

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Факультет «Политехнический Институт»
Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ В.И. Гузеев
_____ 2018 г.

Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления
детали «Стержень заслонки»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
150305.2018.288 ПЗ ВКР

Нормоконтролер

_____ 2018 г.

Руководитель,

Д.Ю. Тополов
г.

Автор работы,

студент группы П-453

М.М. Третьяков

_____ 2018 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| 1.ОБЩАЯ ЧАСТЬ | 8 |
| 1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия | 8 |
| 1.2 Служебное назначение детали «Стержень заслонки» и технические требования, предъявляемые к детали. | 9 |
| 1.3. Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных | 9 |
| 1.4. Формирование целей и задач проектирования. | 10 |
| 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... | 11 |
| 2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства..... | 11 |
| 2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Стержень заслонки» | 14 |
| 3. Конструкторская часть | 62 |
| 3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки..... | 62 |
| 3.2 Проектирование и расчёт специального станочного приспособления. . | 63 |
| 3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего | 67 |
| 3.4 Проектирование и расчёт специального режущего инструмента..... | 74 |
| 3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях..... | 75 |
| 4. Автоматизация технологического процесса..... | 84 |
| 4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали..... | 84 |
| 4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка..... | 85 |

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

| | | |
|-----|--|-----|
| 4.3 | Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы (промышленные роботы, накопители, транспортные системы, складские системы)..... | 89 |
| 4.4 | Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе..... | 91 |
| 4.5 | Анализ производительности автоматизированной системы..... | 92 |
| 5 | Организационно-производственная часть..... | 93 |
| 5.1 | Расчёт основных показателей механосборочного цеха..... | 93 |
| 5.2 | Расчёт основных показателей механического отделения..... | 97 |
| 5.3 | Расчёт производственной площади механического отделения..... | 100 |
| 5.4 | Сводная ведомость на всех работающих в механическом отделении с разделением по сменам..... | 101 |
| 5.5 | Проектирование вспомогательного отделения механического цеха..... | 102 |
| 6. | Безопасность технологического цикла изделия..... | 107 |
| 6.1 | Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда..... | 107 |
| 6.2 | Мероприятия по электробезопасности..... | 110 |
| 6.3 | Мероприятия по пожарной безопасности..... | 113 |
| | ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ..... | 118 |
| | БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 120 |
| | ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 120 |

ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения (ТМ) – это наука об изготовлении машин требуемого качества, деталей машин, узлов и механизмов требуемого производственной программой качества, в условленные сроки при наименьших затратах людских ресурсов, электроэнергии, водоснабжения, то есть при наименьшей себестоимости.

Технология машиностроения как и любая другая наука прошла несколько стадий развития.

Первая стадия, совпадающая с завершением восстановительного периода и началом реконструкции промышленности страны (до 1929-1930), характеризуется накоплением отечественного и зарубежного опыта производства машин. В отечественных и зарубежных технических журналах, каталогах и брошюрах, публикуются описания обработки различных деталей, используемого оборудования и инструментов. Издаются рекомендации и нормативные материалы ведомственных проектных организаций стран.

Вторая стадия относится к периоду первых пятилеток до начала отечественной войны (1930-1941 гг.) и определяется продолжением накопления производственного опыта с проведением его обобщения и систематизации и началом разработки общих научных принципов построения технологических процессов. К этому времени следует отнести начало формирования ТМ как науки в связи с опубликованием в 1933-1935 гг. первых систематизированных научных трудов советских ученых: А.П. Соколовского, А.И. Каширина, В.М. Кована и А.Б. Яхина.

Третья стадия, которая охватывает годы войны и послевоенного развития (1941-1970 гг.), отличается исключительно интенсивным развитием технологии машиностроения, разработкой новых технологических идей и формированием научных основ технологической науки.

Практическая проверка принципов дифференциации и концентрации операций, методов поточного производства в условиях серийного и крупно-серийного изготовления военной техники, новые методы скоростной

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

обработки металлов, применение переналаживаемой технологической оснастки и целый ряд других технических новинок, осуществленных в военные годы, были подвергнуты в этот период глубокому научному анализу и теоретической разработке. В эти годы формируется современная теория точности обработки заготовок и подробно разрабатывается расчетно-аналитический метод определения первичных погрешностей обработки и их суммирования

Четвертый этап – с 1970 г. по настоящее время. Отличительной особенностью современного этапа развития технологии машиностроения является широкое использование достижений фундаментальных и общинженерных наук для решения теоретических проблем и практических задач ТМ. Распространяются применение вычислительной техники при проектировании технологических процессов и математическое моделирование процессов механической обработки. Осуществляется автоматизация программирования процессов обработки на широко распространяющихся станках с ЧПУ. Создаются системы автоматизированного проектирования ТП – САПР ТП (профессора Г.К. Горанский, Н.М. Капустин, С.П. Митрофанов, В.Д. Цветков).

Создаются системы автоматизированного управления ходом технологического процесса с его оптимизацией по всем основным параметрам изготовления и требуемым эксплуатационным качествам. Разрабатываются работы по созданию гибких автоматизированных производственных систем (ГАПС) на основе использования ЭВМ, автоматизации межоперационного транспорта и контроля и робототехники.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

1.ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

В данном задании представлен узел заслонки кондиционерной приставки. Узел предназначен для регулировки потока воздуха на обогрев, или охлаждение.

Заслонка представляет собой двухпозиционный клапан. В корпусе заслонки имеется отверстие для установки стержня (2) совместно с вращающимся клапаном (1).

Поворот клапана осуществляется вручную рычагом в соответствии с наклеенными обозначениями «ОХЛ» и «ОБОГР»

Узел заслонки кондиционерной приставки представлен на рисунке 1.

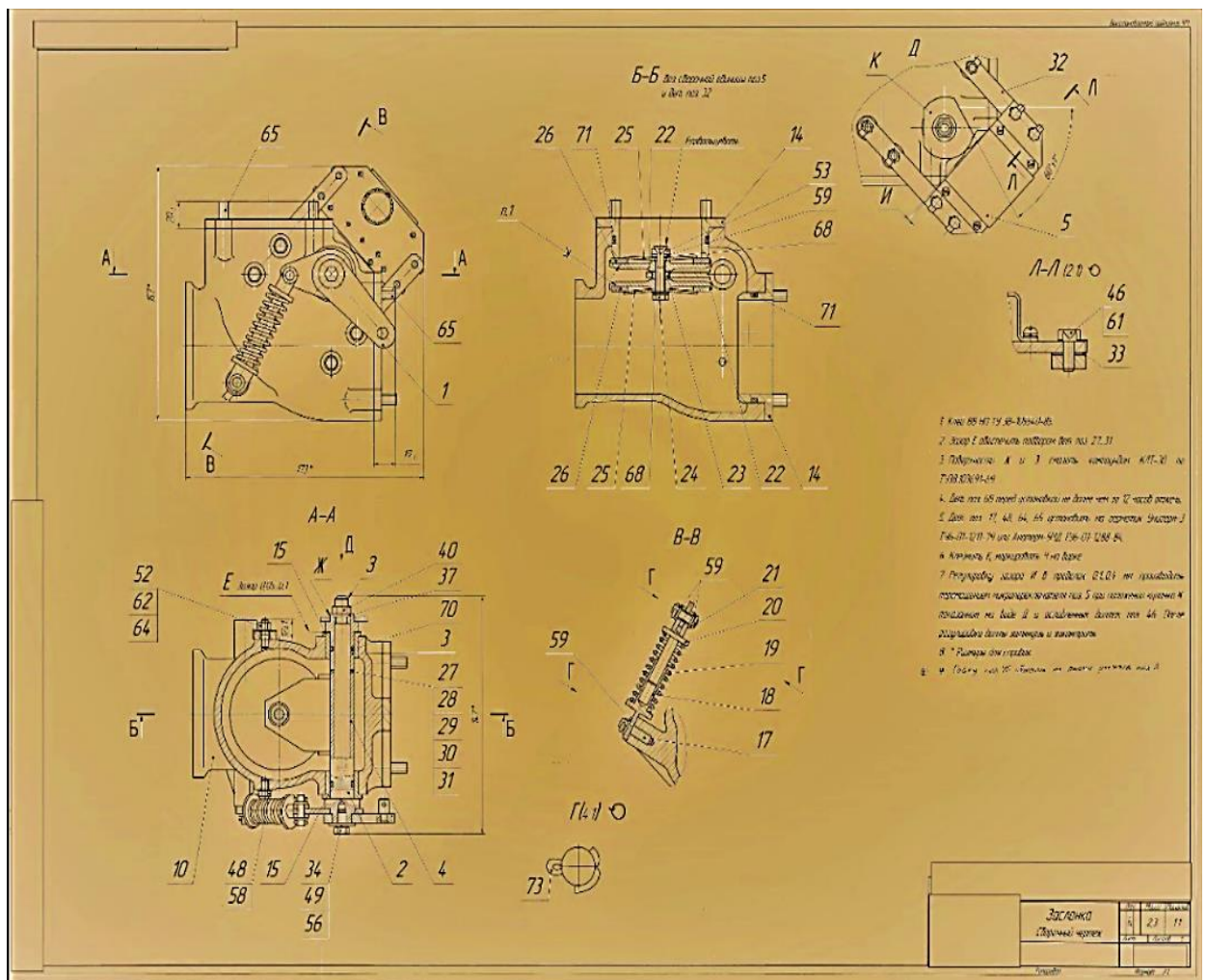


Рисунок 1 – Узел заслонки кондиционерной приставки

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

15.03.05.2018.288.00.ПЗ

Лист

1.2 Служебное назначение детали «Стержень» и технические требования, предъявляемые к детали.

Данная деталь «Стержень» является осью вращения заслонки. Он предназначен для закрепления, а так же для передачи ей движения от регулирующей тяги.

На «Стержень» одевается втулка и данный комплект деталей входит в корпус заслонки. В свою очередь на шестигранник «Стержня» напаивается «Рычаг», с помощью которого и регулируется подача воздуха.

1.3. Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.

Выбор материалов является ответственным этапом проектирования. Правильно выбранный материал в значительной мере определяет качество детали и машины в целом.

Выбирая материал, учитывают в основном следующие факторы:

1. соответствие свойств материала главному критерию работоспособности (прочность, жесткость, износостойкость и др.);
2. весовые и габаритные требования к детали и машине в целом;
3. другие требования, связанные с назначением детали и условиями ее эксплуатации (противокоррозионная стойкость, фрикционные свойства, электроизоляционные свойства и т.д.);
4. соответствие технологических свойств материала конструктивной форме и намечаемому способу обработки детали (штампруемость, свариваемость, литейные свойства, обрабатываемость на станках и так далее);
5. стоимость и дефицитность материала.

Материал заготовки детали «Стержень заслонки» – коррозионно-стойкая жаропрочная сталь марки 14X17H2. Зарубежные аналоги данной марки стали приведены в таблице 1.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

Таблица 1 – Зарубежные аналоги стали марки 14X17H2

| Страна | Аналог |
|----------|-----------|
| США | 431 |
| Германия | X20CrNi72 |
| Япония | SUS431 |
| Франция | Z15CN1602 |
| Англия | 431S29 |

1.4. Формирование целей и задач выполнения квалификационной работы

Цель выполнения квалификационной выпускной работы – разработка технологического процесса детали «Стержень заслонки».

Задачи квалификационной работы:

1. анализ заводской технологической документации;
2. размерно-точностной анализ действующего и проектного технологического процессов;
3. аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования;
4. аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента и технологической оснастки;
5. проектирование и расчёт специального режущего инструмента и оснастки
6. выбор измерительного оборудования оснастки и контрольно-измерительной машины;
7. разработка планировки участка механической обработки;
8. создание мероприятий для безопасных и безвредных условий труда.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства.

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса.

Операционные карты технологического процесса изготовления детали «Стержень заслонки» заполнены в соответствии с ГОСТ 3.1404-74.

Операционная карта содержит информацию индивидуально для каждой механической обработки. В нее входит:

1. применяемый инструмент (вспомогательный, режущий, мерительный);
2. приспособление;
3. режимы резания;
4. нормы времени;
5. содержание перехода (установить, закрепить, снять деталь).

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента.

В данном технологическом процессе применяется универсальное оборудование (1К62, ВМ 130), стандартная и специальная оснастка, стандартный режущий инструмент. Применяемое оборудование, режущий инструмент и оснастка приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Заводской технологический процесс

| Операция | Оборудование | Режущий инструмент | Оснастка |
|------------------------|------------------------------------|---|-----------------------|
| 000 Заготовительная | Отрезной станок | Пила | |
| 005 Токарная | 1К62 токарно-винторезный станок | Резец 2103-007 ВК8 ГОСТ 8879-73 Сверло 2317-0004 ГОСТ 14952-75 | Трёхкулачковый патрон |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|--|
| | | | | | | | | | Лист | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

Окончание таблицы 2

| | | | |
|-----------------|---|--|-----------------------------|
| 010 Токарная | 1К62 токарно-винторезный станок | Резец 2103-007 ВК8 ГОСТ 8879-73 Сверло 2317-0004 ГОСТ 14952-75 | Трёхкулачковый патрон |
| 015 Токарная | 1К62 токарно-винторезный станок | Резец 2103-007 ВК8 ГОСТ 18879-73 | Центра |
| 020 Токарная | 1К62 токарно-винторезный станок | Резец 2103-007 ВК8 ГОСТ 18879-73 | Центра |
| 025 Фрезерная | 6М12П вертикально- фрезерный станок | Фреза 2200-0301 ГОСТ29092-91 | Делительная головка |
| 030 Сверлильная | 1К62 токарно-винторезный станок | Сверло 2300-5451, сверло 2300-5497 ГОСТ 4010-77; метчик 2621-1123 ГОСТ 3266-81 | Трёхкулачковый патрон |
| 035 Фрезерная | ВМ 130 станок фрезерный широкоуниверсальный | Фреза 16×3,0-1-1-N9, фреза 10×2,0-1-1-N9 ГОСТР 53412-2009 | Приспособление фрезерное |

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса

Размерный анализ технологического процесса проводится с целью проверки обеспечения заданной точности детали при использовании действующего технологического процесса.

Замыкающее звено в технологической цепи размеров – это звено размерной цепи, являющееся исходным при постановке задачи, или получающееся последним при решении задачи. Найдем его максимальное и минимальное значения (рисунок 2).

$$(68...38) = -(38...18) + (18...68) = -99 \pm 0,4 + 125 \pm 0,5 = 26 \pm 0,9$$

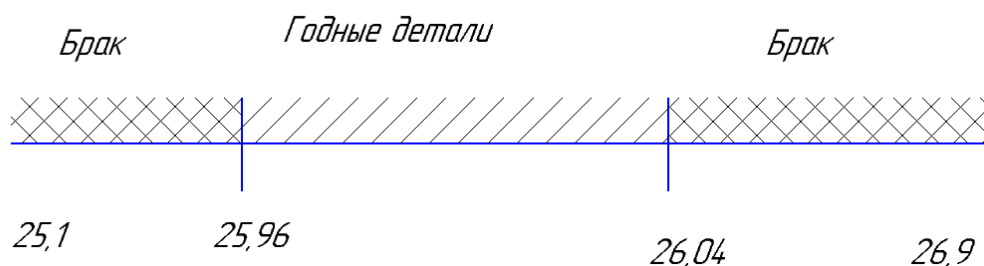


Рисунок 2 – Графическое изображение звена (38...68)

Размерная цепь представлена в приложении А.

$$\begin{aligned} [37 \dots 38] &= (38 \dots 58) + (58 \dots 88) - (88 \dots 18) + (18 \dots 37) = \\ &= 26 \pm 0,04 + 13,5 \pm 0,2 - 140 \pm 0,5 + 99 \pm 0,4 = 1,5 \text{ мм} \pm 1,14 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$Z_H = 0,5 + \frac{0,04 + 0,2 + 0,5 + 0,4}{2} - 0 = 1,07 \text{ мм} \Rightarrow \text{припуск занижен}$$

$$\begin{aligned} [67 \dots 68] &= (68 \dots 88) - (88 \dots 18) + (18 \dots 38) + (38 \dots 58) = 13,5 \pm 0,2 - \\ &140 \pm 0,5 + 99 \pm 0,4 + 26 \pm 0,04 = 1,5 \text{ мм} \pm 1,14 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$Z_H = 0,5 + \frac{0,04 + 0,2 + 0,5 + 0,4}{2} - 0 = 1,07 \text{ мм} \Rightarrow \text{припуск занижен}$$

2.1.4 Выводы по разделу

В действующем технологическом процессе в основном применяется универсальное и стандартное оборудование, технологическая оснастка и режущий инструмент. Назначенные припуски не рациональны (занижены).

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Стержень заслонки»

2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.

Основными данными для выбора способа получения заготовки являются:

1. рабочий чертёж детали и технические требования на её изготовления;
2. сборочный чертёж узла с описанием работы детали в этом узле;
3. материал детали с указанием её физико-механических свойств;
4. годовая программа или серийность выпуска.

Главным критерием при выборе заготовки является обеспечение заданного в чертеже качества готовой детали при обеспечении её конкурентоспособной себестоимости.

Таким образом при проектировании необходимо рассматривать несколько проектных вариантов с различными методами получения заготовок.

Заготовка из холодноотянутого проката изображена на рисунке 4.

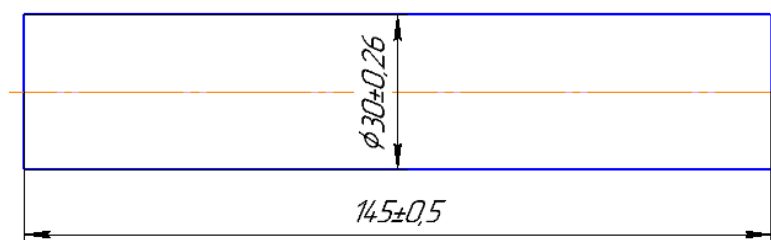


Рисунок 4 – Заготовка из холодноотянутого проката

Выбираем холодноотянутый прокат, а не горячекатанный, т.к. он имеет следующие достоинства:

1. большая точность обработки готового изделия;
2. высокая прочность;
3. более высокая износостойкость;
4. более высокое качество поверхности.

К недостаткам относятся:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

1. довольно ограниченный сортамент по форме сечения;
2. небольшие размеры сечения готового продукта.

Рассчитаем КИМ для этого метода получения заготовки по формуле:

$$\text{КИМ} = \frac{m_{\text{гд}}}{M_{\text{заг}}}, \quad (1)$$

где $m_{\text{гд}}$ – масса готовой детали

$M_{\text{заг}}$ – масса заготовки

Масса одного метра проката $\text{Ø}30$ мм равна 5,55 кг.

Для заготовки длиной 145 мм она будет равна 0,8 кг

$$\text{КИМ} = \frac{0,072}{0,8} = 0,09.$$

Заготовка штамповка.

Данный метод производства заготовок имеет следующие преимущества:

1. высокая производительность;
2. высокая однородность и прочность заготовок;
3. процесс автоматизирован.

К недостаткам данного способа относят:

1. большой расход металла
2. сложность изготовления инструмента и его высокая стоимость
3. ограничения по массе

Теперь рассмотрим вариант заготовки штамповки, которая изображена на рисунке 5

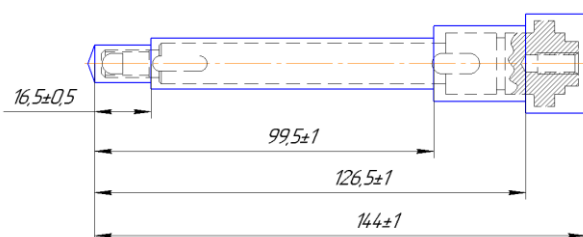


Рисунок 5 – Заготовка штамповка

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

Заготовку штамповку изготовим на кривошипном горяче-штамповочном прессе (КГШП).

Технология штамповки на КГШП основана на безударном статическом воздействии на заготовку кривошипно-шатунного механизма пресса. Штамповка осуществляется за один рабочий ход, равный удвоенному радиусу кривошипа.

У такого типа изготовления штамповок есть следующие преимущества:

1. высокая производительность;
2. возможность получать точные поковки по высоте и ширине штампа;
3. небольшие штамповочные уклоны;
4. процесс поддается механизации и автоматизации.

Недостатки КГШП:

1. высокая стоимость;
2. малая скорость деформирования штампа и большое количество переходов;
3. заготовку после нагрева необходимо тщательно очищать от окалины.

По ГОСТ 7505-89 определим группу стали, класс точности штамповки, степень её сложности и массу штамповки.

Класс точности – Т2, группа стали – М3, степень сложности – С3.

Рассчитаем массу штамповки по формуле:

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{д}} \cdot K_p, \quad (2)$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали;

K_p – расчётный коэффициент.

$$M_{\text{пр}} = 0,072 \cdot 1,3 = 0,0936 \text{ кг.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Рассчитаем КИМ для этого метода получения заготовок:

$$\text{КИМ} = \frac{0,072}{0,0936} = 0,77$$

Вывод: сравнив два метода получения заготовок (холоднотянутый пруток и штамповку, получаемую на ГКШП) и их КИМ выбираем заготовку штамповку, так как её КИМ выше.

2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.

Рассматриваемая деталь «Стержень заслонки» (рисунок б) относится к типу валов. Для обработки валов наиболее целесообразно использовать станочное оборудование токарной группы.

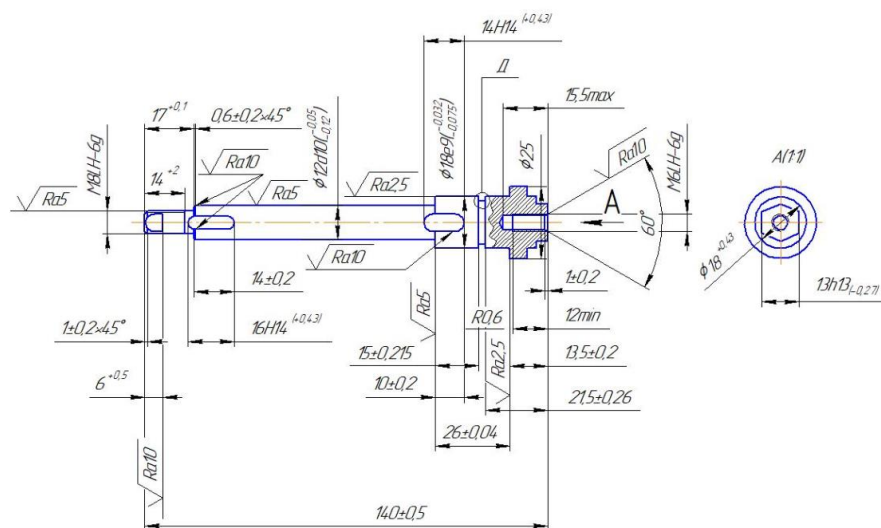


Рисунок 6 – Чертеж детали «Стержень заслонки»

Также на данной детали имеются плоские поверхности и 3 шпоночных паза. Для обработки этих конструкторских элементов необходимо наличие на станке узлов, оснащенных приводным инструментом.

Рассмотрим ряд станков, удовлетворяющих нашим требованиям. Токарный станок с противопинделем Т252-2S (рисунок 7). Технические характеристики станка представлены в таблице 2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| | | | | | | |

Двухшпиндельный станок T252-2S RAIS предназначен для выполнения разнообразных операций по токарной обработке среднегабаритных деталей и компонентов в серийном производстве.

У данного станка обеспечена высокая производительность, стабильность и скорость всех операций по токарной обработке материалов различного типа.

Прецизионный шпиндельный узел, смонтированный на температурно-стабилизированном и оребренном корпусе при помощи подшипников класса P4, обеспечивает минимальное радиальное биение и минимальный осевой зазор. Гарантированная высокая скорость резания без вибрации.

В стандартную комплектацию станка входят:

1. проходной гидравлический патрон;
2. задняя бабка;
3. 10 позиционная револьверная головка;
4. стружкотранспортер и тележка для стружки;
5. система охлаждающей жидкости;
6. лампа освещения рабочей зоны;
7. система автоматической смазки направляющих и шарико-винтовой пары;
8. педаль управления патроном.

