

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)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка контрольного калибра и технологии его изготовления

Обучающийся	<u>А.А. Трапезникова</u> (Инициалы Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент А.В. Зотов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	<u>А.Н. Кирюшкина</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>М.А. Кривова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Аннотация

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления ступенчатого контрольного вала калибра из сплава ХВГ. Выбор данного материала обусловлен высокими требованиями к износостойкости готовой детали. Однако, сплав ХВГ характеризуется плохими технологическими свойствами, что существенно затрудняет обработку.

Целью работы является обеспечение требуемой высокой точности изготовления (до 5 мкм) на рабочие поверхности вала калибра при одновременном повышении их износостойкости.

Небольшой объем выпуска относит технологию изготовления вала калибра к мелкосерийному производству. С этим связан выбор заготовки в виде проката. Для обеспечения необходимой точности применяется много переходная технология с постепенным достижением требуемой точности размеров и формы рабочих поверхностей детали. Обработка выполняется на токарном центре с использованием самоцентрирующегося трех кулачкового патрона. В конструкторской части спроектирован патрон с компенсацией центробежных сил, обеспечивающий стабильность сил закрепления заготовки при высокоскоростной обработке и повышающий точность изготавливаемой детали. Также разработан канавочный резец специальной конструкции, позволяющий формировать закрытые зоны обработки с требуемыми параметрами точности и шероховатости. Предусматриваются необходимые защитные мероприятия для исключения воздействия вредных и опасных производственных факторов на разработанном технологическом процессе изготовления вала калибра из сплава ХВГ. Предлагаемые изменения конструкции канавочного резца для повышения производительности подтверждаются экономическими расчетами. Разработанная технологическая и конструкторская документация приведена в приложении.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Проектирование калибра	6
1.2 Назначение и условия работы детали.....	8
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	9
2 Технологическая часть	13
2.1 Определение типа производства	13
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	13
2.3 Выбор метода получения заготовки	14
2.4 Выбор методов обработки	16
2.5 Расчет припусков	22
2.6 Расчет режимов резания.....	24
3 Проектирование оснастки	33
3.1 Проектирование патрона.....	33
3.2 Проектирование инструмента	39
4 Безопасность и экологичность процесса	41
5 Экономическая эффективность работы	44
Заключение	47
Список используемой литературы и используемых источников.....	48
Приложение А Технологические карты	51
Приложение Б Спецификация приспособления	56
Приложение В Спецификация фрезы	58

Введение

Эффективная технологическая подготовка производства (ТПП) играет критически важную роль в обеспечении качества и точности машиностроительной продукции. Этот этап включает в себя разработку технологических процессов, определяющих последовательность операций, применяемое оборудование, инструмент и оснастку. Технологическая подготовка производства является неотъемлемой частью технической подготовки производства и предваряется конструкторским этапом. В качестве исходных данных для технолога выступает конструкторская документация. В данном случае, по заданию, это чертеж контрольного калибра.

Затраты на проектирование технологических решений, особенно для высокоточных измерительных инструментов, могут составлять значительную долю от общей трудоемкости процесса изготовления. При этом результативность предложенных технологических схем напрямую зависит от целого ряда факторов, включая общий технологический уровень производства, квалификацию персонала, а также наличие современного станочного оборудования и соответствующих измерительных приспособлений.

Проектирование технологии изготовления становится особенно трудоемким для деталей, характеризующихся сложной геометрической формой и высокими требованиями к точности размеров и расположения поверхностей, как это свойственно контрольным калибрам. Задача обеспечения соответствия калибра техническим требованиям чертежа усложняется, когда необходимо гарантировать точное воспроизведение калибруемых размеров и форм.

Основная сложность при изготовлении контрольного калибра заключается в обеспечении высокой точности обработки рабочих поверхностей, калибрующих элементов и контрольных баз. Из-за жестких

требований к точности размеров, взаимного расположения и формы поверхностей, требуется применение специальных технологических методов, таких как прецизионное точение, шлифование и доводка. Использование стандартного инструмента для достижения необходимых параметров, указанных в чертеже, может потребовать разработки специальных наладок и инструментов.

В работе предлагается анализ и предложения по проектированию технологического процесса изготовления контрольного калибра. Особое внимание уделяется обеспечению точности и качества его рабочих поверхностей. Это выполнено за счет проектирования специальной технологической оснастки и инструмента, которые позволяют достичь требуемой точности и производительности при обработке исполнительных элементов калибра.

1 Анализ исходных данных

1.1 Проектирование калибра

Для комплексной проверки отверстий и резьбы детали основного производства необходим контрольный инструмент. Использование измерительного инструмента типа штангенциркуль дает возможность получить фактическое значение контролируемого размера. Но данное измерение требует определенных навыков контроллера, занимает достаточно большое количество времени. При этом результат измерения может отличаться большой погрешностью.

Для основного производства деталей необходимо обеспечить такт выпуска. Использовать контрольно-измерительные средства такого типа нерационально. Технологические процессы основного производства отработаны и отличаются стабильностью. Фактически речь идет о контроле приближения к границам допуска.

Проектирование контрольных калибров (или эталонов) представляет собой важный этап в подготовке производства и метрологическом обеспечении проектируемой технологии. Контрольные калибры необходимы для обеспечения быстрого, точного и надежного измерения.

Методика проектирования контрольных калибров, разбитая на этапы, выглядит следующим образом.

Определение цели и назначения контрольного калибра. В данном случае контролируются размер цилиндрических поверхностей - отверстий 28, 40 и 36 мм, соосность этих отверстий и качество резьбы М39.

Контрольный калибр применяется для текущего операционного контроля после обработки отверстий на полустаночной стадии.

После этого проводится анализ требований к качеству калибра по показателям точности и стандартизации. Необходимая степень точности для

контрольного калибра определяется в зависимости от области применения – получистовая обработка с допуском 0,052 мм.

Калибр соответствует действующим стандартам по контролируемым диаметрам 28, 36, 40 мм и метрической резьбе М39х1,5.

Метод измерения, который будет использоваться для калибровки и проверки проводимых измерений, основан на сравнительных измерениях. Берется заведомо бракованный образец и по нему проводится контроль. Кроме этого, с использованием микрометрических средств контроля проводится проверка рабочих поверхностей по предельной степени износа (27,99; 35,967 мм; 39,967 мм). По резьбе эти параметры следующие: по вершине зубьев – 38,994 мм; по среднему диаметру – 38,01 мм.

Измерительные инструменты для поверки калибров – микрометр с погрешностью 1 мкм.

Выбор материала, из которого изготовлен калибр, с учетом механических, теплофизических и химических свойств должен обеспечить износостойкость и стабильность размеров.

Выбирается сплав ХВГ, который рекомендуется для инструмента, штамповой оснастки и измерительных средств.

Форма и размеры калибра должны обеспечить удобство использования и точность измерений. Для этого предусматривается удобная рукоятка, конструктивные элементы для однозначного позиционирования калибра.

Методы получения заготовки, обработки поверхностей и формирование из них технологии изготовления контрольного калибра проводится во втором разделе.

Первичная калибровка контрольного калибра проводится с использованием высокоточных средств измерения (погрешность для рабочих поверхностей 1 мкм) с последующим оформлением аттестации калибра, подтверждая его соответствие установленным требованиям.

Обязательным условием является организация обучения для персонала, отвечающего за использование калибра для корректного получения результатов.

Плановые мероприятия по проверке и обслуживанию калибра включают регулярную аттестацию.

1.2 Назначение и условия работы детали

Контрольный калибр является прецизионным измерительным инструментом, предназначенным для контроля геометрических параметров деталей – диаметров и их соосности. Он используется для проверки соответствия размеров детали требованиям конструкторской документации.

Данный контрольный калибр предназначен для контроля цилиндрических отверстий и представляет собой калибр-пробку. Он состоит из рукоятки, рабочих измерительных поверхностей и контрольной базы.

Рабочий элемент калибра выполняется с высокой точностью, чтобы обеспечить точное соответствие проверяемым размерам (28, 36, 40 мм). Калибрующие поверхности, имеющие строго определенную форму и размеры, контактируют с поверхностью детали, определяя ее соответствие заданным параметрам. Контрольные базы служат для точного позиционирования калибра относительно проверяемой детали [3].

Для обеспечения долговечности и сохранения точности калибра, его материал должен обладать высокой износостойкостью, твердостью и стабильностью размеров. Калибр выполнен из износостойкой стали ХВГ. Данный материал обладает следующими характеристиками [1].

Химический состав: (основные элементы и их процентное содержание, : С (0,9-1,05%), Cr (0,9-1,2%), Cu (0,2-0,3%). Mo (0,2-0,3%), P (0,02-0,03%) (рисунок 1) [5].

Предел прочности на растяжение: от 760 до 1900 МПа (зависит от термообработки).

