

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления шпинделя инструментальной
головки

| | | |
|--------------|---|------------------------|
| Студент | <u>П.А. Степанов</u> (И.О. Фамилия) | _____ (личная подпись) |
| Руководитель | <u>к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия) | _____ |
| Консультанты | <u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия) | _____ |
| | <u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия) | _____ |

Тольятти 2020

Аннотация

Технологический процесс изготовления шпинделя инструментальной головки. ТГУ - Тольятти. 2020

Целью работы является разработка технологии по изготовлению шпинделя механизированного инструмента. Деталь малогабаритная, высокоточная и ответственная и изготавливается в условиях мелкосерийного производства. Из-за особенностей формы детали, материала 40X и типа производства предлагается изготавливать деталь шпиндель из пруткового материала. Для ускорения процесса изготовления основной упор при проектировании сделан на токарной операции. Предлагается использовать токарный станок с ЧПУ Mazak SQT 250 MS с системой управления FANUC Oi-TD. Оснащение этого станка барфидером (автоподатчиком прутка) Fedek DH65L позволяет обойтись без отдельной операции отрезки и обработки чистовых баз на станке типа фрезерно-центровального. Использование рациональной схемы установки на первой операции позволяет обеспечить максимальную точность расположения обработанных поверхностей и убрать вспомогательное время, что повышает производительность. Для максимальной точности шлифовальных операций схема установки меняется. Используются центровые отверстия после соответствующе доводки. Для снятия значительного припуска используется высокопроизводительный инструмент. Особенностью детали является большое количество ступенек, с различными полями допусков и малой шероховатостью. При проектировании операций использовались калькуляторы для расчета режимов резания, позволяющие ускорить этот процесс. Для нормирования использовалась методика учета скорости объемного удаления материала. Спроектирована оснастка, включая приспособление и инструмент для токарной операции.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 6 |
| 1 Анализ состояния вопроса | 7 |
| 1.1 Служебное назначение корпуса..... | 7 |
| 1.2. Классификация поверхностей..... | 7 |
| 1.3 Анализ технологичности шпинделя | 8 |
| 2 Технологическая часть работы | 10 |
| 2.1 Выбор типа производства..... | 10 |
| 2.2 Выбор и проектирование заготовки | 11 |
| 2.3 Выбор методов обработки..... | 12 |
| 2.4 Расчет припусков на обработку | 13 |
| 2.5 Разработка технологического маршрута и схем базирования..... | 16 |
| 2.6 Выбор баз, обоснование схем базирования | 17 |
| 2.7 Выбор средств технологического оснащения | 17 |
| 2.8 Проектирование операций..... | 19 |
| 3 Проектирование специальных средств оснащения | 28 |
| 3.1 Подготовка данных для расчета приспособления | 28 |
| 3.2 Расчет сил резания..... | 28 |
| 3.3 Расчет усилия зажима | 29 |
| 3.4 Расчет силового привода | 33 |
| 3.6 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении..... | 34 |
| 3.7 Описание конструкции приспособления | 34 |
| 3.8 Расчёт и проектирование накатника..... | 35 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта..... | 36 |
| 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта..... | 36 |
| 4.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 36 |
| 4.3 Методы и технические средства снижения рисков | 37 |
| 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта | 39 |
| 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта | 40 |

| | |
|--|----|
| Выводы по разделу..... | 41 |
| 5 Экономическая эффективность работы | 43 |
| Заключение | 48 |
| Список используемых источников..... | 49 |
| Приложение А Технологическая документация..... | 53 |
| Приложение Б Спецификация приспособления | 58 |
| Приложение В Спецификация инструмента | 60 |

| Изм. № | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Изм. № | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Справ. № | Лист | Листов | Лист | Листов |
|--------|------|----------|-------|------|--------|--------------|--------------|--------------|----------|---|--------|-------------------|--------|
| | | | | | | | | | | | | Формат | Зона |
| | | | | | | | | | | <i>Документация</i> | | | |
| | | | | | | | | | | <i>Детали</i> | | | |
| A1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | <i>20.ВКР.ОТМП.783.70.000.СБ</i> | | | |
| | | | | | | | | | | <i>Сборочный чертеж</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Корпус</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Державка</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Крышка</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Ось стопорная</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Ролик</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Ось ролика</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Ролик</i> | | 16 | |
| | | | | | | | | | | <i>Стандартные изделия</i> | | | |
| | | | | | | | | | | <i>Винт М6 х 10 ГОСТ 1491-80</i> | | 2 | |
| | | | | | | | | | | <i>Винт А 2 М8 х 125-6g х 15-50.35Х01 ГОСТ 11738-84</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Пружина 7039- 2011 ГОСТ 13165-67</i> | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>Шайба 8.20.И14.029 ОСТ 26-204096</i> | | 2 | |
| | | | | | | | | | | <i>Шайба 8.10.И14.029 ОСТ 26-204096</i> | | 2 | |
| | | | | | | | | | | 20.ВКР.ОТМП.783.70.000.СП | | | |
| | | | | | | | | | | Накатник | | 1 | |
| | | | | | | | | | | <i>ТГУ, ИМ</i> | | <i>ТМ88-15028</i> | |
| | | | | | | | | | | <i>Копировал</i> | | <i>Формат А4</i> | |

Введение

Особое место в технологических процессах машиностроительного производства занимают механизированные инструментальные головки различного назначения. Они позволяют проводить механизацию ручных технологических переходов, что ускоряет процессы сборки и монтажа изделий. Надежность работы таких инструмент определяет надежность технологических процессов. Главным элементом в них является шпиндель. Он имеет высокие требования по точности и качеству поверхности, требует использования методов упрочнения, контроля.

Для изготовления такой детали используется сталь 40Х. Из нее изготавливают сортовые прутки, которые можно использовать как заготовку для шпинделя. Условия производства определяются годовым объемом выпуска – 100 деталей в год. При массе 0,26 кг область производства – мелкосерийное. Для принятых условий обработки целесообразно использовать автоматизированные станки с ЧПУ. При универсальности (фрезерные переходы, сверление, нарезание резьбы осевым инструментом) они обеспечивают высокую производительность за счет концентрации переходов и использования максимальных режимов резания. Для современного высокоскоростного оборудования лезвийная обработка ведется в области скоростей 200-700 м/мин. При последовательной концентрации технологических переходов, когда они следуют друг за другом, суммарная трудоемкость складывается из основного времени всех переходов. Высокая скорость резания, подачи при возможности своевременной замены инструмента обеспечивают высокую производительность даже для удлиненных поверхностей шпинделя.

Эффективное производство невозможно без обеспечения эффективных мер по защите труда рабочих и должно предусматривать меры по обеспечению экологичности. Выбор между различными вариантами необходимо обосновывать на экономическом сравнении.

1 Анализ состояния вопроса

1.1 Служебное назначение корпуса

Шпиндель относится к базовым деталям механизированного инструмента. Его назначение передач крутящего момента от привода на рабочий орган приспособления.

Шпиндель в виде вала имеет двустороннюю ступенчатую форму с небольшим перепадом диаметров. По соотношению длины к диаметру относится к деталям средней жесткости.

Шпиндель в процессе эксплуатации испытывает значительные статические и динамические нагрузки.

С учетом условий работы, служебного назначения (высокие требования по точности вращения шпинделя) необходимо использовать материал, который имеет необходимые параметры по прочности, износостойкости и усталостной выносливости. Материал шпинделя сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Он имеет следующие основные параметры [8]:

- степень обрабатываемости – нормальная (твердый сплав коэффициент 1,2 и быстрорежущий сплав 0,95);

- предел прочности после нормализации $\sigma_B = 610$ Мпа;

- плотность 7800 кг/м³;

- твердость при сечении до 100 мм не более НВ 165;

После закалки твердость HRC 42..48.

1.2. Классификация поверхностей

С учетом описанного выше служебного назначения шпинделя систематизируем поверхности на основе анализа его работы в инструментальной головке (рисунок 1 – 3, таблица 1).

