

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 корпуса борштанги

Обучающийся	<u>Д.С. Правосудов</u> (Инициалы Фамилия)	_____	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент Д.А. Расторгуев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____		
Консультанты	<u>канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____		
	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____		

Тольятти 2024

Аннотация

Данная работа является разработкой технологического процесса изготовления мало жесткой сложно профильной борштанги из азотируемого сплава 38ХНЗМФА. Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления данной детали при минимизации вредного воздействия на окружающую среду. В анализе исходных данных, касающихся производства борштанги из сплава 38ХНЗМФА, проводится технологический и конструктивный анализ. Рассматривается базовый технологический процесс, используемое в нем оборудование и расходные материалы, а также существующие проблемы и недостатки базовой технологии. В описании процесса разработки усовершенствованной технологии подробно рассматривается процесс ее разработки с изменениями отдельных операций изготовления борштанги. Эти работы включают в себя выбор типа производства, заготовки, разработку последовательности операций, выбор необходимых станков, приспособлений и инструментов. Проектирование включает также назначение технологических режимов и определение штучного времени. В разделе по конструированию оснастки подробно описывается проектирование специализированной оснастки для закрепления борштанги на токарной операции. Выбор приспособления определен учетом условий обработки, который характеризуется малой жесткостью заготовки. Поэтому проектируется ключевой элемент схемы установки борштанги - самоцентрирующий люнет. Кроме этого, рассматривается конструкция инструмента для выполнения цекования отверстия на обратном рабочем ходе. В охране труда и обеспечении экологичности описываются все необходимые меры на производстве для минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду.

Расчет экономической эффективности является обоснованием изменения конструкции инструмента. Рассматривается сравнение затрат на производство до и после внедрения новой технологии.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Анализ назначения детали	7
1.2 Классификация поверхностей	7
1.3 Анализ требований	11
2 Технологическая часть	15
2.1 Выбор типа производства	15
2.2 Выбор заготовки	16
2.3 Разработка маршрута.....	17
2.4 Выбор оснащения	21
2.5 Расчет и проектирование операций	23
3 Проектирование оснастки	28
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	28
3.2 Проектирование инструмента	32
4 Экологичность и безопасность проекта.....	36
5 Экономическая эффективность работы	39
Заключение	43
Список используемой литературы и используемых источников.....	44
Приложение А Технологические карты	47
Приложение Б Спецификация приспособления	53
Приложение В Спецификация инструмента	55

Введение

Для снижения затрат на производство необходимо повышать стойкость режущего инструмента. В этом случае снижается себестоимость продукции. Для этого необходимо учитывать и эксплуатационные и технологические параметры конструкций инструмента. Первые связаны с удобством работы, уменьшением времени на смену, наладку. Вторые определяют повышение точности, качества при обработке.

Главным фактором повышения стойкости режущего инструмента является выбор и оптимизация инструментального материала. Использование современных композиционных материалов, полученных комбинированными способами обработки, приводит к повышению механических свойств. Главные из них, влияющие на износ, это повышенная твердость, прочность и устойчивость к износу. Эти параметры увеличивают стойкость инструмента, как за счет снижения интенсивности рабочего износа, так и за счет снижения вероятности поломки инструмента.

Главной операцией по формированию структуры и свойств материала является термическая операция. Оптимальный вид термической обработки и его параметры может значительно увеличить твердость материала, улучшить его микроструктуру и повысить его сопротивляемость к износу. Причем сделать максимально эффективно с точки зрения сочетания всех этих свойств. Например, закалка и отпуск позволяют получить заданные характеристики твердости и ударной прочности.

Современные материалы режущей части инструмента являются, как правило, композитными. Покрытия, такие как алмазные, титановые или нитридные, создают защитный слой на режущей части инструмента. Причем это многослойные покрытия. Это позволяет снизить трение за счет трибологических свойств поверхности. Выбор типа покрытия, его параметров, характеристик подложки могут обеспечить комплексную защиту от абразивного, адгезионного, диффузионного износа и коррозии.

Другим фактором, повышающим стойкость инструмента, являются условия эксплуатации. В первую очередь снижение температуры и силы резания при обработке. Это может достигать за счет улучшения формы и конструкции режущей части (способа крепления, использования прогрессивных схем резания). Оптимизация геометрических параметров конструкции режущей части позволяет снизить нагрузку на инструмент и равномерно распределять нагрузку по большей части поверхности. Это снижает вероятность появления трещин и микротрещин.

Способы повышения эффективности обработки инструментом приводят к комплексному эффекту. Это продление срока службы режущего инструмента, как между переточками или заменой пластин или вставок, так и общий срок службы корпусных деталей инструмента. Повышение надежности операций за счет снижения вероятности поломки инструмента. Это приводит к росту стабильности и устойчивости технологической операции. Снижение трения кроме уменьшения износа режущего инструмента благоприятно сказывается на качестве обработанной поверхности из-за снижения влияния температурных воздействий.

В итоге, все это приводит к росту производительности и повышению экономической эффективности процесса механической обработки, доля которой все еще составляет подавляющую часть в трудоемкости изготовления изделий машиностроения.

Большое разнообразие имеют инструменты для обработки отверстий. Их конструктивные особенности очень различны. Это могут быть ручные инструменты, у которых конструктивные элементы адаптированы для ручного привода, как у метчиков, разверток, притиров. Большая часть такого инструмента используется с механизированным приводом вращения. Осевые инструменты - сверла, развертки и зенковки, цековки. Все они имеют технологическое ограничение по размеру обрабатываемой поверхности. Их технологические возможности определяются конструктивными размерами, поэтому такие инструменты имеют широкую номенклатуру в большом

размерном диапазоне. Точность их размеров определяет точность обработанного отверстия, но не точность его расположения. Они позволяют точно и эффективно обрабатывать отверстия различных диаметров в ходе последовательных переходов с применением инструментов разных типов и разных типоразмеров. Такие инструменты применяются для ремонтных работ, мелкосерийного производства.

Если производство серийное, то могут использовать специальные инструменты, предназначенные для комбинированной обработки. Более широкие технологические возможности дают расточные инструменты, как по точности, так и по размерному диапазону обработанных отверстий.

Станочные инструменты для обработки отверстий имеют конструктивные ограничения по посадочным поверхностям. Их необходимо стыковать с установочными элементами станка. Поэтому с применением осевого инструмента необходимо решать вопросы вспомогательного инструмента (втулки, патроны, державки) для установки их на станках с ЧПУ (сверлильные, токарные, многоцелевые) или в специальных станках для автоматизированной обработки отверстий.

Особой категорией являются абразивные инструменты для финишной обработки. Их конструктивные особенности разнообразны: круги, бруски, свободный абразив с притирами.

Лезвийная обработка дает возможность обработать отверстия различной формы, сложности, точности. При этом за счет изменения материала режущей части сделать это можно одним инструментом. Используя одновременно несколько режущих элементов можно повышать производительность. Точность и качество также будут повышаться, если использовать резание с использованием многоинструментальной наладки. Многолезвийный инструмент для исключения взаимного влияния процессов резания работает последовательно каждым резцом в различные периоды времени. Точность относительного расположения за счет обработки с одного станка при этом повысится.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения детали

Борштанга является инструментальной оснасткой. Применяется в области массового производства для много инструментальной обработки. Работает в условиях больших динамических нагрузок при высокой частоте вращения. Зауженная направляющая часть диаметром 34 мм, куда вставляется направляющая шпонка, скользит в кондукторной втулке. Данная часть является одним из элементов двух опорной схемы закрепления и повышает его жесткость. Второй базирующий элемент борштанги включает в себя небольшую посадочную шейку диаметром 52 мм и опорный торец диаметром 102 мм вместе с ступенчатыми отверстиями под крепежные винты. Все вместе они обеспечивают установку инструмента в инструментальный шпиндель.

На корпусе борштанги сделаны две одинаковых лыски с системой крепежных резьбовых отверстий. По ним происходит установка расточных резцовых блоков. Для подачи СОЖ непосредственно в зону резания используется внутренний канал, который проходит до середины инструмента. Для герметизации отверстия выполнен направляющий конус на выходном конце отверстия. Для общего направления инструмента также используется продольной паз шириной 12,5 мм.

Деталь работает в условиях поперечных и крутящих нагрузок. Направляющая часть штанги испытывает значительные трение.

1.2 Классификация поверхностей

Борштанга - это деталь, которая используется в станках для обработки поверхностей вращения. Она представляет собой длинный вал с посадочным фланцем для крепления к инструментальному шпинделю.

Функциональные требования к борштанге связаны с ее назначением – обеспечить точную обработку. Борштанга должна при своем вращении с направлением движения в кондукторной втулке обеспечивать точную и качественную обработку поверхности заготовки [3].

Конструкция для этого должна быть достаточно жесткой, прочной, виброустойчивой, чтобы выдерживать нагрузки при обработке. Кроме этого, она должна быть устойчивой к износу по направляющим элементам и к коррозии (возможно действие агрессивных технологических сред).

Для того, чтобы при использовании борштанги было минимум проблем, необходимо формулировать к ее конструкции определенные эксплуатационные требования.

Борштанга должна быть удобной в использовании и обслуживании. Для этого все регулировочные элементы по установке и настройке резцовых блоков должны быть доступны.