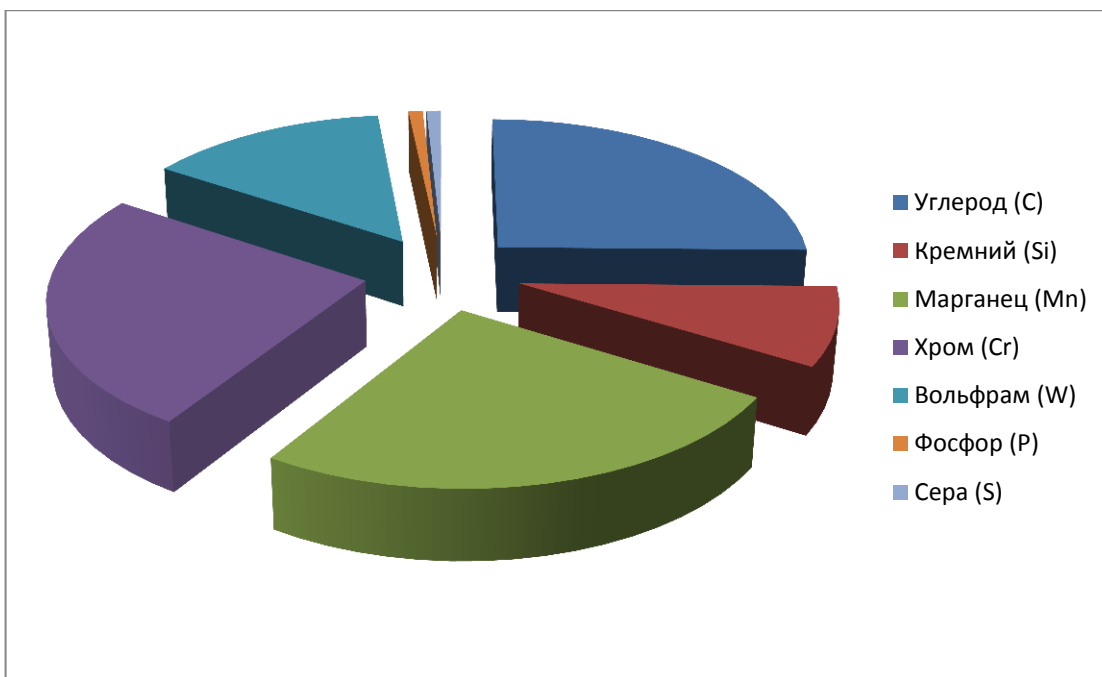


Рисунок 1 – Состав материала

Твердость: 255 HB (горячекатаное состояние), 61 HRC (после закалки и низкого отпуска).

Износостойкость из-за твердости и состава высокая. Стабильность размеров высокая за счет исключения фазовых переходов при эксплуатации.

На рисунке 2 приведен эскиз калибра с обозначенными поверхностями.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Деталь калибр предназначен для комплексного контроля заготовок серийного производства. Рабочие поверхности калибра, которые осуществляют данную функцию, имеют на чертеже требования по износу до предельного размера. Эти поверхности необходимо изготавливать с очень высокой точностью. Погрешность на диаметр составляет 5 микрон [2].

Допустимый износ по требованиям чертежа изменяется от 10 микрон на диаметре 28 мм, до 33 микрон на диаметрах 35,98 и 39,997 мм.

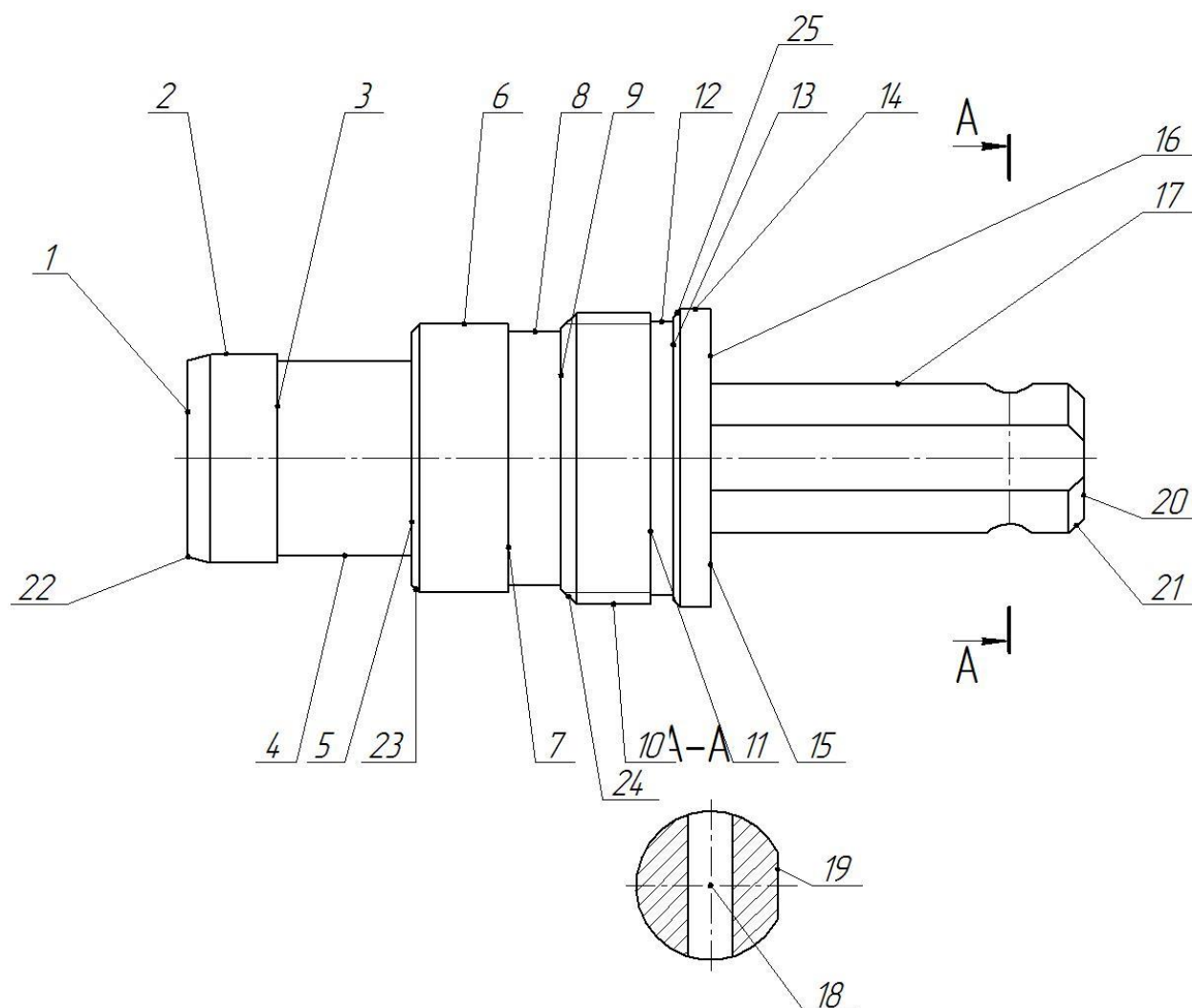


Рисунок 1 – Эскиз калибра

Для поворота калибра в его хвостовике предусмотрено базовое отверстие для поперечной рукоятки. Она устанавливается туда по переходной посадке.

Кроме этого, на калибре есть резьбовая базирующая поверхность, на которую тоже указаны требования по износу по вершинам резьбы, а также по его среднему диаметру.

Калибр является валом средней жесткости из-за хвостовика небольшого диаметра (20 мм). Конфигурация с одной стороны ступенчатая с небольшим перепадом диаметров и с поднутрением.

С точки зрения обработки требуется специализированный тип токарного инструмента.

На калибре выполнены фаски различного типоразмера. Для самой маленькой по диаметру ступени фаска имеет длину 3 мм, расположенную под углом 15° . Для промежуточной и самой большой ступени это фаска размером 1мм на 45° . Для резьбовой поверхности фаска выполнена по другому типоразмеру – 2,5 на 45° . Это приводит к необходимости использования обработки по контуру в соответствии с управляющей программой для станка с ЧПУ.

Хвостовик переходит в опорный торец без промежуточных элементов: канавки или гантели. Это приводит к не технологичности в связи с неизбежным врезанием фрезерного инструмента в торцовую поверхность. Для исключения этой проблемы предусматривается переходная канавка для выхода инструмента.

Требуется определенная угловая ориентация конструктивных элементов выполненных на хвостовике. Базовое отверстие под рукоятку в ручке и лыска, выполненная на этой поверхности, ориентированы перпендикулярно друг другу. Если обрабатывать данные поверхности на соответствующих металлорежущих станках для сверления и фрезерования, на этапе базирования понадобится угловая ориентация заготовки по конструктивному элементу, который будет выполнен раньше. Это приводит к необходимости использования позиционирующих элементов в конструкции станочного приспособления. Данную проблему можно обойти, задействовав многофункциональное современное оборудование: токарно-фрезерный центр. При фиксированном положении заготовки можно будет последовательно выполнить и сверление, и фрезерование с точным позиционированием заготовки между переходами.

Большое количество рабочих позиции в револьверной головке или суппорте станка обеспечит всю необходимую номенклатуру режущего инструмента, необходимую для формирования ступенчатой формы

заготовки, включая ее закрытые поверхности, а также резьбовую поверхность.

При базировании деталь необходимо устанавливать по стандартной схеме для вала с поджимом задним центром. Консольная схема может быть применена для обработки утолщенной части калибра при установке по хвостовику. Но при обработке с противоположной стороны небольшой диаметр хвостовика может привести к деформации и вибрации при обработке.

Для стабилизация формы и размеров калибра необходимо использовать термообработку. При этом не только для обеспечения заданной высокой твердости до 60 единиц по шкале Роквелла, но и стабилизирующую обработку на этапе черновой обработки. В противном случае фазовые изменения в составе материала заготовки, а также коробление из-за релаксации остаточных технологических напряжений могут привести к короблению и потере требований по соосности, которые по чертежу детали имеют допуск 8 микрон.

С точки зрения получения исходной заготовки необходимо отметить, что небольшая серийность выпуска, необходимая по заданию, приводит к возможности выбора различных методов. Основным заготовительным методом из-за серийности остается получение заготовки прокатом. По совокупности признаков калибр относят к не технологичным.

Выводы по разделу

В первом разделе выполнено проектирование контрольного калибра и анализ его технологичности.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

Тип производства зависит от характера производства.

Метрологическое обеспечение производства с ограниченным количеством мерительных средств относится к мелкосерийному производству. Номенклатура контрольных калибров для специальных задач может быть очень широкая. Потребность в таких средствах не высокая, так как они служат длительное время. Поэтому для объема выпуска калибра в 10 штук в год тип производства будет мелкосерийный.

Партия запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \text{ шт}, \quad (1)$$

где $N=10$ дет/год;

a – периодичность запуска (24 дня).

$$n = \frac{10 \cdot 24}{254} = 0,94 \approx 1 \text{ шт.}$$

На производственном участке для изготовления метрологического оснащения используются высокоточные универсальные станки с ЧПУ.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

В мелкосерийном производстве применяется один тип станков - универсальный. Технологический процесс проектируется для унифицированных заготовок из проката. Для калибров выбирается соответствующих по точности сортамент.