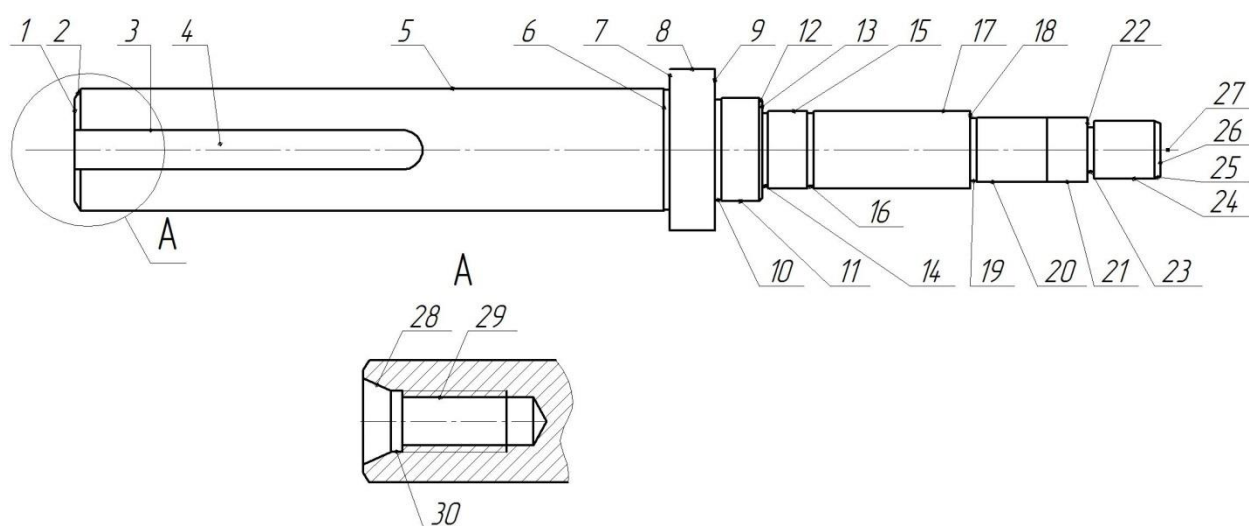


Рисунок 1 –Шпиндель инструментальный

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей по назначению

| Вид | Номер |
|------------------------|----------------|
| 1 Исполнительная | 5 |
| | 3, 4 |
| | 29 |
| 2 Конструкторская база | |
| 2.1 Основная | 11, 20 9 |
| 2.2 Вспомогательная | 15, 17, 21, 24 |
| | 13, 18, 22 |
| 3 Свободная | Остальные |

1.3 Анализ технологичности шпинделя

Конструкция шпинделя имеет стандартные, унифицированные конструктивные элементы. Для шпинделя такой формы и габаритов можно использовать типовой технологический процесс. Доступность инструментов и средств контроля обеспечивается.

По базированию и закреплению вопросов не возникает. Но для уменьшения вспомогательного времени будет решаться вопрос с токарной

обработкой с одного станова. Одно из отверстий представляет комбинацию ступенчатого и конического отверстий с резьбой, что потребует нескольких последовательных переходов. Все остальные характеристики по опорным поверхностям, совмещению баз, параметрам баз отвечает критериям технологичности.

Шпиндель требуется выпускать двух исполнений с различной длиной шпоночных пазов. Это требует изменения настройки одного параметра – линейного размера по длине паза.

Шпиндель по всем критериям соответствует принципам технологичности. В ходе технологического процесса по его изготовлению не будут возникать проблемы.

Вывод по разделу

В разделе сделан обзор конструктивных характеристик шпинделя, анализ технических требований и выполнен анализ технологичности конструкции, который показал его высокую технологичность.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Тип производства - мелкосерийный по заданию (годовой объем задан $N=500$ деталей в год) и массе шпинделя (по чертежу) $m=0,26-0,25$ кг.

Размер партии запуска вала [1]:

$$n=(N \cdot a)/254=(500 \cdot 6)/254=11,5 \approx 12 \text{ деталей.}$$

где a – период в днях запуска партии шпинделей (6 дней);

254 –рабочих дней в году.

Систематизация поверхностей по техническим требованиям приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Требования по поверхностям

| Вид | Квалитет | Дополнительные требования, мм | Шероховатость, мкм |
|------------------------|----------|-------------------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 Плоскость | 12 | - | 3,2 |
| 2 фаска | 12 | - | |
| 3 Паз | 10 | Симметричность 0,05 | 2,5 |
| 4 Паз | 8 | - | 3,2 |
| 5 Шейка цилиндрическая | 7 | - | 1,6 |
| 6 Канавка | 12 | - | 3,2 |
| 7 Плоскость | 12 | - | 2,5 |
| 8 Шейка цилиндрическая | 8 | - | 1,6 |
| 9 Плоскость | 12 | - | 2,5 |
| 10 Канавка | 12 | - | 3,2 |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|----|-------------------------|-----|
| 11 Шейка цилиндрическая | 8 | - | 1,6 |
| 12 Фаски | 12 | - | 3,2 |
| 13 Плоскость | 12 | - | 3,2 |
| 14 Канавка | 12 | - | 3,2 |
| 15 Шейка цилиндрическая | 7 | биение 0,012 | 1,6 |
| 16 Канавка | 12 | - | 3,2 |
| 17 Шейка цилиндрическая | 9 | биение 0,012 | 1,6 |
| 18 Плоскость | 12 | - | 3,2 |
| 19 Канавка | 12 | - | 3,2 |
| 20 Шейка | 8 | - | 3,2 |
| 21 Шейка цилиндрическая | 8 | - | 3,2 |
| 22 Плоскость | 12 | - | 2,5 |
| 23 Канавка | 12 | - | 3,2 |
| 24 Шейка цилиндрическая | 7 | Радиальное биение 0,012 | 1,6 |
| 25 Фаски | 12 | - | 3,2 |
| 26 Отверстия центровые | 9 | - | 3,2 |
| 27 Резьба | 8 | - | 3,2 |
| 28 Отверстие | 12 | - | 3,2 |
| 29 Коническая фаска | 9 | - | 2,5 |

2.2 Выбор и проектирование заготовки

Заготовку шпинделя можно получить или из поковки или из проката. Необходимо учесть, что тип производства мелкосерийный, габариты детали

очень не большие. Поэтому без сравнения можно сразу принять способ получения заготовки - прокат. Так как наибольший диаметр имеет невысокие требования по точности, прокат выбирается нормальной точности.

Хотя перепад диаметров шеек довольно большой для таких размеров $((d_{\max}-d_{\min})=25-9=16$ мм на диаметр или 8 мм на сторону), для мелкой серии это не критично.

Припуски на обработку поверхностей заготовки будем назначать по табличным данным [13]. По формулам найдем припуск на исполнительную шейку под инструмент диаметром 19 мм. Все обрабатываемые поверхности, кроме центральной максимальной шейки будут иметь напуск. Масса детали по чертежу $m=0,26$ кг.

2.3 Выбор методов обработки

Для детали типа вал, небольших габаритов из стали 40Х с учетом технических требований, указанных в чертеже, определяем последовательность обработки поверхностей [13] и заносим данные в таблицу 3. В ней поверхности сгруппированы по вариантам обработки. Для неточных поверхностей это вариант №1. Он включает обтачивание черновое до 12 квалитета и шероховатости Ra 12,5 мкм. Далее обтачивание чистовое до 10 квалитета и шероховатости Ra 3,2 мкм. Вариант №2 обработки к переходам из первого варианта включает переходы по чистовой обработке: черновое шлифование до 8 квалитета и шероховатости Ra 2,5 мкм. Далее чистовое шлифование до 7 квалитета и шероховатости Ra 1,6 мкм. Вариант №3 включает обработку паза: фрезерование концевой фрезой. Вариант №4 это обработка центрального отверстия сверлением.

Вариант №5 к переходу сверления центровочным сверлом добавляется сверление спиральным сверлом, цекование, зенкование, нарезание резьбы метчиком.

Для всех поверхностей между черновой и чистовой стадиями включается термообработка – закалка.

Таблица 3 - Последовательность обработки поверхностей

| Поверхности | Технология |
|-------------------------------------|------------|
| 1, 2, 6, 12, 14, 16, 19, 23, 25, 26 | 1 |
| 5, 11, 15, 17, 20, 21, 24 | 2 |
| 3, 4 | 3 |
| 26 | 4 |
| 27-29 | 5 |

На первом и втором этапе токарной обработки обеспечивается размерная точность, показатели точности расположения шеек. На шлифовании преимущественно обеспечивается качество поверхности – ее шероховатость с повышением качества до окончательного значения.

Твердость материала заготовки обеспечивается за счет формирования закалочной структуры и повышения прочности и твердости на этапе закалки с последующим высоким отпуском.

2.4 Расчет припусков на обработку

Обработка шейки диаметром 19f7 мм проходит из обтачивания черного и чистового, шлифования черного и чистового. Все точение идет на одном установе, не считая первоначальной позиции с подрезкой и зацентровкой. А шлифование проводится при другой схеме установки: установка идет в жестких центрах после правки отверстий по программе на станке с ЧПУ. В таблицу 4 сведены расчетные данные по методике из [16].

Суммарное пространственное отклонение будет включать только коробление и погрешность зацентровки [6]:

$$\rho_3 = \sqrt{(\rho_{\text{кор}})^2 + (\rho_{\text{ц}})^2}, \quad (4)$$

где $\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l = 0,5 \cdot 94 = 47$ мкм – коробление прутка, мкм;
 $\rho_{\text{ц}}$ – погрешность зацентровки при сверлении, $\rho_{\text{ц}} = 0,15$ мм.

$$\rho_3 = \sqrt{(0,047)^2 + (0,15)^2} = 0,157 \text{ мм.}$$

Из-за особенностей установки заготовки на токарной операции будет происходить значительное изменение пространственных отклонений по отношению к первоначальному значению. После черного перехода составит

$$\rho_{\text{кор}} = 0,05 \cdot 0,157 = 0,007 \text{ мм.}$$

В принципе учитывать в следующих переходах ее нет смысла, так она на порядок меньше снимаемого припуска.

Припуск считается как:

$$2Z_{\text{imin}} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (5)$$

где все элементы припуска указаны в таблице 4.

Припуск по переходам:

$$2Z_{\text{imin}} = 2\left(200 + 300 + \sqrt{36^2 + 40^2}\right) = 2 \cdot 553 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{min}2} = 2(50 + 50 + \sqrt{2,2^2 + 25^2}) = 2 \cdot 125 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 3} = 2(30 + 30 + \sqrt{1,44^2 + 16^2}) = 2 \cdot 76 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 4} = 2(5 + 10 + \sqrt{0,72^2 + 8^2}) = 2 \cdot 23 \text{ мкм.}$$

Аналогично производим расчет по остальным графам таблицы.