У станка имеются следующие опции:

1. принимающее устройство;
2. устройство подачи прутка;
3. непроходной гидравлический патрон;
4. интерфейс для подающего устройства;
5. устройство для предварительной настройки;
6. 12 позиционная револьверная головка;
7. цанговый патрон;
8. датчик измерения инструмента.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |



Рисунок 7 – Токарный станок с противощинделем T252-2S

Таблица 3 – Характеристики станка T252-2S

| Технические данные | Ед.изм. | Значения |
|---|---------|-------------|
| Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной | мм | Ø 550 |
| Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над суппортом | мм | Ø 360 |
| Макс. диаметр точения | мм | Ø 280 |
| Макс. длина точения | мм | 480 |
| Перемещение по оси X | мм | 200 |
| Перемещение по оси Z | мм | 550 |
| Перемещение по оси Y | мм | ± 40 |
| Ускоренное перемещение по оси X | м/мин | 24 |
| Ускоренное перемещение по оси Z | м/мин | 10 |
| Ускоренное перемещение по оси Y | м/мин | 24 |
| Частота вращения главного шпинделя | об/мин | 3500 |
| Технические данные | Ед.изм. | Значения |
| Присоединительный торец главного шпинделя | ASA | A2-6 / A2-8 |
| Диаметр отверстия в главном шпинделе | мм | Ø86 |
| Размер патрона главного шпинделя | мм | Ø250 |
| Количество инструментальных позиций | шт | 12 (BMT 55) |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

15.03.05.2018.288.00.ПЗ

Лист

Окончание таблицы 3

| | | |
|--|--------|-----------|
| Размеры инструмента для наружной обработки | мм | 25x25 |
| Размеры инструмента для внутренней обработки | мм | Ø40 |
| Время смены инструментальных позиций | сек | 0,2 |
| Частота вращения приводных позиций инструмента | об/мин | 5000 |
| Частота вращения противощпинделя | об/мин | 6000 |
| Размер патрона противощпинделя | мм | Ø150 |
| Мощность двигателя главного шпинделя | кВт | 15 |
| Мощность двигателя противощпинделя | кВт | 07.май |
| Мощность серводвигателей оси X | кВт | 3 |
| Мощность серводвигателей оси Z | кВт | 3 |
| Мощность серводвигателей оси Y | кВт | 3 |
| Мощность двигателя приводного инструмента | кВт | 03.июл |
| Вес | кг | 4650 |
| Длина × ширина | мм | 3150x1650 |
| Высота | мм | 1880 |
| Общая потребляемая мощность | кВт | 40 |

Автомат продольного точения NOMURA NN-32YB2 (рисунок 8).

Автоматы продольного точения NOMURA предназначены для высокопроизводительной обработки калиброванных прутков диаметром до 10/16/20/25/32мм из различных материалов (как цветных сплавов, так и труднообрабатываемых сталей) Преимущественно используются для крупносерийного и массового производства, но так же применяются в мало- и среднесерийном производстве. Возможность выбора системы ЧПУ (Mitsubishi или Fanuc) позволяет подобрать оптимальный вариант для своего производства.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Благодаря лучшему среди аналогичных моделей расположению инструмента минимизировано время обработки. С помощью приводного инструмента осуществляется контурная фрезеровка и обрабатываются фасонные поверхности, деталей сложной формы. Наличие в большинстве моделей противопинделя обеспечивает полный цикл обработки, исключая использование дополнительного оборудования для отдельных операций.

Автомат продольного точения с противопинделем NOMURA NN-32YB2 XB оснащен системой ЧПУ Mitsubishi. Максимальные габариты обрабатываемых деталей на станке - диаметр обработки до 32 мм, длина точения до 190 мм. Количество используемого инструмента – 33. Характеристики станка представлены в таблице 4.



Рисунок 8 – Автомат продольного точения NOMURA NN-32YB2

Таблица 4 – Характеристики автомата продольного точения NOMURA NN-32YB2

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Характеристики | Макс. Возможности обработки (Ø×L) | Ø32×190 |
| | Габариты (L×W×H) | 2,275 x 1,185 x 1,990 |
| | Вес | 3,050 кг |
| Главный шпиндель | Мах. обороты | 8,000 об/мин |
| | Мощность | 5.5 кВт |
| Противопиндель | Мах. обороты | 8,000 об/мин |
| | Мощность | 3.7 кВт |
| Мах. Количество инструментов | | 33 |
| Система ЧПУ | | Mitsubishi M70V Tuipools |

Токарный станок с ЧПУ DMC DL 3G (рисунок 9). Токарные станки с ЧПУ серии DL G - это небольшие, но функциональные токарные обрабатывающие центры с держателем инструмента линейного типа. В станках DL 3G, DL 5GH, DL 6GF используются направляющие типа «ласточкин хвост», модели с «прямой» станиной, что идеально подходит для серийного и массового производства. Технические характеристики станка DMC DL 3G представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики станка DMC DL 3G

| Технические данные | Ед.изм. | DL 3G |
|--|---------|-------|
| Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной | мм | Ø230 |
| Макс. диаметр точения | мм | Ø70 |
| Макс. длина точения | мм | 150 |
| Макс. диаметр обрабатываемого прутка | мм | Ø20 |

| Тип направляющих | | ласточк ин хвост |
|---|--------|---------------------|
| Количество устанавливаемых инструментальных позиций | шт | 5 |
| Размеры инструмента для наружной обработки | мм | 12x12 |
| Размеры инструмента для внутренней обработки | мм | Ø20 |
| Размеры инструментального стола | мм | 115x420 |
| Мощность двигателя шпинделя | кВт | 3,7/5,5 |
| Частота вращения шпинделя | об/мин | 6000 |

Окончание таблицы 5

| | | |
|--------------------------------------|-----|----------|
| Мощность серводвигателей оси X | кВт | 0.75 |
| Мощность серводвигателей оси Z | кВт | 0.75 |
| Мощность помпы системы охлаждения | кВт | 0.25 |
| Общая потребляемая мощность | кВт | 10 |
| Длина × ширина | мм | 1065×950 |
| Высота | мм | 1570 |
| Вес | кг | 800 |



Рисунок 9 – Токарный станок с ЧПУ DMC DL 3G

Также компания DMC Machine Tools предлагает токарный станок с ЧПУ DMC DL-21A (Рисунок 10). Технические характеристики станка представлены в таблице 6.



Рисунок 10 – Токарный станок с ЧПУ DMC DL-21A

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 6 – Технические характеристики токарного станка ЧПУ DMC DL-21A

| Технические характеристики | Значение |
|---|-----------|
| Максимальный диаметр обработки над станиной, мм | 550 |
| Максимальный диаметр обработки над поперечным суппортом, мм | 360 |
| Максимальный диаметр точения, мм | 350 |
| Максимальная длина обработки, мм | 410 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 4000 |
| Максимальный диаметр прутка, мм | 65 |
| Диаметр отверстия шпинделя, мм | 76 |
| Размер патрона, мм | 8 |
| Мощность привода шпинделя, кВт | 11 |
| Ход по осям X/Z, мм | 210/430 |
| Скорость быстрого перемещения по осям X/Z, м/мин | 36/36 |
| Тип направляющих | Роликовые |
| Максимальное количество инструментов, шт | 12 |
| Размер хвостовика токарного инструмента, мм | 25 |
| Диаметр борштанги, мм | 40 |

Токарный станок с ЧПУ D320 CNC (рисунок 11) для мелкосерийного выпуска деталей машин и механизмов средних размеров.

Недорогой станок с ЧПУ начального уровня - шаговые приводы по осям установлены параллельно маховикам, благодаря чему станок может работать как в автоматическом, так и в ручном режиме.

Станок предназначен для обработки деталей из стали, чугуна и цветных сплавов. Технические характеристики станка представлены в таблице 7.



Рисунок 11 – Токарный станок с ЧПУ D320 CNC

Таблица 7 – Технические характеристики станка D320 CNC

| | |
|--|------------------|
| Общая потребляемая мощность, кВт | 2 |
| Напряжение питания, В | 380 |
| Мощность привода шпинделя | 1,5 |
| Число оборотов шпинделя, мин ⁻¹ | 65...1800 |
| Внутренний конус шпинделя | MK5 |
| Присоединительная поверхность шпинделя | Camlock ASA D1-4 |
| Проходное отверстие шпинделя, мм | 38 |
| Высота центров, мм | 160 |
| Межцентровое расстояние | 900 |
| Диаметр обработки над суппортом, мм | 190 |
| Ширина станины, мм | 180 |
| Максимальная ширина державки резца, мм | 16 |

Токарный станок с ЧПУ ACCUWAY UT 200 (рисунок 12). Стандартная комплектация ACCUWAY UT 200:

1. сильный трехкулачковый патрон с гидроцилиндром;
2. система ЧПУ FANUC Oi-TC;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| | | | | | | |

3. монитор цветной 8,4 "LCD;
4. револьверная головка с гидравлическим приводом;
5. набор оснастки из резцедержателей и прижимных планок для револьверной головки;
6. кондиционер для электрошкафа;
7. гидравлическая станция;
8. система подачи СОЖ (4-бара);
9. полное ограждение X / Z осей;
10. система автоматической смазки;
11. трехцветная сигнализация режимов работы станка;
12. конвейер для стружки и тележка для стружки;
13. стандартный набор комплекта сырых и закаленных кулачков;
14. инструмент для установки станка;
15. инструкции по эксплуатации на английском и русском языке;
16. инструкции по программированию Fanuc.



Рисунок 12 – Токарный станок с ACCUWAY UT 200

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 8 – Технические характеристики станка ACCUWAY UT 200

| Система ЧПУ | Fanuc |
|--|----------------|
| Максимальный устанавливаемый диаметр до кожуха Z – оси, мм | 505 |
| Максимальный устанавливаемый диаметр до кожуха X – оси, мм | 318 |
| Максимальный обрабатываемый диаметр, мм | 350 |
| Максимальная длина, мм | 570 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 6000 |
| Мощность шпинделя, кВт | 11 |
| Диаметр прутка, мм | 44 |
| Перемещение по оси Z, мм | 600 |
| Перемещение по оси X, мм | 220 |
| Скорость холостого хода по оси Z, мм | 20 |
| Скорость холостого хода по оси X, мм | 20 |
| Тип револьверной головки | гидравлическая |
| Количество инструмента, шт | 8 |
| Сечение державки, мм | 25×25 |
| Сечение осевого инструмента, мм | 32 |

Все рассмотренное станочное оборудование по техническим требованиям удовлетворяет технологическому процессу обработки заданной детали. Составим сравнительную таблицу стоимостей закупки рассмотренного оборудования (таблица 9).

Таблица 9 – Стоимость станков

| Наименование | T252-2S RAIS | NOMURA NN- 32YB2 | DMC DL 3G | DMC DL-21 A | D32 0 CNC | ACCUWA Y UT 200 |
|----------------------|-----------------|---------------------|--------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| Стоимость, тыс. руб. | 7362 | 8713 | 5630 | 8790 | 6721 | 5954 |

Согласно таблице 4 токарный станок с ЧПУ DMC DL 3G имеет наименьшую стоимость среди конкурентов. Данный станок выберем как оборудование для механической обработки заданной детали.

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Проектный вариант технологического процесса предполагает обработку заготовки на станке с ЧПУ DMC DL 3G, который имеет контршпиндель. Новый технологический процесс состоит из 2 операций:

1. 005 Заготовительная
2. 010 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ

Эскизы операций изображены на рисунках 13,14 и 15 соответственно.

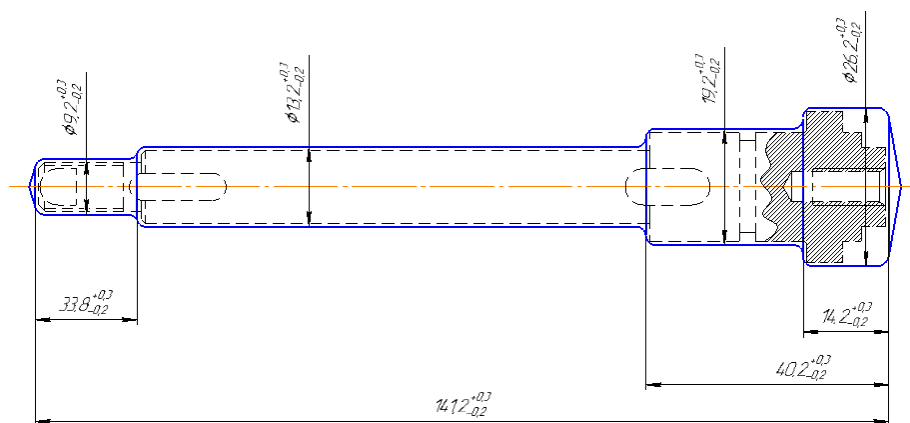
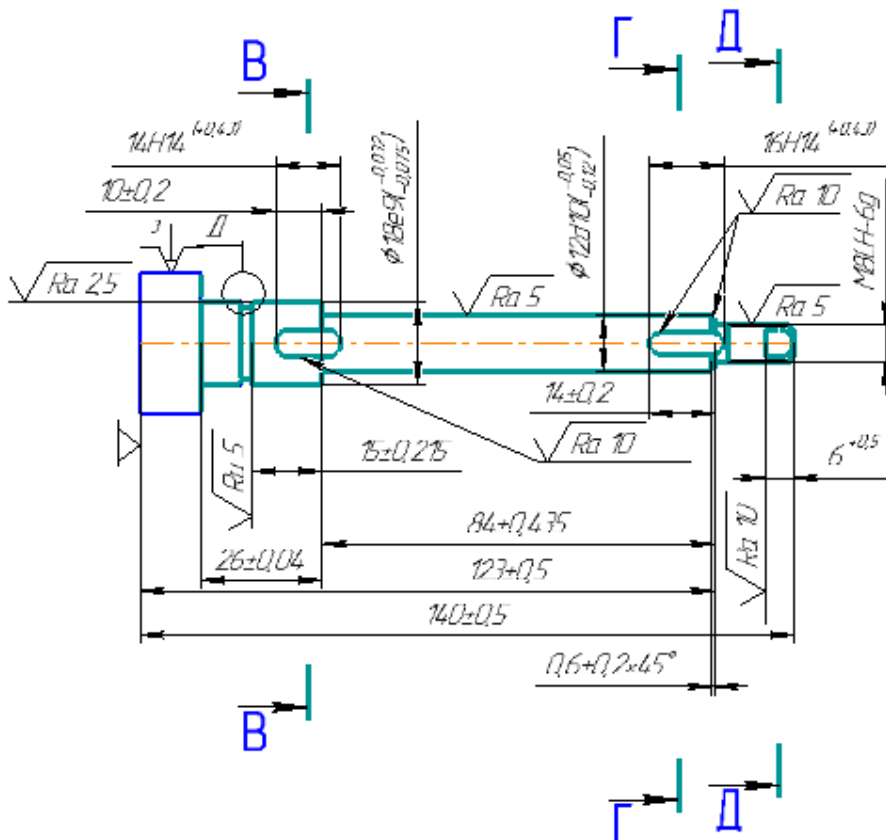


Рисунок 13 – Заготовительная операция



| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

15.03.05.2018.288.00.ПЗ

Лист

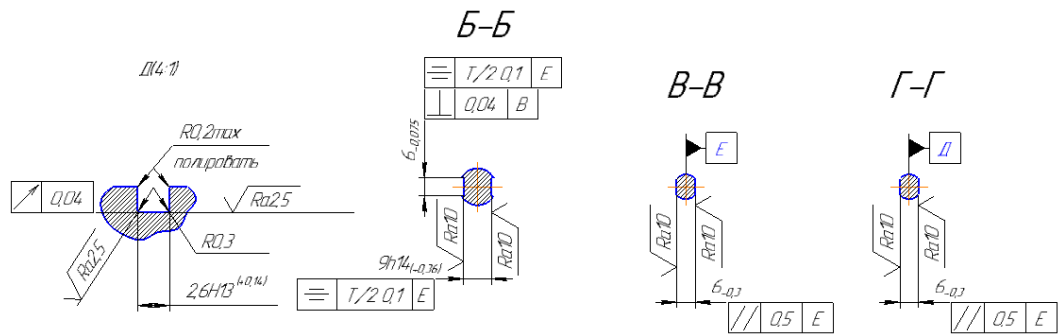


Рисунок 14 – Комбинированная на ОЦ с ЧПУ (установ А)

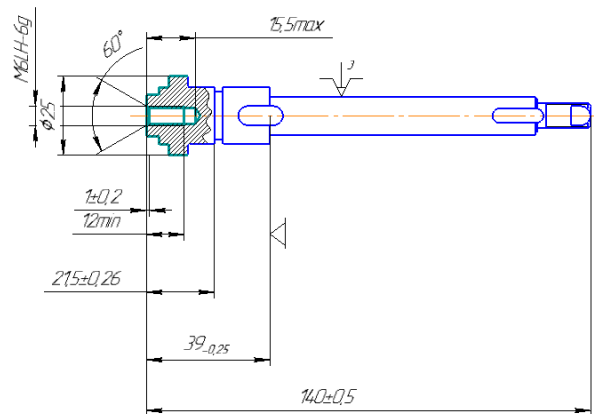


Рисунок 15 – Комбинированная на ОЦ с ЧПУ (установ Б)

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса.

Размерным анализом технологического процесса называют выявление и фиксирование размерных связей между переходами и операциями конкретного технологического процесса.

Цели размерно-точностного анализа:

1. выявление схемы взаимосвязей между размерами заготовки, готовой детали, технологическими операционными размерами и припусками на обработку;
2. выявление и расчет технологических размерных цепей;

3. оценка точности принятого варианта технологического процесса изготовления детали.

Размерная цепь – совокупность взаимосвязанных размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующих в решении поставленной задачи. Размерная цепь изображена на рисунке 16.

Размерная цепь состоит из замыкающих и составляющих звеньев.

Замыкающим называется размер, получающийся последним в результате обработки или сборки изделия. Замыкающий размер получается как результат действий, связанных с обработкой или сборкой изделий.

Составляющими называют все остальные размеры. Составляющие размеры получают в процессе обработки деталей.

В представленной размерной цепи замыкающим звеньями являются следующие конструкторские размеры:

1. $13,5 \pm 0,2$;
2. $21,5 \pm 0,26$;
3. $140 \pm 0,5$.

Замыкающим звеном называют конструкторский размер, который непосредственно не выполняется на операции (переходе).

Найдем их максимальные и минимальные значения (рисунки 17;18 и 19)

$$[18 \dots 48] = -(48 \dots 78) + (78 \dots 18) = 39,5 \pm 0,125 - 26 \pm 0,04 = 13,5_{-0,129}^{+0,129}$$

$$\begin{aligned} [18 \dots 58] &= -(58 \dots 68) - (68 \dots 78) + (78 \dots 18) = \\ &= -3^{+0,14} - 15 \pm 0,215 + 39,5 \pm 0,125 = 21,5_{-0,23}^{-0,09} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [18 \dots 98] &= (98 \dots 78) + (78 \dots 18) = 100,5 \pm 0,27 + 39,5 \pm 0,125 = \\ &= 140 \pm 0,395 \end{aligned}$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |
| | | | | | | | | | |

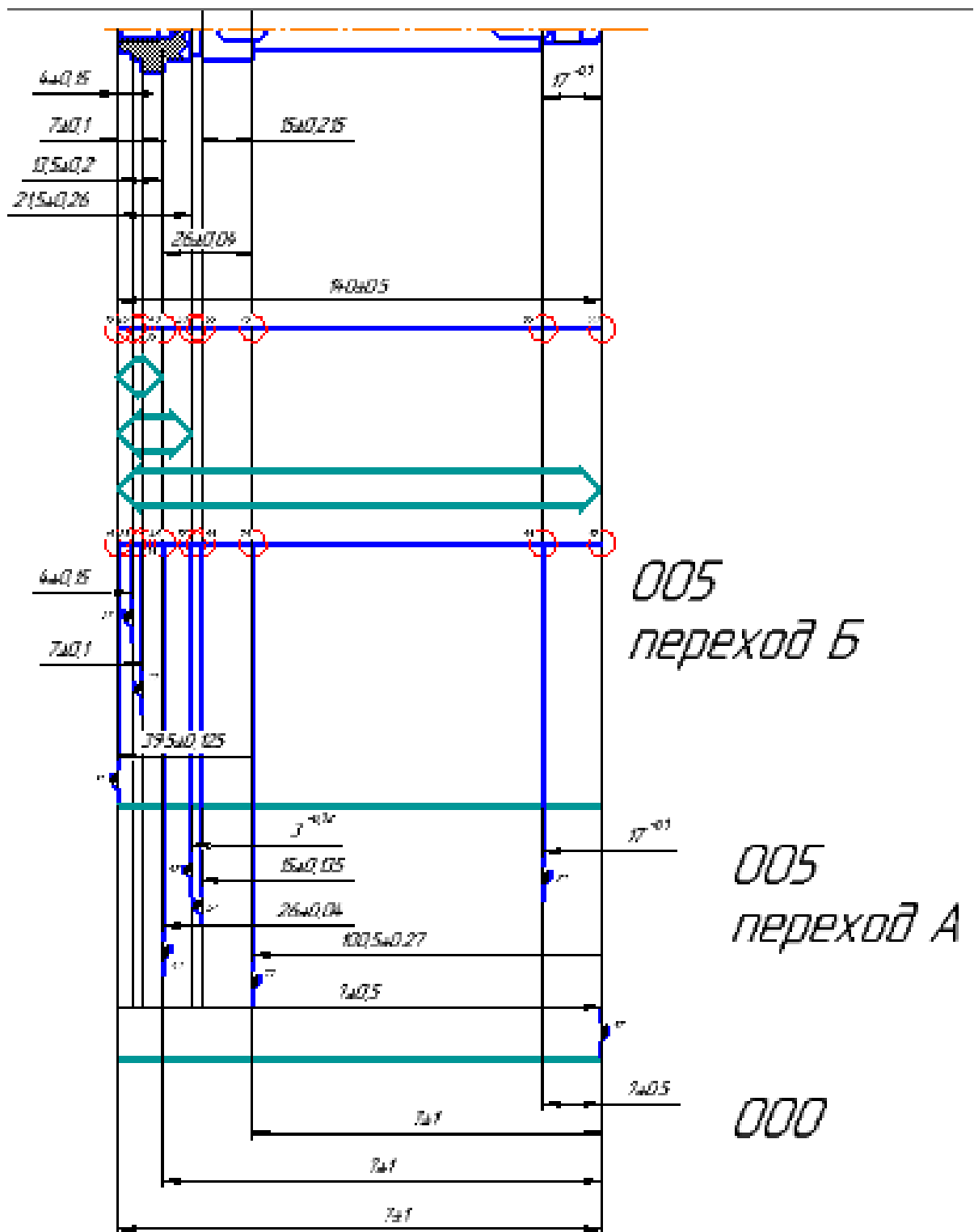


Рисунок 16 – Размерная цепь проектного технологического процесса



Рисунок 17 – Графическое изображение звена [18 ... 48]



Рисунок 18 – Графическое изображение звена [18 ... 58]

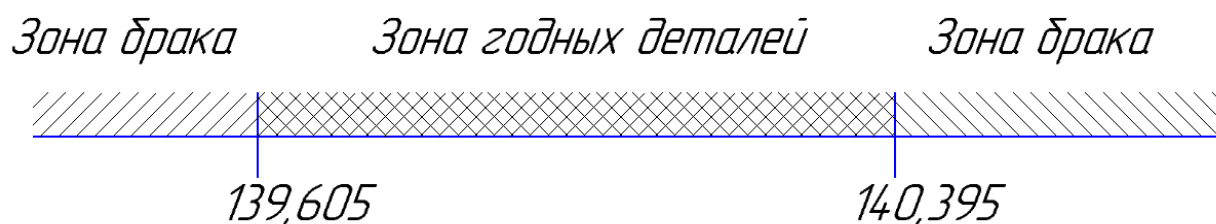


Рисунок 19 – Графическое изображение звена [18 ... 98]

Главным условием получения размеров является то, что допуск замыкающего звена должен быть больше, либо равен сумме допусков составляющих звеньев.

$$TA_0 \geq \sum_1^{n-1} TA_i, \text{ где} \quad (3)$$

TA_0 – допуск замыкающего звена;

$\sum_1^{n-1} TA_i$ – сумма допусков составляющих звеньев.

Проверим выполняемость этого условия для замыкающих звеньев размерной цепи проектного варианта технологического процесса:

1. для звена [18 ... 48]

$$0,4 \geq 0,25 + 0,08; 0,4 > 0,33$$

2. для звена [18 ... 58]

$$0,52 \geq 0,12 + 0,27 + 0,25; 0,52 > 0,505$$

3. для звена [18 ... 98]

$$1 \geq 0,54 + 0,25; 1 > 0,79$$

Исходя из расчётов, можно утверждать, что замыкающие звенья выполняются, а значит и выполняются конструкторские размеры.