На заготовительном этапе проводится отрезка штучных заготовок.

На механической обработке после черновой стадии, между лезвийной и абразивной обработкой предусматриваются операции термообработки и контроля. Для стабилизации размеров между черновой и получистовой проводится стабилизирующая термообработка – нормализация.

Квалификация рабочих высокая.

Используются универсальные приспособления, стандартный режущий и измерительный инструмент.

Технологическая документация разрабатывается упрощенно (маршрутные карты). В работе проводится дополнительно разработка операционных карт с картами эскизов.

2.3 Выбор метода получения заготовки

Для детали данной конфигурации по чертежу, а именно - ступенчатого вала с большим перепадом диаметров, альтернативными вариантами получения заготовки будут заготовка из проката или поковка [14].

«Масса проката

$$M = \frac{\pi d^2}{4} L \rho, \quad (2)$$

где d – диаметр максимальный, м;

l – длина габаритная, мм;

ρ – плотность сплава, кг/мм³» [6].

С припуском на обработку

$$M = \frac{\pi 0,044^2}{4} 0,1240 \cdot 7800 = 1,47 \text{ кг.}$$

Из-за ограниченного объема выпуска калибра, заданного для годового объема выпуска 10 штук, тип производства будет мелкосерийным [10].

«Себестоимость

$$C_T = C_{\text{заг.}} \cdot M + C_{\text{мех}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх.}} \cdot (M - m), \quad (3)$$

где $C_{\text{заг.}}$ – стоимость заготовки, руб/кг;

$C_{\text{мех}}$ – стоимость снятия стружки, руб/кг;

m – масса штока, кг;

$C_{\text{отх.}}$ – цена лома, руб/кг» [4].

«По механической обработке

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (4)$$

где C_c – текущие затраты, руб/кг;

E_n –эффективность капитальных вложений;

C_k – капитальные затраты, руб/кг» [13].

Для машиностроения

$$C_{\text{мех}} = 35,6 + 0,15 \cdot 103,5 = 51,1 \text{ руб/кг.}$$

«Затраты на прокат

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} \cdot h_{\phi}, \quad (5)$$

где $C_{\text{пр}}$ – цена материала, руб/кг;

h_{ϕ} – коэффициент» [13].

$$C_{\text{заг}} = 1450 \cdot 1,1 = 1600 \text{ руб./кг.}$$

$$C_{\text{т.пр.}} = 1,5 \cdot 1600 + 51,1 \cdot (1,5 - 0,7) - 1,4 \cdot (1,5 - 0,7) = 2680 \text{ руб.}$$

В данном случае использование обработки давлением не является целесообразным из-за материала ХВГ для 10 деталей. Формирование ковочных напряжений может привести к потере точности в операционный период из-за изменений остаточных технологических напряжений после заготовительного этапа. Более рациональным является использование проката повышенной точности. Это связано с особенностями физико-

механических свойств сплава ХВГ и его структуры, которая формируется на заготовительном этапе более стабильной и равномерной.

Дополнительным входным параметром будет проверка на коробление для заготовки, чтобы оно составляло не более 0,05 мм. В противном случае будет вероятность того, что при снятии припуска будут наведены неравномерные остаточные напряжения в сечении при снятии припуска, что в последующем отразится на стабильности расположения рабочих поверхностей.

Припуск на обработку самого большого диаметра (39 мм) будет составлять 2 мм на сторону. Это дает в сумме с номинальным диаметром размер проката равным 44 мм.

На операции будет использована штучная заготовка. Для этого на заготовительном этапе предусматривается операция резки на круглопильном станке 8Б72.

2.4 Выбор методов обработки

Перед разработкой маршрута обработки детали намечаются отдельные технологические переходы, выполнимые для каждой отдельной поверхности. Затем они объединяются на одной операции с учетом технологических возможностей станков.

Станки и оснащение в разработанной технологии следующие.

На 000 операции на ножовочном станке 8Б72 с установкой в тиски происходит разрезка заготовки пилой 2257-0051 ГОСТ 18210-72.

Далее на токарном станке с ЧПУ СК6140 заготовка контрольного калибра устанавливается в патроне ГОСТ 2571-71. Точение ведется резцом 2112-0009 из Т15К6 по ГОСТ 18880-73 и резцом PSRNL 2020K12 из Т15К6 по ТУ 2-035-892-82. Для канавок используется резец 2120-0501 Р18 ГОСТ 18874-73.



Рисунок 3 - Резец PSRNL 2020K12 из T15K6 по ТУ 2-035-892-82



Рисунок 4 - Резец 2120-0501 P18 ГОСТ 18874-73

Для надлежащей обработки торцовых поверхностей калибра предусматривается припуск на сторону равный 5 мм. Данный припуск будет сниматься на токарной операции за два перехода на станке с резцедержателем (рисунок 5) или с установкой инструмента в револьверной головке (рисунок 6).



Рисунок 5 - Токарный станок с ЧПУ SK6140



Рисунок 6 – Револьверная головка станка с ЧПУ SK6140

По выбору технологических переходов ориентируемся на типовой техпроцесс изготовления ступенчатого вала. Делаем поправки на высокоточные требования по диаметрам и точности расположения. Это приводит к необходимости использования стабилизирующей термообработки после чернового снятия припуска, что разделяет черновой и чистовой лезвийные этапы обработки.

На первом этапе проходит обработка торцовых поверхностей с не большим вылетом заготовки с двух кратной подрезкой. На первом проходе снимается 4 мм, на втором - 1 мм за чистовой переход.

Требования по габаритам относятся к 12 качеству и шероховатость Ra 6,3 мкм, что обеспечивается с запасом чистовой токарной обработкой подрезным резцом.

Вторым переходом будет засверливание центрального отверстия центровочным сверлом. Причем данный переход будет последовательно выполнен на двух установках А и Б инструментом 2317-0034 (5 мм) из Р6М5 по ГОСТ 14952-75.

После этого заготовка выдвигается на всю рабочую длину и обрабатывается. Технологически переходы по обработке рабочих поверхностей калибра включают в себя токарные черновой и чистовой переходы с включением между ними стабилизирующей термообработки - нормализации.

Далее, после закалки, выполняются последовательно два чистовых перехода по шлифованию и окончательный метод полирования для доведения заданной шероховатости рабочих поверхностей.

Промежуточные ступени с закрытой поверхностью выполняются на токарном чистовом переходе при помощи канавочного токарного инструмента.

Резьбовая поверхность нарезается после чистовой токарной обработки резьбовым токарным резцом последовательно за 8 проходов по генераторной схеме резания.

Хвостовая часть калибра обрабатывается на втором установе со снятием напуска, так как удаление такого большого количества материала может привести к короблению заготовки.

Вторая часть ступенчатой заготовки выполняется уже на установе Б 015 операции. На чистовом этапе также сначала выполняется обработка рабочей части калибра, а после этого обрабатывается хвостовик.

На токарно-фрезерном центре на установе Б, после чистового точения хвостовика, обработки канавки, выполняются последовательно фрезерование лыски и сверление радиального отверстия с исключением увода сверла. Для этого предварительно выполняется зацентровка центровочным сверлом.

Обработка на шлифовальных переходах проводится на круглошлифовальных станках 3Б161 последовательно по программе методом врезания.

Полирование выполняется войлочным кругом с абразивной пастой ГОИ. В конце выполняются маркировочная операция по клеймению и моечная с контрольной, связанной с комплексной проверкой всех технических требований по рабочим поверхностям калибра.

По выбору технологического оборудования следует отметить следование принципу концентрации. Вся обработка выполняется на станках двух типов: токарно-фрезерном и круглошлифовальном, резьбошлифовальном.

Схема установки калибра типовая: в центрах с обеспечением сохранения технологических баз на всех этапах обработки. Соблюдение принципа единства баз снижает пространственные отклонения поверхностей, обработанных на разных установках, что исключает дополнительную погрешность. Кроме этого типизация схемы установки обеспечивает сокращение номенклатуры станочных приспособлений и установочных элементов.

Схема базирования получается типовая для калибра и включает двойную направляющую по оси и две опорных точки по торцу и на

поверхности под зажим. Реализация этой схемы на токарном станке обеспечивается при помощи трех кулачкового самоцентрирующего патрона и поджимного центра.

На круглошлифовальной и резбошлифовальной операциях единство баз обеспечивается за счет поводкового токарного патрона и поджимного жесткого центра.

Режущий инструмент, который используется на токарно-фрезерном центре, включает комплект токарных резцов, к которым относятся подрезной, контурный, канавочный, отрезной и резбовой. При этом нужно учитывать, что каждый тип инструмента используется с двумя типами режущих пластин: для черновой и чистовой обработки, отличающимися по инструментальному материалу и форме режущих пластин. Кроме этого, на токарно-фрезерном центре используются центровочные сверла, спиральное сверло диаметром 6 мм, а также концевая фреза 2223-3743 для обработки диаметром 16 мм, с тремя зубьями из P8M3K6C ГОСТ 23248-78.

На кругло-шлифовальной операции используются абразивные круги прямого профиля 1 300x40x120 24AF40N4V ГОСТ 2424-2008. Их параметры по зернистости, твердости и структуре подбираются для чистового и чернового шлифования.

На резбо-шлифовальной операции используются абразивные круги заточного профиля 3 300x25x120 24AF40N4V ГОСТ 2424-2008. Станок - резбо-шлифовальный 5K822B.

Контрольно-измерительные средства, используемые на операциях, включает в себя универсальные инструменты виде штангенциркулей и микрометров. Проверка биения осуществляется непосредственно на рабочем месте при помощи индикаторного устройства.

Проверку требований по шероховатости выполняют с использованием накладного профилографа.

Комплексная окончательная проверка требований после операций осуществляется с использованием контрольного приспособления с

установкой заготовки в центровых отверстиях. При этом технические требования чертежа пересчитывается с учетом номинальных измерительных баз, указанных по чертежу.