Таблица 4 - Припуски

| Переход | Элемент припуска, мкм | | | | Допуск, мкм | Размер, мм | | Припуск, мм | |
|---------------------|-----------------------|-----|--------|---------------|-------------|------------|------------|------------------|------------------|
| | Rz | T | ρ | ε | | d_{\min} | d_{\max} | $2Z_{\min}^{np}$ | $2Z_{\max}^{np}$ |
| Заготовительный | 200 | 300 | 157 | - | 1800 | 20,7 | 22,5 | - | - |
| Черновое точение | 50 | 50 | 9 | 30 | 120 | 19,36 | 19,48 | 1,32 | 3 |
| Чистовое | 30 | 30 | 6 | 1,5 | 80 | 19,14 | 19,22 | 0,219 | 0,259 |
| Шлифование черновое | 5 | 10 | 3 | - | 27 | 18,996 | 19,023 | 0,144 | 0,197 |
| чистовое | 3 | 5 | 1 | - | 19 | 18,959 | 18,98 | 0,037 | 0,043 |

Для данной поверхности первый переход будет связан с удалением напуска, поэтому расчетный припуск и размер определяется для последнего черного перехода, а до этого обработка будет вестись с максимальным припуском. Для обработки максимального наружного диаметра можно использовать припуск до 3 мм на сторону. На диаметр припуск составит до 6 мм и диаметр прутка равен 30 мм. Для заготовки выбираем горячекатаный прутки диаметром 30 с отклонениями верхним +0,5 мм, - нижним -1,3 мм. Предварительно он проходит термообработку – нормализацию для стабилизации и снижения остаточных напряжений. Для обеспечения прямолинейности оси прутки подвергается холодной правке.

Спроектированная заготовка вала представляет собой прутки диаметром 30 мм и общей длиной 5000 мм, которая затем отрезается на штучные заготовки длиной 172 мм на станке. Масса такой заготовки 1,2 кг.

2.5 Разработка технологического маршрута и схем базирования

Технология спроектирована на основе базовой, которая сведена в таблицу 5.

Таблица 5 – Базовый маршрут обработки шпинделя

| № операции | Название операции | Номер обрабатываемых поверхностей | Квалитет | Ra, мкм |
|------------|-------------------------------|---|----------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 000 | Заготовительная | 1,26,8 | 15 | 20 |
| 005 | Термообработка (нормализация) | - | 15 | 20 |
| 010 | Токарная черновая | 5, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 24 | 12 | 12,5 |
| 015 | Токарная чистовая | 5, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 24 6, 10, 16, 19, 23, 2, 25 | 9 | 6,3 |
| 020 | Фрезерование | 3,4 | 10 | 3,2 |
| 025 | Термообработка | Закалка | - | - |
| 030 | Центрошлифовальная | 27 | 7 | 1,25 |
| 035 | Круглошлифовальная черновая | 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 24 | 8 | 2,5 |
| 040 | Круглошлифовальная чистовая | 5, 11, 15, 17, 20, 21, 24 | 7 | 1,25 |
| 045 | Моечная | - | - | - |
| 050 | Контрольная | - | - | - |

Окончательно принимаем маршрут обработки шпинделя с учетом изменений, связанных с использованием токарного центра и концентрацией переходов на одном станке. Также вместо шлифовальной финишной операции используем метод поверхностной пластической деформации методом накатки.

000 Заготовительная – прокат;

010 Токарная;

- 015 Токарная;
- 020 Термообработка;
- 030 Центрошлифовальная;
- 040 Круглошлифовальная черновая;
- 050 Токарная;
- 060 Моечная;
- 070 Контрольная.

2.6 Выбор баз, обоснование схем базирования

При выборе технологических баз необходимо учитывать, что использование одних и тех же поверхностей позволяет максимально снизить погрешность установки. Вторым моментом это совмещение технологических, конструкторских и измерительных баз обеспечит максимальную точность расположения обработанных поверхностей. Этому соответствует выбор базирования на первой операции, когда весь контур детали получаем при одном установе.

Для повышения жесткости заготовки шпинделя на чистовых операциях используются дополнительные опоры - самоцентрирующие люнеты. Их количество определяется предельным допустимым вылетом (пролетом в три диаметра, что составляет 60 мм). Для длины около 180 мм это составляет две дополнительные опоры, помимо патрона с правой стороны и крайнего люнета слева вместо поджимного центра. В качестве опорных баз используется торец заготовки. На фрезерных и сверлильных переходах используются та же схема, что и при токарной обработке.

2.7 Выбор средств технологического оснащения

Предлагается использовать токарный станок с ЧПУ Mazak SQT 250 MS с системой управления FANUC Oi-TD. Оснащение этого станка барфидером (автоподатчиком прутка) Fedek DH65L позволяет обойтись без отдельной

операции отрезки и обработки чистовых баз на станке типа фрезерно-центровального. Для токарной обработки задействуем токарно-фрезерный станок Mazak SQT 250 MS. Его рабочая зона обеспечивает возможность обработки вала длиной 700 мм, так как максимальная допустимая длина устанавливаемой заготовки на нем равна 1000 мм. Мощность 25 кВт.

Для фрезерных переходов используется тот же станок. Он оснащен магазином инструментов до 70 позиций. Для чистовых переходов используем тот же станок.

Для токарной операции выбираем патрон цанговый.

На токарной операции используем:

Сверло центровочное 6,3 мм тип А ГОСТ 14952-75 P6M5.

Резец PCLNRT 2525M 12 GC425

Резец канавочный STFCR 2020 K11-A GC 425.

Обработка по контуру – резец PTTNL 2525M22 GC 425.

Обработка чистовая - резец SCLCR 2020K 12. Пластина CCMT 120406.PR 4335 GC425.

Прорезка узких канавок - резец канавочный RF 123J13-2020 BM. Пластина N123J2-0500-0004-TF 4325 GC325.

На второй токарной проводится обработка пазов, отверстий и резьбы.

Нарезание резьбы резцом: 2664-0507 резец P6M5 ГОСТ 18876-73.

Для обработки шпоночного паза используем фрезу концевую с цилиндрическим хвостовиком из T15K6 2223-5644 фреза диаметр 20 мм, зубьев $z=4$ T15K6 ГОСТ 24637-81; 2223-3766 фреза диаметром 16 мм, $z=3$ P8M3K6C ГОСТ 23248-78.

Тонкое точение: PTTNL 2525M22 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82.

На центрошлифовальной операции на станке центро-шлифовальном Henninger ZS 102 обрабатывается шлифовальным кругом центровое отверстие. На круглошлифовальной операции на круглошлифовальном станке 3Б161 обрабатываются шейки с подшлифовкой торцев. Инструмент – шлифовальный круг 3 350x50x120 23AF40L7V ГОСТ 2323-2008.

Гидравлические самоцентрирующие люнеты обеспечивают равномерную жесткость (равномерно деформируемая) по длине вала.

В техпроцессе используем следующие средства контроля. Для операционного текущего контроля всех размеров на черновой и получистовой стадиях штангенциркуль ШЦ 150 ГОСТ 160-80. Для точного контроля на последних операциях применим микрометр МК – 100 ГОСТ 6507-78.

Шероховатость проводится методом сравнения в текущем контроле по образцам с параметрами Ra 0,63 мкм; Ra 1,25 мкм; Ra 2,5 Образцы шероховатости по ГОСТ 9378-93.

2.8 Проектирование операций

Лимитирующая операция токарная, на которой выполняется вся лезвийная обработка. Выполнено проектирование с расчетом режимов резания и нормированием. Особенностью токарной операции является использование автоподатчика прутка, то есть мы используем прокат как исходную заготовку без первоначальной разрезки его на штучные партии. Подавая заготовку через цанговый патрон до упора выполняем последовательную обработку. На установке А сначала идет небольшой вылет заготовки для подрезки торца подрезным резцом и зацентровки при помощи сверла центровочного диаметром 6 мм. После этого заготовка раскрепляется и подается на всю длину с упором во вращающийся центр. На первом переходе при помощи канавочного резца в центре заготовки производится проточка канавки шириной 8 мм. После обработки канавки производится контурным резцом проточка за несколько проходов на половину длины валика, формируя шейку большего диаметра. После этого при помощи того же самого инструмента производится обтачивание заготовки со снятием основного напуска с правого конца шпинделя. Для этого за несколько проходов производится обработка по контуру, сначала черновая снимаемая

основной напуск, далее с чистовым припуском производится проход по контуру. После этого при помощи канавочных инструментов производится формирование разделительных канавок у торцов и на цилиндрических поверхностях, формирую полный контур детали. Финишным переходом производится отрезка заготовки от прутка с его улавливанием в момент отделения от исходной заготовки. Наладка на данную операцию спроектирована и представлена на двух листах графической части.

Полученные режимы обработки сведены в таблицу 6.