Рассчитаем минимальный припуск на обработку по формуле:

$$z_{min} = R_z + D_f, \quad (4)$$

где R_z – значение шероховатости;

D_f – дефектный слой.

Подставив значения в формулу получим:

$$z_{min} = 0,4 + 0,25 = 0,65 \text{ мм.}$$

Для нахождения неизвестных технологических размеров и размеров заготовки будем использовать следующие формулы:

$$A_i = z_{min} + \frac{T_{Ai}}{2} - \Delta 0_{Ai}, \quad (5)$$

где z_{min} – минимальный припуск на обработку;

$\frac{T_{Ai}}{2}$ – половина поля допуска i -того звена.

$$\Delta 0_{Ai} = \sum \Delta 0_{Ai_{ув}} - \sum \Delta 0_{Ai_{ум}}, \quad (6)$$

где $\sum \Delta 0_{Ai_{ув}}$ – сумма верхних отклонений увеличивающих звеньев;

$\sum \Delta 0_{Ai_{ум}}$ – сумма нижних отклонений уменьшающих звеньев.

В конкретной размерной цепи $\Delta 0_{Ai}=0$, так как все размеры выполнены по JS.

Найдём значение припуска [97 ... 98], а через него номинал технологического размера (18 ... 97).

$$[97 \dots 98] = -(98 - 18) + (18 \dots 97)$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

$$\frac{T_{Ai}}{2} = \frac{1}{2} + \frac{2}{2} = 1,5 \text{ мм.}$$

$$(18...97) = z_{min} + \frac{T_{Ai}}{2} + (18 \dots 98) = 0,65 + 1,5 + 140 = 142,15 \approx 142 \text{ мм}$$

Теперь вычислим размеры заготовки. Через значение припуска [87 ... 88] найдём размер (87...97).

$$[87 \dots 88] = (88 \dots 98) - (98 \dots 18) + (18 \dots 97) - (97 \dots 87)$$

$$\frac{T_{Ai}}{2} = \frac{0,1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{2}{2} + \frac{1}{2} = 2,05 \text{ мм.}$$

$$(87...97) = 0,65 - 2,05 + 15 + (88...98) = 1,65 \text{ мм.}$$

Через значение припуска [77 ... 78] найдём размер (17...18).

$$[77 \dots 78] = (78 \dots 98) - (98 \dots 18) + (18 \dots 97) - (97 \dots 18)$$

$$\frac{T_{Ai}}{2} = \frac{0,54}{2} + \frac{1}{2} + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} = 2,77 \text{ мм.}$$

$$[77 \dots 78] = 142 - 39,5 - 2,77 + 0,65 = 100,38 \approx 100 \text{ мм.}$$

Через значение припуска [17 ... 18] найдём размер (17...97).

$$[17 \dots 18] = (18 \dots 78) + (78 \dots 98) - (98 \dots 17)$$

$$\frac{T_{Ai}}{2} = \frac{0,25}{2} + \frac{0,54}{2} + \frac{1}{2} = 0,895 \text{ мм.}$$

$$(17...97) = 140 + 0,895 + 1,5 + 0,65 = 143,045 \approx 144 \text{ мм.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Через рассчитанные значения припусков и размеров заготовки найдём размер [47 ... 97].

$$[47 \dots 97] = (17 \dots 97) - (18 \dots 58) - (47 \dots 48) = 144 - 13,5 - 2,81 = 127,69 \approx 127 \text{ мм.}$$

2.2.5 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса.

Рассчитаем режимы резания для комбинированной операции на ОЦ с ЧПУ (переход А). Эскиз обрабатываемой заготовки с пронумерованными поверхностями, подлежащими обработке представлен на рисунке 19.

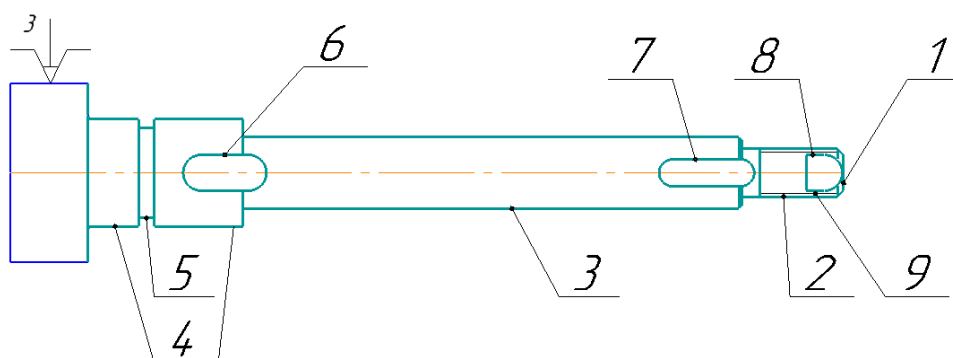


Рисунок 20 – Эскиз обрабатываемой заготовки с пронумерованными поверхностями

На данном переходе выполняется:

1. подрезка торца (поверхность 1)
2. наружное точение (поверхности 2; 3 и 4)
3. получение канавки (поверхность 5)
4. фрезерование шпоночных пазов (поверхности 6 и 7)
5. фрезерование лыски (поверхность 8)
6. нарезание наружной метрической резьбы (поверхность 9)

Произведём расчёт режимов резания и штучного времени для подрезки торца и наружного точения.

Выбор стадий обработки.

Для того, чтобы получить данные поверхности необходимы получистовая и чистовая стадии обработки ([1]; стр. 35.).

Глубина резания представлена в таблице 10. ([1]; стр. 37.).

Таблица 10 – Значения глубин резания для получистовой и чистовой стадий обработок

| № обрабатываемой поверхности | Стадия обработки | Глубина резания, t (мм) |
|------------------------------|------------------|-------------------------|
| 1 | получистовая | 0,9 |
| | чистовая | 0,5 |
| 2 | получистовая | 0,9 |
| | чистовая | 0,5 |
| 3 | получистовая | 0,9 |
| | чистовая | 0,5 |
| 4 | получистовая | 1 |
| | чистовая | 0,6 |

Значения подач приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Значения подач для получистовой и чистовой стадий обработок

| № обрабатываемой поверхности | Стадия обработки | Табличное значение подачи, St (мм/об) | Ссылки |
|------------------------------|------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | получистовая | 0,1 | ([1]; стр. 41.) |
| | чистовая | 0,06 | ([1]; стр. 46.) |
| 2 | получистовая | 0,1 | ([1]; стр. 41.) |
| | чистовая | 0,06 | ([1]; стр. 46.) |
| 3 | получистовая | 0,1 | ([1]; стр. 41.) |
| | чистовая | 0,06 | ([1]; стр. 46.) |
| 4 | получистовая | 0,14 | ([1]; стр. 41.) |
| | чистовая | 0,08 | ([1]; стр. 46.) |

Для того, чтобы получить окончательные значения подач, необходимо скорректировать табличные значения, умножив их на поправочные коэффициенты, которые приведены в таблицах 12 и 13 для получистовой и чистовой стадий обработок соответственно.

Таблица 12 – Значения поправочных коэффициентов для получистовой стадии обработки

| Поправочный коэффициент | Значение | Ссылка |
|-------------------------|----------|-----------------|
| K_{sd} | 1 | ([1]; стр. 42.) |
| K_{sh} | 1 | |
| K_{sm} | 1,25 | ([1]; стр. 43.) |
| K_{sy} | 1,2 | |

Окончание таблицы 12

| | | |
|----------|------|-----------------|
| $K_{сп}$ | 0,85 | ([1]; стр. 44.) |
| $K_{сφ}$ | 1 | |
| K_{sj} | 0,75 | ([1]; стр. 45.) |
| K_{sl} | 1 | |

Таблица 13 – Значения поправочных коэффициентов для чистовой стадии обработки

| Поправочный коэффициент | Значение | Ссылка |
|-------------------------|----------|-----------------|
| $K_{см}$ | 1,25 | ([1]; стр. 48.) |
| K_{sy} | 1,2 | |
| K_{sr} | 1 | ([1]; стр. 49.) |
| K_{sk} | 0,8 | |
| $K_{сφ}$ | 1 | |

Определим окончательные значения подач:

1. получистовая стадия обработки

$$S_{пч} = S_T \cdot K_{сд} \cdot K_{sh} \cdot K_{см} \cdot K_{sy} \cdot K_{сп} \cdot K_{сφ} \cdot K_{sj} \cdot K_{sl}, \quad (7)$$

где S_T – табличное значение подачи;

$K_{сд}$ – коэффициент, зависящий от сечения державки резца;

K_{sh} – коэффициент, зависящий от прочности режущей части;

$K_{см}$ – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;

K_{sy} – коэффициент, зависящий от схемы установки заготовки;

$K_{сп}$ – коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки;

$K_{сφ}$ – коэффициент, зависящий от геометрических параметров резца;

K_{sj} – коэффициент, зависящий от жесткости станка;

K_{sl} – коэффициент, зависящий от вылета ползуна.

$$S_{пч1} = S_{пч2} = S_{пч3} = 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,75 \cdot 1 = 0,095 \text{ мм/об}$$

$$S_{пч4} = 0,14 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,75 \cdot 1 = 0,13 \text{ мм/об}$$

2. чистовая стадия обработки

$$S_{ч} = S_T \cdot K_{см} \cdot K_{sy} \cdot K_{sr} \cdot K_{sk} \cdot K_{сφ}, \quad (8)$$

где K_{sr} – коэффициент, зависящий от радиуса вершины резца;

K_{sk} – коэффициент, зависящий от качества детали.

$$S_{ч1} = S_{ч2} = S_{ч3} = 0,06 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 0,81 = 0,072 \text{ мм/об}$$

$$S_{ч4} = 0,08 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,096 \text{ мм/об}$$

Значения скорости резания и потребной мощности для получистовой стадии обработки представлены в таблице 14. Значения скорости резания для чистовой стадии обработки приведены в таблице 15.

Таблица 14 – Значения скорости и потребной мощности для получистовой стадии обработки

| № поверхности | Значение скорости резания, V_T (м/мин) | Значение мощности, N (кВт) | Ссылка |
|---------------|--|----------------------------|-----------------|
| 1 | 187 | 3,6 | ([1]; стр. 75.) |
| 2 | 187 | 3,6 | |
| 3 | 187 | 3,6 | |
| 4 | 187 | 3,6 | |

Таблица 15 – Значения скорости для чистовой стадии обработки

| № поверхности | Значение скорости резания, V_T (м/мин) | Ссылка |
|---------------|--|-----------------|
| 1 | 487 | ([1]; стр. 81.) |
| 2 | 487 | |
| 3 | 487 | |
| 4 | 430 | |

Для того, чтобы получить окончательные значения скорости резания, необходимо скорректировать табличные значения, умножив их на поправочные коэффициенты, которые приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Значения поправочных коэффициентов для скорости резания

| Коэффициент | Значение коэффициента | Ссылка |
|-------------|-----------------------|-----------------|
| K_{vc} | 0,9 | ([1]; стр. 82.) |
| K_{vo} | 1 | |
| K_{vj} | 0,7 | ([1]; стр. 83.) |
| K_{vm} | 1,7 | |

Окончание таблицы 16

| | | |
|----------------|---|-----------------|
| $K_{v\varphi}$ | 1 | ([1]; стр. 84.) |
| K_{vT} | 1 | |
| $K_{vж}$ | 1 | |

Общий окончательный коэффициент для скорости резания вычисляют по формуле:

$$K_v = K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{v\varphi} \cdot K_{vT} \cdot K_{vж}, \quad (9)$$

где K_{vc} – коэффициент группы обрабатываемости материала;

K_{vo} – коэффициент вида обработки;

K_{vj} – коэффициент жёсткости станка;

K_{vm} – коэффициент механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{v\varphi}$ – коэффициент геометрических параметров резца;

K_{vT} – коэффициент периода стойкости режущего инструмента;

$K_{vж}$ – коэффициент наличия охлаждения.

$$K_v = 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,071.$$

Для полустивовой стадии обработки скорость резания равна:

$$V = V_T \cdot K_v, \quad (10)$$

где V_T – табличное значение скорости резания.

$$V = 187 \cdot 1,071 = 200,3 \text{ м/мин.}$$

Для чистовой стадии обработки расчёт производится аналогично:

1. для поверхностей 1; 2

$$V = 487 \cdot 1,071 = 521,6 \text{ м/мин.}$$

2. для поверхности 3

$$V = 430 \cdot 1,071 = 460,5 \text{ м/мин.}$$

Следующий шаг – определение частоты вращений шпинделя, n (мин^{-1}), которая рассчитывается по следующей формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (11)$$

где V – скорректированное значение скорости резания;

D – диаметр, обрабатываемой заготовки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Произведём расчёт частоты вращения шпинделя для получистовой стадии обработки:

$$n_{пч1} = n_{пч2} = \frac{1000 \cdot 200,3}{3,14 \cdot 8} = 7973,7 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{пч2} = \frac{1000 \cdot 200,3}{3,14 \cdot 12} = 5315,8 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{пч3} = \frac{1000 \cdot 200,3}{3,14 \cdot 18} = 3543,9 \text{ мин}^{-1}$$

Аналогичный расчёт частоты вращения шпинделя сделаем и для чистовой стадии обработки:

$$n_{ч1} = n_{ч2} = \frac{1000 \cdot 521,6}{3,14 \cdot 8} = 20764,3 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{ч3} = \frac{1000 \cdot 521,6}{3,14 \cdot 12} = 13842,9 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{ч4} = \frac{1000 \cdot 460,5}{3,14 \cdot 18} = 8147,5 \text{ мин}^{-1}$$

Скорректируем полученные значения по паспортным данным станка DMC DL 3G. Скорректированные значения представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Скорректированные значения частоты оборотов шпинделя по паспортным данным станка DMC DL 3G

| № обрабатываемой поверхности | Скорректированное значение частоты оборотов шпинделя n_{ϕ} (мин ⁻¹) | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| | получистовая стадия обработки | чистовая стадия обработки |
| 1 | 6000 | 6000 |
| 2 | 6000 | 6000 |
| 3 | 5000 | 6000 |
| 4 | 3500 | 6000 |

Далее определи фактическую скорость резания по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000}, \quad (12)$$

где D – диаметр обрабатываемой заготовки;

n_{ϕ} – фактическая частота вращения шпинделя;

Для получистовой стадии обработки фактическая скорость резания будет равна:

$$V_{\phi\text{пч1}} = V_{\phi\text{пч2}} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 6000}{1000} = 150,72 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\phi\text{пч3}} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 5000}{1000} = 125,6 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\phi\text{пч4}} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 3500}{1000} = 197,82 \text{ м/мин.}$$

Аналогичный расчёт скорости резания произведём и для чистовой стадии обработки:

$$V_{\phi\text{ч1}} = V_{\phi\text{ч2}} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 6000}{1000} = 150,72 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\phi\text{ч3}} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 6000}{1000} = 226 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\phi\text{ч4}} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 6000}{1000} = 338,76 \text{ м/мин.}$$

Для получения шероховатости $Ra=5$ мкм, рекомендуется подача $S_{ш}=0,2$ мм/об ([1] стр. 86.).

Полученную подачу необходимо скорректировать, умножив её значение на поправочные коэффициенты, которые представлены в таблице 18.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 18 – Коэффициенты подачи, рекомендуемой для получения шероховатости

| Коэффициент | Значение коэффициента | Ссылка |
|-------------|-----------------------|-----------------|
| K_{SM} | 0,68 | ([1]; стр. 88.) |
| K_{SI} | 1 | |
| K_{SO} | 1 | |
| $K_{SЖ}$ | 1 | |

Определим скорректированное значение подачи по формуле:

$$S_{шк} = S_{ш} \cdot K_{SM} \cdot K_{SI} \cdot K_{SO} \cdot K_{SЖ}, \quad (13)$$

$S_{ш}$ – подача, рекомендуемая для получения шероховатости;

K_{SM} – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;

K_{SI} – коэффициент, зависящий от материала инструмента;

K_{SO} – коэффициент, зависящий от вида обработки;

$K_{SЖ}$ – коэффициент, зависящий от наличия охлаждения.

$$S_{шк} = 0,2 \cdot 0,68 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,136 \text{ мм/об.}$$

Проверка выбранных режимов резания по мощности.

Мощность резания для полустойковой стадии обработки определяют по формуле:

$$N = N_T \cdot K_N \cdot \frac{V_{ф}}{V_T}, \quad (14)$$

где K_N – поправочный коэффициент на мощность в зависимости от твердости обрабатываемого материала;

N_T – табличное значение мощности резания;

$V_{ф}$ – значение фактической скорости резания;

V_T – значение табличной скорости резания.

$$K_N = 0,6 \text{ ([1]; стр. 85.)}$$

Подставив в формулу значения, получим:

$$N_1 = N_2 = 3,6 \cdot 0,6 \cdot \frac{150,72}{200,3} = 1,62 \text{ кВт.}$$

$$N_3 = 3,6 \cdot 0,6 \cdot \frac{188,4}{200,3} = 2 \text{ кВт.}$$

$$N_4 = 3,6 \cdot 0,6 \cdot \frac{197,82}{200,3} = 2,13 \text{ кВт.}$$

Паспортная мощность станка $N_{ст} = 3,7$ кВт. Ни одно из полученных значений не превышает паспортную мощность станка, а это значит, что рассчитанные режимы резания осуществимы.

Определим минутную подачу по формуле:

$$S_m = n_f \cdot S_o \quad (15)$$

где S_o – подача на оборот

Для получистовой стадии обработки минутная подача примет следующие значения:

$$S_{мпч1} = S_{мпч2} = 6000 \cdot 0,1 = 600 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{мпч3} = 5000 \cdot 0,1 = 500 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{мпч4} = 3500 \cdot 0,14 = 490 \text{ мм/мин.}$$

Для чистовой стадии обработки минутная подача примет следующие значения:

$$S_{мч1} = S_{мч2} = 6000 \cdot 0,06 = 360 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{мч3} = 6000 \cdot 0,06 = 360 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{мч4} = 6000 \cdot 0,08 = 480 \text{ мм/мин.}$$

Все полученные режимы резания для точения поверхностей 1,2,3 и 4 для получистовой и чистовой стадий обработок представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Режимы резания для подрезки торца 1 и точения поверхностей 2; 3 и 4

| Элемент режимов резания | Стадия обработки | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|---|---|------|----------|---|---|------|
| | получистовая | | | | чистовая | | | |
| | № поверхности | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Глубина резания t , мм | 0,9 | | | 1 | 0,5 | | | 0,6 |
| Табличная подача $S_{от}$, мм/об | 0,1 | | | 0,14 | 0,06 | | | 0,08 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Окончание таблицы 19

| | | | | | | | |
|--|-------|------|------|-------|---|-------|---|
| Принятая подача S_0 , мм/об | 0,095 | | 0,13 | 0,072 | | 0,096 | |
| Табличная скорость резания V м/мин | 187 | | | 487 | | 430 | |
| Скорректированная скорость резания V , м/мин | 200,3 | | | 521,6 | | 460,5 | |
| Фактическая частота вращения шпинделя пф, мин ⁻¹ | 6000 | 5000 | 3500 | 6000 | | | |
| Табличная мощность резания Nт, кВт | 3,6 | 3,6 | 3,6 | - | - | - | - |
| Фактическая мощность резания Nт, кВт | 1,62 | 2 | 2,13 | - | - | - | - |
| Минутная подача S_m , мм/об | 600 | 500 | 490 | 360 | | 480 | |

Определение нормы штучного времени.

Норму штучного времени вычисляют по следующей формуле:

$$T_{ш} = (T_{ц,а} + T_{в}) \cdot \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100}\right), \quad (16)$$

где $T_{ц,а}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин

$T_{в}$ – вспомогательное время на обработку одной детали, мин

$a_{тех}$ – время на техническое обслуживание, мин

$a_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин

$a_{отл}$ – время на отдых и личные потребности, мин

Время цикла автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$T_{ц,а} = T_0 + T_{мв}, \quad (17)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

где T_0 – основное (технологическое) время на обработку одной детали, мин;

$T_{МВ}$ – машинно-вспомогательное время по программе, мин.

Основное (технологическое) время на обработку одной детали рассчитывается по формуле:

$$T_0 = \sum_1 \frac{L_1}{S_M}, \quad (18)$$

где L_1 – длина пути, проходимого инструментом либо деталью в направлении подачи, мм;

S_M – минутная подача, мм/мин.

Вспомогательное время на обработку одной детали рассчитывается по формуле:

$$T_B = T_{B.Y} + T_{B.OP} + T_{B.IZM}, \quad (19)$$

где $T_{B.Y}$ – время на установку и снятие детали вручную или подъемником, мин;

$T_{B.OP}$ – вспомогательное время, связанное с операцией, мин;

$T_{B.IZM}$ – вспомогательное неперекрываемое время на измерения, мин;

$T_{B.Y} = 0,1$ мин ([2]; стр. 52);

$T_{B.OP} = 0,32$ мин ([2]; стр. 79.).

Измерения размеров будем производить штангенциркулем.

$T_{B.IZM} = 0,05 + 0,09 + 0,08 = 0,22$ мин ([2]; стр. 84.).

$T_B = 0,1 + 0,32 + 0,22 = 0,64$ мин.

Рассчитаем длину пути, проходимого инструментом в направлении подачи:

1. поверхность 1

$$L_1 = 8 + 2 + 2 + 2 = 14 \text{ мм.}$$

2. поверхность 2

$$L_1 = 17 + 2 + 2 + 2 = 23 \text{ мм.}$$

3. поверхность 3

$$L_1 = 84 + 2 + 2 + 2 = 90 \text{ мм.}$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

4. поверхность 4

$$L_1 = 26 + 2 + 2 + 2 = 32 \text{ мм.}$$

Теперь вычислим основное время для получистовой стадии обработки:

$$T_{o.пч} = \frac{14}{600} + \frac{23}{600} + \frac{90}{500} + \frac{32}{490} = 0,3 \text{ мин.}$$

Для чистовой стадии обработки:

$$T_{o.ч} = \frac{14}{360} + \frac{23}{360} + \frac{90}{360} + \frac{32}{480} = 0,419 \text{ мин.}$$

Значение общего основного времени найдём суммированием основных времен для получистовой и чистовой стадий обработок

$$T_o = T_{o.пч} + T_{o.ч} \quad (20)$$

$$T_o = 0,3 + 0,396 = 0,719 \text{ мин.}$$

Для определения времени цикла работы по программе найдём машинно-вспомогательное время

$$T_{м.в} = 0,05 \text{ мин ([2]; стр. 454.)}$$

Теперь определим время цикла автоматической работы станка по программе:

$$T_{ц,а} = 0,719 + 0,05 = 0,769 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени:

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}} = 8\%$$

Окончательно норма штучного времени токарной обработки равна

$$T_{ш,т} = (0,769 + 0,64) \cdot (1 + 0,08) = 1,52 \text{ мин.}$$

Теперь найдём и рассчитаем элементы режимов резания, необходимых для образования лыски и шпоночных пазов (поверхности 6; 7 и 8).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Сначала произведём выбор стадий обработки. Критерии для определения количества стадий обработки приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Значения коэффициентов, необходимых для определения количества стадий обработок

| Критерий | Значение критерия | № поверхности (поверхностей) | Ссылка |
|----------------|-------------------|------------------------------|------------------|
| $K_{\sigma M}$ | 1,5 | 6;7;8 | ([1]; стр. 202.) |
| $K_{\sigma Z}$ | 1 | 6;7;8 | |
| $K_{\sigma l}$ | 1 | 6;7;8 | |
| $K_{\sigma B}$ | 2 | 6;7 | |
| | 1 | 8 | |

Вычислим допуск на выполняемые размеры для определения количества стадий обработки по формуле:

$$K_{c0} = K_{\sigma M} \cdot K_{\sigma Z} \cdot K_{\sigma l} \cdot K_{\sigma B}, \quad (21)$$

где $K_{\sigma M}$ – коэффициент, зависящий от твёрдости обрабатываемого материала;

$K_{\sigma Z}$ – коэффициент, зависящий от числа зубьев фрезы;

$K_{\sigma l}$ – коэффициент, зависящий от отношения вылета фрезы к диаметру;

$K_{\sigma B}$ – коэффициент, зависящий от отношения ширины фрезы к диаметру.