2.5 Расчет припусков

Расчет припусков аналитическим способом будет проведен для трех рабочих исполнительных поверхностей калибра. Остальные будут выбраны табличными припусками по переходам. Для расчета операционных размеров и припусков задаются следующие переходы. Применим типовой технологический набор переходов в виде чернового и чистового точения с промежуточной нормализацией между ними. После закалки выполняются черновое и чистовое шлифование с последующей окончательной полировкой.

В качестве исходных данных используется высота микронеровностей, толщина дефектного слоя, погрешности формы и расположения заготовки, а также погрешности установки.

Для определения операционных размеров для технологической документации выполняется эскиз заготовки со схемой установки на плане изготовления (рисунок 6).

«Минимальный припуск для диаметра

$$Z_{\min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{np-1}^2 + \varepsilon_y^2} . \quad (6)$$

где Rz_i - шероховатость, мкм;

T – глубина дефектного слоя, мкм;

Δ_{np-1} - пространственные отклонения, мкм;

ε_y – погрешность установки, мкм» [11].

Пространственное отклонение

$$\Delta_{\text{пр}} = \sqrt{\Delta_{\text{ц}}^2 + \Delta_{\text{к}}^2}, \quad (7)$$

где $\Delta_{\text{ц}}$ - отклонение при зацентровке, мм;

$\Delta_{\text{к}}$ – коробление заготовки, мм.

Коробление проката зависит от длины l исходного прутка

$$\Delta_{\text{к}} = \Delta_{\text{у}} \cdot l, \quad (8)$$

где $\Delta_{\text{у}}$ – удельный увод, мкм/мм.

$$\Delta_{\text{к}} = 1,2 \cdot 140 = 168 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\text{пр}} = \sqrt{(120)^2 + (168)^2} = 206 \text{ мкм.}$$

Для метода пробных ходов и промеров размеры по переходам:

$$d_{\text{min}}^{i-1} = d_{i \text{ max}}^i + 2 \cdot z_{\text{min}}^i; \quad (9)$$

$$d_{\text{max}}^{i-1} = d_{\text{min}}^{i-1} + TD^{i-1}; \quad (10)$$

Для пересчета отклонений по переходам учитываем уменьшение погрешности

$$\Delta_{\text{пр } i} = k_y^{i-1} \times \Delta_{\text{пр}}^{\text{заг}}, \quad (11)$$

где k_y^{i-1} – коэффициент уточнения.

Максимальный припуск:

$$2z_{\text{max } i} = d_{\text{max}}^{i-1} - d_{\text{min}}^i. \quad (12)$$

На рисунке 7 показаны размеры и припуски после расчета с операционными размерами, предельными отклонениями, припусками и допусками.

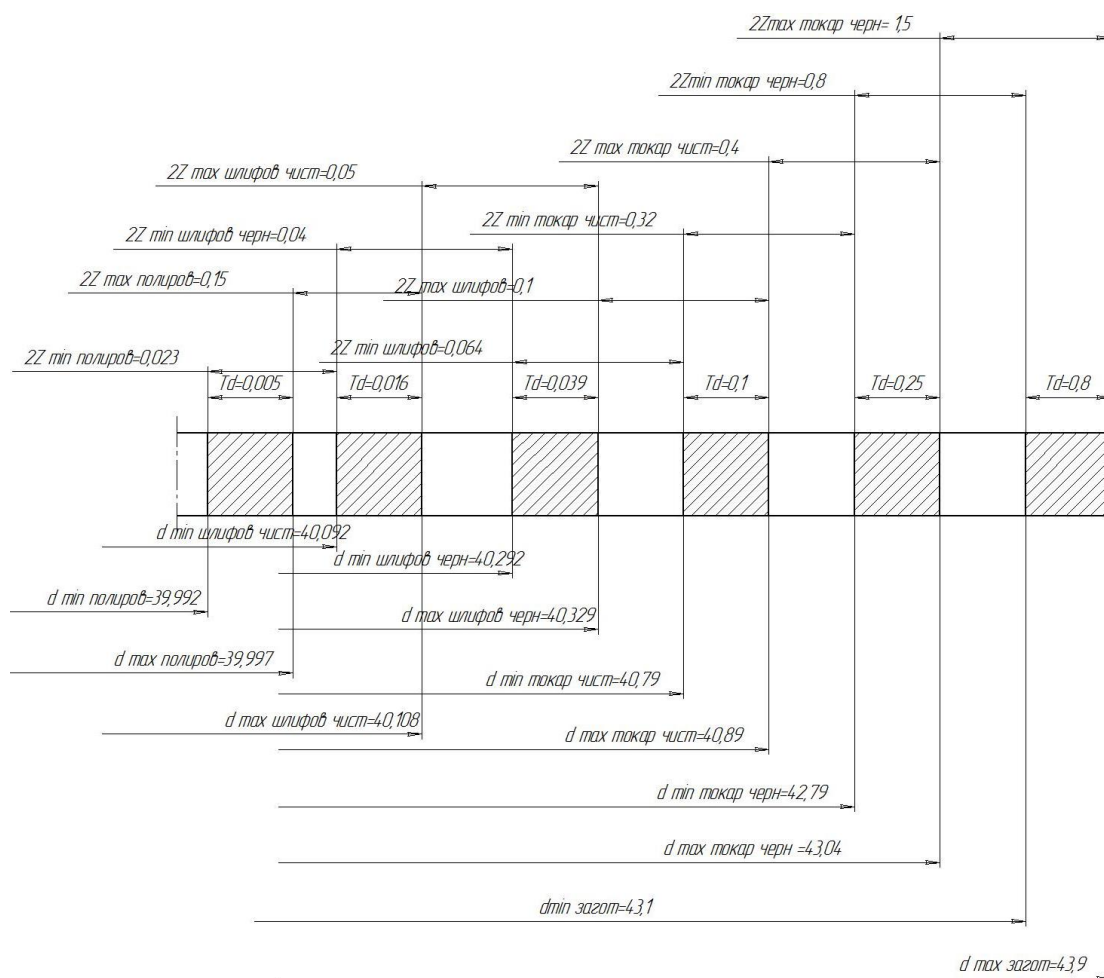


Рисунок 7 – Схема припуска

Результаты расчета по глубине резания на точении будут следующими. Средний припуск (глубина резания) – 0,8 мм и 0,35. Максимальные для проверки силовых параметров: 1,5 мм и 0,8 мм.

2.6 Расчет режимов резания

Для обработки поверхностей калибра на первом этапе технологического процесса применяются различного вида токарные резцы. Все они сборной конструкции с механическим креплением твердосплавных режущих пластин. Форма режущих пластин адаптирована под текущие

условия обработки. Она меняется для чернового и чистового этапов обработки. На черновом обеспечивается стружкодробление, на чистовом – снижение шероховатости.

С учетом этого предлагаются технологические режимы, оптимальные именно для этих инструментальных пластин.

Технологическая операция выполняется за несколько установов. На каждом из установов выполняется по несколько переходов.

На установе А и установе Б первые переходы аналогичные. Они заключаются в подрезке торца проходным резцом и засверливании центровочном сверлом. После этого происходит переустановка заготовки с ее выдвижением и поджима вращающимся задним центром для формирования утонченного хвостовика калибра. Это связано с тем, что требуется удаление очень большого объема напуска материала.

В случае обработки этой поверхности на втором этапе возможно коробление на уже обработанном рабочем элементе калибра. Снятие напуска проводят с поджимом задним центром, так чтобы получающаяся хвостовая часть была жесткой. Проходы выполняются на однотипных режимах.

После этого заготовка переустанавливается и закрепляется по хвостовику. При этом вылет заготовки получается небольшой и жесткости выступающей части будет достаточно для обработки без поджима задним центром. Проходит последовательная обработка контурным резцом для формирования первоначального контура заготовки.

Далее канавочным резцом проходят углубления на заданный по диаметру размер.

В качестве промежуточной операции используется термообработка с нормализацией для снятия остаточных напряжений и стабилизацией структуры материала заготовки.

После этого проводится доводка рабочей поверхности калибра с последующим формированием канавок под выход инструмента для

шлифования и резьбонарезания. Окончательно после этого на установе проводится резьбонарезание резцом.

После переустановки обрабатываемой заготовки проводится чистовое точение по державке и обработка канавки под выход фрезерного инструмента. После этого фрезеруем лыски при фиксированном положении заготовки. Обработка отверстия с предварительной центровкой и последующим сверлением спиральным сверлом. Далее отверстие зенкеруется и развертывается.

Технологические режимы, которые выполняются на данных переходах, определялись по соответствующим каталогам режущего инструмента и являются рекомендованными для применения с учетом обрабатываемого материала. Основное время будет складываться из времени выполнения переходов. Остальные составляющие штучного времени, как вспомогательное время, время обслуживания и отдыха назначаются упрощенно, так как производство мелкосерийное.

Фактическую скорость принимаем равной расчетной из-за бесступенчатого регулирования скорости вращения заготовки.

Для точения формула

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^{x \cdot sy}}} \cdot K_v. \quad (13)$$

где поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (14)$$

где K_{mv} - для учета прочности ХВГ;

K_{pv} – коэффициент состояния поверхности (прокат);

K_{iv} – учитывает режущий материал (для твердого сплава Т5К10)»

[12].

Для 1900 МПа по прочности коэффициент

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (15)$$

где n_v - показатель для метода обработки.

$$K_{mv} = 0,85 \left(\frac{750}{1900} \right)^1 = 0,34.$$

$$K_v = 0,34 \cdot 1,4 \cdot 0,9 = 0,42.$$

Для чистовой обработки

$$K_v = 0,34 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,34.$$

«Определим скорость резания фрезерования лыски:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (16)$$

где C_v , x , q , m , u , z , y , p – учитывают условия фрезерования;

D - диаметр инструмента, мм;

T – стойкость пластин, мин;

S_z - подача на зуб, мм/мин;

B – ширина фрезерования, мм» [19].