Таблица 6 - Режимы резания для токарных переходов на 010 операции

| Параметры | Размерность | Первый переход | Второй переход |
|-------------------------------|-------------|----------------|----------------|
| Скорость резания | м/мин | 298 | 345 |
| Подача | мм | 0,3 | 0,25 |
| Диаметр до обработки | мм | 22 | 25 |
| После обработки | мм | 10-25 | 9,5-17,5 |
| Глубина резания | Мм | 1,5 | 0,6 |
| Частота вращения | Об/мин | 4313 | 4394 |
| Максимальная мощность резания | кВт | 4,5 | 2,9 |
| Максимальный крутящий момент | Нм | 8,7 | 4,7 |

В полученных результатах частота вращения не скорректирована с диапазоном расчета, указанным для станка. Отсутствует конкретное значение частоты вращения заготовки. Глубина резания близка к значению, найденному при расчете аналитическим способом. Для проверочных силовых расчетов используем силу, полученную по автоматизированному расчету. Для этого крутящий момент делим на радиус обрабатываемой поверхности. Тогда значение тангенциальной составляющей силы резания составит 1016 Н. Возможно получение данных по экономической эффективности обработки выбранным инструментом (таблица 7).

Скорость резания по формуле [15]:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v 0,95, \quad (6)$$

где последний множитель учитывает малую жесткость схемы установки, а

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (7)$$

где K_{mv} , K_{nv} , K_{uv} - коэффициенты на материал заготовки [5], состояние обрабатываемой поверхности [5], материал резца (Т15К6);

T – стойкость пластины принимаем 60 мин;

C_v, x, y, m коэффициенты принимаем по [21, табл.17].

Обороты заготовки в минуту по формуле [13]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин.} \quad (8)$$

где D – диаметр шейки, $D = 10-30$ мм.

Минутная подача. Теперь, зная фактическое число оборотов шпинделя в минуту и подачу на один оборот шпинделя, определим минутную подачу и сравним с паспортными данными станка по формуле:

$$S_{мин} = S \cdot n, \quad (9)$$

Сила резания по составляющим тангенциальной P_z , радиальной P_y , осевой P_x по формуле [5]:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p. \quad (10)$$

где K_p – параметр учета условий резания (материал, геометрия резца);
 $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ [21, табл.22, стр.273] – коэффициенты учета условий резания (способ точения, подача).

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}. \quad (11)$$

Сравнив мощность резания с паспортным значением мощности выбранного станка. Условие выполняется.

Режимы резания в расчетной таблице для отрезки представлены как:
скорость резания – 236 м/мин;

Подача на оборот – 0,518 мм/об;

Число проходов – 1;

Глубина резания – 8,5 мм;

Частота вращения – 3000 об/мин;

Мощность резания – 9,55 кВт;

Крутящий момент 30,4 Нм.

Время обработки составляет общее 0,377 мин, общее вспомогательное время 0,109 мин, время обработки на элемент 0,487 мин, количество обработанных поверхностей за период стойкости инструмента – 6190, затраты на инструмент – 0,132%, затраты на режущие пластины – 0,875%, затраты на станок – 98,9%.

Наружное точение: первый проход. На рисунке 2 показан инструмент автоматически подобранный системой расчета с указанием пластины и режимов резания по шагам.

На второй токарной после переустановки проводится фрезерование пазов и обработка отверстий в торце. Фрезерные переходы включают 2 перехода. На первом обрабатывается паз шириной 6 мм (таблица 8).

Таблица 7 - Экономические параметры токарной обработки -канавки

| Параметр | Значение | Размерность |
|-------------------------|--------------|----------------------|
| Диаметр заготовки | 25 | мм |
| Скорость резания | 130 | м/мин |
| Частота, об/мин | 1 655 | Об/мин |
| Глубина резания | 1,5 | мм |
| Главный угол в плане | 90 | ° |
| Подача на оборот | 0,35 | мм/об |
| Минутная подача | 579 | мм/мин |
| Длина обработки | 167 | Мм |
| Передний угол | 6 | ° |
| КПД станка | 95 | % |
| Критерий износа | 25 | % |
| Сила резания | 1 801 | Н |
| Удельный съём материала | 64,155 | см ³ /мин |
| Время обработки | 17.30 Секунд | |
| Момент | 20,114 | Нм |
| Мощность | 3,668 | кВт |

Таблица 8 – Параметры фрезерования

| Направление | Элемент | | | | |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|
| | Скорость резания, м/мин | Частота вращения, об/мин | Сила резания, Н | Крутящий момент, Н·м | Мощность резания, кВт |
| осевое врезание | 60,3 | 1600 | 1155,4 | 69,3 | 1,14 |
| продольное движение | 60,3 | 1600 | 2695 | 161,7 | 2,7 |

На втором переходе обрабатывается паз шириной 6 мм после позиционирования заготовки с поворотом на 180°. Далее сверление отверстия в торце ($t=4$ мм, $S=0,23$ мм/об, $v=27$ м/мин), цекование и рассверливание (режимы аналогичные сверлению). Нарезание резьбы метчиком ($t=1$ мм, $S=0,5$ мм/об, $v=20$ м/мин).

ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ ТОЛЬКО
ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

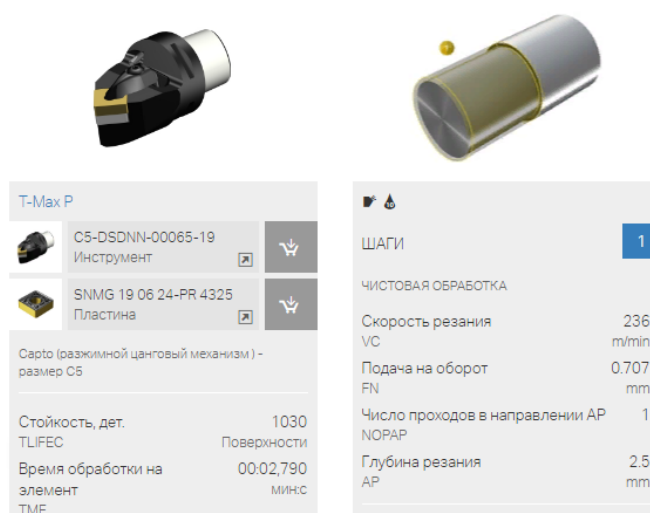


Рисунок 2 – Инструмент и режимы по переходам (показан для чистового)

На шлифовальную операцию режимы приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Параметры режимов обработки на 040 операции (шлифование)

| Параметр | Величина |
|-------------------------|----------|
| Глубина, мм | 0,3 |
| Подача, мм/об | 3 |
| Минутная подача, мм/мин | 215 |
| Скорость резания, м/с | 30 |
| Обороты, об/мин | 210 |

Вместо шлифования в базовом переходе в разрабатываемом варианте предлагается накатывание поверхности.

Оно выполняется на двух установках. На них обрабатываются поверхности 5, 11, 15, 20, 21, 24.

Нормы времени по методике в [15]. Штучно-калькуляционное время:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{шт}, \quad (12)$$

где все параметры приведены в [15, стр.101].

Таблица 11 - Режимы резания на токарную чистовую операцию (накатка)

| Элемент резания | Значение |
|-------------------------|----------|
| Натяг, Н | 150 |
| Подача, мм/об | 0,3 |
| Минутная подача, мм/мин | 198 |
| Скорость резания, м/мин | 37 |
| Обороты, об/мин | 630 |

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{об} + T_{от}, \quad (14)$$

где все параметры приведены в [5, стр.101].

015 Токарная черновая:

$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i; [10, стр.610] \quad (15)$$

где L – длина расчетная рабочего хода инструмента;

n – обороты шпинделя, об/мин;

S_o – подача, мм/об;

i – число ходов.

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (16)$$

В серийном производстве для всех операций $T_{об}$ и $T_{от}$ определяются суммарно в процентах от оперативного времени $T_{оп} = T_o + T_{в}$. Время обслуживания рабочего места и перерывы:

$$P_{об.отд} = 6,5\% ;$$

$$T_{от} = T_o \cdot P_{от} / 100 \quad (17)$$

где $P_{от}$ - время на отдых.

Длина обработки: $L = 197 + 80 = 277$ мм.

$$T_o = \frac{197 \times 2 + 80 \times 1}{256 \times 0,8} = \frac{394 + 80}{204,8} = 2,3 \text{ мин.}$$

$$T_s = 1,87 \text{ мин}; T_{ум} = 2,3 + 1,87 + 0,44 + 0,15 = 4,76 \text{ мин.}$$

$$T_{n-з} = 10 \text{ мин}; T_{он} = 2,3 + 4,76 = 7,06 \text{ мин,}$$

$$T_{об.от} = \frac{7,06 \cdot 6,5}{100} = 0,46 \text{ мин}$$

$$T_{от} = T_o \cdot P_{от} / 100 \text{ мин.}$$

$$T_{ш-к} = \frac{12}{12} + 4,76 = 5,76 \text{ мин.}$$

050 Токарная чистовая. В базовой технологии шлифование чистовое на круглошлифовальном станке 3М151. Шлифовальный круг 1 350x30x125 24А F40 N6V ГЦСТ 2323-2008. В работе токарный станок (используется и в базовом и в проектном на черновом этапе) заменяет шлифование накатыванием шеек. Накатник роликовый. Сравнительная таблица 12 времени выполнения операций показана.