Для поверхностей 6 и 7:

$$K_{c0} = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 = 3$$

Для поверхности 8:

$$K_{c0} = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,5$$

Для дальнейших расчётов необходимо вычислить припуск на механическую обработку:

1. для поверхности 6

$$P_{min} = P_{max} = 0,15 + 0,1 + \frac{0,43}{2} = 0,465 \text{ мм.}$$

2. для поверхности 7

$$P_{min} = P_{max} = 0,15 + 0,1 + \frac{0,86}{2} = 0,68 \text{ мм.}$$

3. для поверхности 8

$$\Pi_{min} = \Pi_{max} = 0,15 + 0,1 + \frac{1}{2} = 0,75 \text{ мм.}$$

Рассчитаем соотношение припуска к диаметру обрабатываемой заготовки:

1. для поверхности 6

$$\frac{\Pi_{min}}{D} = \frac{0,465}{18} = 0,026$$

2. для поверхности 7

$$\frac{\Pi_{min}}{D} = \frac{0,68}{12} = 0,06$$

3. для поверхности 8

$$\frac{\Pi_{min}}{D} = \frac{0,75}{8} = 0,09$$

Исходя из расчётов, лыску и шпоночные пазы нужно обрабатывать за две стадии обработки (черновую и получистовую). ([1]; стр. 204;.).

Для определения глубины резания, необходимо сначала найти коэффициенты деления припуска по рабочим ходам, значения которых представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Значения коэффициентов деления припуска по рабочим ходам

| № поверхности | Коэффициент | Значение | | Ссылка |
|---------------|-------------|------------------|--------------|------------------|
| | | Стадия обработки | | |
| | | черновая | получистовая | |
| 6 | K1 | 0,8 | 0,2 | ([1]; стр. 210.) |
| 7 | K1 | 0,8 | 0,2 | |
| 8 | K1 | 0,8 | 0,2 | |

Вычислим глубину резания по формуле:

$$t = \Pi_{max} \cdot K_1, \quad (22)$$

где K_1 – коэффициент деления припуска по рабочим ходам.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Найдём значения глубин резания для черновой стадии обработки

$$t_{6ч} = 0,465 \cdot 0,8 = 0,372 \text{ мм}$$

$$t_{7ч} = 0,68 \cdot 0,8 = 0,544 \text{ мм}$$

$$t_{8ч} = 0,75 \cdot 0,8 = 0,6 \text{ мм}$$

Для получистовой стадии обработки соответственно:

$$t_{6пч} = 0,465 \cdot 0,2 = 0,093 \text{ мм}$$

$$t_{7пч} = 0,68 \cdot 0,2 = 0,136 \text{ мм}$$

$$t_{8пч} = 0,75 \cdot 0,2 = 0,15 \text{ мм}$$

После этого определим значения подач на зуб.

Значения подач на зуб для всех поверхностей, подлежащих обработке на черновой и получистовой стадии обработки равны:

$$S_{zч} = 0,02 \text{ мм/зуб ([1]; стр. 212.);}$$

$$S_{zпч} = 0,02 \text{ мм/об ([1]; стр.212.).}$$

Подача допустимая шероховатостью:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

Окончательно принимаем минимальное значение подачи $S_z = 0,02$ мм/об

Табличные значения подачи необходимо скорректировать, умножив их на поправочные коэффициенты, которые приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Значения поправочных коэффициентов подачи при фрезеровании шпоночных пазов

| Поправочный коэффициент | Значение | Ссылка |
|-------------------------|----------|------------------|
| $K_{СТ}$ | 1,2 | ([1]; стр. 217.) |
| K_{SM} | 0,8 | |
| K_{S3} | 1 | |
| K_{Sl} | 1 | |

Вычислим значение скорректированной подачи на зуб по формуле:

$$S_{zk} = S_z \cdot K_{СТ} \cdot K_{SM} \cdot K_{S3} \cdot K_{Sl}, \quad (23)$$

где S_z – подача на зуб;

$K_{СТ}$ – коэффициент, зависящий от твёрдости обрабатываемого материала;

K_{SM} – коэффициент, зависящий материала режущей части фрезы;

K_{S3} – коэффициент, зависящий от отношения фактического числа зубьев фрезы к нормативному;

K_{Sl} – коэффициент отношения вылета фрезы к диаметру.

$$S_{zk}=0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1=0,019 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость и мощность резания.

Значения скорости и мощности резания:

$$V_T=22 \text{ м/мин;}$$

$$N_T=0,06 \text{ кВт ([1]; стр. 219.)}$$

Табличные значения скорости резания и потребной мощности необходимо скорректировать, умножив их на поправочные коэффициенты, которые приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Значения поправочных коэффициентов скорости резания и потребной мощности при фрезеровании шпоночных пазов

| Поправочный коэффициент | Значение | Ссылка |
|-------------------------|----------|------------------|
| $K_{vO} = K_{NO}$ | 0,5 | ([1]; стр. 221.) |
| K_{vM} | 1,6 | |
| K_{NM} | 0,65 | |
| $K_{vM} = K_{NM}$ | 2,8 | |
| $K_{vT} = K_{NT}$ | 1 | |
| $K_{vB} = K_{NB}$ | 1 | |
| $K_{vП} = K_{NП}$ | 1 | |
| $K_{vЖ} = K_{NЖ}$ | 1 | |

Скорректируем табличные значения скорости резания и потребной мощности по следующим формулам:

$$V_k = V_T \cdot K_{vO} \cdot K_{vM} \cdot K_{vM} \cdot K_{vT} \cdot K_{vB} \cdot K_{vП} \cdot K_{vЖ}, \quad (24)$$

где V_T – табличное значение скорости резания;

K_{vO} – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_{vM} – коэффициент, зависящий от твердости обрабатываемого материала;

K_{vM} – коэффициент, зависящий от материала режущей части фрезы;

K_{vT} – коэффициент, зависящий от периода стойкости режущего инструмента;

$K_{\nu B}$ – коэффициент, зависящий от отношения фактической ширины фрезы к нормативной;

$K_{\nu П}$ – коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки;

$K_{\nu Ж}$ – коэффициент, зависящий от наличия охлаждения.

$$N_k = N_T \cdot K_{N_0} \cdot K_{N_M} \cdot K_{N_M} \cdot K_{N_T} \cdot K_{N_B} \cdot K_{N_P} \cdot K_{N_J} \quad (25)$$

$$V_k = 22 \cdot 0,5 \cdot 1,6 \cdot 2,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 49,3 \text{ м/мин.}$$

$$N_k = 0,06 \cdot 0,5 \cdot 0,65 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,055 \text{ кВт.}$$

Далее произведём расчёт частоты вращения шпинделя:

$$n_6 = \frac{1000 \cdot 49,3}{3,14 \cdot 6} = 2616,77 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_7 = \frac{1000 \cdot 49,3}{3,14 \cdot 4,5} = 3489 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_8 = \frac{1000 \cdot 49,3}{3,14 \cdot 3} = 5233,54 \text{ мин}^{-1}$$

По паспортным данным станка скорректируем расчётные значения частоты вращения шпинделя:

$$n_{\phi 6} = 2500 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{\phi 7} = 3500 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{\phi 8} = 5000 \text{ мин}^{-1}.$$

После этого рассчитаем фактическую скорость резания

$$V_{\phi 6} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 2500}{1000} = 47,1 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\phi 7} = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 3500}{1000} = 49,5 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\phi 8} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 5000}{1000} = 47,1 \text{ м/мин.}$$

Фактическую мощность резания определим по формуле:

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{V} \quad (26)$$

$$N_{\phi 6} = 0,055 \cdot \frac{47,1}{49,3} = 0,052 \text{ кВт.}$$

$$N_{\phi 7} = 0,055 \cdot \frac{49,5}{49,3} = 0,055 \text{ кВт.}$$

$$N_{\phi 8} = 0,055 \cdot \frac{47,1}{49,3} = 0,052 \text{ кВт.}$$

Минутная подача вычисляется по формуле:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n, \quad (27)$$

где z – число зубьев фрезы

$$S_{m.6} = 2500 \cdot 4 \cdot 0,019 = 190 \text{ м/мин.}$$

$$S_{m.7} = 3500 \cdot 4 \cdot 0,019 = 266 \text{ м/мин.}$$

$$S_{m.8} = 5000 \cdot 4 \cdot 0,019 = 380 \text{ м/мин.}$$

Все значения элементов режимов резания для фрезерования лыски и шпоночных пазов приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Режимы резания для фрезерования шпоночных пазов 6 и 7, и фрезерования лыски 8

| Элемент режимов резания | Стадия обработки | | | | | |
|--|------------------|-------|------|--------------|-------|------|
| | черновая | | | получистовая | | |
| | № поверхности | | | | | |
| | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| Глубина резания t , мм | 0,372 | 0,544 | 0,6 | 0,096 | 0,136 | 0,15 |
| Табличная подача на зуб S_z , мм/зуб | 0,02 | | | | | |
| Скорректированная подача на зуб S_z , мм/зуб | 0,019 | | | | | |
| Табличная скорость резания V_t , м/мин | 49,3 | | | | | |
| Скорректированная скорость резания V_k , м/мин | 47,1 | 49,5 | 47,1 | 47,1 | 49,5 | 47,1 |

Окончание таблицы 24

| | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Фактическая частота вращения шпинделя пф, мин ⁻¹ | 2500 | 3500 | 5000 | 2500 | 3500 | 5000 |
| Табличная мощность резания N, кВт | 0,052 | 0,055 | 0,052 | 0,052 | 0,055 | 0,052 |
| Фактическая мощность резания, Nф кВт | 0,052 | 0,055 | 0,052 | 0,052 | 0,055 | 0,052 |
| Минутная подача, Sмин м/мин | 190 | 266 | 380 | 190 | 266 | 380 |

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время, связанное с операцией:

$$T_{в.оп} = 0,6 \text{ мин. ([2]; стр. 79.)}$$

Контрольные измерения шпоночных пазов и лыски осуществляются при помощи штангенциркуля.

$$T_{в.изм} = 0,045 + 0,045 + 0,045 = 0,135 \text{ мин. ([1]; стр. 82.)}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_{в.} = 0,6 + 0,135 = 0,735 \text{ мин.}$$

Рассчитаем длину пути, проходимого инструментом в направлении подачи:

$$L_6 = 14 + 2 + 2 + 2 = 20 \text{ мм.}$$

Так как шпоночный паз двусторонний, то длина пути увеличивается вдвое, то есть:

$$L_6 = 40 \text{ мм}$$

$$L_7 = 16 + 2 + 2 + 2 = 22 \text{ мм}$$

$$L_8 = 6 + 2 + 2 + 2 = 12 \text{ мм}$$

Так как шпоночный паз двусторонний, то длина пути увеличивается вдвое, то есть:

$$L_8 = 24 \text{ мм.}$$

Теперь вычислим основное время:

$$T_o = \frac{40}{190} + \frac{22}{266} + \frac{24}{380} = 0,356 \text{ мин.}$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

Для определения времени цикла работы по программе работы найдём машинно-вспомогательное время:

$$T_{м.в} = 0,03 \text{ мин. ([2]; стр. 463.)}$$

Теперь определим время цикла автоматической работы станка по программе:

$$T_{ц.а} = 0,356 + 0,03 = 0,386 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени:

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}} = 9\%$$

Окончательно норма штучного времени для получения фрезерования лыски и шпоночных пазов:

$$T_{ш.ф} = (0,386 + 0,735) \cdot (1 + 0,09) = 1,22 \text{ мин.}$$

Остальные параметры режимов резания и нормы штучного времени, затрачиваемые на обработку других поверхностей, приведены в таблице 25. Таблица 25 – Режимы резания и нормы времени, затрачиваемые на протачивание канавки и нарезание наружной метрической резьбы

| Вид обработки | | | |
|---|----------|---|----------|
| Протачивание канавки | | | |
| Элемент режимов резания | Значение | Норма времени | Значение |
| Табличная подача S _{от} , мм/об | 0,06 | Вспомогательное время T _{в.оп} , мин | 0,32 |
| Принятая подача S _о , мм/об | 0,103 | Время, затрачиваемое на измерение T _{в.изм} , мин | 0,35 |

Окончание таблицы 25

| | | | |
|--|-------|--|-------|
| Табличная скорость резания V , м/мин | 143 | Основное время T_0 , мин | 0,13 |
| Скорректированная скорость резания V , м/мин | 203,8 | Машинно – вспомогательное время $T_{м.в.}$ | 0,05 |
| Фактическая частота вращения шпинделя n_f , мин^{-1} | 4000 | Время на отдых и личные надобности, % | 8 |
| Минутная подача S_m , мм/об | 19,7 | Штучное время $T_{ш.к.}$ | 0,52 |
| Нарезание наружной метрической резьбы | | | |
| Радиальная подача S_p , мм/об | 0,06 | Вспомогательное время $T_{в.оп}$, мин | 0,54 |
| Табличная скорость резания V_T , м/мин | 96 | Время, затрачиваемое на измерение $T_{в.изм}$, мин | 0,22 |
| Фактическая частота вращения шпинделя n_f , мин^{-1} | 4000 | - | - |
| минутная подача S_m , мм/об | 20,5 | - | - |
| Скорректированная мощность резания N_k , кВт | 1,25 | Штучное время $T_{ш.м.}$ | 1,565 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| | | | | | | |

Рассчитаем режимы резания для комбинированной операции с ЧПУ (установ Б).

Эскиз обрабатываемой заготовки с пронумерованными поверхностями, подлежащими обработке представлен на рисунке 20.

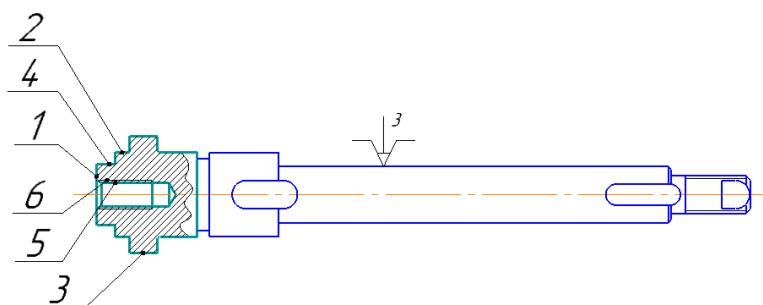


Рисунок 20 – Эскиз обрабатываемой заготовки с пронумерованными поверхностями (установ Б)

На данном переходе выполняется:

1. подрезка торца (поверхность 1)
2. наружное точение (поверхности 2; 3)
3. фрезерование шестигранника (поверхность 4)
4. сверление отверстия (поверхности 5)
5. нарезание внутренней метрической резьбы (поверхность 6)

Сведём расчёты режимов резания наружного точения поверхностей в таблицу 26.

Таблица 26 – Режимы резания для подрезки торца 1 и точения поверхностей 2 и 3

| Вид обработки | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|------|---|----------|------|---|
| Наружное точение | | | | | | |
| Элемент режимов резания | Стадия обработки | | | | | |
| | получистовая | | | чистовая | | |
| | № поверхности | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Глубина резания t , мм | 0,9 | 1 | | 0,5 | 0,6 | |
| Табличная подача $S_{от}$, мм/об | 0,1 | 0,14 | | 0,06 | 0,08 | |

Окончание таблицы 26

| | | | | | | |
|---|-------|------|------|-------|-------|---|
| Принятая подача S_0 , мм/об | 0,095 | 0,13 | | 0,072 | 0,096 | |
| Табличная скорость резания V м/мин | 187 | | | 487 | | |
| Скорректированная скорость резания V , м/мин | 200,3 | | | 521,6 | | |
| Фактическая частота вращения шпинделя $n_{ф}$, мин ⁻¹ | 5000 | 3500 | 2500 | 6000 | | |
| Табличная мощность резания N_T , кВт | 3,6 | | | - | - | - |
| Фактическая мощность резания N_T , кВт | 2,2 | 2,13 | 2,12 | - | - | - |
| Минутная подача S_m , мм/об | 500 | 350 | 250 | 360 | 480 | |

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали:

$$T_{уст} = 0,1 \text{ мин. ([2]; ч.1; стр. 52.)}$$

Вспомогательное время, связанное с операцией

$$T_{в.оп} = 0,32 \text{ мин. ([2]; ч.1; стр. 79.)}$$

Контрольные измерения осуществляем при помощи штангенциркуля.

$$T_{в.изм} = 0,045 + 0,045 = 0,09 \text{ мин. ([2]; ч.1; стр. 81.)}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_{в.} = 0,1 + 0,32 + 0,09 = 0,51 \text{ мин.}$$

Рассчитаем длину пути, проходимого инструментом в направлении подачи:

$$L_1 = 13 + 2 + 2 + 2 = 19 \text{ мм.}$$

$$L_2 = 3 + 2 + 2 + 2 = 9 \text{ мм.}$$

$$L_3 = 6 + 2 + 2 + 2 = 12 \text{ мм.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Теперь вычислим основное время для получистовой стадии обработки:

$$T_{\text{о.пч.}} = \frac{19}{500} + \frac{9}{350} + \frac{12}{250} = 0,11 \text{ мин.}$$

Для чистовой стадии обработки:

$$T_{\text{о.ч.}} = \frac{19}{600} + \frac{9}{600} + \frac{12}{600} = 0,066 \text{ мин.}$$

Окончательно основное время вычисляем по формуле:

$$T_{\text{о.}} = T_{\text{о.пч.}} + T_{\text{о.ч.}}$$

$$T_{\text{о.}} = 0,11 + 0,066 = 0,176 \text{ мин}$$

Для определения времени цикла работы по программе работы найдём машинно-вспомогательное время:

$$T_{\text{м.в}} = 0,05 \text{ мин. ([1]; ч.1; стр. 454.)}$$

Теперь определим время цикла автоматической работы станка по программе:

$$T_{\text{ц.а}} = 0,176 + 0,05 = 0,226 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от оперативного времени.

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}} = 8\%$$

Окончательно норма штучного времени для подрезки торца и наружного точения равна:

$$T_{\text{шт.т}} = (0,226 + 0,645) \cdot (1 + 0,08) = 0,94 \text{ мин.}$$

Элементы режимов резания и нормы штучного времени, необходимые для фрезерования шестигранника, для сверления отверстия и нарезания внутренней метрической резьбы, приведены в таблице 27.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 27– Режимы резания и нормы штучного времени, необходимые для фрезерования шестигранника, для сверления отверстия и нарезания внутренней метрической резьбы.

| Вид обработки | | | |
|---|----------|--|----------|
| Фрезерование шестигранника | | | |
| Элемент режимов резания | Значение | Норма времени | Значение |
| Глубина резания t , мм | 2,1 | Вспомогательное время $T_{в.}$, мин | 0,65 |
| Табличная подача на зуб S_z , мм/зуб | 0,13 | Основное время $T_{о.}$, мин | 0,022 |
| Скорректированная подача на зуб S_z , мм/зуб | 0,169 | Машинно-вспомогательное время $T_{м.в.}$, мин | 0,03 |
| Табличная скорость резания V_t , м/мин | 189 | Время цикла автоматической работы станка по программе Тц.а, мин. | 0,052 |
| Скорректированная скорость резания V_k , м/мин | 229,635 | Штучное время $T_{ш.}$, мин | 0,765 |
| Фактическая частота вращения шпинделя n_f , мин ⁻¹ | 5500 | - | - |
| Минутная подача, $S_{мин}$ м/мин | 3575 | - | - |
| Сверление отверстия | | | |
| Табличная подача $S_{от}$, мм/об | 0,29 | Вспомогательное время $T_{в.}$, мин | 0,29 |
| Скорректированная подача S_k , мм/об | 0,3 | Основное время $T_{о.}$, мин | 0,035 |
| Табличная скорость резания V_t м/мин | 21 | Машинно-вспомогательное время $T_{м.в.}$, мин | 0,05 |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

15.03.05.2018.288.00.ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 27

| | | | |
|---|---------|--|-------|
| Скорректированная скорость резания V_k , м/мин | 30,576 | Время цикла автоматической работы станка по программе Тц.а, мин. | 0,085 |
| Табличная мощность резания, N_t кВт | 1,1 | Штучное время $T_{ш.}$, мин | 0,351 |
| Скорректированная мощность резания, N_t кВт | 1,206 | - | - |
| Табличная осевая сила P , Н | 4866 | - | - |
| Скорректированная осевая сила P , Н | 4677,85 | - | - |
| Фактическая частота вращения шпинделя нф, мин^{-1} | 2500 | - | - |
| Минутная подача S_m , мм/мин | 750 | - | - |
| Нарезание внутренней метрической резьбы | | | |
| Глубина резания t , мм | 0,541 | Вспомогательное время $T_v.$, мин | 0,7 |
| Подача S , мм/об | 1 | Основное время $T_o.$, мин | 0,052 |
| Скорость резания V_t , м/мин | 9.42 | Машинно-вспомогательное время $T_{м.в.}$, мин | 0,05 |
| Осевая сила резания P_t , Н | 6 | Время цикла автоматической работы станка по программе Тц.а, мин. | 0,102 |
| Мощность резания N_t , кВт | 0,13 | Штучное время $T_{ш.}$, мин | 0,86 |
| Крутящий момент $M_{кр}$, Н·м | 0,4 | - | - |
| Момент разрушения $M_{рт}$ Н·м | 0,9 | - | - |

Окончание таблицы 27

| | | | |
|--|-----|---|---|
| Фактическая частота вращения шпинделя нф, мин ⁻¹ | 500 | - | - |
| Минутная подача S _м , мм/мин | 500 | - | - |

Вычислив нормы штучного времени на все виды обработок найдём норму штучного времени для перехода Б комплексной операции с ЧПУ по формуле:

$$T_{ш.Б} = T_{ш.т} + T_{ш.ф} + T_{ш.с} + T_{ш.м} \quad (28)$$

$$T_{ш.Б} = 0,94 + 0,765 + 0,351 + 0,86 = 2,916 \text{ мин.}$$

Когда нормы штучного времени вычислены для всех переходов комплексной операции с ЧПУ можно найти штучное время, затраченное на изготовление детали «Стержень заслонки» по формуле:

$$T_{шт.} = T_{ш.А} + T_{ш.Б} \quad (29)$$

$$T_{шт.} = 4,825 + 2,916 = 7,741 \text{ мин.}$$

2.2.6 Выводы по разделу

Исходная заготовка для изготовления детали «Стержень заслонки» – это штамповка, выполненная на кривошипном горяче-штамповочном прессе. Данный метод изготовления заготовки рационален (КИМ=0,77), а это значит, что производство очень эффективно.

Деталь изготавливается на многоцелевом станке с ЧПУ DMC DL 3G, что позволяет повысить производительность и максимально повысить количество переходов. Изделие выполняется за одну операцию, состоящую из двух технологических переходов.

Исходя из расчётов режимов резания штучного времени следует, что данный технологичный процесс изготовления максимально производителен ($T_{шт.} = 7,741 \text{ мин.}$)

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.

В данном оборудовании применяется стандартная технологическая оснастка – это токарный трёхкулачковый патрон N210A8, который изображён на рисунке 21.



Рисунок 21 – Трёхкулачковый патрон N210A8

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

15.03.05.2018.288.00.ПЗ

Лист

Характеристики патрона представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Характеристики трёхкулачкового патрона N210A8

| | |
|---|-----------|
| Отверстие (мм) | Ø75 |
| Ход тяги (мм) | 19 |
| Ход кулачков (мм) | 8.8 |
| Максимальное усилие тяги (кгс) | 4385 |
| Предельное усилие зажима (кгс) | 11319 |
| Максимальное рабочее давление (мгс/см ²) | 27,5 |
| Максимальная скорость(об/мин) | 4200 |
| Масса (кг) | 38 |
| Момент инерции (мгс/см ²) | 0,340 |
| Тип цилиндра | M1875 |
| Тип закаленных кулачков | HJ10 |
| Тип сырых кулачков | HC10 |
| Диапазон зажима | Ø25...254 |

3.2 Проектирование и расчёт специального станочного приспособления.

В качестве специального приспособления спроектируем хват промышленного робота

Определим потребное усилие для удержания транспортируемой детали, считая что удержание детали происходит за счет сил трения, по формуле:

$$P = m(g + a)K_1 K_2. \quad (30)$$

где m – масса удерживаемой детали, кг;

g – ускорение свободного падения (9,8 м/с²);

a – ускорение центра тяжести заготовки (принимается равным 5м/с²);

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

K_2 – коэффициент запаса, обычно принимается от 1,5 до 2 (принимается равным 2).

