

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)

на тему Технологический процесс изготовления инструментальной втулки

Обучающийся	К.В. Стребков	
	(Инициалы Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	к.т.н., 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)	

Аннотация

Работа направлена на совершенствование типового технологического процесса обработки инструментальной втулки. Разработка технологии изготовления направляющей втулки из стали 40ХН включает анализ исходных данных, где с учетом назначения втулки, особенностей условий ее эксплуатации проверено соответствие технических требований этим условиям. Анализ технологичности выявил особенности конструкции втулки, которые приводят к дополнительным затратам на инструмент и ограничивают виды возможных заготовок. Определен тип производства для 15000 деталей в год – среднесерийный. С учетом этого после сравнения вариантов выбрана штамповка. Критерием выбора заготовки является обеспечение минимального расхода материала. Определены требования к точности и качеству штамповки на ГКШП. Выбраны переходы по каждой поверхности. С учетом анализа типового технологического процесса решено выбрать станок для повышения концентрации переходов, что позволило снизить время и повысить точность за счет сокращения переустановок. Выбор технологических баз обеспечивает снижение технологических допусков путем совмещения баз. Разработка технологического маршрута базируется на типовом процессе и отличается от него сокращением операций за счет выбора параллельно-последовательной обработки на первом этапе технологического процесса.

Выбор методов обработки определяется конфигурацией заготовки и выбранными станками. Концентрация переходов дает возможность реализовать параллельно-последовательную обработку.

Требования к точности и качеству поверхности втулки определяют состав выбранных переходов. Затраты на эти переходы определяют технологическую стоимость, определенную в последнем разделе. Она снижается в связи с повышением производительности за счет изменения конструкции инструмента.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Служебное назначение и условие работы детали	7
1.2 Систематизация поверхностей	7
1.3 Анализ технологичности.....	10
1.4 Формулировка задач.....	13
2 Технологическая часть работы	14
2.1 Выбор типа производства	14
2.2 Обоснование выбора получения заготовки	14
2.3 Разработка технологического маршрута.....	22
2.4 Определение припусков.....	29
2.5 Выбор средств оснащения	31
2.6 Определение режимов резания	36
2.7 Расчет норм времени	38
3 Проектирование средств оснащения.....	41
3.1 Сбор исходных данных	41
3.2 Расчет сил резания	42
3.3 Расчет усилия зажима.....	42
3.4 Расчет зажимного механизма	43
3.5 Описание конструкции приспособления.....	44
3.6 Проектирование режущего инструмента	46
4 Экологичность и безопасность проекта.....	48
5 Экономическая эффективность работы	53
Заключение	57
Список используемых источников.....	59
Приложение А Технологические карты	63
Приложение Б Спецификация приспособления	66
Приложение В Спецификация инструмента	68

Введение

Для обеспечения конкурентоспособности машиностроительных предприятий все более широкое применение находят различные способы механизации и автоматизации процессов, которые реализуются в рамках производственной деятельности. Автоматизация охватывает все области работ, которые связаны с производством продукции. Это автоматизации управленческой, финансовой, материально-снабженческой, проектной деятельности. Но основная выгода от автоматизации обеспечивается непосредственно в производственных подразделениях.

Автоматизация и механизация связана с использованием прогрессивных средств производства, оснащенных системами управления, комплексами автоматизированного контроля. В первую очередь, это относится к технологическому оборудованию, которое имеет системы управления. Если говорить про обрабатывающие производства, это станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Для того, чтобы получить наибольшее преимущество от работы на данном оборудовании, необходимо дополнительно автоматизировать ряд вспомогательных работ, связанных с обеспечением рабочих мест соответствующим станочным оснащением и автоматической транспортировкой заготовок на рабочее место. Такая интеграция транспортных и технологических действий достигается в рамках гибких производственных ячеек, модулей, участков и цехов.

Любой технологический процесс, включая автоматизированный, заключается в выполнении определенной последовательности операций, каждая из которых привязана к конкретному рабочему месту. Если проводить передачу заготовок от операции к операции максимально быстро, не производственные транспортные потери будут сведены к минимуму. Это достигается использованием транспортных конвейерных систем, автоматизированных погрузчиков, манипуляторов. Для

оперативной установки заготовки на станок необходимо оснастить каждый из них соответствующим манипулятором. Он должен переместить заготовку с транспортной линии на рабочий стол станка или установить ее в станочное приспособление. Одним из основных вспомогательных переходов является установка-зажим и разжим-съем заготовки со станка. Выполнение данных переходов вручную является нерациональным по многим причинам. Это снижение точности из-за нестабильности силы зажима. Это значительно увеличивающееся время выполнения данного этапа операции. Поэтому использования механизированных систем для манипуляции заготовками является обязательным условием комплексной автоматизация технологического процесса.

Другой особенностью такого производства является концентрация технологических переходов выполняемых на одном станке. Это связано с концепцией проектирования современного оборудования, которое оснащается многопозиционными инструментальными головками, а также может оснащаться дополнительными инструментальными магазинами.

Смена инструмента также происходит в автоматическом режиме с использованием своего специализированного инструментального манипулятора, который изначально встроен в конструкцию станка. Это дает возможность оперативно заменять инструмент для выполнения технологически разнообразных переходов, проводить их замену по мере выработки инструментом ресурса и потери его режущей способности. Ответственной деталью таких элементов является корпус для установки инструмента. Для автоматического зажима используют механизм типа цанговых или кулачковых захватов. Могут применяться эксцентриковые зажимы. Как правило приводом является пневматический или гидравлический привод. Функционирование данного механизма определяется качеством изготовления и сборки поршневой группы, которая перемещается по направляющему зеркалу цилиндра. Обеспечение необходимого конструкторского зазора и его сохранение в ходе

эксплуатации является одним из критериев оценки качества работы данного узла. Это приводит к необходимости обращать особое внимание на качество проектирования деталей, входящих в такой узел и технологию их изготовления. Кроме указанных особенностей, есть необходимость выполнения главной функцией этой детали - базирование и закрепление инструмента. Если не будет координации между собой по расположению поверхностей, которые определяют положение самого узла в шпинделе или в суппорте, и поверхностей, которые задают положение инструменту,, качественно выполнить свое назначение такая деталь не сможет.. С учетом этого в работе рассматривается технологический процесс изготовления инструментальной втулки, которая служит для базирования инструмента при помощи механизированного зажима, который осуществляет фиксацию инструмента в нем.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение и условие работы детали

Инструментальная втулка является элементом зажимного приспособления для установки режущего инструмента на автоматизированном станке. Втулка закрепляется на посадочном отверстии рабочего органа станка, где крепится по фланцу при помощи винтов. На закрытом торце втулки устанавливаются штуцеры для подачи рабочего давления воздуха во встроенный пневмоцилиндр. За счет этого происходит автоматическое закрепление режущего инструмента, установленного в посадочном конусе переходной втулки, которая фиксируется в ступенчатом отверстии с закреплением при помощи гайки по наружной резьбе втулки.

Инструмент закрепляется и раскрепляется в зависимости от положения штока, который перемещается внутри направляющего отверстия. Инструмент позиционируется точно по своей наружной посадочной шейке в установочной втулке. Для точного позиционирования инструмента относительно инструментального шпинделя на базовые поверхности втулки назначаются высокие требования по их относительному отклонению от соосности.

1.2 Систематизация поверхностей

Деталь изготавливается из низколегированной стали 40ХН. С учетом условий эксплуатации, где деталь испытывает значительные контактные нагрузки и силы трения, требуется высокая твердость. Набор физико-механических свойств стали 40ХН обеспечит заданные эксплуатационные требования втулки.

Деталь является ответственной, работает в условиях значительных статических и динамических нагрузок со стороны инструмента, установленного в ней. Это предъявляет к ней определенный минимальный уровень необходимых физико-механических свойств по прочности (не менее 750 МПа) и твердости (не менее HB 220).

Анализ чертежа детали включает проверку соответствия технических требований чертежа выявленным служебным функциям поверхностей. Главные оценочные параметры: требования к шероховатости поверхностей и допуски на соединительные размеры.

Необходимые технические требования на размеры инструментальной втулки по 6 качеству вытекают из заданных эксплуатационных требований по точности центрирования самой втулки, инструмента и системы его зажима. Требования к инструментальной оснастке станка, где используется деталь, определяют параметры жесткости конструкции, изнosoустойчивости рабочих поверхностей, надежности работы в целом данного узла. Соответствующие технические требования на размеры и шероховатости показаны на чертеже детали.

Для классификации поверхностей используется нумерация, показанная на рисунке 1. В соответствии со служебным назначением посадочная шейка 9 и прилегающая опорная плоская поверхность 2 являются основными конструкторскими базами. Для них задано отдельное техническое требование по точности расположения: отклонение от взаимной перпендикулярности.

Центральное направляющее отверстие 14, посадочное отверстие 12, боковая поверхность 11 являются вспомогательными конструкторскими базами. Они же, вместе с отверстием для подачи рабочего давления сжатого воздуха 15,16,17,18 и боковыми отверстиями под штуцера 19 и 20 являются исполнительными поверхностями.

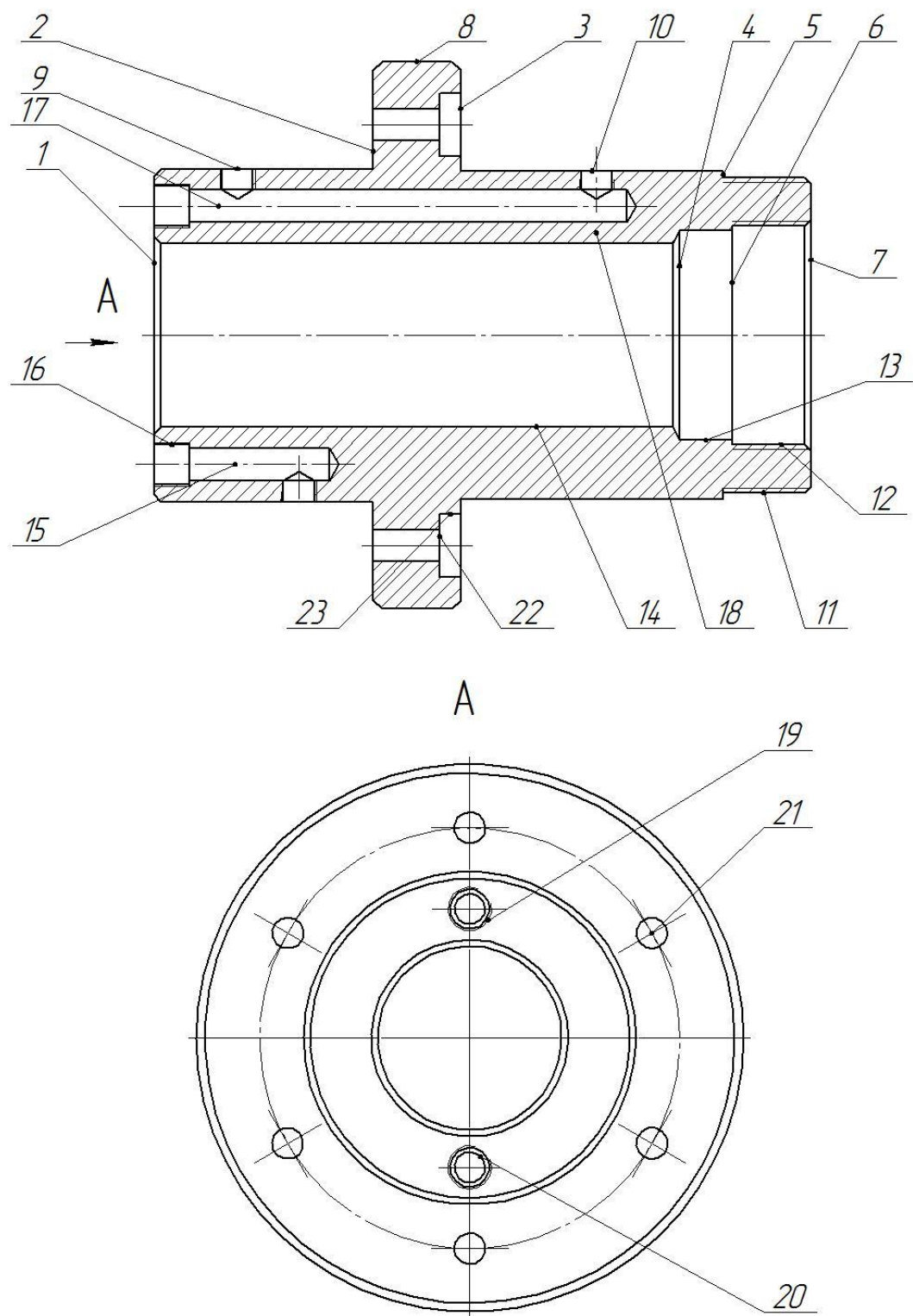


Рисунок 1- Эскиз детали

Вспомогательными конструкторскими базами являются ступенчатые отверстия под крепление инструмента 21 22 и 23, а также резьбовые поверхности под штуцера. Остальные поверхности являются свободными.

