

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 Технологический процесс изготовления инструментальной оправки

Обучающийся	И.А. Горбачев _____ (Инициалы Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	канд. техн. наук, доцент А.В. Зотов _____ (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	канд. экон. наук, доцент Е. А. Боргардт _____ (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	М.А. Кривова _____ (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Аннотация

В представленной работе выполнено проектирование технологического процесса изготовления инструментальной оправки из сплава 35ХГСЛ. Литейная сталь выбрана из соображений обеспечения сложной формы заготовки со сквозным отверстием. Выбор данного материала обусловлен также высокими требованиями к износостойкости установочных поверхностей под инструмент.

Для 10000 оправок в год определен среднесерийный тип производства. Данный объем выпуска приводит к переменнo-поточной форме организации труда. Для заготовки выбран метод литья в песчаные формы из соображений технологичности получения заготовки.

Для достижения необходимой точности применяется много переходная технология с постепенным приближением требуемой точности размеров и формы рабочих поверхностей детали к заданным требованиям. Обработка выполняется на токарно-фрезерном центре с использованием самоцентрирующего трех кулачкового патрона.

В конструкторской части спроектирован данный патрон с компенсацией центробежных сил, что обеспечивает стабильность сил закрепления заготовки при высокоскоростной обработке. Это приводит к повышению точности изготавливаемой детали и надежности ее закрепления.

Также разработан токарный резец специальной конструкции, который обеспечивает формирование сложной по форме поверхности с требуемыми параметрами точности и шероховатости.

Предусматриваются необходимые мероприятия для исключения воздействия вредных и опасных производственных факторов для разработанного технологического процесса изготовления оправки. Предлагаемые изменения конструкции резца для повышения производительности подтверждаются экономическими расчетами.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Назначение и условия работы детали.....	6
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	8
2 Технологическая часть	10
2.1 Определение типа производства	10
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	10
2.3 Базовая технология изготовления оправки	10
2.4 Выбор метода получения заготовки	11
2.5 Выбор методов обработки	13
2.6 Расчет припусков	19
2.7 Расчет режимов резания.....	22
3 Проектирование оснастки	27
3.1 Общие сведения	27
3.2 Проектирование приспособления	27
3.3 Проектирование инструмента	33
4 Безопасность и экологичность процесса	36
5 Экономическая эффективность работы	40
Заключение	43
Список используемой литературы и источников	44
Приложение А_Технологические карты	47
Приложение Б_Спецификация приспособления	52
Приложение В_Спецификация борштанги	54

Введение

Развитие экономики неразрывно связано с эффективностью машиностроительного производства. Ключевую роль в этом процессе играют технологические процессы изготовления деталей, используемых в разнообразных механизмах. Их предназначение и условия работы могут быть самыми разнообразными. Это приводит и к различным требованиям на детали, которые входят в эти механизмы.

Важным компонентом станочного оборудования являются коробки передач, обеспечивающие передачу вращения от привода к рабочему органу. Для крепления и точной фиксации режущего инструмента в шпинделе станка, используются инструментальные оправки. Инструментальная оправка – это точный вспомогательный инструмент, который должен обеспечивать жесткое и надежное крепление инструмента, а также его точное позиционирование относительно обрабатываемой детали. Инструментальные оправки могут иметь различные конструктивные особенности, такие как конические посадочные поверхности, резьбовые соединения, или шлицевые участки, в зависимости от типа используемого инструмента и станочной системы.

Изготовление инструментальных оправок имеет критическое значение для точности и эффективности обработки на станках. От качества проектирования и производства этих элементов напрямую зависит стабильность процесса резания, точность обработки и качество изготавливаемых деталей. Поэтому предлагается разработать технологический процесс изготовления инструментальной оправки со шлицевым хвостовиком, предназначенного для крепления различных режущих инструментов, таких как фрезы или развертки, в шпинделе станка.

Разработка технологического процесса изготовления инструментальной оправки требует тщательного планирования и внимания к деталям. Оправка должна обеспечивать не только надежное крепление

инструмента, но и точность его позиционирования, а также обладать высокой жесткостью и износостойкостью. Процесс изготовления включает в себя несколько этапов, от выбора подходящей заготовки до финишной обработки и контроля точности. К особенностям изготовления относятся точное шлифование посадочных поверхностей и нарезание шлицов, что обеспечивает их соосность, точность формы и размеров. Важную роль играет материал оправки, который должен выдерживать большие нагрузки и обеспечивать стабильную работу в условиях вибраций и теплового воздействия.

Эффективность работы всего станочного оборудования напрямую зависит от качества изготовления инструментальной оправки. Работа над технологическим процессом изготовления шлицевой инструментальной оправки является важным шагом для обеспечения оптимальной производительности, надежности и точности обработки на станках, что подтверждает актуальность представленной работы.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и условия работы детали

Инструментальная оправка предназначена для закрепления режущего инструмента в обрабатывающей головке. Деталь устанавливается в подшипниковых опорах и располагается вертикально. Приводится во вращение при помощи шкива, который фиксируется на верхней шейке при помощи гайки. Сам шкив упирается в стопорное кольцо, которое вставляется в прямоугольную канавку. Крутящий момент передается при помощи шпоночного паза.

Схема установки на двух радиально-упорных подшипниках. Осевое положение определяется стопорной гайкой по резьбовой поверхности. Зажимной узел для инструмента устанавливается на фланцевой части оправки. Для этого используется центрирование, как по внутренней, так и по наружной поверхности. Фиксация модуля закрепления инструмента на опорном фланце происходит по резьбовым отверстиям.

Деталь испытывает динамические знакопеременные нагрузки. Возможны резкие удары с остановками. Работает в условиях смазки.

Назначение детали ответственное, так как она определяет положение обрабатывающего инструмента относительно заготовки и задает траекторию его движения.

Технические требования исходя из назначения и условий работы высокие. Требуется обеспечение взаимного расположения основных конструкторских баз, к которым относятся шейки под подшипники 22 и 24 по соосности (рисунок 1) между собой, а так же привязка к ним вспомогательных конструкторских баз и исполнительных поверхностей для установки инструментального зажимного модуля. К ним относятся отверстие 14 и посадочные фланцы 13 и 3.

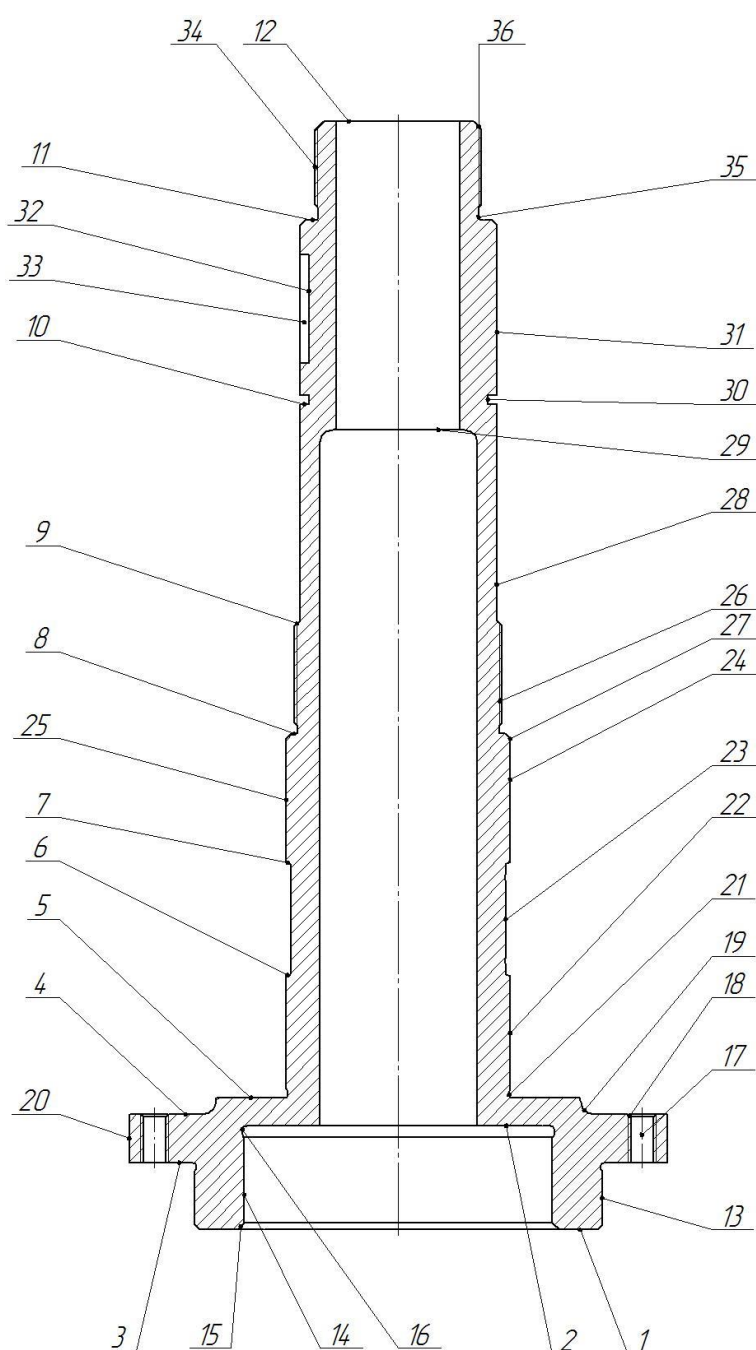


Рисунок 1 – Эскиз инструментальной оправки

К вспомогательным конструкторским базам относятся резьбовые отверстия под крепление 17, а также поверхности под установку стопорного кольца канавка 10, 30, шейка под посадку шкива 31, резьбовые поверхности 34 и 26, и шпоночный паз 32 и 33.