Таблица 12 – Сравнение времени шлифовальной и токарной операций

| Вариант | Время, мин |
|--------------------------------------|----------------|
| Базовый: Шлифование за два установка | $T_o=2,1$ |
| Общее время: $T_{шт-к}$ | $T_o=3,7$ |
| Проект: Накатывание | $T_{шт-к}=0,6$ |
| Общее время: $T_{шт-к}$ | $T_{шт-к}=2,1$ |

Выводы по разделу

В разделе спроектирована технология изготовления шпинделя малогабаритной инструментальной головки для условий среднесерийного производства. Выбран способ получения заготовки, являющийся наиболее рациональным из рассмотренных вариантов. Был из элементарных маршрутов для отдельных поверхностей скомпонован общий маршрут изготовления детали. Особенностью этой технологии является использование токарно - фрезерного центра, который позволяет сконцентрировать разнообразные технологические переходы на одной операции, что сокращает номенклатуру металлорежущих станков. Технология обеспечивает все заданные технические требования по чертежу. Были спроектированы операции по режимам резания, а также выполнен расчет норм времени, которые перенесены в технологическую документацию в приложении А.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Подготовка данных для расчета приспособления

Проектируем патрон цанговый для использования на токарной операции. Патрон передает крутящий момент на заготовку.

Переходы для расчета: точение черновое. Заготовка из проката, сталь 40Х, $\sigma_B=880$ МПа.

Сверло центровочное 6,3 мм тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5.

Резец PCLNRT 2525M 12 GC425

Резец канавочный STFCR 2020 K11-A GC 425.

Обработка по контуру – резец PTTNL 2525M22 GC 425.

Обработка чистовая - резец SCLCR 2020K 12. Пластина CCMT 120406.PR 4335 GC425.

Прорезка узких канавок - резец канавочный RF 123J13-2020 BM. Пластина N123J2-0500-0004-TF 4325 GC325.

Режимы резания рассчитаны в пункте 2.8.

Тип приспособления – переналаживаемое универсальное.

3.2 Расчет сил резания

Силу резания тангенциальную составляющую определили в пункте 2.6: максимальное значение оно имело на черновой обработке $P_Z = 1740$ Н. Составляющая P_Y

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \cdot \quad (18)$$

где поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{rp} \cdot \quad (19)$$

$$K_p = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,2.$$

Коэффициенты уравнения: $C_p = 243$; $x = 0,9$; $y = 0,6$.

$$P_z = 10 \cdot 243 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,35^{0,6} \cdot 289^{-0,3} \cdot 0,375 = 409 \text{ Н} .$$

Зажим цангой с поджимом задним центром обеспечивает достаточную жесткость заготовки в радиальном направлении при условии не превышения радиальной силой резания предельного критического значения, которое зависит от жесткости самого валика шпинделя.

3.3 Расчет усилия зажима

В процессе точения на заготовку будут действовать составляющие сил резания, которые вырывают вал из лепестков. К ним относится радиальная составляющая. Но по выбранной схеме установки в центре патрон вместе с задней опорой будут создавать шарнирные заделки, которые препятствуют этому. Причем жесткость этих заделок по сравнению с силой $P_y = 409 \text{ Н}$ на порядок больше. Поэтому расчет ведется только для тангенциальной составляющей, которой препятствует сила зажима лепестков цанги. Для расчета необходимо учесть диаметр зажима (минимальный) и поверхность обработки (максимальную). Они одинаковые - 30 мм.

Крутящий момент резания от тангенциальной составляющей силы P_z резания равен:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_{06p}}{2} ; \quad (19)$$

где d_{06p} – максимальный диаметр шейки вала (30 мм).

Момент от действия сил зажима цангой:

$$M_3 = \frac{T \cdot d_3}{2} = \frac{W \cdot f \cdot d_3}{2}; \quad (20)$$

где W – силы от действия цанги, Н;
 d_3 – минимальный диаметр шейки вала под зажим (30 мм), мм;
 f – коэффициент трения для контакта заготовка- зажимная поверхность кулачка, который принимается равным 0,2.

После приравнивания этих моментов M_3 и M_p с учетом коэффициента безопасности находится минимально нужная сила зажима по формуле [13].
«Сила закрепления заготовки рассчитывается по формуле

$$W = K \cdot \frac{M}{n \cdot f \cdot R_{от}}, \quad (21)$$

где K – коэффициент запаса, который определим по данным справочника» [17,с.85]

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (22)$$

где « $K_0 = 1,5$ - коэффициент гарантированного запаса,
 $K_1 = 1,0$ – коэффициент при чистовой обработке;
 $K_2 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий затупление режущего инструмента;
 $K_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий прерывистое резание;
 $K_4 = 1,0$ – коэффициент, характеризует постоянство сил закрепления при ручном закреплении;
 $K_5 = 1,0$ – коэффициент, характеризует эргономику ручных зажимных механизмов, удобное расположение;
 $K_6 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий установку на опорные пластинки» [21].

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 2,34$$

Так как $K = 2,34 < 2,5$, коэффициент принимаем 2,5.

$n = 3$ – количество лепестков;

$f_l = 0,16$ – коэффициент трения между заготовкой и цангой;

$R_{от} = 30$ мм – диаметр базовой поверхности заготовки;

$M = 25,6$ Н·м – момент резания.

$$W = 2,5 \cdot \frac{25,6}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,03} = 4504 \text{ Н.}$$

Для закрепления заготовки в цанге необходимо кроме силы зажима заготовки приложить дополнительную составляющую для деформации лепестков цанги (рисунок 3):

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (23)$$

где Q_1 - дополнительное усилие деформации лепестков цанги, Н;

Q_2 - сила зажима, рассчитанная по формуле (22), $W = 4504 \text{ Н}$.

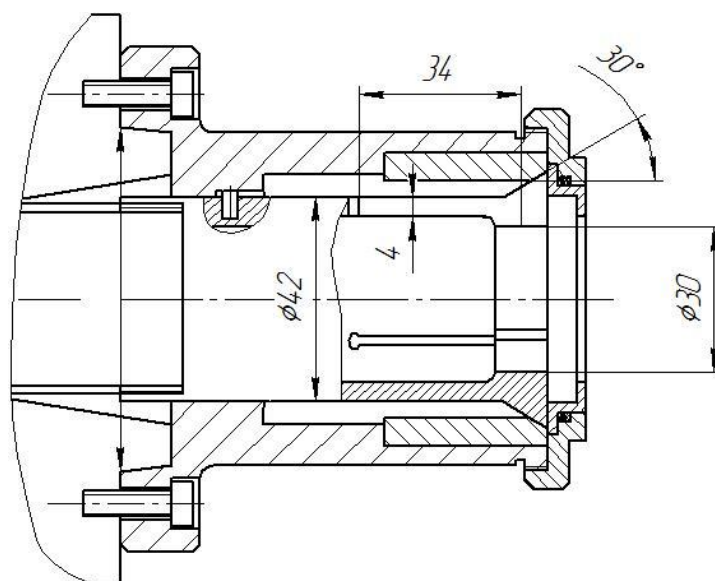


Рисунок 3 – Параметры цанги

Дополнительное усилие рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{E J f_z}{l^3} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (24)$$

где E – модуль упругости стали, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

f – прогиб упругого лепестка, $f = 0,3 \text{ мм}$;

z – число лепестков цанги, $z = 3$;

l – вылет упругого элемента до центра зажимной поверхности цанги, $l = 34 \text{ мм}$;

α – угол конуса цанги, $\alpha = 30^\circ$;

φ – угол трения:

$$\varphi = \operatorname{arctg} f, \quad (25)$$

где f – коэффициент трения между конусом цанги и корпусом $f = 0,15$:

$\varphi = \operatorname{arctg} 0,15 = 8,53^\circ$;

J – момент инерции сечения заделки упругого элемента:

$$J = \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (26)$$

где D – наружный диаметр цанги, $D = 42 \text{ мм}$;

S – толщина лепестка цанги, $S = 4 \text{ мм}$;

α_1 – угол сегмента секции цанги, $\alpha_1 = 110^\circ = 1,9199 \text{ рад}$.

Подставив значения в формулы (26) и (25), получим:

$$J = \frac{42^3 \cdot 4}{8} \left(1,9199 + \sin 1,9199 \cos 1,9199 - \frac{2 \sin^2 1,9199}{1,9199} \right) = 24820 \text{ мм}^4;$$

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 24820 \cdot 0,3 \cdot 3}{34^3} \operatorname{tg} 23^\circ = 69713 \text{ Н}.$$

Усилие на штоке привода:

$$Q_2 = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) = 4504 \cdot \operatorname{tg}(15 + 8,53) = 1961H. \quad (27)$$

После подстановки полученных данных получим:

$$Q = 1961 + 69731 = 71674H.$$

3.4 Расчет силового привода

Найденное в п. 3.3 усилие Q создается за счет механизированного привода, который обычно закрепляется на шпинделе. Обработка черновая, со значительными усилиями. Для создания соответствующих зажимных сил применим гидравлический привод. Диаметр поршня пневматического цилиндра равен:

$$D = \sqrt{1,27 \frac{Q}{\eta P} + d^2} \quad (27)$$

где η - коэффициент полезного действия;

P – рабочее давление воздуха, МПа;

d – диаметр штоковой части, мм.

$$D = \sqrt{1,27 \frac{71674}{0,95 \cdot 5} + 70^2} = 155 \text{ мм.}$$

Округляем до 200 мм поскольку станок применяется в серийном производстве с большим разнообразием деталей и сила резания может больше и сила зажима может понадобиться больше.