Она должна быть совместима с другими компонентами станка. Для этого базирующий фланец должен быть доступен для наладчика.

Борштанга должна быть легкой и компактной для удобства транспортировки, установки-снятия со станка и ее хранения.

Материал-азотируемая сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71. Он обладает высокой прочностью и износостойкостью при условии азотирования.

Так как точность позиционирования инструмента очень высокая, то шейка под направляющую задана по 5 качеству точности. Она должна быть обработана с очень высокой точностью, чтобы обеспечить минимальный зазор в сопряжении борштанга-втулка.

Материал также устойчив к воздействию высоких температур и химических веществ.

Борштанга состоит из нескольких групп поверхностей (рисунок 1).

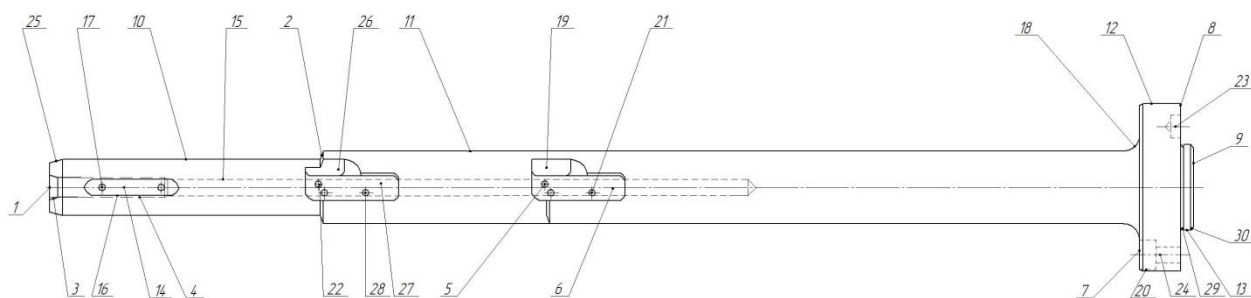


Рисунок 1 – Шпиндель с номерами поверхностей

Основными конструкторскими базами являются посадочной фланец в инструментальный шпиндель. Это посадочная шейка 13 и торец 8. Также к основной конструкторской базе можно отнести направляющую часть поверхности 10. Вспомогательными конструкторскими базами, которые используются для присоединения других деталей, являются элементы корпуса борштанги. Это шпоночный паз с направляющей шпонкой 14, 16 с отверстиями 17. Это также две лыски под установку резцовых блоков - поверхности 6 и 27 с крепежными отверстиями 22, 28, 21. Эти поверхности также можно отнести к исполнительным поверхностям, так как они являются главными для установки и закрепления резцовых вставок, которые осуществляют назначение инструмента – растачивание отверстия. Кроме этого к исполнительной поверхности можно отнести отверстие 15 подвода и подачи СОЖ с направляющей фаской 3. Вспомогательной конструкторской базой можно назвать также поверхность 15 и направляющую канавку и отверстия под крепежные винты 20 и 24.

Все остальные поверхности относятся к свободным и являются наименее точными с наибольшей шероховатостью.

Проектирование конструкции борштанги - это поэтапный процесс, который требует учета конструкторских, эксплуатационных и технологических факторов. Методика проектирования такой детали, которую еще не изготавливали на производственном участке, включает в себя восемь этапов.

Первые относятся к конструкторской проработке изделия. Необходимо определить комплекс требований к детали. Он состоит из назначения функциональных требований, отвечающих на вопрос, для чего предназначена деталь. Если учитывать передачу крутящего момента, то необходимо предусмотреть радиусный переход от фланца к корпусу инструмента. Требуется система допусков расположения, координирующих положения направляющих элементов (крайних шеек) и базовых поверхностей под режущие вставки.

Из этого вытекают эксплуатационные требования с учетом условий использования детали. Требуется сбалансированность для устранения возмущений. Требуется износостойкий материал – азотируемый сплав. Далее конкретизируются технические требования по требованиям по точности, качеству поверхности, марке материала.

В работе проработана конструкция борштанги. При создании чертежа детали определены формы и размеры исходя из посадочных поверхностей инструментального шпинделя. Учет требований к материалу связан с необходимостью обеспечения высокой износостойкости наружной направляющей поверхности. Борштанга скользит в направляющих втулках, что при действии сил резания и возмущений от центробежных сил будет приводить к большим и неравномерным силам трения. Выбран класс азотируемых сталей, так как именно они обеспечивают необходимую стойкость к истиранию. Это повлияет на технологию изготовления, так как необходима химико-термическая операция.

Разработанный чертеж борштанги с указанием всех размеров и технических требований представлен на листе графической части.

Расчет размеров и параметров детали выполнялся с учетом размеров отверстия направляющих элементов – 34 мм и размеров вставных резцов под растачивание отверстия в детали 50 мм. Определение размеров и параметров посадочной шейки и установочных отверстий выполнено на основе размеров присоединительных поверхностей инструментального шпинделя.

Назначение размеров направляющего продольного паза выполнено с учетом технологии изготовления дисковой фрезой диаметром 42 мм и шириной 12,5 мм. Проверка соответствия параметров борштанги дополняется требованием по динамической сбалансированности. Это связано со сложной конструкцией и вставкой резцов и деталей по их фиксации. Все это приводит к неуравновешенности детали.

Соответствующие требования по точности размеров и шероховатости на все группы поверхности представлены на разработанном чертеже корпуса борштанги.

1.3 Анализ требований для чертежа

Материал 38ХНЗМФА представляет высоколегированную сталь с высоким содержанием хрома, никеля и молибдена. Он обладает необходимыми с точки зрения условий работы борштанги механическими свойствами, устойчивостью к коррозии.

Химический состав материала:

углерод (С) - 0,35-0,42%;

кремний (Si) - не более 0,40%;

марганец (Mn) - 0,40-0,70%;

хром (Cr) - 2,80-3,40%;

никель (Ni) - 2,70-3,20%;

молибден (Mo) - 0,25-0,35%.

Этот материал обладает высокой твердостью и прочностью при повышенных температурах, что делает его идеальным для использования в условиях высокоскоростной нагрузки и действия значительных сил резания и температуры. Области применения этого материала для деталей турбин, компрессоров и других устройств, работающих в аналогичных условиях, это подтверждает.

Поэтому его можно использовать для изготовления борштанги. 38ХНЗМФА с учетом дополнительного азотирования и закалки обеспечит необходимую износостойкость поверхностей для направления инструмента в направляющих втулках.

Коэффициент использования материала шпинделя:

$$K_{\text{им.}} = \frac{m}{M}, \quad (1)$$

где m – масса детали, кг;

M – масса заготовки, кг.

$$K_{\text{им.}} = \frac{4,2}{5,3} = 0,79.$$

Проанализируем технологичность заданной детали. Корпус борштанги является ступенчатым валом. Ступенчатость явно выраженная и несимметричная.

Посадочный фланец с одного конца детали создает проблемы при получении заготовки. В данном случае использование проката приведет к очень большому расходу материала и затратам на механическую обработку. Использование штамповки ограничивается технологическим переходом - высадкой на горизонтально ковочной машине. Это ограничивает возможные методы получения заготовки.

Конструктивной особенностью данной детали является ее малая жесткость. Соотношение длины к диаметру около 15, что приводит к значительному снижению жесткости заготовки при ее установке на всех операциях механической обработки. Поэтому закрепление данного корпуса борштанги на операциях будет выполняться с использованием дополнительных фиксирующих элементов. Обычно для этого применяют разнообразные по конструкции люнеты. В данном случае можно использовать систему самоцентрирующих люнетов, расположенных с равным шагом по длине заготовки.

Для решения данная проблема будет дополнительно рассмотрена с выбором систем базирования и закрепления заготовки.

Кроме этого не технологичность создает выбор материала 38ХНЗМФА, который должен обеспечивать высокую износостойкость. Низкий коэффициент обрабатываемости приведет к снижению производительности на операциях по снятию припуска.

Повышение необходимой микротвердости поверхностного слоя обеспечивается на этапе химико-термической обработке, что создает необходимость в дополнительном этапе по изменению химического состава поверхностного слоя.

Конструктивные элементы выполнены стандартными по форме и размерам. Фаски имеют разный типоразмер, включая внутренние поверхности. Это расширяет номенклатуру задействованного инструмента. Необходимая канавка под выход инструмента для точной посадочной шейки предусмотрена.

Еще один не технологичным элементом конструкции корпуса борштанги является глубокое отверстие для подачи СОЖ. Выходные отверстия расположены на лыске, поэтому проблем с их обработкой не будет.

Особые технические требования на чертеже детали указаны на несбалансированность. Это приводит к необходимости использования балансировочной операции.

Транспортировка заготовки проводится как вручную, так и автоматизированными средствами. Малая жесткость приводит к тому, что необходимо в структуру технологического процесса обязательно включить операции по снижению остаточных технологических напряжений. Кроме этого очень высокая точность на направляющей поверхности по 5 качеству точности. Поэтому для нее необходимо предусмотреть не менее пяти технологических переходов. Это также приводит к дополнительным затратам по времени и стоимости.

С учетом всех перечисленных особенности конструкции корпуса борштанги, она относится к категории не технологичных.