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

где

$$K_{mv} = 0,85 \left(\frac{750}{1900} \right)^1 = 0,34.$$

$$K_v = 0,34 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,48.$$

«Найдем обороты шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (18)$$

где V – скорость резания, м/мин;

d - диаметр, мм» [16].

Скорость резания

$$V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 1,85^{0,15} \cdot 0,65^{0,35}} \cdot 0,42 = 79 \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{420}{40^{0,2} \cdot 0,42^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,34 = 107 \text{ м/мин.}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 79}{3,14 \cdot 42} = 599 \text{ об/мин.,}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 107}{3,14 \cdot 40} = 852 \text{ об/мин.}$$

Минутная подача

$$S_m = S \cdot n. \quad (19)$$

$$S_m = 0,4 \cdot 599 = 240 \text{ мм/мин.}$$

$$S_m = 0,2 \cdot 852 = 170 \text{ мм/мин.}$$

Сила резания должна считаться для максимального припуска

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (20)$$

«где

$$K_p = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,35} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (21)$$

где k_1, k_2, k_3, k_4 – учитывают влияние геометрии режущей части (главного угла в плане, переднего, угла наклона, радиуса)» [16].

$$K_{mp} = \left(\frac{1900}{750}\right)^{0,35} = 1,38.$$

$$K_p = 1,38 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,03.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 79^{-0,15} \cdot 1,03 = 1210 \text{ Н.}$$

Проверка станка:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (22)$$

$$N = \frac{1210 \cdot 79}{1020 \cdot 60} = 1,56 \text{ кВт.}$$

Проверочное условие:

$$N_e \leq N_{\text{п}} \cdot \eta, \quad (23)$$

где $N_{\text{п}}$ – мощность привода станка, кВт ;

η – коэффициент полезного действия.

$$1,56 \leq 22 \cdot 0,95 = 20,9.$$

Проверка проходит.

Остальные режимы резания по всем переходам 005 операции показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Переходы 005 операции

Инструмент	t, мм	i	S, мм/об	п, об/мин	v, м/мин
2112-0009 Резец Т15К6 ГОСТ 18880-73	2	1	0.4	165	79
2317-0034 Сверло диаметр 5 Р6М5 ГОСТ 14952-75	3	1	0.2	1122	17.6
Резец PSRNL 2020K12 T15K6 ТУ 2-035-892-82	2	1	0.4	165	56
Резец 2120-0501 P18 ГОСТ 18874-73	3	1	0.4	165	56
Резец резьбовой 2660-0005 Резец Т15К6 ГОСТ 18885-73	3	8	1.5	588	72
2223-3502 Фреза диаметр 8 мм, z=3 Р8МЗК6С ГОСТ 23248-78	3	1	0.4	165	56
Сверло 2317-0002 Р6М5 ГОСТ 14952-75 диаметр 1,25 мм	3	1	0.2	1122	17.6
Сверло 2300-5171 Р6М5 ГОСТ 12122-77 диаметр 5	3	1	0.05	1019	16
Зенкер 2320-2531 ВК8 ГОСТ 21543-76 диаметр 5,8 мм	0.3	1	0.25	1215	21
Развертка 2363-0513 9ХС ГОСТ 11172-70 диаметр 6 мм	0.05	1	0.25	1114	16

Нормирование

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

где n – партия запуска.

Она составит с учетом 10 деталей в год 1 деталь. Для подготовки к обработке партии запуска тратим $T_{\text{п-з}}$.

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}, \quad (25)$$

«где T_o – основное время, мин;

T_v – время вспомогательное, мин;

$T_{\text{об}}$ – время технического и организационного обслуживания, мин;

$T_{\text{от}}$ – время перерывов» [8].

«Основное время обработки:

$$T_o = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{\text{мин}}}, \quad (26)$$

где l_1 – подвод, мм;

l_p – длина рабочего хода, мм;

l_2 – перебег, мм;

$S_{\text{мин}}$ – минутная подача, мм/мин» [18].

Сначала обработка по напуску. Для этого по слоям формируем упрощено ступеньки вала.

Далее идет обработка канавок.

Затем чистовым проходом по контуру оформляем полный контур детали, включая фаски.

После этого резьбонарезание.

$$T_o = \frac{70+62+50+30+30+50 \cdot 7+12 \cdot 5}{240} = \frac{655}{240} = 2,72 \text{ мин.}$$

$$T_o = \frac{120+2+3+2+3+20}{170} = 0,88 \text{ мин.}$$

Для канавки 1 мм делим по 0,5 мм на длине 18 мм и врезание на 2 мм. Другая канавка 7 мм длиной на глубину 1 мм. Третья канавка 3 мм на врезание на глубину 1,5 мм.

Суммарно все канавки имеют 48,5 мм. На подаче 0,15 мм/об и оборотах 420 об/мин время составит

$$T_o = \frac{48,5}{0,15 \cdot 420} = 0,22 \text{ мин.}$$

Для нарезания резьбы за 5 проходов с шагом 1,5 мм время

$$T_o = \frac{15}{1,5 \cdot 420} 5 = 0,12 \text{ мин.}$$

Суммируем

$$T_o = 2,72 + 0,88 + 0,22 + 0,12 = 3,94 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время

$$T_v = (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot k_{ср}, \quad (27)$$

«где $T_{y.c.}$ - время установки и снятие;

$T_{з.о.}$ - время закрепления и раскрепления;

$T_{уп}$ - время управления станком, мин;

$T_{из}$ - время измерений, мин;

$k_{ср}$ - коэффициент серийного производства» [17].

$$T_v = 1,85(0,25 \cdot 2 + 0,06 \cdot 6 + 0,03 \cdot 6 + 0,35 \cdot 5) = 5,3 \text{ мин.}$$

Суммарно

$$T_{оп} = T_v + T_o. \quad (28)$$

$$T_{\text{оп}} = 3,94 + 5,3 = 9,24 \text{ мин.}$$

Время обслуживания

$$T_{\text{об}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{a}{100}. \quad (29)$$

где a – коэффициент 5%.

На перерывы

$$T_{\text{от}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{b}{100}. \quad (30)$$

где b – для детали заданной массы 6%.

$$T_{\text{об}} = 9,24 \cdot \frac{5}{100} = 0,46 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{от}} = 9,24 \cdot \frac{6}{100} = 0,55 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 9,24 + 0,6 + 0,55 = 10,4 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{15}{1} + 10,4 = 25,4 \text{ мин.}$$

Выводы по разделу

В разделе спроектирована технология изготовления калибра. Выбрана и спроектирована исходная заготовка, рассчитаны ее размеры и припуски. Для технологических операций выбраны оборудование и оснащение. Для токарной операции найдены режимы резания и выполнено нормирование.

3 Проектирование оснастки

3.1 Проектирование патрона

В конструкторском разделе проведен расчет станочного приспособления для закрепления вала калибра на токарной операции, а также проектирование режущего инструмента для обработки закрытых зон [9].

Для изготовления калибра применяются два варианта схемы установки: двух опорная и одно опорная. Двух опорная необходима в связи с небольшой жесткостью хвостовика. Поэтому требуется поджим задним центром. Обработка с другой стороны проходит по выступающей рабочей части с соотношением длины к диаметру, которое меньше 3. Это дает возможность обработки без поджима задним центром. Поэтому использоваться будет самоцентрирующий токарный патрон с жестким базированием и закреплением в кулачках [7].

Тип зажимного механизма выбран с учетом конструктивных параметров самой заготовки (45 мм предельно), размеров самого корпуса патрона и требуемого усилия зажима. В качестве исходных данных применяется информация, полученная в технологическом разделе, в частности по силовым составляющим процесса резания (сила 1210 Н).

Приспособление на операции должно быть безопасным, удобным в работе, надежным в эксплуатации, быстродействующим. Для обеспечения последнего требования необходимо предусмотреть механизированный привод зажима, характеристики которого определяются в соответствующем расчете.

Для определения сила зажима составляем уравнение статического равновесия, где с одной стороны поворот заготовки проходит под действием момента резания, а с другой стороны этому противодействует момент от сил закрепления. Он возникает от действия сил трения между контактной базовой поверхностью заготовки и зажимными поверхностями кулачков.

Рассмотрим обработку на установке Б токарной операции, где заготовка зажимается по одноопорной схеме. Применение поджимного центра на установке А создает дополнительную шарнирную опору, препятствующую вырыванию заготовки и снижающее необходимое усилие закрепления. При этом максимальный крутящий момент возникает на самом большом обрабатываемом диаметре, который будет по рабочей поверхности калибра. Учитываем, что максимальная сила резания возникает при черновых переходах при снятии максимального припуска. В соответствии с этим из расчетной схемы должно быть выведено и рассчитано уравнение статического равновесия.

Из него вводится необходимая минимальная сила закрепления с учетом коэффициента безопасности. Последний необходим для определения и учета условий обработки по динамике процесса резания, его характеру, состоянию инструмента, учету особенностей установки заготовки и, в том числе, применения механизированного привода зажима.

Сила тангенциальная резания P_z 1210 Н.

Силовая конструкция самоцентрирующего патрона обеспечивает точное и надежное закрепление цилиндрических заготовок по наружному и внутреннему диаметру. Выбор базовой поверхности определяет форму установочных зажимных кулачков. При обработке необходимо обеспечить непрерывную фиксацию заготовки, то есть противодействовать силам резания. Для этого необходимо провести расчет для определения силы закрепления, которая с учетом коэффициента безопасности будет обеспечивать момент закрепления для самых неблагоприятных условий обработки (рисунок 8).

Крутящий момент, который выворачивает заготовку:

$$M_{рез} = P_z \cdot \frac{d}{2}, \quad (31)$$

где $d/2$ - плечо тангенциальной силы, мм.