3.6 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

После установки патрона перед применением на данном переходе, операции он проверяется на контроль биения зажимных баз. Допускается биение не более 0,02 мм. Механизированный привод зажима дает в радиальном направлении погрешность от сил зажима не более 0,02 мм.

С учетом точности операционных размеров суммарная погрешность установки заготовки будет определяться равенством:

$$\varepsilon_Y = 0,3 \cdot Td = 0,3 \cdot 0,08 = 0,024 \text{ мм} = 24 \text{ мкм}$$

где Td – минимальный технологический допуск из всех переходов на операции, мм.

3.7 Описание конструкции приспособления

Цанговый патрон предназначен для закрепления заготовки шпинделя на токарных операции.

Он состоит из корпуса фланца 1, в который запрессована направляющая втулка 6. По конической фаске втулки 6 опирается цанга 3. Она поджимается при помощи фланцевого кольца 7, которое фиксируется резьбовой крышкой 5. Для направления цанги 3 при ее поступательном движении используется направляющий штифт 10. Корпус фланец 1 цангового патрона при помощи винтов 8 крепится к шпинделю станка. С обратной стороны шпинделя на корпус закрепляется гидравлический привод зажима, который состоит из муфты 1, внутри которого по центру проходит полый шток 4. Через резьбу он соединяется с цангой 3. За счет подшипников происходит вращение муфты относительно корпуса привода зажима. В корпус муфты 1 сверху и снизу по коническим резьбовым отверстиям

вкручиваются шуцеры для подачи давления. Крышка 5 с кольцом 7 оснащены уплотнительным элементом – кольцом 9.

Характеристики патрона приведены на листе графической части.

3.8 Расчёт и проектирование накатника

Для окончательной обработки цилиндрических шеек шпинделя вместо шлифовальных переходов применим метод поверхностной пластической деформации. При помощи накатника, который имеет возможность регулирования усилия поджима за счет пружины 8. Деформирующий элемент - закаленный ролик, который имеет на рабочей поверхности цилиндрический выступ, расположенный по винтовой линии. За счет этого при вращении этого ролика по обрабатываемой поверхности происходит осцилляции точки контакта в осевом направлении, производя накатывание по зигзагообразной траектории. За счет этого происходит более качественное упрочнение обработанной поверхности, меньше шероховатость, погрешность форм.

Устанавливается накатник в резцедержатель станка при помощи своей державки 3. Внутри паза перемещается державка. Непосредственно в ней помещается накатной ролик, установленный на ось 6. Она зафиксирована в державке 2 при помощи кольца 10 или 12. Для направления движения в корпусе 2, используется направляющая 4. Для обеспечения заданного усилия поджима используется пружина - 8.

Выводы по разделу

Спроектирован для высокоточного и надежного закрепления заготовки цанговый патрон. Разработана конструкция накатника для чистовой обработки шеек. Использование данного инструмента обеспечивает при меньшем времени обработки по сравнению с круглым шлифованием более высокое качество поверхностного слоя за счет его упрочнения.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления шпинделя инструментальной головки с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 11 приведены данные по выбранной операции [5].

Таблица 11 - Паспорт объекта

| Объект | Технологическая операция | Наименование должности работника | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы и вещества |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--|------------------------|
| Заготовительная | Прокат | - | Пресс | Сталь 40Х |
| Шпиндель инструментальной головки | Токарная операция | Оператор станков с ЧПУ | Токарный Mazak SQT 250 MS , патрон, центр | Сталь 40Х, СОЖ, ветошь |
| Шпиндель инструментальной головки | Шлифовальная операция | Шлифовщик | центро-шлифовальный Henninger ZS 102, круглошлифовальный станок 3Б161, патрон, центр, люнеты | Сталь 40Х, СОЖ, ветошь |

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 12 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении шпинделя.

Таблица 12 - Определение рисков

| Технологическая операция | Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ) | Источник ОВПФ |
|--|--|--|
| Токарная, точение черновое, чистовое, фрезерование шпоночного паза, Шлифование | <p>Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел</p> <p>ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями</p> <p>Факторы химического воздействия:</p> <p>Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов</p> | <p>Токарный Mazak SQT 250 MS , патрон, центр центро-шлифовальный Henninger ZS 102, круглошлифовальный станок 3Б161, патрон, люнеты, зона резания, зажимные кулачки патрона, резцы, фреза концевая, сверла, цековки СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Зона резания Пульт управления станком</p> <p>СОЖ, смазки</p> <p>Манипуляция заготовкой, контроль и управление</p> |

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении шпинделя. Снижение рисков достигается мерами (таблице 12).

Таблица 12 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

| ОВПФ | Технические средства, организационные методы | Средства защиты (СИЗ) |
|---|--|---|
| Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов | Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда | Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные |
| Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) | Организация вентиляции Инструктажи по охране труда | - |
| ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел | Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда | Резиновые виброгасящие покрытия |
| ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания | Организация вентиляции Инструктажи по охране труда | - |
| ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел | Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда | Применение противозумных вкладышей |
| ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями | Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов | Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием |
| Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов | Организация освещения Инструктажи по охране труда | - |

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 13 – 16 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 13 – Идентификация опасных факторов пожара

| Участок | Оборудование | Номер пожара | Опасные факторы при пожаре | Сопутствующие факторы при пожаре |
|-----------------------------|---|--------------|---|--|
| Участок обработки шпинделей | SQT 250 MS, патрон, центрально-шлифовальный Henninger ZS 102, круглошлифовальный станок 3Б161 | Класс В, Е | Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание ветоши | Части оборудования Вынос напряжения на части станка; воздействие огнетушащих веществ |

Таблица 14 – Выбор средств пожаротушения

| Средства пожаротушения | | | | Оборудование |
|---|---------------------|------------------------|--|--------------------------|
| первичные | мобильные | стационарные | автоматики | |
| Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители | Пожарные автомобили | Пенная система тушения | Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией | Напорные пожарные рукава |

Таблица 15 – Средств защиты и пожаротушения

| СИЗ | Инструмент | Сигнализация |
|--|-----------------------------------|---------------------------|
| Веревки, пожарные противогазы, респираторы | Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б | Автоматические извещатели |

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 17 и 18. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 16 – Средства обеспечения пожарной безопасности

| Процесс, оборудование | Организационно-технические меры | Нормативные требования |
|---|--|--|
| Технология изготовления шпинделя инструментальной головки, SQT 250 MS, центрошлифовальный Henninger ZS 102, круглошлифовальный станок 3Б161 | Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негоряемых ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии. | Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей |

Таблица 17 – Определение экологически опасных факторов объекта

| Производственный техпроцесс | Структурные элементы техпроцесса | Опасные и вредные выбросы в воздух | Сточные воды | Воздействие объекта на литосферу |
|---|---|--|---|---|
| Технологический процесс изготовления шпинделя | SQT 250 MS, патрон, люнеты центрошлифовальный Henninger ZS 102, круглошлифовальный станок 3Б161 | Стружка Токсические испарения Масляный туман | Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды | Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей |

Таблица 18 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

| Объект воздействия | Технологии изготовления шпинделя |
|--------------------|---|
| на атмосферу | Фильтрационные системы для системы вентиляции |

| | |
|---------------|---|
| | участка |
| на гидросферу | Локальная многоступенчатая очистка сточных вод |
| на литосферу | Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов |

Выводы по разделу

Рассматривается обработка на заготовительной, токарной и шлифовальных операциях. Подробно рассмотрены выполняемые на токарном станке SQT 250 MS, центрo-шлифовальном Henninger ZS 102, кругло-шлифовальном станке 3Б161 операции, которые включают переходы точения, фрезерования пазов, шлифования. Задействован оператор станков с ЧПУ и шлифовщик. Приспособление - патрон и центра. Инструмент контурный, канавочный резцы, концевые фрезы, шлифовальные круги. Применяются материалы: 40X, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 11).

Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарных и шлифовальных операций, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 12).

Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются такие методы и средства, как защитный кожух и ограждение, демпфирующие опоры станка, снижение времени контакта с вибрирующими поверхностями, покрытие звукопоглощающими материалами, заземление станка и изоляция токоведущих частей, соблюдение регламентированных перерывов на отдых, а также инструктажи по охране труда, (таблица 13).

Выполнена определение опасных факторов пожара (таблица 14), выбор средств пожаротушения (таблица 15, 16), организационных мер по пожарной

безопасности процесса изготовления шпинделя инструментальной головки (таблица 17).

Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления шпинделя на окружающую среду (таблица 18). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 19).

Выявив и проанализировав технологию изготовления шпинделя инструментальной головки, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Цель – определить технико-экономические показатели проектного варианта технологии изготовления инструментального шпинделя – ступенчатого вала. Выполнить их сравнительный анализ с данными базового варианта и подсчитать экономический эффект от предложенных изменений.

Во втором разделе предложена технология изготовления шпинделя инструментальной головки. На одной из операций предлагается применить накатной спроектированный ролик вместо шлифовального круга 350×30×125 24А F40 N6V ГОСТ 2323-2008. Замена инструмента предполагает изменения в применяемом оборудовании на этой операции, так вместо круглошлифовального станка 3М151 предлагается применять станок с ЧПУ Mazak SQT 250 MS.