Цель - разработка технологического процесса изготовления борштанги. Задачи для достижения указанной цели включают в себя выбор типа производства и исходной заготовки, выбор технологических переходов и операций, выбор средств оснащения, определение последовательности операций и их параметров, а также разработку технологической документации.

Выводы по разделу

Цель работы – разработать технологический процесс изготовления борштанги под заданные условия с учетом особенностей конструкции детали, типа производства, выявленных недостатков базовой технологии.

Определены требования к детали, разработан чертеж, сделан анализ условий работы, анализ эксплуатационных и конструкторских требований к детали. Выполнен анализ типового технологического процесса изготовления применительно к борштанге. Оценка технологичности корпуса борштанги - отрицательная. Причины, по которым деталь можно считать не технологичной: не жесткость, разнообразие однотипных элементов по конструктивному выполнению, высокая точность, труднообрабатываемый материал, требования по балансировке.

2 Технологическая часть

2.1 Выбор типа производства

Разработка технологического процесса изготовления детали начинается с выбора типа производства и исходной заготовки. Исходя из требований к борштанге, выбирается наиболее подходящий тип производства из трех видов: единичного, серийного или массового. Затем выбирается исходная заготовка, которая будет использоваться для изготовления детали.

По заданию объем выпуска корпуса борштанги определен в 500 деталей в год. При учете подсчитанной массы, равной 3,4 кг и указанного объема выпуска, тип производства будет мелкосерийный.

Данный тип производства характеризуется использованием в основном станков с числовым программным управлением, что позволяет совместно обеспечить высокую производительность и высокую точность обработки.

Методика проектирования выполняется в соответствии с методическими указаниями и включает в себя выбор заготовки путем технико-экономического сравнения двух вариантов.

В качестве вариантов выбираем штамповку и прокат. Также будут рассчитаны размеры и припуски на самую точную шейку точности по 5 качеству точности. Технологические режимы, нормы времени будут определяться таблично. Информация по спроектированному технологическому процессу включается в маршрутную и операционную карты.

Такт выпуска:

$$\tau_B = \frac{60 \cdot \Phi_D}{N_T}, \quad (2)$$

где Φ_D - действительный фонд времени работы, час;

N_T – объем по заданию.

Объем партии запуска

$$n = \frac{N_T \cdot a}{254}, \quad (3)$$

где a - периодичность запуска, 24 дня.

$$\tau_B = \frac{60 \cdot 2015}{500} = 241 \text{ мин.}$$

$$n = \frac{500 \cdot 24}{254} = 47,2 \approx 48 \text{ деталей.}$$

2.2 Выбор заготовки

Как уже было сказано в предыдущем пункте, выбор заготовки для проката и штамповки методом высадки на горизонтально-ковочной машине.

«Технологическая себестоимость штамповки

$$C_T = \frac{m}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + (C_{мех} - C_{отх}) \cdot (1 - K_{им})], \quad (4)$$

где m – масса корпуса борштанги, кг;

$K_{им}$ – коэффициент использования материал;

$C_{заг}$ - стоимость заготовки

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (5)$$

где $C_{шт}$ стоимость штамповки, руб/кг;

$h_T, h_C, h_B, h_M, h_{П}$ – коэффициенты, учитывающие параметры заготовки;

$C_{мех}$ – удельные затраты на обработку, руб/кг

$$C_{мех} = C_c + E_H \cdot C_k, \quad (6)$$

$C_{отх}$ - стоимость стружки, руб» [15].

$K_{им}$ равен 0,79.

$$C_{заг} = 54,07 \cdot 1 \cdot 1,98 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 96,35 \text{ руб.}$$

$$C_{мех} = 10,6 + 0,2 \cdot 22,13 = 15,02 \text{ руб/кг.}$$

$$C_T = \frac{3,4}{0,79} \cdot [96,35 + (15,02 - 0,4) \cdot (1 - 0,79)] = 427,9 \text{ руб.}$$

«Для проката

$$C_{заг} = C_{пр} \cdot h_{\phi}, \quad (7)$$

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

h_{ϕ} – учет формы» [15].

Себестоимость по второму варианту

$$C_{заг} = 40,7 \cdot 1,06 = 43,14 \text{ руб/кг.}$$

$$C_T = \frac{3,4}{0,26} \cdot [40,81 + (15,2 - 0,4) \cdot (1 - 0,26)] = 676 \text{ руб.}$$

Деталь изготавливается из штамповки.

2.3 Разработка маршрута

Разработка технологического процесса изготовления борштанги определяется небольшой серией в 500 деталей в год. Выбор технологии изготовления борштанги привязывается к универсальным автоматизированным станкам. С учетом их возможностей, емкости резцедержателей и магазинов инструмента формируется последовательность операций, их содержание по переходам и параметры самих переходов [17].

Разработка технологии заключается в составлении технологической документации, которая вынесена в приложения работы [2].

Анализ требований к корпусу борштанги, выявленных в первом разделе, и соответствующих установленным стандартам и нормативам, закончился определением размеров, формы, материала. Для этого руководствовались стандартами ГОСТ 2.101-68 "Единая система

конструкторской документации. Технические условия" и ГОСТ 2.301-68 "Единая система конструкторской документации. Карты и схемы".

Спроектированный корпус борштанги представлен на чертеже с учетом всех требований.

Выбор материала для изготовления корпуса, как сказано в анализе технологичности, затрудняет обработку и требует введения химико-термической обработки. Сплав обеспечивает прочность, устойчивость к коррозии [9].

В рамках технологического проектирования определяются последовательность операций, используемые инструменты и оборудование, параметры обработки и другие технологические условия.

При технологическом проектировании необходимо использовать ГОСТ 2.304-81 "Единая система конструкторской документации. Технологические карты".

Далее происходит выбор технологических переходов по изготовлению детали. Технологические переходы - это последовательность операций, которые необходимо выполнить для получения готовой детали. Каждый технологический переход имеет свои параметры, такие как глубина резания, подача и скорость резания.

После выбора технологических переходов происходит формирование операций. Технологическая операция - это набор конкретных действий, которые необходимо выполнить в рамках каждого технологического этапа. Определяется компоновкой станка, выбором переходов для каждой поверхности отдельно, требованиями на чертеже. Также выбор операций зависит от выбранного типа производства и исходной заготовки.

Существуют различные дополнительные отраслевые стандарты, которые могут использоваться для руководства при планировании технологических операций. Например, для повышения эффективности обработки могут быть рассмотрены такие стандарты, как ISO 9001 для менеджмента качества и ISO 14001 для экологического менеджмента.

Как сказано, деталь имеет малую жесткость. Это ведет к повышенным деформациям при резании. Для повышения виброустойчивости при обработке точением и фрезерованием корпуса борштанги в мелкосерийном производстве можно использовать ряд технологических приемов.

Для обработки заготовки использовать фрезы с переменным шагом пластин из твердого сплава, которые обладают высокой прочностью и износостойкостью. Также можно использовать фрезы с вибродемпфирующим корпусом, который позволяет уменьшить вибрации и повысить точность обработки.

При использовании режима "плавающей" скорости резания, которая постоянно изменяется в пределах заданной величины, что позволяет избежать снизить колебания и вибрация. Это обеспечивается тем, что исключаются условия резания по следу, когда технологическая система, выведенная из равновесия, затем начинает раскачивать себя при снятии уже переменного припуска. Также используются режимы обработки с обеспечением минимальных сил резания, что позволяет уменьшить вибрации.

Возможно использование дополнительных систем контроля вибраций на станках токарного и шлифовального типов. При обработке корпуса борштанги можно использовать системы контроля вибраций, которые позволяют контролировать их уровень и своевременно принимать меры при превышении порогового уровня. Например, можно снизить в этом случае подачу.

Для повышения качества при обработке круглым шлифованием корпуса борштанги в целом также надо применять похожие технологические приемы для точения и фрезерования.

Шлифование должно проводиться по переходам абразивным материалом с различной зернистостью, которые позволят достичь нужной степени шероховатости. Так требуется 5 квалитет точности, количество

переходов выбрано по шлифованию три – черновой, получистовой и чистовой.

Для обеспечения шлифования корпуса борштанги используются шлифовальные круги с повышенными требованиями по сбалансированности, чтобы обеспечить высокую точность при сниженной жесткости заготовки.

Использование специального метода "сухого" шлифования, когда поверхность корпуса борштанги не охлаждается водой или специальной жидкостью, не подходит в данном случае. Этот способ не позволяет избежать перегрева и деформации заготовки. Можно использовать режимы шлифования с различной скоростью подачи шлифовального круга с учетом положения инструмента вдоль оси заготовки, которые позволяют достичь нужной степени точности и шероховатости поверхности за счет стабилизации оси заготовки.

Весь маршрут сведен в таблицу 1.

