием между собой не более 60 мм, ширина решетки не менее 600 мм от выступающей части станка.

Слесарный верстак имеет жесткую и прочную конструкцию, с ограждающим щитом высотой 1метр.

На каждом рабочем месте имеются тумбочки для складирования заготовок, оснастки и деталей, которые укладываются в специальную тару.

Электрическая аппаратура и токоведущие части надежно изолированы и укрыты в корпусе станка или в электрошкафу и защищены от случайного прикосновения к ним обслуживающего персонала. Для отключения оборудования от сети установлен вводной выключатель, расположенный в удобном месте - проход между шкафом и стеной не менее 600 мм. На всех дверцах шкафов нанесены предупреждающие знаки «Высокое напряжение».

Электрооборудование защищено от воздействия масел, СОЖ, стружки, пыли и механических воздействий.

Электрические провода уложены в трубы и короба, предохраняющие от механических воздействий. Все металлические части оборудования (станины, корпуса электродвигателей, каркасы шкафов, пульты управления) которые могут оказаться под напряжением, заземлены устройствами защитного заземления. На станках имеются светильники местного освещения с напряжением 36 В с индивидуальным выключателем.

5.2 Освещение и шум

Освещение является основной составляющей успешной и эффективной работы производственного участка механической обработки вилки наружной

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		100

полуоси, так как при изготовлении деталей требующих определенной точности размеров освещенность напрямую влияет на качество изготавливаемой продукции и на без аварийные условия труда работников участка.

При недостаточной освещенности состояние зрительной функции человека находится на низком уровне, возникает утомление зрительного нерва и возрастает риск производственного травматизма.

Освещение может быть естественным, т.е. создаваемым светом неба и искусственным – с помощью электрических ламп, а также комбинированным.

Естественное освещение имеет положительные и отрицательные стороны.

Положительным является то, что наличие ультрафиолетовых лучей создают более благоприятный спектр освещенности, а высокая рассеянность света способствует улучшению зрительных условий работы. В то же время при естественном освещении освещенность во времени и пространстве непостоянна, она зависит от погодных условий, тенеобразования, ослепления от яркости солнца и прочих явлений природы.

Искусственное освещение применяется для компенсации недостаточности естественного освещения и обеспечивает оптимальный световой режим. Однако оно менее благоприятно с физиологической точки зрения и поэтому условия гигиены труда требуют максимального использования естественного освещения, так как солнечный свет оказывает положительное действие на организм человека.

В дневное время суток на участке используется комбинированное освещение - сочетание бокового, когда свет проникает через оконные проемы и местное освещение непосредственно рабочих мест.

Территория участка механической обработки вилки наружной полуоси, а также проходы, вспомогательные помещения, маршруты движения людей, а также его рабочие места с наступлением темноты или плохой видимости обеспечены искусственным освещением согласно нормам и составляют 250лк.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		101

Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать СНиП 23-05 « Естественное и искусственное освещение».

На участке механической обработки вилки наружной полуоси применяется система комбинированного освещения (общее и местное), в котором общее освещение составляет 497 лк, а в рабочей зоне обрабатывающих центров освещенность составляет 1087 лк.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) равен 0,8. Для поддержания нормального уровня естественного освещения запрещается загромождать световые проемы технологическим оборудованием, материалами, тарой и прочими предметами.

Освещенность рабочего места станочника составляет 1087 лк, на шкалах измерительных приборов освещенность составляет 400 лк, а рабочее место контролера освещается в 2000лк.

Гигиенические требования к производственному освещению, основанные на психофизических особенностях восприятия света и его влияния на организм человека, сведены к следующему:

- должна быть обеспечена равномерность и устойчивость уровня освещенности в помещении;
- осветительная установка должна быть безопасной и безвредной в процессе эксплуатации;
- величина освещенности должна быть постоянной во времени;
- направленность светового потока на рабочую поверхность должна быть оптимальной.

Шум – беспорядочное сочетание нежелательных для человека звуков, мешающих трудовой деятельности и отдыху.