Уровень точности по основным и вспомогательным конструкторским базам по 6 качеству.

Фаски необходимы для обеспечения собираемости детали, а также для предохранения соединяемых деталей от повреждения острыми кромками.

С точки зрения технологичности оценим инструментальную втулку по конструктивным параметрам как среднюю.

1.3 Анализ технологичности

Материал втулки сталь 40ХН (таблица 1) является низколегированной сталью. Содержание углерода обеспечивает высокие прочностные свойства по статическим нагрузкам, но хуже воспринимает динамические нагрузки.

Таблица 1 - Химический состав стали, %

Углерод	Фосфор	Хром	Никель	Кремний	Сера
0,39-0,42	0-0,04	0,9-1,1	0,7-0,9	0,2-0,52	0-0,045

Добавление хрома и никеля повышают ее коррозионную стойкость, а также твердость и прочность без снижения пластичности. По данным свойствам обеспечиваются заданные параметры после термообработки – закалки с отпуском.

По обрабатываемости материал относится к группе нормальных сталей. Размеры и масса втулки средние.

Установка и снятие заготовки со станка обеспечивается, в том числе для автоматизированных устройств за счет простой формы.

Доступ инструмента в основном обеспечивается, так же как и для контрольно-измерительных средств. Вопросы унификации и

стандартизации выполнения конструктивных элементов также решены. Все они имеют типовые размеры.

На втулке имеется несколько конструктивных элементов, которые будут представлять проблему при обработке. На фланце детали выполнена система крепежных ступенчатых отверстий. Расширенная часть этих отверстий должна обеспечиваться или растачиванием или цекованием. Но расположение параллельно на близком расстоянии от наружной цилиндрической поверхности этих отверстия приводит к необходимости использования инструмента со значительным вылетом. Это ведет к снижению жесткости инструментальной системы и возможным проблемам при обработке в виде значительных уводов и вибраций.

Сверление основных крепежных отверстий также является проблематичным из-за большого вылета инструмента, что при малом диаметре этих отверстий приводит к тем же самым проблемам, что и при цековании.

Для подачи давление в поршневую часть используются отверстия для подачи воздуха. Одно из них короткое, другое - длинное. Длинное отверстие является по критерию отношение длины к диаметру глубоким. Требуется использование специализированного режущего инструмента.

Кроме этого для выхода давление в поршневой области используются радиальные отверстия. Их обработка ведется с входом инструмента по цилиндрической поверхности. Это требует использование кондуктора для фиксации инструмента при сверлении или использование дополнительного перехода для зацентровки перед основным сверлением.

Боковая поверхность на наружной поверхности фланца тоже является не технологичной ввиду отсутствия выхода канавки под шлифовальный инструмент. То же самое для резьбонарезного инструмента. Этот недостаток корректируется исправлением на чертеже [7].

С точки зрения точности, деталь является ответственной и содержит комплекс высокоточных цилиндрических и плоских поверхностей. Особенности простановки отклонений расположения требует их совместной обработки для обеспечения допуска по соосности или перпендикулярности. Центральное отверстие под поршневую группу выполняется с высокими требованиями по точности формы. Это требует особого внимания при проектировании финишных отделочных операций окончательной обработки этого отверстия. Также совместно с этим отверстием необходимо доводить до заданной точности ступенчатые отверстия под посадку инструментальных втулок с целью обеспечения минимальной не соосности инструмента относительно оси посадочного отверстия.

Для получения заготовки возможны варианты как давлением, так и прокатом. Второй способ является более дешевым по предварительным затратам, но требует значительных затрат по снятию напуска. Штамповка является более дорогим заготовительным методом, но за счет этого форма штамповки будет более приближена к форме готовой втулки.

Получение отверстия в штамповке насквозь не возможно из-за соотношения размеров используемого материала. Но можно на штамповке получить предварительные углубления для того, чтобы частично снизить расходы на удаление материала в последующие переходы механической обработки [3].

Заготовка может быть унифицирована по отношению к другим деталям такого же типа, что позволит еще больше снизить затраты на эту стадию техпроцесса.

Установка заготовки на операциях возможна по двум вариантам: по наружной и внутренней поверхности. Возможны разные схемы базирования с учетом соотношения размеров технологические баз. Предварительная оценка говорит о том, что более рациональным является закрепление заготовки с использованием одинаковых по размерам

наружным поверхностям на двух установках. Это дает максимальную точность относительного расположения обработанных поверхностей. Инструментальная втулка не относится к технологичным деталям.

Инструментальная втулка отличается не технологичностью конструкции.

1.4 Формулировка задач

Для обеспечения заданного объема выпуска инструментальной втулки в количестве 15000 деталей необходимо выполнить анализ данных для проектирования, провести выбор заготовки [17].

Также необходимо назначить переходы по обработки. Далее следует разработка технологического маршрута с выбором станков и оснащения. После этого необходимо выбрать проектирование операций с выбором технологических баз, назначением размеров и требованиями на них, расчетом режимов и времени. В приложении представить технологическую операцию в виде маршрутно-операционной технологии.

В проектном разделе обеспечить конструкторское сопровождение техпроцесса в виде расчета зажимного приспособления и режущего инструмента, а также контрольно-измерительного средства [1].

Экономические расчеты должны обосновать изменения базовой технологии.

Необходимо предусмотреть меры по защите труда и охране природы.

Выводы по разделу

В разделе выполнен анализ исходных данных и сформулированы цель и задачи работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Тип производства выбирается в соответствии с заданным объемом выпуска в 15000 деталей в год. Масса втулки определена по чертежу.

С учетом этих входных данных тип производства средние серийный [14]. Для него характерно универсального специализированного оборудования преимущественно с ЧПУ по ходу технологического процесса. Форма организации технологического процесса является переменным поточной. Запуск партии производится с периодичностью 1 раз в 6 дней. Большое количество деталей и переходов требует универсального технологического оснащения и методов контроля. Квалификация исполнителей средняя и высокая для ответственных операций. Проектирование технологического процесса маршрутно-операционное с аналитическими расчетами. По некоторым пунктам выбор данных выполняется таблично (допуски, основные припуски, элементы штучного времени) [13].

2.2 Обоснование выбора получения заготовки

Выбор заготовки инструментальной втулки проводится путем сравнения суммарных затрат на получение исходной заготовки для варианта штамповки или проката [18]. Чтобы можно было выполнить сравнение данных способов заготовительного производства необходимо показать конфигурацию заготовок для сравниваемых вариантов (рисунок 2).

Для штамповки возможно изготовление отверстия не полностью, а частично по краям (третий вариант). По форме заготовок, показанных на

рисунке 2, лидерство у проката по сравнению с штамповками по напускам на наружные поверхности.

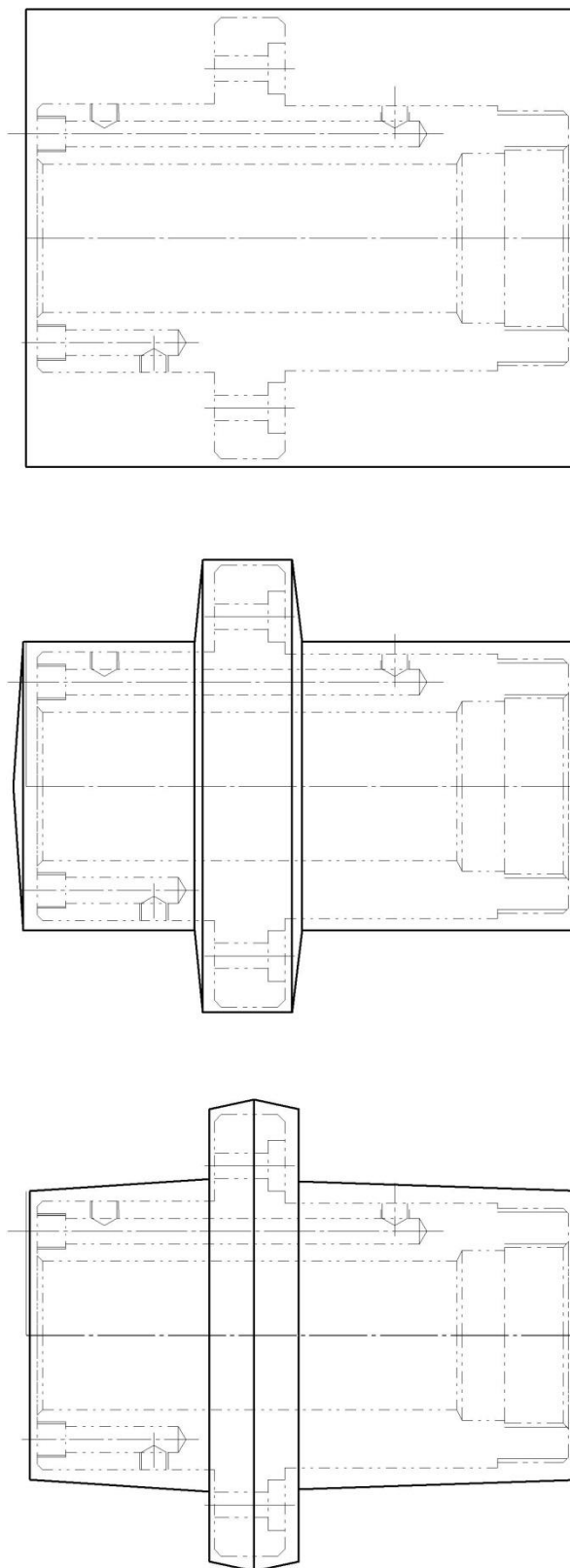


Рисунок 2 - Варианты конструкции заготовки

Для штамповок варианты отличаются расположением плоскости разъема. У второго варианта она проходит по оси, для третьего – по фланцу. Распределение припуска по точной поверхности, которой является шейка вала, более благоприятное у первой штамповки. Для окончательного принятия решения проведем расчеты технологической себестоимости [2].

Получение штамповки инструментальной втулки возможно двумя способами с различными положением плоскости разъема штампа. Первый вариант когда плоскость разъема расположена по осевой линии. Второй вариант с расположением плоскости разъема по большому фланцу. Глубина штампа в обоих случаях примерно одинаково. Выбор между ними нужно осуществлять исходя из распределения равномерного выпуска по наиболее ответственным поверхностям.

В первом случае штамповочный уклон будет расположен на торцовых поверхностях. При снятии припуска будет формироваться отклонение от перпендикулярности торца [4].

Во втором случае штамповочный уклон будет направлен по цилиндрической поверхности. С одной стороны данная поверхность является основной конструкторской базой и имеет максимально высокие требования по точности на уровне 6 качества. Для формирования точности посадочной шейки припуск должен быть максимально равномерным, поэтому наличие на нем уклона категорически не допускается.

Выберем второй вариант с расположением плоскости разъема по осевой линии.

Сформировать углубление для штамповки на кривошипном горяче-штамповочном прессе невозможно. Для этого подойдет только горизонтально ковочная машина, но для среднесерийного типа производства она не подходит по производительности.

Поэтому штамповка будет иметь напуск по отверстию и форму приближенную к детали по наружной поверхности. «Стоимость штамповки, определяется по формуле:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (1)$$

где C_i – базовая стоимость 1 тонны заготовок, руб;

Q – масса штамповки, кг;

K_T – коэффициент степени точности заготовки по Т4;

K_C – коэффициент группы сложности штамповки С2;

K_B – коэффициент массы штамповки, 0,89;

K_{Π} – коэффициент объема производства;

$S_{\text{отх}}$ – стоимость отходов, руб» [9].

Масса штамповки приблизительно:

$$Q = \frac{M}{K_M}, \quad (2)$$

где K_M – коэффициент использования материала.

Для штамповки примем его $K_M = 0,75$ [23].

Тогда масса для штамповки

$$Q = \frac{9,5}{0,75} = 12,7 \text{ кг.}$$

Подставим

$$S_{\text{заг}} = \frac{53900}{1000} \cdot 12,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 0,9 - (12,7 - 9,5) \cdot \frac{2800}{1000} = 372 \text{ руб/шт.}$$

При обосновании выбора метода получения заготовки путем отрезки из проката необходимо учитывать, наряду со стоимостью получения заготовки, стоимость механической обработки для снятия припусков А и В (рисунок 3) [5].

«Стоимость заготовки из проката:

$$S_{заг}^{прокат} = M + \sum C_{о.з.}, \quad (3)$$

где М – затраты на материал заготовки, руб.;

$\sum C_{о.з.}$ – технологическая себестоимость операции правки, калибрования прутка, разрезки его на штучные заготовки» [12].

«Затраты на материал определяются по формуле:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (4)$$

где S – цена 1 кг материала заготовки в виде прутка в руб.;

Q – масса заготовки из прутка» [17].

$$Q = L_{заг} \frac{\pi D_{заг}^2}{4} \cdot \rho, \quad (5)$$

где $L_{заг}$ и $D_{заг}$ – длина и диаметр прутка соответственно;

ρ – плотность стали.

$$Q = 0,156 \cdot \pi \frac{0,189^2}{4} 7800 = 34 \text{ кг.}$$

$$M = 18 \cdot 34 - (34 - 9,5) \frac{2800}{1000} = 543 \text{ руб.}$$

Затраты на отрезку ориентировочной примем 50 руб. за штуку. Если для 600 об/мин и подачи 0,4 мм/об принять минутную подачу 240 мм/мин, то время обработки будет следующее. На 130 мм длиной с 3 мм на проход

для перепада на сторону 45 мм надо сделать 9 проходов. Суммарный путь резания будет 1170 мм.

Время обработки составит 4,9 мин. Снятие напусков исходя из времени обработки будут стоить 172 руб.

Полная стоимость составит [8]

$$S_{\text{заг}}^{\text{прок}} = 543 + 172 = 715 \text{ руб.}$$

Коэффициент использования материала будет 0,28.

Принимаем метод получения заготовки инструментальной втулки–штамповка.

Да назначения припуска учтем класс точности на ГКШП Т4. Степень сложности С2. Группа стали М2. С учетом данных параметров исходный индекс определен как 12. По нему определяем с учетом размеров припуски и допуски, которые представлены на чертеже заготовки. Для формирования необходимого качества поверхностного слоя определяем дефектный слой не более половины глубины припуска. Так как предполагается открытая штамповка в технологическом процессе предусматривается операция вырубki для удаления облоя.

Кроме этого необходимо обеспечить минимальное влияние штамповочных напусков в виде уклонов и радиусов сопряжений, предельные значения которых также оговаривается на чертеже заготовки в технических требований.

Отдельным пунктом является указанием предельной величины смещения штампа. С учетом входных параметров по точности, форме разъема, массе штамповки эта величина составляет 0,7 мм.

Для обработки инструментальной втулки необходимо выбрать технологические переходы с учетом исходной заготовки штамповки, полученной на прессе. Выходным параметром являются требования чертежа.

Сначала рассматриваются переходы отдельно на каждую поверхность. Для наиболее точной цилиндрической поверхности

последовательность переходов включает в себя черновое, получистовое и чистовое точение. Для обеспечения финишного качества она обрабатывается на круглом шлифовальном станке.

Для обработки инструментальной втулки на все остальные наружные цилиндрические поверхности оставляем только два перехода по черновому и получистовому точению. По наружной поверхности выполняться будет резбонарезание при помощи токарного резцового резца.

С учетом скорректированного чертежа предварительно на этой шейке делается при помощи канавочного резца канавка для выхода резьбового инструмента. Для разделения основных конструкторских баз - цилиндрической и торцовой поверхности также используется канавочный резец другого типа для формирования канавки под выход шлифовального круга.

Переходы по обработке отверстий включают сверление, растачивание черновое и чистовое. На черновом растачивании формируется ступенчатое отверстие.

Для финишной обработки отверстия предлагается использовать два варианта, которые выберем на основе технико-экономического сравнения. Первый вариант стандартный - это внутреннее шлифование на внутришлифовальном станке. Данный метод обработки обеспечивает необходимый 6 квалитет точности и требуемую шероховатость.

Второй альтернативный метод обработки предлагается использовать вместе с чистовым растачиванием как дополнительную обработку при помощи метода поверхностного пластического деформирования. Для этого расточная борштанга содержит базирующий модуль. Он выполняет две функции. Первая связана со стабилизацией оси инструмента по отверстию для повышения эффективности растачивания. Вторая функция связана с раскаткой при помощи деформирующих шариков, которые поджимаются с заданным усилием к базовой, и одновременно обрабатываемой поверхности. Особенности конструкции инструмента, который

применяется на данном переходе, предлагается рассмотреть в конструкторском разделе.

Также должны использоваться инструменты для обработки отверстий. Крепежные ступенчатые отверстия во фланце обрабатываются последовательно при помощи спирального сверла и обработки цековкой. Отверстия для подачи сжатого воздуха изготавливаются с разных сторон спиральными сверлами, которыми же обрабатываем радиальные отверстия.

Для устранения увода и поломки инструмента необходимо использовать сверлильное кондукторное приспособление или дополнительной переход в виде засверловки при помощи центровочного инструмента.

В данном отверстии также необходимо нарезать резьбу при помощи метчика.

Для обработки отверстий, одно из которых глубокое, используем трубчатое сверло с внутренней подачей СОЖ. Это даст возможность обеспечить как точность, так и производительность. Кроме этого, с учетом размера по диаметру, использование спиральных сверл привело бы к большому расходу инструмента в связи с маленькой стойкостью такого мелкого размерного сверла. Также после обработки сверления необходимо провести нарезание резьбы метчиком конструктивно под штуцера [11].

Данные переходы должны обеспечить необходимые требования рабочего чертежа. Они являются минимально необходимыми и требуют использования стандартного инструмента и оснащения. Единственным недостатком, связанным с особенностями конструкции, является большой вылет сверл и цековки под обработку ступенчатых отверстий во фланце.

Другим недостатком является обработка радиальных отверстий 11 - использование специализированного станочного приспособления или введение дополнительного перехода.

Третьим недостатком является необходимость обработки глубокого отверстия малого диаметра.

Лимитирующим переходом при обработке детали является обработка отверстий на финишной операции в связи с многопроходным шлифованием.

2.3 Разработка технологического маршрута

Технологический маршрут обработки инструментальной втулки основан на типовом техпроцессе обработки детали фланцевой втулки. С использованием универсального станка с ЧПУ проводится последовательная обработка внутренней и наружной поверхностей начерно и начисто. Чистовая обработка отверстий будет включать в себя формирование ступенчатых отверстий. После второго этапа токарной обработки идет группа сверлильных операций, которые выполняются с различной установкой заготовок. Сначала с одной стороны проводится обработка ступенчатого отверстия при базировании по центральному отверстию. На следующей операции проводится обработка с такой же установкой заготовки продольных отверстий. На операции сразу обрабатывается отверстие на всю глубину и далее проводится нарезание резьбы метчиком.

На следующей сверлильной операции с горизонтальной установкой заготовки после предварительной засверловки проводится сверление и последующее нарезание резьбы метчиком в радиальных отверстиях. После этого на чистовой токарной операции проводятся окончательная отделочная обработка посадочной наружной шейки и прилегающего буртика. Финишным переходом является растачивание отверстия с одновременным его раскатыванием с использованием комбинированного инструмента. Для исключения повреждения резьбы она нарезается в конце

технологического процесса. Проводится нарезание резьбы наружным резьбовым резцом.

После обработки лезвийным инструментом проводится термообработка в виде закалки. Далее на шлифовальной операции идет совместная обработка наружной цилиндрической и прилегающей торцовой поверхности врезным шлифованием и внутреннее шлифование отверстия.

Заканчивается технологический маршрут операциями мойки, на которой удаляют все загрязнения, остатки СОЖ, проводится сушка заготовки и окончательный контроль.

Установка заготовки на токарной, шлифовальной операциях будет проводиться по наружной цилиндрической поверхности. При обработке отверстий закрепление будет вестись по основной конструкторской базе. Для обеспечения соосности поверхностей совместная обработка проводится с одного установа при закреплении по наружной поверхности с противоположной стороны.

Обработка на сверлильных операциях проводится при установке по отверстию при вертикальном положении заготовки для обработки продольно расположенных отверстий.

Для сверления радиальных отверстий заготовка будет располагаться горизонтально.

Окончательный выбор операций показан в таблице 2.

Таблица 2 – Операции и станки для инструментальной втулки

№ операции	Станок	Приспособление
1	2	3
005 – 010 токарная	Токарный центр с ЧПУ САТ400	Патрон трех кулачковый NB208A6

Продолжение таблицы 2

1	2	3
015 – Сверлильная	Станок сверлильный Ріcomax 51DC1	СРП
020 – Сверлильная	Станок сверлильный 2Р135Ф2-1	СРП
030 – Внутрешлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К227В	Специальное приспособление (мембранный патрон)
35 – круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Оправка кулачковая

Технологическая оснастка для соответствующих операций будет включать в себя токарный трех кулачковый, клинового типа патрон, гидропластовую оправку на шлифовальной операции.

Для сверлильной вертикальной операции используется кулачковая оправка, а для горизонтальной установки заготовки универсально-сборное приспособление.

В качестве баз используется наружная цилиндрическая поверхность по обе стороны от фланца. Для токарной обработки будет последовательный перехват по противоположным шейкам с зажимом заготовки в приспособлениях, которые устанавливаются на шпинделе и на контр-шпинделе. Это обеспечивает постоянство схемы установки и однотипное приспособление на двух установках. На операции также будет использоваться схема установки по наружной цилиндрической поверхности на одной шлифовальной операции при обработке наружной

цилиндрической шейки. После этого установка будет производиться по ней при шлифовании отверстия на внутришлифовальной операции.

Схема базирования получается типовая для диска. Установочная будет с опорой в торец по трем точкам. Двойная опорная будет по оси базовой шейки.

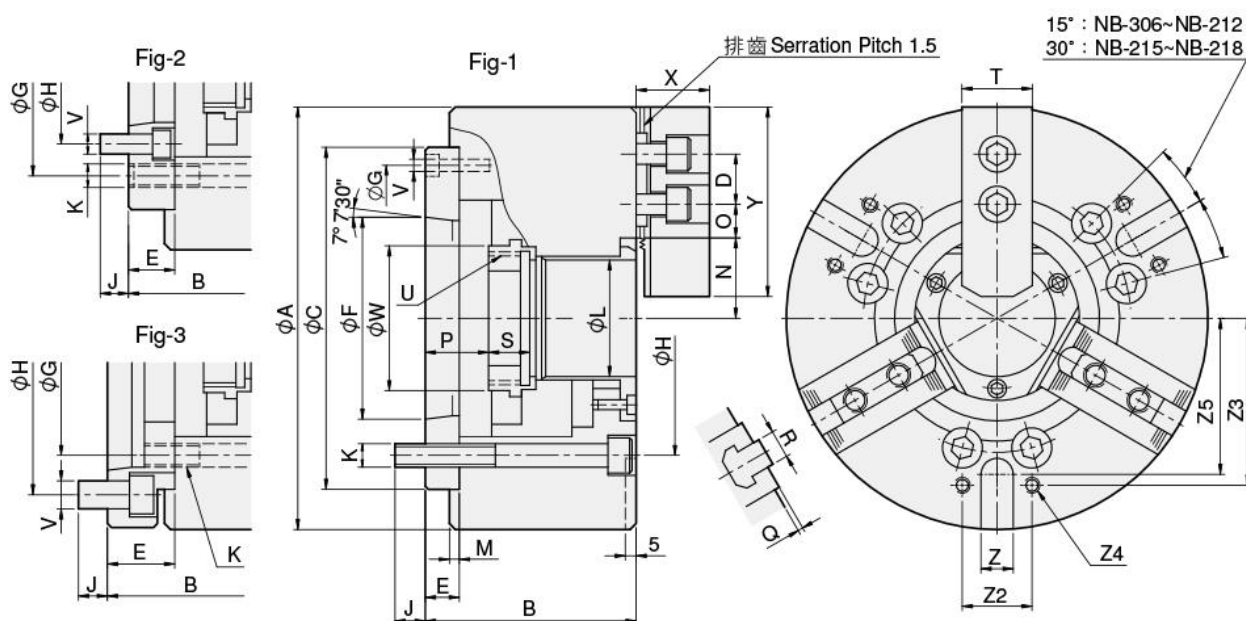
Станок САТ 400 выполняет различные переходы при помощи двух инструментальных головок. Его характеристики обеспечивают возможность черновой обработки с максимальной производительностью и чистовую обработку с необходимой точностью (рисунок 3).



Рисунок 3 - Станок САТ 400 с ЧПУ

Мощность привода главного движения составляет 22 кВт. Количество позиций в одной инструментальной головке - 12 штук. Посадочный конус цилиндрического хвостовика инструментального блока по DIN69880. Сечение державки токарного инструмента 25x25 мм. Станок имеет приводные позиции для вращающегося инструмента с мощностью 5,25 кВт.

Для установки заготовки применяем токарной трех кулачковый патрон NB208A6 (рисунок 4). Данный патрон позволяет проводить зажим заготовок диаметром до 220 Н/см².



Зажимные кулачки у патрона каленые. Патрон крепится к шпинделю станка при помощи шести крепежных винтов с резьбой М12. Максимальные обороты шпинделя при которых может происходить эксплуатация данного патрона составляет 2000 оборотов в минуту.

Для формирования наружного контура заготовки используется несколько проходов при помощи токарных резцов DCLNR2525M09 (рисунок 5).

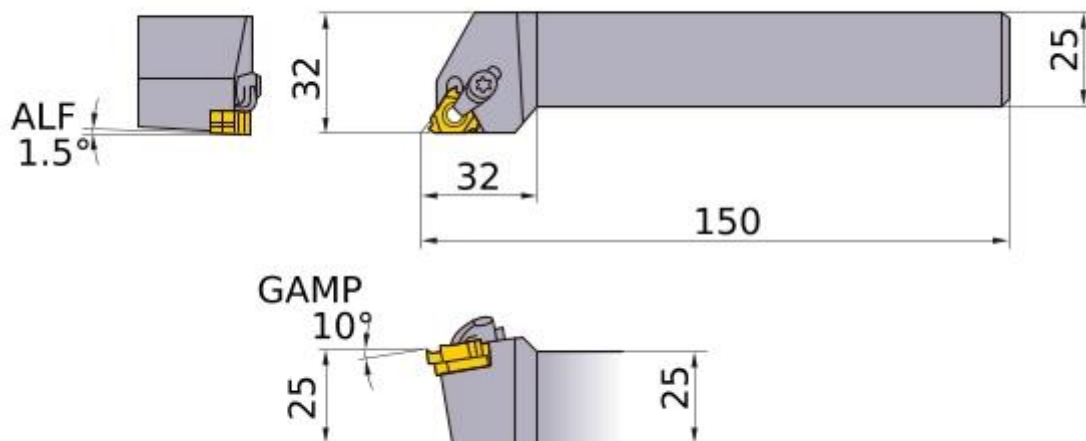


Рисунок 5 – Резец упорный

В качестве режущих пластин используем пластины со стружколомом с покрытием CNMG09T304-MS для черновой обработки для чистовой обработки CNMG09T312-SH. Режимы резания подбираются по каталогу инструмента с учетом материала заготовки средне углеродистой низколегированной стали.

Для другого типа стружколома SH марка инструментального материала AP25N, а режимы резания составляют для скорости резания диапазон от 200 до 315 м в минуту, подача 0,1-0,4 миллиметра на оборот, глубина резания 3-2 мм.

Для инструментального материала NX2525 скорость резания в диапазоне от 190 до 275 м в минуту, подача 0,1-0,4 мм/об, глубина резания 3-2 мм. Расчет на калькуляторе режимов обработки показывает обороты для первого инструментального материала по минимальному порогу производительности.

Для первоначальной обработки центрального отверстия используется сборное сверло MVX3800X4F40 с твердосплавными пластинами, которая за счет жесткости корпуса позволяет высокопроизводительно обрабатывать отверстие большой глубины. Диаметр отверстия после обработки составит 40 мм (рисунок 6).

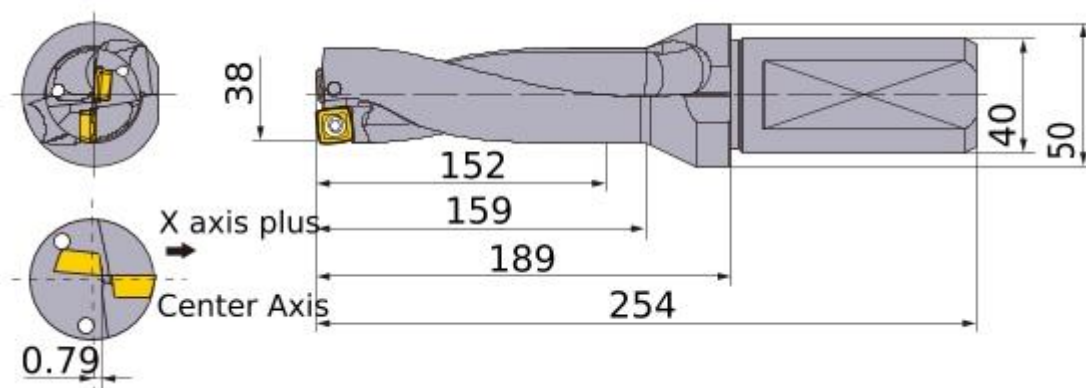


Рисунок 6 – Сверло сборное

Сверло спиральное VSDD0900 для обработки отверстий во фланце инструментальной втулки равно по диаметру 9 мм (рисунок 7). Для обработки радиальных отверстий предварительно перед сверлением происходит их зацентровка при помощи центровочных сверл YG-1 D1313040 диаметром 4 мм из быстрорежущей стали HSS, двухстороннее. Для растачивания отверстия используется оправка A40T-DDUNR15 (рисунок 8).

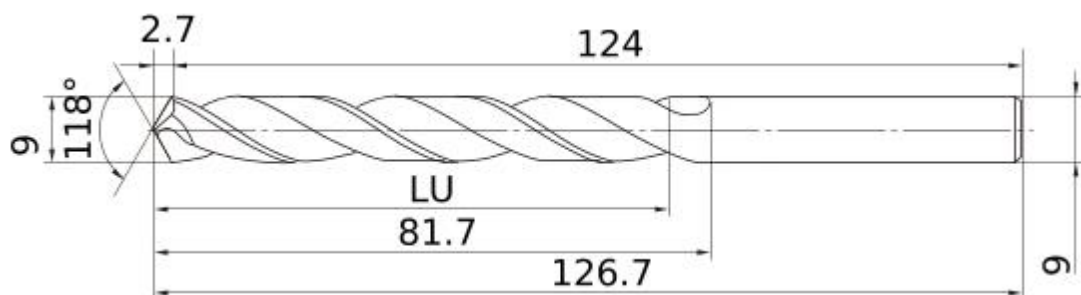


Рисунок 7 – Сверло спиральное

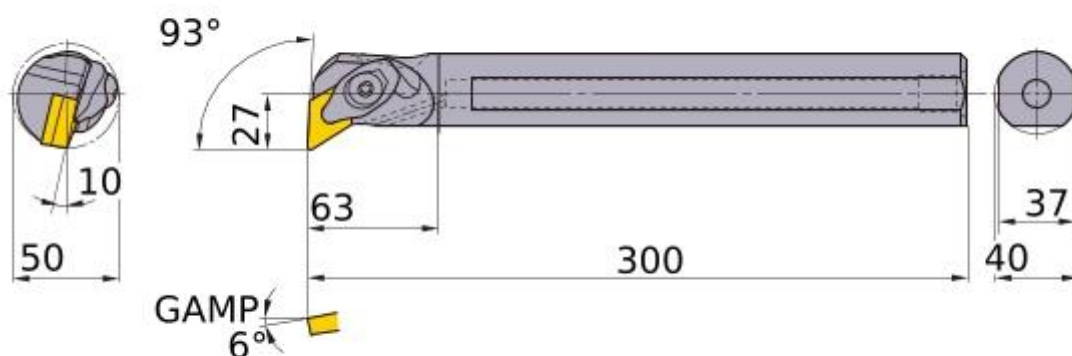


Рисунок 8 – Резец расточной

Резьба наружная нарезаются при помощи резьбового резца MMTER2525M22-C. Под резьбу цековка 10x3,4x80 P6AM5 с постоянной направляющей цапфой "CNIC". Для обработки внутренней резьбы используется метчик M10 и M12 2629-2042 P6M5 ГОСТ 17928-72. Для обработки углубления в отверстие во фланце используется цековка 19 мм, конический хвостовик 4п.

Сам станок Picosax 51DC1 имеет следующие характеристики. Рабочая зона по осям ось X 450 мм, ось Y 260 мм, ось Z 120 мм, W-ось 450 мм. Кинематика станка 50-9200 об/мин. Размер стола под установку СНП 770x320 мм. Мощность привода 10 кВт при размерах 1500x1480x2330 мм.

2.4 Определение припусков

Разработка операционной технологии заключается в назначении последовательности переходов и определении параметров обработки на каждом из них. Содержание операционной технологии отражается в графической форме в плане изготовления, где указывается номер и название операции, описание операции в виде операционных эскизов. На них указывается схема базирования, реализованная в схеме установки

заготовки, простановка размеров и технологические требования на них. Дополнительно проверяется возможность реализации обработки по списку режущих инструментов (количество позиций в суппорте или шпинделе станка, их способ установки, кинематика процесса). Расчет режимов обработки ведется с учетом метода обработки, его характера, возможностей станка. Проверка по мощности привода является обязательной процедурой для черновых переходов.

Оборудование должно соответствовать точности операции по геометрии, точности позиционирования рабочих органов для станков с ЧПУ, жесткости и виброустойчивости.

Приспособления для серийного производства, как правило, универсальные, с небольшой долей специализированных наладочных или безналадочных приспособлений. Привод механизированный, так как повышается стабильность усилия зажима, растет точность, снижается вспомогательное время.

Контроль качества для ответственных размеров (посадочная поверхность под шпиндель и направляющее отверстие под поршень) проходят 100% контроль с использованием цифровых средств контроля – микрометра и нутромера.

Экономические расчеты направлены на обоснование изменения схемы обработки на переходе сверления. В базовой технологии они выполняются последовательными, частичными по глубине отверстия, переходами спиральными сверлами. Это приводит к росту штучного времени. Снижается точность отверстий из-за разбивки и увода. Стойкость таких мелкоразмерных сверл 8,7 мм низкая, поэтому наблюдается большой расход инструмента.

Расчет себестоимости включает определение затрат на изготовление детали по базовой технологии с много переходным сверлением, включая стоимость материала 40ХН, заработную плату станочника, амортизацию оборудования, энергоресурсы, инструмент и другие расходы.

В проектной технологии предлагается использовать пушечное сверло. Другое название – одно кромочное из-за особенностей конструкции. Подвод СОЖ по внутреннему каналу обеспечивает своевременный отвод стружки из зоны резания, охлаждение рабочей части инструмента. Подача повышенная по сравнению со спиральными сверлами, а стойкость выше в 10-12 раз.

Технологический процесс содержит описание всех этапов изготовления детали в маршрутно-операционной форме. Операционная карта, которая описывает последовательность действий и параметры обработки на операции, выполнена на лимитирующую. К ней относится обработка на токарном станке САТ 400, где выполняются все переходы по обработке наружных поверхностей.

Размеры считаются для диаметра 92g6 мм с допуском 0,021 мм.

Учитываются как входные данные: заготовка штамповка с точностью Т4 и переходы с двумя точениями и шлифованием.

Все формулы стандартные для расчета минимального припуска, а его составляющие берутся из методики [20].

Зафиксируем размеры для точения 92,874 мм с допуском 0,54 мм. Чистовое точение до диаметра 92,27 мм с допуском на размер 0,14 мм.

Для шлифовальных переходов размеры диаметра будут 92,09 мм и 91,988 мм для черновой и чистовой шлифовальных операций с соответствующими допусками 0,054 мм и 0,022 мм.

2.5 Выбор средств оснащения

Для обработки инструментальной втулки необходимо обеспечить комплекс технических требований, которые нужны для того, чтобы крепление инструмента в инструментальной втулке происходило максимально надежно. При этом одним из главных требований по точности является обеспечение соосности базовой поверхности

инструментальной втулки и оси установленного инструмента. Для этого необходимо обеспечить заданную соосность между шейкой втулки для ее посадки в шпиндельный узел станка и направляющего отверстия в этой же втулке под установку зажимной цанги для инструмента.

Дополнительно необходимо обеспечить соосность внутренних отверстий, так как перемещения штока по направляющему зеркалу цилиндра будет обеспечено только в случае их взаимного расположения по соосности.

Для точного позиционирования инструментальной втулки в узле необходимо также сформировать заданное отклонение от перпендикулярности установочного торца 2 относительно посадочной шейки 9. В случае несоблюдения данного технического требования втулка может установиться с перекосом, что будет приводить к отклонению положения режущего инструмента в системе координат станка. Добиться данного требования возможно при совместной обработке этих поверхностей, как единого конструкторско-технологического комплекса поверхностей на торце-круглошлифовальной операции.

Альтернативными вариантами по обработке этих поверхностей является продольное шлифование и врезное шлифование. Продольное шлифование в данном случае не целесообразно из-за большой площади торцового участка. Поэтому выберем круглошлифовальный станок и обработку методом врезания.

Для обеспечения высокого качества поверхности рабочий этап резания разделен на два подэтапа с различной величиной подачи. Первый участок будет выполняться на повышенной подаче, как черновой этап обработки. Далее выполняется на замедленной подаче чистовой ход. В конце происходит цикл выхаживания, который обеспечивает точность формы, расположения и шероховатость.

Обработка главного направляющего отверстия под поршень зажимной системы инструмента является также важной технологической

задачей, так как от этого зависит ресурс работы инструментальной втулки в целом. Это приводит к тому, что использование шлифовального перехода на финишной операции является не самым оптимальным вариантом. Необходимое осевое перемещение зажимного штока осуществляется при подаче давления в левую или правую полости цилиндра. Герметичность обеспечивается за счет манжетного уплотнения на поршневой части зажима. Использование абразивной обработки приводит к формированию необходимой точности формы размеров и шероховатости. Но есть два нюанса связанных с импрегнированием абразивных зерен в под поверхностный обработанный слой. Это происходит во время вырывания абразивных частиц из шлифовального круга и внедрения их другими абразивными зернами во время обработки.

При работе абразивные зерна могут попадать в рабочую среду, что является по факту абразивным стирающим материалом, который будет приводить к повышенному износу резиновых уплотнений и стиранию рабочего цилиндра поверхности.

Кроме этого, сам метод обработки шлифованием за счет своей тепловой напряженности, которая ухудшается при внутренней обработке в связи с большой площадью контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью и трудностью попадания в зону обработки СОЖ. Это формирует в поверхностном слое остаточные напряжения растяжения, которые, как известно, плохо влияют на усталостную выносливость деталей при много цикловой нагрузке.

Из-за этого можно использовать альтернативный способ финишной обработки отверстий с высокими требованиями по геометрии, шероховатости и ресурсу в условиях значительных сил трения. Таким эффективным методом обработки является поверхностное пластическое деформирование. Для отверстий могут использоваться как роликовые, так и шариковые раскатные устройства. Они могут использоваться совместно с лезвийной обработкой в рамках комбинированных методов обработки.

Короткие ступенчатые участки отверстия обрабатываются до необходимого уровня точности на чистовом лезвийном этапе токарной операции. Большой вылет режущего инструмента, соответствующий подбор режимов обработки, должен обеспечить необходимые параметры обработки по допуску размеров и шероховатости. Центральное отверстие обрабатывается до термообработки путем раскатывания, которое можно выполнять на токарной операции. Переход будет выполнен уже после токарной операции с минимальным натягом в отверстии для обеспечения исправления последствия термической обработки. Кроме этого, отверстие будет являться чистовой технологической базой для кругло-шлифовальной операции при обработке основных конструкторских баз. Это даст необходимую точность взаимного расположения.

Переходы по обработке глубоких отверстий вынесены на отдельную сверлильную операцию для того, чтобы обеспечить попадание смазочно-охлаждающей жидкости внутрь инструмента. Данный специализированный адаптер необходимо применить для того, чтобы СОЖ под давлением попадало во внутренний канал мелкоразмерного одно-кромочного сверла. По внутреннему каналу СОЖ вместе с стружкой отводится из зоны резания. Для фильтрации она попадает в стружкоприемник, который плотно прилегает к торцу обрабатываемой заготовки, чтобы исключить разбрызгивания жидкости и загрязнение рабочего пространства вокруг станка.

Осуществляется обработка радиальных отверстий с нарезанием резьбы метчиком. Так как отверстия радиальные и вход инструмента является неблагоприятным из-за цилиндрической формы обрабатываемой поверхности, необходимо обеспечить точное и надежное центрирование инструмента. Использовать специализированные сверлильные приспособления в виде скальчатого или портального кондуктора нерационально. Можно заменить использование данного приспособления дополнительным переходом, которой выполняется центровочным сверлом.

Жесткая инструментальная наладка обеспечит минимальный увод и позволит сформировать заходную лунку под основной инструмент. После сверления основного отверстия проводится сверление коротким сверлом большого диаметра для формирования заходной фаски. Последним переходом проводится нарезания резьбы метчиком.

Расчет операционных размеров ведется по стандартной методике. Табличные припуски используются для назначения глубины резания по переходам. Сумма данных глубин резания является суммарным припуском, который определяет размер исходной заготовки. Отдельно выделяем расчет для центрального отверстия, которое формируется с нуля после сверлильного перехода.

Аналитический расчет выполняется для самой точной основной конструкторской базы – диаметр 96 мм. Начальными данными для расчета по формуле минимального припуска является количество и вид технологических переходов. Стандартным циклом обработки данного комплекса поверхностей, цилиндрической поверхности и прилегающего торца, является точение черновое и чистовое, термообработка, шлифование черновое и чистовое.

В данном случае вынесем основную обработку на лезвийный этап, перераспределив их. Поэтому переходы будут токарные: черновой, получистовой и чистовой. После термообработки выполнен только отделочный шлифовальный переход.

С учетом уровня точности технологического оборудования назначаем квалитеты точности размеров на диаметры. Первый переход - 12 квалитет, второй - 9 квалитет, третий переход - 7 квалитет. Термообработка на единицу ухудшает точность. Поэтому будет 8 квалитет. Финишная обработка доводит точность размеров до 6 квалитета.

С учетом технологических допусков назначаем по данным переходам и соответствующий уровень шероховатости. Определяем первую составляющую минимального припуска. Вторая составляющая

минимального припуска включает в себя пространственные отклонения и погрешность установки. Причем первое слагаемое относится к предыдущему переходу.

С учетом уровня точности после штамповки смещение штампа равно 0,9 мм. На последующей обработке пространственные отклонения принимаются, как отклонение по соосности от технологической базы. Добавляется, с учетом вероятностного распределения этих погрешностей, погрешность установки на каждом из переходов. Она определяется точностью зажимного приспособления.

Находим минимальный припуск.

Приспособление на токарной операции используется одно и тоже - токарный трех кулачковый патрон. Но погрешность с каждым переходом будет уменьшаться на коэффициент уточнения. Связано это с тем, что обработка будет выполняться при одной и той же схеме установки в одном и том же приспособлении.

Перехват заготовки будет осуществляться при помощи контршпинделя, что исключает необходимость поворота заготовки на станке. На финишной операции – круглошлифовальной, установка будет вестись на гидропластовую оправку, чтобы совместить технологическую и измерительную базы.

С учетом минимального припуск проводим расчет припуска максимального всех операционных размеров которой представленном на наладке.

2.6 Определение режимов резания

Методика расчета стандартная по расчету режимов обработки [15]. При проверочном расчете на черновых переходах учитывалось падение мощности резания с ростом оборотов шпинделя.

Для чернового точения, которое проводится на 554 оборотах для мощности 22 кВт, потери не наблюдаются.

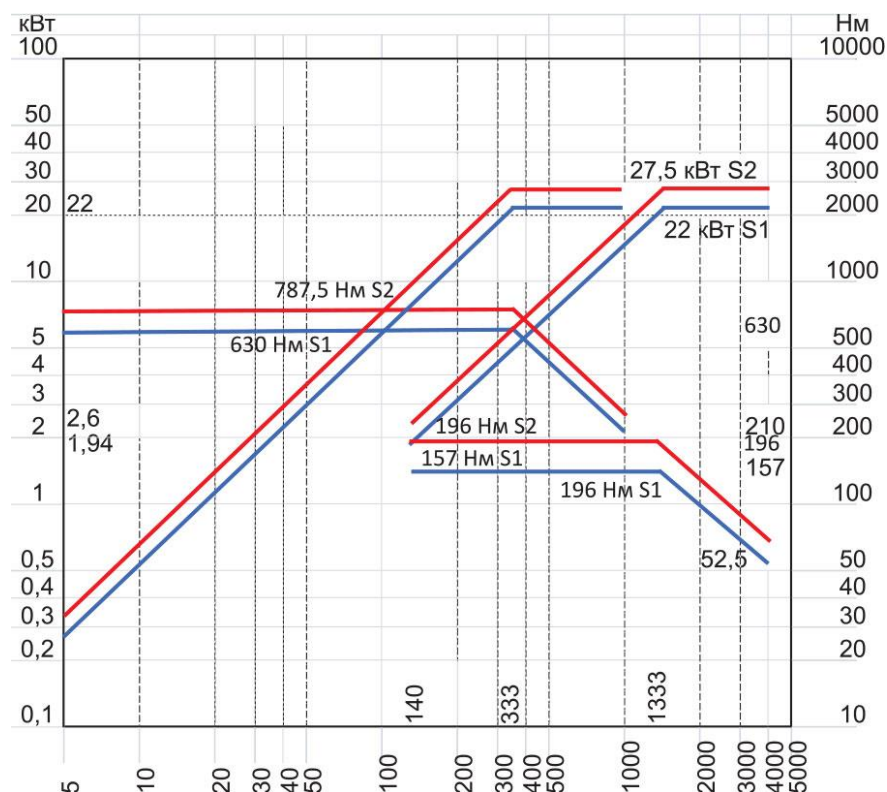


Рисунок 9 - Характеристики станка САТ400

Полученные режимы обработки распределены по операциям и переходам в таблицах 3 - 5.

Таблица 3 - Режимы резания для 005 и 010 токарных операций

Параметр	Глубина резания t , мм	Подача S_o , мм/об	Подача $S_{мин}$, мм/мин	Обороты n , об/мин	Скорость V , м/мин
1 точение черновое	1,7	0,5	277	554	166
2 сверление	20	0,25	169	676	85
2 растачивание	1,0	0,3	217	690	130
3 точение чистовое	0,2	0,16	150	935	270
4 растачивание чистовое	0,2	0,1	133	1250	250

Таблица 4 - Режимы резания для 015 и 020 сверлильных операций

Параметр	Глубина резания t, мм	Подача S _о , мм/об	Подача S _{мин} , мм/мин	Обороты n, об/мин	Скорость V, м/мин
1.Сверление отверстия	3,5	0,075	238	790	17,5
2.Сверление под резьбу	3	0,1	64	637	24
3.Сверление под обработку	4	0,25	340	2700	34
4.Цекование	5	0,3	745	368	22
5.Резьбонарезание	0,75	1,25	763	610	23

Таблица 5 - Режимы резания для шлифовальных операций

Параметр	Глубина резания t, мм	Подача S _о , мм/об	Подача S _{мин} , мм/мин	Обороты n, об/мин	Скорость V, м/мин
1 круглое шлифование	0,3	15	1298	86	25
2 внутришлифовальный переход	0,15/0,02	25	1325	53	10

Все найденные режимы перенесены в приложение А в таблицу А.1 и А.2.

2.7 Расчет норм времени

Методика расчета штучно-калькуляционного времени стандартная [17].
«Определение нормы времени:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (6)$$

где T_о-основное время, мин;

T_в-вспомогательное время, мин;

T_{тех}-время обслуживания, мин;

T_{орг}-время организационного обслуживания, мин;

$T_{отд}$ - время на перерыв и отдых, мин» [14].

«Вспомогательное время:

$$T_v = T_{yc} + T_{zo} + T_{yn} + T_{из}, \quad (7)$$

где T_{yc} - время на установку и снятие детали, мин;

T_{zo} - время на закрепление и открепление инструментальной втулки, мин;

T_{yn} - время на приемы управления, мин;

$T_{из}$ - время на измерение, мин» [16].

«Основное время:

$$T_o = T_{черн} + T_{п.чист} + T_{чист}. \quad (8)$$

$$T_{черн} = \frac{l_{р.х.}}{s_o \cdot n}, \quad (9)$$

«Оперативное время:

$$T_{оп} = T_v + T_o \text{ мин.} \quad (10)$$

Время обслуживания:

$$T_{тех} = \frac{T_{оп} \cdot t_{см}}{240}, \quad (11)$$

Организационное время:

$$T_{орг} = \frac{T_{оп} \cdot 2}{100} \text{ мин} \quad (12)$$

Перерыв и отдых:

$$T_{\text{отд}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot 6}{100} \text{ мин.} \quad (13)$$

Нормы времени также показаны по операциям в таблице 6.

Таблица 6 – Нормы времени

Операция	Основное время t_o , мин	Вспомог. время t_v , мин	Тех.обсл. время $t_{\text{обсл}}$, мин	Время ОТД. ВОТД, мин	Штучное время $t_{\text{шт.-к.}}$, мин
005(010) Токарная черновая	5,3 (1,8)	1,2(0,85)	0,14(0,12)	0,03	6,7(3,6)
015 сверлильная	5,6	1,2	0,15	0,05	7,2
020 сверлильная	0,6	1,6	0,6	0,56	3,2
035 круглое шлифование	1,14	0,7	0,7	0,05	3,4
040 внутришлифовальный	2,8	0,9	0,8	0,1	4,7

Все полученные данные сведены в приложение А в таблицы А.1 и А.2.

Выводы по разделу

В разделе было выполнено проектирование технологического маршрута с назначением исходной заготовки, выбором оборудования и соответствующих средств технологического оснащения, растет там технологических режимов определением норм времени.

3 Проектирование средств оснащения

3.1 Сбор исходных данных

На операции 015 проводится сверление глубоких отверстий при помощи шнекового инструмента. Это дает возможность обработки этих отверстий без специализированной оснастки, необходимой для сверления глубоких отверстий инструментом с внутренней подачей СОЖ.

Шести позиционная револьверная головка (рисунок 10) обеспечивает возможность последовательной обработки инструментами всех отверстий. Последовательно ведется обработка глубоких отверстий (9 мм) с цекованием отверстий под резьбу 10 мм. После этого проводится нарезания резьбы метчиком М12. В заключении следуют переходы по обработке отверстий - сверление отверстий (9 мм) и цекование уступов в них (16 мм). Технологические режимы и нормы времени назначены в разделе 2.

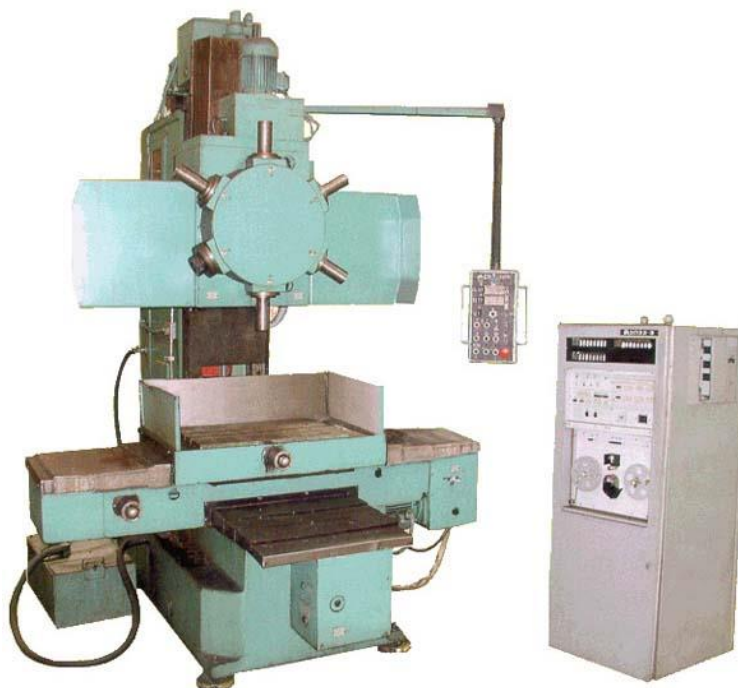


Рисунок 10 – Станок 2P125Φ2-1

Сверление на операции 035 сверлом спиральным ступенчатым с перепадом диаметров с 15 до 9 мм. Материал сверла сплав Р6М5К5.

Режимы резания, выбранные для обработки по глубине резания, как половина диаметра 7,5 и 4,5 мм. Подача равна 0,1 мм/об, а скорость резания 21 м/мин при оборотах 418 об/мин.

Тип приспособления – одноместное универсальное наладочное со сменными тарельчатыми пружинами.

3.2 Расчет сил резания

Силовые параметры сверления, необходимые для расчета, крутящий момент $M_{кр}$, Нм, и осевая сила P_o , Н. Они рассчитывают по формулам [19]

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p ; \quad (14)$$

$$P_o = 10C_p D^q s^y K_p . \quad (15)$$

«Коэффициент K_p , учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки» [17]

$$K_p = K_{mp}, \quad (16)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15^2 0,1^{0,8} \cdot 1,15 = 14,14 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 15^1 0,1^{0,7} \cdot 1,15 = 2340 \text{ Н}.$$

3.3 Расчет усилия зажима

«Из равенства моментов сил резания $M_{кр}$ и сил закрепления M_3 необходимое усилие зажима будет [24]

$$W_{Pz} = \frac{k \cdot M_{kp} \cdot d_0}{f}; \quad (17)$$

где M_{kp} – момент резания, Н·м» [17].

«Значение коэффициента безопасности:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6; \quad (18)$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса;

k_1 – коэффициент увеличения сил резания из-за переменного припуска;

k_2 – коэффициент увеличения сил резания вследствие износа;

k_3 – коэффициент увеличения сил резания при прерывистом резании;

k_4 – коэффициент для механизированного привода;

k_5 – коэффициент, учитывающий эргономику для механизированного привода;

k_6 – коэффициент для плоской базы» [25].

Так как $k = 1,8$, примем минимальную величину 2,5.

Для рабочей поверхности торцов тарельчатых пластин с кольцевыми канавками коэффициент трения $f = 0,12$.

$$W_M = \frac{2,5 \cdot 14,14 \cdot 60}{0,12} = 17656 \text{ Н.}$$

3.4 Расчет зажимного механизма

«Усилие Q , создаваемое силовым приводом, находится через передаточное отношение i_C . Оно зависит от соотношения размеров высоты ($h=3,8$ мм) и диаметра пластины ($d=52$ мм). С учетом конструктивных размеров $i_C = 2,5$ » [17].

$$Q = \frac{W_1}{i_c}. \quad (11)$$

$$Q = \frac{17656}{2,5} = 7070 \text{ Н.}$$

Для создания исходного усилия Q используем силовой привод. У него стандартное давление 0,4 МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} \text{ мм.} \quad (12)$$

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{7070}{0,4}} = 150,2 \text{ мм.}$$

Принимаем с запасом 220 мм.

3.5 Описание конструкции приспособления

Сверлильное приспособление предназначено для базирования и закрепления втулки на сверлильном станке.

Приспособление состоит из корпуса 1, во внутреннюю часть которого запрессован направляющий стакан 3. Корпус 1 установлен на базовой шайбе 2, по которой он устанавливается на станок. Она имеет посадочное центрирующее отверстие для установки в рабочем столе станка. Для фиксации от поворота в охватывающем пояске базовой шайбы 2 проходит фиксирующий винт 16. Само приспособление закрепляется винтами через ступенчатые отверстия в корпусе 1. Для обеспечения прохода режущего инструмента заготовка опирается на крышку 6 с радиальными пазами под выход сверл [26].

Крышка 6 крепится на корпусе 1 винтами 15. Через направляющее отверстие в корпусе 1 вертикально перемещается шток 12. Он имеет

утолщение на своем конце, которым прижимает набор тарельчатых пружин 5. Сам шток 12 вкручивается в тягу 4, которая своим опорным фланцем упирается в поршень 7. На нем, при помощи кольцевой пластины 9, винтами 13 закрепляется диафрагма 10. Последняя, при помощи кольцевой пластины 11 винтами 13, фиксируется на нижней проточке корпуса 1. Для стабилизации рабочего давления воздуха в направляющей втулке 3 с нижней стороны установлена манжета 18, которая фиксируется кольцом 8 при помощи винтов 14.

Автоматический разжим заготовки происходит при сбросе рабочего давления. Для этого внутри направляющего стакана 3 на тяге 4 установлена пружина 19, которая зажимается между опорным торцом отверстия направляющего стакана 3 и опорной гайкой 17, которая в виде хомута затягивается в нужном положении на резьбовой поверхности тяги 4. При сборке необходимо обеспечить соосность отверстия в корпусе 1 под штуцер и отверстие в направляющей втулке 3.

Приспособление работает следующим образом. Устанавливается вертикально заготовка на набор тарельчатых пружин 5 в разжатом состоянии. После подачи давления в верхнюю часть рабочей полости пневмоцилиндра диафрагма 10 деформируется, приводя к перемещению поршня 7 с тягой 4. Это ведет к движению вниз штока 12 и расплющиванию тарельчатых пружин 5, которые увеличиваются в диаметре. Это приводит к равномерному касанию по опорной поверхности базового отверстия. После обработки происходит сброс рабочего давления в цилиндре. Под действием силы упругости пружины 19 происходит движение поршня 7, тяги 4 и штока 12 вверх. Тарельчатые пружины 5 принимают свою первоначальную форму и происходит раскрепление заготовки.

Спецификация приспособления в таблице Б.1 приложения Б.

3.6 Проектирование режущего инструмента

Для обработки ступенчатого отверстия в базовой технологии применяются последовательно два перехода. Сначала спиральным сверлом происходит сверление отверстия диаметром 9 мм насквозь через весь фланец. После этого при помощи цековки проводится растачивание ступенчатого отверстия на заданную глубину [21].

Уменьшение времени обработки и совмещение двух переходов возможно за счет комбинированного ступенчатого сверла. Это дает возможность исключить лишний инструмент, уменьшить его количество, повысить точность.

Обработка в базовой технологии ведется последовательно по всем шести отверстиям. Это приводит к накоплению погрешности позиционирования при движении рабочего стола относительно инструмента. Поэтому, когда по этим отверстиям начинает работать цековка, из-за возможных смещений происходит неравномерная нагрузка на рабочую часть инструмента. Из-за этого возможна разбивка отверстия. Также снижается стойкость инструмента. В случае использования ступенчатого сверла все эти недостатки исключаются [22].

При проектировании ступенчатого сверла главным параметром является его диаметр, который задается размерами отверстия и расточки. Конструктивные параметры инструмента показаны на разработанном чертеже. Инструмент получается сложным в переточке и по стоимости затратным. Предлагается заменить цекование рассверливанием при помощи сверла повышенной жесткости с прямоугольной рабочей частью. Выполнять функцию цекования он также, а из-за жесткой конструкции режим обработки на данном переходе можно увеличить по подаче и скорости резания. Точность позиционирования станка 0,008 мм обеспечит достаточную равномерность припуска.

Диаметр инструмента равен диаметру проточек – 19 мм.

Скорректированные результаты показаны в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 - Режимы резания для 015 и 020 сверлильных операций

Параметр	Глубина резания t , мм	Подача S_o , мм/об	Подача $S_{мин}$, мм/мин	Обороты n , об/мин	Скорость V , м/мин
4.Цекование	5	0,4	402	1006	60

Таблица 8 – Нормы времени

Операция	Основное время t_o , мин	Вспомог. время t_v , мин	Тех.обсл. время $t_{обсл}$, мин	Время ОТД. вОТД, мин	Штучное время $t_{шт.-к.}$, мин
015 сверлильная	5,1	1,2	0,13	0,04	6,75

В результате получаем экономический эффект [27].

Спецификация инструмента в таблице В.1 приложения В.

Выводы по разделу

Для операции сверлильной спроектировано станочное приспособление с тарельчатым зажимом, которое предназначено для установки заготовки инструментальной втулки вертикально.

Спроектировано сверло сборное с твердосплавной режущей частью и прямой кромкой вместо быстрорежущей цековки.

4 Экологичность и безопасность проекта

В разделе рассматривается комплекс мер по защите от вредных факторов по разрабатываемому технологическому процессу изготовления инструментальной втулки для среднесерийного производства.

Заготовительная операция – штамповка.

Особенностью технологического процесса является концентрация переходов на сверлильной операции по обработке отверстий для подачи рабочей среды внутрь детали. На токарной операции происходит обработка всей поверхности втулки с оставлением припуска на окончательное внутреннее и наружное шлифование.

В техпроцессе предусматривается термообработка.

Инструментами являются контурный, канавочный и резбовой сборные токарные резцы. Для контурного обтачивания используется резец с ромбической пластиной T5K10 и T15K6, для обработки канавок два разных резца по форме канавок для выхода шлифовального и резбонарезного инструмента.

Для сверлильной операции предусматривается комплект центровочное, спиральное длинное сверла, цековка с цапфой, зенковка, метчик, спиральное сверло, сборное сверло с прямой кромкой. Материалы для цельного инструмента P6M5, для сборного – T15K6.

На шлифовальных операциях используются шлифовальные круги, структура которых выбрана в технологическом разделе. При обработке эти круги правятся алмазным инструментом.

Закрепление втулки осуществляется в патроне или с использованием специализированного наладочного приспособления.

Все технологические операции со снятием припуска ведутся с использованием универсальной синтетической СОЖ "Акрил Экол-3". Используется машинное масло для обслуживания поверхностей трения станочного оборудования. Ветошь используется для протирки, уборки

грязи и стружки. Нейтральные чистящие средства используются для мойки. Они состоят из поверхностно-активных веществ и водорастворимых компонентов для обеспечения высокой моющей способности.

Опасные и вредные производственные факторы для данного технологического процесса определяются условиями работы на выбранных металлорежущих станках.

На участке, где осуществляется изготовление втулки, проводятся несколько ключевых технологических операций, каждая из которых требует не только высокой квалификации работников, но и строгого соблюдения правил охраны труда. Первой из этих операций является токарная обработка, в ходе которой заготовке втулки придается окончательная конструкторская геометрия. Эта работа предполагает использование токарного станка САТ400, который производит значительный уровень шума. Такой шум на производстве может оказывать негативное воздействие на слух работников, делая использование защитных наушников или берушей обязательной мерой.

Следующей операцией является сверление. В процессе данной операции на заготовку воздействуют осевой инструмент, позволяя получить деталь с отверстиями различных размеров и точности. При этом возникает значительное количество металлической пыли и микрочастиц, которые могут раздражающе влиять на дыхательные пути и зрение работников. Поэтому использование масок и очков здесь крайне важно для защиты органов дыхания и глаз. Для очистки воздуха система подачи и циркуляции воздуха должна быть оборудована фильтрующими устройствами. Для выхода воздуха также необходимо ставить очистные фильтрующие устройства для обеспечения соответствия нормам чистоты окружающего воздуха.

Финальная операция в производственном цикле — это шлифовальная обработка, при которой поверхность втулки доводится до

нужной шероховатости и точности. Однако, работа шлифовальных станков сопровождается значительными вибрациями, которые могут привести к профессиональным заболеваниям опорно-двигательного аппарата. Специальные перчатки с амортизирующими вставками и обувь с антивибрационной подошвой помогают снижать эти риски. Необходимо исключать обработку заготовок не соответствующих входным требованиям по точности, особенно допускам расположения.

Вращающийся инструмент должен быть отрегулирован и отбалансирован. Шум снижается за счет использования шумопоглощающих покрытий в рабочей зоне непосредственно на оборудовании, а также на несущих конструкциях.

Есть опасность химического или токсичного поражения, так как используется СОЖ и масло при высоких температурах заготовки, стружки и инструмента.

Безопасность сотрудников на производственном участке напрямую зависит от систематического выявления и минимизации воздействия вредных и опасных факторов, к которым, кроме уже упомянутых шума, пыли и вибрации, можно отнести возможность контакта с горячими поверхностями, острыми краями деталей и другими потенциальными источниками травм. Процесс лезвийной обработки сопровождается образованием сливной стружки. Все режущие инструменты имеют острые кромки. Обработка осуществляется при помощи вращения заготовки и/или инструмента, при этом ее закрепление происходит за счет механизированного привода. Все эти подвижные части могут привести к физическим травмам. Для защиты от механических повреждений вращающиеся заготовки и инструмент должны быть изолированы при помощи рабочих экранов, которые закрывают рабочую зону станка.

На всех операциях присутствует операционный контроль, что приводит к напряжению анализаторов (зрения). Повторяющийся режим работы может привести к психофизиологическим нагрузкам. Они

снижаются соответствующим режимом работы и отдыха, температурным режимом в рабочей зоне, очисткой воздуха, а также обеспечение норм освещенности. Она достигается выбором совмещенной общей и местной систем световых источников.

Возможно поражения электрическим током, так как оборудование является высоковольтным. Для исключения опасности поражения данным фактором необходимо обслуживание и своевременный ремонт электрооборудования. Должны быть предусмотрены защитные автоматические отключающие устройства - предохранители.

Цех по обработке относится к категории В по пожарной безопасности. Возможно возникновение пожара из-за искрения электрического оборудования, возгорания промасленной ветоши. Необходимо оснастить участок системами пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения. Для тушения необходимо использовать или пенный или углекислотный состав тушащих средств, так как возможно горение масел. Персонал должен быть обучен правилам поведения в случае возникновения пожара, ознакомлен с планом эвакуации, обучен работе со средствами первичного пожаротушения (огнетушитель, песок), которыми должен быть оснащен каждый соответствующий участок. Кроме этого необходимо проводить плановые мероприятия по проверке знаний работников по охране труда и действий в случае чрезвычайной ситуации.

Для обеспечения экологических норм необходимо обеспечить очистку воздушных, водных и твердых составляющих отходов. Для воздушной очистки используется система вентиляции и фильтрующие устройства. Для очистки жидких отходов необходимо использовать водные очистные сооружения с комплексной очисткой. Твердые отходы необходимо вывозить на полигон, кроме тех, которые можно использовать для повторного использования в рамках ресурсосберегающих технологий.

Учитывая это, сотрудники должны быть обеспечены не только индивидуальными средствами защиты, такими как специальная одежда, но

и должны проходить регулярные инструктажи по технике безопасности. Лишь при комплексном подходе можно создать безопасные и комфортные условия труда, способствующие сохранению здоровья персонала и повышению эффективности производственного процесса.

Выводы по разделу

Выполнен анализ вредных факторов для технологического процесса изготовления инструментальной втулки. С учетом с проектирования техпроцесса предусмотрены комплекс мероприятий по обеспечению охраны труда и экологичности.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – провести вычисления и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологий, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах и касается только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Инструментальная втулка». Результат существенной перестройки технологии и ее итог, представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Результат существенной перестройки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 11, представлен измененный инструмент, который предложено использовать вместо циковки Ø19 мм, P6M5. Справа, итог по трудоемкости выполнения измененной операции технологии изготовления детали «Инструментальная втулка».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимая сумма инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [7]. Так как изменения технологии затрачивают только такие элементы как инструмент и оснастка, сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование (K_{IP}), инструмент (K_I) и корректировку управляющей программы ($K_{У.ПР}$)» [7]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 12.

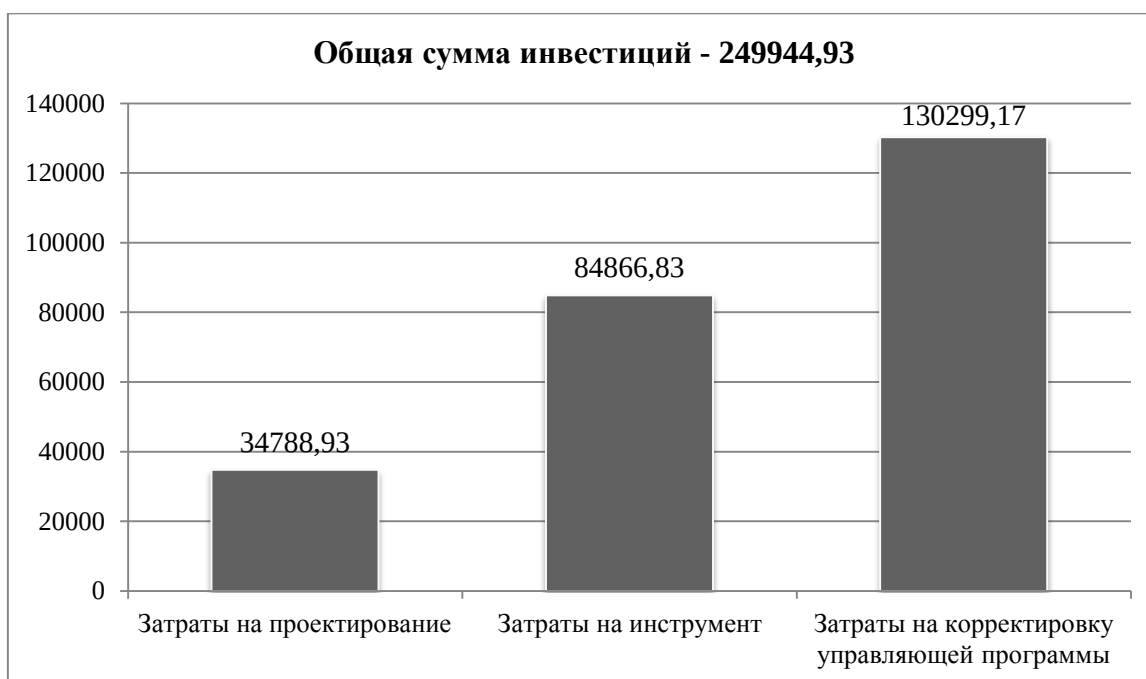


Рисунок 12 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 12, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является корректировка управляющей программы, ее доля в общей сумме инвестиций составляет 52,13 %. Самыми

наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с проектированием, так как их доля составит 13,91 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость, которая определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [7]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 13.

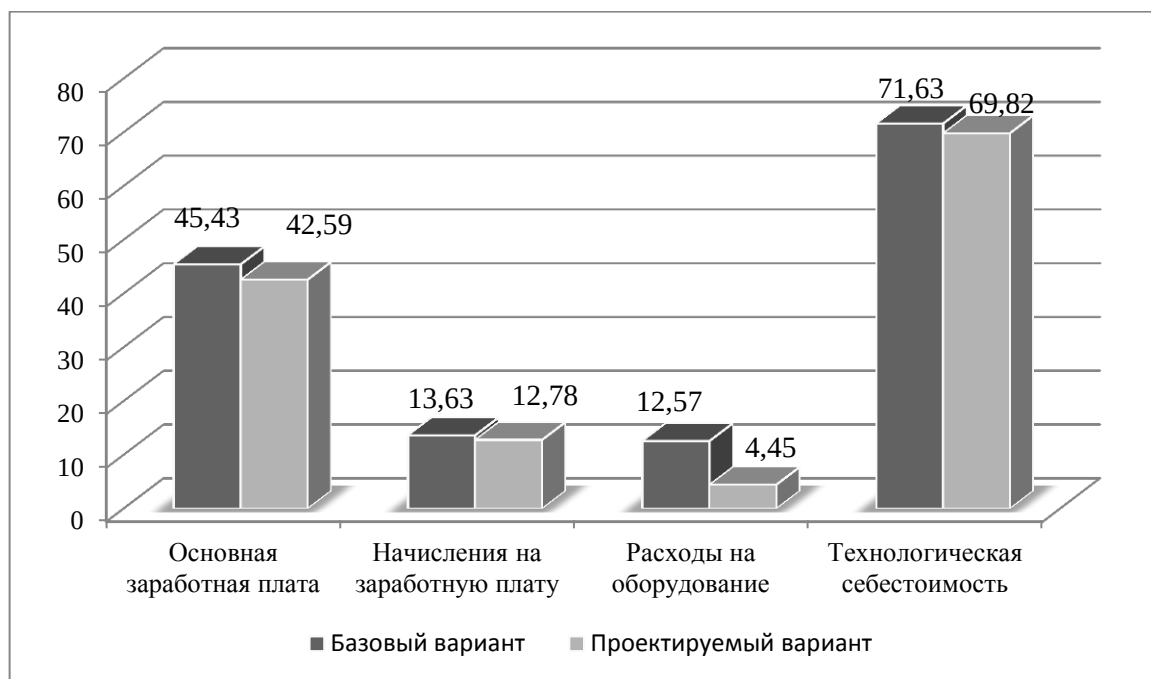


Рисунок 13 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 13), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой, с долевой величиной в районе 61-63 % в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения такие показателей как: «чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, индекс доходности и интегральный экономический эффект» [7]. Чтобы их рассчитать,

используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [7]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 14.

Показатели экономической эффективности
• Чистая прибыль - 146160 руб.; • Срок окупаемости - 2 года; • Общий дисконтируемый доход - 285304,32 руб. • Индекс доходности - 1,14 руб./руб.; • Интегральный экономический эффект - 35359,39 руб.

Рисунок 14 – Значения показателей экономической эффективности

Вывод по разделу

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Инструментальная втулка». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате его внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 35359,39 рублей.

Заключение

В работе выполнено совершенствование типового технологического процесса обработки инструментальной втулки. Типовой технологический процесс изготовления втулки включает в себя заготовительную операцию, обработку точением черновую и чистовую последовательно на двух станках, чтобы разграничить эти две стадии техпроцесса. Далее выполняется последовательность сверлильных операций на различных станках. Это связано с их различным конструктивным исполнением (выполненные параллельно оси заготовки со смещением, радиальные резьбовые отверстия) и типоразмерам (8 мм с длиной более 100 мм переводит их в категорию глубоких отверстий со своей спецификой обработки).

Разработка технологии изготовления направляющей втулки из стали 40ХН включает анализ исходных данных, где с учетом назначения втулки, особенностей условий ее эксплуатации проверено соответствие технических требований этим условиям. Анализ технологичности выявил особенности конструкции втулки, которые приводят к дополнительным затратам на инструмент и ограничивают виды возможных заготовок. Определен тип производства для 15000 деталей в год – среднесерийный. С учетом этого после сравнения вариантов выбрана штамповка. Критерием выбора заготовки является обеспечение минимального расхода материала. Определены требования к точности и качеству штамповки на ГКШП. Выбраны переходы по каждой поверхности. С учетом анализа типового технологического процесса решено выбрать станок для повышения концентрации переходов, что позволило снизить время и повысить точность за счет сокращения переустановок. Выбор технологических баз обеспечивает снижение технологических допусков путем совмещения баз. Разработка технологического маршрута базируется на типовом процессе и

отличается от него сокращением операций за счет выбора параллельно-последовательной обработки на первом этапе технологического процесса.

Выбор методов обработки определяется конфигурацией заготовки и выбранными станками. Концентрация переходов дает возможность реализовать параллельно-последовательную обработку.

Требования к точности и качеству поверхности втулки определяют состав выбранных переходов. Затраты на эти переходы определяют технологическую стоимость, определенную в последнем разделе. Она снижается в связи с повышением производительности за счет изменения конструкции инструмента.

Список используемых источников

1. Баранчиков, В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник. / В.И. Баранчиков [и др.] – М.: Машиностроение, 1990. – 400с.
2. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. - 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990–06–30. – М. : Стандартинформ, 2010. – 36 с.
4. Зубарев Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 05.04.2020).
5. 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.
6. Иванов В.П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: учеб. для студентов вузов по специальности "Оборудование и технологии высокоэффектив. процессов обработки материалов" / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 234 с.
7. Инженерные основы современных технологий: средства технол. оснащения машиностр. пр-ва: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки "Менеджмент", "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Ю.М. Передрей [и др.]. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 199 с.

8. Клепиков В.В. Технология машиностроения / В.В Клепиков., А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ ИНФРА, 2004. – 860 с.

9. Клименков С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 15.09.2024).

10. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 19.09.2024).

11. Лебедев В.А. Технология машиностроения: Проектирование технологий изготовления изделий: учеб. пособие для вузов / В.А. Лебедев, М.А. Тамаркин, Д.П. Гепта. - Гриф УМО. – Ростов-на-Дону. : Феникс, 2008. – 361 с.

12. Маталин А.А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производств» / А.А. Маталин. – Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.

13. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

14. Михайлов А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 335 с.

15. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / под общ. ред. В.И. Баранчикова. – Москва. : Машиностроение, 1990 – 399 с.

16. Расторгуев Д.А. Проектирование технологических операций: электрон. учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти. : ТГУ, 2015. – 140 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/76> (дата обращения: 06.10.2024).

17. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

18. 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.

19. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учеб. пособие для вузов / Г.Н. Кирсанов [и др.] ; под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М. : Машиностроение, 1986. – 288 с.

20. Седых Л.В. Технология машиностроения: практикум / Л.В. Седых. – Москва. : МИСиС, 2015. – 73 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/69757> (дата обращения: 19.04.2020).

21. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 910 с.

22. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

23. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр.

пр-в". Т. 2 / А.Г. Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин. - 4-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 517 с.

24. Схиртладзе А.Г. Проектирование и производство заготовок : учеб. для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, А.В. Макаров. – 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2009. – 447 с.

25. Схиртладзе А.Г. Станочные приспособления: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. - Гриф МО. – Москва. : Высш. шк., 2001. – 110 с.

26. Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л.В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 620 с.

27. Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л.В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 620 с.

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

[illegible]

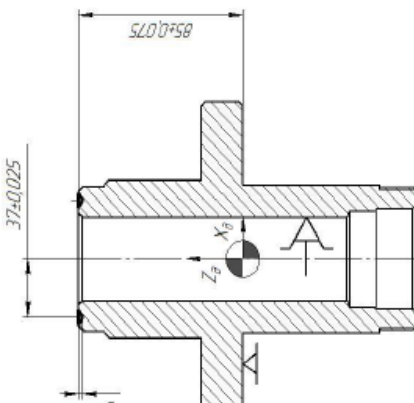
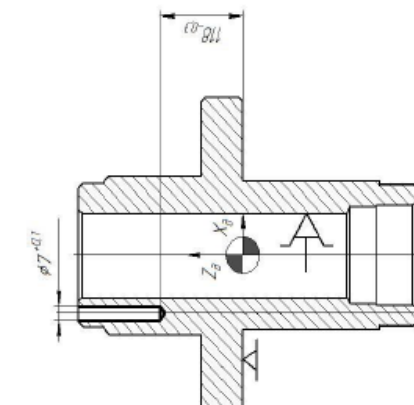
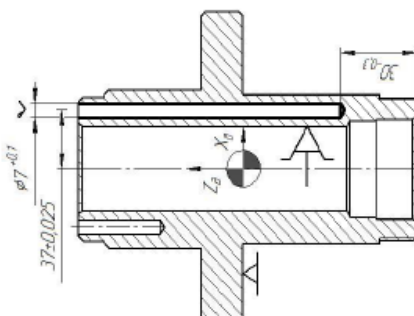
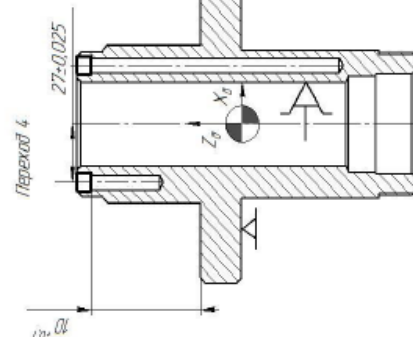
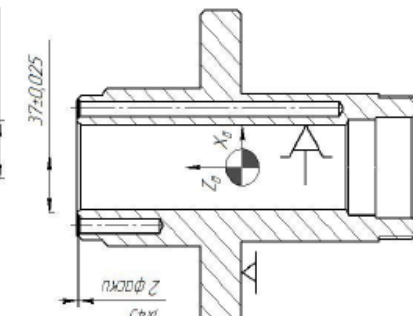
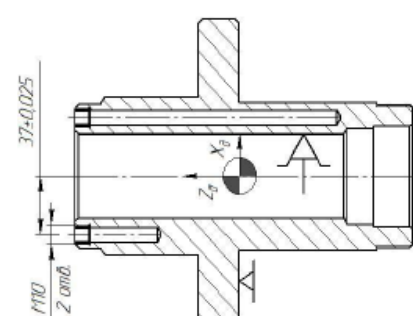
Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 31404-86 Форма 3

Директ.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			</
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а																													
Испол.																													
Взам.																													
Испол.																													
3																													
020																													
      <tr><td colspan="10">Карта эскизов</td></tr><tr><td colspan="10">ЕК</td></tr>										Карта эскизов										ЕК									
Карта эскизов																													
ЕК																													

Спецификация приспособления

[illegible]

Продолжение таблицы Б.1

[illegible]

Спецификация инструмента

[illegible]