В процессе перемещения заготовки проектируемый схват может принимать следующие положения, представленные на рисунках 22, 23.

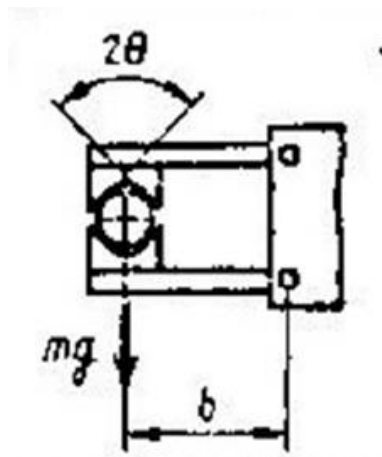


Рисунок 22 – Первое возможное положение схвата

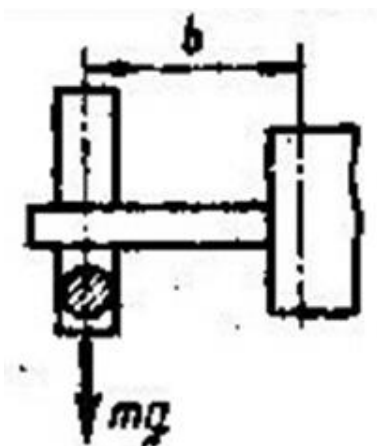


Рисунок 23 – Второе возможное положение схвата

Для первого возможного положения схвата коэффициент запаса равен:

$$K_1 = 0,5.$$

Для второго возможного положения схвата коэффициент запаса вычисляется по формуле:

$$K_1 = \frac{\sin(\beta)}{2 \cdot \mu}, \quad (31)$$

где β – угол зажима губок (конструктивно принимаем равным 45°);

μ – коэффициент трения между губками и валом (равен 0,15).

Рассчитаем коэффициент запаса для второго возможного положения схвата:

$$K_1 = \frac{\sin(45 \cdot \text{deg})}{2 \cdot 0.15} = 2.357$$

Для второго возможного положения коэффициент запаса больше, поэтому его и будем использовать в дальнейших расчетах.

Рассчитаем требуемое усилие для удержания транспортируемой детали:

$$P := 0.08 \cdot (9.8 + 5) \cdot 2 \cdot 2.375 = 5.624 \text{ Н}$$

Расчет сил, действующих на основные элементы конструкции схвата

Определим силу, действующую на шток схвата, а также на его основные элементы. На рисунке 24 представлена схема нагружения коромысла.

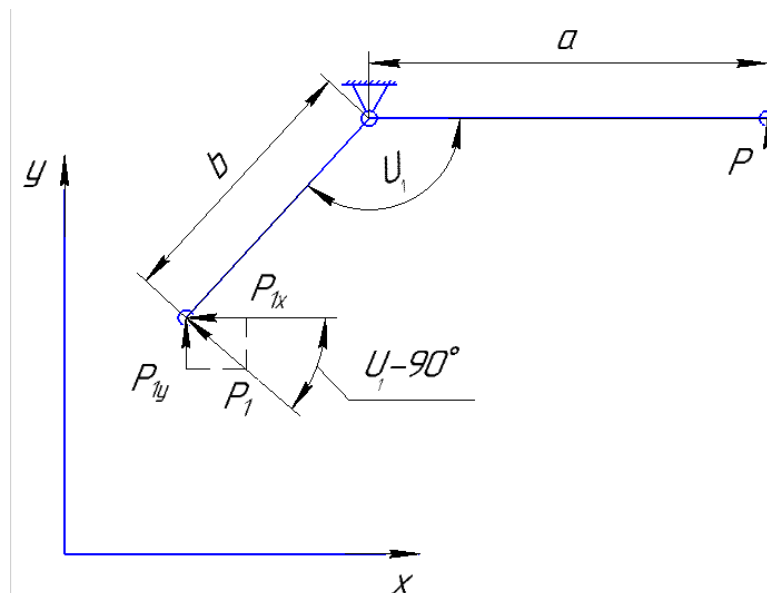


Рисунок 24– Схема нагружения коромысла

В момент удержания детали коромысло находится в статическом равновесии. Силе P_1 , действующая на коромысло со стороны тяги, обеспечивает на другом конце тяги усилие захвата P . Запишем уравнение равновесия коромысла (равенство моментов относительно опоры):

$$P_1 \cdot b = P \cdot a. \quad (32)$$

Отсюда сила P_1 равняется:

$$P_1 = P \frac{a}{b} \quad (33)$$

Проекция силы P_1 на оси x и y соответственно равны:

$$P_{1x} = P_1 \cdot \cos(U_1 - 90^\circ) \quad (34)$$

$$P_{1y} = P_1 \cdot \sin(U_1 - 90^\circ) \quad (35)$$

Для разрабатываемого схвата были конструктивно приняты следующие геометрические параметры коромысла:

$$a = 74 \text{ мм}$$

$$b = 95 \text{ мм}$$

$$U_1 = 140^\circ$$

Вычислим Силу P_1 и ее проекции на ось x и y для проектируемого схвата:

$$P_1 = 5,624 \cdot \frac{74}{95} = 4,381 \text{ Н}$$

$$P_{1x} = 5,624 \cdot \cos(140 - 90^\circ) = 3,615 \text{ Н}$$

$$P_{1y} = 5,624 \cdot \sin(140 - 90^\circ) = 4,308 \text{ Н}$$

Рассмотрим схему нагружения тяги (рисунок 25). Рассматривая схему, можно сделать вывод, что тяга без изменения передает усилие со штока на коромысло. На рисунке 26 представлена схема нагружения штока. Опираясь на схему, запишем выражение силы P_2 , действующей на шток:

$$P_2 = 2 \cdot P_{1x} = 2 \cdot 3,615 = 7,23 \text{ Н}$$

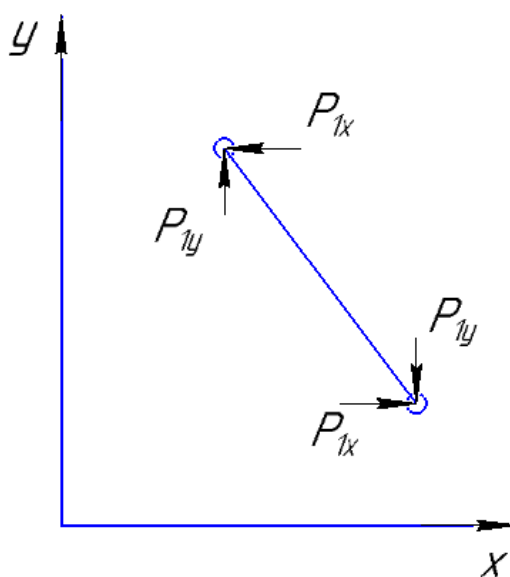


Рисунок 25 – Схема нагружения тяги

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

15.03.05.2018.288.00.ПЗ

Лист

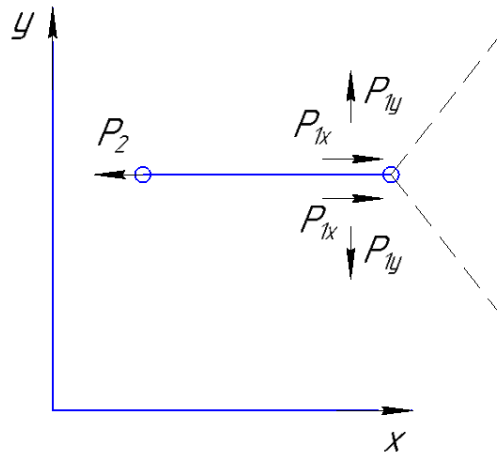


Рисунок 26 – Схема нагружения штока

Определим размеры пневматического привода по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4P_2}{\pi p \eta_n \eta_c}}, \text{ мм} \quad (36)$$

где p – давление пневмосети, равное 0,1 МПа;

η_n – КПД привода, равный 95%; η_c – КПД схвата, равный 90%.

Рассчитаем диаметр поршня пневматического привода:

$$d := \sqrt{\frac{4 \cdot 7.23}{\pi \cdot 0.1 \cdot 0.95 \cdot 0.9}} = 10.376 \text{ мм}$$

Округлим диаметр поршня до ближайшего числа из стандартного ряда R 10 ГОСТ 8032-84. «Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел»:

$$d = 12,5 \text{ мм.}$$

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента.

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

Обрабатываемые поверхности изображены на рисунке 27.

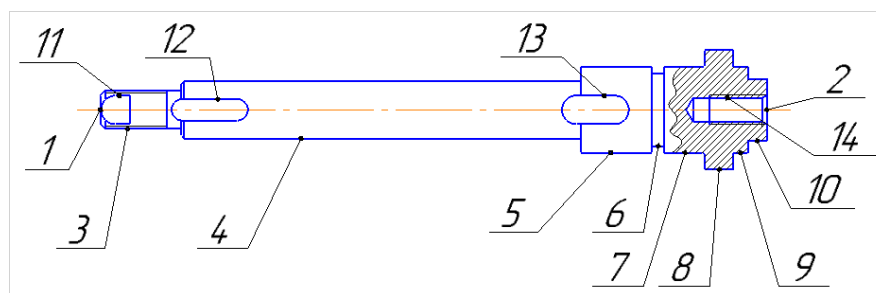


Рисунок 27 – Обрабатываемые поверхности заготовки

При изготовлении детали «Стержень заслонки» можно использовать стандартный режущий инструмент с СМП.

Для подрезки торцов 1 и 2 используем подрезной резец марки Korloy. Резец изображен на рисунке 28, а геометрические размеры представлены в таблице 29.

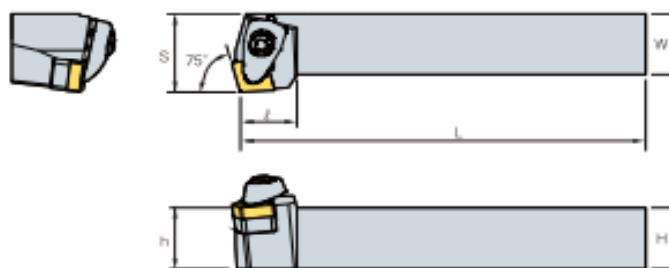


Рисунок 28 – Подрезной резец

Таблица 29 – Геометрические размеры державки подрезного резца

| Обозначение | H | W | L | S | h | l |
|-----------------------|----|----|-----|----|----|----|
| DCKNR/L 2020 – K12 | 20 | 20 | 125 | 25 | 20 | 21 |

Для нарезания резьбы на поверхности 3 используем резец фирмы Korloy. Геометрические размеры державки представлены в таблице 30, пластины в таблице 31, державка резца изображена на рисунке 29, пластина на рисунке 30.

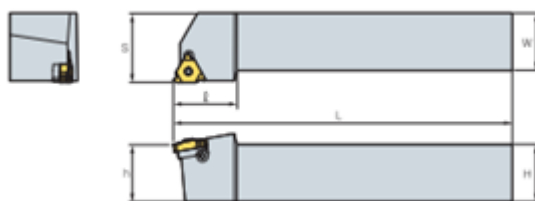


Рисунок 29 – Державка резца для нарезания наружной метрической резьбы

Таблица 30 – Геометрические размеры державки резца, предназначенного для нарезания наружной метрической резьбы

| Обозначение | H | W | L | S | h | l |
|-----------------|----|----|-------|----|----|----|
| ER(L)H 20-16 | 20 | 20 | 128,6 | 20 | 20 | 30 |

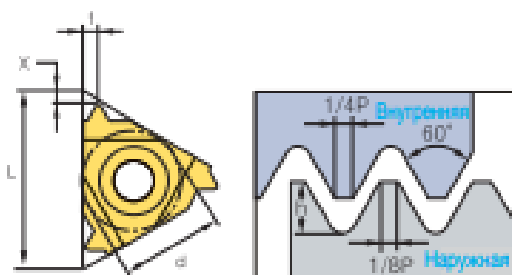


Рисунок 30 – Пластина резца для нарезания наружной метрической резьбы

Таблица 31 – Геометрические размеры пластины

| Обозначение | Шаг | Размеры державки, мм | | | | |
|-------------|-----|----------------------|----|------|-----|-----|
| | | d | L | hmin | x | f |
| 16-1.25ISO | 1 | 9.525 | 16 | 0,77 | 0,8 | 0,9 |

Для обработки поверхностей 3; 4; 5; 7; 8 и 9 используем проходной резец марки Korloy. Державка изображена на рисунке 31, пластина на рисунке 32, геометрические размеры державки в таблице 32, пластины в таблице 33.

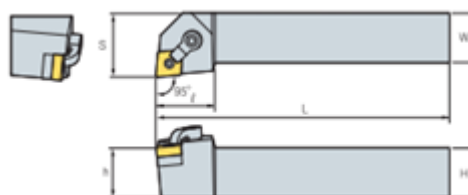


Рисунок 31 – Державка проходного резца

Таблица 32 – Геометрические размеры державки проходного резца

| Обозначение | H | W | L | S | h | l |
|---------------------|----|----|-----|----|----|----|
| MCLNR/L 2020-K09 | 20 | 20 | 125 | 25 | 20 | 25 |

| СМП | Обозначение | Твердые сплавы с покрытием | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | NC3010 | NC3120 | NC3220 | NC3030 | NC500H | NC9020 | PC8110 | PC5300 | PC9030 | NC6205 | NC6210 | NC315K |
|  Тонкое точение | 120402-VP1 | | | | | | | | | | | | |
| | 120404-VP1 | | | | | | | | | | | | |
| | 120408-VP1 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 32 – Пластина для проходного резца

Таблица 33 – Геометрические размеры пластины проходного резца.

| l | d | t | r | d1 |
|------|------|------|-----|------|
| 12,6 | 12,7 | 4,76 | 0,2 | 5,16 |

Для обработки шестигранника 10 применяем фрезу марки Korgou. Корпус фрезы изображен на рисунке 23, размеры представлены в таблице 34. Пластина изображена на рисунке 35, её размеры представлены в таблице 35.

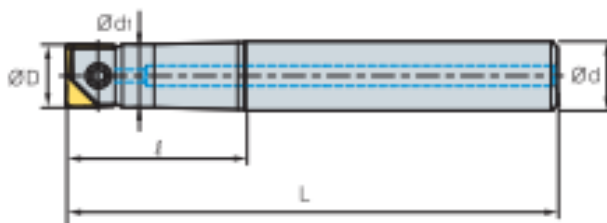


Рисунок 34 – Корпус фрезы

Таблица 34 – Геометрические размеры корпуса фрезы

| Обозначение | ØD | Ød | Ød 1 | l | L |
|------------------|----|----|------|----|-----|
| LRE | | | | | |
| 100080S- S10C | 10 | 10 | 9,5 | 80 | 136 |

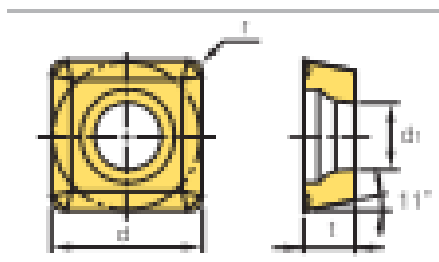


Рисунок 35 – СМП фрезы

Таблица 35 – Геометрические размеры СМП фрезы

| d | t | r | d1 |
|------|------|-----|-----|
| 6,35 | 3,18 | 0,4 | 2,8 |

Материал пластины – твёрдый сплав NCM325.

Для нарезания резьбы 14 используем метчик фирмы Sandvik Coromant. Метчик изображён на рисунке 36, геометрические размеры представлены в таблице 36.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

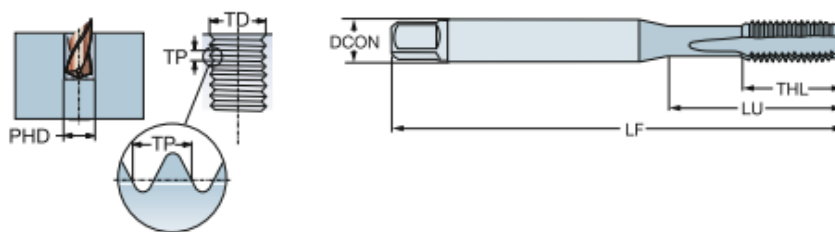


Рисунок 36 – Метчик

Таблица 36 – Геометрические размеры метчика

| TDZ | TP | LU | DCON | TD | LF | THL |
|-----|----|----|------|----|----|------|
| M6 | 1 | 30 | 6 | 6 | 80 | 14,5 |

Для обработки поверхностей 12 и 13: фрезерования шпоночного паза используем концевые фрезы марки KORLOY. Эскиз фрезы изображен на рисунке 37, размеры представлены в таблицах 37 и 38.

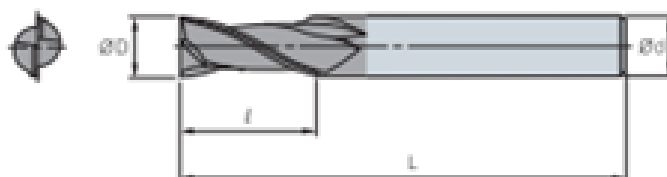


Рисунок 37 –Концевая фреза

Таблица 37 – Геометрические размеры концевой фрезы

| Обозначение | ØD | Ød | l | L |
|--------------|-----|----|----|----|
| IFE 2060-050 | 4,5 | 6 | 11 | 45 |

Таблица 38 – Геометрические размеры концевой фрезы

| Обозначение | ØD | Ød | l | L |
|--------------|----|----|----|----|
| IFE 2060-050 | 6 | 6 | 13 | 50 |

Для обработки поверхности 11 (нарезание лыски) используем концевую фрезу марки Korloy. Фреза изображена на рисунке 38, геометрические размеры представлены в таблице 39.

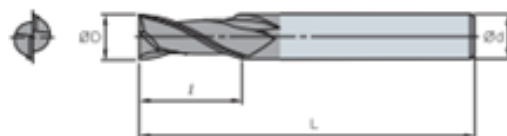


Рисунок 38 – Концевая фрезы

Таблица 39 – Геометрические размеры концевой фрезы

| Обозначение | D | d | l | L |
|--------------|---|---|---|----|
| IFE 4030-045 | 3 | 6 | 8 | 45 |

Для крепления метчика в шпинделе станка применяем патрон серии DBT-DTN марки KORLOY. Патрон изображен на рисунке 39, геометрические размеры в таблице 40.

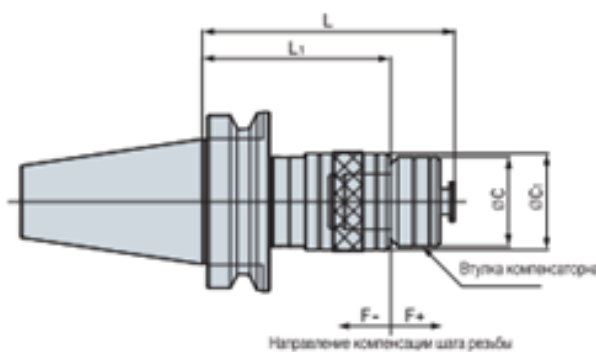


Рисунок 39 – Патрон для крепления метчика

Таблица 40 – Геометрические размеры патрона для крепления метчика

| Обозначение | Применяемые метчики | L | L1 | ØC | ØC1 | Длина компенсации | | Втулка компенсаторная |
|----------------|---------------------|----|----|----|-----|-------------------|----|-----------------------|
| | | | | | | F- | F+ | |
| DBT30-DTN12-85 | M3-M12 | 85 | 60 | 32 | 36 | 4 | 10 | TCA1-M |

Для крепления концевых фрез и сверла применяем цанговый патрон серии BT-SDC марки KORLOY, который изображён рисунке 40, а его геометрические параметры приведены в таблице 41.

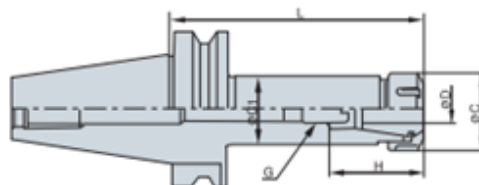


Рисунок 40 – Цанговый патрон для крепления концевых фрез

Таблица 41 – Геометрические параметры цангового патрона

| Обозначение | ØD | ØC | Ød1 | L | H | Цанга | Шаг диаметров цанг | G |
|--------------|---------|----|-----|----|----|-------|--------------------|----|
| BT30-SDC7-50 | 1.0-7.0 | 19 | 19 | 50 | 35 | GER11 | 0.5 | M7 |

3.4 Проектирование и расчёт специального режущего инструмента

Эскиз обрабатываемой поверхности изображён на рисунке 41.

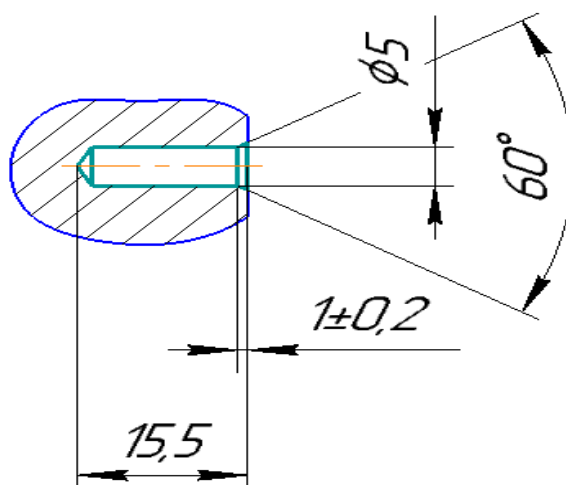


Рисунок 41 – Эскиз обрабатываемой поверхности

Заготовка изготовлена из жаропрочной нержавеющей стали 14X17H2. Обработка будет производиться за один проход. В качестве материала выбираем быстрорежущую сталь марки Р6М5.

Выбор типа режущего инструмента.

Для того чтобы просверлить отверстие и снять фаску проектируем ступенчатое сверло $\varnothing 4,2/\varnothing 6$

Геометрические параметры:

По ГОСТ 4010-77 выбираем геометрические параметры сверла.

Первая ступень сверла:

1. диаметр сверла $\varnothing = 4,2$ мм;
2. длина режущей части $l = 15,5$ мм;
3. угол подъема винтовой канавки $\omega = 26^\circ$;
4. толщина сердцевины $K = 0,67$ мм;
5. угол при вершине $2\varphi = 118^\circ$;
6. расстояние между канавками $B = 2,59$ мм;
7. толщина канавки $f = 0,62$.

Вторая ступень сверла:

1. диаметр сверла $\varnothing = 6$ мм
2. длина режущей части $l = 28$ мм
3. угол подъема винтовой канавки $\omega = 26^\circ$
4. толщина сердцевины $K = 0,9$ мм
5. расстояние между канавками $B = 3,5$ мм
6. толщина канавки $f = 0,72$.

3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля

В качестве измерительного оборудования для контроля детали «Стержень заслонки» выбираем КИМ.

КИМ (координатно-измерительная машина) – это устройство для измерения геометрических характеристик объекта.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Координатные измерения в машиностроении осуществляют с помощью КИМ различных компоновок с контактными и/или оптическими измерительными головками (ИГ), оптических измерительных систем, контактных и лазерных ИГ встроенных в технологическую систему современных станков с ЧПУ.

Их используют для определения геометрических параметров объекта (детали): линейных и угловых размеров, отклонений формы и расположения поверхностей.

В зависимости от компоновки узлов координатных перемещений измерения проводят в прямоугольной (декартовой), цилиндрической или сферической системе координат машины. Для решения ограниченного круга задач измерения в плоскости могут применяться двухкоординатные измерительные машины с декартовой или полярной системой координат.

Для выполнения координатных измерений КИМ оснащают комплексом аппаратных и программных средств. Базовая аппаратная часть КИМ содержит:

1. основание (существуют модели КИМ, которые не имеют основания, узлы координатных перемещений монтируются на пол или контрольную плиту);
2. узлы координатных перемещений (УКП);
3. измерительные преобразователи (датчики обратной связи);
4. измерительные головки (ИГ);
5. управляющий вычислительный комплекс (контроллер управления приводами, персональный компьютер или микропроцессорный блок.