Шумовое воздействие вызывает значительные физиологические и психические изменения в организме, к которым относятся:

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		102

- снижение слуховой чувствительности (ухудшение восприятия звуков, речевых сообщений);
- отрицательное влияние на центральную нервную систему (ухудшение памяти, снижение концентрации внимания);
- нарушение функции нервно-мышечного аппарата (замедление двигательной реакции, понижение мышечной работоспособности, выносливости, повышение утомляемости);
- снижение световой чувствительности;
- раздражающее действие шума (нарушение сна, головные боли, эмоциональная неустойчивость);
- нарушение вестибулярного аппарата (головокружение, тошнота);
- сердечнососудистые изменения (повышение давления, гипертоническая болезнь);
- снижение умственной работоспособности.

Таким образом шум может стать причиной ряда заболеваний человека и, в первую очередь шумовой болезни.

Методы и средства борьбы с шумом принято разделять на:

- 1 Методы снижения шума в источнике его образования (путем конструктивного изменения источника);
- 2 Методы снижения шума на пути его распространения – применение глушителей;
- 3 Средства индивидуальной защиты (вкладыши, наушники, шлемы);

На участке механической обработки вилки наружной полуоси шум составляет 78 дБА.

5.3 Микроклимат

Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны включают в себя следующие параметры:

- температура
- влажность

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		103

- скорость движения воздуха
- содержание вредных веществ

Согласно ГОСТ 12.1.005 эти величины бывают оптимальные и допустимые. Они устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

Категории тяжести работ подразделяются:

- категория Ia, Ib- легкая;
- категория IIa, IIб – средняя;
- категория IIIa, IIIб – тяжелая.

Сезоны года:

- теплый – среднесуточная температура наружного воздуха – 10°C и выше;
- холодный – среднесуточная температура наружного воздуха – ниже 10°C.

Учитывая, что трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях, на рабочем месте необходимо создать определенный микроклимат, который при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции, обеспечивает ощущение теплового комфорта и работоспособность. Длительное воздействие на человека неблагоприятных условий резко ухудшает его самочувствие, снижает работоспособность и приводит к заболеванию.

Высокая температура воздуха рабочей зоны способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организму, тепловому удару и профессиональному заболеванию. Низкая температура может вызвать переохлаждение организма и стать причиной простудных заболеваний.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на терморегуляцию организма человека. Повышенная влажность затрудняет терморегуляцию из-за снижения испарения пота, а слишком низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей работающего.

Движение воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах, но отрица

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		104

тельно при низких.

Таблица 5 - Оптимальные параметры микроклимата на участке механической обработки вилки наружной полуоси

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный - среднесуточная температура воздуха ниже +10 ⁰ С	Средней тяжести – Па	19...21	60...40	0,2
Теплый - среднесуточная температура воздуха +10 ⁰ С и выше	Средней Тяжести – П а	20...22	60...40	0,2

5.4 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность - это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Противопожарный режим, введенный на предприятии, представляет собой комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации объекта, направленных на обеспечение его пожарной безопасности.

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, приводящее к уничтожению материальных ценностей и гибели людей.

Статистика показывает, что 90% всех пожаров происходят из-за человеческого фактора, и лишь 10% пожаров – это стихия.

Возгорание – возникновение горения под действием источника воспламенения.

Горючесть – способность веществ и материалов к развитию горения.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		105

Огнестойкость – способность строительных конструкций зданий сооружений сохранять прочность во время пожара.

Опасные факторы пожара:

- открытый огонь и искры;
- токсичность продуктов горения;
- температура пламени и дыма;
- снижение концентрации кислорода;
- ухудшение видимости из-за дыма;
- обрушение конструкций зданий сооружений.

Задачи противопожарной службы:

- 1 Осуществление контроля за соблюдением противопожарных норм;
- 2 Предупреждение пожаров.

Противопожарные мероприятия:

- 1 При проектировании зданий учитывается рельеф местности и роза ветров.
- 2 Во всех зданиях предусматриваются эвакуационные выходы.
- 3 В каждом здании предусматривается план эвакуации.
- 4 В каждом подразделении есть ответственный за пожарную безопасность.

Согласно требований Правил Пожарной безопасности в Российской Федерации противопожарный режим в цехе механической обработки деталей, в который входит участок механической обработки вилки наружной полуоси, организован распорядительным документом, в котором установлен порядок соблюдения противопожарных мер и назначены ответственные лица за их исполнение.