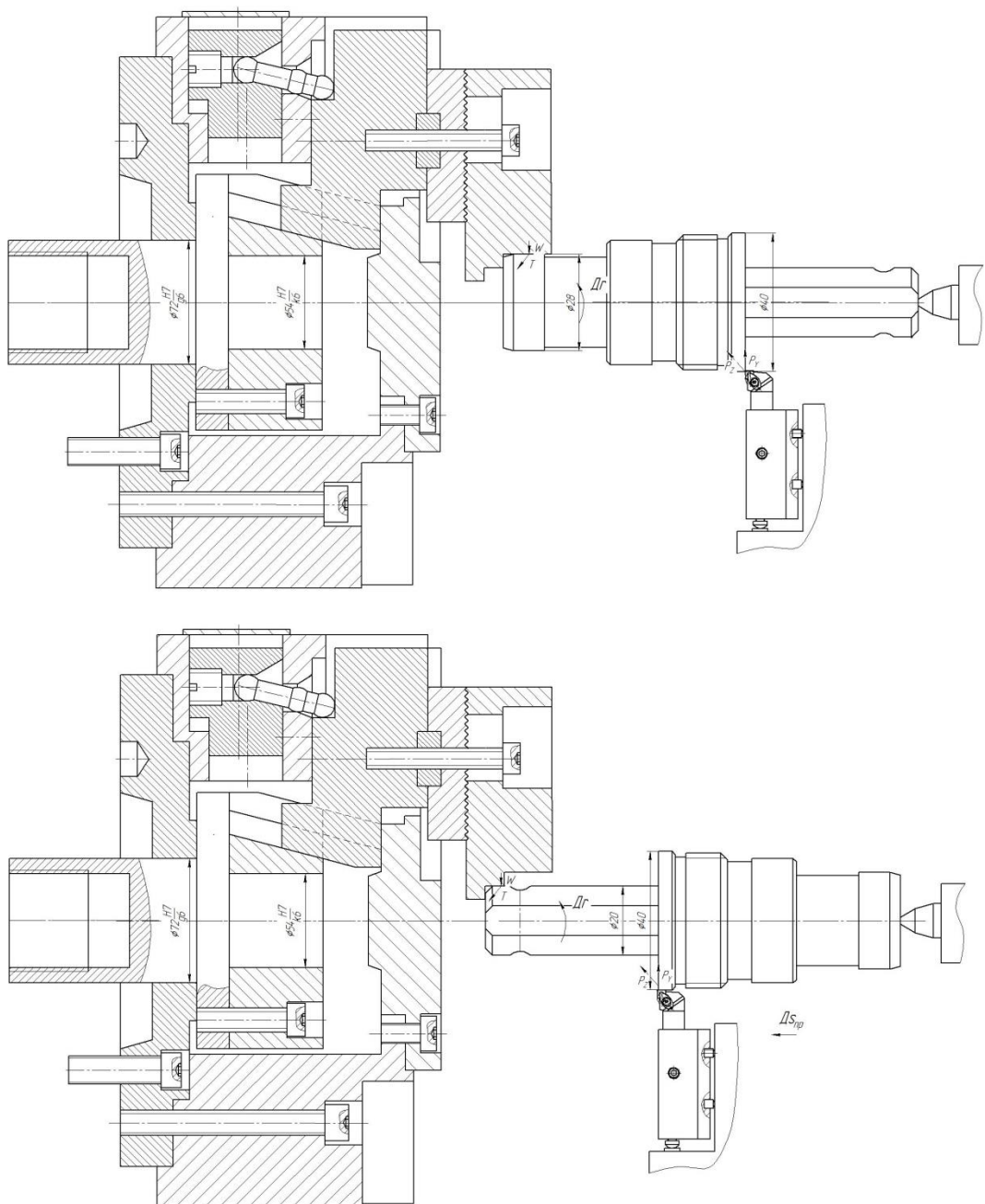


Рисунок 8 – Схема расчета сил закрепления

Подставив получаем:

$$M_{рез} = 1210 \cdot \frac{0,044}{2} = 26,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

«Определим силу зажима W_z на кулачке:

$$W_z = \frac{K \cdot M_{рез}}{n \cdot f \cdot d}, \quad (32)$$

где n – число кулачков патрона;

K – коэффициент запаса;

d – диаметр поверхности зажима, мм;

f – коэффициент трения (сталь по стали)» [15].

«Коэффициент запаса:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (33)$$

где K_{0-6} – коэффициенты, которые учитывают условия обработки» [20];

Для клинового зажима с учетом угла клина α

$$Q = W(\operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) + \operatorname{tg}(\phi_{np})), \quad (34)$$

где Q - исходная сила, Н;

α - угол клина, градус;

ϕ_{np} – приведенный угол трения качения.

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 26,7}{3 \cdot 0,15 \cdot 0,042} = 7416 \text{ Н.}$$

$$Q = 7416 \cdot 0,377 = 2796 \text{ Н.}$$

Размер поршня:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (35)$$

где p – давление среды [21].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2796}{1 \cdot 0,8}} = 66 \text{ мм.}$$

Примем 100 мм.

С учетом люфтов в клиновом зажиме и погрешности изготовления и сборки кулачкового узла погрешность приспособления равна 0,026 мм.

При расчете самоцентрирующего патрона необходимо учесть дополнительные затраты на трение, которые возникают в контактных направляющих поверхностях кулачка патрона в корпусе. Это потеря приводит к возрастанию усилия на штоке. Они определяются конструктивными параметрами кулачка. В данном случае диаметр поршня взят почти в два раза больше, чем требуется. Поэтому все потери будут точно компенсированы.

Калибр, который изготавливается из сплава ХВГ, имеет низкие технологические свойства в связи с повышенной прочностью. Для обеспечения необходимого качества поверхности при точении заготовки необходимо достигать высоких оборотов шпинделя. При этом будут возникать значительные центробежные нагрузки на зажимные кулачки. Это приведет к изменению усилия зажима на заготовки. В результате при действии значительных сил резания заготовку может вырвать, что должно быть исключено.

Повышение усилия закрепления за счет усилия на штоке является не рациональным вариантом, так как приведет к возможному повреждению поверхности в месте контакта установочных элементов и заготовки. Более рациональным является модернизация конструкции токарного патрона. Для этого можно применить устройство, которое будет компенсировать центробежные усилия на зажимных кулачках.

Патрон включает в себя корпус 1. Для обеспечения широких технологических возможностей за счет использования его на разных станках с разными типами базирующих фланцев, с левой стороны устанавливается промежуточная плита 7. За счет ее смены, возможно менять конструктивное исполнение, где размеры базирующего отверстия будут другие. Сама плита 7 фиксируется предварительно на фланец шпинделя станка при помощи винтов 16. После этого по центрирующей посадке устанавливается корпус 1 и

фиксируется на базирующей плите 1 винтами 15. Это обеспечивает широкие универсальные возможности такой конструкции патрона.

Механизм зажима выбран клиновой. Он обеспечивает значительное усиление силы закрепления по отношению к усилию на штоке. При этом имеет свойство самоторможения. В данном патроне используется составной клин, который представляет из себя кольцо 14 с тремя, расположенными по 120° , направляющими пазами по которым скользят постоянные кулачки 4. Для стыкования между собой они имеют Т-образные выступы. Для обеспечения заданной точности по центрированию зазоры в этих посадках выбираются минимальными за счет посадки скольжения.

Само кольцо базируется с посадкой с натягом на фланце 8. Этот фланец имеет упорный торец с крепежными отверстиями. По ним происходит крепление кольца 6 винтами 14. В левой части фланца 8 выполнено резьбовое отверстие для присоединения штока, который передает первоначальное усилие с выбранного привода зажима. Для обеспечения точной установки фланец 8 соединяется с установочной плитой 7 по ходовой посадке. Постоянные кулачки 4 для обеспечения радиального положения сменных кулачков 2 имеют два промежуточных элемента. Это базирующая шпонка 17 и настроечная плита 3. На лицевой поверхности этой плиты есть поперечные насечки. По ним происходит установка сменного кулачка 2 с его закреплением винтами 13 через сквозные отверстия в настроечной плите 3 и базирующей шпонке 17. Для обеспечения необходимой чистоты внутри подвижных механизмов корпуса патрона предусмотрена торцовая глухая крышка 5. Она закрепляется по трем отверстиям винтами 13 с внутренним шестигранником.

Особенностью конструкции патрона является механизм противодействия центробежным силам, действующим на кулачки. Он состоит из противовеса 9, который вставляется в радиальные отверстия корпуса патрона. Через установочный рычаг 11, который по концам имеет сферические головки, он контактирует с опорным торцом постоянного

кулачка 4. Для создания натяга рычага и кулачка используется настроечный винт 10. Три отверстия закрыты кольцевым кожухом, который обеспечивает безопасность вращения данного патрона.

Приспособление работает следующим образом. Для выполнения базирования заготовки по заданному размеру происходит предварительная настройка размерная сменного кулачка 2. Для этого раскрепляется винт 13. Сменный кулачок 2 переставляется в нужное радиальное положение и фиксируется по заданным насечкам на настроечной плите 3. После этого происходит фиксация кулачка винтом 13. Перед закреплением заготовки она помещается напротив заданного выступа в продольном направлении на кулачке. Когда давление, которое создается в приводе зажима, передается через шток на фланец 8, он перемещается влево. За счет скольжения по наклонным пазам происходит смещение в радиальном направлении и закрепление заготовки. При вращении патрона центробежные нагрузки стараются отбросить систему кулачков от центра заготовки, изменяя усилия закрепления. При этом также возникает центробежная сила на противовесе 9, который через рычаг 11 оказывает давление на уступ постоянного кулачка 4, прижимая его к центру заготовки. При этом данная система противодействия центробежным нагрузкам является самоадаптивной. При увеличении частоты вращения центробежная нагрузка на противовесе 9 увеличивается, что приводит к большему усилию на уступе 4. За счет этого происходит компенсация усилия закрепления на заготовке, что обеспечивает стабильность силы зажима. После обработки фланец перемещается вправо и постоянный кулачок 4 перемещается в радиальном направлении вверх. При этом система противовесов поворачивается вместе с кулачком при его перемещении от центра, не препятствует этому.

