

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 штока привода зажима

Обучающийся

Д.А. Карюкина

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Д.А. Расторгуев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Представленная технология разработана для производства штока привода зажима массой 29 кг из нержавеющей сплава 08X17H5M3 в количестве 15000 деталей в год. Технология соответствует стандартам качества и безопасности производства, а все изменения базовой технологии учитывают требования по экономической эффективности.

Технология включает в себя процессы штамповки, обработки на станках с ЧПУ (токарная, фрезерная, шлифовальная), термической обработки. Все процессы обработки штока привода зажима сопровождаются контролем качества, Выбранные технологические переходы осуществляются с применением современного оборудования с ЧПУ. Лимитирующая токарная операция выполнена с применением передовых технологических решений в конструировании оснащения.

Конструкторская разработка направлена на усовершенствование поводкового патрона и инструмента для финишной обработки вместо шлифовальных переходов с целью повышения эффективности обработки материала и улучшения качества обработки поверхности. Уменьшение времени и затрат на обработку на токарных переходах, а также увеличение срока службы инструмента приводит к экономическому эффекту. Меры безопасности включают в себя проведение обязательного технического обслуживания инструментов. В результате усовершенствования поводкового патрона и выглаживателя ожидается улучшение процесса обработки, снижение затрат на производство и повышение безопасности труда. Разработанная технология является высокопроизводительной, обеспечивает заданное качество штока, позволяет снизить издержки производства.

Технология изготовления штока соответствует серийным условиям производства. Она представляет собой оптимальное решение для производства штоков привода зажима и соответствует требованиям задания на проектирование.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Анализ назначения детали	7
1.2 Классификация поверхностей	7
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	9
1.4 Задачи работы	12
2 Разработка технологии изготовления	14
2.1 Тип производства.....	14
2.2 Выбор метода получения заготовки	14
2.3 Проектирование заготовки	18
2.4 Разработка технологического маршрута.....	20
2.5 Выбор средств оснащения	22
2.6 Расчет режимов резания и норм времени	24
2.7 Нормирование	27
3 Разработка специальной технологической оснастки	31
3.1 Проектирование приспособления	31
3.2 Проектирование инструмента	36
4 Экологичность и безопасность проекта.....	40
5 Экономическая эффективность работы	44
Заключение	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А Технологические карты	52
Приложение Б Спецификация патрона.....	58
Приложение В Спецификация выглаживателя	60

Введение

В задании определен объект разработки – шток, который входит в конструкцию станочного приспособления. Станочные приспособления в машиностроении находят широкое применение для обработки заготовок на станках различных типов. Зажимные приспособления могут выполнять различные функции при обработке на самых разных станках. Это разнообразие по применению определяет их различное конструктивное исполнение. Основные функции приспособлений - зажим заготовки и точное позиционирование. Помимо использования приспособлений как оснастки для фиксации заготовок, приспособления используют для контроля размеров и формы деталей, выполнения сборочных переходов, направления инструмента.

Зажимной механизм - это наиболее важный элемент приспособления, ответственный за надежную фиксацию заготовок и инструментов на станках. При создании силы зажима они обеспечивают точное положение, достигнутое при базировании, и надежное закрепление заготовок во время обработки.

Зажимные механизмы конструктивно могут быть выполнены самыми разными способами. Это зависит от области их применения: от стандартных тисков и патронов для универсальных станков до специализированных приспособлений для обработки сложных деталей в массовом производстве.

Функция зажимных механизмов и их приводов заключается в сохранении точности положения и надежности при обработке деталей. Здесь на результат влияет правильный расчет необходимого минимального усилия, подбор типа зажимного механизма, который может значительно снизить усилие на приводе, выбор типа самого привода зажима.

Точность закрепления деталей в зажимных приспособлениях зависит от усилия, которое прикладывается к заготовке. Она создает одну из составляющих общей погрешности установки. При этом конструктивные особенности зажимных механизмов должны обеспечивать возможность быстрой установки и смены заготовок, а также простоту в использовании для

оператора станка и удобство для него по требованиям эргономичности. Также необходимо учитывать требования по безопасности работы с приспособлением.

Станочные приспособления обеспечивают точное положение деталей относительно инструмента и оборудования, которое обеспечивается при базировании. Установочные элементы используются для реализации теоретической схемы базирования, включая центрирование заготовок. Последнее достигается обычно при совмещении функций зажима и базирования.

Приспособления для контроля размеров и формы деталей также играют важную роль в процессе обработки. Они предназначены для проверки соответствия размеров, допусков расположения и формы готовых деталей требуемым параметрам.

Дополнительные технологические возможности дают конструктивные особенности приспособлений, которые включают в себя возможность регулировки различных параметров (положения заготовки, смены установочных элементов, регулирование нагрузки), наличие специальных защитных устройств, а также механизмов обеспечивающих точную и стабильную установку заготовок.

В любом технологическом процессе в любом типе производства приспособления играют важную роль в обеспечении точности, надежности и безопасности всего процесса обработки. Их правильный выбор и эксплуатация способствуют повышению производительности, снижению затрат и росту качественных показателей.

Механизация процесса установки заготовок на станках способствует повышению эффективности обработки на станках по показателям производительности и точности. Для этого используются пневматический или гидравлический приводы зажима приспособлений. Они являются наиболее распространенными типами таких приводов. В их конструкцию входит шток, который является одним из главных элементов таких устройств. Основное

различие между пневматикой и гидравликой заключается в том, что для создания силы зажима в пневматическом приводе используется воздух под давлением, а гидравлический привод использует для этого жидкость (обычно масло). Это обуславливает характеристики работы каждого из типов приводов. Условия работы штока и его назначение от этого, в основном, не изменяются.

Пневматический привод обычно имеет более высокую скорость хода штока. Он проще и дешевле в обслуживании, поскольку воздух под давлением может подаваться по магистралям, которые общедоступны на производстве. Однако данный тип привода менее мощный и может иметь ограничения в применении для операций, где возникают значительные силы резания. Гидравлический привод способен создавать более высокие нагрузки, более плавный в работе (сказывается инерционность рабочей среды). Однако для создания высокого давления масла (до 15 МПа), требуется использование дорогостоящих гидростанций, сложных в обслуживании.

При использовании обоих типов приводов необходимо следить за их состоянием и предупреждать утечки жидкости или воздуха. Для этого используют визуальный контроль осмотром для жидкости (потеки жидкости), пузырьковый метод (для пневматических приводов). Для обеспечения надежности в работе используют пробные пуски при повышенных давлениях в течении ограниченного времени.

Выбор между пневматическим и гидравлическим приводом зависит от конкретных требований технологической операции и, в первую очередь, от сил резания, которым должны противодействовать силы зажима. Шток, который входит в конструкцию привода любого типа является одной из главных и ответственных деталей с высокими требованиями по точности и физико-механическим свойствам.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения детали

Шток привода зажима входит в конструкцию гидравлического привода зажима. Он применяется для передачи усилия от поршня, на который действует давление в гидравлическом цилиндре, на прихват, который действуя на заготовку. Главное назначение штока - обеспечить надежную фиксацию заготовки во время ее обработки.

Для этого на штоке привода зажима закрепляется прихват. Он фиксируется на верхней посадочной шейке штока при помощи гайки. Сам шток перемещается в направляющем отверстии корпуса приспособления. Для точного позиционирования штока в корпусе его длинная направляющая часть должна иметь высокие требования как по точности размеров, так расположения и формы.

Шток работает в условиях большой осевой нагрузки, имеющей знакопеременный характер. Трущиеся поверхности работают в условиях смазки.

Материал штока – коррозионно-стойкий сплав, так как на шток оказывает воздействие агрессивные технологические среды.

1.2 Классификация поверхностей

По назначению поверхности штока классифицируются по четырем группам (рисунок 1).

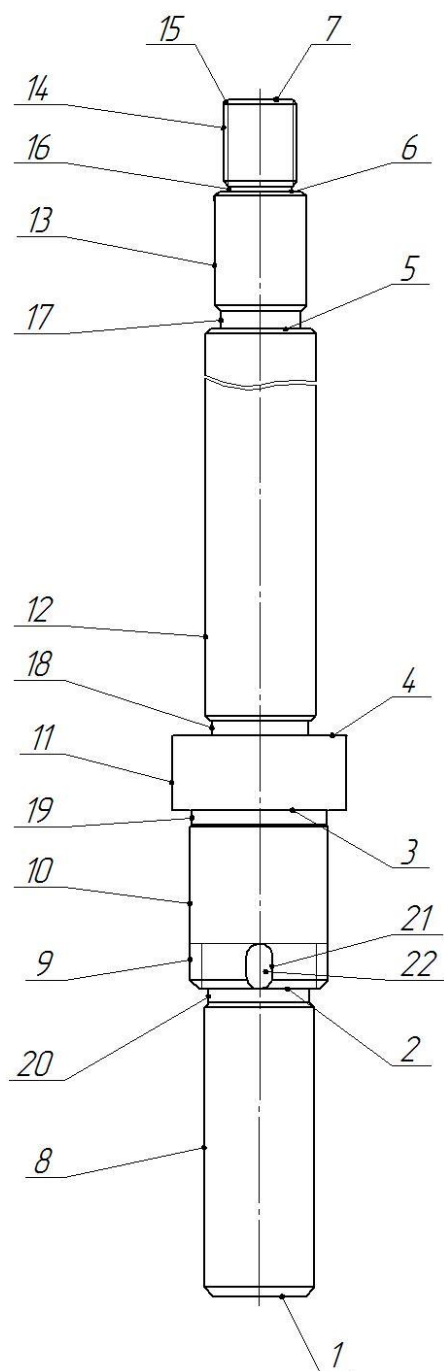


Рисунок 1 – Эскиз штока

Самыми точными из них являются основные конструкторские базы. Это поверхности, по которым происходит перемещение детали в конструкции привода. В данном случае такой поверхностью является направляющая 12. В осевом направлении положение штока определяется действием поршня. Он

упирается в торец 3, который также относится к основной конструкторской базе.

Поверхности, по которым центрируется поршень, это шейка 10, фиксируется гайка по резьбе 9, паз 22, в котором происходит фиксация шайбы, направляющий конец штока 8 для повышения жесткости конструкции, комплект посадочная шейка 13 и торец 5 для прихвата и резьбовая поверхность 14 для фиксирующей гайки прихвата. Все они являются вспомогательными конструкторскими базами.

К свободным поверхностям данной детали относят элементы под выход инструмента в виде канавок с 16 по 20, установочные фаски и крайние торцы детали - поверхности 1 и 7.

Для того, чтобы обеспечить высокую надежность работы привода зажима, необходимо сформулировать соответствующие требования к исполнительным поверхностям, включая направляющую часть, посадочную шейку под поршень и на посадочную шейку под прихват.

В соответствии со служебным значением сформированы технические требования, которые отражены на рабочем чертеже штока.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Для применения ГОСТ 14.201-83 "Обеспечение технологичности конструкции изделий" к проектированию технологии изготовления штока из коррозионно-стойкого сплава необходимо провести анализ конструкции детали с учетом требований стандарта.

Данный шток привода зажима имеет цилиндрическую ступенчатую форму. Имеются небольшие переходные поверхности в виде фасок и канавок для обеспечения выхода инструмента и собираемости привода.

Изготовление штока привода зажима является многооперационной технологией, так как требования на поверхности высокие, в соответствии со служебным назначением, которое заключается в высокоточном перемещении

штока в корпусе при скольжении его направляющими. Это требует высокой точности, твердости и малой шероховатости трущихся поверхностей для обеспечения долговечности и эффективности работы привода.

Выбраны типовые требования к каждой из поверхностей штока привода. Они соответствуют стандартам [2].

Внешняя цилиндрическая поверхность под скольжение должна быть обработана с высокой точностью (6 квалитет) и малой шероховатостью 0,63 мкм, чтобы обеспечить герметичность работы привода и минимизировать трение.

Рабочая поверхность под поршень и захват-прижим должна быть устойчива к износу и иметь высокую твердость для обеспечения долговечности работы в условиях высоких нагрузок и агрессивных сред (СОЖ, стружка).

Дополнительные крепежные поверхности в виде резьбы должны иметь высокую точность (4 класс точности), прочность и износостойкость для надежного крепления поршня и прихвата.

К общим требованиям к штоку привода зажима можно отнести высокую стойкость к коррозии. Она обеспечивается выбором материала. Требования по прочности, твердости, износу и усталости материала формируются термообработкой для достижения заданных показателей.

Выбран материал для штока 08X17H5M3. Это высоколегированная нержавеющая сталь, состоящая из 0,08% углерода, 16-18% хрома, 4-6% никеля, 2-3% молибдена. Ее физические свойства включают высокую коррозионную стойкость, а также механические свойства, такие как прочность и твердость, удовлетворяющие выше приведенным требованиям.

Технологические свойства 08X17H5M3 включают хорошую свариваемость, которая делает ее идеальным материалом для производства различных конструкций и оборудования. Она также обладает хорошей обрабатываемостью, что позволяет изготавливать ступенчатый длинномерный вал.

Недостаток – высокая теплоемкость. Что приводит к перегреву материала. Также пластичность, что приводит к формированию сливной стружки.

Структура 08X17H5M3 представляет собой мартенсит, с высоким содержанием хрома и никеля, что обеспечивает ей высокую устойчивость к коррозии и окислению. Достигается при закалке с охлаждением на воздухе.

Для обработки материала 08X17H5M3 используются технологии механической обработки резанием (фрезерование, токарная обработка, абразивная) и термической обработки (отжиг, закалка и отпуск), которые помогают достигнуть нужных механических свойств и формы деталей из данного материала. Шлифование необходимо вести на пониженных режимах при обильном охлаждении СОЖ высокопористыми кругами для исключения перегрева. Из-за пластичности материала будут проблемы с обеспечением шероховатости.

Для обеспечения высокой твердости необходима операция термообработки.

Деталь является типовой по конструктивному исполнению и содержит только стандартизированные элементы.

Оценка геометрических параметров штока показывает средний высокий уровень точности (около 7 качества). Проверка возможности использования стандартных инструментов и оборудования для изготовления показывает эту возможность при условии использования дополнительных опор люнетов.

Также необходимо учитывать требования к поверхностной обработке детали с учетом ее материала (коррозионно-стойкий сплав требует особого подхода при обработке). Высокая пластичность способствует снижению эффективности по обеспечению малой шероховатости резанием. Необходимо или повышать твердость или использовать методы обработки деформированием – накатку или выглаживание.

Для обеспечения технологичности конструкции изделия необходимо учитывать, что все элементы стандартизированные и унифицированные.

Только канавки разных типоразмеров. Их можно выполнить одним типом резца при работе по программе.

Упрощение процесса изготовления штока за счет использования стандартизированных элементов и их взаимозаменяемости приводит к снижению количества переходов и операций.

Можно использовать современные технологий обработки, чтобы снизить расход материалов и используемых ресурсов. Это, например, высокоскоростная обработка, что приведет к сокращению затрат.

Выбор технологии термообработки и конструкции оснастки для нее (термо-силовая), способствует снижению необходимости в техническом обслуживании и ремонте приспособления за счет устойчивости к короблению штока за счет выравнивания остаточных напряжений в нем и обеспечению прямолинейности.

Выбор режимов термообработки для достижения твердости обеспечивает износостойкость пар трения, а это высокая надежность и долговечность.

Уменьшение массы заготовки за счет выбора оптимального способа, также позволит сократить общую трудоемкость и стоимость изготовления.

При разработке технологии изготовления штока главный фактор – ее жесткость.

С учетом классификации поверхностей и анализа технологичности разработан чертеж штока.

1.4 Задачи работы

Для разработки технологии изготовления штока для заданных условий необходимо выполнить ряд задач.

Выбрать переходы по обработке всех конструктивных элементов штока с заданными требованиями.

Выбрать оборудование и инструмент, необходимых для изготовления штока с учетом выбранных переходов.

Включить контроль всех необходимых параметров на каждом этапе изготовления штока, начиная от выбора материала и до окончательного комплексного контроля и обеспечить его инструментальными средствами.

Спроектировать патрон и резец для токарной операции.

Снизить затраты по изготовлению штока путем усовершенствования технологии для обработки высокоточных поверхностей.

Выводы по разделу

Выполнен анализ условий работы штока. Выполнена классификация поверхностей по назначению и условиям работы. Сформулированы с учетом этого требования к материалу, размерам, их точности, шероховатости.

Выполнен анализ технологичности штока.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Тип производства

По заданию на проектирование годовой объем выпуска штока указан в количестве 15000 в год. Ориентировочная масса штока составляет около 30 килограмм. Для данных условий тип производства выбран крупносерийный.

Для него характерно использование специализированного и универсального оборудования, установленного по ходу технологического процесса изготовления детали. Это необходимо для обеспечения максимальной производительности за счет минимального межоперационного перемещения операционных заготовок.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Проектирование технологии изготовления штока начинаем с выбора исходной заготовки.

Тип заготовки и ее параметры определяют всю дальнейшую необходимую последовательность обработки. На выбор заготовки влияет форма и размер детали, требования к ее качеству поверхности и точности. Для выбора наиболее подходящей исходной заготовки для процесса изготовления штока в условиях крупносерийного производства рассмотрим два варианта: прокат и штамповка.

Форма прутка проката для штока приведена на рисунке 2. Виден большой объем напуска, который необходимо удалить.

Для штамповки приближенная форма заготовка к детали является большим преимуществом (рисунок 3).

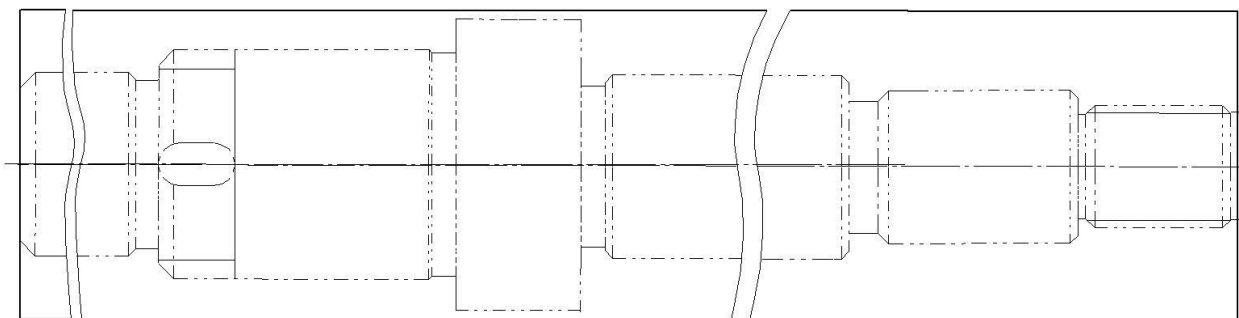


Рисунок 2 – Прокат

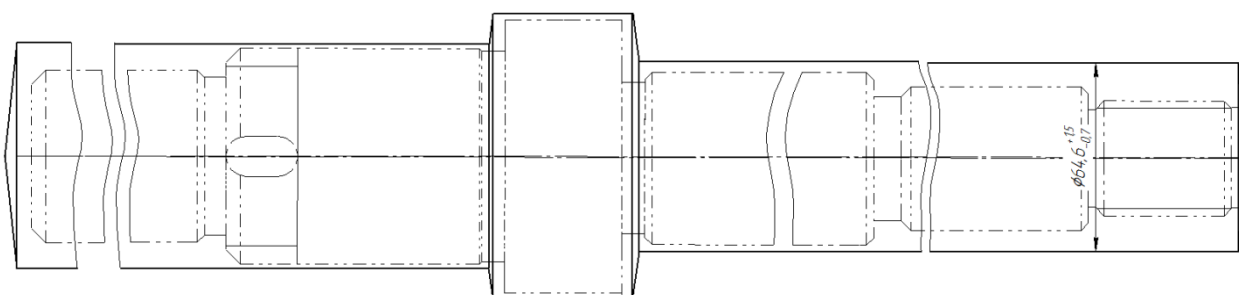


Рисунок 3 – Штамповка штока

Штамповка подходит для формы и материала штока. Сам процесс заключается в формировании заготовки при давлении на пластически деформируемый материал пуансона, при смыкании его с нижней половиной штамповочной оснастки - матрицей. Данная технология может применяться для изготовления ступенчатых валов из пластичных материалов, к которым относится и сплав 08X17H5M3.

Выбор оборудования для штамповки обычно заключается в определении, что будет использоваться: пресс или молот. Пресс служит для оказания давления на материал в статическом режиме, молот – динамическом. Для более качественной проработки материала выбираем пресс [7].

Прессы могут иметь различные конфигурации (гидравлические, механические или гибридные) и разные уровни автоматизации. Для крупносерийного производства и заготовки средней сложности и средней массы (28,5 кг) выбираем механический пресс.

Штамп – прессовая оснастка служит для формирования нужной геометрии. Стоимость ее изготовления определяется компоновкой, массой и сложностью пуансона и матрицы средних размеров (до 1000 мм). Оснащение для штамповки дополнительно включает в себя установку для смазки для снижения трения между штампом и деформируемым материалом, приспособления для подачи и выталкивания материала, а также системы контроля качества. Так как прессование выполняется в нагретом состоянии необходимо рядом с прессом размещать печь [9].

Технологические режимы штамповки выбираются с учетом пластичности материала и степени упрочнения на каждом переходе, требований к точности и качеству конечной детали.

«Масса заготовки по первому варианту

$$M = \frac{\pi d^2}{4} L \rho, \quad (1)$$

где d – диаметр наибольшей ступени с припуском, м;

l – длина штока с припуском, мм;

ρ – плотность сплава, кг/мм³» [3].

Для размеров с чертежа

$$M = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} 0,710 \cdot 7800 = 43,47 \text{ кг.}$$

«Сравнит заготовки можно по себестоимости C_T

$$C_T = C_{\text{заг.}} \cdot M + C_{\text{мех.}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх.}} \cdot (M - m), \quad (2)$$

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

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

m – масса штока, кг;

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

«Стоимость снятия стружки

$$C_{\text{мех}} = C_{\text{с}} + E_{\text{н}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{с}}$ – текущие затраты, руб/кг;

$E_{\text{н}}$ – эффективность капитальных вложений;

$C_{\text{к}}$ – капитальные затраты, руб/кг» [13].

Для машиностроения

$$C_{\text{мех}} = 3,56 + 0,15 \cdot 10,35 = 5,11 \text{ руб/кг.}$$

Прокат

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} \cdot h_{\text{ф}}, \quad (4)$$

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

$h_{\text{ф}}$ – коэффициент.

$$C_{\text{заг}} = 107,53 \cdot 1 = 107,53 \text{ руб./кг.}$$

$$C_{\text{т.пр.}} = 43,47 + 107,53 + 5,11 + (43,47 - 28,5) \cdot 1,4 + 14,97 = 4730 \text{ руб.}$$

«Для штамповки

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{баз}} h_1 h_2 h_3 h_4 h_5, \quad (5)$$

где $C_{\text{баз}}$ – базовая стоимость штамповки, руб/кг;

h_1 – коэффициент точности;

h_2 – коэффициент сложности;

h_3 – коэффициент материала и массы;

h_4 – коэффициент марки;

h_5 – коэффициент серийности» [13].

$$C_{\text{шт}} = 91,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 1,98 = 122,8 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{т.шт.}} = 122,8 + 36,5 + 5,11 + (36,5 - 28,5) \cdot 1,4 + 8 = 4511 \text{ руб.}$$

Чуть выгоднее оказывается штамповка.

2.3 Проектирование заготовки

Для проектирования штамповки штока необходимы исходные расчетные данные по группе показателей из стандарта на штамповки ГОСТ 7505-89. Для упрощения ее сделали трехступенчатой [10].

Для штамповки на механическом прессе с учетом крупносерийного производства класс точности выберем Т3.

По сплаву из-за легирующих элементов группа М3. Сложность не высокая и равна С2.

Пользуясь номограммой из ГОСТ 7505-89 находим исходный индекс для определения припуска и допуска – 14.

Для этого индекса с учетом размеров штамповки назначаем для плоских поверхностей припуск 3 мм, для цилиндрических выберем его 2 мм на сторону [11].

Смещение штампа для простой формы разъема не более 0,9 мм.

Все остальные параметры и допуски приведены на чертеже штамповки.

Уточним припуск расчетным методом для 75 мм.

Общий припуск включает погрешности

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (6)$$

«где $\rho_{\text{кор}}$ – коробление по длине, мкм;

$\rho_{\text{см}}$ – смещение штампа, мкм» [13].

Коробление по длине

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l, \quad (7)$$

где $\Delta_{\text{к}}$ – относительная кривизна, мкм/мм;

l – нормируемый участок, мкм.

Для штамповки

$$\rho_{\text{кор}} = 1,8 \cdot 350 = 630 \text{ мкм.}$$

С учетом смещения и добавив погрешность зацентровки, как четвертую часть от допуска на базовую шейку (2,7 мм)

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{0,63^2 + 0,9^2 + 0,675^2} = 1,3 \text{ мм.}$$

По коэффициенту уточнения

$$\rho_i = k_i \cdot \rho_{\text{заг}}. \quad (8)$$

Все переходы типовые и включены в таблицу 1.

Таблица 1 - Расчет припуска и операционных размеров

Переход	Допуск, мкм	Размер, мм		Припуск на сторону, мкм	
		min	max	min	max
Штамповка	2,7			-	-
Точение: черновое чистовое	0,12			1,85	
	0,046			0,59	
Шлифование: черновое чистовое	0,030			0,31	
	0,019	75,002	75,021	0,19	

Параметр пространственных отклонений, которые входят в расчет:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 1,3 = 0,077 \text{ мм.}$$

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 1,3 = 0,065 \text{ мм.}$$

$$\rho_3 = 0,04 \cdot 1,3 = 0,053 \text{ мм.}$$

$$\rho_4 = 0,03 \cdot 1,3 = 0,041 \text{ мм.}$$

Остальные составляющие припуска по [15].

2.4 Разработка технологического маршрута

Технология изготовления ступенчатого вала в серийном производстве включает следующие типовые операции после заготовительного этапа по получению штамповки.

Токарная обработка ведется в два этапа. На первом - из заготовки получают общую конфигурацию штока в виде цилиндров. Они выполнены с наружным диаметром с припуском под чистовую обработку. Начальная форма заготовки после чернового обтачивания - упрощенная ступенчатая поверхность.

Далее следует чистовая токарная операция с формированием фасок и канавок. На данном этапе происходит обработка ступенчатых поверхностей вала, а также точение канавок. Также нарезается резьба. Дополнительно проходит фрезерование шпоночных пазов и обработка дополнительных отверстий.

После этого проводится термическая обработка. Вал подвергается нагреву и быстрому охлаждению для устранения внутренних технологических напряжений и придания ему необходимой твердости.

На этапе финишной обработки вал проходит шлифовальную обработку, включающую черновое и чистовое шлифование. Дополнительно может быть полировка (если шероховатость требуется довести до 0,16-0,32 мкм), для получения требуемой чистоты и точности размеров.

На рисунке 4 показана схема базирования на токарной операции. Аналогичная схема установка на всех остальных операциях.

Для выполнения этих операций используются токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, обрабатывающие центры, термические печи, торце- и круглошлифовальные станки.

Также требуются специализированные операции для подготовки и исправления чистовых баз – центровых отверстий. Это фрезерно-центровальная и центровально-шлифовальная операции.

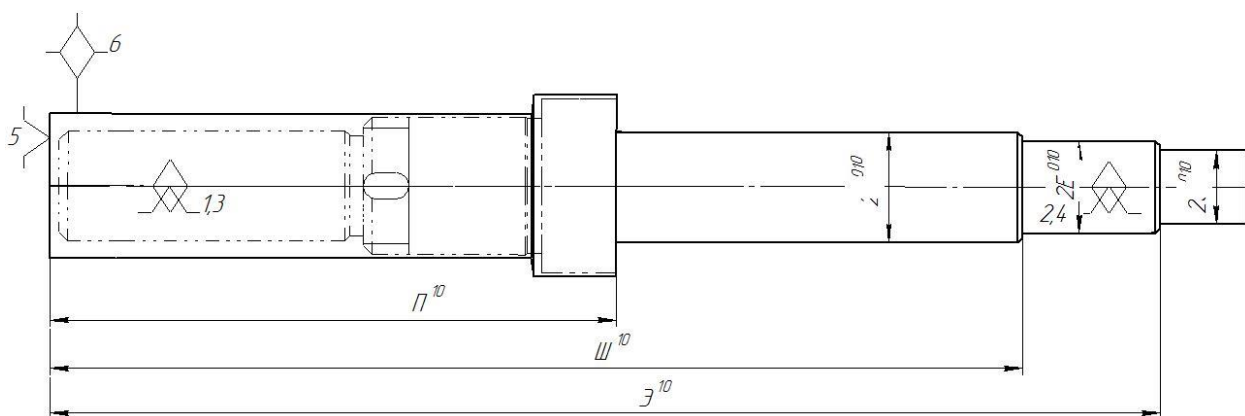


Рисунок 4 - Схема базирования

Основной объем работ будет на токарном станке. Выбираем модель станка LT30 (рисунок 5).



Рисунок 5 – Станок LT-30

Станок токарный с ЧПУ с модели LT-30 обеспечивает выбранную схему установки штока. Его параметры следующие. Габариты 4325x1875 мм. Блок инструментов для токарной обработки по наружному диаметру включает 8 позиций. Мощность шпинделя 18,5 кВт. Шпиндель А2-11.

На рисунке 6 показано падение мощности с ростом частоты вращения шпинделя.

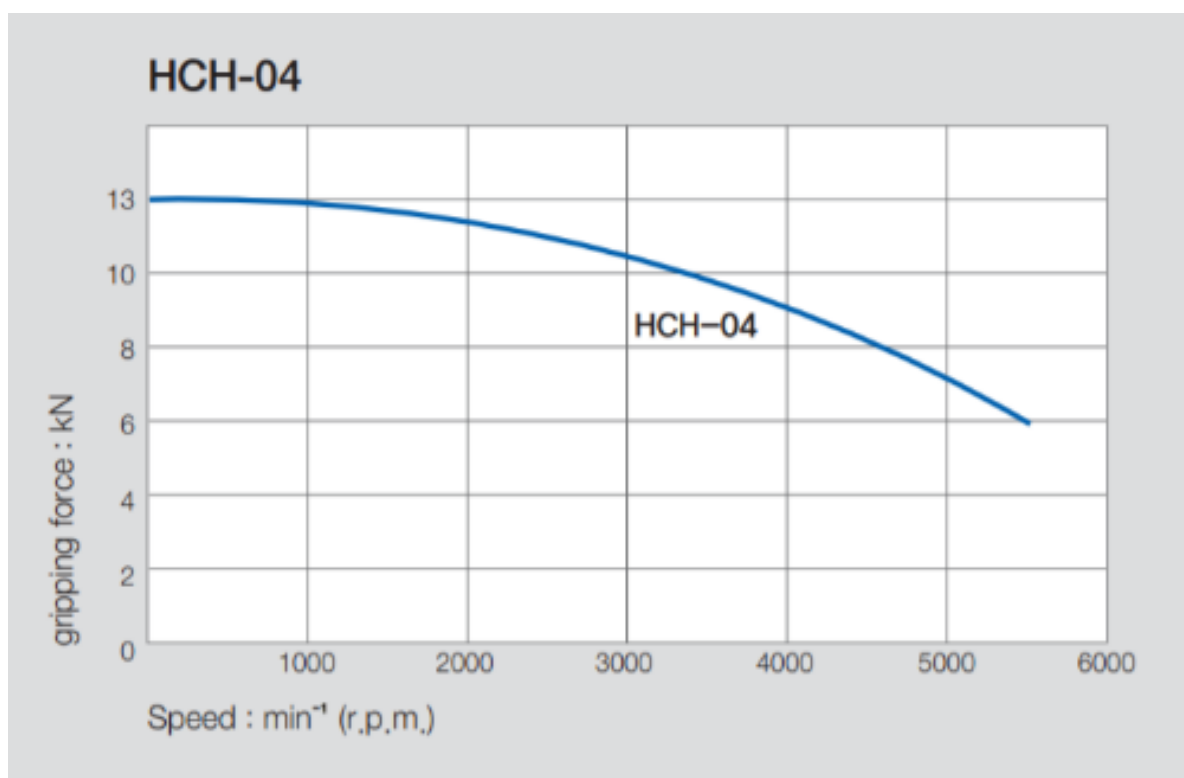


Рисунок 6 – Падение мощности от частоты вращения шпинделя

Данное снижение надо учитывать при силовой проверке режимов резания.

2.5 Выбор средств оснащения

Ниже приведено пооперационное описание технологии изготовления штока с указанием оборудования и оснастки.

На 005 фрезерно-центровальной операции используется фрезерно-центровальный полуавтомат МР72. Приспособление – тиски самоцентрирующие. Фреза диаметром 125 мм ВИ54.576.00.000-02, z=10, Р6М5 по ТУ 2-035-757-80. На переходе по центровке заготовки во втулку

6103-0002 ГОСТ 13790-68 устанавливается сверло центровочное 2317-0005 диаметр 2,5 мм, P6M5 ГОСТ 14952-75.

На 010 токарной операции на токарном центре LT-30 с установкой штока в патроне 7102-0060 ГОСТ 24351-80, люнете SLZB 08105 (рисунок 7) и центре 7032-0021 ГОСТ 13214-79. Точение на двух этапах. Черновой этап – резец PCLNL 2525M16 T5K10 ТУ 2-035-892-82, чистовой - PCLNL 2525M16 T15K6 ТУ 2-035-892-82.

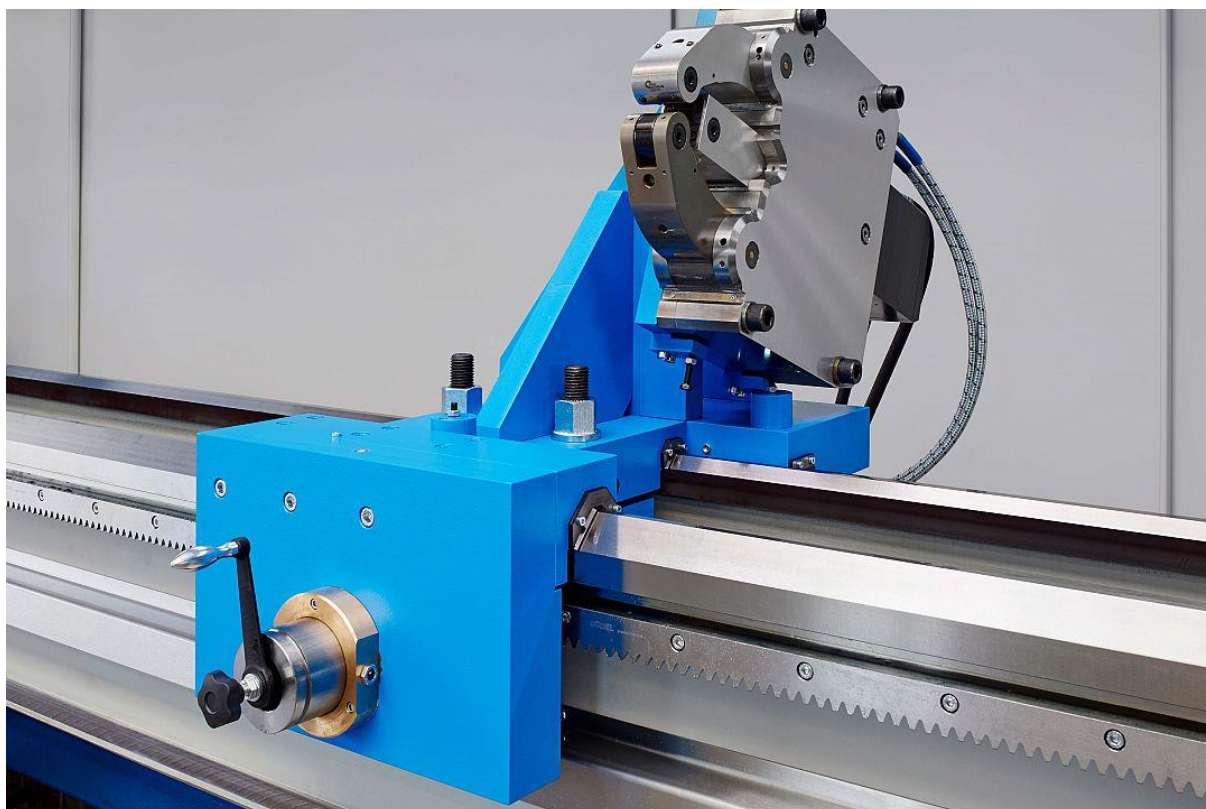


Рисунок 7 - Схема установки люнета на станок

На 020 шпоночно-фрезерной операции на вертикально-фрезерном станке с крестовым столом 6A59 ведется обработка шпоночного паза. Для этого используется фреза концевая 035-2234-0601 диаметром 14 мм, z=4 T15K6 ТУ 2-035-782-80

На 025 термической операции проводится закалка в печи.

После нее на 030 центрошлифовальной операции на внутришлифовальном станке высокой точности К228А проводится правка центровых отверстий.

Затем на 030 торцекруглошлифовальной операции на станке 3Т160 и на 035 круглошлифовальной на круглошлифовальном станке 3М151Ф2 с установкой заготовки в патроне 7108-0023 ГОСТ 2571-71, хомутике 7107-0031 ГОСТ 2578-70 и центре 7032-0016 ГОСТ 13214-79 при помощи круга 1450x63x203 24А F40L V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2008 проводится окончательная обработка.

Контроль при помощи универсального инструмента: ШЦ-1 ГОСТ 166-80, микрометра ГОСТ 6507-60; кольца резьбовое ПР, НЕ для контроля резьбы М75х1,5.

2.6 Расчет режимов резания и норм времени

Лимитирующая операция токарная черновая. Расчет параметров резания для токарной 010 операции включает определение скорости резания. Глубина рассчитана 2 мм, подача табличная 0,5 мм/об.

$$V = \frac{C_V}{T^{m_v} \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v \quad (9)$$

где все параметры для продольного точения по [17].

Развернутая форма записи последнего коэффициента

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (10)$$

«где K_{mv} - по прочности;

K_{pv} – по состояния поверхности;

K_{iv} – учитывает режущий материал» [5].

Для нержавеющей сплава 08Х17Н5М3 прочностью 460 МПа

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (11)$$

где n_v - показатель 1.

Для стали 08X17H5X

$$K_{mv} = 0,9 \left(\frac{750}{460} \right)^1 = 1,46.$$

С учетом изменения состояния поверхности и материала инструмента

$$K_v = 1,46 \cdot 0,89 \cdot 0,6 = 0,6.$$

$$K_v = 1,46 \cdot 1 \cdot 1 = 1,46.$$

По операциям 010 и 015 скорости резания будут

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 20^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,6 = 106 \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{420}{40^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,46 = 449 \text{ м/мин.}$$

Последнее значение получается очень большое. Из-за теплоемкости нержавеющей стали при такой скорости резания могут происходить фазовые изменения в поверхностном слое. Поэтому скорость снизим в 2 раза и принимаем 225 м/мин.

«Обороты

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (12)$$

где D - диаметр, мм» [16].

Опять по операциям 010 и 015

$$n = \frac{1000 \cdot 106}{3,14 \cdot 96} = 352 \text{ мин}^{-1};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 225}{3,14 \cdot 95} = 754 \text{ мин}^{-1}.$$

Обороты задаются программными средствами и могут принимать любые значения. Оставляем расчетные значения. Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n. \quad (13)$$

Опять по операциям 010 и 015

$$S_m = 0,5 \cdot 352 = 176 \text{ мм/мин.}$$

$$S_m = 0,2 \cdot 754 = 151 \text{ мм/мин.}$$

Силу резания проверяем для максимальных режимов

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (14)$$

«где

$$K_p = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,35} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (15)$$

где k_1, k_2, k_3, k_4 – учитывают влияние геометрии режущей части (главного угла в плане, переднего, угла наклона, радиуса)» [15].

Учтем материал

$$K_{mp} = \left(\frac{460}{750}\right)^{0,75} = 0,69.$$

$$K_p = 0,69 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,57.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,3^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 106^{-0,15} \cdot 0,57 = 1162 \text{ Н.}$$

При резании

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (16)$$

$$N = \frac{1162 \cdot 106}{1020 \cdot 60} = 2,012 \text{ кВт.}$$

«Условие допуска по мощности:

$$N_e \leq N_{II} \cdot \eta, \quad (17)$$

где N_{II} – мощность привода станка, кВт ;

η – коэффициент полезного действия» [18].

Коэффициент полезного действия станка 0,9. Потери мощности станка от оборотов до 1000 об/мин пренебрежимо малы и их не учитываем.

$$218 \cdot 0,95 = 16,2.$$

По данному параметру есть большой запас.

Операционные карты даны в таблице А.2 в приложении А.

2.7 Нормирование

«Расчет штучно-калькуляционного времени для серийного производства

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{п-з}}}{n} + T_{\text{шт}} \quad (18)$$

где n – партия запуска составляет 1417 штюка.

Принимаем для токарной обработки $T_{\text{п-з}}$ в 20 мин.

«Штучное время $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{об}} + T_{\text{от}} \quad (19)$$

«где T_o – машинное время, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

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

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

«Машинное время:

$$T_o = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{\text{мин}}} \quad (20)$$

где l_1 – быстрый подвод, мм;

l_p - длина резания, мм;

l_2 - перебега, мм;

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

Определим длину хода инструмента по рисунку 8.