Мероприятия противопожарного режима:

- определены и оборудованы места для курения;
- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях заготовок и готовой продукции;

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		106

- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранение спецодежды и ветоши;
- 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 работника при обнаружении пожара;
 - определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа;
 - определена категория помещений по взрывопожарной и пожарной опасности;
 - противопожарные системы водоснабжения, противопожарные двери и другие устройства содержатся в исправном состоянии;
 - Разработаны планы эвакуации и ознакомлены с работниками.

Требования к эвакуационным выходам:

- Ширина проходов эвакуационных выходов должна быть не менее 1,5 м;
- Отделка стен, потолков эвакуационных выходов должна быть выполнена из негорючих материалов;
- Двери эвакуационных выходов должны открываться наружу;
- К зданиям должны быть проложены подъездные пути с шириной проезда – 2 м;
- Подъездные пути к зданию должны быть свободными.

Причинами возникновения пожара на участке механической обработки вилки наружной полуоси могут быть:

- неправильное устройство, неисправность или нарушение режима работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		107

- неправильное устройство, неисправность или перегрузка электрических установок и сетей (неправильный выбор сечений проводов, или подбор электрооборудования, неисправность средств защиты сетей от перегрузок и др.);
- неисправность технологического оборудования и нарушение технологических процессов;
- самовоспламенение и самовозгорание веществ и материалов при неправильном их хранении или применении);
- отсутствие или неисправность молниеотводов на зданиях;
- неосторожное обращение с огнем (курение в неустановленных местах, небрежное проведение огневых работ, оставление без присмотра электронагревательных приборов);
- несвоевременная уборка скопившихся горючих материалов.

Проектируемый участок механической обработки вилки наружной полуоси, находится в цехе механической обработки. По нормам технологического проектирования категория пожароопасности данного цеха – Д (цех использует в технологическом процессе негорючие вещества и материалы в холодном состоянии). В оценке состояния здания по противопожарным характеристикам большое значение имеет их огнестойкость.

Выбранное здание по группе возгораемости относится к несгораемым, т.е. под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняется и не обугливается.

На участке механической обработки вилки наружной полуоси имеется план эвакуации людей на случай пожара, в котором указаны кратчайшие пути эвакуации, которые обеспечивают безопасный выход людей наружу за минимальное время.

Эвакуационные выходы из помещения участка ничем не загромождены и не заставлены. Двери эвакуационных выходов открываются в сторону выхода из здания.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		108

Одним из условий борьбы с возникающими пожарами является немедленное уведомление пожарной охраны. Для быстрого обнаружения очага возгорания применяются дымовые датчики и световые извещатели. Участок механической обработки оборудован специальной пожарной сигнализацией, датчики которой находятся во всех вспомогательных помещениях.

Ответственность за пожарную безопасность возлагается на начальника участка и начальника цеха. Руководители обязаны обеспечить выполнение требований правил пожарной безопасности и противопожарных мероприятий.

На территории проектируемого участка расположен пожарный щит, включающий в себя ведро под конус, лопату, топор, ящик с песком и два огнетушителя ОП – 4 (по ГОСТ 1057-2001).

5.5 Вентиляция и отопление

Вентиляция – это организованный воздухообмен, заключающийся в удалении из рабочего помещения загрязненного воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются необходимые благоприятные условия воздушной среды. Вытяжная вентиляция служит для удаления из помещения загрязненного воздуха и выброса его за пределы корпуса, приточная – для подачи в помещение чистого воздуха взамен удаленного, а приточно-вытяжная – для того и другого одновременно.

По месту действия вентиляция бывает общеобменной и местной.

В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция может быть естественной (аэрация), механической и комбинированной.

Естественная вентиляция экономична, проста в эксплуатации, но имеется ряд недостатков:

- применение возможно при условии, что нет выделений вредных веществ;
- приточный воздух поступает в помещение необработанным (без подогрева, не очищенный и не увлажненный).

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		109

Производственные и вспомогательные помещения участка механической обработки вилки наружной полуоси оборудованы системой приточно-вытяжной вентиляции.