Все эти поверхности имеют необходимые технические требования, указанные на рабочем чертеже инструментальной оправки.

Остальные поверхности являются свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Анализ технологичности оправки в данном разделе будет проводиться только качественный. Количественный анализ по определению коэффициента использования материала будет выполнен в технологической части работы.

Деталь выполнена в виде фланцевого вала. Она имеет сквозное отверстие на всю длину. Это необходимо для снижения материалоемкости и массы вращающейся детали, что будет уменьшать центробежные нагрузки. Из-за этого возникает технологическая проблема получения такой заготовки, так как штамповкой получить ступенчатую поверхность затруднительно.

Единственным приемлемым вариантом в данном случае будет получение заготовки литьем, что накладывает определенные ограничения на выбор материала. Изначально материалом является конструкционная легированная сталь. В связи с тем, что предпочтительным является метод литья, необходимо выбирать аналог из категории литейных сталей, который отличается определенным специфическим набором химического состава.

Для обеспечения заданной точности необходимо учитывать малую жесткость этой детали, как в продольном, так и в поперечном направлении. Деталь имеет вытянутые размеры вдоль оси. При этом отсутствуют выраженные конструкторские базы в виде центровых отверстий, так как вал полый.

Прочность стали 35ХГСЛ 600 МПа.

Для дополнительного базирования можно использовать центровые фаски в отверстиях, но из-за их размеров это приводит к ограничениям по используемому инструментальному оснащению.

Вторым ограничением является поперечная жесткость из-за тонкостенной конструкции инструментальной оправки. В результате

необходимо ограничивать технологические режимы, особенно на черновой операции по снятию максимального припуска, так как возможны значительные поперечные деформации и выход размеров за пределы технологического допуска. Деталь имеет большой перепад диаметров, что приводит к трудностям по установке заготовки и ее закреплению на разных установках.

Требуется или большой ход зажимных кулачков или форма этих кулачков должна соответствовать базовым поверхностям разного размера.

По всем показателям оправка не технологичная.

Выводы по разделу

В первом разделе по анализу исходных данных выполнен входной контроль исходных данных и документации. Выполнена разработка рабочего чертежа со всеми необходимыми техническими требованиями.

Оправка не технологичная по целой группе показателей.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

Тип производства зависит от объема выпуска – 10000 деталей в год.

Регулярность и стабильность запуска партии каждые 24 дней в течении 1 года.

Согласно работе [1] это соответствует среднесерийному производству.

На участке используется соответствующий набор технологического оборудования – универсального с ЧПУ.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«В среднесерийном производстве применяются два типа станков: универсальные и специализированные. Последовательность по ходу техпроцесса. Синхронизация – переменно-поточная.

Технологический процесс разделен на заготовительный этап, механическую обработку, включающую операции термообработки и контроля. Отдельные механические операции закреплены за определенными типами станками в соответствии с базовым техпроцессом. Квалификация рабочих в среднем высокая. Используются специализированные и специальные приспособления, а также стандартный режущий и измерительный инструмент. Технологическая документация разрабатывается детально (операционные карты с картами эскизов), применяются технически обоснованные нормы времени (табличные и статистические)» [1].

2.3 Базовая технология изготовления оправки

Базовые технологические процессы реализуются на токарном обрабатывающем центре с использованием ЧПУ.

В качестве исходной заготовки используется литье. Для данного материала оно имеет отклонения порядка 2 мм, что приводит к значительным разбросам чернового припуска. Это, в свою очередь, на дальнейшей чистовой стадии процесса приводит к отклонению точности финишных размеров детали.

Для оптимизации расхода инструменты необходимо провести корректный выбор инструментального материала, типоразмера инструмента и формы его рабочей части.

Отдельное внимание необходимо уделить выбору технологических режимов, так как здесь большая группа инструментов имеет значительные вылеты, что приводит к значительным отклонениям, деформациям и вибрациям. При превышении критических нагрузок высоковероятна поломка такого инструмента.

Для закрепления заготовки также требуется установочные элементы с возможностью распределения зажимных усилий по поверхности заготовки. Приспособление должно быть наладочным, как и на токарно-фрезерной операции.

Для обеспечения финишных требований необходимо использовать отделочные операции, в качестве которых могут выступать как шлифовальные переходы, так тонкое точение.

2.4 Выбор метода получения заготовки

Процессы получения заготовок из литейного сплава 35ХГСЛ относятся к области обработки литья.

Выбрать необходимо метод, подходящий для среднесерийного производства. Сочетание максимальной производительности, минимальной трудоемкости, обеспечение снижения себестоимости и повышения качества достигается для заданного типа производства или литьем в землю или в оболочковые формы.

Заготовка инструментальной оправки определяется формой детали в виде полого фланцевого вала. Особенностью конструкции оправки является сквозное ступенчатое отверстие, которое проходит по всей ее длине. Для ее получения на заготовительном этапе единственным вариантом является использование метода литья. С учетом этого был выбран материал детали - литейная сталь 35ХГСЛ.

В данном случае выбор идет между литьем в землю и в оболочковые формы. Трудозатраты на второй метод получения выше из-за более трудоемкого и длительного процесса формирования литейной оснастки. По затратам коэффициент трудоемкости равен 1,2 относительно базового способа - литья в землю. При этом выигрыш по припускам получается на 12%.

Если сравнивать коэффициент использования материала, соотношение масс заготовок, полученных разными способами, будет равно 1,1. Из-за этого более рациональным является способ литья в землю с центральным ступенчатым стержнем, который позволит не только получить сквозное ступенчатое отверстие по всей длине без его дальнейшей обработки, но и сформировать ступенчатое отверстие под посадочный диаметр во фланце. Это дополнительно снизит расходы на материалы и обработку.

Плоскость разъема будет проходить по осевой линии.

С учетом размеров и способы литья класс размерной точности равен 15. Степень коробления 11. Класс точности масс 10, ряд припусков 3. С учетом выбранных параметров и заготовки назначается припуски допуски на размер.

Чертеж заготовки предоставлен на рисунке 2 соответствующем листе графической части.

Для обеспечения точности установки выбраны основные конструкторские базы на черновой операции.

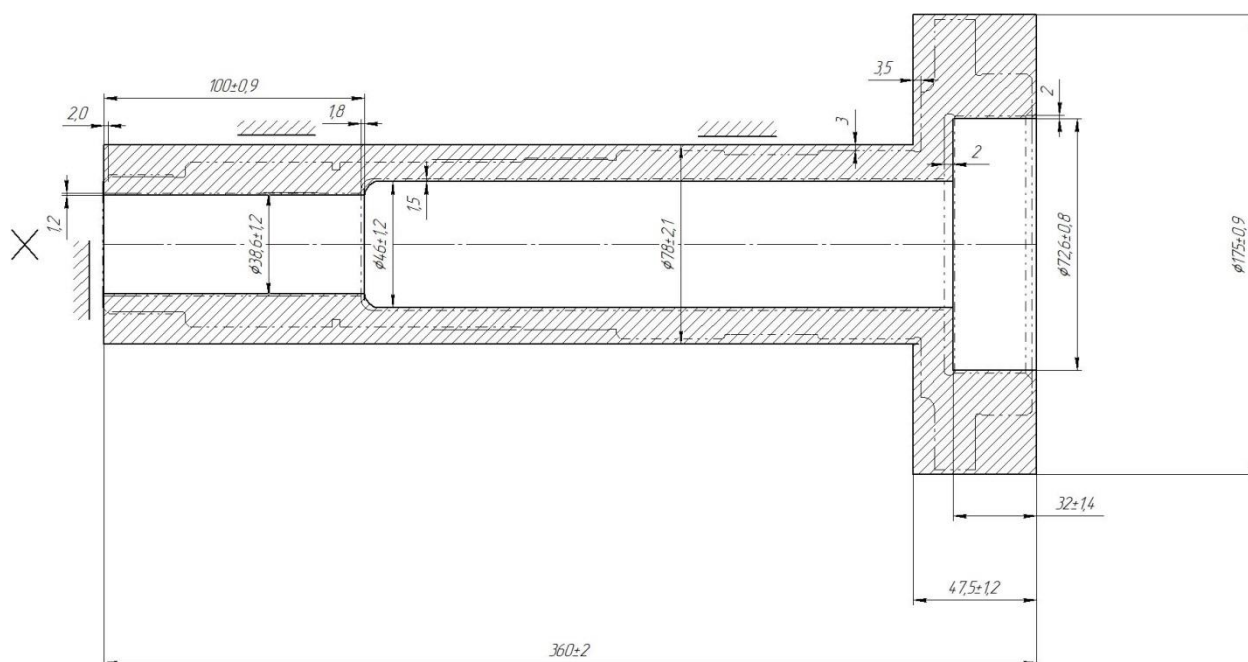


Рисунок 2 – Эскиз заготовки

В качестве дополнительной обработки используется очистка поверхности пескоструйным методом.