Учитывая описанные изменения, возникает необходимость осуществить обоснование целесообразности такого предложения по совершенствованию технологического процесса. Для этого, в рамках достижения основной цели раздела, необходимо определить основные экономические параметры, которые позволят сделать соответствующие выводы, а именно:

- рассчитать полную себестоимость выполнения анализируемой операции по вариантам;
- определить капитальные вложения в проектируемый технологический процесс;
- и произвести расчеты показателей экономической эффективности предложений по совершенствованию процесса.

Все перечисленные параметры определяются по соответствующим методикам, представленным в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела бакалаврской работы [7], с применением программного обеспечения Microsoft Excel.

На величину полной себестоимости оказывают влияние такие параметры как: технологическая себестоимость, цеховые, заводские и внепроизводственные расходы. Максимальное влияние на конечный результат, из перечисленных параметров, оказывает технологическая себестоимость, поэтому на рисунке 4 показаны элементы, из которых формируется эта себестоимость.

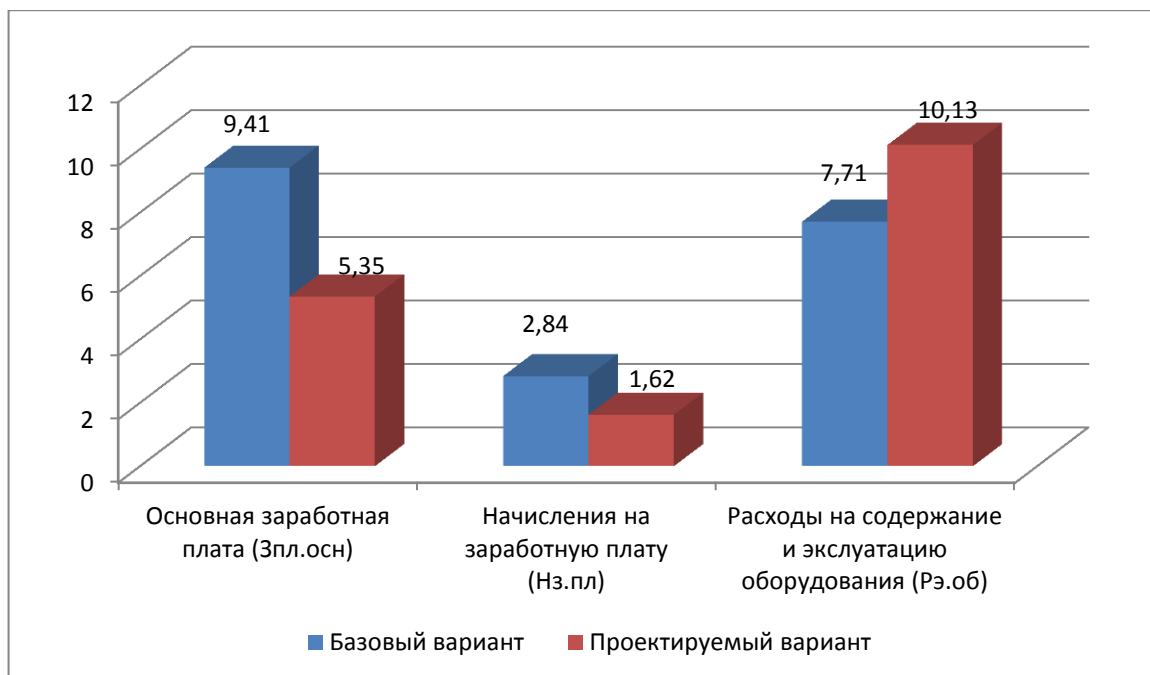


Рисунок 4 – Элементы технологической себестоимости одной операции, сравниваемых вариантов технологического процесса, руб.

Из рисунка 4 видно, что такие показатели как: основная заработная плата и начисления на заработную плату имеют тенденция к снижению. Однако расходы на содержание и эксплуатацию оборудования возрастают, на 2,43 руб., это вызвано тем, что в проектируемом варианте технологического процесса предполагается применять импортное оборудование с числовым программным управлением. По это же причине в проектируемом варианте максимальную долю в общем объеме технологической себестоимости составляют расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, их доля 59,3 %. В то время как в базовом варианте максимальная доля в общей

величине технологической себестоимости принадлежит основной заработной плате, ее доля составляет 47,16 %.

Представленное на рисунке 4 значение основной заработной платы является основой для определения описанных выше расходов (цеховых и заводских). Учитывая тот факт, что основная заработная плата имеет тенденция к снижению в проектируемом варианте, уменьшение составило 43,2 %, то можно говорить о снижении этих расходов, сравнивая их значения по вариантам технологического процесса. Соответственно произойдет и снижение цеховой, заводской и полной себестоимостей.

На рисунке 5 показаны величины всех видов себестоимостей, при выполнении анализируемой операции.

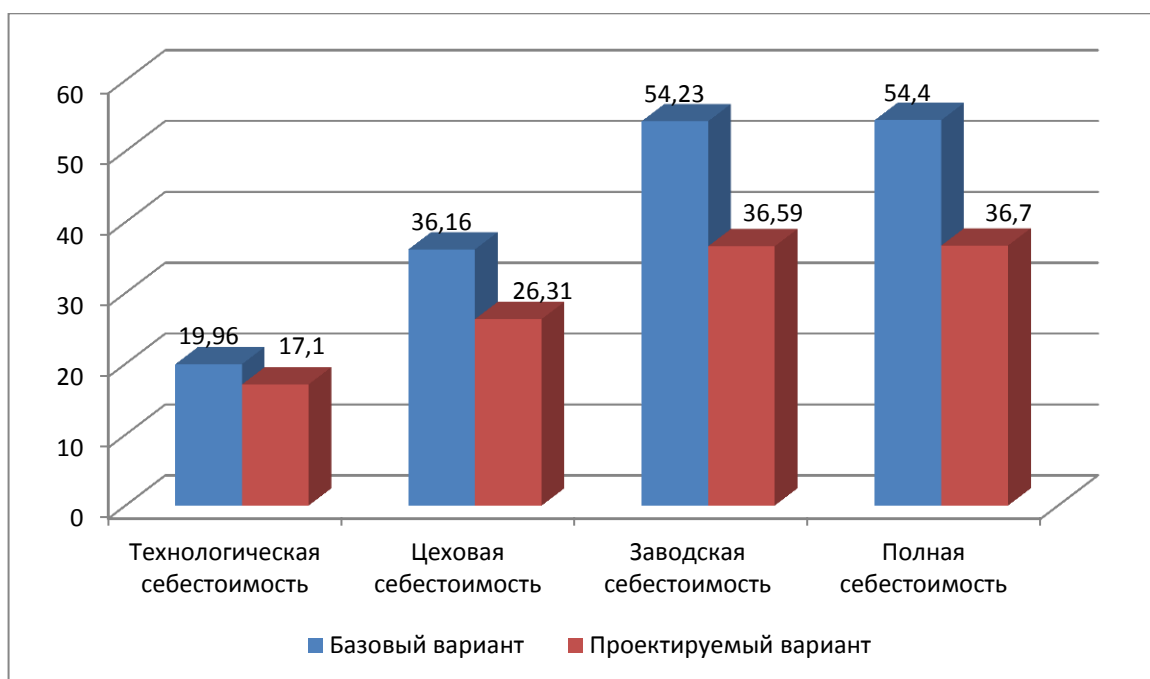


Рисунок 5 – Виды себестоимости и их значения по вариантам технологического процесса, руб.

Из рисунка 5, видно, что в проектируемом варианте, все указанные виды себестоимости также имеют тенденцию к снижению, в среднем себестоимость сократилась на 18,3 %, а величина полной себестоимости изменилась на 32,54 % в меньшую сторону.

Чтобы принять решение об эффективности предложенных мероприятий, необходимо знание величины капитальных вложений в проект. Учитывая то, что совершенствования касаются оборудования и инструмента, то капитальные вложения будут складываться из суммы затрат: на основное технологическое оборудование, его доставку и монтаж, проектирование, инструмент и других затрат, общая сумма которых составила 42822,3 руб. Полный перечень, входящих элементов в инвестиции, представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Затраты входящие в капитальные вложения, руб.

Представленные на рисунке 6 значения, позволяют сделать вывод о том, что наибольшее влияние на величину капитальных вложений оказывают затраты на приобретение оборудование, его доставку и монтаж, их доля составляет 73,1 % от общего объема инвестиций.

Имея значения величины капитальных вложений и полной себестоимости можно провести экономическое обоснование

целесообразности внедрения предложенных изменений в технологический процесс.

Для проведения таких расчетов необходимо последовательно определить следующие значения:

- ожидаемую и чистую прибыль,
- срок окупаемости финансовых вложений,
- общий дисконтированный доход и экономический эффект от внедрения.

Выводы по разделу

Согласно проведенным расчетам по определению указанных значений можно сделать вывод об эффективности предлагаемых мероприятий, так как экономический эффект составит 5200,8 руб., что является положительной величиной данной величины, и это обязательное условие для признания проекта эффективным. Вторым весомым значением при определении эффективности является срок окупаемости, который составляет 4 года, что отвечает условию, не превышать горизонта в 4 года. Основываясь на этих двух показателях можно делать итоговый вывод, что предложенные мероприятия по замене оборудования и инструмента являются эффективным.