Программное обеспечение КИМ предназначено для:

1. выбора типовых стратегий измерения и разработки управляющей программы координатного контроля детали;
2. управления циклом измерения координат заданного массива точек, принадлежащих реальным поверхностям детали;

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

3. математической обработки результатов измерения и расчетов заданных линейно-угловых параметров (размеров, отклонений формы и расположения);
4. проведения статистических расчетов, оформления протоколов, хранения и поиска метрологической информации;
5. проведения типовых процедур координатной метрологии: калибровки измерительных головок (ИГ) и измерительных наконечников (ИН), математического базирования для определения положения системы координат детали (СКД) в рабочем пространстве КИМ, поверки и калибровки для определения соответствия фактических метрологических характеристик КИМ нормируемым и так далее.

Основными критериями выбора определённой модели контрольно-измерительной машины (далее – КИМ) являются:

1. величина рабочей зоны;
2. погрешность измерения;
3. система координат;
4. возможность использования КИМ в цеху.

Исходя из габаритных размеров и точностных параметров детали «Стержень заслонки» выберем КИМ. В таблице 41 приведены характеристики трёх наиболее подходящих КИМ.

Измерение детали можно произвести на следующих машинах:

1. DEA Global Classic (рисунок 42);
2. Carl Zeiss Contura G2 (рисунок 43);
3. Wenzel XOrbit 55 (рисунок 44).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |



Рисунок 42 – КИМ DEА Global Classic



Рисунок 43 – КИМ Carl Zeiss Contura G2

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |



Рисунок 44 – КИМ Wenzel XOrbit 55

Таблица 41 – Сравнение основных технических характеристик выбранных КИМ

| Характеристика | Название КИМ | | |
|---|--------------------|----------------------|------------------|
| | DEA Global Classic | Carl Zeis Contura G2 | Wenzel XOrbit 55 |
| Максимально допустимый диапазон измерений по осям X/Y/Z, мм | 500/500/500 | 700/700/600 | 500/700/500 |
| Погрешность линейного измерения MPE_p , мкм | 1,9 | 1,8 | 2,5 |
| Погрешность линейного измерения MPE_E , мкм | $1,9+L/300$ | $1,8+L/300$ | $2,7+L/300$ |
| Максимальная скорость сканирования, мм/с | 200 | 200 | 300 |
| Повторяемость позиционирования в одной точке, мкм | 1,9 | 1,6 | - |

Произведем проверку КИМ по точности. Самым точным линейным размером по допуску является 26($\pm 0,04$). Самым точным диаметральной – 18E9($\begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,075 \end{smallmatrix}$)

Определим точность измерений машиной КИМ DEA Global Classic данных параметров с учетом того, что $MPE_p = 1,9 + L/300$ и сравним ее с точностью контролируемого параметра:

$$\Delta 26(\pm 0,04) = \pm(1,9 + 26/300) = \pm 1,986 \text{ мкм}$$

$$T\Delta 26(\pm 0,04) = 3,972 < 100 \text{ мкм}$$

$$\Delta 18E9 = \pm(1,9 + 18/300) = \pm 1,96 \text{ мкм}$$

$$T\Delta 18E9 = 3,92 < 25 \text{ мкм}$$

Определим точность измерений машиной КИМ Carl Zeis Contura G2 данных параметров с учетом того, что $MPE_p = 1,8 + L/300$ и сравним ее с точностью контролируемого параметра:

$$\Delta 26(\pm 0,04) = \pm(1,8 + 26/300) = \pm 1,886 \text{ мкм}$$

$$T\Delta 26(\pm 0,04) = 3,772 < 100 \text{ мкм}$$

$$\Delta 18E9 = \pm(1,8 + 18/300) = \pm 1,86 \text{ мкм}$$

$$T\Delta 18E9 = 3,72 < 25 \text{ мкм}$$

Определим точность измерений машиной КИМ Wenzel XOrbit 55 данных параметров с учетом того, что $MPE_p = 2,7 + L/300$ и сравним ее с точностью контролируемого параметра:

$$\Delta 26(\pm 0,04) = \pm(2,7 + 26/300) = \pm 2,786 \text{ мкм}$$

$$T\Delta 26(\pm 0,04) = 5,572 < 100 \text{ мкм}$$

$$\Delta 18E9 = \pm(2,7 + 18/300) = \pm 2,76 \text{ мкм}$$

$$T\Delta 18E9 = 2,76 < 25 \text{ мкм}$$

Исходя из данных таблицы и произведенных расчетов, выбираем Carl Zeis Contura G2, так как она имеет оптимальную рабочую зону и наибольшую точность среди других КИМ. Подробные характеристики выбранной КИМ Carl Zeis Contura G2 представлены в таблице 42.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 42 – Подробные характеристики машины Carl Zeis Contura G2

| Наименование | Единица измерения | Величина |
|--|--------------------------------------|----------------|
| Диапазон измерений | X (мм) Y (мм) Z (мм) | 700x700x600 |
| Габаритные размеры КИМ | ширина (мм) длина(мм) высота (мм) | 1430x1525x2800 |
| Масса КИМ | (кг) | 1280 |
| Допустимая масса измеряемой детали | (кг) | 560 |
| Предел допускаемой абсолютной погрешности MPEp | (мкм) | 1,8 + L/200 |
| Предел допускаемой абсолютной погрешности MPEe | (мкм) | 1,8 |
| Максимальная скорость перемещения машины | (мм/с) | 1000 |
| Разрешающая способность измерительной системы | (мкм) | 0,5 |
| Максимальная потребляемая мощность | (Вт) | 800 |
| Частота | (Гц) | 50 / 60 |
| Питание | (В) | 115/230 |
| Диапазон температур при поверке | °C | 20±2 |

Для сбора массива координат точек на КИМ должна быть оснащена измерительной головкой (ИГ). В зависимости от конструкции ИГ может обеспечивать контактный или бесконтактный способ измерения.

В качестве ИГ, не оснащенной механизмом поворота можно использовать измерительные головки фирмы Renishaw. Это ИГ SP80 и MH20i, сравнительный анализ которых представлен в таблице 43.

Исходя их табличных данных можно сделать вывод, что выбранные ИГ обладают идентичными техническими показателями, однако Renishaw MH20i более универсальны. Поэтому для КИМ выбирается Renishaw MH20i (рисунок 44).

Таблица 43 – Технические характеристики измерительных головок Renishaw

| Техническая характеристика | SP80 | MH20i |
|--------------------------------------|--|--|
| Методика оцупывания | Пассивная сканирующая измерительная головка | Универсальный активный метод сканирования |
| Погрешность линейного измерения, мкм | 1,6 + L/333 | 1,6 + L/333 |
| Интенсивность измерения | до 2 с/точка; до 200т/с (методом сканирования) | до 2 с/точка; до 200т/с (методом сканирования) |
| Длина ИН, макс | 1000 мм | 600 мм |
| Вес ИН, макс | 500 г | 500 г |
| Мин. диаметр измерительной сферы | 0,6 мм | 0,4 мм |



Рисунок 44 – Измерительная головка Renishaw MH20i

До недавнего времени практически все измерительные наконечники для ИГ КИМ выпускались на одной производственной площадке в Швейцарии по заказу и под торговой маркой мировых лидеров в производстве ИГ и КИМ.

Среди них наиболее известны такие фирмы, как:

1. RENISHAW (Великобритания);
2. Leitz (Германия);
3. TESASTAR (Швейцария);
4. Zeiss (Германия).

Компания RENISHAW кроме ИН для своих ИГ распространяет несколько серий измерительных наконечников. В зависимости от конструктивных особенностей и размеров измеряемых поверхностей, зон расположения точек касания или траекторий сканирования из каталога выбираются один или несколько ИН. Основной принцип выбора – измерения желательно проводить максимально жестким ИН (стержень длиной 50-100 мм, диаметр сферы контактного элемента (КЭ) ИН не менее 5 мм). Таким или более жестким наконечником измеряют все возможные поверхности детали. Для оставшихся поверхностей (отверстия малого диаметра, глубокие отверстия, узкие пазы и т.д.) приходится применять менее оптимальные ИН. Влияние на выбор материала КЭ ИН оказывает и материал детали. Например, КЭ ИН из синтетического рубина не рекомендуется применять при сканировании деталей из алюминия (чтобы исключить химическое взаимодействие при касании, т.к. основу синтетического рубина составляет оксид алюминия).

Выбираются два различных наконечника (и один удлинитель при использовании конфигурации «звездочка», для головки Renishaw SP80):

1. А-5003-2290 (ИН для вертикального положения, диаметр шарика 6 мм, длина 100 мм);
2. А-5003-4784 (ИН для положения под углами, диаметр шарика 6 мм, длина 75 мм);
3. А-5003-2283 (удлинитель для ИН длиной 110 мм);
4. А-5003-4789 (центр звездообразной конфигурации ИН из карбида вольфрама).

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

У выбранных наконечников сфера из синтетического рубина, стержни из углеродного волокна, внешний вид и габаритные размеры представлены на рисунках 45 и 46 соответственно.

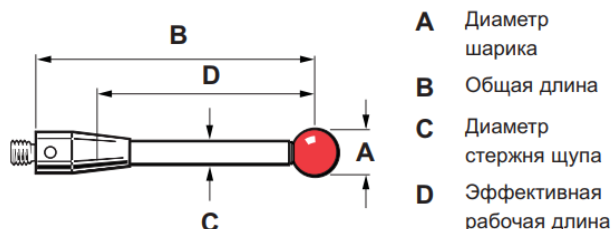


Рисунок 45 – Принципиальная схема ИН А-5003-2290 и А-5003-4784



Рисунок 46 – Принципиальные схемы прочих элементов

Выбор фиксированных позиций поворотной ИГ

Для проведения измерений на КИМ контактным методом необходимо выбрать фиксированные позиции ИГ и ИН так, чтобы в процессе измерения КИМ могла за один установ детали на столе смогла собрать массивы координат точек с наибольшего количества поверхностей.

Чтобы проконтролировать необходимые параметры изделия, целесообразно вместо измерительного наконечника сложной геометрической конфигурации использовать поворотную головку в трех положениях. Данная поворотная головка (рисунок 41) имеет два угла поворота в горизонтальной плоскости (β) и угол поворота в вертикальной плоскости (α).

Углы поворота измерительной головки для трех положений занесены в таблицу 47.

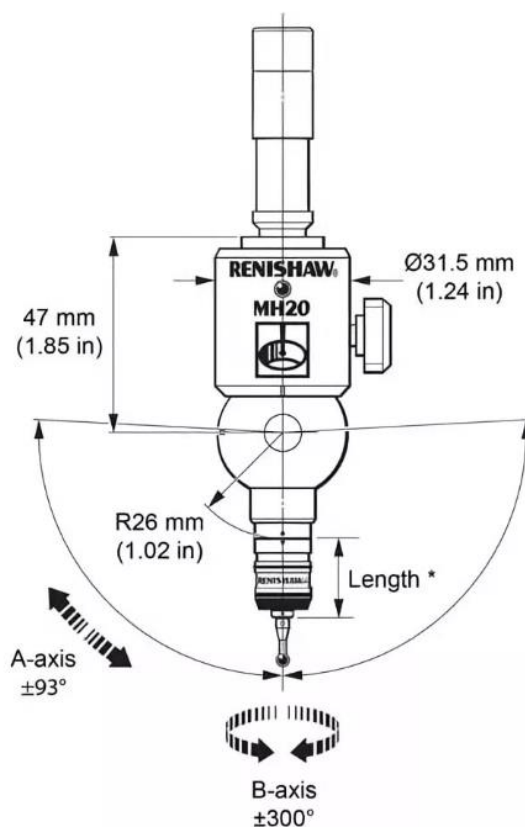


Рисунок 47 – Поворотная головка Renishaw MH20i

Таблица 44 – Координаты углов поворотного устройства Renishaw MH20i для контроля заданной детали

| Номер положения | Угол α | Угол β |
|-----------------|---------------|--------------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 90 | 0 |
| 3 | 90 | 90 |

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали

Технологической основой автоматизации является теория производительности, разработанная известным ученым Г.А. Шаумяном еще в 1930-е годы. В теории производительности устанавливаются связи между техническими и экономическими показателями автоматизации. Не раскрывая существа этих связей, отметим, что теория производительности позволила определить основные направления развития автоматизации производства, которые в настоящее время можно сформулировать следующим образом:

1. повышение технологичности конструкции машин и их агрегатов;
2. создание технологических процессов и выбор оборудования с оптимальной концентрацией простейших операций;
3. широкое применение автоматических (автоматизированных) линий и гибких производственных систем как основы автоматизации массового, серийного и мелкосерийного производства;
4. автоматизация загрузки технологического оборудования транспортировки и контроля объекта производства в технологических процессах, а также устранения отходов;
5. автоматизация управления технологическими и производственными процессами.

Вывод: проанализировав вышеперечисленные направления автоматизации мною был выбран токарный станок с ЧПУ, имеющий контршпиндель, что позволило изготовить деталь за одну операцию и максимально повысить концентрацию переходов. Была автоматизирована загрузка оборудования посредством промышленного робота и автоматизирован контроль детали, которую контролирует КИМ. Так же изделие транспортируется с помощью крана-штаблера, что позволило исключить ручной труд по транспортировке.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

Для дальнейшего определения числа подвижных транспортных механизмов АТСС, расчета времени перемещения заготовок, а так же определения более рационального размещения оборудования необходимо узнать примерный маршрут движения заготовок при обработке на станках ГПУ. Для этого осуществим планировку станочной и складской систем комплекса.

Первый вариант расположения оборудования представлен на рисунке 48.

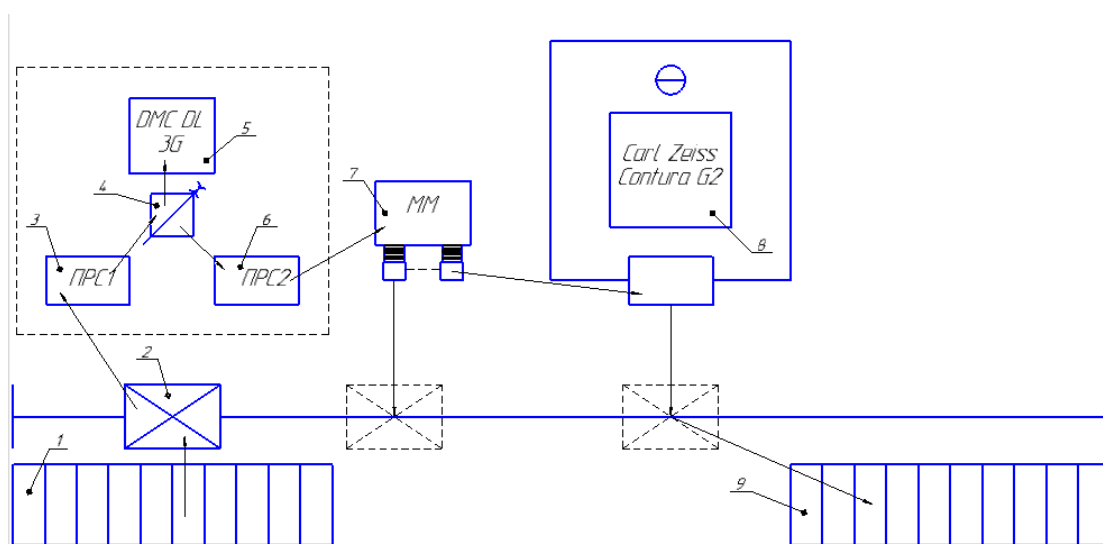


Рисунок 48– Схема расположения станков

На данной схеме показано перемещение заготовок со склада заготовок краном – штабелером в накопитель на приемно-раздаточный стол (ПРС1), робот манипулятор устанавливает заготовку на станок.

После обработки робот снимает ее со станка и ставит на приемно-раздаточный стол (ПРС2), далее кран – штабелер берет заготовку с ПРС2 доставляет на моечную операцию, а после увозит на участок контроля.

Далее деталь при помощи крана – штабелера доставляется на склад готовой продукции.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

15.03.05.2018.288.00.ПЗ

Лист

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 45).

Таблица 45 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

| Перемещение детали | Склад заготовок | КШ | ПРС1 | ПРС2 | DMC DL 3G | ПРС2 | ММ | КИМ | Склад готовой продукции |
|-------------------------|-----------------|------|------|------|-----------|------|-----|------|-------------------------|
| Склад заготовок | | 600 | | | | | | | |
| КШ | | | 1700 | | | | | 3475 | |
| ПРС1 | | | | 525 | | | | | |
| ПРС2 | | | | | 1000 | | | | |
| DMC DL 3G | | | | | | 525 | | | |
| ММ | | | | | | | 500 | | |
| КИМ | | 1825 | | | | | | | |
| Склад готовой продукции | | | | | | | | | 4200 |

Условные обозначения:

1. КШ – кран – штабелер;
2. ПРС1 – приемно– раздаточный стол 1;
3. ПРС2 – приемно– раздаточный стол 2;
4. ПРС – промышленный робот
5. ММ – моечная машина;
6. КИМ – контрольно-измерительная машина.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Суммарное перемещение при такой компоновки ГПС равно 14350

мм.

Второй вариант расположения оборудования представлен на рисунке

49.

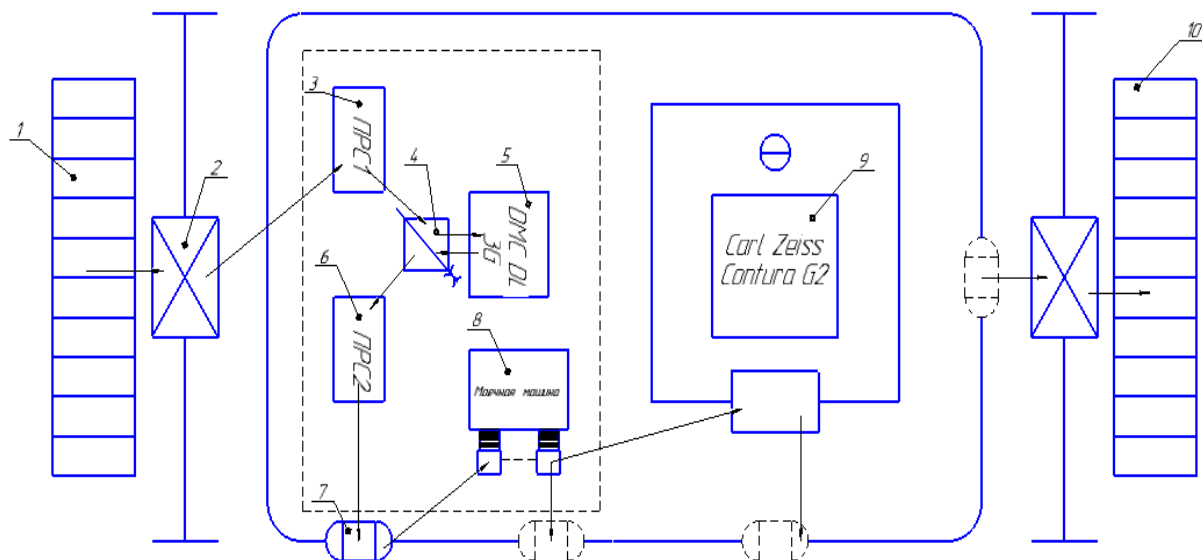


Рисунок 49– Вторая схема расположения станков

На второй схеме показано перемещение заготовок со склада заготовок краном – штабелером в накопителе на приемо-раздаточный стол 1 (ПРС1) , промышленный робот (ПР) устанавливает заготовку на станок. После обработки снимает ее со станка и ставит на приемо-раздаточный стол 2 (ПРС2), далее робокар берет заготовку с приемо-раздаточного стола 2 и перемещает деталь на моечную операцию. После моечной машины при помощи робокара деталь попадает на контрольно-измерительную машину (КИМ). С КИМ робокар подвозит деталь к крану-штабеллёру, а кран – штабелер помещает деталь на склад готовой продукции.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 46).

Таблица 46 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

| Перемещение детали | Склад заготовок | КШ | ПРС 1 | ПР | DMC DL 3G | ПРС 2 | РК | ММ | КИМ | Склад готовой продукции |
|-------------------------|-----------------|------|-------|------|-----------|-------|------|-----|------|-------------------------|
| Склад заготовок | | 1100 | | | | | | | | |
| КШ | | | 2100 | | | | | | | |
| ПРС1 | | | | 825 | | | | | | |
| ПР | | | | | 1000 | 825 | | | | |
| DMC DL 3G | | | | 1000 | | | | | | |
| ПРС2 | | | | | | | 1925 | | | |
| РК | | | | | | | 800 | 800 | | |
| ММ | | | | | | | | | 3100 | |
| КИМ | | 1000 | | | | | 1400 | | | 1100 |
| Склад готовой продукции | | | | | | | | | | |

Условные обозначения:

1. КШ – кран – штабелер;
2. ПРС1 – приемно– раздаточный стол 1;
3. ПРС2 – приемно– раздаточный стол 2;
4. РК – робокар;
5. ПР – промышленный робот;
6. ММ – моечная машина;
7. КИМ – контрольно-измерительная машина.

Суммарное перемещение при такой компоновки ГПС равно 16975 мм.

Исходя из расчетов, выбираем первую схему расположения станков.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы (промышленные роботы, накопители, транспортные системы, складские системы)

В качестве вспомогательного оборудования применим промышленного робота. Промышленный робот – автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций [ГОСТ 25686-85].

Для загрузки и разгрузки робокаров, для снятия и установки заготовки и готовой детали на токарный станок с ЧПУ DMC DL 3G используем робот-манипулятор Fanuc M-20iA/17L (рисунок 50).



Рисунок 50 – Робот-манипулятор Fanuc M-20iA/17L

Этот легкий и компактный шестиосевой робот для монтажа с полным запястьем, разработанный для установки в ограниченных пространствах, прекрасно подходит для выполнения операций загрузки-разгрузки различных материалов.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

Роботы серии M-20iA предлагают пользователю огромные возможности по перемещению и манипулированию любыми грузами весом до 20 кг. Роботы имеют большую зону досягаемости - 1811 мм (до 2009 мм для версии с длинной рукой), высокие скоростные характеристики и точность позиционирования. Это делает данных роботов идеальным выбором для высокоскоростного перемещения объектов и обслуживания станков. Также благодаря большой зоне досягаемости роботы серии M-20iA могут быть использованы в решениях по дуговой сварке, лазерной и плазменной резке, шлифовке, зачистке, полировке, нанесению клея и герметиков.

Для управления роботами серии M-20iA могут применяться как компактные контроллеры FANUC R-30iA Mate, так и полноразмерные контроллеры R-30iA, которые позволяют использовать многие дополнительные функции, такие как подключение дополнительных осей. Оба контроллера поддерживают множество интеллектуальных функций, таких как интегрированная система технического зрения FANUC iRVision и система защиты Double Check Safety (DCS).

Для захвата детали необходим рабочий орган – схват промышленного робота. Поверхностями для захвата и базирования на детали являются поверхность диаметром $\varnothing = 12$ мм. 3D модель схвата промышленного робота представлен на рисунке 45.