3.2 Проектирование инструмента

Для режущего инструмента необходимо учесть труднодоступность обрабатываемой поверхности в связи с тем, что прилегающие буртики расположены перпендикулярно оси вращения заготовки. При этом требуется продольное движение вдоль образующей цилиндрической поверхности, причем на большой длине. Применим для режущей части инструмента форму отрезного резца. Для повышения эффективности использования данного инструмента режущая пластина крепится механическим способом для ее быстрой замены (рисунок 9). Выбранный способ крепления обеспечивает высокую виброустойчивость инструмента. Стойкость режущей пластины сохраняется в пределах нормативных показателей.

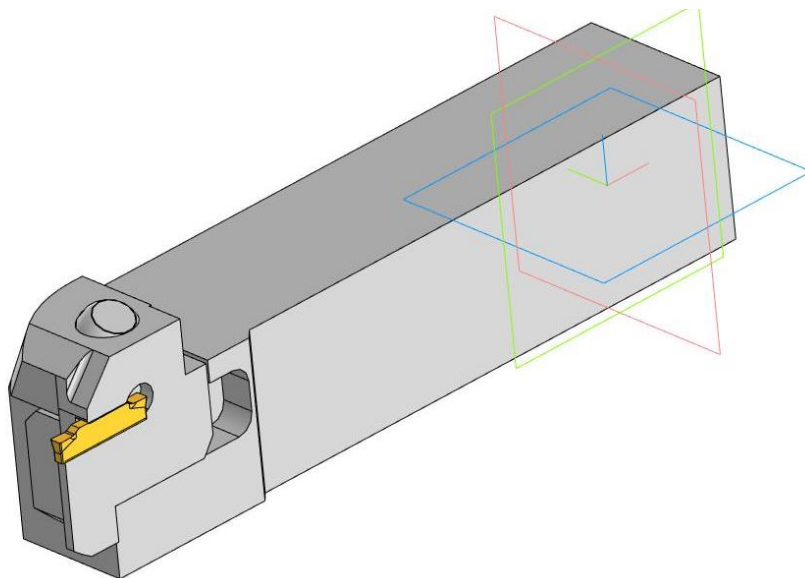


Рисунок 9 – Конструкция канавочного резца

С учетом выбранных параметров время обработки сокращается.

Вывод по разделу

Спроектирован клиновой патрон и канавочный резец, спецификации на которые представлены в приложениях Б и В в таблицах Б.1 и В.1.

4 Безопасность и экологичность процесса

При изготовлении вала калибра из труднообрабатываемого сплава ХВГ на токарной, термической или шлифовальной операциях возникает ряд опасных вредных производственных факторов (ОВПФ).

Возможно механическое повреждение и нанесения травм рабочему подвижными органами технологических систем. Все операции механизированы. При этом привода зажимов развивают значительные усилия. Возможно нанесение травм острыми кромками режущего инструмента и заусенцами, возникающими при обработке заготовки. При обработке на переходах возможен отлет стружки, особенно мелкой и попадание в глаза с их повреждением.

При изготовлении вала калибра в зоне резания возникают высокие температуры, что может привести к термическим ожогам. Взаимодействие нагретой поверхности со смазочно-охлаждающей жидкостью приводит к токсичным испарениям.

Все процессы обработки в производственном помещении сопровождаются шумом, высокая интенсивность которого может приводить к постепенному снижению слуха.

Изготовление вала калибра сопровождается контрольно-измерительными операциями и переходами, при выполнении которых необходимо обеспечивать точное и надежное считывание информации со шкал контрольно-измерительных средств. Это приводит к напряжению зрительных анализаторов.

Технологическое оборудование в цехе работает с питанием от электрической сети в 380 вольт, что может привести к поражению электрическим током.

Нагрев используется также при термической обработке детали, где возможны термические ожоги и токсичные испарения.

Температурные эффекты, а также короткое замыкание может привести к возникновению пожаров.

Процесс резания при скоростной обработке сопровождается вращением заготовки или инструмента, что приводит к высокочастотным вибрациям элементов станков. Могут передаваться низкочастотные вибрации через фундамент производственного помещения. Это приводит к отрицательному воздействию вибрационными возмущениями.

Для защиты от травм все подвижные части станков, в частности токарно-фрезерного и шлифовального, ограждаются защитными экранами, включая рабочую зону станка.

Для обеспечения очистки воздуха в помещении каждое рабочее место оснащается местной приточно-вытяжной вентиляцией. В рамках общецехового устройства помещение оснащено приточно-вытяжной вентиляцией общего обмена воздуха. Кроме того, она оснащается фильтрующими устройствами для исключения попадания пыли и грязи из производственного помещения наружу. Данная система воздухообмена также способствует стабилизации температуры. При обработке работает местная вентиляция для оперативного удаления токсичных испарений.

Рабочие операторы обязательно оснащаются средствами индивидуальной защиты, включая спецовку, защитную обувь, прорезиненные перчатки, защитные очки и беруши. Для работы с высоким напряжением используются изолирующие коврики.

Для снижения нагрузки на зрительные анализаторы, а также обеспечения высокой надежности считывания информации, зона обработки и особенно контроля обеспечивается локальными средствами освещения, наряду с комбинированным искусственно-естественным освещением в производственном цехе.

Для защиты от шума оборудование обрабатывается - покрывается звукоизолирующими плитами.

Для защиты рабочих от поражения электрическим током необходима проверка состояния оборудования, его оснащение системами аварийного выключения электрических цепей, предохранительными устройствами.

С учетом пожарной опасности категории В, рабочие места в цехе оборудуются первичными средствами пожаротушения в виде пенных и углекислотных огнетушителей. Предусматривается система пожарной сигнализации и пожаротушения.

Для обеспечения экологической устойчивости технологического проекта три вида технологических отходов проходят соответствующую очистку. Воздух, как уже было сказано выше, очищается при помощи фильтрующих устройств в системе вентиляции. Твердые отходы в виде металлической стружки поступают на переплавку. Все остальное - сопутствующие твердые отходы, утилизируются на полигонах. Технологические жидкости перерабатываются в системе очистных сооружений с использованием комбинированной ступенчатой очистки.

Выводы по разделу

Данные мероприятие в комплексе привозят к необходимой защите от воздействия вредных факторов и снижению ущерба окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – «рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта. Произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений» [6].

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 10.

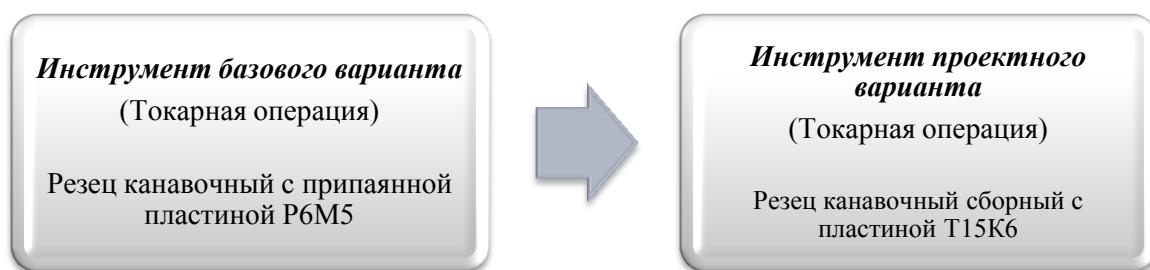


Рисунок 10 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [6]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 11.

Из рисунка 11 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которые составляют около 71 % от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины расходов на оборудование, доля которых составляет около 8 %, также в обоих вариантах.

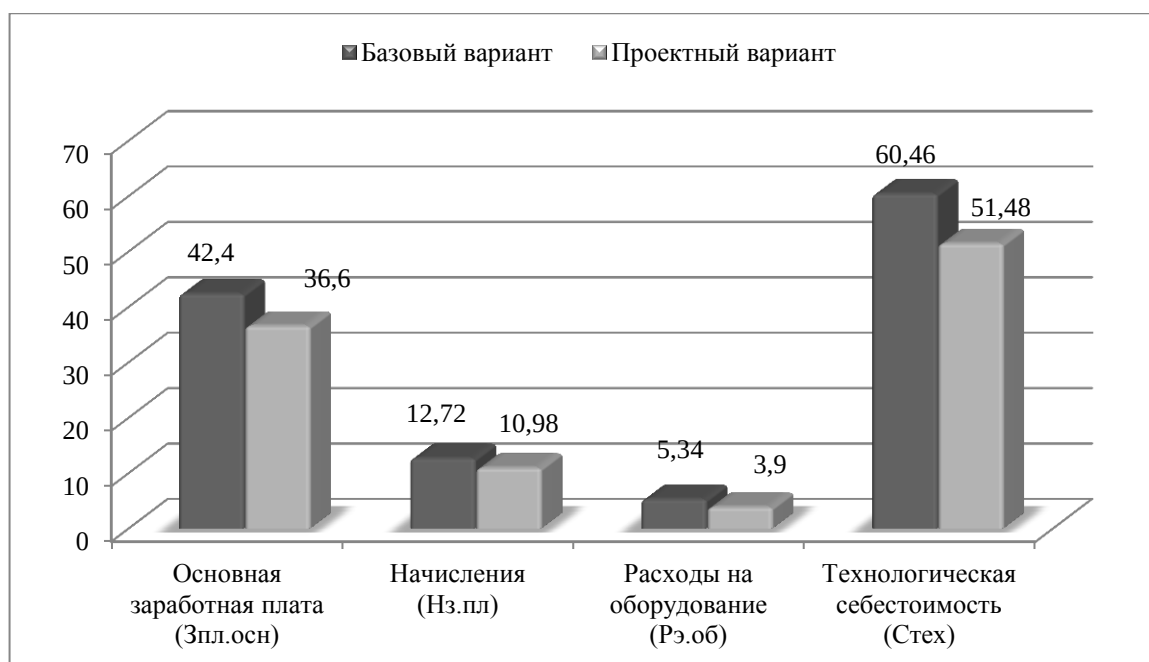


Рисунок 11 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб инвестиций. Для этого прибегнем к «методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [6]. По причине того, что изменения технологического процесса касаются лишь инструмента, масштаб инвестиций будет основываться на частичном перечне затрат. Это будут: «затраты на проектирование ($K_{ПР}$) и инструмент ($K_{И}$)» [6]. На изображении (рисунок 12) выразительно изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

Анализ данных рисунка 12 показывает, что подавляющая часть инвестиций (98,8 %) приходится на проектирование. В то же время, затраты на инструмент составляют только 1,2 %, что является относительно небольшой долей общих вложений.