Для локализации и ликвидации вредных веществ (аэрозолей смазочно-охлаждающей жидкости), станки оборудованы воздуховодами непосредственно из рабочей зоны станка. Для защиты от статического электричества воздуховоды соединены с заземляющим устройством.

Очистка вентиляционных установок и воздуховодов от осевшей пыли и грязи выполняется не реже двух раз в год во внерабочее время.

Для эффективной работы вентиляции на участке выполняются следующие технические и санитарно-гигиенические требования:

- приточные и вытяжные системы в помещении размещены с учетом того, что свежий воздух подается в те части, где количество вредных выделений минимально, а удаляется, где максимальны;

- система вентиляции создает шум на рабочих местах, не превышающий предельно допустимый уровень;

- система вентиляции электро-, пожаро-, взрывобезопасна, а также проста по устройству.

Для поддержания в производственных помещениях в холодное время года оптимальной температуры воздуха применяется отопление.

Для этой цели используется система водяного отопления, нагревательные приборы с гладкой поверхностью, легко очищаемой от пыли, применение бытовых и самодельных электронагревательных приборов запрещается. Дополнительное отопление помещений производится за счет центрального воздушного отопления, когда нагретый воздух подается по системе воздуховодов от калорифера.

5.6 Электробезопасность

Электробезопасность - это система организационно-технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту работников предприятия от вред-

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		110

ного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля, статического электричества.

Электротравма – это повреждение организма человека, вызванное воздействием электрического тока. Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма человека в виде судорожного сокращения мышц. Различают механическое, химическое, биологическое и комбинированное воздействие электрического тока на организм человека.

Опасность воздействия электрического тока на человека зависит от сопротивления тела человека и величины приложенного к нему напряжения, силы тока и факторов окружающей среды.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся:

- ограждения и оболочки кабелей;
- изоляция токоведущих частей;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверх низкого (малого) напряжения;
- защитные отключения.

Для обеспечения недоступности токоведущих частей оборудования применяются кожухи, крышки, шкафы.

Заземление.

Корпус электродвигателя или труба, в которой уложен электрокабель в нормальных условиях не могут находиться под напряжением, однако при повреждении изоляции любая из этих частей может оказаться под напряжением, нередко равному 220В.

Чтобы уменьшить опасность поражения при повреждении изоляции токоведущих частей, применяют защитное заземление. Защитное заземление – это преднамеренное соединение заземляющего устройства и нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		111

При обслуживании и ремонте электроустановок и электросетей используются защитные средства: изолирующие штанги, изолирующие клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими ручками, диэлектрические перчатки, диэлектрические коврики, указатели напряжения.

На участке механической обработки вилки наружной полуоси, с целью предупреждения рабочих об опасности поражения электрическим током широко используются плакаты и знаки.

Все подводящие электрические провода уложены в трубы и рукава. Корпуса двигателей воздухопроводов, трубы для разводки кабелей, станки и вспомогательное оборудование надежно заземлены от контура заземления. Места прикрепления заземляющих проводников, полос металла хорошо просматриваются на целостность заземления.

Монтаж светильников выполнен согласно требованиям действующих правил на электроустановки.

Электрическая аппаратура и токоведущие части к станкам надежно изолированы и укрыты в корпусе станка или в электрическом шкафу и надежно защищены от случайного прикосновения к ним обслуживающего персонала. На всех дверцах шкафов с электроаппаратурой напряжением свыше 42 В нанесены предупреждающие знаки «Высокое напряжение».

Все монтажные, демонтажные, ремонтные работы на токоведущих частях, а также работы по присоединению и отсоединению проводов в действующем электрооборудовании, работы по замене плавких предохранителей производят с соблюдением требований Правил эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Доступные для прикосновения токоведущие части оборудования надежно изолированы и ограждены защитным ограждением.

Работники участка ознакомлены под роспись с инструкцией для всех работающих по электробезопасности.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		112

Ответственным лицом за безопасную работу в электроустановках является ответственный за электрохозяйство - главный энергетик цеха.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		113

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан участок механической обработки вилки наружной полуоси 5557X-2303072. Был произведён анализ действующего технологического процесса, выявлены его недостатки и в дальнейшем устранены.