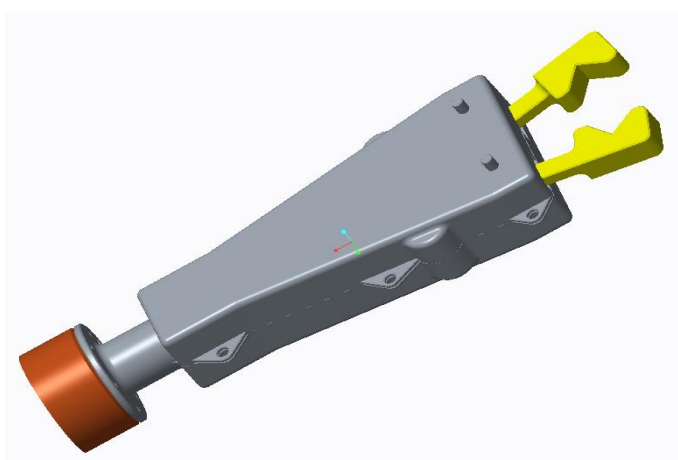


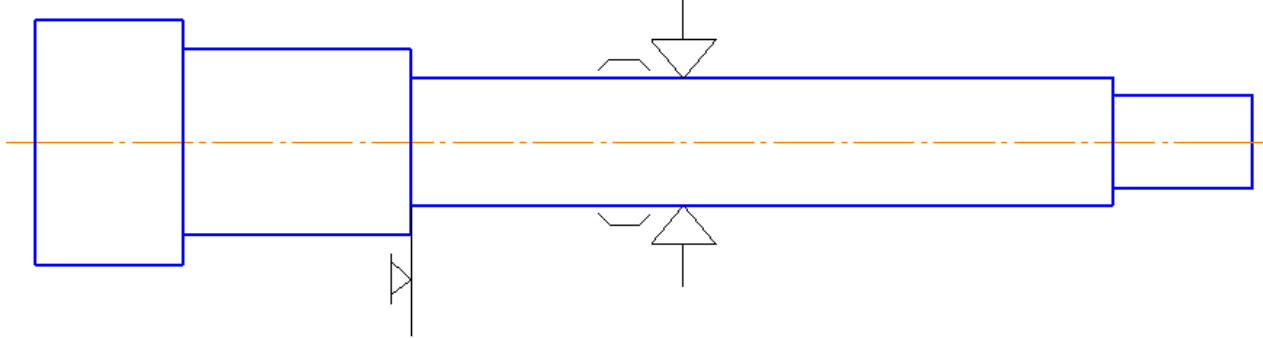
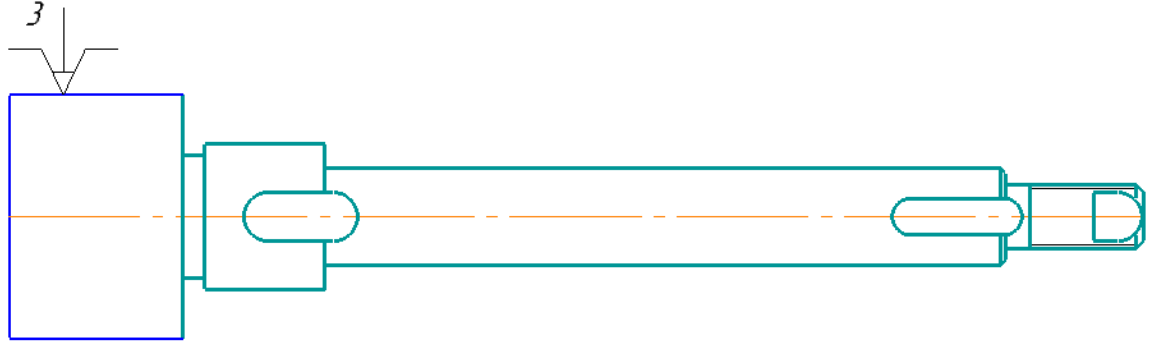
Рисунок 45 – Готовая 3D модель схвата

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе

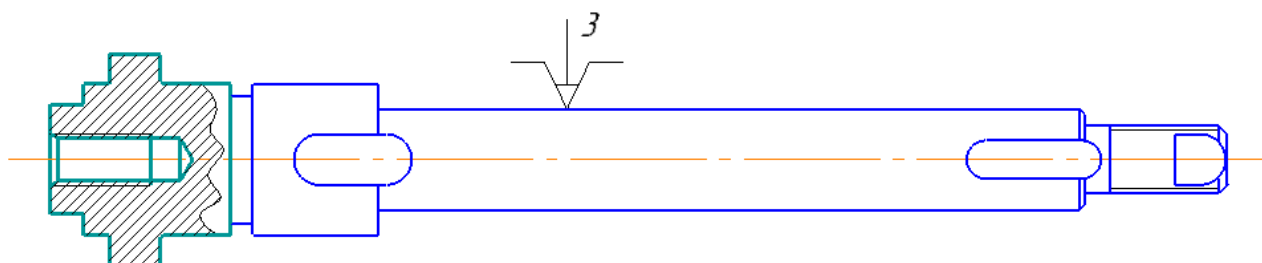
Рассмотрим схемы базирования заготовки для детали «Стержень заслонки». Схемы базирования заготовки на операциях изображены в таблице 47.

Таблица 47 – Схемы базирования заготовки на операциях

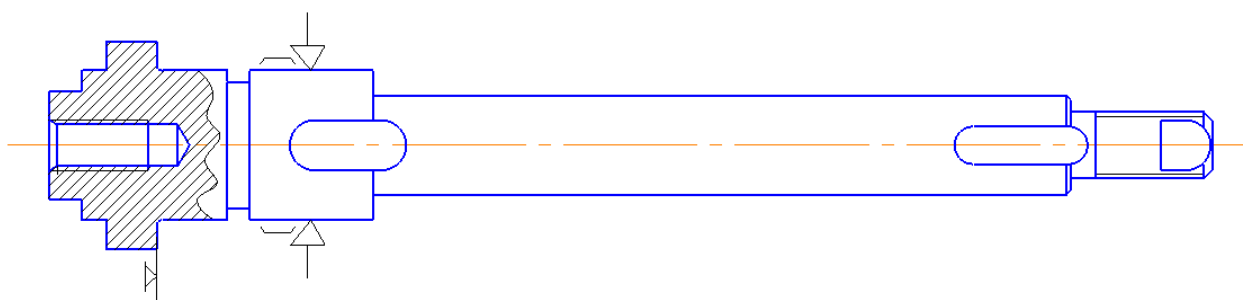
| Название операции, схема базирования и закрепления |
|--|
| <p data-bbox="225 674 1485 775">Оп. 005 Комплексная с ЧПУ (базирование заготовки в промышленном роботе)</p>  |
| <p data-bbox="225 1290 1485 1391">Оп. 005 Комбинированная с ЧПУ, переход А (базирование в трёхкулачковом патроне)</p>  |

Окончание таблицы 47

Оп. 005 Комбинированная с ЧПУ, переход Б (базирование в трёхкулачковом патроне)



Оп. 005 Комбинированная с ЧПУ (базирование заготовки в промышленном роботе)



4.5 Анализ производительности автоматизированной системы

Автоматизированная система производительна, так как сокращено время обработки детали за счет сокращения времени на установку и снятия, времени контроля и времени перемещения детали. Так же уменьшилось количество операций, холостых и рабочих ходов, повысились режимы резания. Всё это позволило сократить время и повысить производительность.

5 ОРГАНИЗАЦИОННО – ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

5.1 Расчёт основных показателей механического цеха

5.1.1 Трудоёмкость механической обработки (станкоёмкость), слесарно-сборочных работ (узловой сборки) и общей сборки на конвейере

Трудоёмкость механической обработки одного изделия задана в исходных данных в станкочасах.

Для подсчета трудоемкости механической обработки всей программы выпуска изделий необходимо умножить станкоёмкость механической обработки одного изделия на количество изделий:

$$T_{и} = T_{с} \cdot П, \quad (37)$$

где $T_{и}$ – общее количество станкочасов, затрачиваемых на всю годовую программу;

$T_{с}$ – станкоёмкость одного изделия (7,741 мин);

$П$ – программа выпуска изделий в год (1000 шт).

Таким образом:

$$T_{и} = 7,741 \cdot 1000 = 7741 \text{ мин} = 129 \text{ ч.}$$

5.1.2 Режим работы цеха, фонды времени

Машиностроительные предприятия относятся к прерывному производству. При проектировании большинства механических цехов принимается двухсменный режим при пятидневной рабочей неделе. При этом необходимо учитывать, что установленная законом длительность рабочей недели – 40 часов, время на обед не входит.

Действительное (расчетное) годовое число часов работы одного станка при работе в одну смену (действительный годовой фонд времени станка) определяется:

$$F_{д} = F \cdot k, \quad (38)$$

где F – номинальный годовой фонд времени при работе в одну смену, равный произведению продолжительности рабочей смены в часах (8 ч) на число рабочих дней в году (в 2018 год 247 рабочих дней);

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

k – коэффициент использования номинального фонда времени.

Коэффициент использования номинального фонда времени оборудования, учитывающий время простоя его в ремонте, принимается в процентах от номинального фонда времени и зависит от режима работы цеха: при работе в одну смену 2 % ($k=0,98$), при работе в две смены 3 % ($k=0,97$), при работе в три смены 4 % ($k=0,96$). Для станков свыше 30 категории ремонтной сложности при работе в две смены 6 % ($k=0,94$), при работе в три смены 10 % ($k=0,9$).

Таким образом, действительное годовое число часов работы станка:

$$F_{д}=247 \cdot 8 \cdot 0,97=1916,72 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы рабочего определяется:

$$F_{др}=F_{р} \cdot k_{р}, \quad (39)$$

где $F_{р}$ – номинальный годовой фонд времени рабочего (определяется так же, как и для оборудования);

$k_{р}$ – коэффициент использования номинального фонда времени рабочего, учитывающий время отпуска и невыход рабочего по уважительным причинам, принимается в размере 11 % от номинального фонда времени ($k=0,89$).

Таким образом, действительный годовой фонд работы рабочего будет равен:

$$F_{др}=247 \cdot 8 \cdot 0,89=1758,64 \text{ ч.}$$

5.1.3 Определение типа производства и величины такта выпуска изделий

В соответствии с ГОСТ 14004-83 показателем для определения типа производства является коэффициент закрепления операций $K_{з.о}$:

$$K_{з.о} = \frac{Ч_о}{С_{п}}, \quad (40)$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

где $Ч_0$ – число технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца цехом или участком;

C_{Π} – число рабочих мест.

Согласно ГОСТ 14004-83 коэффициент $K_{3,0}=1$ для массового производства; $1 \leq K_{3,0} \leq 10$ – крупносерийное; $10 \leq K_{3,0} \leq 20$ – среднесерийное; $20 \leq K_{3,0} \leq 40$ – мелкосерийное; $K_{3,0} = \infty$ – единичное;

При укрупненном проектировании для определения типа производства можно воспользоваться таблицей 48.

Обработка деталей в массовом и крупносерийном производствах осуществляется на непрерывно-поточных, а в среднесерийном – переменнo-поточных и групповых линиях, такт выпуска которых определяется по формуле:

$$t_{\text{вып}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot m \cdot k_{\text{н}}}{\Pi}, \quad (41)$$

где $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени станка при работе в одну смену (1916,72 ч);

m – число рабочих смен в сутки (2 смены);

$k_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на организацию технологического процесса (переналадки с одного наименования детали на другое, подналадку оборудования и т.д., $K_{\text{н}}=0,8 \dots 0,9$);

Π – годовая программа выпуска изделий (1000 шт).

Таким образом, такт выпуска:

$$t_{\text{вып}} = \frac{60 \cdot 1916,72 \cdot 2 \cdot 0,85}{1000} = 195,5 \text{ мин.}$$

Таблица 48 – Примерное количество изделий, выпускаемых в течение года при различных типах производства

| Трудоемкость изделия в часах | Тип производства | | | | |
|------------------------------|---|---------------|----------------|----------------|------------|
| | Единичное | Мелкосерийное | Среднесерийное | Крупносерийное | Массовое |
| | Количество изделий по годовой программе | | | | |
| Свыше 10000 | До 10 | 10-25 | 25-100 | Свыше 100 | - |
| 1000-10000 | До 20 | 20-50 | 50-250 | 250-5000 | Свыше 5000 |

Окончание таблицы 48

| | | | | | |
|----------|--------|---------|----------|------------|-------------|
| 100-1000 | До 40 | 40-100 | 100-500 | 500-10000 | Свыше 10000 |
| 10-100 | До 60 | 60-150 | 150-750 | 450-15000 | Свыше 15000 |
| 1-10 | До 100 | 100-250 | 250-150 | 150-30000 | Свыше 30000 |
| До 1 | До 150 | 150-500 | 500-3000 | 3000-50000 | Свыше 50000 |

5.1.4 Состав участка цеха

В зависимости от принятой схемы организации производства и характера выпускаемого изделия в состав цеха могут входить различные отделения и участки. В общем случае в состав цеха входят:

1. производственные отделения и участки;
2. вспомогательные отделения и участки;
3. служебные помещения;
4. бытовые помещения;
5. помещения общественных организаций.

К производственным отделениям относятся отделения (участки) для непосредственного осуществления технологических процессов обработки деталей, сборки подузлов, узлов и общей сборки, а также окраски, испытания, консервации и упаковки готовых изделий.

Вспомогательные отделения и участки используются для ремонта оборудования, технологической оснастки, заточки инструментов, обслуживания основного производства, размещения цеховых отделов контроля, хранения и выдачи основных и вспомогательных материалов, заготовок, деталей, инструментов и др.

К служебным помещениям относятся помещения для технической части цеха, административно-технического персонала.

Бытовые помещения служат для размещения гардеробных, уборных, умывальных, душевых, курительных и другие.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| | | | | | | |

5.2 Расчёт основных показателей механического отделения

5.2.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования

механического отделения и разбивка его по видам

Определение необходимого (расчетного) количества станков S для механических участков при укрупненном проектировании осуществляется по трудоемкости годового выпуска изделий $T_{и}$, действительному фонду времени работы станка при работе в одну смену $F_{д}$ и режима работы цеха (количества рабочих смен в сутки) m по следующей формуле:

$$S = \frac{T_{и}}{F_{д} \cdot m \cdot \eta_{з}} \quad (41)$$

S с учетом среднего значения коэффициента загрузки оборудования $\eta_{з}$ для различных типов производства (единичное, мелкосерийное $\eta_{з}=0,8...0,9$; среднесерийное $\eta_{з}=0,75...0,85$; крупносерийное, массовое $\eta_{з}=0,65...0,75$).

Если количество станков получается дробным, число округляется до целого в сторону увеличения.

Таким образом, количество станков для механической обработки будет равно:

$$S = \frac{129}{1916,72 \cdot 2 \cdot 0,7} = 0,048 \approx 1 \text{ шт.}$$

5.2.2 Расчет численности работающих в цехе

Состав и численность работающих в цехах механосборочного производства определяется характером производственного процесса и степенью его автоматизации, а также уровнем специализации вспомогательных служб и другими факторами.

Общее количество участвующих в работе механосборочного цеха состоит из производственных (основных) рабочих, вспомогательных (подсобных) рабочих, инженерно-технических работников, счетно-конторского персонала (служащих) и младшего обслуживающего персонала.

К производственным рабочим относят:

1. станочников и наладчиков оборудования;
2. слесарей;

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

3. мойщиков и других работников, занятых непосредственно выполнением операции технологического процесса обработки заготовок и сборки машин.

К вспомогательным рабочим относят:

1. транспортных и складских рабочих цеха;
2. рабочих вспомогательных служб цеха;
3. операторов механизмов по уборке стружки, производственных помещений, контролеров.

К инженерно-техническим работникам относят:

1. начальники цеха;
2. инженера-технологи;
3. инженера-конструктора;
4. экономисты;
5. формовщики;
6. диспетчера;
7. механики.

К служащим относят работников бухгалтерии, осуществляющих расчеты, относящиеся к данному цеху.

К младшему персоналу относят:

1. операторы уборочных машин/уборщики;
2. рабочие административно-конторских и санитарно-бытовых помещений;
3. работники заводских хранилищ/архивов.

5.2.3 Определение количества производственных рабочих механического отделения

В серийном производстве число производственных рабочих определяется для каждой поточной линии отдельно, исходя из числа станков в линии, рабочих смен и планировки оборудования, т.е. возможности многостаночного обслуживания.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

Расчет численности рабочих станочников осуществляется по принятому числу станков, по формуле:

$$R_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot m \cdot S \cdot \eta_{\text{з}} \cdot k_{\text{р}}}{F_{\text{др}} \cdot S_{\text{р}}}, \quad (42)$$

где $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы станков в одну смену ($F_{\text{д}} = 1916,72$ ч);

m – количество смен (2 смены);

S – количество станков (1 шт);

$\eta_{\text{з}}$ – среднее значение коэффициента загрузки станков (принимают 0,65 – 0,75);

$k_{\text{р}}$ – коэффициент, определяющий трудоемкость ручных работ (средняя величина $k_{\text{р}}$ для массового и крупносерийного производства равна 1,02, для среднесерийного и мелкосерийного – 1,05).

$F_{\text{др}}$ – действительный годовой фонд времени рабочего (1758,64 ч);

$S_{\text{р}}$ – количество станков, на которых может работать одновременно один рабочий.

В зависимости от типа производства $S_{\text{р}}$ принимается:

- 1...1,35 – единичное/мелкосерийное производство;
- 1,3...1,5 – среднесерийное производство;
- 1,9...2,2 – крупносерийное производство;
- 0...5 – поточно-массовое производство.

Таким образом, число рабочих станочников будет равным:

$$R_{\text{ст}} = \frac{1916,72 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,02}{1758,64 \cdot 2} = 0,77 \approx 1 \text{ человек}$$

5.2.4 Определение потребного количества вспомогательных рабочих младшего обслуживающего персонала (МОП), счетно-конторского персонала и инженерно-технических работников (ИТР) механического отделения

При укрупненных расчетах количество вспомогательных рабочих определяется в процентном соотношении от численности производственных

рабочих по статическим данным. Для любого типа производства 20-25% от производственных рабочих:

$$R_B = 20 \dots 25\% \cdot (R_{ст} + R_{сл}) \quad (43)$$

Подставляя, получим:

$$R_B = 22\% \cdot (1 + 0) = 1 \text{ человек}$$

Численность ИТР определяется от числа основных станков цеха. Для массового производства 20-15%, для крупносерийного 21-15%, для среднесерийного 22-16%, для мелкосерийного/единичного производства 24-18%.

$$R_{ИТР} = 21\dots15\% \cdot S \quad (44)$$

Таким образом, число работников ИТР:

$$R_{ИТР} = 18\% \cdot 1 = 1 \text{ человек}$$

Количество служащих при укрупненных расчетах принимается в процентном отношении от числа производственных рабочих.

Для массового производства 0,6-0,4%, для крупносерийного производства 0,8-1,6%, для среднесерийного производства 1,1-1,9%, для единичного производства 1,4-2,2%.

$$R_{служ} = 0,8\dots1,6\% \cdot (R_{ст} + R_{сл}) \quad (45)$$

$$R_{служ} = 1,2\% \cdot (1 + 0) = 1 \text{ человек}$$

Численность МОП определяется по нормам проектирования: 1 человек на 500-600 м² площади обслуживаемых помещений или 2-3% от общего числа рабочих:

$$R_{МОП} = 2\dots3\% \cdot (R_{ст} + R_{сл} + R_B) \quad (46)$$

Таким образом, численности МОП:

$$R_{МОП} = 2,5\% \cdot (1 + 0 + 1) = 1 \text{ человек.}$$

5.3 Расчет производственной площади механического отделения

При детальном проектировании цеха, производственная площадь, занимаемая механическим отделением, определяется на основании разработанного плана расположения всего оборудования, рабочих мест, проездов, проходов и так далее.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

В случае укрупненного проектирования производственная площадь отделения определяется по удельной площади, приходящейся на 1 станок. В среднем она составляет: для малых станков 10–12 м², средних 15–25 м², крупных 25–70 м², особо крупных 70–200 м² на станок.

С учетом типа размеров станка площадь можно посчитать по формуле:

$$F_{\text{ст}} = \sum_{i=1}^{n=3} S_i \cdot f, \quad (47)$$

где S_i – принятое число станков данного типоразмера;

f – удельная производственная площадь, приходящаяся на 1 станок данного типоразмера.

Поскольку все станки среднего типа размера, площадь, занимаемая станками определяется:

$$F_{\text{ст}} = S \cdot 15 \dots 25 \quad (48)$$

Подставляя, получим:

$$F_{\text{ст}} = 1 \cdot 20 = 20 \text{ м}^2$$

5.4 Сводная ведомость на всех работающих в механическом отделении с разделением по сменам

На основе проведенных расчетов составляется сводная ведомость на всех работающих в механическом и сборочном отделениях с разделением по сменам. Форма ведомости представлена в таблице 49.

Таблица 49 – Рабочий состав цеха

| № п/п | Категория работающих | Обоснование расчета | Численность работающих, человек | |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------|
| | | | 1 смена | 2 смена |
| Механосборочное отделение | | | | |
| 1 | Станочники ($R_{\text{ст}}$) | Расчетная формула | 1 | 1 |
| 2 | Слесари ($R_{\text{сл}}$) | В % от станочников | 0 | 0 |
| 3 | Всего основных (R_0) | $R_0 = R_{\text{сл}} + R_{\text{ст}}$ | 1 | 1 |

Окончание таблицы 49

| | | | | |
|-------------------|---------------------------------|--|----|---|
| 4 | Вспомогательные рабочие (Rвсп) | В % от R _о | 1 | 1 |
| 5 | Младший обслуживающий персонал | В % от (R _о +R _{всп}) | 1 | 1 |
| 6 | Инженерно-технические работники | В % от (R _о +R _{всп}) | 1 | 1 |
| 7 | Счетно-конторский персонал | В % от (R _о +R _{всп}) | 2 | 1 |
| Итого: | | | 7 | 6 |
| Всего работающих: | | | 13 | |

5.5 Проектирование вспомогательного отделения механического цеха

5.5.1 Состав вспомогательного отделения

Вспомогательные отделения, участки и кладовые механосборочного цеха условно можно разделить на четыре группы по их принадлежности и связям к тем или иным хозяйствам цеха.

К первой группе можно отнести отделения и участки, связанные с инструментальным хозяйством.

Ко второй – участки, связанные с обслуживанием оборудования.

К третьей – склады металла, заготовок деталей и вспомогательных материалов.

К четвертой – контрольно-проверочные пункты ОТК завода, измерительные пункты, контрольно-обменные пункты измерительного инструмента.

5.5.2 Мастерская для ремонта приспособления и инструментов

Она предназначена для выполнения среднего и текущего ремонта инструмента и технологической оснастки. Количество станков для мастерской берется в пределах 1,4...4 % от обслуживаемых станков цеха.

Большая процентная величина принимается для цехов с количеством производственных станков до 100, меньшая – для более крупных цехов.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

Таким образом:

$$S_{\text{рим}} = 4\% \cdot S \quad (49)$$

Подставляя, получим:

$$S_{\text{рим}} = 4\% \cdot 1 = 1 \text{ шт.}$$

Общая площадь для станков и слесарной работы определяется из расчета 17–22 м² на один станок мастерской:

$$F_{\text{рим}} = 17 \dots 22 \cdot S_{\text{рим}} \quad (50)$$

Подставляя, получим:

$$F_{\text{рим}} = 20 \cdot 1 = 20 \text{ м}^2$$

Количество рабочих-станочников принимается по числу станков, а слесарей-ремонтников в размере 40–50 % от числа станочников.

Таким образом, рабочих-станочников ($R_{\text{раб.-стан.}}$) будет равно

$$R_{\text{ст рим}} = \frac{1916,72 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 0,7 \cdot 1,02}{1758,64 \cdot 2} = 4 \text{ человека}$$

Подставляя, получим:

$$R_{\text{сл рим}} = 45\% \cdot 4 = 2 \text{ человека.}$$

5.5.3 Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК). Кладовая приспособлений

Служат для снабжения рабочих мест инструментом и приспособлениями.

Площадь склада инструмента определяется из расчета на один металлорежущий станок обслуживаемого цеха в зависимости от типа производства: для массового – 0,3 м², крупносерийного – 0,4 м², среднесерийного – 0,5 м², мелкосерийного – 0,6 м², единичного – 0,7 м² на станок. Таким образом:

$$F_{\text{ИРК}} = 0,4 \cdot S \quad (51)$$

Подставляя, получим:

$$F_{\text{ИРК}} = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ м}^2$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Площадь склада приспособлений принимается равной: для массового производства – $0,1 \text{ м}^2$, крупносерийного – $0,2 \text{ м}^2$, среднесерийного – $0,3 \text{ м}^2$, мелкосерийного – $0,4 \text{ м}^2$, единичного – $0,5 \text{ м}^2$ на один металлорежущий станок:

$$F_{\text{сл}} = 0,2 \cdot S \quad (52)$$

Подставляя, получим:

$$F_{\text{сл}} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ м}^2$$

Площадь кладовой для абразивных инструментов принимают равной $0,4 \text{ м}^2$ на один шлифовальный, заточной и полировальный станок для всех типов производства.

В данном проектировании 1 шлифовальный станок и 1 заточной станок. Таким образом, площадь кладовой для абразивных инструментов будет равна:

$$F_{\text{кл}} = 0,4 \cdot (1 + 1) = 0,8 \text{ м}^2$$

Количество рабочих в ИРК принимается равным: один человек на 100–200 обслуживаемых станков и один подносчик инструмента на 60–80 станков; в кладовой приспособлений один человек на 200–250 обслуживаемых станков.

5.5.4 Цеховой склад материалов и заготовок

Предназначен для хранения запасов отливок, поковок, штамповок и пруткового материала.