Таблица 1 - Маршрут изготовления корпуса борштанги

Операция	Наименование операции	Оборудование
000	Заготовительная	КГШП
005	Токарная	Токарный центр SE 320 NUMERIC
010	Термообработка	Печь, ванна
015	Торцекруглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3Т160
020	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М163В
025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М163В
030	Балансировочная	Балансировочный стенд
035	Мойка	Моечная машина
040	Контроль	Контрольный стенд

Использование систем активного контроля при шлифовании корпуса борштанги обязательно. Можно использовать рычажные системы контроля размеров детали. Они дают сигнал о попадании в зону допуска по диаметру,

что позволяет повысить точность обработки и своевременно принимать меры по прекращению радиальной подачи. Также используются системы контроля температуры СОЖ в виде термопар, которые позволяют избежать ее перегрева, более эффективно отводить тепло и стабилизировать температурный режим в зоне резания. Это позволяет уменьшить температурные деформации детали.

Реализация предложенных мер облегчается за счет использования программных средств управления кинематикой процесса.

2.4 Выбор оснащения

Для установки корпуса борштанги будем использовать стандартную для валов схему базирования. Она включает в себя двойную направляющую базу, которая будет реализована при помощи установки в двух самоцентрирующих люнетах. Конструкция выбранных опор позволяет центрировать заготовку в местах их установки. Выбрав небольшой отступ от краев заготовки, можно обеспечить выравнивание ее жесткости вдоль оси [5].

Для снижения неуравновешенности заготовки при ее вращении в качестве патрона выбираем поводковый трех кулачковый патрон на токарной операции. В конструкции выбранного патрона будет отсутствовать центр для базирования. Из-за того, что двойная направляющая база получается за счет люнета, исключаются фрезерно-центровальная операция. Кроме этого, необходимо проводить обработку центрального отверстия для подачи СОЖ.

Поэтому поджим задним центром также исключается. Выбранная схема установки позволяет обеспечить доступ к заготовке со всех необходимых сторон [10].

Пятая и шестая точки схемы базирования обеспечиваются упором заготовки в кулачки патрона и зажима ими. Схема базирования показана на рисунке 2.

Для фрезерования паза во всю длину используется фреза дисковая сборная трехсторонняя диаметр 50 мм, z равно 14, материал Р6М5 ГОСТ 28527-90.

Для сверления отверстий под резьбу используется сверло одно кромочное для глубокого сверления диаметр 10 мм ВК6, 2301-0858 диаметр 12 мм Р6М5 ГОСТ 19546-74 2350-0694. Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87, сверло 2300-0836 диаметр 3,5 мм Р6М5 ГОСТ 19543-74 Сверло диаметр 4,2 мм Р6М5 ГОСТ 19543-74. Сверло для рассверливания отверстия диаметром 12,5 мм ГОСТ 10902-77.

Для шлифования используется шлифовальный круг 3 200x40x32 23АF60 N 5V ГОСТ 2424-83, а также 23А F100 L 5V ГОСТ 2424-2003.

Измерительные средства универсальные: линейка ГОСТ 427-75, штангенциркуль ШЦК-I-250-0,02 ГОСТ 166-89.

2.5 Расчет и проектирование операций

Расчет начинается с определения припусков и размеров. Припуск

$$2Z_{min}^i = 2[R_z^{i-1} + h^{i-1} + \sqrt{(\Delta_{пр}^{i-1})^2 + (\Delta\varepsilon_y^i)^2}], \quad (8)$$

где R_z^{i-1}, h^{i-1} – табличные данные по поверхности, мкм;

$\Delta_{пр}$ – общее пространственное отклонение, мкм;

$\Delta\varepsilon_y^i$ – погрешность установки, мкм.

Пространственное отклонение

$$\Delta_{пр}^3 = \sqrt{\Delta_{см}^2 + \Delta_{кор}^2}, \quad (9)$$

где $\Delta_{см}$ – погрешность смещения, мм;

$\Delta_{кор}$ – коробление, мкм.

Последняя

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} l, \quad (10)$$

где $\Delta_{\text{к}}$ – удельное коробление, мкм/мм;

l – длина детали, мм.

Операционные размеры считаем для настроенного оборудования.

Размеры будут равны по переходам для самой точной ступени: заготовка – от 46,81 до 48,81 мм; точение черновое – от 43,76 до 45,76 мм; точение чистовое - 42,57 до 42,71 мм; шлифование получистовое - 42,202 до 42,282 мм; шлифование чистовое - 41,98 до 41,991 мм.

Припуск средний укажем, как глубину резания: 1,1 мм; 0,2 мм; 0,13 мм; 0,05 мм.

Глубина, подача и скорость получены тремя способами. Первый по каталогу для инструмента с покрытием. Глубина резания для черновых переходов 1 – 4 мм, подача 0,2 – 0,55 мм/об; скорость резания – 80-205 м/мин. Глубина расчетная укладывается в диапазон (1,1 мм). Выбираем по нижней границе. Подача 0,25 мм/об, скорость резания 100 м/мин.

Глубина резания для чистовых переходов 0,3 - 2,0 мм, подача 0,1 – 0,4 мм/об; скорость резания – 150 - 240 м/мин. Глубина расчетная меньше рекомендуемой в диапазон (0,2 мм). Выбираем по нижней границе. Подача 0,1 мм/об, скорость резания 150 м/мин.

«Расчетная скорость резания

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

где все коэффициенты выбираем по справочнику» [14].

Для материала

$$K_{mv} = 1,1 \left(\frac{750}{700} \right)^1 = 1,2.$$

$$K_v = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08.$$

Стойкость резца примем 60 мин.

$$V = \frac{180}{60^{0,2} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} \cdot 1,08 = 133 \text{ м/мин.}$$

По каталогу рекомендуемая скорость 100 м/мин. Принимаем ее.

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 1,2 = 448 \text{ м/мин.}$$

Принимаем 150 м/мин.

Обороты по расчету

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 43} = 740 \text{ мин}^{-1};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 42} = 1137 \text{ мин}^{-1}.$$

Тогда подача для расчет основного времени

$$S_m = 0,25 \cdot 740 = 185 \text{ мм/мин.}$$

$$S_m = 0,1 \cdot 1137 = 114 \text{ мм/мин.}$$

Для определения мощности надо знать силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (12)$$

где параметры по [16].

«С учетом условий обработки

$$K_p = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,35} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (13)$$

где k_1, k_2, k_3, k_4 – учитывают влияние геометрии режущей части» [16].

$$K_p = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,81.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,1^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 100^{-0,15} \cdot 0,81 = 474 \text{ Н.}$$

Формулы для нормирования времени могут варьироваться в зависимости от конкретной операции. Использование исследования времени и приемов для анализа и оптимизации рабочего процесса для мелкосерийного

производства не применяют. Используем совместно таблично-аналитическое нормирование

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (14)$$

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

n – партия запуска;

$T_{шт}$ – штучное время, мин» [19].

Последнее слагаемое:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \quad (15)$$

«где T_o – основное время, мин;

T_v – время вспомогательное, мин;

$T_{об}$ – время обслуживания, мин;

$T_{от}$ – время перерывов, мин» [8].

«Основное время для точения:

$$T_o = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{мин}}, \quad (16)$$

где l_1 –быстрый подвод, мм;

l_p - длина резания, мм;

l_2 - перебег, мм;

$S_{мин}$ - минутная подача, мм/мин» [12].

$$T_o = \frac{(700+150+50+5 \cdot 3)}{185} = 5 \text{ мин.}$$

$$T_o = \frac{(700+50+3 \cdot 3) \cdot 1}{114} = 6,67 \text{ мин.}$$

Для фрезерования режимы резания следующие. Глубина резания 5 мм, подача на один зуб фрезы 0,18, скорость резания 96 м/мин, частота вращения шпинделя 2000 об/мин, минутная подача 720 мм/мин.

Для данных режимов определена сила резания P_z 868 Н, а крутящий момент 5,3 Нм, что дает 1,4 кВт.

Определим время на сверление, режимы на которые приведены в операционной карте, нарезании резьбы, обратного цекования, точения канавок, фрезерования пазов.

Время обработки на операцию по всем установам и переходам

$$T_o = 5 + 6,67 + 2,1 + 0,4 + 1,5 + 2,8 + 0,1 + 0,8 + 0,5 + 3,2 = 23,1$$

мин.

Тогда штучное время 010 операции

$$T_{шт} = 23,1 + 5,5 + 0,09(23,1 + 5,5) = 31,2 \text{ мин.}$$

С учетом периодического запуска в производство сериями

$$T_{шт-к} = \frac{45}{48} + 31,2 = 32,1 \text{ мин.}$$

Сформирован комплект технологической документации, который описывает технологический процесс изготовления корпуса борштанги. В документацию входят чертеж заготовки, план изготовления, наладки, маршрутная и операционные карты.

Выводы по разделу

Для корпуса борштанги определили тип производства – мелкосерийный. С учетом этого выбрана заготовка – штамповка. Спроектированы маршрут и операции. Затем выбираются средства оснащения. Это оборудование, инструменты и приспособления, которые будут использоваться при изготовлении борштанги. Данный выбор зависит от выбранного типа производства и содержания операций. Проектирование операции включало расчет припусков, режимов и норм времени.

3 Проектирование оснастки

3.1 Проектирование станочного приспособления

Так как необходимо обеспечить максимальную эффективность на лимитирующей токарной операции с учетом мелкосерийного производства выполняется проектирование оснастки в виде самоцентрирующего люнета. Это связано с малой жесткостью заготовки и необходимостью обеспечить высокую точность размеров и расположения обрабатываемой поверхности.

Также необходимо спроектировать инструмент для той же токарной операции на переход по обработке ступенчатого отверстия. Их расположение во фланце делает затруднительным доступ со стороны корпуса борштанги из-за вылета в 700 мм. Поэтому необходимо заводить инструмент с обратной стороны фланца, а движение резания проводить на обратном ходе [1].

Для остальных операций выполнен подбор необходимой стандартной оснастки и инструмента для изготовления борштанги для мелкосерийного производства в предыдущем разделе.

Проектирование оснастки подразумевает разработку чертежей и спецификаций на их конструкцию [11].

Схема базирования была представлена в предыдущем разделе. Здесь на рисунках 3 и 4 показаны схемы обработки для расчета усилия зажима.

Выполним расчет для радиальной составляющей F_y

$$F_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (17)$$

где параметры равны C_p для точения 125.

Показатели степени $x = 0,9$; $y = 0,75$; $n = 0$.

После подстановки показателя для сверления [13]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,85} = 1.$$

$$P_y = 10 \cdot 125 \cdot 1,1^{0,9} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 100^0 \cdot 1 = 477 H.$$

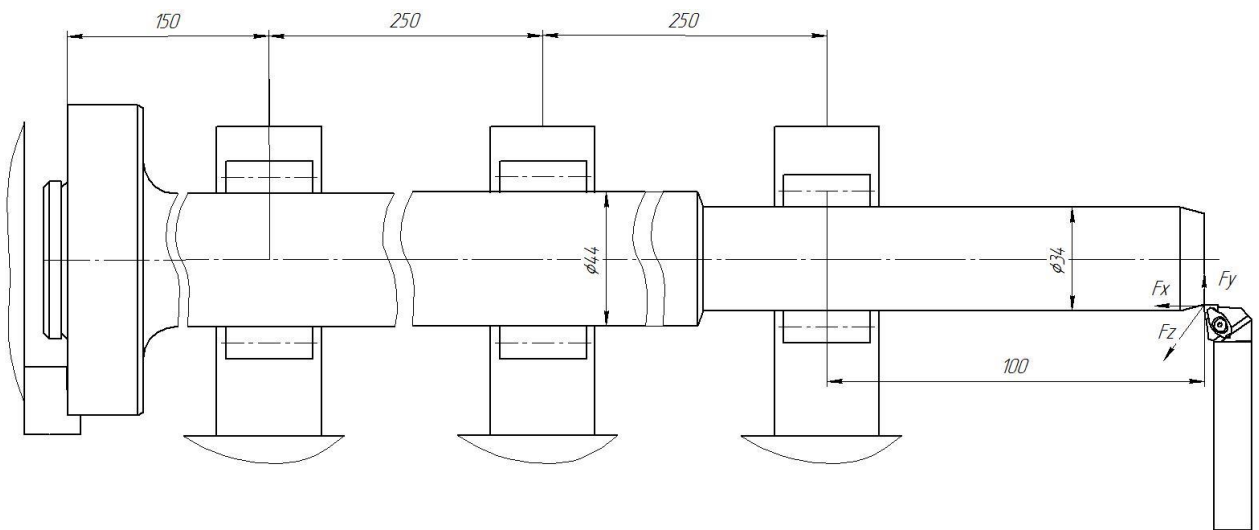


Рисунок 3 – Схема установки корпуса борштанги спереди

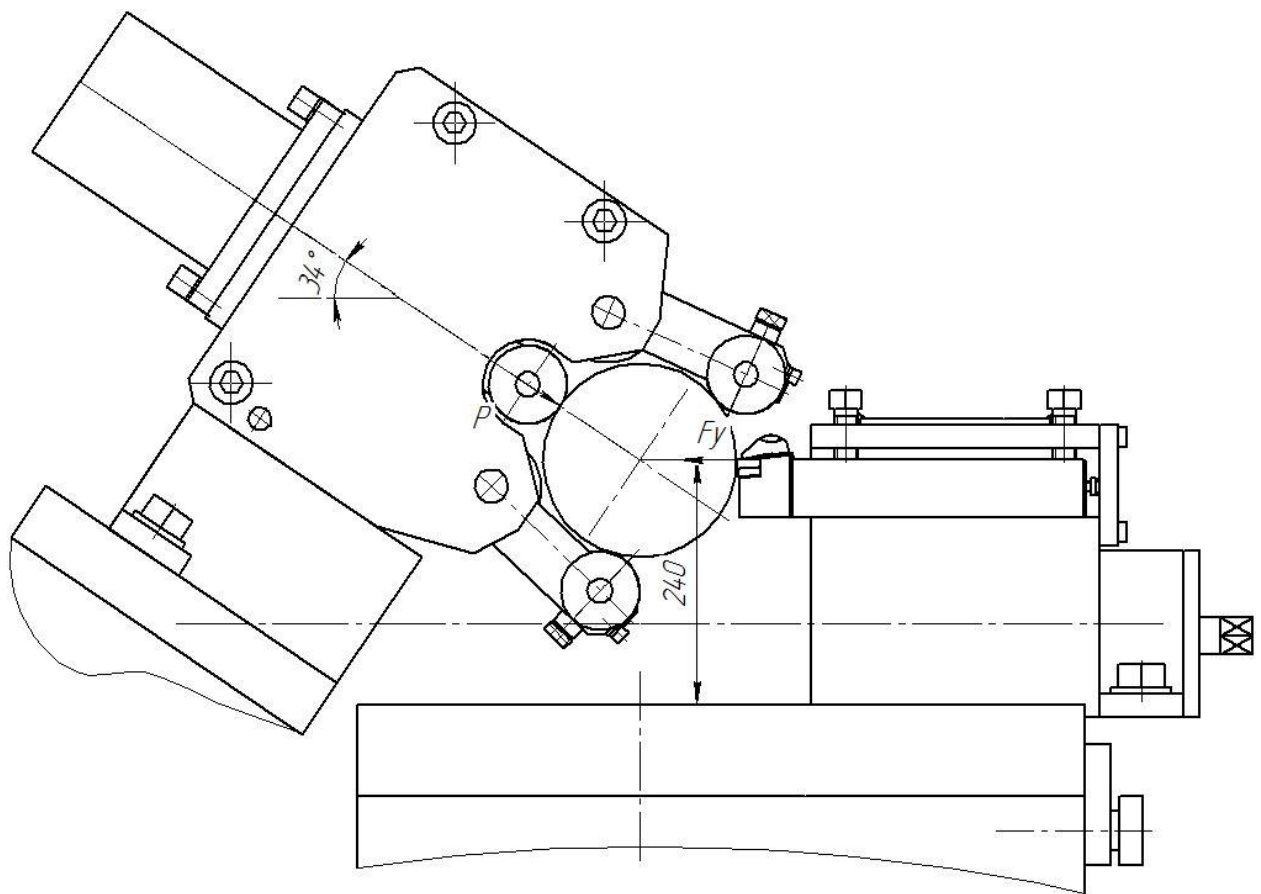


Рисунок 4 – Схема установки корпуса борштанги сбоку

В люнетах рычаги охватывают заготовку, а противодействие оказывает шток, на который приходится действие радиальной силы под углом 34° . Поэтому усилие противодействия равно

$$W = \frac{k \cdot F_y}{\cos \alpha}, \quad (18)$$

где k - коэффициент гарантированного зажима;

α - угол между осью штока и линией действия силы резания.

$$W = \frac{2,5 \cdot 474}{\cos 34^\circ} = 1438 H.$$

Учтем нажим касательной силы на нижний рычаг. С учетом равноплечего рычага сложим две силы

$$W_\Sigma = 1438 + 474 = 1920 H.$$

Увеличим силу до 2000 Н на непредвидимые возмущения.

Для гидравлического привода зажима

$$d = 1,13 \sqrt{W_\Sigma / p}, \quad (19)$$

где p - давление, 2,5 МПа.

$$d = 1,13 \sqrt{2000 / 2,5} = 31 \text{ мм}.$$

Округлим до 50 мм.

Точность люнета задаем с учетом точности на операциях: 0,08 мм.

Тогда предельная допустимая погрешность как доля 0,3 от 0,008 составит 0,024 мм.

Ее обеспечиваем подбором соответствующих посадок и точности в сопряжениях и по размерам размерной цепи: клин, рычаги-шток, ролики, заготовка [18].

Самоцентрирующий люнет используется на токарных и шлифовальных операциях в технологическом процессе изготовления корпуса борштанги. Данное приспособление закрепляется на несущей балке с обратной стороны от резцедержателя. Это необходимо для того, чтобы освободить рабочую зону станка. Несущая балка может закрепляться как на кронштейнах, прикрепленных непосредственно к станине, так и на отдельно стоящей балке. Сама компоновка станка предполагает закрепления такой оснастки на нижней направляющей. При использовании самоцентрирующих люнетов обеспечивается дополнительное повышение жесткости заготовки.

Крепится люнет через отверстия в корпусе 5 винтами на крепежной пластине, которая фиксируется на балке. Корпус 5 закрывается крышкой 6 при помощи винтов 35. Для точного позиционирования крышки используются направляющие штифты 21. К торцовой части корпуса 5 закрепляется пластина кронштейн - 4. На ней через опорные штифты 2 крепится гидравлический привод зажима 1. Для его фиксации используются винты 3 с шайбами 34. Для соединения штока люнета 3 с поршневой частью гидравлического привода зажима используется плавающая муфта в виде набора кронштейнов. На пластине 25 закрепляется пластина 26 и при помощи винтов 28 и шпонки 30 крепится на штоке люнета 3. Данный элемент позволяет скомпенсировать несоосность положения поршня гидравлического привода зажима 1 и штока самого люнета 3.

Во внутренней части корпуса 5 и штока 3 закрепляется опорный клин 7. По его профильной поверхности скользят ролики 10, которые через опорную ось 23 соединяются с 2 рычагами 11. Сами рычаги поворачиваются на осях 13, заштифованных в корпус 5 и крышку 6. На внешней части рычагов на поворотном пальце установлены плавающие рычаги 16. На них через игольчатые подшипники и осевые подшипники при помощи стопорных шайб установлены опорные ролики 18, которые осуществляют базирование. Для осуществления постоянного прижима рычагов 11 к опорному клину 7

используется подпружиненный рычаг 12 с пружиной. На самом центральном штоке 3 также по опорному штифту установлен плавающий рычаг 14.

Люнет работает следующим образом. После его установки и выверки на опорной балке или несущей поверхности направляющих станины происходит установка заготовки. После ее помещения внутри рычажной системы происходит подача давления в гидравлический привод зажима 1. При этом происходит смещение штока 3 по направлению к заготовке. Опираясь на опорный клин 7, ролики 10 передают смещение рычагам 11. За счет своей профильной поверхности подобранной таким образом, чтобы угловое смещение опорных роликов рычагов соответствовало прямолинейному движению роликов штока. Это и приводит к самоцентрированию заготовки. Поворачиваясь, рычаги 11 производят фиксацию заготовки вместе с опорными роликами 18, установленными на штоке.

При обработке заготовки, за счет установки опорных роликов на поворотных рычагах 14, при прохождении зоны резания в сечении установки люнетов, они могут за счет поворота непрерывно отслеживать положение базовой поверхности. Это обеспечивает непрерывную фиксацию во время прохождения зоны резания под люнетами.

За счет большого диапазона смещения рычагов в данном устройстве можно устанавливать цилиндрические заготовки в широком диапазоне размеров, что обеспечивает широкие технологические возможности данного приспособления.

3.2 Проектирование инструмента

Как уже сказано выше в первом разделе, анализ технологичности показал, что у корпуса борштанги есть не технологичный элемент в виде ступенчатого отверстия для крепления инструмента. Малый диаметр отверстия 12 мм и большой диаметр ступеньки 18 мм.

Особенностью ступенчатого отверстия является то, что ступенчатое отверстие расположено со стороны основной части корпуса борштанги. Подвести обычную цековку с этой стороны не возможно из-за небольшого расстояния от стенки детали. Ось отверстия расположена на расстоянии 15 мм от стенки корпуса борштанги. Единственным возможным вариантом обработки такой ступеньки является подведение режущего инструмента со стороны фланцевой части заготовки. Для этого необходимо использовать специализированный инструмент для обработки на обратном ходу [7].

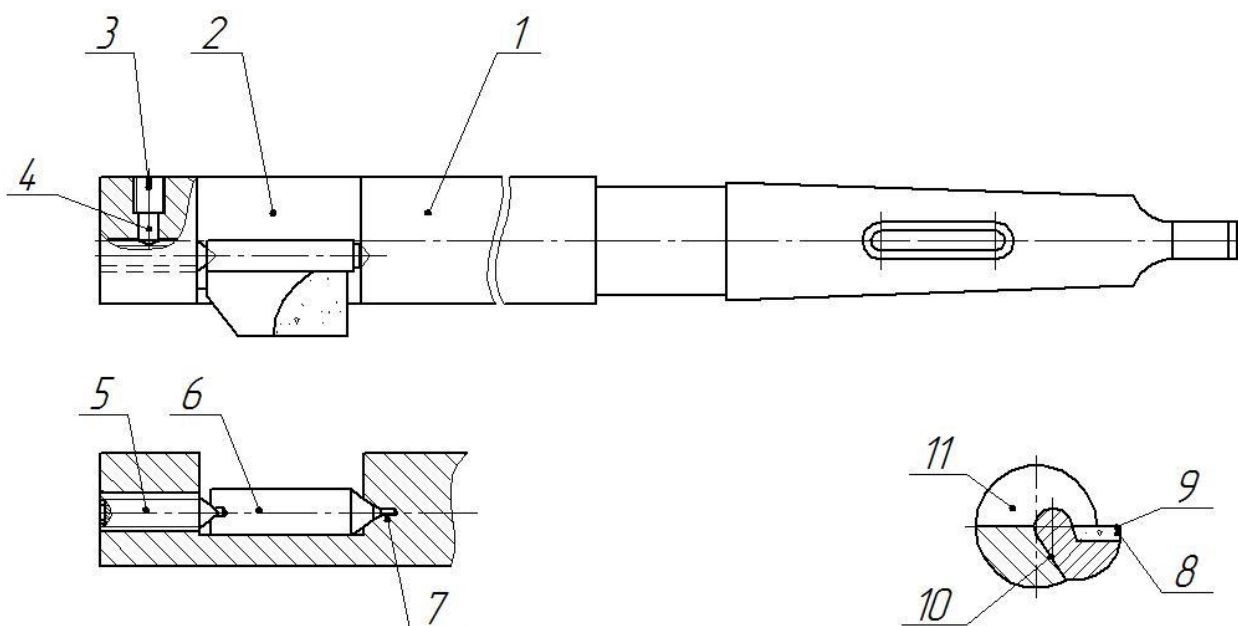
На рисунке 5 показаны конструкции цековок, которые предназначены для формирования ступенчатого отверстия, необходимого для надежной фиксации деталей. Первый инструмент предназначен для обработки ступенчатого отверстия с центрированием по уже предварительно обработанному отверстию. Второй инструмент - зенковка для формирования фасок на также предварительно уже обработанном отверстии. Третий инструмент - обратная цековка, которая предназначена для растачивания ступенчатых отверстий на обратном ходу [20]. Последний тип цековок, приведенных на рисунке 5, регулируется по вылету режцовой вставки, что делает его широко универсальным по размерам обрабатываемого отверстия.



Рисунок 5 - Цековки

В нашем случае необходимо использовать цековку для обратного хода. Производство мелкосерийное, поэтому инструмент выполним с регулируемым вылетом, за счет изменения размеров откидывающейся вставки. Особенностью инструмента является также его небольшой размер, что ограничивает технологические режимы, которые используются для обработки отверстий [20].

На схеме (рисунок 6) в корпусе цековки 1 закрепляется в пазу откидывающаяся вставка 6. Она своим одним заостренным концом упирается в коническое отверстие 7 корпуса 1. Во второй конец поворотной части 6 также по коническому отверстию упирается регулируемый винт 5. Чтобы исключить выпадение откидывающейся вставки 6 используется стопорный винт 3, который вкручивается и через отверстие 4 производит фиксацию винта 5. Поворачивающаяся вставка 6 упирается своим одним концом в плоскость 10 корпуса 1.



1- корпус; 2 – опорная поверхность; 3 – винт; 4 - отверстие; 5 – винт; 6 – вставка; 7 – отверстие; 8 – режущая кромка; 9 - пластина; 10 – опорная поверхность; 11 - паз

Рисунок 6 – Схема цековки

При повороте на другой угол в пазу 11, она упирается пластиной 9 в поверхность 10 корпуса 1. Это позволяет проводить инструмент через отверстие и выводить его обратно.

Сам инструмент через конический хвостовик (конус Морзе 2) закрепляется в инструментальном шпинделе. Поворот резцовой ставки 6 осуществляется с натягом в ручном режиме.

Режим обработки для цековки следующий.

Глубина резания 3 мм на глубину отверстия 11 мм.

Подача принимается 0,2 мм/об. Скорость резания 35 м/мин, что для диаметра отверстия 18 мм дает 620 об/мин.

Основное время обработки при минутной подаче 124 мм/мин составит для врезания 4 мм 0,48 мин. Если использовать длинную цековку со специальной вставкой, режим резания принимается меньше по подаче 0,15 мм/об, скорости 30 м/мин. Тогда время составит 0,75 мин.

Суммарное время обработки 32,1 мин для базового варианта. Для проектного сокращение будет до 31,6 мин.

Вывод по разделу

Спроектирован самоцентрирующий люнет с гидравлическим приводом зажима. Все необходимые расчеты проведены.

Для обработки ступенчатого отверстия на обратном ходу спроектирована цековка с откидывающимся лезвием.

На люнет и инструмент спецификации представлены в таблице Б.1 приложения Б и в таблице В.1 приложения В.

4 Экологичность и безопасность проекта

Для обеспечения безопасности труда и экологичности технологического процесса изготовления корпуса борштанги из материала 38ХНЗМФА, необходимо учесть опасные и вредные производственные факторы в зависимости от этапа процесса [4].

На заготовительном этапе – штамповке необходимо использование защитных очков и перчаток для предотвращения попадания металлических осколков в глаза и на кожу. Требуется установка защитных экранов вокруг пресса для предотвращения попадания в опасную зону.

На токарной операции на токарно-фрезерном центре также используются средства индивидуальной защиты (СИЗ) и защитные экраны для рабочей зоны станка. Также требуется местная вытяжка для удаления продуктов испарения СОЖ.

На термообработке кроме СИЗ обязательны установка приточно-вытяжной вентиляции, как для удаления горячих паров и газов, так и для стабилизации температурного режима.

Группа шлифовальных станков используется меры, как и для токарного станка, а также повышенные меры по виброизоляции станков с использованием демпфирующих опор. Требуется балансировка шлифовального инструмента.

На всех операциях требуется регулярная проверка состояния оборудования и его своевременный ремонт.

Использование СОЖ требует особого внимания на организацию местной и общей вентиляции, а также вопросы ее утилизации. Обязательно соблюдение правил работы с СОЖ, включая использование защитных перчаток и очков.

Тип производства накладывает свои особенности с малой степенью механизации и большой долей ручного труда. Требуется уменьшение

количества операций, требующих ручного труда, для снижения риска травм (использование станков с ЧПУ).

Для обеспечения безопасности труда и экологичности технологического процесса изготовления корпуса борштанги предусмотрены меры безопасности для каждого этапа техпроцесса.

Для обеспечения пожарной безопасности в механо-сборочном цехе необходимо определить класс пожарной опасности производственного помещения. Класс пожарной опасности зависит для каждого цеха от пожарной опасности материалов и оборудования.

Необходимо разместить средства сигнализации и пожаротушения на участке. Установить автоматическую пожарную сигнализацию, которая будет срабатывать при обнаружении дыма или пламени. Огнетушители порошкового типа должны находиться в соответствующих местах по всему цеху. Надо также обеспечить наличие пожарных гидрантов и пожарных рукавов для тушения пожара.

К организационным мерам должны относиться регулярные инструктажи по пожарной безопасности для всех сотрудников цеха, разработка плана эвакуации и проведение учений по его выполнению. Должны соблюдаться меры по запрету курения и использования открытого огня в цехе. Обеспечить наличие запасных выходов и свободный доступ к ним. Регулярно проверять состояние электропроводки и оборудования на предмет возможных неисправностей.

Обеспечение электрической безопасности для станков токарного и шлифовального типов и сопутствующего вспомогательного и транспортного оборудования заключается в обеспечении следующих мер.

Повреждение электрооборудования, короткое замыкание, воспламенение являются причиной пожаров и остановки техпроцесса. Поэтому необходимо регулярно проверять состояние электропроводки и оборудования на предмет возможных неисправностей и, при необходимости, проводить его техническое обслуживание.

Для защиты от поражения электрическим током необходимо установить заземление для всех электрических устройств и использовать защитные устройства, такие как автоматические выключатели и устройства защитного отключения (УЗО), для предотвращения поражения электрическим током.

Организационные меры включают соблюдение правил работы с электрическими устройствами, включая использование защитных перчаток и очков, обучение сотрудников правилам работы с электрическими устройствами и проведение регулярных инструктажей по безопасности.

Для предотвращения короткого замыкания надо использовать изолированные инструменты и оборудование и установить предохранители и автоматические выключатели для предотвращения короткого замыкания.

Использовать термостаты и другие устройства для автоматического отключения электрических устройств при достижении определенной температуры.

Обеспечение экологической безопасности в техпроцессе связано с переработкой трех видов отходов: твердых, газообразных и жидких. Утилизация твердых отходов, включая металлические стружки, ветошь и другие отходы обеспечивается наличием контейнеров для отдельного сбора и хранения отходов и вывозом их на полигон. Стружка идет на переплавку.

Для очистки воздуха установить вытяжную вентиляцию для удаления вредных газов и паров, и использовать фильтры для его очистки.

Для очистки сточных вод обеспечить систему (фильтрация, отстойник, биологическая очистка). Для СОЖ требуется отдельная переработка.

Выводы по разделу

Предлагаются все необходимые способы защиты работников при изготовлении борштанги.

5 Экономическая эффективность работы

Проверка и корректировка проекта технологии основаны на технико-экономическом расчете базового и спроектированного вариантов [6]. Проверка соответствия технологического маршрута должна подтверждаться соответствием требований корпуса борштанги техническим условиям после изготовления детали.

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления детали «корпус борштанги». Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований.

Для этого, сначала даем краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 7).

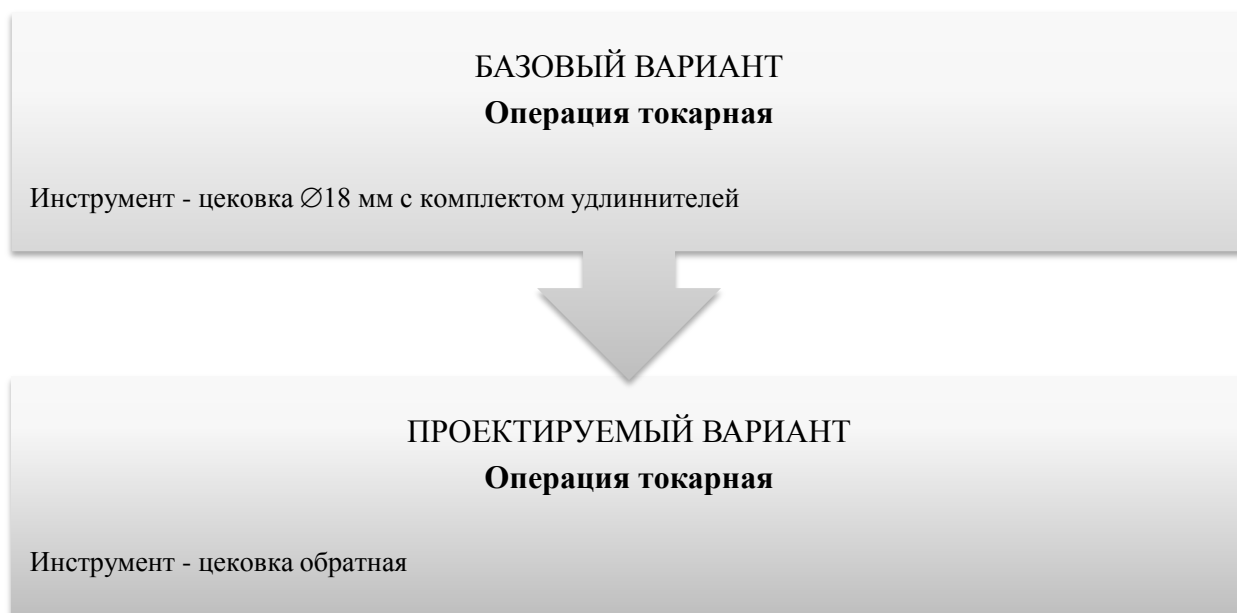


Рисунок 7 – Краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений

Как видно из рисунка 7, благодаря внесенным изменениям удалось достичь уменьшения трудоемкости выполнения данной операции, за счет

сокращения количества переходов. Эти изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали «корпус борштанги» на 0,6 минуты.

На основе описанных изменений, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 8, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенные совершенствования. Для его определения используют специальную методику [6], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 9.

Как видно из рисунка 9, самую весомую долю в инвестициях занимают затраты на проектирование ($K_{ПР}$), которые составляют 62,22 % всех затрат в производство. Это обосновывается трудоемкостью выполняемых работ при проектировании изменений. Следующая значимая величина затрат, это программное обеспечение ($K_{П.ОБ}$), которые составляют 37,21 % от размера всех инвестиций. Это связано с тем, что из-за изменения инструмента, поменялся процесс выполнения операции, в связи с чем, необходимо внести

корректировки в программу работу оборудования. Оставшаяся статьи затрат такой весомости в размере инвестиций не имеет, т.к. ее доля – 0,57 %, но тем не менее их увеличивает.

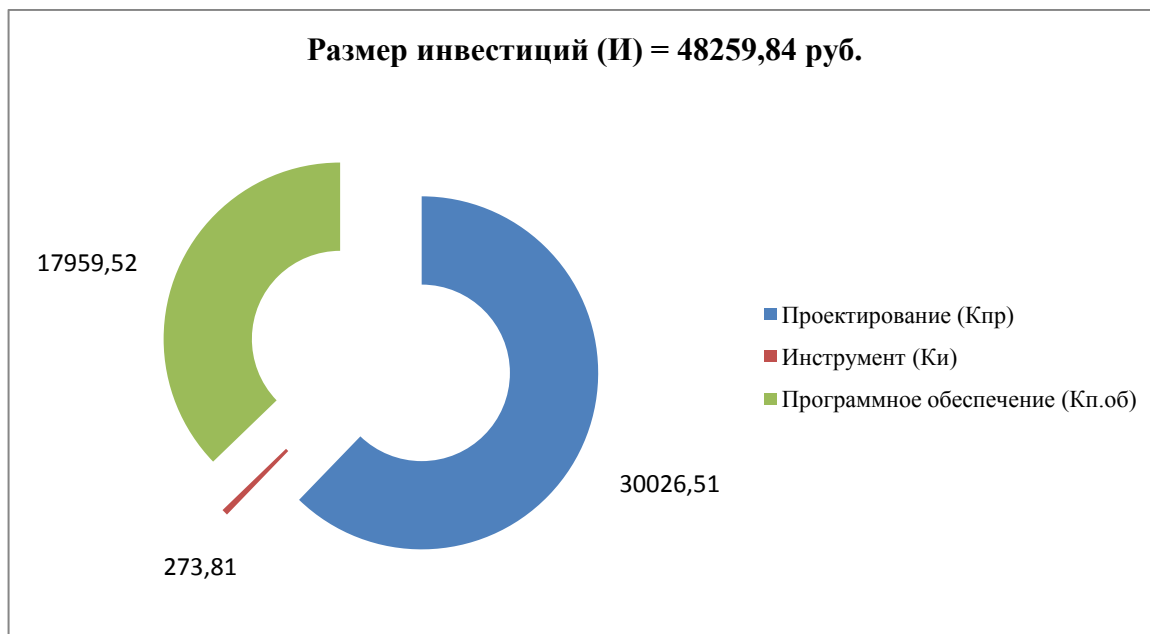


Рисунок 9 – Итоговый размер инвестиций и его детализация, руб.