2.5 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.

На этом этапе устанавливается тип станков и другого оборудования, их характеристики и размеры, которые уточняются при детализации технологических операций. Разработка маршрута ориентируется на типовые процессы обработки деталей данного типа» [2].

Типовой технологический процесс изготовления инструментальной оправки включает в себя после заготовительного этапа подготовку чистовых

технологических баз. Ими являются наружные цилиндрическая и торцовая плоскость.

Для обработки инструментальной фланцевой оправки используется типовой техпроцесс изготовления ступенчатого вала. Главным отличием будет отсутствие фрезерно-центровальной операции из-за невозможности получения центровых отверстий.

Для базирования будем использовать внешние цилиндрические установочные поверхности. К ним относятся шейки под подшипники, а также установочный буртик фланцевого элемента.

В базовом техпроцессе используют три типа станков на первом этапе технологического процесса: токарный, сверлильный и фрезерный. Для обеспечения производительности в отличие в проектируемом варианте используется станок, который объединяет все эти технологические переходы на одной единице оборудования. Токарно-фрезерный центр с приводными позициями под установку осевого инструмента дает возможность обработки фиксированной заготовки. Этим исключаем необходимость перемещения заготовки по участку, устраняются дополнительные затраты на хранение, снижается процент брака.

Для операции точения выбирается токарный станок с ЧПУ HAAS ST-30 (рисунок 3). Мощность 22,4 кВт. Габариты 2600x2100. Обороты 3400 об/мин.

Для того, чтобы реализовать классическую схему базирования с двойной направляющей базой применим на операциях токарной обработки люнеты (рисунок 4). Для обеспечения постоянства баз используются для базирования одни и те же поверхности: шейки под подшипники крайний, ближайший к фланцу и промежуточную поверхность между резьбой и канавкой под стопорное кольцо. В этом случае при переустановке база будет абсолютно той же самой, что исключает дополнительную погрешность из-за смены технологических баз.



Рисунок 3 - Токарный станок с ЧПУ HAAS ST-30

Для передачи крутящего момента используется поводковый трех кулачковый патрон для того, чтобы он не смещал центр заготовки в левом сечении. Результат - после термообработки нет необходимости в правке центровых отверстий.

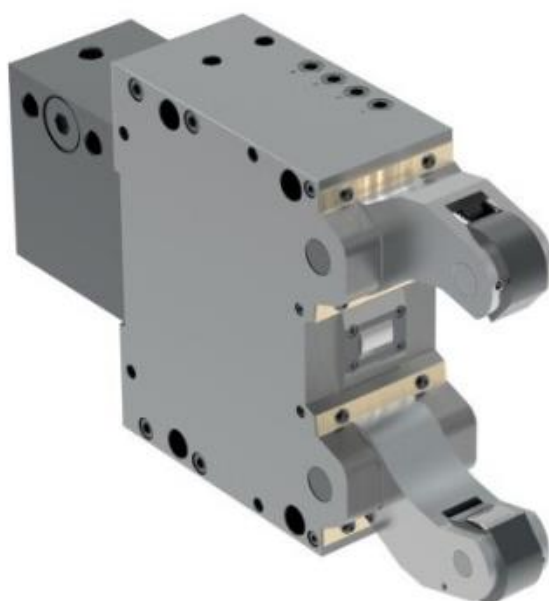


Рисунок 4 - Люнет SLZN 067

Последовательность технологических переходов на операции будет типовая. Первый проход на установе А направлен на снятия основного припуска и напусков и формируется упрощенный контур заготовки. Резец на рисунке 5.

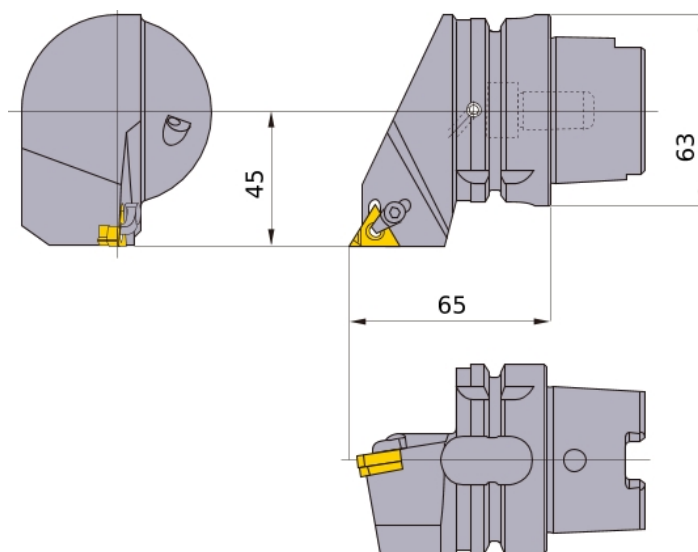


Рисунок 5 - Резец T15K6 H63TH-MMTER-DX16

На втором установе Б проводится также обработка отверстия под базирование инструмента (рисунки 6 и 7 с расточным инструментом). На этом же установе начинается следующий этап - чистовой.

Для отверстия и наружной посадочной шейки на фланце формируются дополнительно канавки. На этом же установе обрабатываются резьбовые отверстия. После переустановки на третьем этапе проводится чистовая обработка удлиненной части оправки.



Рисунок 6 - S25R-MSKNL12 расточная оправка



Рисунок 7 - Держатель H63TH-B16-75 MITSUBISHI

Обработка ведется последовательно - чистовым точением, канавочными резцами (рисунок 8) для обработки канавки под выход шлифовального инструмента, канавки под выход резьбового инструмента, а также обработка отрезным резцом канавки под стопорное кольцо. Рассверливание выполняется инструментом, показанным на рисунке 9.

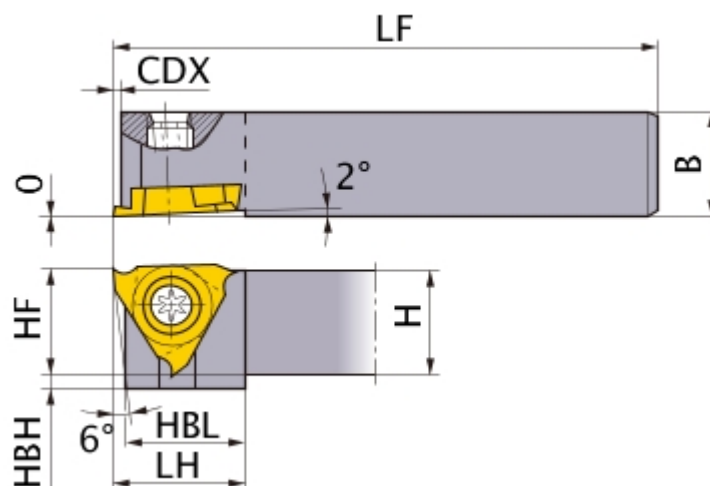


Рисунок 8 - Канавочный резец GTBHR1616-30

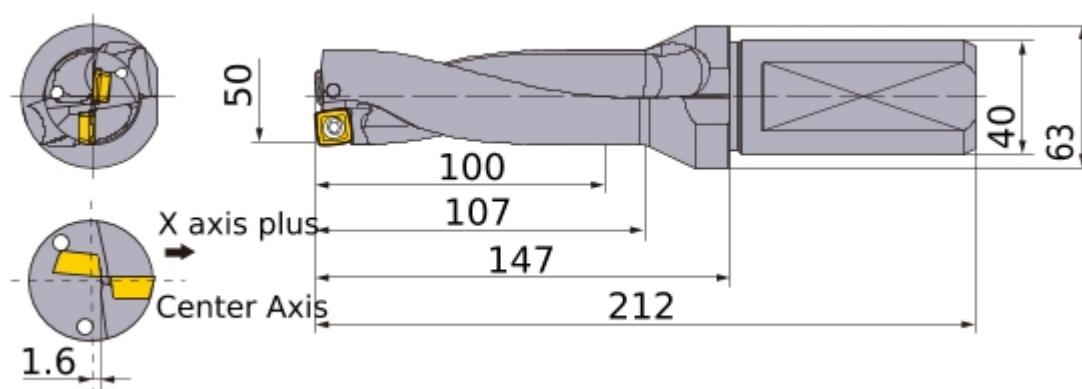


Рисунок 9 - Сверло MVX5000X2F40 50

Концевым фрезерованием обрабатывается шпоночный паз. Финишным переходом токарной обработки является резбонарезание резьбовым резцом.