Чаще всего он объединяется с заготовительным отделением.

Площадь склада $F_{\text{с.з}}$ можно определить по следующей формуле:

$$F_{\text{с.з}} = \frac{Q_r \cdot t}{\Phi \cdot q \cdot k_{\text{и}}}, \quad (53)$$

где Q_r – общий черновой вес всех материалов и заготовок, подлежащих обработке в механическом цехе в течение года в тоннах (можно приближенно принимать на 15% больше чистой массы Q , то есть 28 кг);

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

t – количество дней, принятое для образования запаса материалов и заготовок (в зависимости от типа производства: от 2 дней в массовом производстве, до 12 дней в единичном);

Φ – количество рабочих дней в году (247 дней);

q – грузонапряженность пола склада (от 1,5 до 2,5 т/м²);

$k_{и}$ – коэффициент использования площади склада ($k_{и}=0,4\dots0,5$).

Таким образом:

$$F_{с.з} = \frac{28 \cdot 4}{247 \cdot 2 \cdot 0,45} = 250 \text{ м}^2$$

Ориентировочно площадь цехового склада составляет в среднем 10–15 %, а вместе с заготовительным отделением – 15–20 % от площади станочного отделения цеха.

5.5.5 Промежуточный склад

Служит для хранения окончательно обработанных деталей, откуда они поступают на сборку. При поточно-массовом производстве вместо промежуточного склада предусматриваются складочные площадки для хранения готовых деталей в конце поточных линий. Методика расчета площади аналогична вышеприведённой (для расчета вес деталей принимается чистый).

Отличие: масса детали принимается чистой Q , количество дней $t = 0,5-2$ в массовом производстве и от 6 до 10 в единичном производстве, $q = 1-1,5 \text{ т/м}^2$, $k_{и}=0,4$.

Подставляя, получим:

$$F_{п.с} = \frac{25 \cdot 1}{247 \cdot 1,3 \cdot 0,4} = 130 \text{ м}^2$$

Ориентировочно площадь промежуточного склада в среднем составляет 10 % станочной площади.

5.5.6 Межоперационный склад

В межоперационном складе хранятся детали в процессе их изготовления. Площадь межоперационного склада определяется так же, как и

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

склада материалов и заготовок. Отличие состоит в том, что вес берется не черный или чистый, а средний (на 7–8 % больше чистого).

Кроме того, учитывается число заходов (i) и нахождения на складе детали за каждый заход в процессе её изготовления (5-6 раз). $q = 0,9-1,5 \text{ т/м}^2$, $k_i = 0,5$.

Подставляя, получим:

$$F_{\text{м.с}} = \frac{26 \cdot 1}{247 \cdot 1,3 \cdot 0,5} = 70 \text{ м}^2$$

5.5.7 Контрольно-проверочные пункты ОТК

Контрольно-проверочные пункты ОТК, входящие в состав механического цеха, составляют, примерно, 6 м^2 на один пункт. Площадь цеховых измерительных пунктов (лабораторий) определяется исходя из удельной площади на один станок. Она составляет $0,1 \dots 0,2 \text{ м}^2$ на станок, но в целом не менее 25 м^2 на один пункт.

$$F_{\text{отк}} = 0,1 \dots 0,2 \cdot S \quad (54)$$

$$F_{\text{отк}} = 0,15 \cdot 1 = 0,15 \text{ м}^2.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

Определение комплекса мероприятий, которые могут снизить вредное воздействие опасных производственных факторов имеет принципиальное значение. С его помощью можно согласовать индивидуальные характеристики человека и производственной среды.

В условиях взаимодействия рабочих с потенциально опасными механическими объектами можно рассматривать два основных метода:

1. обеспечение недоступности к опасно действующим частям машин и оборудования;
2. применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора (использование ограждений, блокировок, звуковой сигнализации, тормозных и выключающих устройств).

Кроме того, необходимо предусмотреть использование рабочими индивидуальных средств защиты — одежды, обуви, масок, защитных очков и шумозащищающих устройств.

Перед работой следует проверить состояние и крепление режущих инструментов, приводных устройств, ограждений, пусковых, оградительных и заземляющих устройств. Устранить замеченные неисправности.

При подаче материала нужно стоять сбоку от плоскости механизмов так, чтобы в случае обратного удара отброшенный материал не ранил.

Положение тела рабочего должно быть устойчивым, нельзя находиться на колеблющемся основании. Обработываемый материал следует подавать на пилу равномерно, чтобы скорость вращения механизмов не снижалась.

В решении задач защиты от механических опасностей особую роль играет правильное определение границ опасной зоны (ГОСТ 12.0.003—80) .

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

Для этого нужно проанализировать состояние рабочего места с точки зрения возникающих или когда-либо возникавших случаев травмирования.

Габаритные размеры рабочей зоны должны быть строго ограничены, и кроме пространства для необходимых движений могут включать лишь то, которое обеспечивает безопасность.

Воздух производственной среды постоянно подвергается воздействию опасных и вредных факторов, формируемых протекающими в этой среде технологическими процессами. К этим факторам относится выделение пыли, избытков тепла и холода. Для удаления пыли необходимо использовать естественную или механическую местную вентиляцию.

Естественная вентиляция дешева и проста в эксплуатации. Основной ее недостаток заключается в том, что приточный воздух вводится в помещение без предварительного и подогрева, а удаляемый воздух не очищается и загрязняет атмосферу.

Искусственная (механическая) вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами (сетевыми и центробежными); воздух в зимнее время подогревается, в летнее — охлаждается и, кроме того, очищается от пыли.

На производственном участке может быть использовано освещение трех видов:

1. естественное – за счет солнечного излучения (прямого и диффузно – рассеянного света небесного купола);
2. искусственное – за счет источников искусственного света;
3. совмещенное.

Для того чтобы обеспечить условия, необходимые для зрительного комфорта, в системе освещения должны быть реализованы следующие требования:

1. однородное освещение;
2. оптимальная яркость;

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

3. отсутствие бликов;
4. соответствующая контрастность;
5. правильная цветовая гамма;
6. отсутствие мерцания света.
7. раздражающие отражения, которые затрудняют восприятие деталей чрезмерно яркий свет и глубокие тени.

Обучение, инструктаж и проверка знаний по охране труда является важнейшим инструментом обеспечения безопасности труда. Обучение должно осуществляться при профессиональной подготовке специалистов, рабочих и служащих. Согласно ГОСТ 12.0.004—90 [29], предусмотрено проведение пяти видов инструктажа:

1. вводный;
2. первичный;
3. повторный;
4. внеплановой;
5. целевой.

На предприятии регулярно ведется разъяснительная работа о безопасных условиях труда.

Необходимо приобрести аптечки на необходимое количество человек с набором надлежащих медикаментов, перевязочных и других материалов, мазями и пастами для защиты рук работников (аптечка универсальная АПТ010, аптечка промышленная АПТ012).

Для обеспечения здоровых условий труда на предприятии проводится гигиена труда. Благоприятные санитарно-гигиенические условия труда способствуют сохранению здоровья человека и поддержанию устойчивого уровня его работоспособности.

Комплекс рассмотренных выше мероприятий позволит обеспечить безопасные условия труда.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность обеспечивается соблюдением ряда условий. При этом необходимо:

1. учитывать требования нормативной документации.

Так, например, согласно ГОСТ 12.1.038-82, при выборе и расчёте технических устройств и других средств защиты, учитываются три основных параметра: сила тока, протекающего через тело человека, напряжение прикосновения и длительность протекания тока.

Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М-016-01; РД 153-34.0-03.150-00) регулируют такие вопросы как, требования к персоналу, оформление документов, испытания и другое. Например:

- а. при обслуживании электроустановок с напряжением свыше 1000 В единоличная работа разрешена работнику имеющему 4 группу по электробезопасности, такую же группу должен иметь старший по смене, остальные работники могут иметь 3 группу;
- б. при обслуживании электроустановок с напряжением до 1000 В допускается 3 группа по электробезопасности.

Технические требования к электроустановкам изложены в «Правилах устройства электроустановок (ПУЭ)», утвержденных приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 8 июля 2002 года № 204.

2. применять средства индивидуальной защиты.

Электрозащитные средства подразделяются на основные и дополнительные.

Основными называются такие средства, изоляция которых надёжно выдерживает рабочее напряжение электроустановки. При использовании этих средств допускается прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением. К основным электрозащитным средствам при работе с электроустановками напряжением до 1000 В относятся:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки и монтерский инструмент с изолирующими ручками.

Дополнительными называются такие изолирующие средства, которые сами по себе не могут обеспечить безопасности от поражения током. Они являются дополнительной мерой защиты к основным защитным средствам. К дополнительным защитным средствам относятся в электроустановках:

- а. до 1000 В - диэлектрические галоши, коврики и подставки;
- б. напряжением выше 1000 В - диэлектрические перчатки, рукавицы, галоши, боты, коврики и изолирующие подставки.

3. при высоком напряжении использовать защиту расстоянием

При напряжении до 1000 В безопасное расстояние до воздушных линий определяется в 0,6 метра, а для остальных электроустановок не нормируется и определяется отсутствием прикосновения;

4. учитывать, что шаговое напряжение опасно до 20м от точки касания проводника с землёй. В случае попадания в зону действия шагового напряжения, рекомендуется выходить скользящим шагом (не отрывая ног от поверхности земли) так, чтобы ступни ног постоянно соприкасались друг с другом;

5. использовать электроинструмент, работающий при безопасном напряжении тока. При расчёте безопасного напряжения необходимо учитывать:

- а. сопротивление человека, принятое для расчётов равным 1000 Ом;
- б. определение, что безопасным считается электроток такой силы, при которой возможен самостоятельный отрыв человека от электроустановки, находящейся под напряжением (для тока промышленной частоты - 0,01 А, для постоянного тока - 0,05 А).

б. увеличивать сопротивление за счёт изоляции токоведущих частей и изоляции рукояток инструментов. Сопротивление изоляции должно быть не менее числа, указывающего напряжение сети, увеличенного в тысячу раз, но не менее 0,5 МОм.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

Во время работы электроустановок, состояние электрической изоляции ухудшается за счёт нагревания, механических повреждений, влияния климатических условий и окружающей производственной среды (наличие химически активных веществ, негативных температурных режимов и др.). Контроль изоляции проводится периодически (не реже одного раза в три года) с применением специальных устройств (мегаомметров).

При работе с напряжением до 1000 В использовать в качестве средств индивидуальной защиты резиновые перчатки, резиновые коврики, резиновые боты и галоши, а при работе с напряжением более 1000 используются специальные изолирующие штанги и клещи.

7. использовать защитное отключение, срабатывающее в течение не более 0,2 секунды в случае повреждения (пробоя);

8. учитывать, что электрическое разделение сети позволяет повысить сопротивление на её отдельных участках;

9. применять оградительные устройства. Ограждения применяются как сплошные, так и сетчатые. Ограждения должны быть огнестойкими.

10. использовать автоматическую блокировку, обеспечивающую снятие напряжения в случаях несанкционированного проникновения за ограждение;

11. применять сигнализацию (световую, звуковую и др.);

12. использовать организационные меры – организация обучения, инструктирования и проверки знаний электробезопасности, проведение медицинских осмотров, оформление нарядов-допусков ;

13. применять технические средства защиты от электротока:

а. защитное заземление. Корпус прибора (станка) заземляется проводником с сопротивлением менее 0,4 Ом. В случае прикосновения человека к повреждённому корпусу, он не получит удар электротоком, так как сопротивление человека намного больше, чем заземляющего проводника;

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

б. зануление с заземлением нулевого провода генератора. В этом случае корпус прибора (станка) соединён с заземлённым нулевым проводом, имеющим сопротивление менее 4 Ом. При замыкании фазы на корпус произойдёт прерывание электросети, так как сгорят предохранители;

14. следить за состоянием проводников и розеток в рабочих и санитарно-бытовых помещениях.

Учитывая большую потенциальную опасность электрического тока в жизни человека, необходима комплексная защита с периодическим обучением (инструктированием) персонала.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Безопасность людей должна обеспечиваться: планировочными и конструктивными решениями путей эвакуации в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, постоянным содержанием путей эвакуации в надлежащем состоянии, обеспечивающим возможность безопасной эвакуации людей в случае возникновения пожара или другой аварийной ситуации.

Все производственные, административные, вспомогательные, складские, ремонтные помещения, а также стоянки и площадки хранения автотранспортной техники должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (огнетушители, пожарные щиты, установки пожаротушения и т.п.), согласно нормам.

Все помещения предприятия должны быть оборудованы знаками пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-76 "Цвета сигнальные и знаки безопасности" и указателями эвакуации.

Спецодежда работающих должна своевременно подвергаться стирке (химчистке) и ремонту в соответствии с установленным графиком. Работа в промасленной спецодежде запрещается.

Автоцистерны, предназначенные для перевозки

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | |

легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, должны храниться в отдельно стоящих одноэтажных зданиях или на специально отведенных для этой цели открытых площадках.

Во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях на видных местах должны быть вывешены инструкции о мерах пожарной безопасности, а также планы эвакуации работающих и материальных ценностей с указанием мест хранения ключей от всех помещений.

В производственных и административных зданиях должны быть специально отведены места для курения, оборудованные урнами и емкостями с водой.

В производственных и административных зданиях запрещается:

1. курить в местах, не предусмотренных для этой цели;
2. производить работы с применением открытого огня в не предусмотренных для этой цели местах;
3. пользоваться открытыми источниками огня для освещения во время технических осмотров, проведения ремонтных и других работ; оставлять в автомобиле промасленные обтирочные материалы и спецодежду по окончании работы;
4. оставлять автомобили с включенным зажиганием; использовать для дополнительного обогрева помещений электронагревательные приборы с открытыми нагревательными элементами;
5. поручать техническое обслуживание автомобиля лицам, не имеющим соответствующей квалификации.

Вновь строящиеся помещения для хранения, ТО и ТР автомобилей оборудуются средствами автоматического пожаротушения, а остальные помещения - автоматической пожарной сигнализацией.

Порядок обслуживания установок автоматического пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации определяется администрацией

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | | | | | |

предприятия. Установки автоматического пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации должны содержаться в исправном состоянии.

За пожарными резервуарами, водоемами, водопроводной сетью и гидрантами, насосными станциями, спринклерными и дренчерными установками пожаротушения должно быть установлено постоянное техническое наблюдение, обеспечивающее их исправное состояние и постоянную готовность к использованию в случае пожара или загорания.

Техническое наблюдение должно осуществлять выделенными работниками из отдела главного энергетика (главного механика), назначенными приказом по предприятию.

Порядок размещения, обслуживания и применения огнетушителей и установок пожаротушения должен поддерживаться в соответствии с инструкциями заводов - изготовителей и действующими нормативно-техническими документами.

На участке топливной аппаратуры должно быть не менее двух углекислотных огнетушителя. Углекислотные огнетушители при размещении на участках должны предохраняться от нагревания выше 50°С и действия солнечных лучей.

Металлические части пожарного инструмента во избежание коррозии следует периодически очищать и смазывать.

При каждом ящике с песком должны постоянно находиться две металлические совковые лопаты. Ящики должны плотно закрываться крышками. На ящиках должна быть надпись "Песок на случай пожара".

Песок в ящиках следует регулярно осматривать. При обнаружении увлажнения или комкования его необходимо просушить и просеять.

Средства пожаротушения и пожарный инвентарь должны быть окрашены в соответствии с требованиями ГОСТ 13.4.026-76.

При возникновении пожара действия администрации предприятия, начальника участка, начальника ДПД в первую очередь должны быть направлены на обеспечение безопасности и эвакуации людей.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

По каждому происшедшему на предприятии пожару администрация обязана выяснить все обстоятельства, способствовавшие возникновению и развитию пожара, и осуществить необходимые профилактические мероприятия.

Около 60 % пожаров на промышленных предприятиях происходит в результате небрежности или грубого нарушения работающими правил пожарной безопасности. Чаще всего — это курение в неположенных местах, оставление без присмотра включенных электронагревательных приборов, применение факелов и паяльных ламп для разогревания замерзших труб, двигателей тракторов и автомобилей в зимнее время и т. п.

Для устранения этих причин пожаров необходимо установить жесткий противопожарный режим и обучить рабочих и служащих правилам пожарной безопасности.

Под противопожарным режимом следует понимать совокупность мер и требований пожарной безопасности режимного характера, заранее установленных для предприятия или отдельных помещений и подлежащих обязательному выполнению всеми рабочими и служащими. Противопожарный режим охватывает такие профилактические меры, как оборудование мест для курения, ежедневная уборка помещений от пыли и горючих отходов, осмотр и закрытие помещений после окончания работы, устройство рубильников (выключателей) для обесточивания электроустановок, наличие проходов и путей эвакуации.

Обычно меры противопожарного режима не требуют значительных материальных затрат и могут быть самостоятельно выполнены администрацией и обслуживающим персоналом любого цеха, мастерской, склада или лаборатории.

Все работающие на предприятиях должны проходить специальную противопожарную подготовку в системе производственного обучения с целью изучения:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1. правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности;
 2. показателей пожарной опасности хранимых, используемых и обращающихся в производстве веществ и материалов;
 3. характеристик пожарной опасности зданий, сооружений, технологических процессов и производственного оборудования;
 4. правил содержания и применения первичных средств пожаротушения;
- последовательности действий в случае пожара.

Противопожарная подготовка (обучение) работников предприятий состоит из противопожарного инструктажа (вводного, первичного, повторного и внепланового) и занятий по программе пожарно-технического минимума.

Порядок проведения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму с рабочими и служащими устанавливается соответствующим приказом или распоряжением. При проведении противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму желательно использовать технические средства программного обучения.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В данной квалификационной работе в технологическом разделе был разработан технологический процесс изготовления детали «Стержень заслонки» для гибкого автоматизированного производства на станке с ЧПУ DMC DL 3G , что позволило максимально сконцентрировать технологические переходы в одну операцию и заметно сократить штучное время изготовления детали. Перед разработкой был произведён расчёт размерной цепи, который показал, что есть замыкающее звено, которое выполняется, и было осуществлено сравнение двух видов заготовок (холоднотянутый прокат и штамповка, выполняемая на КГШП), была выбрана заготовка штамповка, у которой коэффициент использования материала наибольший (КИМ=0,77). В конструкторском разделе для операции изготовления детали «Стержень заслонки» были посчитаны режимы резания и норма штучного времени, был подобран современный передовой режущий инструмент фирм Korloy и Sandvik Coromant, был разработан и спроектирован специальный режущий инструмент (сверло ступенчатое). Для контроля изделия было произведено сравнение трёх координатно-измерительных машин по точности и была выбрана самая точная контрольно-измерительная машина марки Carl Zeis Contura G2. К ней была подобрана поворотная головка Renishaw MH20i и измерительный наконечник, что позволит проконтролировать все поверхности и размеры детали за один установ.

Технологический процесс обработки детали «Стержень заслонки» был автоматизирован посредством применения токарного станка с ЧПУ с контршпинделем, промышленного робота, автоматических транспортных средств и автоматического контроля. Были рассчитаны основные производственные площади и количество основных, вспомогательных рабочих и инженерно-технического персонала.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

В выпускной квалификационной работе были прописаны мероприятия по созданию безвредных и безопасных условий труда, мероприятия по электробезопасности и пожаробезопасности.

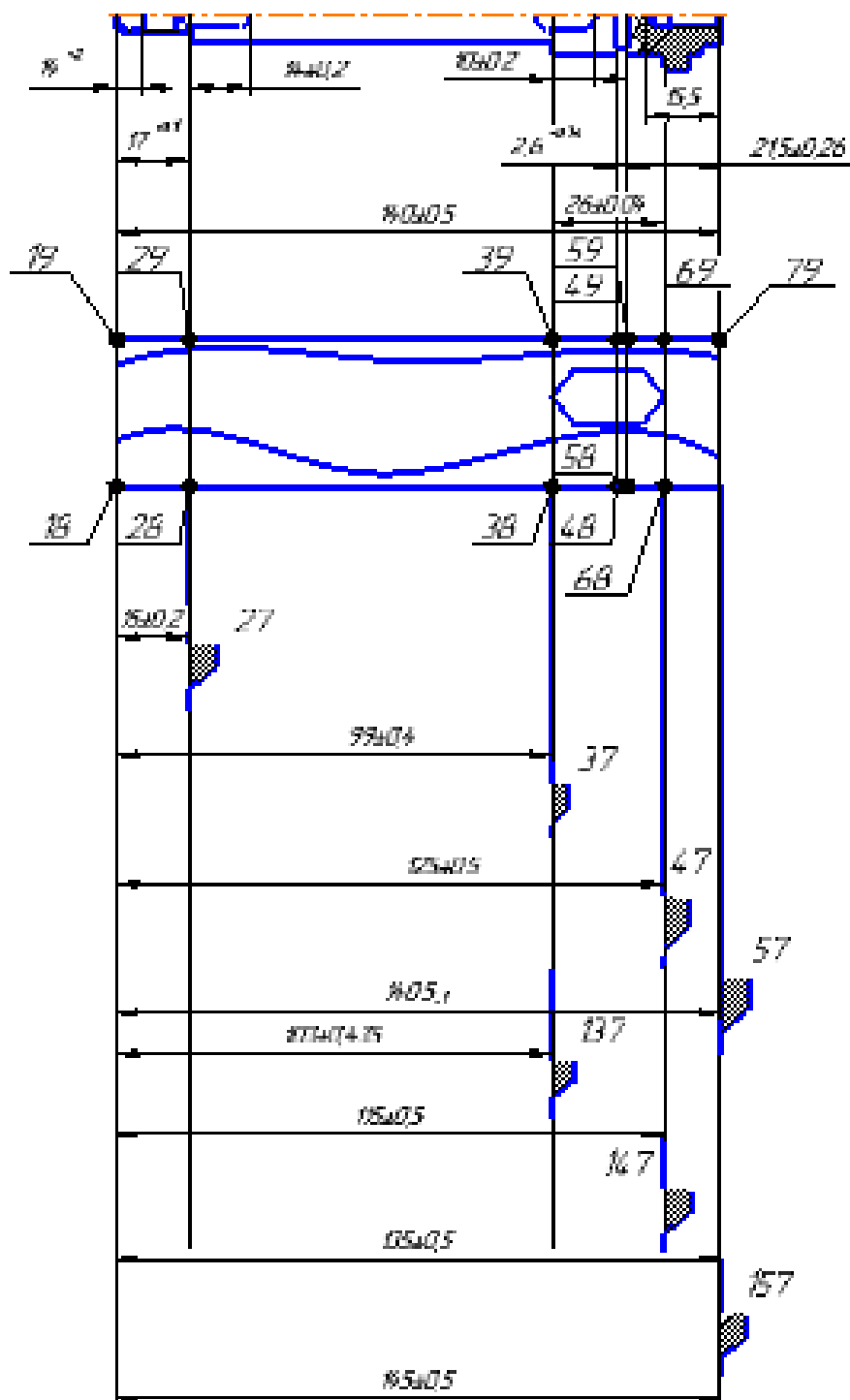
| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Нормативы режимов резания. Часть 2.
2. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Нормативы режимов резания. Часть 2.
3. Фельдштейн, Е. Э. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич, В. И. Шагун. – М.: Дизайн ПРО, 2002. – 320 с.
4. Общий каталог металлорежущего инструмента фирмы KORLOY.
5. Проектирование металлорежущего инструмента на ЭВМ: Учебное пособие для вузов / О.В. Таратынова. 2-е изд., доп. и перер. – М.: МГИУ, 2006. – 380 с.
6. Семенченко, И.И. Проектирование металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для вузов / под ред. И.И. Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н. Сахаров. – М.: Москва: Машгиз, 1962 – 952 с.
7. Справочник конструктора – инструментальщика / Под общ. ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова. – 2-е изд., перераб. доп. – М.: Машиностроение, 2006. – 542 с.
8. Ординарцев, И. А. Справочник инструментальщика / И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко – М.: Машиностроение, 1987. – 830 с.
9. Локтев, А. Д. Общемашиностроительные режимы резания в 2 т. / А. Д. Локтев, И. Д. Гуцин, В. А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.
10. Батуев В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Издательство ЮУрГУ 2014.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

ПРИЛОЖЕНИЯ



Приложение А – Размерная цепь заводского технологического процесса

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2018.288.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>15.03.05.2018.288.00.ПЗ</i> | Лист |
| | | | | | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |