

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка технологии термосиловой обработки фланцевых деталей

Студент(ка)	<u>Р.С.Ванеев</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Руководитель	<u>Д.А.Расторгуев</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Консультанты	<u>Л.Н.Горина</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Н.В.Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>В.Г.Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н., доцент

А.В. Бобровский
(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский
«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Вансеев Роман Сергеевич гр. ТМбз-1131

1. Тема Разработка технологии термосиловой обработки фланцевых деталей

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы « »
2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовой объем выпуска 500
дет/год, 2 смены

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Анализ исходных данных

2) Проектирование установки для термосиловой обработки

3) Технологическая часть работы

4) Описание графической части работы

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

УДК 621.91.002(075)

Аннотация

Ванеев Р.С. Разработка технологии термосиловой обработки фланцевых деталей. Выпускная квалификационная работа/–Тольятти, ТГУ, 2016.

В работе представлена новая технология термосиловой обработки длинномерной втулки фланцевого типа на примере борштанги для комбинированной обработки.

Содержание

Введение, цель работы.....	5
1. Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ исходных данных	6
1.2 Обзор технологических методов повышения точности маложестких деталей	10
2. Проектирование установки для термосиловой обработки	20
2.1 Описание установки	20
2.2 Расчет установки.....	26
2.3 Расчет усилия зажима.....	31
3. Технологическая часть работы	35
3.1. Определение исходных параметров техпроцесса.....	35
3.2. Обоснование выбора метода получения заготовки.....	35
3.3 Выбор методов обработки поверхностей	39
3.4 Расчёт припусков расчётно-аналитическим способом	42
3.5 Недостатки базового технологического процесса.....	47
3.6. Выбор средств технологического оснащения.....	50
3.7. Проектирование технологических операций	53
3.8 Расчёт норм времени	59
3.9. Проектирование режущего инструмента	62
4. Описание графической части работы	64
5. Безопасность и экологичность технического объекта.....	68
6. Экономическая эффективность работы	76
Заключение.....	80
Список используемой литературы	81
Приложение	85

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Основная задача, которую решает технология машиностроения, заключается в обеспечении надежности процессов обработки деталей с достижением необходимой производительности, точности, шероховатости поверхностей. При этом нужно стремиться к минимальным расходам, как материальным, так и временным.

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ исходных данных

Деталь для примера –комбинированная расточная борштанга. В соответствии с номерами поверхностей, указанных на эскизе детали (рис. 1.1) указана классификация по назначению поверхностей.

Борштанга предназначена для закрепления расточных сменных головок различных конструкций. Они могут быть однорезцовые, двух резцовые, жесткие или плавающие. К данной детали предъявляют следующие требования: повышенная поверхностная твёрдость базовых поверхностей, пониженный износ трущихся поверхностей при незначительной деформации самой детали [21,33].

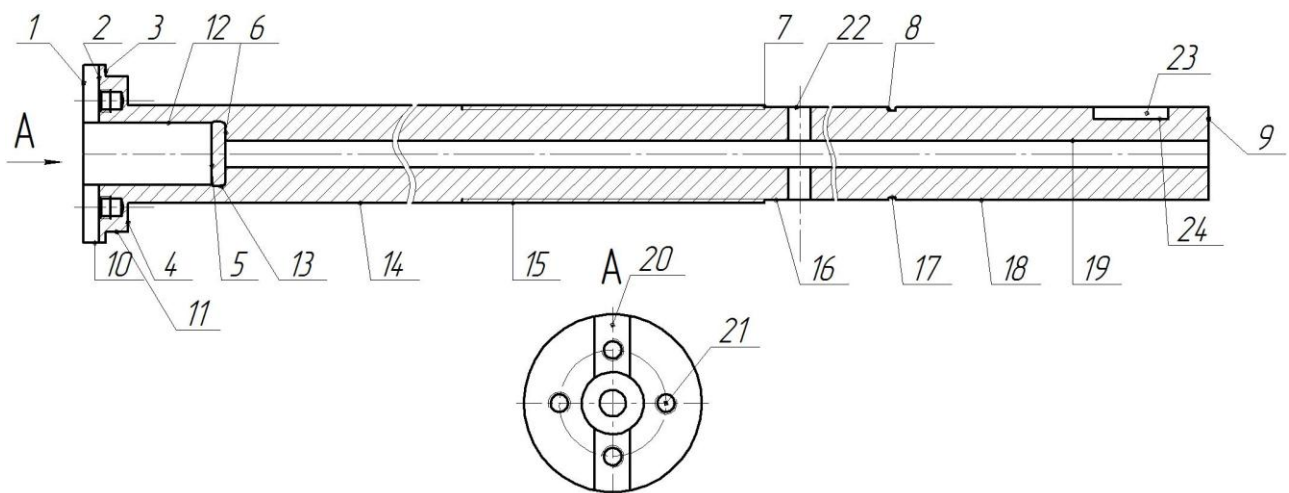


Рис. 1.1 Эскиз детали

Материал - сталь 40ХН ГОСТ 4345-71 [1]. Коэффициент обрабатываемости $K_{обр.тв.спл.}=1,20$; $K_{обр.б.ст.}=1,05$ [4]. Химический состав и физико-механические свойства представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40ХН [1]

Параметр	%
С/углерод	0.37-0.45
Si/кремний	0.17-0.37
Cr/хром	0,9-1,1
Ni/никель	0,8-1,2
Mn/марганец	0,50-0,80
S/сера	< 0,04
P/фосфор	< 0,035
Cu/медь	< 0,25

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 40ХН

σ_{02} , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	KCU, Дж/см ²	HB
340	580	18	47	60	220

Наиболее жесткие требования по точности и качеству имеют следующие поверхности:

Квалитет IT 6 имеет– пов. 14, 18;

Шероховатость Ra0,63 мкм. на пов. 14,18,12;

Соосность 0,012 мм пов. 14 относительно пов. 12, 11 относительно 18;

Цилиндричность с допуском 0,008 мм пов. 14, 0,005 пов. 18;

Перпендикулярность 0,012 мм. торцов 4 относительно пов. 14, пов. 1 относительно пов. 12;

Параллельность 0,015 мм. и симметричность с допуском 0,02 мм. боковых сторон паза под шпонку - пов. 21. Все требования систематизированы в табл. 1.3.

Таблица 1.3 - Характеристика поверхностей детали

Номер пов.	Форма пов.	Вид пов.	Допуск расположения/формы, мм.	Квалитет	Размер мм.	Ra мкм.
1	2	3	4	5	6	7
1	П	В.К.Б.	$\pm 0,01$	14	630	1,25
2	П	В.К.Б.		14	5	3,2
3	П	В.К.Б.		14	7	2,5
4	П	В.К.Б.	$\pm 0,01$	14	7	1,25
5	П	С	-	14	40	12,5
6	П	С	-	14	37	12,5
7	П	С	-	14	85	12,5
8	П	С	-	14	125	12,5
9	П	В.К.Б.	-	14	630	2,5
10	Ц	В.К.Б.	-	14	50	12,5
11	Ц	В.К.Б.	-	14	44	12,5
12	Цв	В.К.Б., И.П.	$\odot 0,012$ $\bigcirc 0,006$	7	18	0,63
13	Цв	С	-	14	14,05	12,5
14	Ц	В.К.Б., И.П.	$\odot 0,012$ $\bigcirc 0,008$	6	25	0,63
15	Р	В.К.Б.	-	4 ст.т.	22	3,2
16	Ц	С	0,012 В	14	19,8	12,5
17	Цв	В.К.Б.	-	7	5	1,25
18	Ц	О.К.Б., И.П.	$\odot 0,012$ $\bigcirc 0,008$	6	26	0,63
19	Цв	С	-	8	8	2,5

Продолжение табл. 1.3

1	2	3	4	5	6	7
20	Ф	В.К.Б., И.П.	- 0,005 Г	9	8	3,2
21	П	О.К.Б., И.П.	$\approx 0,015$ // 0,02	9	8	3,2
22	Р	В.К.Б.	-	8	5	3,2
23	Р	В.К.Б.	-	8	5	3,2
24	Ф	В.К.Б., И.П.	$\approx 0,015$ // 0,02	9	4	3,2

Борштанга изготавливается из стали 40ХН ГОСТ 4345-71 способами или объемной штамповки или из проката. По конфигурации нетехнологичными можно считать радиальное отверстие на поверхности 16 с точки зрения врезания инструмента.

Нетехнологичными можно считать такие элементы, как паз и отверстия на фланце. Это связано с небольшими размерами с и их расположением [24, 25].

Основным нетехнологичным элементом является глубокое отверстие. Оно имеет малый диаметр $d=8$ мм. и длину $l=630$ мм. (пов.14). Оно служит для подвода СОЖ через отверстия в расточных головках в зону резания. Обработка отверстия является лимитирующей операцией [14].

По базированию и закреплению борштанга является нетехнологичной из-за малой жесткости. Это связано с конструктивными особенностями, т. к. соотношение её длины к диаметру около 80. Поэтому на операциях механической обработки для повышения жесткости технологической системы требуются люнеты.

1.2 Обзор технологических методов повышения точности маложестких деталей

В данном подразделе определяются наиболее подходящие технологические решения.

В качестве объекта усовершенствования примем способ термосиловой обработки (ТСО), а также устройство для его осуществления. ТСО применяется чтобы повысить точность размеров и форм маложестких втулок и валов, стабилизировать размеры за счет выравнивания и снижения технологических остаточных напряжений [28, 31].

Способ ТСО характеризуется набором определенных действий и этапов, последовательностью их выполнения, содержанием и технологическими режимами. Устройство для ТСО характеризуется набором конструктивных признаков: формой, конструкцией, соотношением размеров.

Рубрики МПК следующие:

C21D9/28 – печи и способы термической обработки гладких валов;

C21D8/00 – изменение физических свойств путем деформации в сочетании с последующей термообработкой;

B23Q15/00 – системы автоматического управления технологическими процессами.

Ниже приведено описание найденных технических решений [34]. Задача первого способа ТСО заключается в повышении точности и качества маложестких заготовок с достижением ряда технических результатов.

Во первых повышение стабильности формы и размеров длинномерных маложестких валов или труб за счет формирования равномерных осевых остаточных напряжений, а также формирования текстуры деформации по объему заготовки.

Эта достигается путем приложения силового статического воздействия на заготовку вала при ее закреплении в силовом стапеле. Для этого предварительно на вал устанавливают фиксаторы. Затем вал нагревается.

Одновременно с этим стапель охлаждается. После чего в стапель устанавливают вал с фиксаторами. Далее проводят совместный нагрев по типовой технологии термообработки. Это может быть отпуск, нормализация или закалка. Температуру первоначального нагрева вала и температуру охлаждения стапеля выбирают из условия превышения предела текучести при дальнейшем совместном нагреве заготовки и стапеля (рис.1.2).

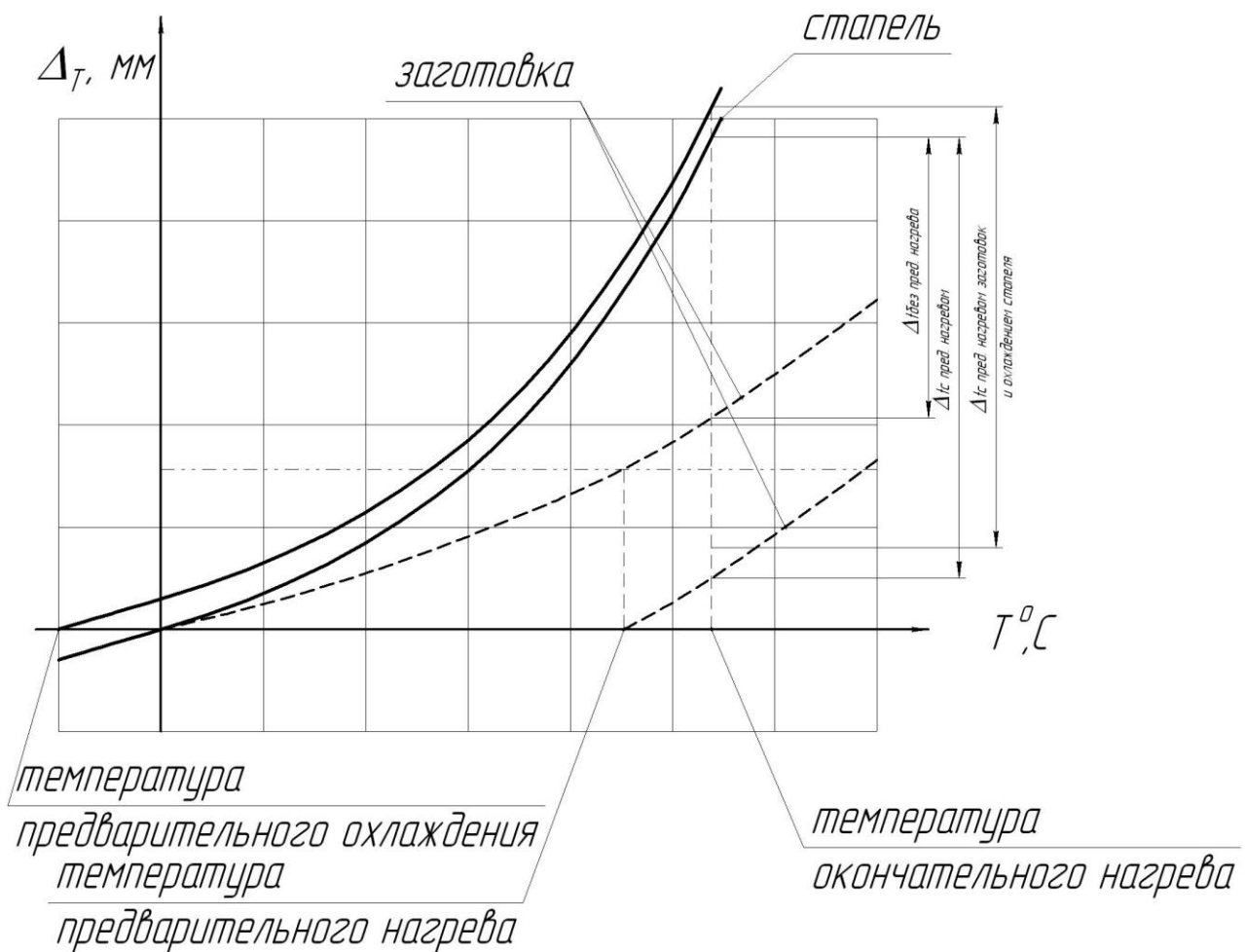


Рис. 1.2 Зависимости температурных деформаций заготовки и стапеля

Далее рассмотрим устройство для ТСО (рис.1.3) [35].

В данном случае эффективность ТСО обеспечивается за счет того, что устанавливается вертикальный стапель. Сделан он из материала с коэффициентом теплового линейного расширения больше, чем у материала заготовки. Предварительно на валу нарезают резьбу на обоих концах. По ним устанавливают резьбовые механизмы фиксации заготовки. Выполнен он в виде двух опорных крышек с центральными отверстиями. Сам вал зафиксирован в

стапеле в отверстиях цилиндрическими тягами с резьбой по наружной и внутренней поверхностям. По внутренней резьбе фиксируется заготовка. По наружной резьбе тяги фиксируют гайку силового закрепления. Стапель выполняют в виде цилиндрической трубы с фланцами по краям. На фланцы опираются крышки. Верхняя крышка выполнена вращающейся относительно стапеля. Нижняя крышка жестко зафиксирована. Тяги выполняют с ограничением их кручения осями, запрессованными в отверстиях тяг. Верхний фланец стапеля выполнен с кулачковым профилем. Выступы фланца размещаются диаметрально напротив друг друга. В верхней поворотной крышке радиально и напротив друг друга устанавливают опорные пальцы. Их опирают по профильной поверхности верхнего фланца стапеля. Нижняя тяга зафиксирована по сферической шайбе и поджимается гайкой. Тяга проходит через сферическое гнездо в нижней опорной крышке и имеет возможность силового размыкания. Это делается за счет продольного сквозного паза. Его совмещают с таким же пазом в нижней опорной крышке. Верхняя тяга фиксируется от проворота гайки относительно верхней опорной крышки штифтами. Они размещаются в полуцилиндрических пазах по граням гайки в осевом направлении и проходят в отверстия верхней опорной крышки.

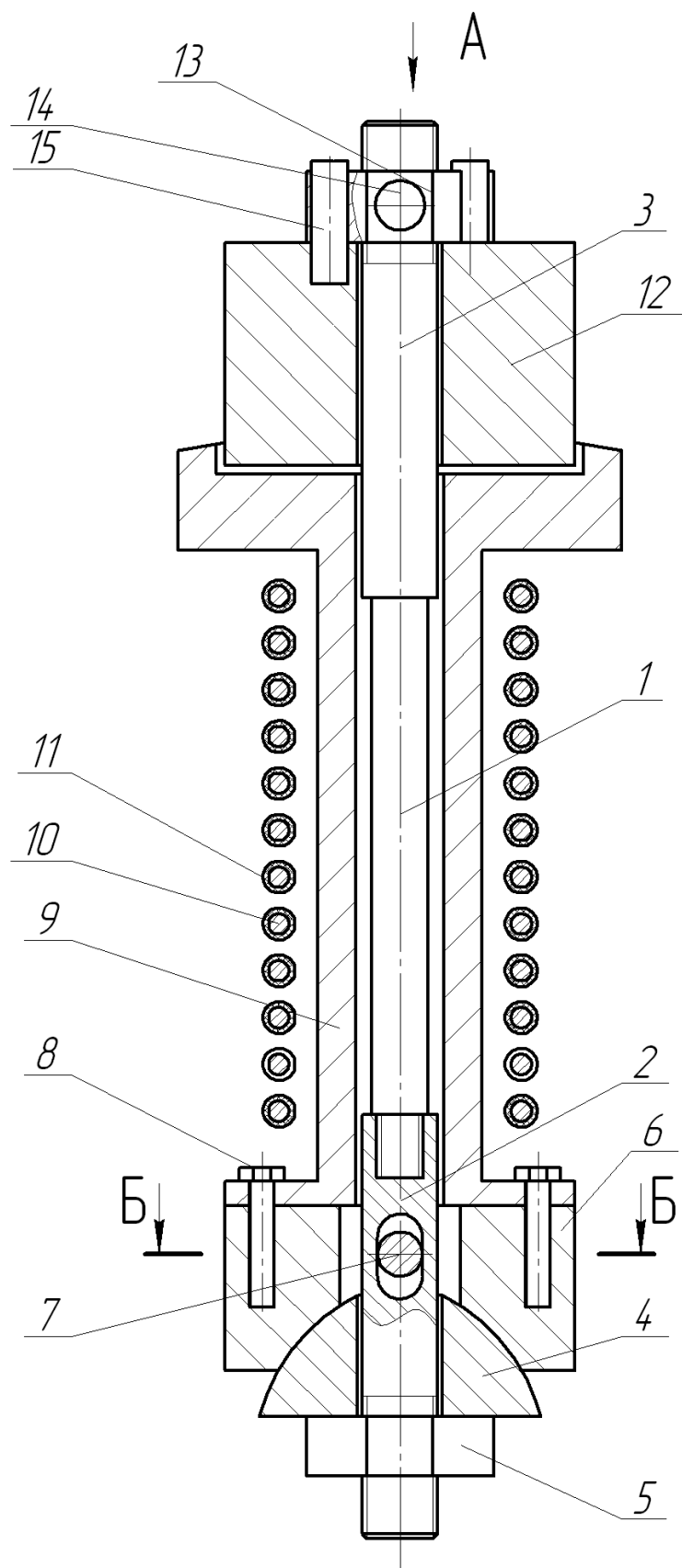


Рис. 1.3 Схема устройства для комплексного ТСО

Устройство для ТСО с комбинированным нагружением показано на рис.1.4 [36].

К валу прикладываются осевые статические и динамические нагрузки. Одновременно действуют нагревом согласно режиму технологического процесса: отпуска, отжига и т.п. Одновременно измеряется линейная деформация вала и сила воздействия - осевая сила. Система автоматической диагностики фиксирует момент достижения предела текучести материала вала и отключает нагрев. Когда температура нагрева достигает значения температуры отпуска, к валу могут приложить динамическое осевое воздействие. Оно проводится на собственной частоте изгибных или продольных колебаний вала. Установка включает печь шахтного типа. Она оснащается механизмом растяжения вала и устройством для создания продольных вибраций. Этот механизм закрепляется на торце механизма осевого растяжения. Установка для диагностики оснащается датчиками для контроля сил, которые прикладывают к валу. Предусмотрены датчики для измерения линейных удлинений и температуры нагрева стапеля. Управление технологическим процессом проводят при помощи четырех взаимосвязанных контуров управления. Каждый контур управления включает датчик, усилитель, блок управления, задатчик рабочих параметров и сервопривод.

На рис. 1.4 приведена функциональная схема диагностики и управления процессом пластической деформации детали.

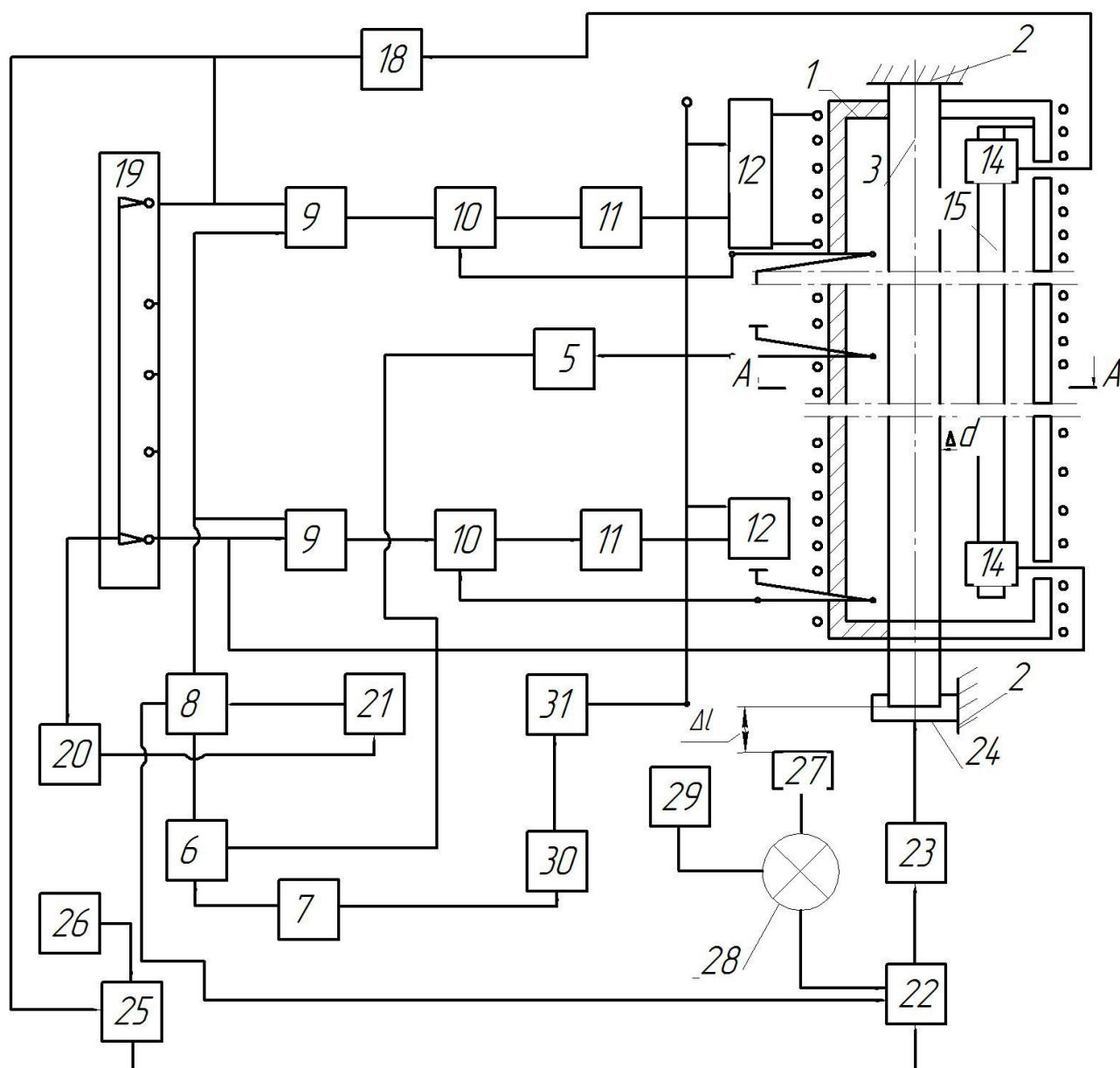


Рис. 1.4 Устройство для ТСО с осевым растяжением и приложением колебаний

Следующий способ автоматического управления процессом ТСО маложесткой детали и устройство для его осуществления приведены на рис. 1.5 [37].

Статическую силу прикладывают к валу в функции его температурного удлинения так, чтобы приложенные напряжения растяжения соответствовали пределу текучести до момента фазовых превращений. После нагрева до рабочей температуры термообработки включают изгибные вибрации на собственной частоте заготовки. Система автоматически диагностирует изменение частоты и амплитуды изгибных колебаний по току на приводе механизма колебаний. Она задает сигнал управления, который приводит к

моменту фазовых превращений. После этого подвижный конец вала жестко фиксируется в осевом направлении от температурных деформаций. При этом запоминается новое значение собственной частоты и амплитуды в процессе отпуска. Установка содержит электрическую печь, которая расположена в стапеле. В стапеле также устанавливается механизм для статического и динамического нагружения. Контролируются линейное удлинение вала и температура нагрева. При этом формируют сигналы управления по двум контурам управления. Они имеют датчики линейных деформаций и термопары.

На рис. 1.6 показаны конструкция следующего устройства для ТСО маложестких валов.

В способе ТСО осесимметричных деталей [38] есть статическое силовое действие на вал в процессе цикла термообработки. Этот цикл обработки разбивается на этапы. В течении каждого этапа статическое силовое воздействие ведут в пределах выбранных участков вала. Для этого последовательно проводят закручивание сначала в одну сторону, затем растяжение. После этого проводят скручивание в другую сторону и сжатие за предел текучести. Управление пределом текучести проводят за счет регулирования температуры нагрева материала вала. Длина участка вала подбирается, учитывая расположение первых гармоник колебаний вала вплоть до третей. В процессе проведения термообработки устанавливают размеры участков вала с отклонениями от заданной величины деформации и фиксируют эти отклонения. На участках вала, где была малая деформация ведут нагрев. На участках вала, где была большая деформация - охлаждение. Само устройство для ТСО содержит стапель, фиксаторы вала, в стапеле нагревательный элемент. Фиксаторы выполняют с отверстиями для установки в них вала. Они содержат клинья для диаметального сжатия заготовки вала и контактирования со штоками. По концам штоков устанавливаются гидравлические цилиндры.

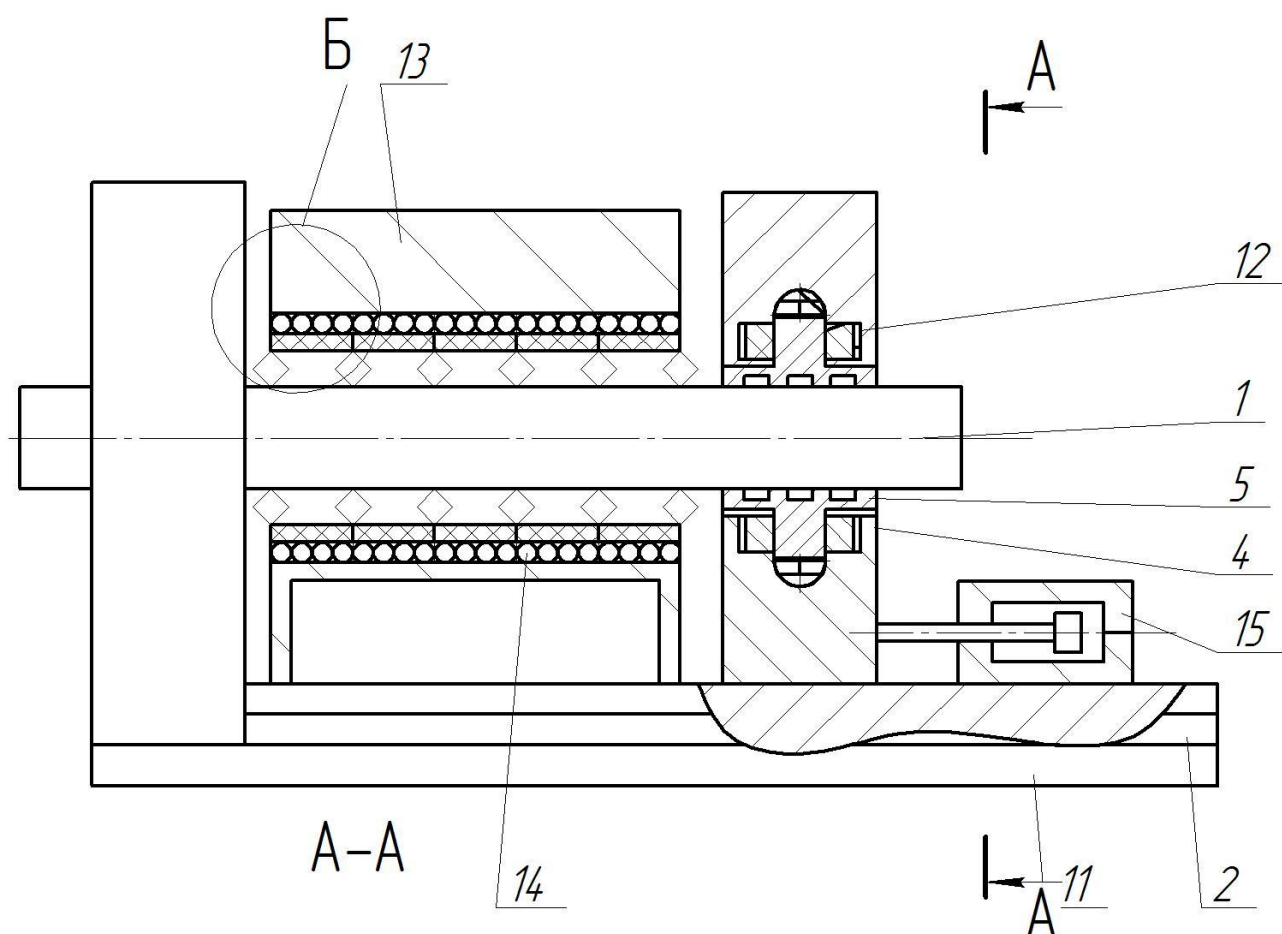


Рис. 1.7 Устройство для ТСО с воздействием по участкам вала

Штоки упирают в направляющее поворотное кольцо. Оно установлено с возможностью поворота в отверстии фиксатора. Кольцо для снижения трения устанавливается между антифрикционными прокладками, для его поджатия с торцев. Установка имеет систему охлаждения. Печку разделяют на секции теплоизолирующими кольцами. Имеется система автоматического управления, аналогичная предыдущим системам. В нее которую входят датчики линейного и углового положения, которые устанавливаются в фиксаторах. Они включаются в контур управления. В этом случае система имеет три контура управления. Добавляется контур для управления величиной и скоростью крутильной деформации. На основе анализа можно выделить основные элементы технологии и установки ТСО:

1. Совместный нагрев и растяжение или скручивание;
2. Нагрев и охлаждение дифференцировано по участкам.
3. Силовое воздействие диагностируется и меняется в цикле обработки.

Исходя из этого предлагается разрабатывать установку для ТСО с учетом фланцевой конструкции детали и с возможностью ее закручивания, с целью упрочнения именно в крутильном направлении. Это критично важно для борштанги работающей на скручивание.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМОСИЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

Цель разработки установки для ТСО – повысить стабильность размеров и форм осесимметричных маложестких валов, в том числе при обработке валов и деталей с односторонней ступенчатостью фланцевой формы, к которым относится борштанга.

2.1 Описание установки

Поставленная цель достигается тем, что устройство для ТСО содержит ступень с фиксаторами заготовки, нагревающую систему и охлаждающие элементы. Заготовка устанавливается в фиксаторах с отверстиями для ее размещения. Фиксаторы содержат эксцентриковые кулачки, которые регулируются клином. Нагревающий элемент может работать на основе нагревательных спиралей. В качестве охлаждающей среды может быть использован воздух. Установка содержит систему управления, которая имеет датчики углового и линейного перемещения. Они установлены в фиксаторах и включены в контур управления. Есть виброизмерительный датчик контроля собственной частоты. Он установлен на торце заготовки.

Фиксация одного конца борштанги обеспечивает ее положение при деформировании.

Фиксация другого конца борштанги создает осевое растяжение, для создания нормальных напряжений по всей длине борштанги.

Осевое растяжение в начале цикла создает предварительное напряженное состояние в материале.

Величина осевого растяжения $\sigma = \frac{F_{oc}}{S_{MIN}} < \sigma_T$ формирует осевые

напряжения по всей длине заготовки ниже предела текучести.

Следующий затем нагрев снижает предел текучести. Это обеспечивает уменьшение рабочих усилий нагружения.

Нагрев в пределах участков, выбранных конструктивно на ступенях одного диаметра, создает равномерные напряжения в пределах этих участков.