После первого этапа механической обработки проводится термообработка инструментальной оправки с осевым воздействием для исключения ее коробления. Для этого она подвешивается по фланцу, а на нижнюю резьбовую часть накручивается груз 20 кг, который приводит к растяжению удлиненной части заготовки.

После термообработки на шлифовальной операции проводится доводка наружных шеек.

На внутришлифовальной операции - обработка шлифованием посадочного отверстия. Внутришлифовальный станок 3K229B. Оснастка патрон 6155-0054 ГОСТ 20505-75 и люнет SLZN 067.

На торцекруглошлифовальной операции - обработка посадочного фланца, а на резьбошлифовальной операции - финишная обработка крепежной метрической резьбы. Станок - круглошлифовальный станок 3T153E. Резьбо-шлифовальный полуавтомат 5K822B. Оснастка патрон 6155-0054 ГОСТ 20505-75 и люнет SLZN 067.

В конце техпроцесса идут моечная и контрольная операции.

2.6 Расчет припусков

«Для расчета операционных припусков необходимо знать состав переходов, параметры качества поверхностного слоя (высота микронеровностей, толщина дефектного слоя), погрешности формы и расположения заготовки, а также погрешности установки.

Перед расчетом припусков выполняется эскиз заготовки со схемой установки и указанием поверхностей для расчета или назначения припусков (рисунок 10). После расчета создается эскиз с нормативными размерами, предельными отклонениями, припусками и допусками, а также схема их расположения (рисунок 11)» [2].

«Формула для расчета припуска для каждого перехода, кроме заготовительного

$$Z_{\min} = a_0 + 0,5h_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_y^2} \quad (1)$$

где a_0 - шероховатость по Rz от предыдущего перехода, мкм;

h_0 - глубина дефектного слоя;

Δ_0 - сумма отклонений расположения, мкм;

ε_y - погрешность установки, мкм» [12].

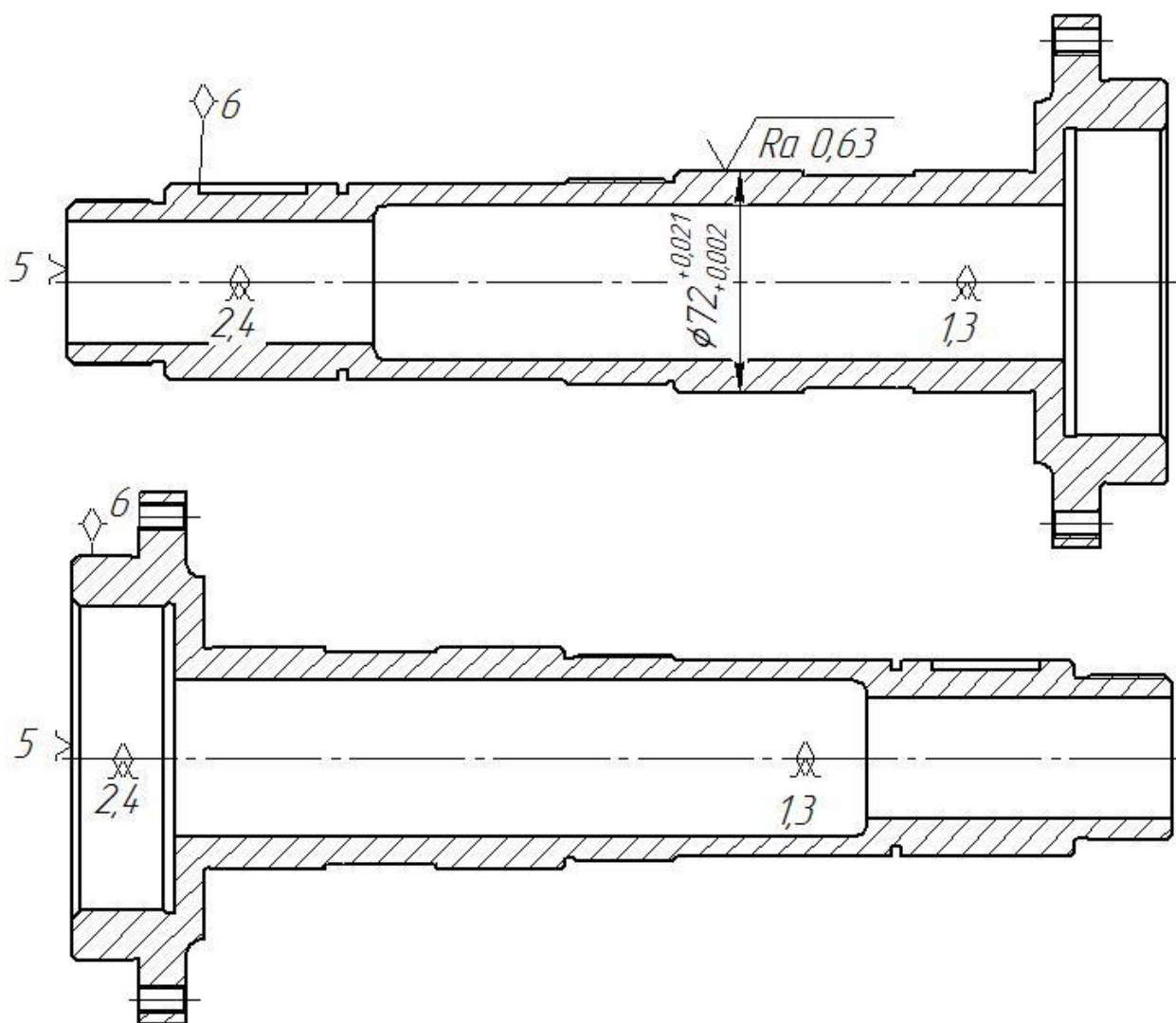


Рисунок 10 – Эскиз оправки с базированием

Первые два слагаемых табличные [17].

«Пространственные отклонения Δ_0 находятся как:

$$\Delta_0^2 = \Delta_k^2 + \Delta_y^2, \quad (2)$$

где Δ_k^2 - коробление заготовительного перехода, мкм;

Δ_y^2 - смещение обрабатываемой поверхности, мкм» [14].

«Коробление заготовительного перехода с учетом литья

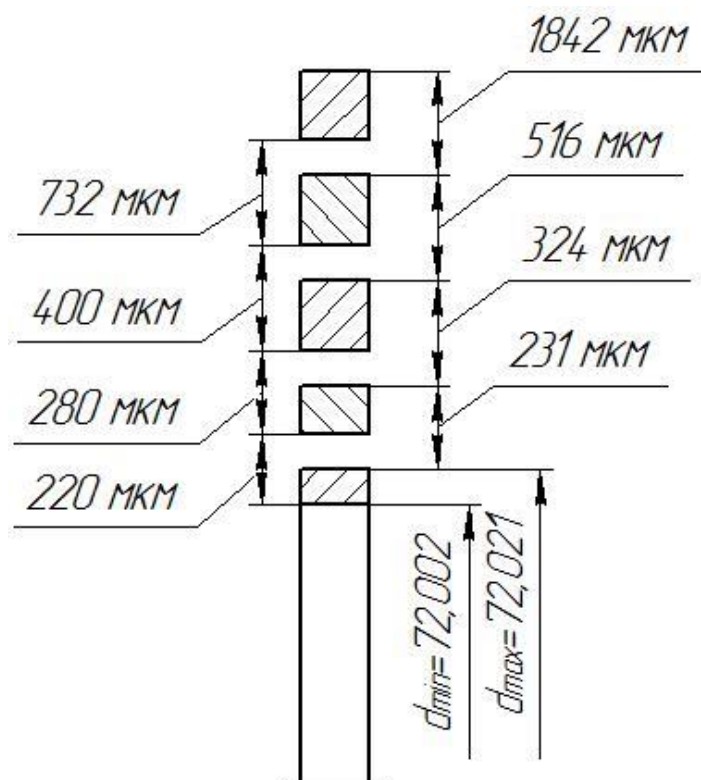


Рисунок 11 – Результат расчета припусков

$$\Delta_k = \Delta_{y\partial} \cdot L, \quad (3)$$

где $\Delta_{y\partial}$ - удельное коробление заготовительного перехода, мкм/мм;

L - длина отливки, мкм» [14].

Смещение равно 0,5 мм, а коробление

$$\Delta_k = 1,2 \cdot 356 = 427 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_0^2 = 0,5^2 + 0,427^2 = 0,432 \text{ мм.}$$

С учетом изменения исходных погрешностей для учета размеров и припусков по всем переходам остаточные пространственные отклонения

$$\Delta_i = \Delta_0 \cdot k_y \text{ мкм,} \quad (4)$$

где k_y - уточнение для конкретного перехода.

2.7 Расчет режимов резания

«В современном машиностроении преобладают операции лезвийной обработки, которые сопровождаются сложными физическими явлениями, затрудняющими точное математическое описание и их расчет. Поэтому, назначение режимов, обеспечивающих требуемое качество и эффективность, возможно только на основе теоретических и экспериментальных зависимостей между технологическими параметрами и параметрами качества обработки, имеющих сложную математическую форму. Расчет режимов резания выполняются на основе учета кинематики применяемого оборудования, рекомендуемых диапазонов режимов каталогов производителей выбранного режущего инструмента, а также исходя из жесткости заготовки и схемы установки на операции. Сама кинематика процесса обработки для данной детали сложная как в динамике, так и в статике» [3].

Лимитирующей будет токарная операция. Для нее лимитирующим переходом будет токарный – черновое обтачивание, связанное с обработкой наружной цилиндрической поверхности. С учетом этого аналитическим способом проводится расчет режимов резания на черновое точение. Нормирование и назначение режимов резания проводятся упрощенным способом на все операции.

Для наружного чернового точения необходимо пройти по всему контуру заготовки:

$$L_{p.x.1} = \sum_1^n L_i + L_{ep} . \quad (5)$$

где L_i – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$L_{вр}$ – длина врезания и перебега, мм.

$$L_{p.x.1} = 358 + 60 + 12 = 430 \text{ мм.}$$

Припуск средний 1,25 мм, максимальный 1,8 мм.

Подача 0,7 мм/об.

«Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x S^y} \cdot k_v, \quad (6)$$

где C_v , x , y и k_v , выбирают по» [1].

«Коэффициент

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{iv}, \quad (7)$$

где k_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние физико-математических свойств обрабатываемого материала на скорость резания;

k_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

k_{iv} – коэффициент материала инструмента» [5].

$$k_{mv} = 1,1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,34.$$

$$k_v = 1,34 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 1,14.$$

$$V = \frac{280}{40^{0,2} \cdot 1,25^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 1,14 = 167 \text{ м / мин.}$$

Определяем два значения оборотов: для фланца и основной части оправки.

$$n = \frac{1000 \cdot 167}{\pi \cdot 172} = 310 \text{ об / мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 167}{\pi \cdot 72} = 739 \text{ об / мин.}$$

«Сила

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (8)$$

где C_p ; x ; y ; n ; K_p – коэффициенты выбираем по» [13].

«Коэффициент

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (9)$$

где $K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$ - произведение коэффициентов, учитывающих фактические условия резания» [12].

$$K_p = 0,8 \cdot 1,08 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,86.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,8^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 167^{-0,15} \cdot 0,86 = 1649 \text{ Н}.$$

Мощность

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (10)$$

$$N = \frac{1649 \cdot 167}{1020 \cdot 60} = 4,5 \text{ кВт}.$$

$$N_{cm} = 22 \cdot 0,95 = 20,9 \text{ кВт}.$$

Остальные переходы по режимам рассматриваются по той же схеме, а результаты вынесены в приложение А в таблицы а.1 и А.2.

«Нормы времени $T_{шт-к}$ на токарную операцию:

$$T_{шт-к} = T_{п-з}/n + T_o + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из})k + T_{об.от} \quad (11)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время;

n – количество деталей в партии запуска;

T_o - основное время;

$(T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из})k$ - вспомогательное время;

$T_{об.от}$ – время обслуживания и отдыха» [15].

$$T_o = \sum \frac{\sum L_{p.x.} \cdot i}{S_{мин}}, \quad (12)$$

где $S_{мин}$ – минутная подача.

Минутная подача по переходам:

Точение черновое – 517; точение чистовое – 400; рассверливание - ; растачивание - 139; точение канавок – 400; резьбонарезание резцом – 907; сверление под резьбу – 634; нарезание резьбы метчиком – 675; фрезерование паза – 172.

Основное время складывается из времен всех переходов на операции.

Точение черновое

$$T_0 = \frac{430}{517} = 0,83 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \frac{430}{820} = 0,52 \text{ мин.}$$

Расточной переход:

$$T_0 = \frac{20 \cdot 34}{386} = 1,8 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \frac{120}{256} = 0,47 \text{ мин.}$$

Рассверливание

$$T_0 = \frac{106}{140} = 0,76 \text{ мин.}$$

Канавки

$$T_0 = \frac{15}{820} = 0,1 \text{ мин.}$$

Резьбонарезание резцом

$$T_0 = \frac{38}{907} \cdot 8 = 0,34 \text{ мин.}$$

Сверление под резьбу и нарезание резьбы метчиком:

$$T_0 = \frac{20}{634} \cdot 4 = 0,13 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \frac{20}{675} \cdot 4 = 0,12 \text{ мин.}$$

Фрезерование паза

$$T_0 = \frac{25}{172} \cdot 3 = 0,44 \text{ мин.}$$

Тогда вся операция:

$$T_0 = 0,83 + 0,52 + 1,8 + 0,47 + 0,76 + 0,1 + 0,34 + 0,13 + 0,12 + 0,44 = 5,51 \text{ мин.}$$

Остальные составляющие согласно [15]:

$$T_{пз} = 25 \text{ мин};$$

$$T_{ус} = 0,12 \text{ мин};$$

$$T_{yn} = 0,01 \cdot 4 + 0,01 \cdot 9 + 0,05 = 0,18 \text{ мин};$$

$$T_{из} = \frac{0,2 \cdot 12}{100} = 0,03 \text{ мин};$$

$$T_{\epsilon} = (0,12 + 0,18 + 0,03) \cdot 1,85 = 0,6 \text{ мин};$$

$$T_{он} = 5,51 + 0,6 = 6,11 \text{ мин};$$

$$T_{об.от} = \frac{6,11 \cdot 9}{100} = 0,54 \text{ мин};$$

$$T_{ш-к} = \frac{20}{472} + 6,11 + 0,54 = 6,7 \text{ мин.}$$

Выводы по разделу

На лимитирующую технологическую операцию разработана технологическая наладка, где показана схема установки, схематично показано приспособление, а также режущий инструмент.

Для повышения эффективности обработки на операции применяется спроектированное приспособление и инструмент для расточных переходов, что приводит к снижению базового показателя времени, рассчитаного в пункте 2.7.

3 Проектирование оснастки

3.1 Общие сведения

«Станочное приспособление – это устройство, фиксирующее заготовку в рабочей зоне станка в необходимом положении в процессе обработки.

Требования к станочной оснастке разнообразные. Оно должно быть безопасным, технологичным (по изготовлению, сборке и ремонту), точным, жестким, надежным, эргономичным. Для удобства работы с ним оно должно быть компактным и не выходить за рамки рабочей зоны станка, обеспечивая при этом легкое управление и свободный отвод стружки» [3].

3.2 Проектирование приспособления

«Для обеспечения точного и надежного закрепления необходимо предусмотреть соответствующие зажимные станочные приспособления. Для обеспечения стабильности усилий закрепления эти приспособления должны иметь механизированный привод зажима.

В качестве проектируемых операций выступают токарные и фрезерные. Но так как операция по точению является основополагающей по формированию окончательной точности цилиндрических поверхностей, подробный расчет проведен именно на эти переходы, а приспособление спроектировано для токарных переходов» [4].

Базовым приспособлением на такой операции является токарный трех кулачковый самоцентрирующий патрон. Все необходимые расчеты основаны на решении уравнений статического равновесия, которое обеспечивает расчет минимальной силы закрепления. Кроме того, конструкция патрона обоснована с точки зрения размерного и прочностного анализа.

Для обеспечения заданных операционных допусков разрабатывается станочное приспособление в виде самоцентрирующего патрона. Главная

задача этого приспособления - обеспечить передачу крутящего момента, а также сцентрировать заготовку. Функция осевого центрирования также будет выполнять люнет.

Аналогичная схема установки применяется на шлифовальных операциях, что позволяет унифицировать применяемую оснастку.

Расчет приспособления заключается в определении самого нагруженного перехода, которым является черновой проход по фланцу по максимальному диаметру, так как крутящий момент там будет наибольший. С учетом этого определяем минимальную силу закрепления (рисунок 12).

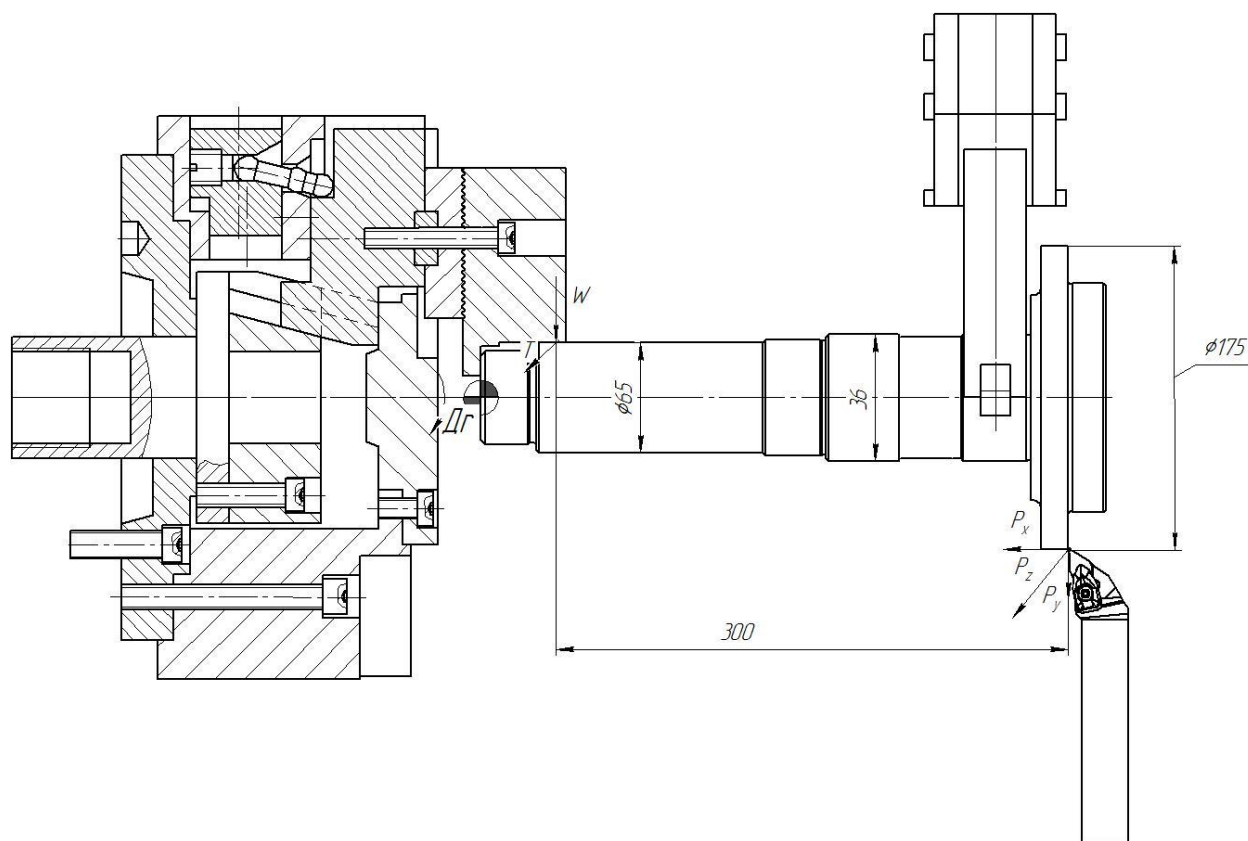


Рисунок 12 –Схема точения

Дополнительно необходимо проверить на жесткость систему люнетов, для того чтобы они могли компенсировать радиально составляющую чернового прохода.

В качестве механизма зажима выбран клиновой механизм, который отличается повышенной точностью с большим передаточным отношением и дает возможность точного центрирования заготовки.

Сила зажима из уравнения статического равновесия

$$W = \frac{k \cdot (P_Z \cdot l_1 + P_Y \cdot l_1 + P_X \cdot l_2)}{m \cdot f \cdot l_3}, \quad (13)$$

«где k – коэффициент безопасности;

P_Z – тангенциальная сила резания, Н;

P_Y – радиальная сила резания, Н;

P_X – осевая сила резания, Н;

$l_{1,2,3}$ – плечи действия сил резания и сил закрепления м;

m – количество кулачков;

f – коэффициент трения» [13].

Расчетная сила резания только тангенциальная

$$P_y = 10 \cdot 300 \cdot 1,8^{0,9} \cdot 0,7^{0,6} \cdot 167^{-0,15} \cdot 0,86 = 1649 \text{ Н.}$$

«Коэффициент безопасности

$$k = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (14)$$

где K_0 – коэффициент запаса,

K_1 – коэффициент типа обработки;

K_2 – коэффициент износа инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий прерывистое резание;

K_4 – коэффициент, характеризует постоянство сил закрепления при ручном закреплении;

K_5 – коэффициент, характеризует эргономику ручных зажимных механизмов, удобное расположение;

K_6 – коэффициент, учитывающий установку на опорные пластинки» [14].

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

$$W = \frac{2,5 \cdot (1649 \cdot 0,172)}{3 \cdot 0,15 \cdot 0,03} = 52524 \text{ Н}.$$

Потери в направляющих

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (15)$$

«где W - исходная расчетная сила, Н;

l_k – плечо до места действия W , м;

H_k – длина направляющей, м;

f_1 - коэффициент трения» [4].

$$W_1 = \frac{52524}{1 - \left(\frac{70}{100} \cdot 0,1 \right)} = 56477 \text{ Н}.$$

С учетом угла клина:

$$Q = \frac{W}{i_C}, \quad (16)$$

где i_C – силовое отношение.

$$Q = \frac{56477}{2,1} = 26894, \text{ Н}.$$

Для установки- снятия заготовки ход штока $S_{ш}$

$$S_{ш} = \frac{S_K}{i_C}. \quad (17)$$

$$S_{ш} = \frac{6}{0,47} = 12,7 \text{ мм}.$$

Для гарантии принимается равным 13 мм.

Для гидравлического привода зажима. «Диаметр поршня

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P \cdot \mu}} \quad (18)$$

где P – давление, Мпа;

η - коэффициент полезного действия» [15].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{268949}{0,95 \cdot 2,5}} = 120 \text{ мм.}$$

«Выбранное значение диаметра поршня 120 мм» [16].

Точность приспособления определяется технологическим допуском, который для чернового точения составит 0,3 мм. Тогда погрешность самого патрона не должна превышать 30% от него, то есть составлять в пределах 0,09 мм.

Погрешность приспособления как сумма отклонений звеньев размерной цепи соединяющих базовую поверхность патрона и базовую поверхность кулачков

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{\sum_{i=1}^n TA^2}, \quad (19)$$

где TA – допуск на составляющее звено цепи, мм.

Суммарная погрешность

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{0,008^2 + 0,008^2 + 0,007^2} = 0,013 \text{ мм.}$$

Для закрепления инструментальной отправки применяется двух опорная схема. Она включает в себя трех кулачковый зажимной патрон, который представлен на сборочном чертеже. Кроме того в схеме установки применяются трех кулачковые рычажные люнеты. Их установка по краю заготовки приводит к выравниванию жесткости вдоль продольной оси. Это дает возможность стабилизировать снимаемый припуск и повысить точность формы в продольном сечении заготовки. Для того, чтобы исключить вынужденные колебания из- за несоосности патрона и люнета в конструкции

самоцентрирующего патрона предусмотрен зазор между центрирующим механизмом 6 и механизмом передачи усилия 8. Для этого в корпусе 1 патрона используется для направления клиновой оправки 6 отверстия установочной плиты 7. Данная деталь крепится на корпусе патрона при помощи сквозных винтов 15. Для ее базирования применяется установка на две центрирующих выточки в корпусе патрона. Установка приспособления на фланец шпинделя осуществляется при помощи этой переходной установочной плиты 7, которая предварительно зафиксирована базовыми винтами 16.

Привод силового зажима расположен на противоположном конце шпинделя станка. Для обеспечения подачи рабочего давления предусматривается тяга, которая не показана на сборочном чертеже приспособления. Точная посадка обеспечивает центрированием движения клинового механизма относительно шпинделя станка. Для самоустановки клин 6 установлен с гарантированным зазором, величина которого определяется погрешностью выверки люнета. В данном случае она равна 0,05 мм. Для гарантированного исключения влияния кулачков данный зазор увеличивается до 0,1 мм. Наклонные пазы соединяются с выступами стационарных кулачков 4. К ним крепится плита 3, которая используется для установки сменных кулачков 2 при изменении номенклатуры зажимаемых заготовок.

Вопрос обеспечения радиальной точности наладки решается при помощи настроечной плиты 3 с системой выточек, которые необходимы для выверки сменных кулачков 2. Точная установка настроечной плиты 3 и стационарных кулачков 2 производится при помощи базирующей шпонки 19. Механизм противодействия центробежным силам включает в себя рычажную систему с балансиrom 9, который фиксируется в корпусе 1 патрона при помощи опорного рычага 11. Он выполнен в виде валика с тремя сферическими элементами. Крайние элементы используются для опоры в

противовесе и на опорный торец стационарного кулачка 4, а промежуточный сферический элемент является точкой поворота рычага 11.

При вращении патрона данный балансир поворачивает рычаг 11 по часовой стрелке. Это приводит к радиальной составляющей, действующей на стационарный кулачок 4. При этом сила действия будет прямо пропорциональна частоте вращения патрона n .

Данный механизм приводит к стабилизации усилий на зажимном кулачке, исключая самопроизвольный разжим заготовки.

3.3 Проектирование инструмента

Для обеспечения точности используется токарный резец, который имеет особенности крепления режущей пластины, а также инструментальный материал с многослойным покрытием, которое формирует защитный слой и обеспечивает повышение износостойкости режущей части. Это стабилизирует температурные факторы в зоне резания и повышает точность и качество обработки.

Кроме наружных шеек особое внимание необходимо уделить растачиванию отверстия. Для него необходим правильный выбор расточного инструмента. Для высокоэффективного снятия припусков и напусков за минимальное время приведен результат исследования конструкции расточного инструмента предназначенного для черновой стадии.

На рисунках 13 и 14 показаны конструкции борштанг с демпфирующим устройством внутри державки, что обеспечивает возможность работы с большим вылетом.



Рисунок 13 – Удлиненная борштанга

Необходимо учесть состояние обрабатываемой поверхности, которая является литейной коркой, что дополнительно приводит к негативному воздействию на режущую часть инструмента.

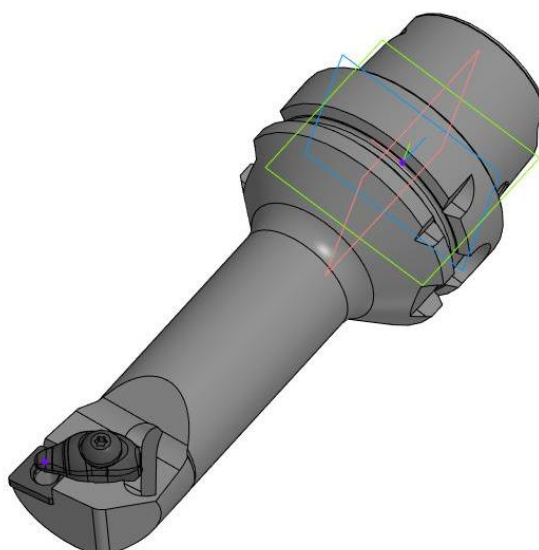


Рисунок 14 – Укороченная борштанга

Проведенные исследования для выбора оптимального состава материала режущей пластины и ее покрытия показали, что для черновой обработки лучше всего использовать покрытия из TiN, CrN, ZrN, (TiAl)N.

Выбор режимов обработки, который способствует максимальной стойкости режущего инструмента, приводит к общему снижению затрат на токарную операцию и снижению себестоимости изготовления инструментальной оправки.

Вывод по разделу

Спроектирован клиновой патрон с гидравлическим приводом зажима для токарной программной операции.

Разработана конструкция инструмента – укороченной борштанги для чернового растачивания. Определены основные параметры режущей части. К ним относятся способ закрепления режущей пластины, способ ее установки и базирования, форма режущей части, материал пластины и ее покрытие.

4 Безопасность и экологичность процесса

При изготовлении инструментальной оправки из стали 35ХГСЛ в количестве 10000 деталей в год на токарном обрабатывающем центре, печи с закалочной ванной, круглошлифовальном, резьбошлифовальном и внутришлифовальном станках возникает ряд опасных вредных производственных факторов (ОВПФ).

Первая часть технологии реализуется на токарно-фрезерном центре с ЧПУ HAAS ST-30 с комплектом оснастки из патрона (спроектирован), люнета SLZN 067. Обработка ведется резцом T15K6 H63TH-MMTER-DX16, оправкой S25R-MSKNL12 в корпусе H63TH-B16-75, канавочным резцом GTBHR1616-30.

После закалки используются внутришлифовальный станок 3K229B с патроном 6155-0054 ГОСТ 20505-75 и люнетом SLZN 067. На торцекруглошлифовальной операции - обработка посадочного фланца на круглошлифовальном станке 3T153E. На резьбошлифовальной операции - финишная обработка крепежной метрической резьбы на резьбошлифовальном полуавтомате 5K822B с патроном 6155-0054 ГОСТ 20505-75 и люнетом SLZN 067.

Используются технологические среды (СОЖ и смазка), ветошь.

«Если сгруппировать все вредные факторы по типу воздействия, то для физических факторов это будут подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования» [3].

Возможно механическое повреждение и нанесения травм рабочему подвижными механизмами всех станков.

Операции обработки механизированы манипуляторами. 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 оправки 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.

Технологический процесс изготовления оправки включает контрольно-измерительные операции и переходы, 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 очищается при помощи фильтрующих устройств в системе вентиляции. Металлическая стружка поступает на переплавку. Все остальные твердые отходы утилизируются на полигонах. Технологические жидкости перерабатываются в системе очистных сооружений с использованием комбинированной ступенчатой очистки.

Выводы по разделу

Данные мероприятия в комплексе приводят 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 15.

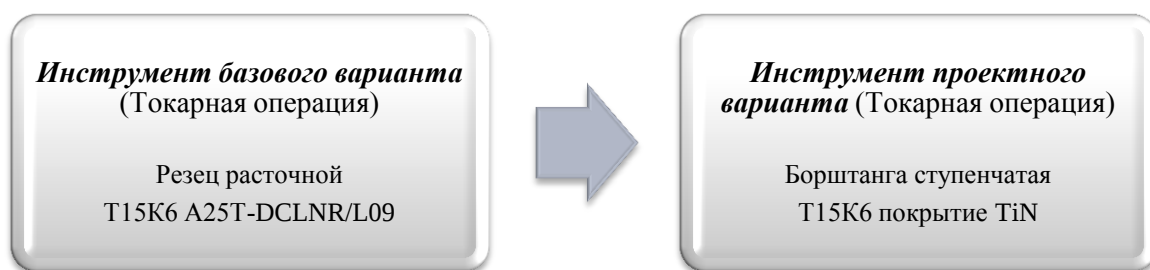


Рисунок 15 – Обобщенная схема изменений процесса производства

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 16.

Из рисунка 16 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которые составляют около 65 % от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины расходов на оборудование, доля которых составляет чуть более 15 %, также в обоих вариантах.

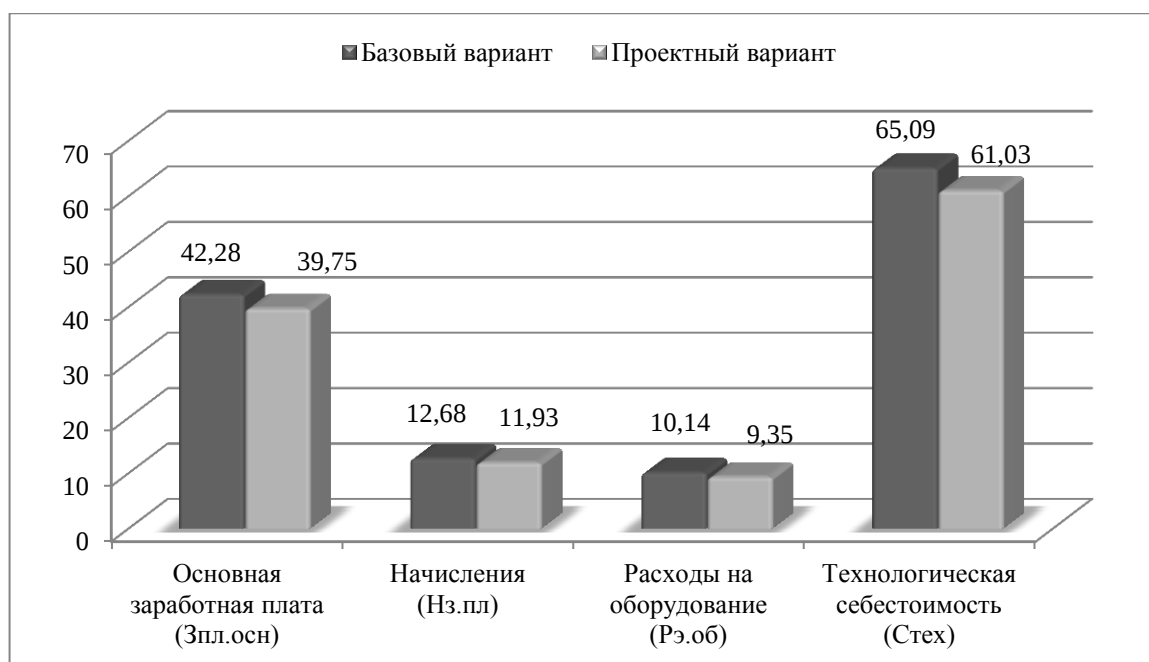


Рисунок 16 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

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 ($K_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$) и корректировку программного обеспечения ($K_{К.П.ОБ}$)» [6]. На изображении (рисунок 16) выразительно изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

Анализ данных рисунка 17 показывает, что подавляющая часть инвестиций (46,4 %) приходится на корректировку программного обеспечения. В то же время, затраты на инструмент составляют лишь 7,9 %, что является незначительной долей общих вложений.