Рисунок 12 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта» [6]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [6]. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 13.

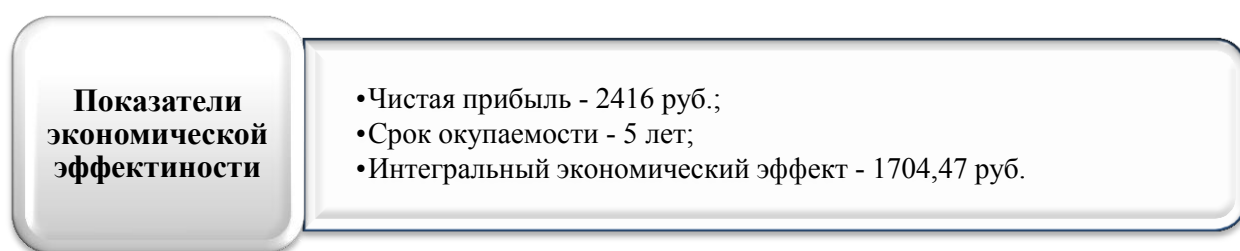


Рисунок 13 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

Выводы по разделу

Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 1704,47 рублей.

Заключение

В рамках выпускной работы был спроектирован технологический процесс изготовления калибра из стали ХВГ. Особое внимание уделено обработке трех диаметров калибра, что является важным для обеспечения его функционального назначения. Для обеспечения точности и повышения производительности контроля предлагается разработка специализированного калибра для комплексной проверки трех диаметров. Использование такого универсального измерительного инструмента является эффективным способом снижения времени измерения. Выполнено описание этапов проектирования технологического процесса изготовления калибра из сплава ХВГ. Определен тип производства технологии изготовления вала калибра - мелкосерийное производство. С этим связан выбор заготовки в виде проката. Для обеспечения необходимой точности применяется много переходная технология с постепенным достижением требуемой точности размеров и формы рабочих поверхностей детали. Выделена токарная операция, на которой подробно рассмотрены переходы, режимы, нормирование и оснащение для выполнения операции. Обработка выполняется на токарном центре с использованием самоцентрирующегося трех кулачкового патрона. В конструкторской части спроектирован патрон с компенсацией центробежных сил, обеспечивающий стабильность сил закрепления заготовки при высокоскоростной обработке и повышающий точность изготавливаемой детали. Также разработан канавочный резец специальной конструкции, позволяющий формировать закрытые зоны обработки с требуемыми параметрами точности и шероховатости. Предусматриваются необходимые мероприятия для исключения воздействия вредных производственных факторов в технологическом процессе изготовления вала калибра. Предлагаемые изменения конструкции резца подтверждаются экономическими расчетами. Разработанная технологическая и конструкторская документация приведена в приложении.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Бердников Л.Н., Безъязычный В.Ф. Справочник фрезеровщика. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 272 с.
2. Бочкарев П.Ю. Оценка производственной технологичности деталей: Учебное пособие/П.Ю. Бочкарев, Л.Г. Бокова. – СПб: Издательство «Лань», 2022. – 132 с.
3. Вереина Л. И. Металлообработка : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва: ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
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. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с.
6. 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.
7. Лебедев В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов н/Д : Феникс, 2008. - 361 с.
8. Луценко О. В. Технологические процессы, производства и оборудование : учеб. пособие / О. В. Луценко. - Белгород : БГТУ : ЭБС АСВ, 2012. - 90 с.
9. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

10. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 512 с. : ил. - (Учеб. для вузов. Спец. лит.). - Библиогр.: с. 510.

11. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с. : ил. - Библиогр.: с. 264-267. - ISBN 5-8259-0172-8 : 143-64.

12. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с.

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.

14. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с.

15. Технология машиностроения : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов. Кн.1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С.Л. Мурашкина. - Изд. 2-е, доп. ; Гриф МО. - М. : Высш. шк., 2005. - 278 с. : ил. - Библиогр.: с. 275-276. - ISBN 5-06-004367-3 (кн. 1) : 164-55

16. Технология машиностроения : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов. Кн.2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С.Л. Мурашкина. - Изд. 2-е, доп. ; Гриф МО. - М. : Высш. шк., 2005. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293. - Прил.: с. 223-291. - ISBN 5-06-004368-1 (кн. 2) : 167-27

17. Самойлова, Л. Н. Технологические процессы в машиностроении :

лаб. практикум : учеб. пособие / Л. Н. Самойлова, Г. Ю. Юрьева, А. В. Гирн. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 156 с.

18. Строителей В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителей ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с.

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

20. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

21. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении : учебное пособие / В. Ф. Безъязычный, В. Н. Крылов, Ю. К. Чарковский, Е. В. Шилков. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 432 с.

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Цифл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 10

Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	Н. раск.
Взам				Код, наименование обработки	Обозначение документа											
Подав				Наименование детали, со. единицы или материала	Обозначение, код											
2																

Таблица А.2 – Операционная карта

53

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 31404-86 Форма 2а									
Шуфл.									
Взам.									
Надл.									
2									
005									
P									V
P01									56
5. Переустанавливать и закреплять загонную									
6. Подрезать торцы и точить начерно									
T04									
P05									79
7. Точить канавку $\phi 26$									
T07									
P08									107
8. Точить канавку $\phi 34$									
T10									
P11									107
9. Точить канавку $\phi 36,7$									
T13									
P14									107
10. Нарезать резьбу									
T16									
P17									72
11. Раскрепить и переустанавливать вал									
OK	Операционная карта								

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Деталь		ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а									
Взам.	Площ.										
		3									
		005									
P											
T01	Холм										
002	12. Фрезеровать лыску										
T03	2223-3743 Фреза $\phi 16$, z=3 Р8МЗЖ6С ГОСТ 23248-78										
004	13. Фрезеровать лыску										
T05	2223-3502 Фреза $\phi 8$, z=3 Р8МЗЖ6С ГОСТ 23248-78										
P06		-				3	1	0.4		165	56
007	14. Центровать										
T08	Сверла 2317-0002 Р6М5 ГОСТ 14952-75 $\phi 125$										
P09		-	5		9	3	1	0.2		1122	17.6
010	15. Сверлить заготовку 15 мм									4.89	
T11	Сверла 2300-5171 Р6М5 ГОСТ 12122-77 $\phi 5$										
P12		-	15		118	3	1	0.05		1019	16
013	16. Зенкеровать отверстие										
T14	Зенкер 2320-2531 ВК8 ГОСТ 21543-76 $\phi 5.8$										
P15		-				0.3	1	0.25		1215	21
016	17. Развернуть отверстие										
T17	Развертка 2363-0513 9ХС ГОСТ 11172-70 $\phi 6$										
P18		-				0.05	1	0.25		1114	16
OK	Операционная карта										

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перед. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документация			
	A1			25.BKP.OTMP.49.65.00.000.CB	Сборочный чертеж. Сборочный чертеж			
					Детали			
		1		25.BKP.OTMP.49.65.00.001	Корпус	1		
		2		25.BKP.OTMP.49.65.00.002	Кулачок сменный	3		
		3		25.BKP.OTMP.49.65.00.003	Плита	3		
		4		25.BKP.OTMP.49.65.00.004	Кулачок стационарный	3		
		5		25.BKP.OTMP.49.65.00.005	Крышка	1		
		6		25.BKP.OTMP.49.65.00.006	Оправка клиновья	1		
		7		25.BKP.OTMP.49.65.00.007	Плита установочная	1		
		8		25.BKP.OTMP.49.65.00.008	Тяга	1		
		9		25.BKP.OTMP.49.65.00.009	Балансир	3		
		10		25.BKP.OTMP.49.65.00.010	Винт заглушка	3		
		11		25.BKP.OTMP.49.65.00.011	Рычаг	3		
					Стандартные изделия			
		12			Винт 2 М12 х 0,5-6d х 23.58.35X01 ГОСТ Р 11738-84	3		
	13			Винт 2 М12 х 0,75-6d х 78.58.35X01 ГОСТ Р 11738-84	3			
		14		Винт 2 М14 х 0,5-6d х 52.58.35X01 ГОСТ Р 11738-84	3			
		15		Винт 2 М14 х 1-6d х 62.58.35X01 ГОСТ Р 11738-84	3			
					25.BKP.OTMP.49.65.00.000.CP			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инд. № подл.	Разработ.	Тропезникова А.А.						
	Пров.	Зотова А.В.						
	Н.контр.	Зотова А.В.						
	Утв.	Логинав Н.Ю.						
Патрон клиновой						Лит.	Лист	Листов
							1	2
						ТГУ, ИМ ТМдп-2101ас		
Не для коммерческого использования								
Копировал								
Формат А4								

Продолжение таблицы Б.1

57

Спецификация фрезы

Таблица В.1 – Спецификация инструмента

Формат Зона Поз.		Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
			Документация		
A2		25.BKP.OTMP.49.70.00.000.CB	Сборочный чертеж		
			Детали		
1		25.BKP.OTMP.49.70.00.001	Державка	1	
2		25.BKP.OTMP.49.70.00.002	Прихват	1	
3		25.BKP.OTMP.49.70.00.003	Пластина режущая	1	
4		25.BKP.OTMP.49.70.00.004	Винт	1	
Изм. Лист № докум. Подп. Дата 24.BKP.OTMP.49.70.00.000.CP Резец канавочный					
Лит. Лист Листов 1 1 1					
ИМ, г.р. ТМдп-21010ас ТГУ					