Заключение

В выпускной работе разработан технологический процесс изготовления шпинделя инструментальной головки. Для условий мелкосерийного производства, которому соответствует заданный объем 500 деталей в год и массе 0,26 кг спроектирована технология в соответствии со всеми признаками этого типа производства.

Для условий мелкосерийного производства выбран тип заготовки – прокат. Для выбранной заготовки спроектирована технология изготовления детали, включающая в себя ряд операций, выполняемых на станках с числовым программным управлением. Первая операция, выполняемая на станке с автоматической подачей прутка, позволяет исключить операцию фрезерно-центровальную. Многоцелевая обработка шпинделя, термическая обработка и окончательная обработка шеек на шлифовальных станках. В конструкторском разделе спроектировано зажимное приспособление – цанговый токарный патрон, который применяется для закрепления шпинделя на токарной операции. Сквозное прохождение прутка обеспечивает быструю подачу заготовки при обработке. Для повышения эффективности обработки на финишных переходах применяется операция накатки.

Для обеспечения безопасных условий труда на спроектированных операциях проанализированы вредные и опасные производственные факторы и предложены меры по снижению их влияния и устранение действия на здоровье рабочих. Также предусматриваются меры по повышению экологичности, снижения влияния вредных отходов.

В экономическом разделе обоснована замена шлифовальной обработки на накатывание. Работа содержит также комплект технологической документации, а также спецификации на сборочные чертежи.

Список используемых источников

1. Боровский Г. В. Справочник инструментальщика [Текст] / Г. В. Боровский, С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2005. - 463 с. : ил. - Библиогр.: с. 460-463. - ISBN 5-217-03284-7 : 553-64.
2. Водяник В. И. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учеб. пособие / В. И. Водяник ; Сочинск. гос. ун-т туризма и курортного дела. - Изд. 2-е, перераб. и доп. ; ВУЗ/изд. - Сочи : ГУП "СПП", 2002. - 284 с. : ил. - Библиогр.: с. 283-284 (13назв.). - 220-00.
3. Горина Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве [Текст] : учеб. пособие / Л. Н. Горина. - Гриф УМО. - Тольятти : ТолПИ , 2000. - 79 с. : ил. - Библиогр.: с. 79. - 1-00.
4. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с.
5. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
6. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении [Текст] : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00.
7. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
8. Косов Н. П. Технологическая оснастка [Текст] : вопросы и ответы : учеб. пособие для вузов / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - Гриф

МО. - Москва : Машиностроение, 2005. - 303 с. : ил. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 295. - Прил.: с. 296-302. - ISBN 5-217-03242-1 : 550-00.

9. Марочник сталей и сплавов [Текст] / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с. : ил. - Библиогр.: с. 773-782. - Прил.: с. 585-772. - ISBN 5-217-03177-8 : 6230-35.

10. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

11. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

12. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

13. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

14. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии

машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

15. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15 01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

16. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

17. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

18. Справочник конструктора-инструментальщика [Текст] / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Библиогр.: с. 540-541. - ISBN 5-217-03353-3 : 450-00.

19. Станочные приспособления [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с. : ил. - Библиогр.: с. 314. - Прил.: с. 254-313. - ISBN 978-5-00091-121-1. - 639-82.

20. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] . В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 902-910. - ISBN 5-217-03083-6 : 2147-73. - 2200-00. - 1500-00.

21. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] . В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 928-941. - ISBN 5-217-03083-6 : 2147-73. - 2200-00. - 1500-00.

22. Схиртладзе А. Г. Станочные приспособления [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. - Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2001. - 110 с. : ил. - ISBN 5-06-003988-9 : 110-00.

23. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств [Текст] : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с. : ил. - Библиогр.: с. 531-544. - ISBN 978-5-94178-160-7 : 463-50.

24. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств [Текст] : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с. : ил. - Библиогр.: с. 502-515. - ISBN 978-5-94178-122-5 : 463-50.

Приложение А

Технологическая документация

| ГОСТ 3.1118-82 Форма 1 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------|-------|-----------------------|----------|------|---------------|-------------------|------|------|------|-----|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Тюбл. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 2 | 1 | | |
| Разраб. | Шпиндель | | | | | | | | | | | | |
| Проверил | | | | | | | | | | | | | |
| Утвердил | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | |
| Сталь 40Х2Н2МА ГОСТ 4543-71 | | | | | | | | | | | | | |
| М 01 | Код | ЕВ | МД | ЕН | Н. расх. | КИМ | Код заготовки | Профиль и размеры | | | КД | МЗ | |
| М 02 | 12 | кг | 0,26 | 1 | 1 | 0,23 | 24 | 30x172 | | | 1 | 1,2 | |
| А | Цех Уч. | РМ | Опер. | Обозначение документа | | | | | | | | | |
| Б | Код. наименование оборудования | | | | | | | | | | | | |
| | СМ | Проф. | Р | УГ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кит. | Гпз. | Гшт. | | |
| А03 | 000 Прокат | | | | | | | | | | | | |
| Б04 | 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | | |
| А05 | 005 4233 Токарная с ЧПУ 2 16 12,8 | | | | | | | | | | | | |
| Б06 | Токарно-фрезерный станок Mazak SQT 250 MS 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | | |
| А07 | 010 4233 Токарная с ЧПУ | | | | | | | | | | | | |
| Б08 | Токарно-фрезерный станок Mazak SQT 250 MS 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | | |
| А09 | 020 5000 Термообработка | | | | | | | | | | | | |
| Б10 | 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | | |
| А11 | 025 Центрошлифовальная | | | | | | | | | | | | |
| Б12 | Центро-шлифовальный станок Heipinger ZS 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | | |
| А13 | 030 4132 Круглошлифовальная | | | | | | | | | | | | |
| Б14 | Круглошлифовальный станок ЗБ161 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | | |
| А15 | 035 4233 Токарная с ЧПУ | | | | | | | | | | | | |
| Б16 | Токарно-фрезерный станок Mazak SQT 250 MS 1 1 1 1 | | | | | | | | | | | | |
| МК | Маршрутная карта | | | | | | | | | | 2 | | |

Продолжение приложения А

| ГОСТ 3.1118-82 Форма | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|-----|----|-------|----------------------------|----|-------|---|---------|----|-------|----|----|------|-----|------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Титул. | | | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| | | | | | | | | | Шлибель | | | | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КООИД | ЕН | ОП | Кшт. | Глз | Гшт. |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | | | | | | | | | | | | |
| К/М | Наименование детали, сб. единицы или материала | | | | | | | | | | | | | | | |
| А01 | 060 Моечная | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | 055 0200 Контрольная | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | Маршрутная карта | | | | | | | | | | | | | | | 3 |

Продолжение приложения А

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

| Двусл. | Взам. | Посл. | | | | | | | | | | | 5 | 1 | |
|---|---|----------|-----------|------------------------|-------|-----------|-----|------|------|-------------------|---|-----|-----|------|------|
| Разраб. | Проверил | Утвердил | Н. контр. | Шлиндель | | | | | | | | | | 005 | КЮИД |
| Наименование операции | | | | Материал | | Твердость | | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | МЗ | КОИД | |
| Токарная с ЧПУ | | | | Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 | | 200 | | кг | 0,26 | 30x172 | | | 1,2 | 1 | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | | | Обозначение программы | | То | Тв | Тпз | Тшт. | | | СОЖ | | | |
| Токарно-фрезерный станок Mazak SQT 250 MS | | | | ПИ | | 2,3 | | 1,57 | 12 | 5,76 | | | | | |
| Р | | | | Д | или В | L | t | i | s | n | v | | | | |
| O01 | 1. Установить деталь | | | | | | | | | | | | | | |
| T02 | Патрон цанговый; центр 7032-4114 ГОСТ 8741-75 | | | | | | | | | | | | | | |
| T03 | 2. Точить заготовку | | | | | | | | | | | | | | |
| O4 | Резец PCLNRT 2525M 12 GC425 | | | | | | | | | | | | | | |
| O05 | 1 | 68,26 | 117 | 3 | 1 | 0,7 | 540 | 116 | | | | | | | |
| T06 | Резец PTTNL 2525M22 GC 425 | | | | | | | | | | | | | | |
| P07 | 1 | 68,26 | 117 | 3 | 1 | 0,7 | 540 | 116 | | | | | | | |
| O08 | 3. Сверлить отверстие | | | | | | | | | | | | | | |
| T09 | Сверло центровочное 6,3 мм тип А ГОСТ 14952-75 P6M5 | | | | | | | | | | | | | | |
| p10 | 2 | 6,3 | 5 | 3,15 | 1 | 0,23 | 327 | 18,5 | | | | | | | |
| O11 | 4. Точить канавки | | | | | | | | | | | | | | |
| T12 | Резец канавочный STFCR 2020 K11-A GC 425 | | | | | | | | | | | | | | |
| O13 | 3 | 55,44 | 75 | 3 | 3 | 0,4 | 540 | 116 | | | | | | | |
| OK | Операционная карта | | | | | | | | | | | | 6 | | |

Приложение Б
Спецификация приспособления

Продолжение приложения Б