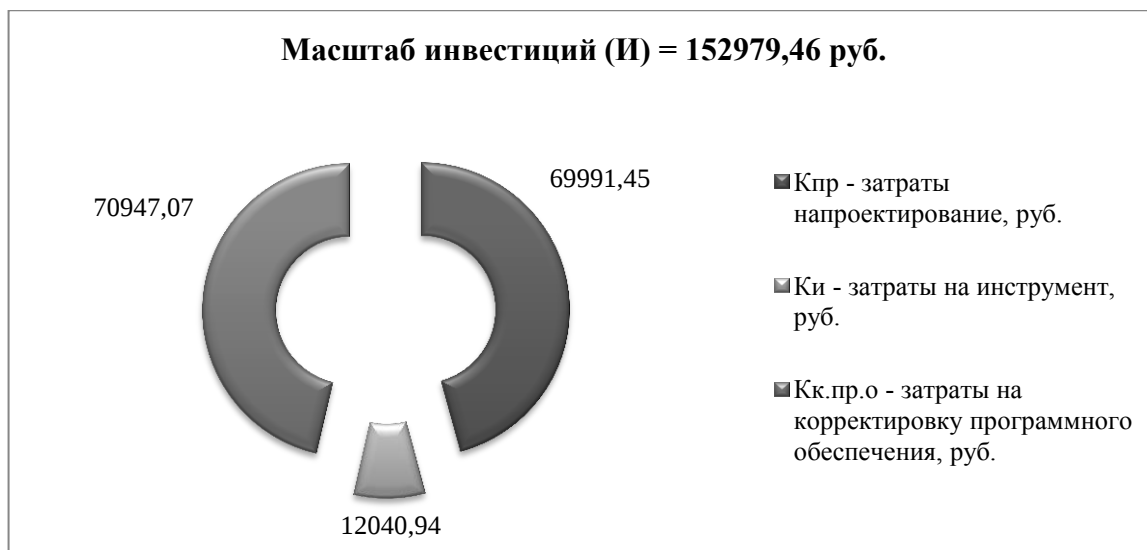


Рисунок 17 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

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 18.

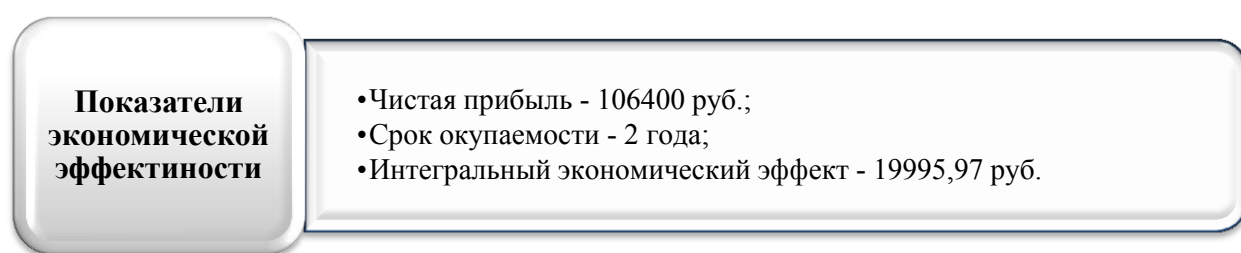


Рисунок 18 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 19995,97 рублей.

Заключение

В ходе работы рассмотрен технологический процесс изготовления инструментальной оправки, являющейся ответственным элементом для крепления режущего инструмента в металлообрабатывающем оборудовании.

В первом разделе представлено описание конструкции инструментальной оправки и ее назначения в станочной системе. Проведен анализ технологичности детали, определены требования к материалу, прочности, жесткости, точности и шероховатости поверхностей, а также описаны условия работы оправки при различных режимах резания. Особое внимание уделено анализу влияния динамических нагрузок и вибраций на точность обработки и долговечность оправки.

Во втором разделе определен тип производства, описаны его характеристики и выбран метод получения заготовки. В качестве оптимального метода получения заготовки рассматривается литье в песчано-глинистые формы из литейной стали 35ХГСЛ, что обеспечивает необходимую прочность и жесткость при относительно низкой себестоимости. Подробно рассмотрены методы обработки каждой поверхности оправки с учетом их формы, точности, шероховатости и функциональных требований. Особое внимание уделено методам точной обработки посадочных цилиндрических поверхностей, резьбовых участков и шлицевых соединений, обеспечивающих надежное крепление инструмента и его точное позиционирование относительно обрабатываемой детали.

В третьем разделе представлено проектирование специализированного станочного приспособления - патрона для токарной обработки. Данный патрон обеспечивает необходимую силу закрепления при точении, минимизируя прогиб и вибрации. Также представлен проект специализированного токарного резца, учитывающего особенности обработки литейной стали.

Список используемой литературы и 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

Цех																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Цех	Уч.	Р/У	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпэ	Тшт	Н. расх.			
А	Б	К/У	Наименование детали, со. единицы или материала				Обозначение кода										Обозначение документа		
А01				035	0125	Прямьбка													
Б02										1	1	1	1						
А03				040	0200	Контроль													
Б04										1	1	1	1						
Т05				Штатив Ш-III-4 ГОСТ 10197-70															
Т06				Штатив ШМ-ИВ-8 ГОСТ 10197-70															
Т07				Головка ОСП ГОСТ 28798-90															
Т08				8211-0205 Кольцо ГОСТ 17763-72															
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
МЖ	Маршрутная карта															3			

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 31404-86 Форма 3									
Дизайн									
Взам.									
Повол.									
Разработ	Гордочев И.А.								1
Проверил	Зотова В.								
Утвердил	Ласинов Н.Ю.								
Н. контр.	Зотова В.								
Наименование операции		Материал		Твердость		EB	MD	Профиль и размеры	
Токарная с ЧПУ		Сталь 35УГСА ГОСТ 4543-71				K2	8,2	172x356	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы				Ta	Tb	Tшт.	COX
Токарный станок с ЧПУ HAAS ST-30						5,51	0,6	20	6,7
P			MM			или B	L	I	S
T01	Ланет SLZN 067								
T02	T100-0010 Патрон ГОСТ 2675-80								
T03	Микрометр МР 75 ГОСТ 4381-87								
004	1. Установить деталь								
005	2. Точить заготовку								
T06	Резец T15K16 H63TH-MMTER-DX16								
P07		-	80	603	1	2	0.959	499	125.4
008	3. Рассверлить отверстие								
T09	Сверло M11X5000X2F40 Ø50								
P10		-		2			0.34		64
011	4. Растачить глухое отверстие								
T12	S25R-M5XW12 расточная оправка. Держатель H63TH-B16-75 MITSUBISHI								
P13		-		2	1		0.36		109
OK	Операционная карта								

Продолжение таблицы А.2

50

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а									
Допол.									
Взам.									
Испол.									
3									
Инструментальная опрабка									
P									V
P01									139
13. Сверлить заготовку									
T03									
P04									139
14. Нарезать внутреннюю резьбу									
T06									
P07									14
15. Переустановить и закрепить заготовку									
16. Точить заготовку									
T10									
P11									139
17. Фрезеровать паз									
T13									
P14									139
18. Нарезать резьбу									
T16									
P17									139
19. Снять деталь									
OK	Операционная карта								
									6

Спецификация приспособления

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

Формат	Зона	Пол	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	Лист	Лист	Листов
				<u>Документация</u>					
A1			25.BKP.OTMP.12.65.00.000.CB	Сборочный чертеж.					
				<u>Детали</u>					
		1	25.BKP.OTMP.12.65.00.001	Корпус	1				
		2	25.BKP.OTMP.12.65.00.002	Кулачок сменный	3				
		3	25.BKP.OTMP.12.65.00.003	Плита	3				
		4	25.BKP.OTMP.12.65.00.004	Кулачок стационарный	3				
		5	25.BKP.OTMP.12.65.00.005	Крышка	1				
		6	25.BKP.OTMP.12.65.00.006	Оправка клиновая	1				
		7	25.BKP.OTMP.12.65.00.007	Плита установочная	1				
		8	25.BKP.OTMP.12.65.00.008	Тяга	1				
		9	25.BKP.OTMP.12.65.00.009	Балансир	3				
		10	25.BKP.OTMP.12.65.00.010	Винт заглушка	3				
		11	25.BKP.OTMP.12.65.00.011	Рычаг	3				
				<u>Стандартные изделия</u>					
		12		Винт 2 М12 х 0,5-6д х 2358,35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3				
		13		Винт 2 М12 х 0,75-6д х 7858,35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3				
		14		Винт 2 М14 х 0,5-6д х 5258,35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3				
		15		Винт 2 М14 х 1-6д х 6258,35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3				
25.BKP.OTMP.12.65.00.000.CP									
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Патрон ТГУ, ИМ ТМбдо-2101а				
Разраб		Горбачев И.А.							
Проб		Зотов А.В.							
Н.контр.		Зотов А.В.							
Утв		Логинов Н.Ю.							

Продолжение таблицы Б.1

53

Спецификация борштанги

[illegible]