Значения срока окупаемости можно рассчитать по формуле (20) и (21), а экономический эффект определяется по формуле (22). Формулы и название условных обозначений этих показателей представлены в таблице 2.

Рассчитаем по представленным в таблице 2 оставшиеся экономические показатели. Величина себестоимости и размер чистой прибыли определялись по специальным методикам [6] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. С учетом полученных параметров и программы выпуска ($P_r = 500$ шт.), рассчитаем срок окупаемости и экономический эффект.

$$T = \frac{48259,84}{(1028,84 - 992,82) \cdot 500 \cdot (1 - 0,2)} = \frac{48259,84}{14408} = 3,35 = 4 \text{ года.}$$

$$\text{ЭЭ} = \left(14408 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,1)^1} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \dots + \frac{1}{(1+0,1)^4} \right) \right) - 48259,84 = 6357,82 \text{ руб.}$$

Таблица 2 – Формулы определений срока окупаемости и экономического эффекта и название условных обозначений

Название показателя	Формула для расчета	Условные обозначения, не встречающиеся ранее в разделе
Срок окупаемости	$T = \frac{I}{P_{ЧИСТ}} \quad (20)$	где « $P_{ЧИСТ}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.; C_1 и C_2 – себестоимость изготовления до и после совершенствования, соответственно, руб.; $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [6]
	$T = \frac{I}{(C_1 - C_2) \cdot ПГ \cdot (1 - K_{НАЛ})} \quad (21)$	
Экономический эффект	$ЭЭ = \left(\sum_1^T P_{ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - I \quad (22)$	где « E – процентная ставка на капитал; t – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета» [6]

Выводы по разделу

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 6357,82 руб. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

Заключение

Представлен новый технологический проект по производству сложного инструмента для растачивания отверстий – многолезцовый борштанги с двойным направлением. Инструмент изготовлен из высококачественного азотируемого сплава, что обеспечивает ему необходимую прочность и износостойкость при эксплуатации. Серийность определена заданием - 500 деталей. Работа направлена на формирование комплекта технологической и конструкторской документации. Она представляет собой подробное описание процесса изготовления сложного конструктивно, и поэтому не технологичного инструмента, изготовленного из азотируемого сплава 38ХНЗМФА. Документация включает в себя технологические карты, сборочные чертежи, спецификации, инструкции по обработке, а также требования к контролю качества.

Вся документация разработана в соответствии с методиками и стандартами. Содержит подробное описание каждого этапа технологического процесса, начиная от получения заготовки, далее обработки на всех этапах технологического процесса механической обработки, до конечной сборки с указанием контролируемых параметров. Каждый этап изготовления обеспечен расчетами технологических режимов, операционных размеров, норм времени с учетом конкретных технологических особенностей и требований к качеству, указанных на спроектированном чертеже детали.

В конструкторском разделе разрабатывается конструкция оснастки для установки борштанги на всех операциях. С учетом малой жесткости спроектирован люнет. Все расчеты выполнены по определению усилия зажима. Для обработки цекованием разработан инструмент для обработки на обратном ходу. Разработаны меры по охране труда. Проанализированы вопросы обеспечения экологичности. В заключении выполнен расчет экономической эффективности внедрения предлагаемого инструмента.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
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. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
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. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
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. 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.

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

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

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

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

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

13. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15

01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

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

15. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

16. 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. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

17. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

18. 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.

19. Lan, Qixin, Chen Binqiang, Yao Bin, He Wangpeng Unsupervised Deep Transfer Learning Model for Tool Wear States Recognition. – 2023. doi:10.1007/978-981-99-5847-4_20

20. Liu Yayun, Zhang Kedong, Zhu Qi, Wang Chuanyang. (). Effect of nano-micro-textures on the enhancement of tool wear resistance in green ceramics processing. International Journal of Applied Ceramic Technology. – 2023. - 10.1111/ijac.14513.

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1												
Дубл.												
Взам.												
Площ.										2	1	
Разраб.	Правосудов Д.С.									Корпус борштанги		
Проверил	Расторгуев Д.А.											
Утвердил	Логинюв Н.Ю.											
Н. контр.	Расторгуев Д.А.											
М 01	Сталь 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71											
	Код	FB	MD	EH	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ		
М 02					1				1			
А	Цех Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции								
Б	Код. наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Пз.
А03	000	Штамповка заготовительная										
Б04									1	1	1	1
А05	005	Токарная с ЧПУ										
Б06	Токарный центр SE 320	NUMERIC										
А07	010	5000 Термическая обработка										
Б08									1	1	1	1
А09	015	4131 Торцевкруглошлифовальная										
Б10	Круглошлифовальный станок	ЗТ160										
А11	020	4131 Круглошлифовальная										
Б12	Круглошлифовальный станок	ЗМ163В										
А13	025	4131 Круглошлифовальная										
Б14	Круглошлифовальный станок	ЗМ163В										
А15	030	0125 Промыка										
Б16									1	1	1	1
МК	Маршрутная карта										2	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

		ГОСТ 3.1118-82 Форма														
Дубл.	Взам.															
Глоул.																
											2					
		Корпус борштанги														
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Глз	Гшт
Б	Код, наименование оборудования		Обозначение документа													
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала		Обозначение, код													
A01	035 0200 Контроль															
B02			1	1	1											
T03	Штапив Ш-III-4 ГОСТ 10197-70															
T04	Индикатор ИРБ ГОСТ 5584-75															
T05	8221-3088 Пробка ГОСТ 17758-72															
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
МК	Маршрутная карта										3					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Дубл. Взам. Т/юсл.	ГОСТ 3.1404-86 Форма										
Р	Корпус борштанги										
	PI	D или B	L	t	i	s	n	v			
T01	2301-0858	Сверло диаметр 12 мм Р6М5 ГОСТ 19546-74	-	12	105	1	1	0,078	314	11,8	
P02											
O03	6.	Точить заготовку									
T04	Резец_DCLNR2525M09	пластина CNMG09T304-SH									
P05			-	45	205	0,4	1	0,3		1137	
O06	7.	Точить заготовку									
T07	Резец_DCLNR2525M09	пластина CNMG09T304-SH									
P08			-	45	205	0,4	1	0,3		1137	
O09	8.	Сверлить заготовку									
T10	2301-0858	Сверло диаметр 12 мм Р6М5 ГОСТ 19546-74									
P11			-	12	30	6	1	0,244	307	11,6	
O12	9.	Цековать отверстие									
T13	Цековка Р6М5К5										
P14											
O15	10.	Переустановить и закрепить заготовку									
O16	11.	Сверлить отверстие									
T17	2300-0836	Сверло диаметр 3.5 мм Р6М5 ГОСТ 19543-74									
P18			-								
OK	Операционная карта										5

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Форма										
Дюол.										
Взам.										
Плол.										
									4	
										005
КЭ	Карта эскизов									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Дуобл. Взам. Глобл.		ГОСТ 3.1105-84 Форме										3		005															
КЭ												Карта эскизов																	

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			24.ВКР.ОТМП.155.65.00.000.СБ	Люнет самоцентрирующий. Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	24.ВКР.ОТМП.155.65.01.000.	Привод	1	
		2	24.ВКР.ОТМП.155.65.02.000.	Люнет	1	
<i>Детали</i>						
		3	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.003.	Шток	1	
		4	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.004.	Плита	1	
		5	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.005.	Карпус	1	
		6	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.006.	Крышка	1	
		7	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.007.	Копир	1	
		8	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.008.	Кольцо	6	
		9	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.009.	Палец	3	
		10	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.010.	Ролик	2	
		11	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.011.	Рычаг	2	
		12	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.012.	Планка	2	
		13	24.ВКР.ОТМП.155.65.00.013.	Ось	2	
		14	24.ВКР.ОТМП.155.00.014.	Ось роликов	3	
			24.ВКР.ОТМП.15.65.00.000.СП			
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб.		Правосудов				
Проб.		Расторгуев				
Исконтр.		Расторгуев				
Учб.		Логинав				
			Люнет самоцентрирующий			Лит. Лист Листов
						1 2
						ТГУ, ИМ, гр. ТМбп-1901бс
						Формат А4

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

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