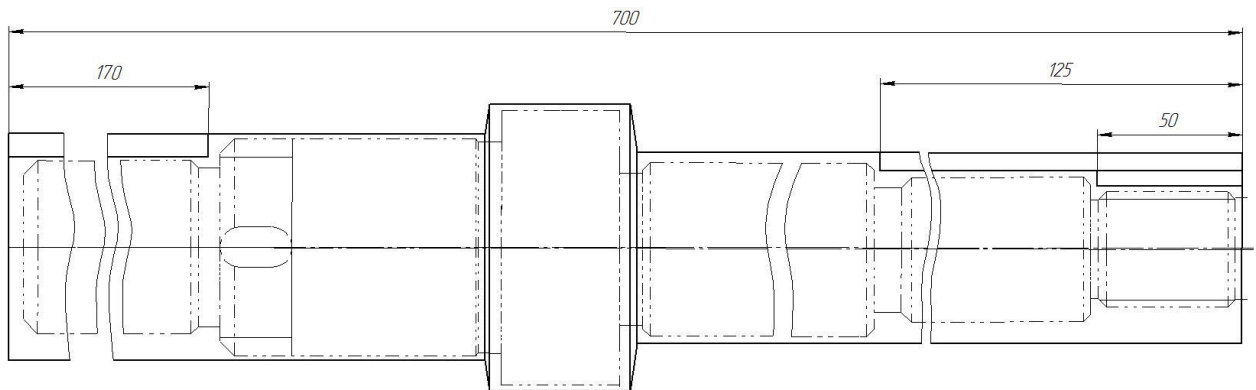


Рисунок 8 – Длина напусков

Учитываем, что на 170 мм и 125 мм понадобятся 2 прохода, общее время снятия напуска и припуска на токарной 010 операции будет

$$T_o = \frac{170 \cdot 2 + 250 + 700 + 25}{176} = 7,47 \text{ мин.}$$

Для чистовой операции 015

$$T_o = \frac{700 + 25}{151} = 4,8 \text{ мин.}$$

Добавим время на обработку канавок и резьбы.

Вспомогательное время

$$T_v = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot k_{ср}, \quad (21)$$

«где $T_{у.с.}$ - время базирования и снятие;

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

$T_{уп}$ - время управления, мин;

$T_{из}$ - время операционных измерений, мин;

$k_{ср}$ - коэффициент серийности, 1,65» [19].

Тогда для 010 операции

$$T_{в} = (0,25 + 0,07 + 0,06 \cdot 3 + 0,45 \cdot 2) \cdot 1,65 = 2,31 \text{ мин.}$$

Для определения суммы

$$T_{оп} = T_{в} + T_{о}. \quad (22)$$

$$T_{оп} = 7,47 + 2,31 = 9,78 \text{ мин.}$$

Для 015 операции

$$T_{в} = (0,25 + 0,07 + 0,21 + 0,35 \cdot 3) \cdot 1,65 = 2,6 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = 4,8 + 0,2 + 0,85 + 2,6 = 8,45 \text{ мин.}$$

«Время на организационно-техническое обслуживание

$$T_{об} = T_{оп} \cdot \frac{a}{100}. \quad (23)$$

где a – коэффициент» [15].

Перерыв

$$T_{от} = T_{оп} \cdot \frac{b}{100}. \quad (24)$$

где b – коэффициент.

По операциям 015 и 020

$$T_{об} = 9,78 \cdot \frac{6}{100} = 0,58 \text{ мин.}$$

$$T_{от} = 9,78 \cdot \frac{5}{100} = 0,49 \text{ мин.}$$

$$T_{об} = 8,45 \cdot \frac{6}{100} = 0,45 \text{ мин.}$$

$$T_{от} = 8,45 \cdot \frac{5}{100} = 0,43 \text{ мин.}$$

Общее время по операциям

$$T_{\text{шт}015} = 9,78 + 0,58 + 0,49 = 10,85 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}020} = 8,45 + 0,45 + 0,43 = 9,33 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время

$$T_{\text{шт-к}015} = \frac{20}{1417} + 10,85 = 10,86 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}020} = \frac{20}{1417} + 9,33 = 9,34 \text{ мин.}$$

Для шлифовальных переходов время уточняется в разделе по проектированию инструмента.

Выводы по разделу

В разделе разработана технология изготовления штока. Выбрана штамповка. Рассчитаны припуски, режимы резания и нормирование на выбранные операции. Разработана маршрутная технология. Выбраны станки и оснастка.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Проектирование приспособления

Наибольшие силы резания на токарных черновых переходах. При глубине резания в 5 мм возникают самые большие силы для которых необходимо рассчитать соответствующие силы закрепления.

Используется трех опорная схема [20].

Патрон с центром обеспечивает передачу усилия зажима и базирование по правому отверстию. Вращающийся центр дополняет схему до двойной направляющей. Люнет в центре служит для повышения жесткости всей заготовки (рисунок 9).

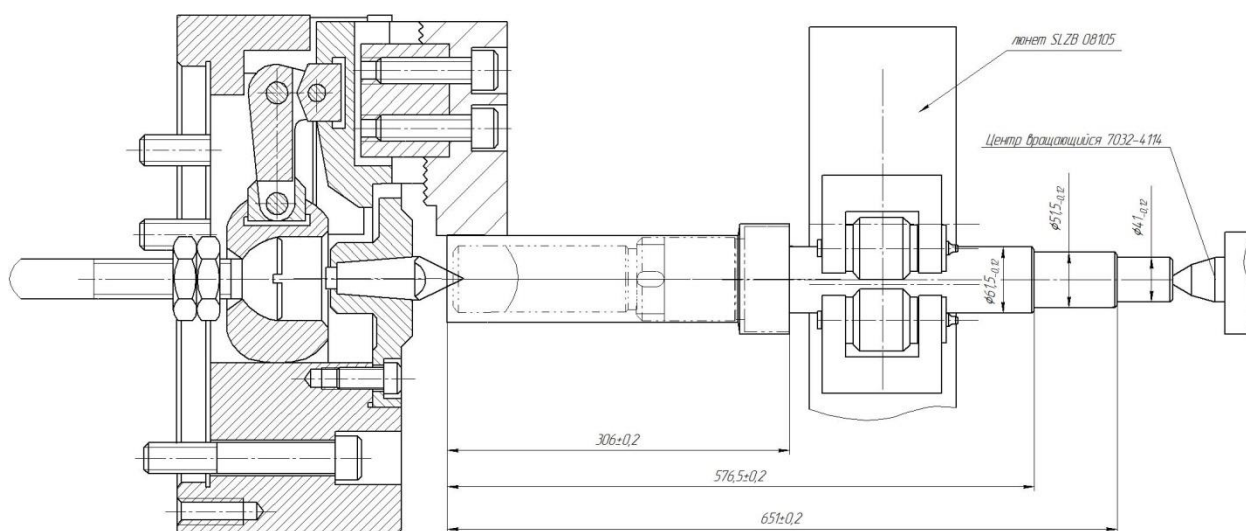


Рисунок 9 – Операционный эскиз 010 токарной операции

При действии сил резания осевая составляющая давит через центровые фаски на жесткий центр в крышке патрона. Сила трения в кулачках препятствует смещению в осевом направлении дополнительно. Это позволяет исключить данную составляющую из общего баланса сил резания для определения силы закрепления [21].

Вторая радиальная составляющая перераспределяется между тремя опорами. Патрон, люнет и центр в зависимости от положения зоны резания дают разные сочетания реакций опор, но сопротивление действию радиальной составляющей зависит от конструктивных параметров станочной оснастки, а не от силы закрепления (рисунок 10).

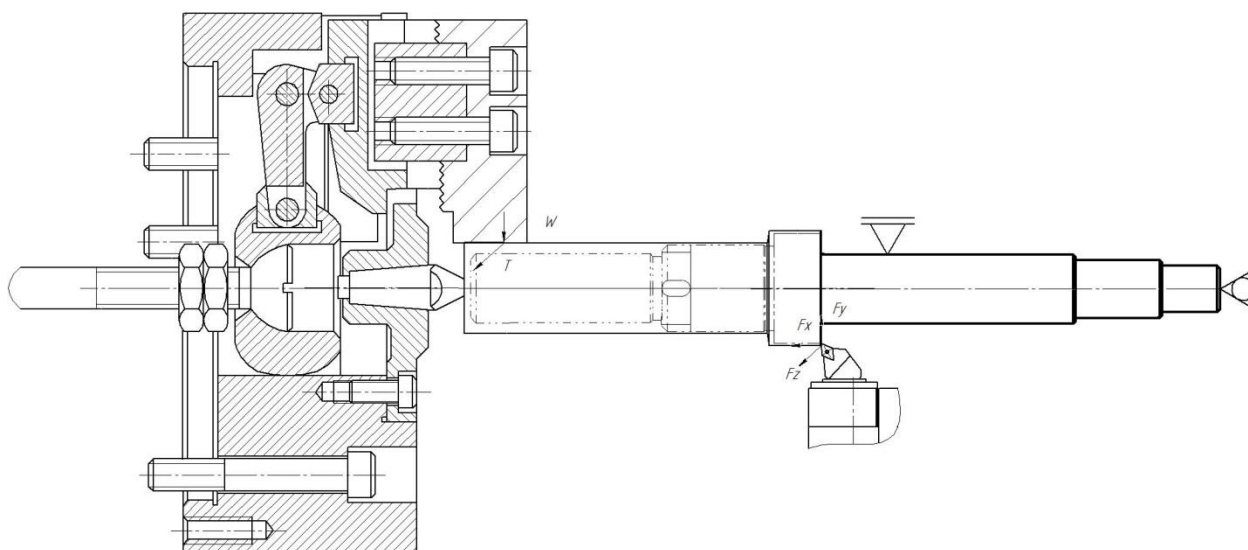


Рисунок 10 – Силы резания и закрепления

Остается тангенциальная составляющая силы резания F_z . Она прокручивает заготовку в кулачках патрона, поэтому именно для нее составляем уравнение статического равновесия моментов сил резания и закрепления.

С учетом размеров базовой поверхности и поверхности резания

$$W = \frac{k \cdot F_z \cdot d_1}{m \cdot f \cdot d_2}, \quad (25)$$

«где k – минимальный коэффициент;

F_z – тангенциальная сила резания, Н;

$d_{1,2}$ – диаметры резания и закрепления, м;

m – количество кулачков;

f – коэффициент трения» [14].

«Общий коэффициент надежности

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (26)$$

где k_0 – минимальный коэффициент;

k_1 – коэффициент от переменных сил резания;

k_2 – коэффициент для учета износа инструмента;

k_3 – коэффициент для непостоянного резания;

k_4 – коэффициент механизации зажима;

k_5 – коэффициент эргономичности;

k_6 – коэффициент для корпусных заготовок» [18].

После подстановки

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,28.$$

Принимаем по требованиям 2,5.

$$W = \frac{2,5 \cdot 1162 \cdot 0,05}{3 \cdot 0,25 \cdot 0,0395} = 4903 \text{ Н.}$$

Из-за трения данную силу увеличим

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (27)$$

«где W – расчетная сила, Н;

l_k – вылет кулачка W , м;

H_k – длина кулачка, м;

f_1 – коэффициент трения в корпусе патрона» [15].

Конструктивно приняв H_k равным 160 мм, а соответственно l_k 140 мм.

$$W_1 = \frac{4903}{1 - \left(\frac{140}{160} \cdot 0,15\right)} = 5636 \text{ Н.}$$

В данном случае используется рычажный патрон

$$Q = \frac{l_2 W}{l_1}, \quad (28)$$

где l_1 – малое плечо, мм;

l_2 – большое плечо, мм.