Взамен устаревшего оборудования приняты современные обрабатывающие станки с ЧПУ.

Вместо устаревшего режущего инструмента приняты современные режущие инструменты фирмы Sandvik Coromant с твердосплавными пластинами из современных материалов.

Произведён размерный анализ технологического процесса и по его результатам определены операционные размеры детали, рассчитаны припуски на механическую обработку и рассчитана заготовка.

Спроектированы станочные приспособления для механической обработки: специальное приспособление для комплексной операции и токарный патрон. Также спроектировано контрольное приспособление для проверки биения торца детали.

Для межоперационного перемещения детали выбран промышленный робот модели FANUC M-16iB/20 и для него спроектирован схват.

В технологическом разделе произведены расчеты оптимальных режимов резания и нормирование операций.

В результате проектирования количество оборудования уменьшилось с 21 до 8 единиц. Количество основных производственных рабочих уменьшилось с 21 до 4 человек (в смену). Штучное время изготовления детали уменьшилось с 44,4мин до 25,6 мин. Площадь, занимаемая участком уменьшилась с 605 до 315 м².

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		114

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.М.Дальский, А.Г.Косилова «Справочник технолога машиностроителя» Том 1 Москва, Издательство «Машиностроение-1», 2003 – 495с.
2. А.М.Дальский, А.Г.Косилова «Справочник технолога машиностроителя» Том 2 Москва, Издательство «Машиностроение-1», 2003 – 422с.
3. Электронный каталог продукции фирмы Sandvik. Сайт Internet: www.sandvik.coromant.ru
4. Кошечкин Е.Н. Общемашиностроительные нормативы времени для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Мелкосерийное производство», Москва, издательство «Машиностроение», 1989 – 381с.
5. Проектирование заготовок: учебное пособие для практических занятий и самостоятельной работы студентов/ О.Б. Кучина; под ред. Ю.Г. Микова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 102 с.
6. Станочные приспособления: Справочник. Том 1; под ред. Вардашкина; Москва: Машиностроение, 1984, - 482с.
7. Станочные приспособления: Справочник. Том 2; под ред. Вардашкина; Москва: Машиностроение, 1984 – 421с.
8. Размерный анализ технологических процессов механической обработки: учебное пособие для самостоятельной работы/ Ю.Г. Миков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010 – 96 с.
9. В.И. Гузеев, В.А. Батуев. «Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением; Москва: Машиностроение, 2005 – 195с.
10. А.А. Панов. «Обработка металлов резанием». Справочник технолога. Москва, издательство «Машиностроение», 1988 – 226с.
11. Н.П.Косов, А.Н.Исаев. «Технологическая оснастка: вопросы и ответы». Москва, издательство «Машиностроение», 2005 – 255с.
12. В. С. Карева, И. В. Серадская, Н. Л. Борблик «Курсовые и дипломные проекты. Общие требования к оформлению» Челябинск, Издательство ЧГТУ, 2008 -38с.

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		115

13. Промышленные роботы: Справочник, 2-е изд., переработанное и дополненное/ Козырев Ю.Г. – М.: Машиностроение, 1988г – 392с.
14. Промышленные роботы в машиностроении. Альбом схем и чертежей. Под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Машиностроение, 1987. - 140 с.
15. Мельников, Г.Н. Проектирование механосборочных цехов: учебник /Г.Н. Мельников, В.П. Вороненко. под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
16. Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие к практическим заданиям. О.Б Кучина; под ред. Ю.Г. Микова.– Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007 – 63 с.
17. Проектирование участков и цехов машиностроительного производства: А.Г. Схиртладзе, В.П. Вороненко, В.В. Морозов [и др.]; под ред. проф. В.В. Морозова – Старый Оскол: ТНТ, 2013 – 452 с.
18. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21)
20. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение" (утв. постановлением Минстроя РФ от 2 августа 1995 г. N 18-78)
19. Нормы пожарной безопасности НПБ 105-03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314)
20. ГОСТ 12.0.004-90 «Организация обучения по охране труда. Общие положения».

					15.03.05.2018.992.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		116