Отношение i_C по углу α клинового механизма равно 2,7.

$$Q = \frac{36 \cdot 5210}{100} = 2029 \text{ Н.}$$

Для данного усилия достаточно пневматического привода для которого рассчитаем диаметр поршня

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P \cdot \mu}}, \quad (29)$$

«где P – давление, МПа;

η - коэффициент полезного действия» [16].

Для пневматической сети давление 0,4 МПа. Поэтому

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2029}{0,97 \cdot 0,4}} = 81 \text{ мм.}$$

Стандартное значение 100 мм.

Погрешность патрона складывается из погрешностей изготовления и сопряжения элементов, которые связываю посадочное отверстие корпуса патрона под фланец и центр в крышке

$$\Delta_\varepsilon = \sqrt{\sum_{i=1}^n TA^2}, \quad (30)$$

где TA – допуски звеньев размерной цепи, мм.

Учитывая три элемента

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{0,01^2 + 0,008^2 + 0,01^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

С учетом допусков на операцию в 0,12 мм для диаметральных размеров полученная точность приспособления соответствует требованиям [1].

Патрон трех кулачковый самоцентрирующий поводковый используется на токарных операциях по изготовлению штока.

Он состоит из корпуса 6, который по конической посадочной поверхности присоединяется к фланцу токарного станка и винтами 20 крепится на нем. Внутри корпуса 6 по цилиндрическому отверстию перемещается втулка 15, которая имеет две сферические поверхности - внутреннюю и наружную. По внутренней поверхности она сопрягается со сферической головкой тяги 2, которая входит в пневматический узел привода зажима. Она соединяется со штоком 5 пневматического привода и гайкой 3 контрится в нем. Сам гидравлический привод 1 через фланцевую втулку 4 крепится винтами 23 на шпинделе. Две контрагайки 21 необходимы для ограничения хода втулки 15 при ее повороте на сферической головке тяги 2. В пазах втулки 15 располагаются опоры 14, в которых установлены оси 13. На них могут поворачиваться рычаги 10, которые на таких же осях 13 установлены в корпусе патрона 6. Еще одна опора 11 соединяется через ось 12 рычагом 10 и входит в контакт с постоянным кулачком 7. Он перемещается в радиальных пазах корпуса патрона 6. Через промежуточную вставку 9 на постоянном кулачке 7 закрепляется сменный кулачок 8 при помощи винтов 22. Для обеспечения универсальности патрона сменные кулачки 8 могут переустанавливаться на разные радиальные размеры при помощи рифленой поверхности. В центре корпуса патрона винтами 19 закрепляется крышка 17 внутри которой установлен жесткий центр 16, на который опирается заготовка штока.

Патрон работает следующим образом. После настройки сменных кулачков 8 на заданный размер поверхности путем фиксации в Т-образных пазах постоянных кулачков 7 при помощи проставки 9 происходит обработка заготовки. Для этого она упирается посадочным центровым отверстием в жесткие центра 16. Включается привод зажима и тяга 2 перемещается влево. Втулка 15 заставляет поворачиваться кулачки 10 по часовой стрелке. Промежуточные опоры 14 и 11 обеспечивают посадки в направляющих пазах. При этом происходит движение сменных кулачков 8 и постоянных кулачков 7 к центру заготовки.

При контакте втулки 15 по сферической головке тяги 2 происходит ее само установка в случае несоосности базовой поверхности заготовки штока и посадочных отверстий под центр 16. За счет этого происходит само установка кулачков по базовой поверхности и передача крутящего момента без нарушения базирования по центральному отверстию.

3.2 Проектирование инструмента

Для операции по формированию окончательных показателей по точности и шероховатости спроектируем обрабатывающий инструмент. Материал штока коррозионноустойчивый сплав, который имеет высокую вязкость и пластичность. Даже после термообработки эти характеристики приводят к формированию повышенной шероховатости при абразивной обработке. Для обеспечения высоких требований по шероховатости, выполним замену абразивной операции по круглому шлифованию шеек на поверхностное пластическое деформирование при помощи выглаживателя. Данный инструмент работает без снятия стружки за счет деформирования поверхностного слоя. Технологические режимы при этом аналогичные токарной операции по точению за исключением выбора глубины резания. В данном случае аналогом является величина натяга, которая приводит к проработке материала на заданную глубину. Она обеспечивается за счет

привода с заданным давлением рабочей среды. Это обеспечивает стабильность натяга по всей длине обрабатываемой поверхности.

Кроме этого необходимыми технологическими параметрами при выглаживании являются величина скорости обработки и подача.

Для экономического сравнения необходимо определить режимы обработки и нормы времени по шлифованию на аналогичные операции. По справочнику выберем для заданной глубины резания 0,3 мм, величину подачи с учетом размеров шлифовального круга по ширине 50 мм. Она будет равна 15 мм/об. Скорость резания стандартная 30 м/с. Величина подачи на ход равна для чистового перехода 5 мкм, что при глубине резания в 0,3 мм делает необходимым осуществление 30 проходов с подачей на каждый ход.

С учетом выбранных параметров время обработки основной на круглошлифовальной операции равно

$$t_0 = \frac{2L}{n_3 \cdot S_{\text{пр}}} \cdot \left(\frac{Z}{t}\right) \cdot k, \quad (31)$$

где L - длина продольного хода стола, мм;

$L = 1 - (0,4 \dots 0,5)B_k$ - шлифование в упор;

n_3 - частота вращения заготовки, об/мин;

$S_{\text{пр}}$ - продольная подача на один оборот заготовки, мм/об;

Z - припуск на сторону, мм;

t - глубина шлифования, мм (радиальная подача на двойной ход круга);

k - коэффициент выхаживания: $k=1,5$ - для окончательного шлифования.

При длине шеек 610 мм, скорости вращения заготовки 190 об/мин (40 м/мин) время обработки равно

$$t_0 = \frac{2 \cdot 610}{95 \cdot 15} \cdot \left(\frac{0,15}{0,005}\right) \cdot 1,5 = 38,6 \text{ мин.}$$

С учетом 2,6 мин на вспомогательное время, 2,4 мин на отдых и обслуживание суммарное время равно 43,5 мин.

Для выглаживания основное время рассчитывается аналогично времени для токарных переходов.

Применим наконечник АСБ-1 радиусом 2 мм с усилием 150 Н, подача 0,1 мм/об, скорость обработки 120 м/мин. Обороты при этом составят 510 об/мин. После подстановки выбранных режимов выглаживания

$$T_0 = \frac{610}{510 \cdot 0,1} = 11,9 \text{ мин.}$$

С учетом 1,4 мин на вспомогательное время, 1,5 мин на отдых и обслуживание суммарное время равно 14,8 мин.

Как видно, время обработки при использовании поверхностного пластического деформирования значительно сократилось по сравнению с круглым шлифованием.

Выглаживатель содержит отдельный привод, который создает необходимое усилие на тяге и крепится по фланцевым частям корпуса 5. В корпусе 5 в центральном отверстии перемещается плунжер 3 и 6 в кольцевых проточках которых размещаются уплотнительные элементы для исключения попадания грязи в направляющие отверстия. Плунжеры 3 и 6 формируют замкнутую полость, в которую подается рабочая среда под давлением через штуцер 2. В плунжер 6 упирается подвижная гайка 7 через муфту. Передаточный механизм контактирует с втулкой 9 напрессованной на выходной шток шагового привода. Плунжер 3 через сферическую опорную поверхность передает осевое усилие на корпус выглаживателя 8, который винтом 11 закрепляется на выходном конце инструмента. Для исключения поворота плунжера 3 в корпусе 5 используется направляющей винт 12, который при перемещении своей головкой в продольным пазу исключает поворот плунжера 3.

Инструмент работает следующим образом. Корпус 5 по своей установочной поверхности помещается в резцедержатель станка. Под

заданным давлением через штуцер 2 в рабочую полость между плунжером и 3 и 6 подается рабочая среда. Винт 12 ограничивает перемещение головки выглаживателя в осевом направлении. Перед началом работы инструмент перемещается в заданное положение на соответствующее расстояние в радиальном направлении от технологической базы. При обработке из-за переменных условий (размера деталей, свойств материала, состояния выглаживается) будут происходить изменения натяга. Для их стабилизации привод 1 включает поворот во втулке 9, которая за счет осевой подачи перемещает плунжер 6 в заданном направлении, ослабляя или усиливая давление в замкнутой рабочей полости корпуса 5. Это приводит к изменению натяга.

Усилие на штоке обеспечивается применением шагового двигателя фирмы “НПФ Электропривод” модель FL86STH65 – 2808A с максимально возможным крутящим моментом $M_{кр} = 3400 \text{ Н} \times \text{мм}$.

Выводы по разделу

В разделе разработан патрон и предложена конструкция выглаживателя, как замена шлифовальной операции.

4 Экологичность и безопасность проекта

В разделе по методике [4] разрабатываются меры по обеспечению условий труда и экологичности.

Предмет производства – шток из коррозионно-стойкого сплава. Заготовка штока получается штамповкой. На фрезерно-центровальной операции используется фрезерно-центровальный полуавтомат МР72. На токарной операции - токарный центр ЛТ-30. На шпоночно-фрезерной операции - вертикально-фрезерный станок 6А59. На термической операции проводится закалка в печи. На центрошлифовальной операции на внутришлифовальном станке высокой точности К228А проводится правка центровых отверстий. Затем торцекрылошлифовальная операция на станке 3Т160 и круглошлифовальная на круглошлифовальном станке 3М151Ф2. Охлаждение эмульсолом.

Список возможных опасных, вредных факторов на участке по обработке штока включает электрическое оборудование (напряжение на участке 380 В), что может привести к поражению электрическим током, а также вызвать возгорание.

Меры по снижению опасного воздействия включают использование защитного заземления и изоляции с регулярной проверкой проводки и устройств на исправность.

Работа на станках всех типов может привести к травмам от перемещающихся частей оборудования.

На операциях используется ограничение доступа к электроустановкам, а также к подвижным элементам станков и в рабочую зону. Используются защитные кожухи и экраны.

В качестве организационных мер используется обучение рабочих правилам безопасной работы на станках.

Для станков предусматривается организационное обслуживание, которое направлено в том числе на регулярную проверку на исправность.

Печь и ванна для термообработки являются источником высоких температур, что может привести к ожогам, травмам, вредному влиянию на слизистые поверхности и органы дыхания.

На термическом участке необходимо использование термостойких перчаток и одежды и установка защитных экранов вокруг печей и ванн. Для снижения температуры воздуха организуется приточно-вытяжная вентиляция с кондиционированием воздуха.

Эмульсия для охлаждения зоны резания содержит химические вещества, способные вызвать раздражение кожи или аллергическую реакцию, а при нагреве создает токсичные испарения.

Главное условие – исключить контакт с ней. Для этого обязательно использование защитной одежды и перчаток, закрытая рабочая зона и местная вентиляция. Сама эмульсия при использовании фильтруется и охлаждается.

Использование острого инструмента, заусенцы заготовок могут привести к травмам. Использование контрольно-измерительных приборов может также привести к порезам от острых краев.

Для исключения таких травм должны использоваться защитные очки и перчатки. Обязательно регулярная проверка и обучение работников правилам безопасной работы, особенно на опасном оборудовании.

Все мероприятия по снижению опасного и вредного влияния разных факторов делятся на технические и организационные.

Технические меры включают использование защитных устройств, ограждений, экранов и изоляций. Также к ним можно отнести правильную установку оборудования (виброизоляционные опоры), балансировка быстровращающихся элементов технологических систем. Также облицовка шумопоглощающим покрытием для снижения уровня шума. Организация воздухообмена с общей и местной вентиляцией. Организация систем освещения (комбинированное естественно-искусственное, а также и местное и локальное непосредственно на рабочих местах).

Организационные меры включают в себя разработку и следование инструкциям по безопасности, проведение регулярных медицинских осмотров.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) на производственном участке с металлорежущими станками включают для защиты глаз от попадания металлической стружки, пыли и других частиц защитные очки или лицевые щитки. Для защиты слуха от шума, создаваемого производственным оборудованием, используются наушники или беруши.

Перчатки обеспечивают защиту рук от порезов и ссадин, а также от воздействия химических веществ, используемых при очистке и смазке оборудования.

Спецодежда включает в себя комбинезон, куртку, брюки и фартуки.

Защитная обувь обеспечивает защиту ног от падающих предметов и скольжения на мокром полу, а также электроизоляцию.

Класс пожарной опасности механо-сборочного производства зависит от типа обрабатываемых материалов, используемого оборудования, наличие легковоспламеняющихся веществ. Механо-сборочный цех для обработки штока относится к классу пожарной опасности от В.

Факторы, которые приводят к пожару, включают наличие горючих материалов и веществ (пластмассы, масла, краски и другие). Существует возможность образования искр при обработке штока. Причиной пожара также является нарушение правил хранения и обращения с легковоспламеняющимися веществами, неисправность электрооборудования, которая приводит к короткому замыканию. Также пожар может возникать из-за несоблюдения правил пожарной безопасности работниками.

Комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности в механо-сборочном производстве включает организационную часть. Это разработка и внедрение плана эвакуации и инструкций по действиям в случае пожара, а также обучение персонала правилам пожарной безопасности и регулярные тренировки по эвакуации.

Технические меры обеспечиваются установкой автоматических систем пожаротушения, пожарной сигнализации и дымоудаления с их регулярной проверкой. Также необходимо оснащение помещений огнетушителями и другими средствами пожаротушения.

Для защиты окружающей проводится установка фильтров на вентиляционные системы для улавливания пыли и вредных газов, использование технологий, снижающих выбросы вредных веществ в атмосферу, таких как каталитические нейтрализаторы или системы очистки газов. Дополнительно организуется мониторинг качества воздуха и уровня шума в рабочей зоне.

Для переработки твердых отходов необходимо внедрение системы сортировки отходов для облегчения их дальнейшей переработки или утилизации. Для этого выполняется установка контейнеров для отдельного сбора отходов, таких как пластик, стекло, бумага и металл.

Дополнительно могут использоваться технологии для уменьшения объема отходов, в виде прессования или брикетирования.

Для жидких отходов предусмотрена установка систем очистки сточных вод для удаления вредных примесей перед сбросом в канализацию. Дополнительно используется замкнутая система охлаждения, чтобы избежать загрязнения воды. Для отработанных масел и других токсичных жидкостей (эмульсий) проводится организация сбора и утилизации.

Выводы по разделу

В данном разделе на основе анализа вредных факторов при производстве штока привода зажима предлагается комплекс мер для снижения их вредного влияния на работников. В комплексе предусмотренные мероприятия могут снизить негативное воздействие планируемого производства на окружающую среду.

5 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления детали «шток привода зажима». Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований [6].

Для этого, сначала даем краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 11).

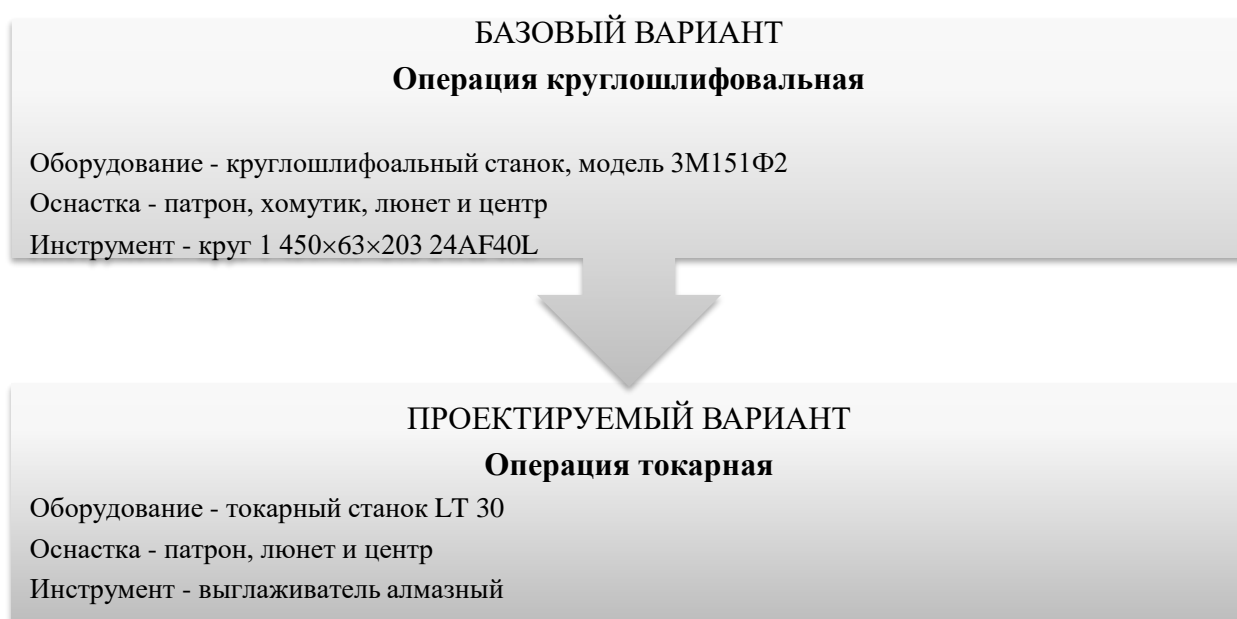


Рисунок 11 – Краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений

Как видно из рисунка 11, благодаря внесенным изменениям удалось достичь уменьшения трудоемкости выполнения данной операции. Эти изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали «шток привода зажима» на 28,7 минуты.

На основе описанных изменений, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 12.

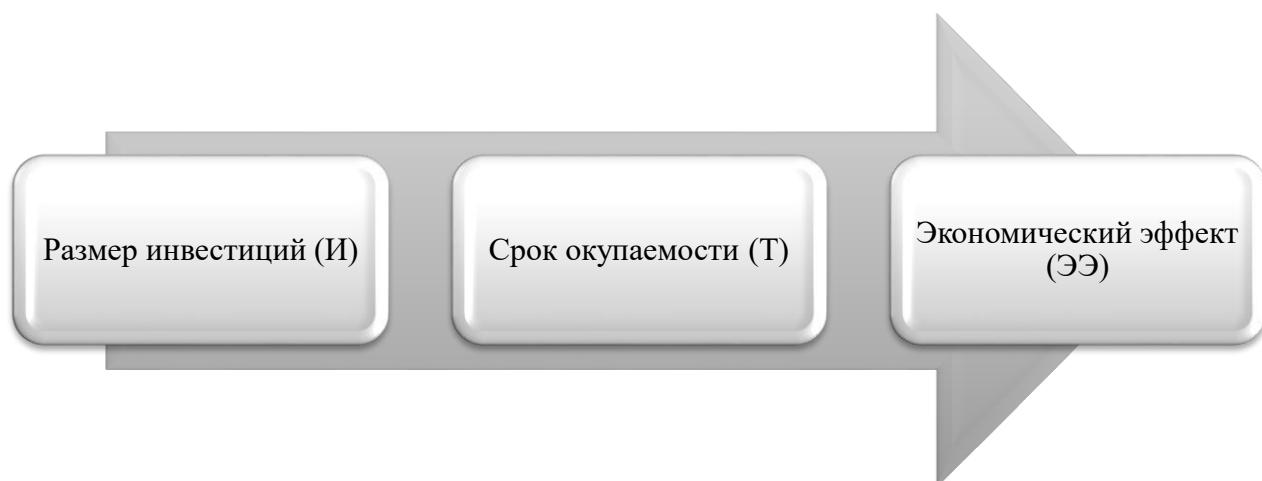


Рисунок 12 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 12, 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 13.

Как видно из рисунка 13, самую весомую долю в инвестициях занимают затраты в оборудование ($K_{ОБ}$), которые учитывают его доставку, монтаж и необходимые транспортные средства для его работы. Их доля в общем размере инвестиций составит 68,8 %, это обосновывается тем, что оборудование всегда будет затратной статьей, т.к. это основа всего технологического процесса. Далее по величине, следуют затраты на оснастку и инструмент ($K_{ОИ}$), которые составляют 24,06 % от размера всех инвестиций. Это связано с тем, в технологическом процессе применяется алмазный выглаживатель, который имеет высокую покупную стоимость. Все остальные статьи затрат такой весомости в размере инвестиций не имеют, но малыми долями его увеличивают. Доля остальных затрат изменяется от 0,94 % до 3,31 %.

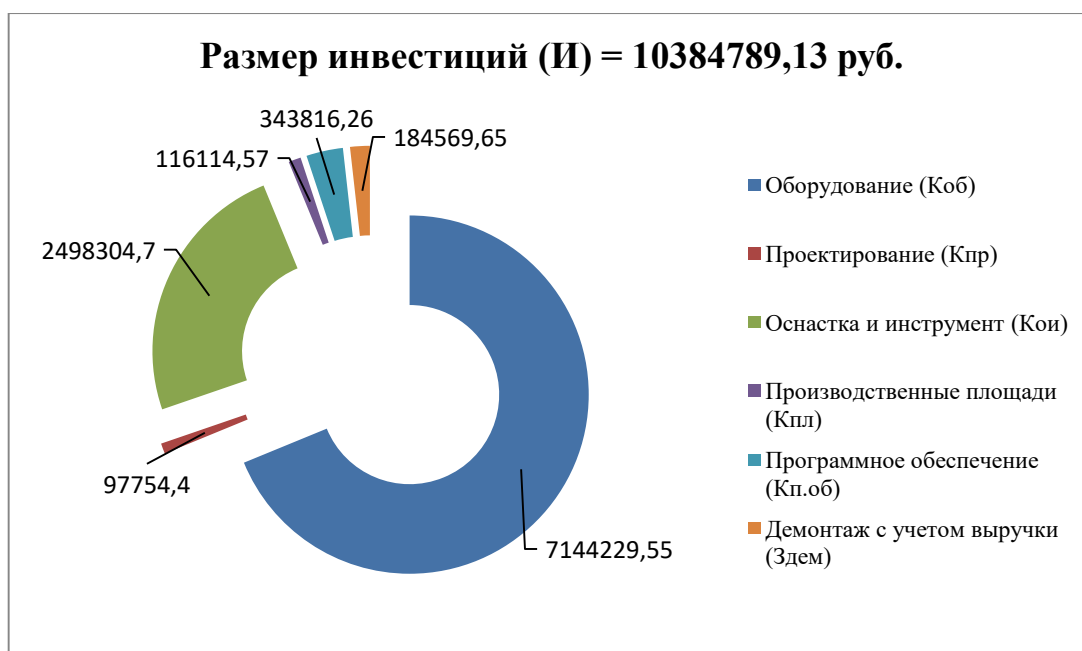


Рисунок 13 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Значения срока окупаемости можно рассчитать по формуле (31), а экономический эффект определяется по формуле (32). Формулы и название условных обозначений этих показателей представлены в таблице 2.

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
1	2	3
Срок окупаемости	$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} \quad (31)$ $T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_{Г'} \cdot (1 - K_{НАЛ})} \quad (32)$	<p>где «$П_{ЧИСТ}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.;</p> <p>C_1 и C_2 – себестоимость изготовления до и после совершенствования, соответственно, руб.;</p> <p>$K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [экон. мет.]</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Экономический эффект	$\text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - И \quad (33)$	где « E – процентная ставка на капитал; t – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета» [6]

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 ($P_r = 15000$ шт.), рассчитаем срок окупаемости и экономический эффект.

$$T = \frac{10384789,13}{(2178,26 - 600,67) \cdot 15000 \cdot (1 - 0,2)} = 0,549 = 1 \text{ год.}$$

$$\text{ЭЭ} = \left(18931080 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,2)^1} \right) \right) - 10384789,13 = 1369922,11 \text{ руб.}$$

Вывод по разделу

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 1369922,11 руб. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

Заключение

Разработана технология изготовления штока привода зажима массой 29 кг из нержавеющей стали 08X17H5M3 в количестве 15000 деталей в год. Технология выполнена с учетом всех необходимых стандартов качества и безопасности производства. Предложенные изменения по шлифовальной операции на выглаживание обоснованы по экономической эффективности.

Технология включает в себя процессы штамповки, обработки на станках с ЧПУ (токарная, фрезерная, шлифовальная), термической обработки. Все операционные этапы технологии, а также финишный этап изготовления штока привода зажима сопровождаются контролем параметров заготовки и детали. Выбранные технологические переходы осуществляются с применением современного оборудования с ЧПУ. Лимитирующие шлифовальные переходы усовершенствованы с применением передовых технологических решений в конструировании инструмента.

Конструкторская разработка направлена на усовершенствование поводкового патрона и выглаживателя с измененной рабочей частью с целью повышения эффективности обработки материала и улучшения качества обработки поверхности. Уменьшение времени и затрат на обработку на отделочных переходах, а также увеличение срока службы инструмента приводит к экономическому эффекту. Меры безопасности включают в себя проведение обязательного технического обслуживания станков и оснащения, обучение персонала правилам безопасной работы с новым инструментом. В результате усовершенствования поводкового патрона и выглаживателя ожидается улучшение процесса обработки, снижение затрат на производство и повышение безопасности труда. Разработанная технология позволяет обеспечить необходимое качество продукции и снизить издержки производства и повысить производительность.

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

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. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

20. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

21. Pahl G. Design for Minimum Cost. In: Engineering Design/ Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote KH. Springer: London. 2007. – p. 156

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.	Взам.	Площ.											2	1	
Разраб.			Шток										010		
Проверил													МЗ		
Утвердил													КОИД		
Н. контр.													010		
Наименование операции			Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		
Токарная с ЧПУ			08Х17Н13М2Т ГОСТ 5632-7		кг		28,5		100x700		33,5		1		
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		То		Тв		Т лз.		Тшт.		СОЖ		
Токарный станок LT30					7,47		2,31		25		10,86				
Р			ПИ		D или B		L		t		i		s n v		
T01	Патрон 7102-0060 ГОСТ 24351-80														
T02	Люнет двух рычажный														
T03	Центр 7032-0021 ГОСТ 13214-79														
O04	1. Установить деталь														
O05	2. Точить заготовку														
T06	PCLNL 2525M16 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82														
P07	- 96 600 2 2 0,5 352 106														
O08	3. Переустановить и закрепить заготовку														
O09	4. Точить заготовку														
T10	PCLNL 2525M16 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82														
P11	- 75 300 2 3 0,5 352 106														
O12	5. Снять деталь														
13															
OK	Операционная карта														5

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.	Взам.	Плол.											2	1						
Разраб.	Проверил	Утвердил	Шток										МЗ	КОИД						
Н. контр.	Наименование операции										МД	МЗ	040							
Точарная с ЧПУ			Материал										ТВ	МЗ						
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы										ТВ	МЗ						
Токарный станок LT30			Профиль и размеры										ТВ	МЗ						
			100x700										ТВ	МЗ						
			СОЖ										ТВ	МЗ						
			2,5										ТВ	МЗ						
			0,81										ТВ	МЗ						
			1,2										ТВ	МЗ						
			20										ТВ	МЗ						
			28,5										ТВ	МЗ						
			ПИ										ТВ	МЗ						
			L										ТВ	МЗ						
			s										ТВ	МЗ						
			n										ТВ	МЗ						
			v										ТВ	МЗ						
T01	Патрон 7102-0060 ГОСТ 24351-80																			
T02	Люнет двух рычажный																			
T03	Центр 7032-0021 ГОСТ 13214-79																			
O04	1. Установить деталь																			
O05	2. Обработать окончательно заготовку																			
T06	Выглаживатель 24.ВКР.ОТМП.133.75.00.000.СБ																			
P07													60	250	1	1	0,8	819	180	
O08	3. Переустановить и закрепить заготовку																			
O09	4. Обработать окончательно заготовку																			
T10	Выглаживатель 24.ВКР.ОТМП.133.75.00.000.СБ																			
P11													-	75	450	1	1	0,5	352	106
O12	5. Снять деталь																			
13																				
OK	Операционная карта																			
																				5

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Форма										
				</						

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Форме										
Дуол.										
Взам.										
Т годл.										
									4	
									040	
<p>The drawing shows two views of a shaft with several sections. Key dimensions include a diameter of $\phi 50_{-0.025}^{+0.020}$ for the top section, a diameter of $\phi 60_{-0.025}^{+0.020}$ for the middle section, a length of 639^* for the main shaft, and a total length of 722^*. Surface finish requirements are indicated as $Ra 0.025$ and $Ra 0.63$. The shaft has various diameters, chamfered ends, and a central hole in the middle section.</p>										
КЭ	Карта эскизов									

Приложение Б
Спецификация патрона

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<i>Документация</i>		
A1				24.ВКР.ОТМП.133.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж.		
					<i>Сборочные единицы</i>		
		1		24.ВКР.ОТМП.133.65.01.000	Муфта	1	
					<i>Детали</i>		
		2		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.002.	Шток	1	
		3		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.003.	Гайка	1	
		4		20.ВКР.ОТМП.772.65.00.004.	Фланец	1	
		5		20.ВКР.ОТМП.772.65.00.005.	Переходник	1	
		5		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.006.	Корпус	1	
		6		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.007.	Кулачки постоянные	3	
		7		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.008.	Кулачки сменные	3	
		8		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.009.	Шпонка	3	
		10		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.010.	Рычаг	3	
		11		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.011.	Кулак	3	
		12		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.012.	Ось	3	
		13		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.013.	Ось	6	
		14		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.014.	Вставка	3	
		15		24.ВКР.ОТМП.133.65.00.015.	Центровик	1	
				24.ВКР.ОТМП.133.65.00.000.СП			
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработчик		Карякина Д.А.				Лист	Листов
Проектировщик		Расторгуев Д.А.				1	2
Н.контр. Удб.		Расторгуев Д.А. Логинов Н.Ю.				ТГУ, ИМ, ТМдп-1901а	
Патрон							

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Имя, № листа Лист и дата
 Имя, № докум. № листа, № докум. Лист и дата

Приложение В

Спецификация выглаживателя

Таблица В.1 – Спецификация инструмента

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Имя, № листа Взам инв. № Подп. и дата Имя, № докум. Подп. и дата	Перв. элемент			Формат	Зона	Поз.	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	Кол.	<i>Приме-чание</i>		
								<i>Документация</i>				
				A2			<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.00.000.СБ</i>	<i>Резец выглаживатель. Сборочный чертеж</i>				
								<i>Сборочные единицы</i>				
					1		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.01.000</i>	<i>Шаговый двигатель</i>	1			
					2		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.02.000</i>	<i>Датчик давления</i>	1			
								<i>Детали</i>				
					3		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.00.003</i>	<i>Поршень</i>	1			
					4		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.00.004.</i>	<i>Корпус</i>	1			
					5		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.00.005</i>	<i>Державка</i>	1			
				4		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.00.006</i>	<i>Поршень</i>	1				
				5		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.00.007</i>	<i>Гайка шлицевая</i>	1				
				6		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.00.008</i>	<i>Выглаживающая головка</i>	1				
				7		<i>24.ВКР.ОТМП.133.75.00.009</i>	<i>Шлицевая втулка</i>	1				
							<i>Стандартные изделия</i>					
				8			<i>Винт М5 х5-6а 35Х.01 ГОСТ Р 11738-84</i>	4				
			24.ВКР.ОТМП.133.75.00.000.СП									
			Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Выглаживатель			Лит.	Лист	Листов
			Разраб.	Карюкина Д.А.						1	2	
			Проб.	Распоргцев Д.А.								
			И.контр.	Распоргцев Д.А.						ТГУ, ИМ. ТМбп-1901а		
			Учб.	Логинав Н.Ю.			Формат А4					
			Не для коммерческого использования				Копировал			Формат А4		