Последующее кручение в одну сторону создает выход за пределы текучести суммарной интенсивности напряжений. Это приводит к созданию направленной текстуры деформации и остаточных напряжений в пределах участков.

Величина крутящего момента выбирается из условия $\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3 \frac{M^2}{W}} > \sigma_T$. Это обеспечивает локальную, в пределах прорабатываемых участков, пластическую деформацию.

Следующее охлаждение участков до температур распада мартенсита стабилизирует геометрию вала за счет уменьшения фазовых переходов.

Повторное кручение каждого следующего участка в другую сторону приводит по длине вала к разнонаправленному полю остаточных деформаций и напряжений. Это снижает послеоперационное коробление, стабилизирует геометрию вала в эксплуатационном периоде.

Нагревательный индуктивный элемент повысит эффективность обработки, упрощая конструкцию установки.

Предлагаемое техническое решение иллюстрируется схемами, представленными на рис. 2.1, где приводится схема выбора участков деформирования, на рис. 2.2, 2.3 –общий вид устройства для осуществления способа ТСО.

Способ проводят так. Заготовку, в нашем случае борштангу 1, помещают в осевые фиксаторы. Один неподвижный 2, где конец заготовки фиксируют жестко. Другой - в подвижном 3 (рис. 2.1). Он имеет возможность осевого принудительного перемещения. После этого осевую силу прикладывают к подвижному фиксатору 3. Величину силы выбирают из условия

$$\sigma = \frac{F_{oc}}{S_{MIN}} < \sigma_T, \quad (2.1)$$

где σ - нормальное напряжение в заготовке, МПа;

F_{oc} - величина осевого усилия, Н;

S_{MIN} - площадь сечения минимального размера, м²;

σ_T - предел текучести, МПа.

После этого, начиная от подвижного конца заготовки 1, проводят статическое температурно - силовое воздействие на ее участках. Участки выбирают, как ступеньки одного диаметра. Длину участков выбирают из отношения их длины l к диаметру шейки d из условия $l/d = 5-10$. Участки нагреваются по всему сечению элементом 4 до температуры слабой зависимости напряжения текучести материала от температуры нагрева. Затем проводят скручивание заготовки при помощи фиксаторов 5 сначала в одну сторону на одном участке, затем закручивают на другом – в другую сторону. Крутящий момент M определяется из условия

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3 \frac{M^2}{W}} > \sigma_T, \quad (2.2)$$

где σ_i – интенсивность напряжений, МПа;

W – момент сопротивления, м².

После нагрева с деформированием участок охлаждают охлаждающим блоком 6 до температуры распада мартенсита.

Модернизированное устройство для ТСО борштанги с фланцевым креплением (рис. 2.2-2.3) включает захват неподвижный 5, подвижную в осевом направлении стойку 3. Обрабатываемый участок заготовки помещают в печь 4 между стойкой подвижной 3 и захватом неподвижным 5. Печь 4 состоит из секций 34 с отдельными нагревательными элементами 8. В печи 4

устанавливают охлаждающие втулки 10 с каналами и выходными втулками 12, по которым соответственно подводится и отводится охлаждающая среда (воздух) под давлением p . Стойка подвижная 3 связана с неподвижной правой стойкой 19 штоками 26, которые жестко соединяются с силовыми гидроцилиндрами цилиндрами 1. Для исключения перекоса при движении подвижной стойки 3 она направляется по направляющим 22.

В захвате неподвижном 5 заготовку зажимают клиновыми зажимами 13, которые через оси 23 соединяются с кольцом поворотным 11. Клиновые зажимы 13 перемещаются в направляющих пазах поворотного кольца 11 за счет смещения их осями 23 при повороте от клина зажимного 25, который приводит к повороту кольца 11. Верхний клиновой зажим 25 соединен со штоком силового привода 1, который зафиксирован на крышке 27.

В захвате неподвижном 5 установлены кольцо поворотное 11, в отверстиях которого вставлены оси 23, с наклонными пазами установлены клинья 13. На верхний клин 25 давит шток силового привода 1. Заготовка в осевом направлении фиксируется гайкой 14, которая опирается на сферическую шайбу 27. В печь 4 вставлены штуцера 16 для подачи охлаждающей среды. С боков полость печи 4 закрыта крышками 23. Печь 4 устанавливается на стойки 9. Силовые приводы 1 крепятся на стойке правой 19, которая, как и захват неподвижный 5 фиксируются на базовой плите 20 винтами 21. Подвижная стойка 3 перемещается по направляющим плиты 20. Втулки 34 печи 4 изнутри покрыты теплоизолирующим материалом в виде вставок изоляторов внутренних и боковых 7 и 8 из минеральной теплостойкой ваты. Фиксатор фланцевой части состоит из опорного клина 15 из двух частей с конической заходной частью, которой он опирается на коническую шайбу 17. Эта шайба имеет четыре лыски, которые поджимаются планками 18 прикрученными к стойке подвижной 3.

Устройство для ТСО работает следующим образом. Заготовка борштанги протягивается через подвижную стойку 3 и печь 4 до захвата неподвижного 5. Затем нагревается на участке между захватом неподвижным 5 и стойкой

подвижной 3 при подаче электрического тока в цепь катушек нагревательных элементов 8. При подаче давления в гидроцилиндры 1 захвата неподвижного 5 шток гидроцилиндра перемещает вниз клин 25. Он по своему пазу, при движении вниз, перемещает ось 23, которая поворачивает кольцо 11. Остальные оси 23 перемещают клинья 13, производя зажим заготовки. После прогрева участка борштанги подается рабочее давление в гидроцилиндры 1 неподвижного захвата 5. Для надежности предварительно на свободный левый конец заготовки после предварительного резбонарезания можно накрутить гайку 14. После этого включают цилиндры на стойке правой 19. Заготовку растягивают за счет перемещения подвижной стойки 3 штоками 26. При увеличении давления фланец борштанги давит на половинки клина 15. Они сходятся фиксируя заготовку. Чем больше давление, тем больше зажим. Сферическая поверхность конической шайбы 17 обеспечивает минимальный изгиб заготовки за счет самоустановки заготовки. При подаче давления в боковой гидроцилиндр 1 неподвижного захвата 5 шток 28 через сферическую шайбу 29 поворачивает кольцо большое 24. За счет этого происходит закручивание участка заготовки между фиксаторами. От проворота правый конец заготовки предохраняется за счет планок 18, которые не дают прокручиваться конической шайбе 17 в которой заготовка надежно зафиксирована клином 15. Для надежности опорные поверхности клина сделаны с продольным рифлением. Участок борштанги между фиксаторами подвергается комплексному деформированию: кручению – растяжению по заданному циклу обработки. В данном случае происходит один цикл обработки.



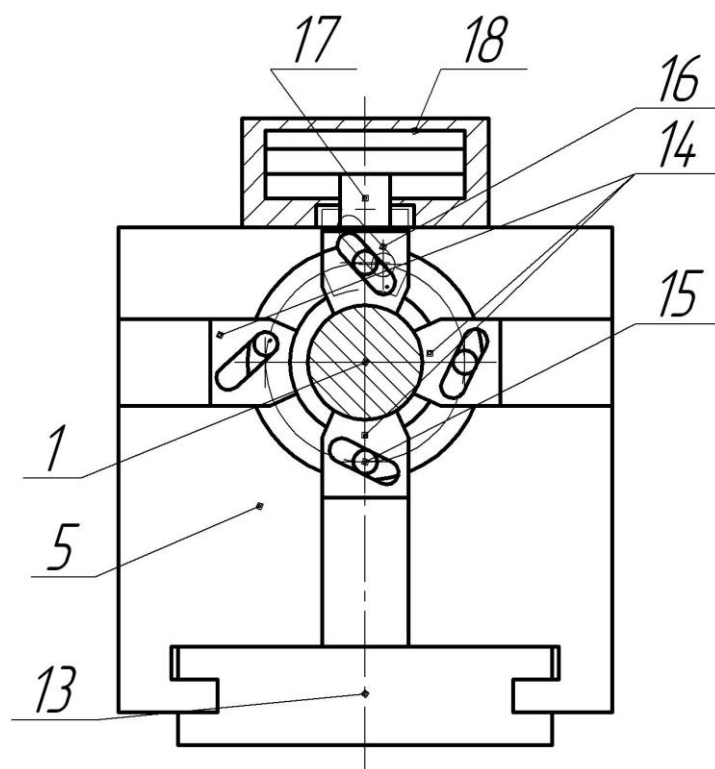


Рис. 2.3 Стойка

2.2 Расчет установки

Основной элемент установки – фиксаторы. Фиксация проводится по резьбе. Напряжения смятия в резьбе в зависимости от усилия находятся по формуле [2, 3]

$$\sigma_{см} = \frac{4F}{\pi(d^2 - D_1^2)k_m \cdot z}, \quad (2.3)$$

где $z=N/p$ – отношение числа витков по высоте гайки на длине свинчивания;

k_m – коэффициент неравномерности деформации витков резьбы в случае пластической деформации;

p – шаг резьбы, мм;

N – высота резьбы, мм;

F – осевое усилие растяжения, Н.

Все параметры подбираются конструктивно.

В резьбе для крепления заготовки

$$\sigma_{CM} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 10^4}{\pi(40^2 - 38.376^2) \cdot 1 \cdot 42} = 142 \text{ МПа.}$$

В резьбе для крепления кронштейна фиксатора

$$\sigma_{CM} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 10^5}{\pi(80^2 - 75.67^2) \cdot 1 \cdot 16} = 71 \text{ МПа.}$$

где для силы в болте идет пересчет по формулам

$$P_{\sigma} = \frac{H_1}{H_2} P_{oc} = \frac{260}{200} 6 \cdot 10^4 = 780 \text{ кН.}$$

$$\sigma_{CM} = \frac{4 \cdot 7,8 \cdot 10^4}{\pi(40^2 - 38.376^2) \cdot 1 \cdot 35} = 215 \text{ МПа.,}$$

Где H_1 , H_2 - высота гаек;

P_{oc} - сила растяжения в болте, Н.

В резьбе для крепления штока привода линейного перемещения

$$\sigma_{CM} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 10^4}{\pi(42^2 - 39.835^2) \cdot 1 \cdot 25} = 172 \text{ МПа.}$$

Раскрытие в стыке [7]

$$\delta = (1 - \chi) F \cdot \lambda_{\delta}, \quad (2.4)$$

где λ_{δ} – податливость винта

$$\lambda_{\phi} = \frac{l}{E_B A_B}, \quad (2.5)$$

где l – расчетная длина, которая равна свободной длине винта между опорными шейками, плюс половина длины свинчивания, м;

E_B – модуль упругости материала винта, МПа;

A_B – площадь сечения винта, м²;

χ – коэффициент основной нагрузки (для соединения металлических деталей без прокладок) $\chi=0,2-0,3$.

Тогда

$$\lambda_{\phi} = \frac{150}{2 \cdot 10^6 \cdot 1257} = 0,00000006 \text{ мм/Н.}$$

$$\delta = (1 - 0,2) \cdot 6 \cdot 10^4 \cdot 0,00000006 = 0,0288 \text{ мм.}$$

Напряжение изгиба в резьбе [18]

$$\sigma = \frac{\varphi E}{2} \frac{d_c}{l} \left(\frac{d_c}{d_1} \right)^3, \quad (2.7)$$

где φ – угол перекося опорной поверхности;

d_c – внутренний диаметр резьбы, м;

d_c – диаметр стержня болта, м;

l – длина деформируемой части болта.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\delta}{L} = \frac{0,0288}{280} = 0,000103 ; \varphi = 0,005.$$

$$\sigma = \frac{0,005 \cdot 2 \cdot 10^{11}}{2} \frac{40}{70} = 285 \text{ МПа.}$$

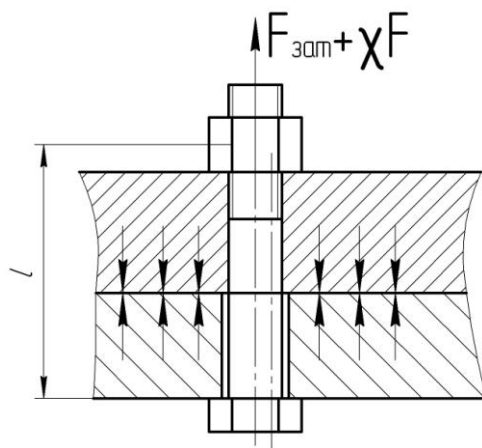


Рис. 2.4 Схема усилий в резьбовом соединении

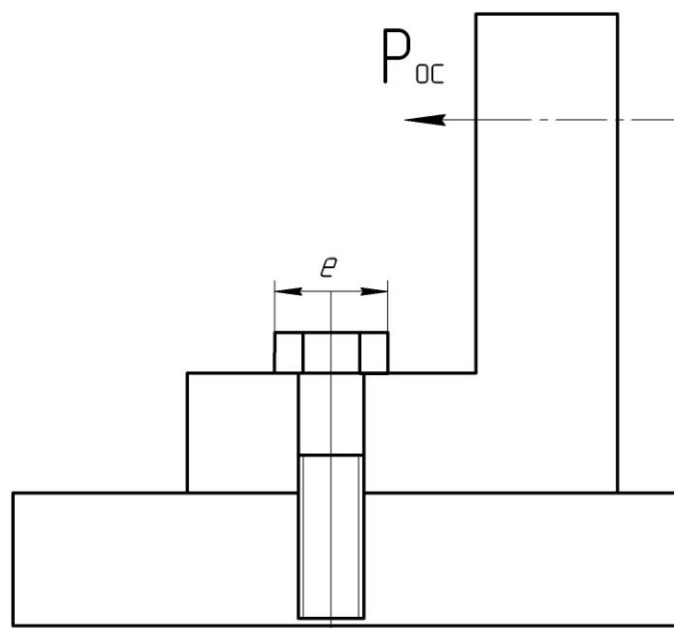


Рис. 2.5 Схема нагружения стойки

Класс прочности болтов 10.9. Предел прочности $\sigma_B = 1000 \dots 1200$ МПа.
 Материал болта 30ХГС, гайк – 38ХА. Предел текучести: $\sigma_T = 900 \dots 1010$ МПа.
 Предельные напряжения:

$$\sigma_{dp} = (0,2 \dots 0,3) \cdot \sigma_T.$$

$$\sigma_{cp}^- = 180 \dots 270 \text{ МПа}$$

$$\sigma_B^- = \sigma_T / S, \quad (2.8)$$

$$\sigma_{cp}^- = 900 / 1,5 = 600 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{CP} = 0,2 \cdot 900 = 180 \text{ МПа.}$$

где S – коэффициент безопасности, S=1,5...2.

При расчете винтов, нагруженных осевой силой, определяем номинальное напряжение растяжения в винте

$$\sigma = \frac{F}{A_p} = 4F / (\pi d_1^2) \leq [\sigma], \quad (2.9)$$

где F – осевая сила на винте, Н;

$$A_p = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 40^2}{4} = 1256 \text{ мм}^2 \approx 0,0013 \text{ м}^2, \quad (2.10)$$

расчетная площадь сечения, м².

$$\sigma = \frac{F}{A_p} = 4 \cdot 6 \cdot 10^5 / (\pi 40^2) = 477 \leq 600.$$

Напряжения среза

$$\tau = \frac{F}{\pi D_1 k H k_m}, \quad (2.11)$$

где H – высота гайки, м;

k – коэффициент полноты резьбы, k=0,87;

k_m – коэффициент неравномерности нагрузки, k_m=0,6.

$$\tau = \frac{6 \cdot 10^5}{\pi \cdot 38,386 \cdot 0,87 \cdot 70 \cdot 0,6} = 136 < 160 \text{ МПа.}$$

Рассчитаем на прочность оси, передающие крутящий момент. Напряжение в борштанге, выраженное через моменты кручения и изгиба

$$\sigma = \frac{32 \cdot 10^3}{\pi \cdot d^3} \sqrt{M^2 + 0,75T^2}, \quad (2.12)$$

где d – диаметр стержня борштанги, м;

M – изгибающий момент, Нм;

T – крутящий момент, Нм.

Сила, действующая на ось, определяется через плечо действия силы $H=80$ мм и крутящий момент M_k

$$P = M_k / H = 100 / 0,08 = 1250 \text{ Н}. \quad (2.13)$$

Момент изгибающий

$$M = P \cdot l = 1250 \cdot 0,03 = 37,5 \text{ Нм} \quad (2.14)$$

$$\sigma = \frac{32 \cdot 10^3}{\pi \cdot 0,03^3} \sqrt{37,5^2 + 0,75 \cdot 0^2} = 424 \text{ МПа}.$$

Критическое напряжение для борштанги из материала 40ХН 580 МПа. По прочности размеры борштанги проходят.

2.3 Расчет усилия зажима

Проведем расчет силы зажима в стойках для кручения. Момент кручения по расчету принят 100 Н·м. Для создания этого момента сила прикладывается на расстоянии $r=200$ мм от центра кольца. Для фиксации заготовка дополнительно зажимается отдельным приводом четырьмя кулачками с клиновым зажимным механизмом.

$$P_o = \frac{M}{r} = \frac{100}{0,2} = 500 \text{ Н}, \quad (2.15)$$

где r – плечо действия силы P_o .

Диаметр поршня пневматического привода [7]

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{P_o}{p}}, \quad (2.16)$$

где p – давление в пневматической системе, 0,4 МПа.

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{500}{0,4}} = 39,9 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня равным 40 мм.

Момент от сил зажима из-за сил трения в месте контакта кулачков с заготовкой [18]

$$M_{TP} = 4 \cdot T \cdot r_3 = 4 \cdot W \cdot f \cdot r_3, \quad (2.17)$$

где T - сила трения в контакте кулачок - заготовка, Н;

r_3 - радиус заготовки, м;

W - сила зажима;

K – коэффициент запаса, $K=2,5$.

$$W = 2,5 \frac{100}{4 \cdot 0,15 \cdot 0,04} = 10416 \text{ Н.}$$

За счет клинового механизма зажима с углом наклона паза 33° и количеством кулачков $n=4$ усилие зажима равно

$$P = W \cdot i_k, \quad (2.16)$$

где i – передаточное отношение клинового зажимного механизма. Оно определяется по формуле

$$i_k = \operatorname{tg}(\alpha + 2\varphi), \quad (2.17)$$

где $\operatorname{tg}\varphi$ – угол трения по направляющим стенкам паза;

α – угол наклона паза клина;

$$\varphi = \operatorname{arctg} f = \operatorname{arctg} 0,15 = 8,5^\circ.$$

$$P_p = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + 2\varphi). \quad (2.18)$$

$$P_p = 10416 \cdot \operatorname{tg}(33 + 2 \cdot 8,5) = 10200 \text{ Н.}$$

Сила зажима равна усилию на штоке гидроцилиндра $P_p = Q$. Диаметр поршня при давлении 5 МПа

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{10416}{5}} = 51,6 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня равным 63 мм.

Осевое усилие растяжения на заготовке определяется по суммарному усилию на четырех гидравлических цилиндрах, закрепленных на стойке 3. Диаметр осевых гидроцилиндров 160 мм. Давление в сети 7,5 МПа.

$$P_\Sigma = 4 \cdot P = 4 \cdot 7,5 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0,08^2 = 603185 \text{ Н.}$$

Полученное усилие больше необходимых 60000 Н.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

3.1. Определение исходных параметров техпроцесса

Объем выпуска по выданному заданию $N=500$ дет/год. Масса детали расчетом получается $M_d=8,9$ кг. По этим двум параметрам выбираем среднесерийное производство [15].

Для него рассчитывается партия запуска, которая с периодичностью в 24 дня, обрабатывается:

$$n = \frac{N \cdot a}{D}, \quad (3.1)$$

где N – годовой объем выпуска, шт./год;

a – периодичность запуска детали (имеет следующий ряд - 3, 6, 12 или 24 дня);

D – количество рабочих дней в году.

Принимаем $a=24$ дней, тогда

$$n = \frac{500 \cdot 24}{254} = 47 \text{ деталей}.$$

3.2. Обоснование выбора метода получения заготовки

Выбор заготовки будем проводить между горячей штамповкой, получаемой в открытых штампах на ГKM, и сортовым прокатом. Методика выбора в [8, 13].

Для расчета необходимо ориентировочно определить массу штамповки

$$M_{шт} = M_d \cdot K_p, \quad (3.2)$$

где M_d – масса детали, кг.;

K_p – расчётный коэффициент. Определяется по ГОСТ 7505-89.

$$M_{шт} = 8,9 \cdot 1,5 = 13,4 \text{ кг.}$$

Конструктивные характеристики штамповки следующие:

класс точности – Т4 для штамповки на ГKM;

группа стали – М2, так как $0,35\% < C < 0,65\%$;

степень сложности – С2 для $K_f = 0,42$;

исходный индекс – 13.

Проведем расчёт припусков аналитическим способом и представим его в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Припуски на заготовку

Размеры детали, мм	Шероховатость, мкм	Основной припуск, мм	Дополнительный припуск, мм	Окончательный размер, мм
Ø50	12,5	1,6	0,8	$\varnothing 53,2 \begin{smallmatrix} +1,5 \\ -0,8 \end{smallmatrix}$
Ø28	0,8	2		$\varnothing 26 \begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$
12	1,25	3/2		$17 \begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$
630	3,2	2,7		$635,7 \begin{smallmatrix} +2,5 \\ -1,2 \end{smallmatrix}$

Формула для расчета массы заготовки из сортового проката, как масса цилиндра:

$$M_3 = V_3 \cdot \rho, \quad (3.3)$$

где V_3 - объём цилиндра, мм³;

ρ - плотность материала, кг/мм³.

Для стали 40ХН ГОСТ 5453-73 плотность $7850 \cdot 10^{-9}$ кг/мм³. В качестве альтернативной заготовки штамповке примем прутки. С учетом припуска по максимальному диаметру борштанги (50 мм) и округлению до ближайшего стандартного диаметра, принимаем $\varnothing 55$ мм. По торцам принимаем по 3 мм, тогда длина прутка равна $l=836$ мм.

$$V_3 = \pi \left(\frac{55}{2} \right)^2 \cdot 836 = 1971938 \text{ мм}^3.$$

$$M_3 = 1971938 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 15,6 \text{ кг}.$$

Стоимость заготовки из проката рассчитывается по методике из [13]:

$$C_{T1} = C_{заг} \cdot M_3 + C_{мех}(M_3 - M_d) - C_{отх}(M_3 - M_d), \quad (3.4)$$

Где $C_{заг}$ – базовая стоимость получения 1 кг заготовки (для способа получения заготовки давлением в нашем случае – штамповка на ГКШП), руб;

M_3 – заданная масса заготовки, кг.;

M_d – масса детали, кг.;

$C_{мех}$ – удельная стоимость по проведению механической обработки по снятию напусков и припусков, руб/кг.;

$C_{отх}$ – цена стружки на 1 т. отходов, руб.

Расчёт стоимости штучной заготовки из проката на 1 кг:

$$C_{заг} = C_{пр} \cdot h_{\phi}, \quad (3.5)$$

где $C_{пр}$ - цена одного кг. данного материала сортового проката, руб.;

h_{ϕ} - коэффициент для формы металлопроката.

Для проката выбранного нормальной длины стоимость штучной заготовки равна:

$$C_{заг} = 0,14 \cdot 1 = 0,14$$

Расчёт удельной стоимости механической обработки проводим по формуле:

$$C_{мех} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (3.6)$$

где C_c - переменные затраты на удаление одного кг. стружки, руб/кг. Для выбранной отрасли станкостроения и инструментальной промышленности он равен $C_c = 0,356$ руб/кг.

E_n - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений. Выбирается равным $E_n = 0,2$.

C_k - капитальные затраты на 1 кг. удаленного материала. $C_k = 1,04$.

$$C_{мех} = 0,356 + 0,2 \cdot 1,04 = 0,564 \text{ руб.}$$

Расчёт себестоимости заготовки из проката:

$$C_{Т1} = 0,14 \cdot 15,6 + 0,546 \cdot (15,6 - 8,9) - 0,028 \cdot (15,6 - 8,9) = 5,65 \text{ руб.}$$

Формула для определения себестоимости заготовки получаемой методом штамповки:

$$C_{Т2} = ((C_i/1000) \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_P) - (M_3 - M_d) \cdot C_{отх}/1000, \quad (3.7)$$

где C_i – базовая стоимость заготовки 1 т заготовки, руб;

M_3 – масса штамповки, кг;

K_T – коэффициент точности штамповки;

K_c – коэффициент группы сложности заготовки;

K_B – коэффициент массы заготовки;

K_M – коэффициент марки материала заготовки;

K_P – коэффициент объёма производства заготовок;

$C_{отх}$ – стоимость 1 т. отходов, руб.

$$C_{т2} = (13,6 \cdot (376/1000) \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,9) - (13,6 - 8,9) \cdot 0,0298 = 4,62 \text{ руб.}$$

Вывод из расчета следующий. По предварительному расчету технологическая себестоимость меньше у способа получения заготовки штамповкой, чем у проката.

3.3 Выбор методов обработки поверхностей

В разделе выбираются технологические переходы по обработки каждой отдельной поверхности. Обработка резанием выполняется по типовым стандартным маршрутам [10, 26,30].

Выбранные технологические переходы переносим в табл. 3.2.

Таблица 3.2 - Переходы по обработке поверхностей

№ пов.	Поверхность	Переходы	Ra	IT
1	2	3	4	5
1	Плоская	Точение черновое IT12, $R_a=12,5$ Точение чистовое: IT9, $R_a=3,2$ ТО Шлифование черновое: IT7, $R_a=1,25$	1,25	14

Продолжение табл. 3.2

1	4	5	2	3
2	Плоская	Фрезерование черновое: IT12, R_a = 12,5 Фрезерование чистовое: IT9, R_a = 3,2 ТО	3,2	9
3,4,7	Плоская	Точение черновое IT12, $R_a=12,5$ Точение чистовое: IT9, $R_a=3,2$ ТО Шлифование черновое: IT7, $R_a=1,25$	1,2 5	7
22	Цилиндрическая	Сверление: IT12, $R_a = 12,5$ Зенкерование чистовое: IT9, $R_a =$ 3.2 Развертывание: IT7, $R_a = 1,25$ ТО	1,2 5	7
10	Цилиндрическая	Точение черновое IT12, $R_a=12,5$ ТО	12, 5	12
11	Цилиндрическая	Точение черновое: IT12, $R_a =$ 12,5 мкм, ТО Шлифование черновое: IT9, $R_a=3,2$ Шлифование чистовая: IT8, $R_a=2,5$	2,5	8
12	Цилиндрическая	Сверление: IT10, $R_a = 6,3$ Зенкерование чистовое: IT9, $R_a =$ 3.2 ТО	0,8	6

Продолжение табл. 3.2

1	4	5	2	3
		Шлифование чистовое: IT6, $R_a = 0,8$		
13	Цилиндрическая	Растачивание: IT12, $R_a = 12,5$ ТО	12,5	12
14	Цилиндрическая	Точение черновое IT12, $R_a = 12,5$ Точение чистовое: IT9, $R_a = 3,2$ ТО Шлифование черновое: IT7, $R_a = 1,25$ Шлифование чистовое: IT6, $R_a = 0,8$	0.8	7
15	Цилиндрическая	Точение черновое: IT12, $R_a = 12,5$ мкм Нарезание резьбы IT8:, $R_a = 3,2$ ТО Шлифование резьбы IT4:, $R_a = 2,5$	2,5	4
16	Цилиндрическая	Точение черновое IT12, $R_a = 12,5$ ТО	12,5	12
18	Цилиндрическая	Точение черновое IT12, $R_a = 12,5$ Точение чистовое: IT9, $R_a = 3,2$ ТО Шлифование черновое: IT7, $R_a = 1,25$ Шлифование чистовое: IT6, $R_a = 0,8$	0.8	6

Продолжение табл. 3.2

1	4	5	2	3
8,17	Плоская	Точение черновое: IT12, $R_a = 12,5$ мкм, ТО Точение чистовое: IT9, $R_a = 3,2$ ТО	12, 5	12
19	Цилиндрическая	Сверление: IT9, $R_a = 2,5$ ТО	2,5	9
21	Цилиндрическая	Сверление: IT12, $R_a = 12,5$ Нарезание резьбы IT7:, $R_a = 1,25$ ТО	12, 5	12
20	Цилиндрическая	Сверление: IT12, $R_a = 12,5$ Нарезание резьбы IT7:, $R_a = 1,25$ ТО	12, 5	12
23,24	Фасонная	Фрезерование: IT9, $R_a = 3,2$ ТО	9	3,2

3.4 Расчёт припусков расчётно-аналитическим способом

Расчёт припуска аналитическим способом проводим по [8,13].

Припуск рассчитываем на самую точную поверхность 18 Ø 26h6(-0,013).

Отдельные элементы минимального припуска – величину шероховатости R_z , глубину дефектного слоя h назначаем по [27].

Элемент припуска – пространственные отклонения, определяются по формулам ρ_0 и $\varepsilon_{уст}$:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}, \quad (3.8)$$

где ρ_0 – суммарное значение пространственных погрешностей исходной заготовки, мм;

$\rho_{см}$ – смещение осевой фланца относительно оси базового стержня получаемой на ГКМ, мм.

Таблица 3.3 - Расчет припусков

№	Технологический переход	Элементы припуска, мкм				Опер. допуск Td/IT	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мм	
		Rz^{i-1}	h^{i-1}	ρ^{i-1}	ε^{i-1}		d min	d max	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	Штамповать	160	200	1215	-	2000 16	29,45 4	30,75 4	-	-
1	Точить начерно	50	50	62	500	210 12	26,61 9	26,82 9	3,925	2,835
2	Точить начисто	25	25	41	36	33 8	26,28 7	26,32	0,509	0,332
3	Шлифовать начерно	10	20	21	24	21	25,09 9	26,12	0,2	0,188
4	Шлифовать начисто	5	15	10	0	13 6	25,98 7	26	0,12	0,112

$\rho_{кор}$ – коробление штамповки, получаемой на ГКМ, мм;

$\rho_{ц}$ – погрешность зацентровки поковки, мм;

$\rho_{см} = 0,2$ (мм)

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot l, \quad (3.9)$$

где Δk – удельное значение кривизны, мкм/мм;

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot l = 2 \cdot 836 = 1,68 \text{ мм.}$$

Погрешность зацентровки штамповки на первой операции:

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{\Delta \delta^2 + 1}, \quad (3.10)$$

где $\Delta \delta$ – допуск на поверхность, используемой в качестве черновой базы на фрезерно-центровальной операции. В данном технологическом процессе центровые отверстия не используются, так как для установки используются комплект самоцентрирующих люнетов. Данная погрешность включает погрешность выверки люнетов и погрешность их изготовления.

Принимаем $\Delta \delta = 2$ мм. Тогда

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{2^2 + 1} = 0,56 \text{ мм.}$$

Тогда суммарное значение пространственных отклонений заготовки:

$$\rho_0 = \sqrt{0,2^2 + 1,68^2 + 0,56^2} = 1,215 \approx 1,2 \text{ мм.}$$

Погрешность установки при базировании заготовки в люнетах принимаем как в центрах:

$$\varepsilon_{\text{уст}} = 0,25 \varepsilon_{\text{заг}}, \quad (3.11)$$

где $\varepsilon_{\text{заг}}$ – погрешность диаметрального размера заготовки, мм.

$$\varepsilon_{уст}=0,25\varepsilon_{заг}=0,25\cdot 2=0,5 \text{ мм.}$$

Остаточные пространственные отклонения заготовки после отдельных переходов

$$\rho_{ост}=K_y \cdot \rho_0, \quad (3.12)$$

где K_y – коэффициент уточнения [13].

Для перехода черного $K_y=0,06$; для перехода получистового $K_y=0,04$; для перехода чистового $K_y=0,03$; для перехода $K_y=0,02$ отделочного. Тогда сами пространственные отклонения

$$\rho_1=K_{y2} \cdot \rho_0=1,2\cdot 0,06= 73 \text{ мкм.}$$

$$\rho_2=K_{y3} \cdot \rho_0=1,2\cdot 0,04= 49 \text{ мкм.}$$

$$\rho_3=K_{y4} \cdot \rho_0=1,2\cdot 0,03= 37 \text{ мкм.}$$

$$\rho_4=K_{y5} \cdot \rho_0=1,2\cdot 0,02= 24 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_{уст}^1= 500 \text{ мкм;}$$

$$\varepsilon_{уст}^2= 20 \text{ мкм;}$$

$$\varepsilon_{уст}^3= 10 \text{ мкм;}$$

$$\varepsilon_{уст}^4= 4 \text{ мкм.}$$

Собственно минимальный припуск считается:

$$2Z_{\min}^i=2\cdot(Rz_{i-1}+h_{i-1}+\sqrt{\rho_{i-1}^2+\varepsilon_{ycmi}^2}), \quad (3.13)$$

где Rz – высота неровностей микропрофиля, мкм;

h – глубина дефектного поверхностного слоя, мкм;

ρ – суммарное значение пространственных отклонений, мкм;

$\varepsilon_{\text{уст}}$ – погрешность установки заготовки, мкм;

i – номер перехода; $i-1$ – номер предыдущего перехода.

Минимальный припуск на черновое точение:

$$2Z_{\min}^1 = 2(160 + 200 + \sqrt{1215^2 + 500^2}) = 3348 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на чистовые операции:

$$2Z_{\min}^2 = 2(50 + 50 + \sqrt{73^2 + 20^2}) = 351 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{\min}^3 = 2(25 + 25 + \sqrt{49^2 + 10^2}) = 200 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{\min}^4 = 2(10 + 20 + \sqrt{37^2 + 4^2}) = 135 \text{ мкм.}$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям

$$d_{\min}^i = d_{\min}^{i+1} + 2 \cdot Z_{\min}^{i+1}, \quad (3.14)$$

где $d_{\min}^i$ – минимальный диаметр i – ого перехода;

$$d_{\min}^4 = 25,987 \text{ мм.}$$

$$d_{\min}^3 = 25,987 + 0,135 = 26,122 \text{ мм.}$$

$$d_{\min}^2 = 26,122 + 0,200 = 26,322 \text{ мм.}$$

$$d_{\min}^1 = 26,322 + 0,351 = 26,673 \text{ мм.}$$

$$d_{\min}^0 = 26,673 + 3,348 = 30,021 \text{ мм.}$$

$$d_{\max}^i = d_{\min}^i + Td^i, \quad (3.15)$$

где $d_{\max}^i$ – максимальный диаметр для i -ого перехода, мм.;

Td^i – допуск для i – ого перехода, мм.;

$$d_{\max}^4 = 25,987 + 0,013 = 22 \text{ мм.}$$

$$d_{\max}^3 = 25,122 + 0,021 = 26,143 \text{ мм.}$$

$$d_{\max}^2 = 26,322 + 0,033 = 26,355 \text{ мм.}$$

$$d_{\max}^1 = 26,673 + 0,21 = 26,883 \text{ мм.}$$

$$d_{\max}^0 = 30,021 + 2,0 = 32,021 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск:

$$2Z_{\max}^i = d_{\max}^{i-1} - d_{\max}^i \quad (3.16)$$

$$2Z_{\max}^4 = 26,143 - 26 = 0,143 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max}^3 = 26,355 - 26,143 = 0,212 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max}^2 = 26,883 - 26,355 = 0,528 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max}^1 = 32,021 - 26,883 = 5,138 \text{ мм.}$$

Проверка выполненного расчета проводим по формуле:

$$2Z_{\max}^i - 2Z_{\min}^i = Td^{i-1} - Td^i \quad (3.17)$$

$$2Z_{\max}^2 - 2Z_{\min}^2 = 0,528 - 0,351 = 0,177 \text{ мм.}$$

$$Td^{2-1} - Td^2 = 0,210 + 0,033 = 0,177 \text{ мм.}$$

$2Z_{\max}^2 - 2Z_{\min}^2 = Td^{2-1} - Td^2 = 0,177$ – условие проверки выполнено. Значит расчет припуска выполнен правильно. По расчету уточняем первый – заготовительный переход. При проектировании штамповки контур заготовки упростили. Данная поверхность будет иметь напуск по диаметру шейки $\varnothing 28$ мм.

3.5 Недостатки базового технологического процесса

Анализ базового техпроцесса, сделанный во время производственной практики и подготовки к дипломному проекту, позволил выявить ряд недостатков, сдерживающих повышение производительности обработки детали и снижение ее себестоимости.

- 1) Большое штучное время на операциях вследствие большого припуска, неоптимальных режимов резания и применения универсального оборудования.
- 2) Большое количество единиц применяемого оборудования.
- 3) Неоптимальный выбор оборудования – низкопроизводительные универсальные станки.
- 4) Нетехнологичное получение глубокого отверстия.
- 5) Низкая производительность на лимитирующей операции сверления глубокого отверстия.

Указанные недостатки базового техпроцесса и современные знания позволили спроектировать окончательный маршрут обработки детали корпус борштанги для комбинированного растачивания для среднесерийного производства. Окончательный маршрут приведён в таблице 3.4.

Операционные допуски и технические требования назначаем по [10, 27].

Таблица 3.4 - Маршрут обработки

№ операции	Оборудование	Обработка поверхности	IT	Ra
1	2	3	4	5
000 Заготовительная	ГКМ	Штамповка	16	15
005 Термосиловая	Стапель	Все	-	-
005 Токарная	Токарный с ЧПУ Mazak integrex 200 IV ST	Установ А	10	6,3
		Позиция 1:		
		Фрезеровать торец 19	12	12,5
		Переход 1		
		Подрезать торец начисто 19	9	3,2
		Переход 2	12	12,5
		Точить начерно 3,4	9	3,2
		Подрезать торец начерно 18		

Продолжение табл.3.4

1	2	3	4	5
		Установ Б Фрезеровать торец 16 Переход 1 Подрезать торец начисто 16 Переход 2 Точить начерно 1 Переход 3 Точить канавку начерно 2,17 Установ А Переход 1 Точить начисто 3,4 Подрезать торец начисто 18 Переход 2 Центровать 23 Переход 3 Сверлить 9 Переход 4 Подрезать торец начисто 19	12 9 12 9	12,5 3,2 12,5 3,2
015 Сверлильная	Сверлильный для глубокого сверления 2805	Сверление 8	10	3,2
020 Токарная с ЧПУ	Токарный с ЧПУ Mazak integrex 200 IV ST	Установ А Переход 1 Фрезеровать паз начерно 5,20,21 Переход 2 Фрезеровать паз начисто 5,20,21 Переход 3 Сверление 10,11,12,13 Переход 4 Нарезание резьбы 10,11,12,13 Переход 5 Сверление 6	12 9 12 7 12	12,5 3,2 12,5 1,25 12,5

Продолжение табл.3.4

1	2	3	4	5
		Переход 6 Точить канавку 7 Переход 7 Зенкерование чистовое 6	9	3,2
025 Термообработка		ТВЧ		
030 Торцекруглошлифовальная	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3Т160	Шлифовать 3,4,18	7	1,25
035 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок Paragon RIG-150NC	Внутренне шлифование 8	6	0,8
040 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М151Ф2	3,4,18	6	0,8
045 Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный станок 5Д822В	15	4	2,5
045 Моечная				
050 Контрольная				

3.6. Выбор средств технологического оснащения

Таблица 3.5 - Выбор средств технологического оснащения

№	Тех. оборудование	Станочные приспособления	Режущий инструмент	Контрольные приспособления
1	2	3	4	5
000	ГКМ			
005	Термосиловая	-	-	Штангенциркуль ШЦ-111-400-0,01 ГОСТ 166–89

Продолжение табл. 3.5

1	2	3	4	5
010	Токарный с ЧПУ Mazak integrex 200 IV ST	Патрон токарный поводковый Исполнение 1 D=200 мм ГОСТ 2571-71, Хомутик поводковый исполнение 2 D=85 мм,	Оправка для торцевой фрезы 6220-0263 ГОСТ 13042-83 Фреза торцевая: ГОСТ 9304-69 P6M5 D63 Патрон цанговый 1-30-2-	Штангенциркуль ШЦ-111-400-0,01 ГОСТ 166-89
		Хомутик поводковый исполнение 2 D=50 мм ГОСТ 2578-70 Центр упорный ГОСТ 13214-79, Исполнение 1 7032-0025, L=140 мм, D=23.823 мм $\alpha=60^\circ$ Полуцентр ГОСТ 2576-79 Исполнение 1, L=70 мм, h=7,8 мм Радиальный базовый блок, форма B7, D1=20 мм, H1=16 мм, L2=40 мм L1=26 мм DIN 69880	90 ГОСТ 26539-85 Сверло центровочное: Тип А P6M5 d4 мм, ГОСТ 14952-75 Резец проходной тип 19 отогнутый с механическим крепление пластины ромбической формы $\varphi=16^\circ$ T15K6 16x16x100 мм ГОСТ 19056-80 Резец токарный подрезной торцевой с напаянной пластиной P6M5 16x16x125 мм ГОСТ 18871-73 Резец прорезной 25x16x140 мм $\alpha=5^\circ$ мм P6M5 ГОСТ 18874-73	
015	Сверлильный для глубокого сверления 2805	Патрон самоцентрирующий трёхкулачковый ГОСТ 2675-80 Тип 1 7100-0001 Люнет Тип SLU 3.1	Сверло пушечное T15K6	Нутромер НИ-10-18-1 ГОСТ 868-82
020	Токарный с ЧПУ Mazak integrex 200 IV ST	Патрон самоцентрирующий трёхкулачковый ГОСТ 2675-80 Тип 1 7100-0001 Центр упорный ГОСТ 13214-79 исполнение 1 7032-0025 Люнет Тип SLU 3.1 Угловой сверлильно-фрезерный блок DIN 1809	Резец проходной $\varphi=10^\circ$ T15K6 16x16 мм ГОСТ 19056-80 Сверло центровочное: Тип А P6M5 d4 ГОСТ 14952-75 Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком P6M5 d5 мм ГОСТ 4010-77 Фреза шпоночная цельная твёрдосплавная T15K6 d8	Штангенциркуль ШЦ-1-400-0,01 ГОСТ 166-89 Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-78 Нутромер НИ-10-18-1 ГОСТ 868-82 Микрометр резьбовой со вставками МВМ-25 ГОСТ 4380-93 Глубиномер ГИ – 100 ГОСТ 7661-67

Продолжение табл. 3.5

1	2	3	4	5
		Цанговый патрон A1B14-DIN 6499	ГОСТ 16463-80 Зенкер с коническим хвостовиком d13,8 мм Короткий метчик М=6 мм, L=58 мм, l=16 мм ГОСТ 3266-81 Резец канавочный Т15К6	
025	Индуктор			
030	Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ 3Т160	Патрон самоцентрирующий трёхкулачковый ГОСТ 2675-80 Тип 1 7100-0003 D=125 мм, Центр упорный ГОСТ 13214-79, Исполнение 1 7032-0025, L=140 мм, D=23.823 мм $\alpha=60^\circ$	Круг 10 150x16x 50,8 15A F54 N 6 V 50 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-78
035	Внутришлифовальный станок Paragon RIG-150NC	Патрон самоцентрирующий трёхкулачковый ГОСТ 2675-80 Тип 1 Люнет Тип SLU 3.1	Круг 6 10x20x4 24A F60 N 6 V 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг 5 63x16x32 24A F60 N 6 V 50 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Нутромер НИ-10-18-1 ГОСТ 868-82 Глубиномер ГИ – 100 ГОСТ 7661-67
040	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М151Ф2	Патрон самоцентрирующий трёхкулачковый ГОСТ 2675-80 Тип 1 7100-0003 D=125 мм, Центр упорный ГОСТ 13214-79, Исполнение 1 7032-0025 Люнет Тип SLU 3.1	Круг 10 150x16x 50,8 24A F60 N 6 V 50 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-78
045	Резьбошлифовальный станок 5Д822В	Патрон ГОСТ 2675-80 7100-0003, Центр упорный ГОСТ 13214-79 7032-0025 Люнет SLU3.1	Круг 10 200x30x 120 24A F80N7V50 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр резьбовой ГОСТ 24991-81

3.7. Проектирование технологических операций

Лимитирующая операция – сверление глубокого отверстия пов. 19.

1.Определение глубины резания и подачу:

Глубина резания принимается $t=4$ мм, так как диаметр отверстия $D=8$ мм.:
 $t=D/2$.

Подача принимается равной $S = 0.012$ мм/об. Она определяется с учетом диаметра сверла 8 мм и твёрдости материала обрабатываемой заготовки (для стали 40ХН НВ>180).

2. Скорость резания при сверлении:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^{y_v}} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (3.18)$$

где C_v – коэффициент. Принимается равным $C_v=7$, так как материал режущей части сверла Т15К6;

q, m, y – показатель степени ($q=0,4$; $m=0,2$; $y=0,7$, так как материал режущей части сверла Т15К6);

T – стойкость инструмента (для твердого сплава принимаем $T=25$ мин);

S – подача сверла, мм/об;

K_v – коэффициент для учета фактических условий резания.

Данный коэффициент определяются как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (3.19)$$

где K_{MV} – коэффициент, который учитывает влияние обрабатываемого материала;

K_{IIV} – коэффициент, который учитывает состояние поверхности заготовки ($K_{IIV}=1$, так как высверливается отверстие в сплошном материале);

K_{IV} – коэффициент глубины обрабатываемого глубокого отверстия ($K_{IV}=0,4$, так как глубина обрабатываемого отверстия более $50 \cdot D$);

Коэффициент K_{MV} для стали 40ХН определяется как [9]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\sigma}} \right)^{n_v}, \quad (3.20)$$

где K_{Γ} – коэффициент, который учитывает группу стали ($K_{\Gamma}=1$, так как материал режущей части сверла Т15К6);

n_v – показатель степени (для материала 40ХН и материала режущей части сверла Т15К6 $n_v=1$);

σ_{σ} – предел прочности материала (для 40ХН $\sigma_{\sigma}= 580$ МПа);

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{580} \right)^1 = 1,29$$

$$K_V = 1,29 \cdot 1 \cdot 0,4 = 0,52$$

$$V = \frac{7 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,01^{0,7}} \cdot 0,52 = 110 \text{ м/мин.}$$

3. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (3.21)$$

где: V – скорость резания, м/мин;

D – диаметр отверстия, мм;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 8} = 4376 \text{ об/мин.}$$

Вращаться с такой частотой сверло малого диаметра не может. Есть ограничение по техническим характеристикам станка. На станке вращаются и сверло и заготовка. Принимаем частоту вращения сверла 1000 об/мин. Заготовки – 2560 об/мин. Фактические обороты равны сумме: 3560 об/мин [29].
Фактическая скорость резания

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3560 \cdot 8}{1000} = 89,5 \text{ м / мин.}$$

4. Момент резания:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ Н·м,} \quad (3.22)$$

где C_M – коэффициент ($C_M=0,0345$, так как материал режущей части сверла Т15К6, обрабатываемый материал 40ХН);

q, y – показатели степени (принимаем $q=2; y=0,8$);

D – диаметр сверла, мм;

S – подача, мм/об;

K_p – коэффициент, который учитывает влияние физико-механических свойств материала заготовки.

Коэффициент K_p , определяется по формуле:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^{n_p}, \quad (3.23)$$

где σ_b – предел прочности (для 40ХН $\sigma_b=580$ МПа);

n_p – показатель степени ($n_p=0,35$, так как материал режущей части резца Т15К6)

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{580}{750} \right)^{0,35} = 0,9;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,01^{0,8} \cdot 0,9 = 0,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

5.Определение осевой силы резания:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ Н}, \quad (3.24)$$

где C_p – коэффициент ($C_p=68$, так как материал режущей части сверла Т15К6, обрабатываемый материал 40ХН);

q, y – показатели степени ($q=1; y=0,7$);

D – диаметр сверла, мм;

S – подача, мм/об;

K_p – коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала ($K_p=0,9$);

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8^{1,0} \cdot 0,01^{0,7} \cdot 0,9 = 195 \text{ Н}.$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \cdot 0,85 \text{ кВт}, \quad (3.25)$$

где $M_{кр}$ –момент резания, Нм;

n – частота вращения инструмента и заготовки, об/мин;

η – коэффициент полезного действия ($\eta=0,85$);

$$N_e = \frac{0,5 \cdot 3560}{9750} \cdot 0,85 = 0,16 \text{ кВт}.$$

6.Сравнение расчётной мощности резания с мощностью привода станка

$N_e=0,15 < N_{ct}=28$ кВт, следовательно станок подходит.

Таблица 3.6 - Сводная таблица режимов резания

№ операции	S _о , мм/об	t, мм	V,	n, об/мин
	S _м , мм/мин		м/мин	
	S _{рад} , мм/об		V _{кр} , м/с	
	S _{поп} ,мм/об			
	S _{прод} , мм/об			
1	2	3	4	5
010				
Установ А	(S _м) 300	2,2	36	300
Переход 1 Фрезерование черновое	(S _м) 240	1,8	36	240
Переход 2 Подрезание торца начисто	0,14	0,8	200,61	1966
Переход 3 Точение черновое	0,4	1,6	322,49	3951
Установ Б	0,14		200,61	1189
Переход 1 Подрезание торца начисто	0,6	0,8	279,8	2072
Переход 2 Точение черновое	0,18	1,6	22,04	164
Переход 3 Прорезание канавки		4,68		
010	0,012	4	89,5	3560
Сверлильная				

Продолжение табл.3.6

1	2	3	4	5
015				
Переход 1 Точение	0,14	0,25	200	2611
чистовое	0,13	2	22	1752
Переход 2 Центрование	0,15	2	24	1912
Переход 3 Сверление				
020	(S _м) 58	2,8	24	956
Переход 1 Фрезерование			33	1314
паза начерно	(S _м) 158	1,2	23	1832
Переход 2 Фрезерование			7	450
паза начисто	0,06	2	20	455
Переход 3 Сверление	0,8	0,5	120	2560
Переход 4 Нарезание	0,3	6,25	25	569
резьбы	0,3	3		
Переход 5 Сверление	0,4	0,75		
Переход 6 Точение				
канавки				
Переход 7 Зенкерование				
чистовое				
025	(S _{рад}) 0,002	0.02	(V _{кр}) 40	(n _{кр})
Торцекруглошлифовальная	(S _{прод}) 5,6		(V _{заг.})	5096
черновая с ЧПУ			21	(n _{заг})
				304
035	(S _{рад}) 0,001	0,002	(V _{кр}) 35	(n _{кр})
Внутришлифовальная	(S _{прод}) 7		(V _{заг.})	1114
			60	(n _{заг})
				1365
040	(S _{рад}) 0,001	0,01	(V _{кр}) 45	(n _{кр})
Круглошлифовальная	(S _{прод}) 4,8		(V _{заг.})	5734
чистовая с ЧПУ			26	(n _{заг})
				377

3.8 Расчёт норм времени

Расчёт ведётся по литературе [13]

Формулы для расчёта норм времени:

Расчёт штучно-калькуляционного времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{п-з}}/n + T_{\text{шт}}, \quad (3.26)$$

где: $T_{\text{п-з}}$ – подготовительно-заключительное время ($T_{\text{п-з}}=10$ мин), мин;

n – количество деталей в настроечной партии ($n=48$ штук), шт;

$T_{\text{шт}}$ – штучное время;

Штучное время находится по формуле:

$$T_{\text{шт}} = \sum T_o + \sum T_v + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}, \quad (3.27)$$

где: $\sum T_o$ – сумма основного времени на все несовмещающиеся технологические переходы, мин;

$\sum T_v$ – сумма вспомогательного времени на все несовмещающиеся технологические переходы, мин;

$T_{\text{об}}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{\text{от}}$ – время перерывов на отдых и личные надобности (2% от $T_{\text{от}}$), мин;

Основное время для точения находится по формуле:

$$T_o = L \cdot i / n \cdot S_o, \quad (3.28)$$

где: L – длина прохода резца или сверла, мм;

i – число проходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S_o – подача, мм/об;

Длина прохода инструмента находится по формуле:

$$L=l+l_1+l_2, \quad (3.29)$$

где: l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм;

l – величина перебега, мм;

Вспомогательное время находится по формуле:

$$T_v=T_{yc}+T_{3.0}+T_{уп}+T_{из}, \quad (3.30)$$

где: T_{yc} - время на установку, мин;

$T_{3.0}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин;

$T_{из}$ - время на измерения, мин;

Операционное время находится по формуле:

$$T_{оп}=T_o+T_v, \quad (3.31)$$

Время на обслуживание рабочего места находится по формуле:

$$T_{об}=T_{тех}+T_{орг}, \quad (3.32)$$

где: $T_{тех}$ - время на техническое обслуживание (6% от $T_{оп}$), мин;

$T_{орг}$ - организационное время (2% от $T_{оп}$), мин;

$$T_o=L/n \cdot S_o,$$

где: L - длина прохода сверла, мм;

n – частота вращения инструмента ($n=3560$ об/мин) , об/мин;

S_o – подача ($S_o=0,012$ мм/об), мм/об;

$$L_1=630+2,5=632,5 \text{ (мм)}$$

$$T_o=632,5/3560 \cdot 0,012=14,8 \text{ (мин)}$$

Расчёт вспомогательного времени:

$$T_v=T_{yc}+T_{з.о}+T_{уп}+T_{из},$$

где: T_{yc} – время на установку детали в патроне, мин;

$T_{з.о}$ – время на закрепление и открепление детали с помощью гидравлического зажима, мин;

$T_{уп}$ – поворота револьверной головки на нужную позицию, подвода револьверной головки к детали, мин;

$T_{из}$ – время на измерение детали глубиномером и нутромером, мин;

$$T_v=(0,15+0,04+0,03+0,5)1,85=1,33 \text{ (мин)}$$

Расчёт оперативного времени:

$$T_{оп}=T_o+T_v=14,8+0,72=15,5 \text{ (мин)}$$

Расчёт времени на обслуживания рабочего места:

$$T_{тех}=15,5 \cdot 6/100=0,93 \text{ (мин)}$$

$$T_{орг}=15,5 \cdot 2/100=0,31 \text{ (мин)}$$

$$T_{об}=0,93+0,31=1,24 \text{ (мин)}$$

Расчёт времени перерывов на отдых и личные надобности

$$T_{от}=15,5 \cdot 2/100=0,31 \text{ (мин)}$$

Расчёт штучного времени:

$$T_{\text{шт}}=14,8+1,33+0,62=16,8 \text{ (мин)}$$

Расчёт штучно-калькуляционного времени:

$$T_{\text{шт-к}}=(10/47)+16,8=17,1 \text{ (мин)}$$

Таблица 3.6 - Нормы времени

Номер операции	T_o	$T_{\text{шт-к}}$
005	1,23	6,3
010	14,8	17,1
015	4,4	9,3
025	0,7	2,06
030	1,6	3,3
035	0,81	1,89
040	0,7	2,2

3.9. Проектирование режущего инструмента

Для сверления глубокого отверстия диаметром 8 мм и длиной 830 мм можно использовать только пушечные сверла одностороннего резания с внутренним подводом СОЖ [5, 33]. Второй тип инструмента - трубчато-лопаточные сверла с наружным подводом СОЖ не подходят из-за малого сечения внутреннего канал. Поэтому, несмотря на высокое давление СОЖ, отвод стружки через корпус сверла будет затрудняться.

Сверло одностороннего резания имеет три основных элемента. Это рабочая режущая часть, основная стержневая часть и для крепления хвостовик цилиндрической формы.

Диаметр стержня принимается равным диаметру хвостовика. Режущая рабочая часть выполняется в виде твердосплавной монолитной головки. Она имеет типовую форму в поперечном сечении. Это трубка с отверстием серповидной формы и V - образным внешним пазом. Угол этого V-образного паза принимаем равным $\phi = 110^\circ$.

Паз на стержне смещается на $h = 0,1$ мм по отношению к пазу на режущей головке. Режущая головка устанавливается в стержне по поверхности клиновой формы, имеющей угол $\phi = 90^\circ$.

Режущая часть из материала Т5К10 ГОСТ 3883-74 соединяется со стержнем при помощи индукционной пайкой. Для этого используется установка ТВЧ. Используется припой марки Пр МНЦ 68-4-2 ТУ48-21-476-79. Длину головки принимаем равной 65 мм.

Стержень из материала 40Х ГОСТ 4243-73 выполняется сплошным с V-образным пазом.

Геометрия режущей части имеет следующие параметры:

Угол в плане имеет разные значения 20° и 30° .

Передний угол 0° .

Задний угол 15° .

Чертеж сверла со всеми техническими требованиями представлен на листе.

4. ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ

На рис.5.1-5.8 показаны листы графической части.

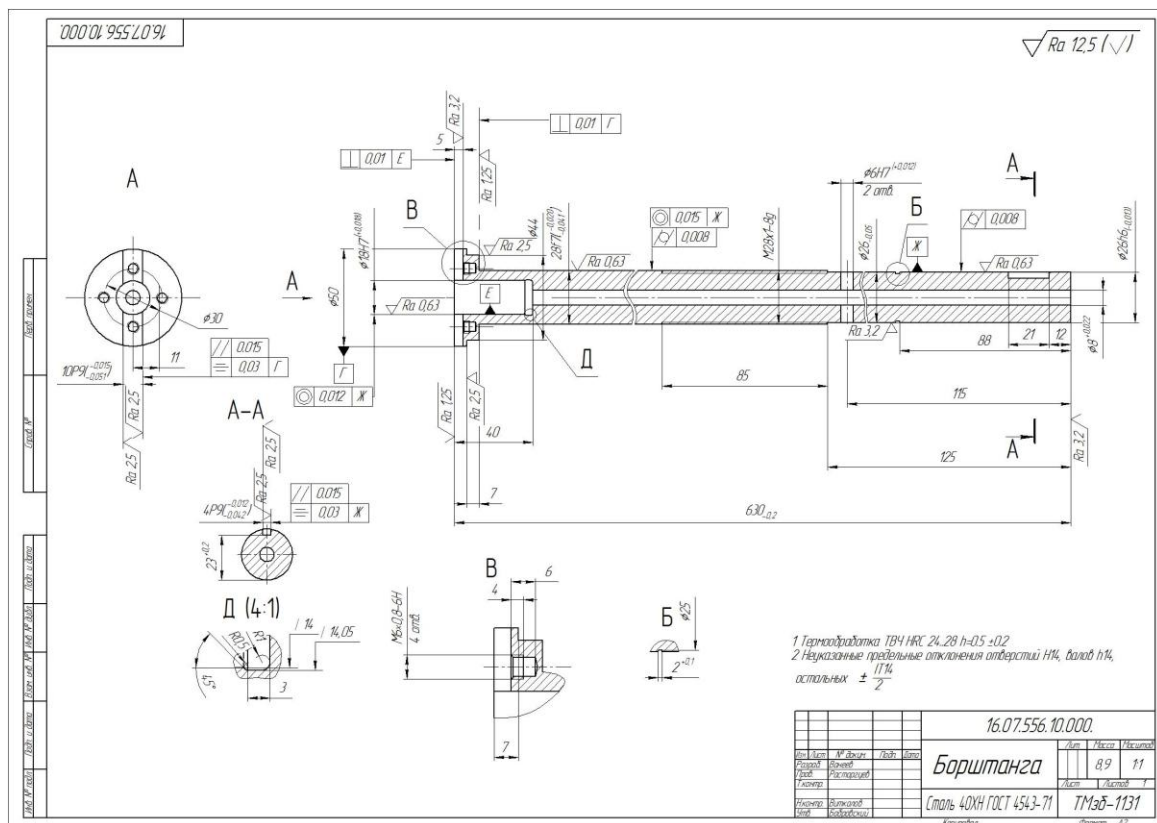


Рис. 5.1 Борштанга

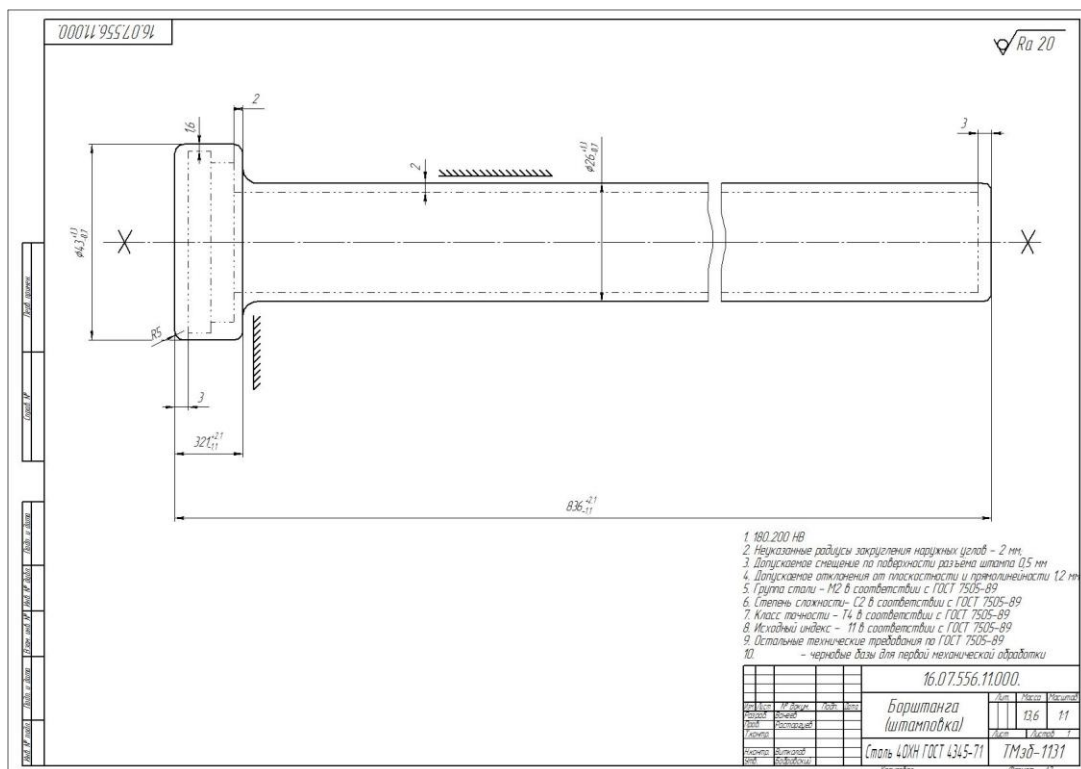


Рис. 5.2 Заготовка борштанги

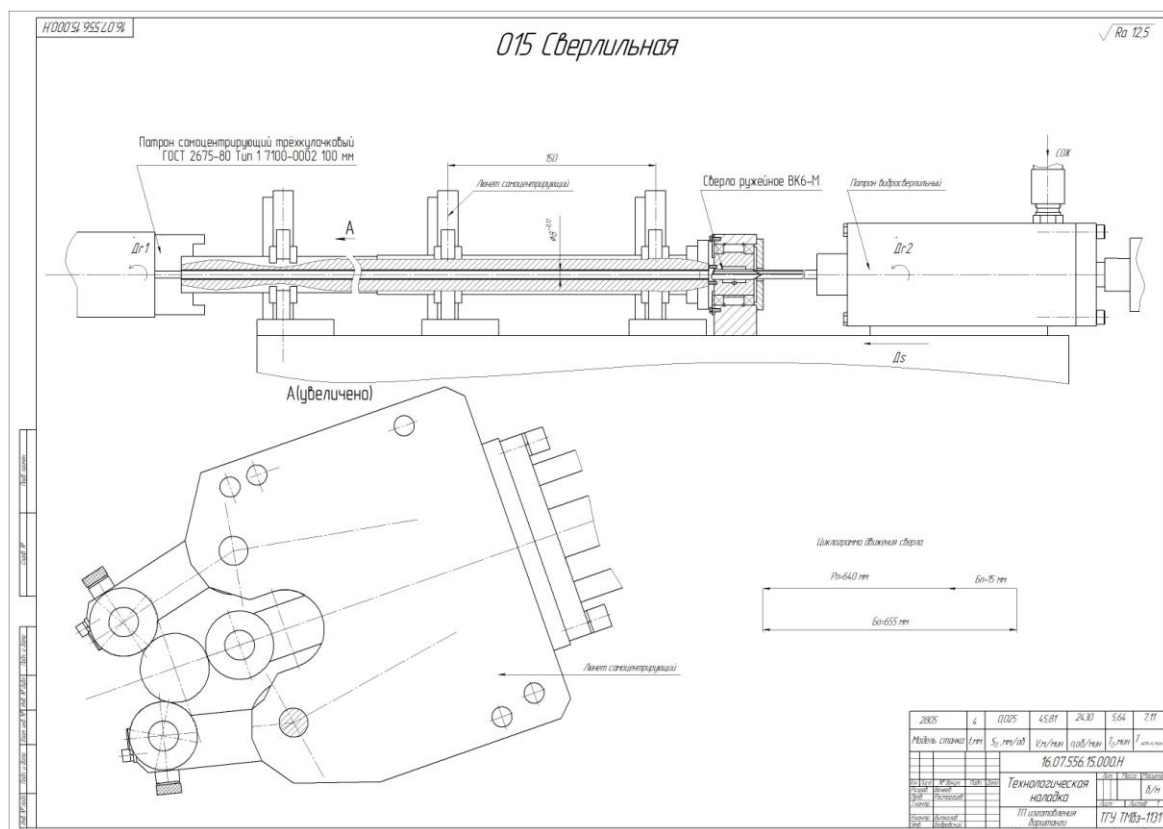


Рис. 5.5 Наладка на сверлильную операцию

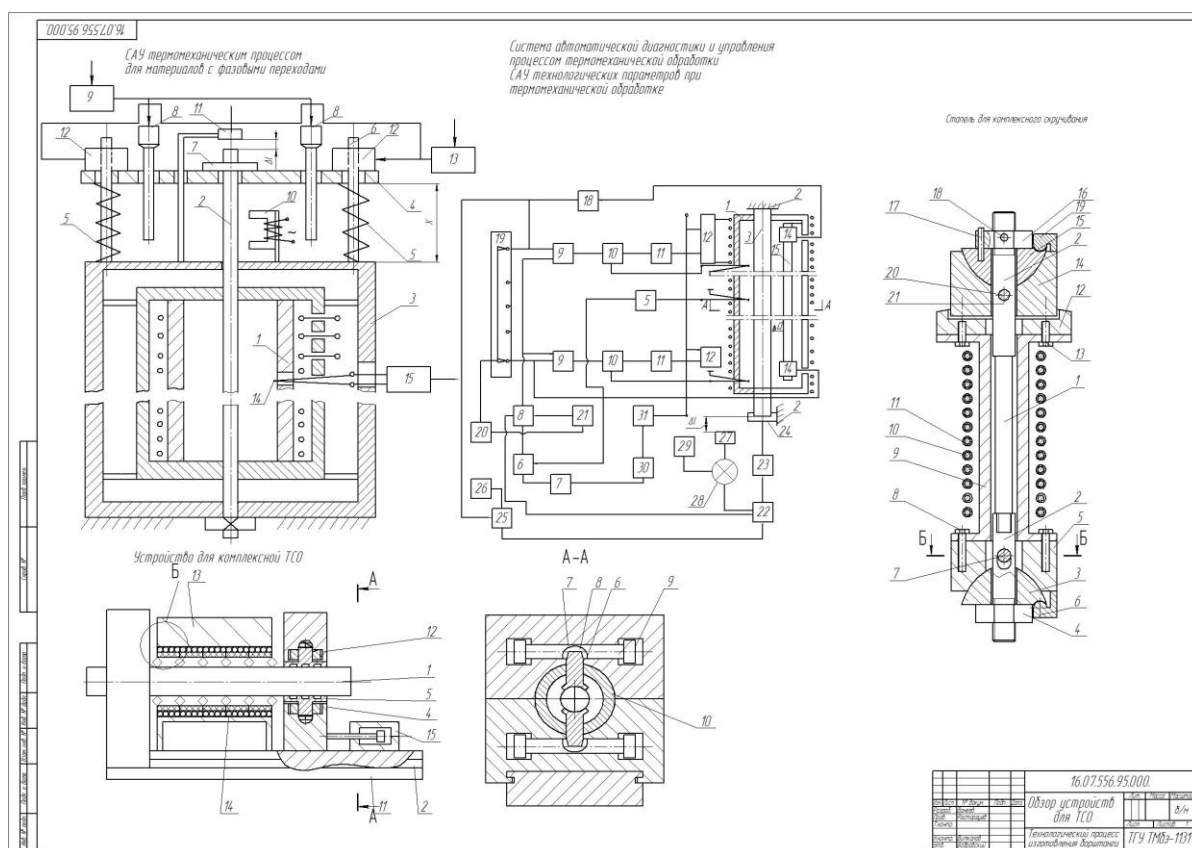


Рис. 5.6 Обзор способов и средств ТСО

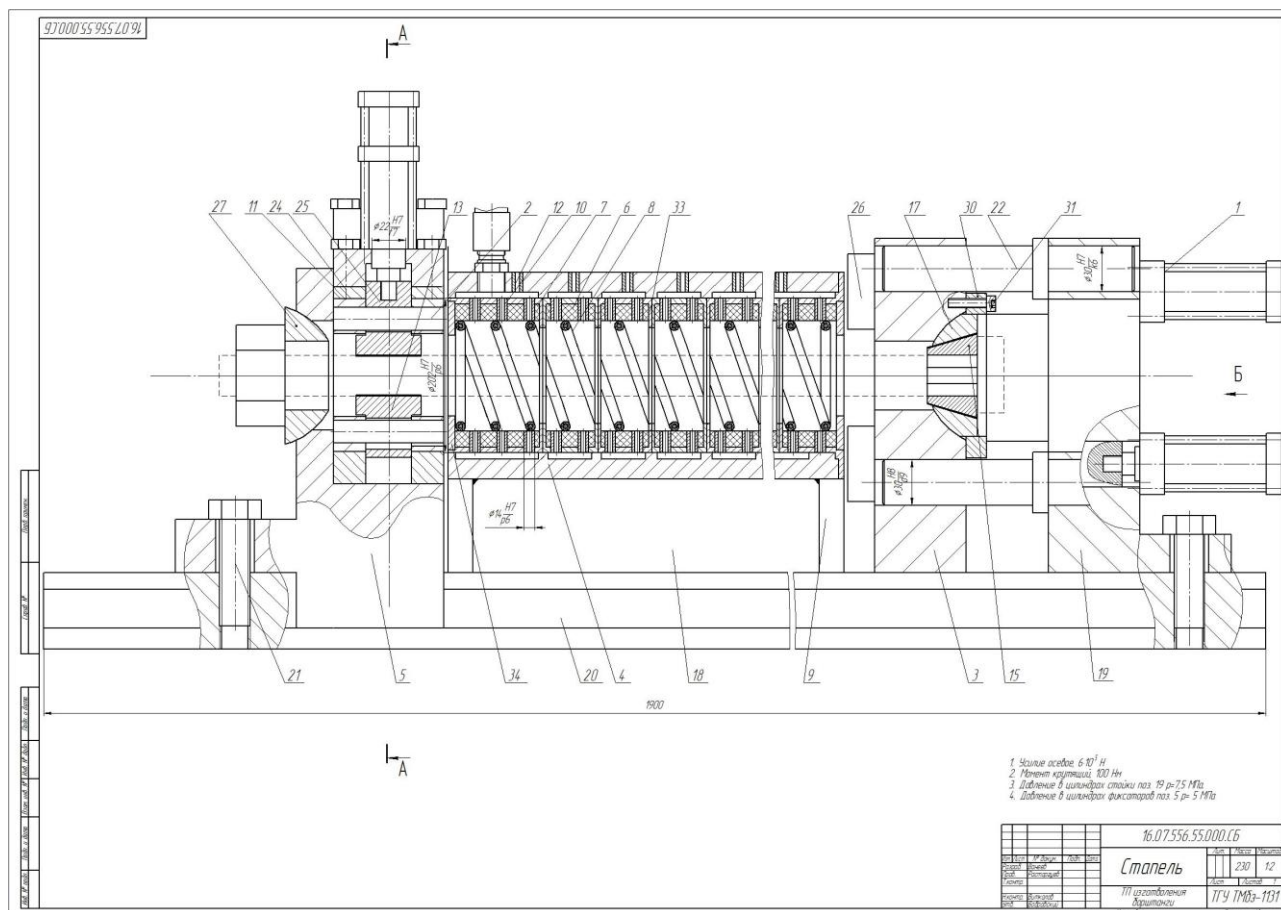


Рис. 5.7 Стапель для ТСО борштанги

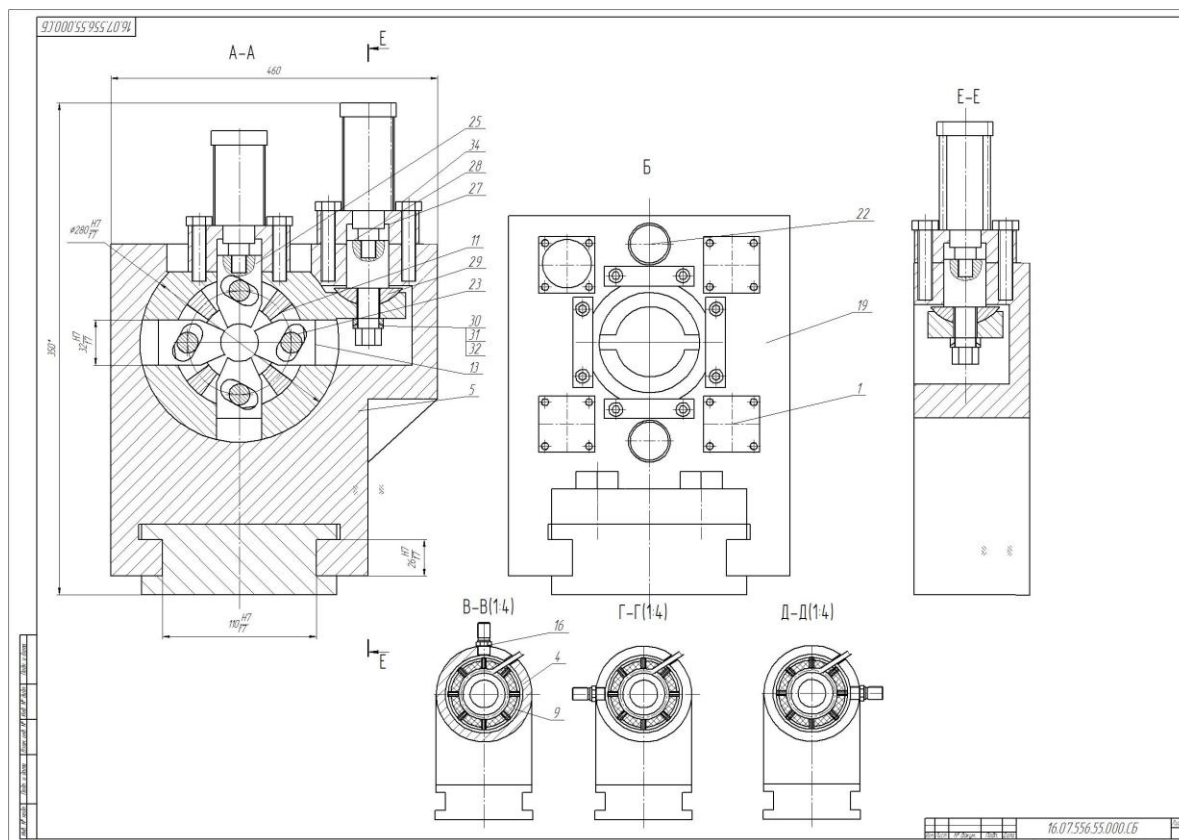


Рис. 5.8 Стапель для ТСО борштанги (продолжение)

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ оп	Наименование операции	Вид выполняемых работ	Наимено- вание должности работника, выполня- ющего техопера- цию	Оборудование	Материалы вещества
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	Штамповка	Штампов- щик	ГКМ	Графитовая смазка
005	Токарная	Точение чистовое	Оператор станков с ЧПУ	Токарный с ЧПУ Mazak integrex 200 IV ST	Резцы T5K10 и T15K6, СОЖ
010	Сверлильная	Сверление	Сверловщ ик	Сверлильный для глубокого сверления 2805	Сверло пушечное T15K6
015	Токарная с ЧПУ	Точение чистовое	Оператор станков с ЧПУ	Токарный с ЧПУ Mazak integrex 200 IV ST	Резцы T5K10 и T15K6, СОЖ
020	Термообработка	Закалка	Термист		Абразивный круг; СОЖ
025	Торцекруглошл ифовальная	Шлифование черновое	Шлифовщ ик	Круглошлифоваль ный станок с ЧПУ 3T160	Абразивный круг; СОЖ
030	Внутришлифова льная	Шлифование чистовое	Шлифовщ ик	Внутришлифовал. станок Paragon RIG-150NC	Абразивный круг; СОЖ
040	Круглошлифова льная	Шлифование чистовое	Шлифовщ ик	Круглошлифоваль ный станок с ЧПУ 3M151Ф2	Абразивный круг; СОЖ
045	Моечная	Мойка	Мойщик	Струйная моечная машина	Моющие средства

Таблица 5.2 - Идентификация профессиональных рисков

№ оп	Наименование операции	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
000,020	Заготовительная, Термическая	повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенные уровни шума, вибрации; повышенные значения напряжения в электрической цепи; химические вещества токсического действия.	Печи, пресс, стапель, компрессорная установка, заготовка
005-015 025-040	Токарная, сверлильная Шлифовальные	движущиеся машины и механизмы, и их незащищенные подвижные части; передвигающиеся изделия, материалы, заготовки; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; повышенная температура в зоне резания, заготовки; повышенные уровни шума, вибрации; напряжения в электрической цепи; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; химические вещества токсического действия (пары эмульсола); статические перегрузки; монотонность труда.	Оборудование, инструмент, приспособления, рабочая зона
045	Моечная	Высокие влажность и скорость движения воздуха; повышенные значения напряжения в электрической цепи.	Оборудование, моющие средства
050	Контрольная	Повышенная яркость света и пульсация светового потока; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования	Оснастка контрольно - измерительная

Таблица 5.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Система вентиляции и кондиционирования воздуха	Специальная одежда, респиратор
2	Повышенные уровни шума, вибрации	Экранирование рабочей зоны оборудования; виброизоляция оборудования; акустическая обработка помещения	Беруши, специальная одежда
3	Повышенная температура оборудования, материала	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования; ограждения и разметка зон повышенной опасности; охлаждение зоны обработки	Специальная одежда
4	Повышенные значения напряжения в электрической цепи	Заземление, экранирование опасных зон	Специальная одежда
5	Химические вещества токсического действия	Непрерывная подача СОЖ в зону резания; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха	Защитные очки; специальная одежда, респиратор.
4	Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования	Защитный экран рабочей зоны оборудования; система ограждения и предупреждения	Специальная одежда, респиратор.
5	Высокая влажность и скорость движения воздуха.	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха	Специальная одежда, резиновые перчатки.
6	Повышенная яркость света и пульсация светового потока	Рациональная организация освещения рабочих мест	-

Таблица 5.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

№	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	ГКМ, токарный, сверлильный, кругло-, торцевой, угло-, резьбошлифовальные станки	В	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Цех для термообработки		В, Е	Пламя и искры; тепловой поток	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Отдел контроля	Контрольный стол	В	Пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 5.5 -Технические средства обеспечения пожарной безопасности.
Первичные средства пожаротушения

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Воздушно-пенный огнетушитель ОВП-8(з)-АВ(Н,С)	Передвижные порошковые огнетушители ОП-50(з)	Дренчерная водяная система пожаротушения	Системы передачи и извещений о пожаре	Гидрант пожарный	Респиратор, очки, специальная одежда	Шит пожарный ЩП-Б	Локальное оповещение

Таблица 5.6 - Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Все этапы технологического процесса	- организацию обучения работающих мерам пожарной безопасности на производстве; - реализацию требований норм и правил пожарной безопасности, разработку для каждого объекта, а также отдельно для каждого пожаровзрывоопасного и пожароопасного помещения категории В1 производственного и складского назначения, инструкций о мерах пожарной безопасности в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности и настоящего Стандарта, которые вывешиваются на видном месте. - изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности; - нормирование численности людей	Электроустановки должны соответствовать классу пожаровзрывоопасной зоны, в которой они установлены. Кабели и провода систем противопожарной защиты, средств обеспечения деятельности подразделений пожарной охраны, систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации, аварийной вентиляции и противодымной защиты, автоматического пожаротушения, внутреннего противопожарного водопровода, должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение

	на объекте по условиям безопасности их при пожаре; - разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей; - работу по профилактике и предупреждению пожаров.	времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону.
--	--	---

Таблица 5.7 - Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Закалочная ванна, муфельная печь	термообработка	Пыль	Охлаждающая среда (закалочное масло)	Окалина
Технологическое оборудование - станки	Удаление материала	Пыль, токсичные испарения	СОЖ, моющие средства	Стружка, ветошь

Таблица 5.8 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Фильтрация воздуха (Рукавный фильтр ФРИ-30)
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Локальная очистная установка поверхностных сточных вод (отстойник, механический фильтр, флотомашина). СОЖ – на утилизацию в специальные пункты.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Утилизация на полигонах, переплавка стружки

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления борштанги, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование,

применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 5.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления борштанги, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: движущиеся машины и механизмы, и их незащищенные подвижные части; передвигающиеся изделия, материалы, заготовки; повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенные уровни шума, вибрации; повышенные значения напряжения в электрической цепи; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенная пульсация светового потока; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; химические вещества токсического действия; статические перегрузки; динамические перегрузки.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно система охлаждения активных органов оборудования, ограждения и разметка зон повышенной опасности, непрерывная подача СОЖ на обрабатываемый материал; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха, защитный экран рабочей зоны оборудования; виброизоляция оборудования, искусственное подавление светового потока и рациональной организации освещения рабочих мест. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 5.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 5.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 5.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 5.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 5.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 5.8).

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали. Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между вариантами процесса изготовления детали.

Базовый вариант.

Операция 010 – Токарная. Производится получистовое точение поверхностей на токарном станке с ЧПУ, модель Haas ST30SSSY. Закрепление заготовки выполняет токарный поводковый патрон. Получение заданных поверхностей обеспечивает резец проходной тип 19 отогнутый с механическим креплением пластин ромбической формы, T5K10. Штучно-калькуляционное время выполнения операции составляет 8,2 мин, а основное – 5,5 мин.

Проектный вариант.

Включение в технологический процесс термосиловой обработки на операции 005 позволит исключить описанную в базовом варианте токарную операцию операции 010. Термосиловая операция выполняется при помощи термосиловой установки с гидроприводом. В качестве дополнительного приспособления используется контейнер, в котором заготовки находятся в процессе нагревания в термосиловой установке. Инструмент для выполнения этой операции не предусмотрен. Время нагревания деталей происходит в течение 5 мин., а с учетом загрузки в установку – оно составляет 6 мин.

Данное краткое описание предлагаемых изменений необходимо для расчета капитальных вложения в проектируемый вариант технологического

процесса, для этого будем использовать специальную методику, согласно которой данная величина составляет $K_{ВВ.ПР} = 38742,29$ руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение термосилиловой установки и затрат на проектирование технологического процесса.

Далее согласно методике, определим технологическую себестоимость, которая зависит от материала заготовки, заработной платы, начисления на нее и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения существенного влияния на конечный результат не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали по сравниваемым вариантам представлена на рисунках 6.1 и 6.2.

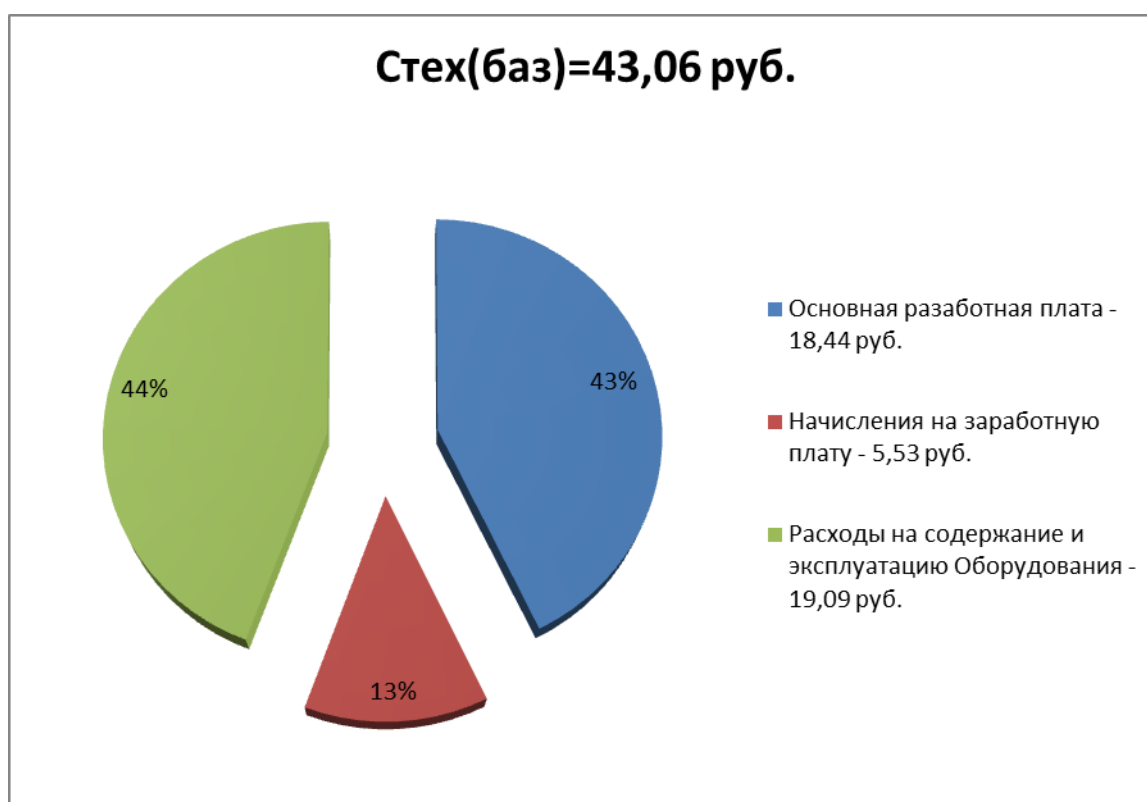


Рис. 6.1 Структура технологической себестоимости
по базовому варианту

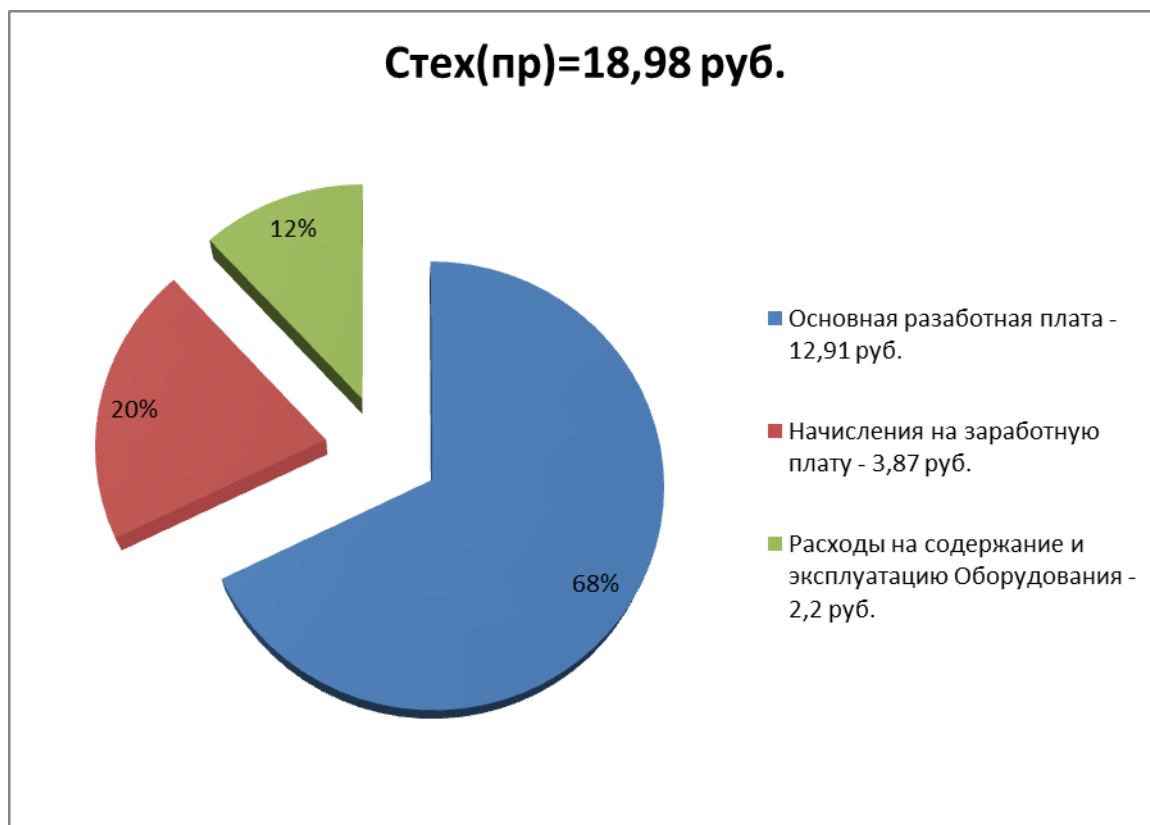


Рис. 6.2 Структура технологической себестоимости
по проектному варианту

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости мы рассчитываем ее значения для рассматриваемых операций. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость без учета затрат на материал, как обосновывалось ранее, составила 110,51 руб.; а по проектному варианту – 66,17 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности, согласно которой мы получаем следующие данные.

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot П_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (110,51 - 66,17) \cdot 500 = 22170 \text{ руб.}$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$Н_{ПРИБ} = 22170 \cdot 0,2 = 4434 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = П_{Р.ОЖ} - Н_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = 22170 - 4434 = 17736 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{Р.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (6.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{38742,29}{17736} + 1 = 3,18 = 4 \text{ года}$$

$$Д_{ДИСК.ОБЩ} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T П_{Р.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (6.5)$$

$$Д_{ОБЩ.ДИСК} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 17736 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} + \frac{1}{(1+0,2)^4} \right) =$$

$$= 45900,77 \text{ руб}$$

$$\mathcal{Э}_{ИНТ} = ЧДД = Д_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$\mathcal{Э}_{ИНТ} = ЧДД = 45900,77 - 38742,29 = 7158,48 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{Д_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (6.7)$$

$$ИД = \frac{45900,77}{38742,29} = 1,18 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Предлагаемые изменения по технологическому процессу, можно считать экономически обоснованными. Данное заключение делаем основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения рассматриваемых операций на 40,12%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 7158,48 руб., что является прямым доказательством эффективности проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе на основании проведенного обзора и анализа существующих технологии термосиловой обработки предлагается устройство для деталей фланцевого типа. В технологическом процессе была использована технология с нагружением заготовки осевыми и крутильными напряжениями с одновременным нагревом. Это позволяет выровнять остаточные напряжения, стабилизировать размеры и формы заготовки, уменьшить необходимое количество переходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/
В. И. Анурьев [и др.].- М.: Машиностроение, 1982. – 728с.
- 2.Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/
В. И. Анурьев [и др.].-М.: Машиностроение, 1982. – 584с.
- 3.Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 2-х т. Т.3/
В. И. Анурьев [и др.].- М.: Машиностроение, 1982. – 576с.
- 4.Барановский Ю.В. Режимы резания металлов/ Ю.В. Барановский. - М.:
Машиностроение, 1972. - 409 с.
- 5.Баранчиков В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы
резания металлов: Справочник/ В.П. Баранчиков [и др.] – М.: Машиностроение,
1990. – 400с.
6. Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное
пособие. — Электрон.дан. — Кемерово :КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012.
— 103 с.
- 7.Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений/В.А.Горохов –
Мн.: Высш. школа, 1986. – 238с.
- 8.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Косилова А.Г. [и
др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
- 9.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Косилова А.Г. [и
др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
10. Размерный анализ технологических процессов./В.В. Матвеев [и
др.]. – М.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
11. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч.Т.1/ Мягков В.Д. [и др.]. -
Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
12. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч.Т.2/ Мягков В.Д. [и др.]. -
Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

13. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения./А.Ф. Горбачевич, Шкред В.А. - Минск, "Высш. Школа", 1983 - 256 с.
14. Гусев А.А. Технология машиностроения (специальная часть)/ А.А. Гусев, М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.
15. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.
16. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.
17. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 656с.
18. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений./ В.С. Корсаков. - М.: Машиностроение, 1983. - 277с.
19. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник/ Ю.И. Кузнецов [и др.] – М.: Машиностроение, 1983. – 359с.
20. Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2012. — 443 с.
21. Кирсанов Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металло-режущих инструментов/Г.Н. Кирсанов. – М.: Машиностроение, 1986. – 288с.
22. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика/И.А. Ординарцев [и др.]. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846с.
23. Суслов А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - М. : Машиностроение, 2007. - 429 с. : ил. - Библиогр.: с. 424-425
24. Лебедев В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта - Ростов н/Д : Феникс, 2008. - 361 с. : ил. - Библиогр.: с. 354-356. –

25. Ковшов А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - СПб.: Лань, 2008. - 319 с. : ил. - Библиогр.: с. 309-310. - Предм. указ.: с. 311-314. –

26. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : 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.

27. 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.

28. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.

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

30. Расторгуев Д.А. Разработка технологической операции : схема базирования и расчет припуска : учеб.-метод. Пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Автомех. Ин-т ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. Пр-ва». – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 35 с.

31. Григорьев, С.Н. Прогрессивные технологии машиностроительных производств [Электронный ресурс] : / С.Н. Григорьев, М.В. Терешин, А.С. Верещака [и др.]. — Электрон.дан. — М. : Горная книга, 2011.

32. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

33. Инструмент для высокопроизводительного и экологически чистого резания / В. Н. Андреев [и др.]. - Москва : Машиностроение, 2010. - 479 с.

34. Заявка №2008140809, C21D8/00, C21D9/28, Способ термосиловой обработки длинномерных осесимметричных деталей, 2010.

35. Патент РФ №2381281, кл. C21D8/00, C21D9/28 Устройство для термосиловой обработки осесимметричных деталей, 2010.

36. А.с. №1452015, кл. B23Q15/00 Способ автоматической диагностики и управления процессом пластической деформации маложестких деталей и устройство для его осуществления, 1987.

37. А.с. №1561385, кл. B23Q15/00, 1989.

38. Патент на изобретение № 2254192, 2005.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Разработ.		Ванеев						ТГУ кафедра ОТиМП															
Проверил		Расторгуев																					
Утв		Бобровский						Борштанга															
Н. контр.		Виткалов																					
M01		Сталь 40ХН ГОСТ 4345-71																					
M02		Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.		Профиль и размеры		КД							МЗ			
		12		166	8,9	1	1	0,65	24		ø43x836		1							13,6			
А		Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа														
Б		Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.					
АО3		XX	XX	XX	000	Заготовительная										1							
Б04		XX	XX	ГКМ																			
05					005	Термосиловая																	
АО6		XX	XX	XX	010	4110 Токарная																	
Б07		381101 Токарный с ЧПУ Mazak integrex 200 IV ST						2	15292		22	IP	1	1	1	35	1	15	6,3				
О 08		Точить пов., согласно эскизу																					
T09		396110 Патрон токарный поводковый ГОСТ 2571-71; 392871 Центр упорный ГОСТ 13214-79; 392190 Резец проходной тип 19 Т15К6 ГОСТ 19056-80;																					
T10		391210 Сверло центровочное Тип А Р6М5 d4 мм, ГОСТ 14952-75; 391854Фреза торцевая ГОСТ 9304-69 Р6М5 D63; 39280 оправка для фрезы 6220-																					
T11		392811 Патрон для центровочного сверла ГОСТ 2876-80; 392190 Резец токарный подрезной Р6М5ГОСТ 18871-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-111-																					
12																							
A13		XX	XX	XX	015	4121 сверлильная																	
Б14		381213 Сверлильный для глубокого сверления 2805						2	17335		22	IP	1	1	1	35	1	10	7,1				
015		Сверлить пов., согласно эскизу																					
16																							
T17		396110 Патрон самоцентрирующий трёхкулачковый ГОСТ 2675-80 Тип 1 7100-0001; 392871 Люнет Тип SLU 3.1																					
18		391210 Сверло пушечное Т15К6; 393311 Нутромер НИ-10-18-1 ГОСТ 868-82; 396181 виброголовка																					
19																							
A20		XX	XX	XX	020	4110 Токарная																	
Б21		381101 Токарный с ЧПУ Mazak integrex 200 IV ST						2	15292		22	IP	1	1	1	35	1	15	9,3				
022		Точить пов., согласно эскизу																					
23		391210 Сверло центровочное: Тип А Р6М5 d4 ГОСТ 14952-75 391210 Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77 391802 Фреза шпоночная Т15К6 d8																					
T24		396110 Патрон самоцентрирующий трёхкулачковый ГОСТ 2675-80; 392871 Центр упорный ГОСТ 13214-79; 392871 Люнет Тип SLU 3.1 Сверлильно-																					
25		392190 Резец проходной ø=10ø Т15К6 16x16 мм ГОСТ 19056-80;392190 Резец-вставка Т30К4 ø=93° ОСТ 2410-1-83 393311 Штангенциркуль ШЦ-1																					
МК																							

A	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
A01	XX	XX	XX	025	Термическая											
B02	Стапель															
О03	Термообработка., согласно тех.условиям															
04																
T05																
06																
07																
A08	XX	XX	XX	030	4131 Торцевкругло-шлифовальная.											
B09	381311 Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ					2	18873	22	IP	1	1	1	35	1	15	2,06
O10	Шлифовать пов. согласно эскизу															
11																
T12	392811 Центр упорный ГОСТ 13214-79,Исполнение 1 7032-0025; 396110 Патрон ГОСТ 2675-80 7100-0003; 39430 Датчик активного контроля БВ-4100															
13	398110 Шлифовальный круг 10 150x16x 50,8 15A F54 N 6 V 50 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 393311 Микрометр МК Ц25															
14																
A15	XX	XX	XX	035	4131 Внутри-шлифовальная											
B16	381311 Внутришлифовальный станок Paragon RIG-					2	18873	22	IP	1	1	1	35	1	20	3,3
017	Шлифовать пов. согласно эскизу															
T18	396110 Патрон ГОСТ 2675-80; 398110 Круг 6 10x20x4 24A F60 N 6 V 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 ;394131 Нутромер НИ-10-18-1 ГОСТ 868-82															
19	398110 Круг 5 63x16x32 24A F60 N 6 V 50 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007															
20																
A21	XX	XX	XX	040	4131 Кругло-шлифовальная											
B22	381312 Круглошлифовальный станок с ЧПУ					2	18873	22	IP	1	1	1	35	1	15	3,4
23																
24	396110 Патрон ГОСТ 2675-80 Тип 1 7100-0003392811 Центр упорный ГОСТ 13214-79, 7032-0025 люнет Тип SLU 3.															
25	398110 Круг 10 150x16x 50,8 24A F60 N 6 V 50 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007; 394131 Микрометр МК Ц25															
A26	XX	XX	XX	045	Резьбошлифовальная											
B27	Резьбошлифовальный станок 5Д822В					2	18873	22	IP	1	1	1	35	1	15	2,2
028	Шлифовать пов. согласно эскизу															
T29	396110 Патрон ГОСТ 2675-80 7100-0003; Люнет SLU3.1; 392811 Центр упорный ГОСТ 13214-79 7032-0025; 398110 Круг 10 200x30x 120 24A															
T30	. ГОСТ Р 52781-2007; 394131Калибр резьбовой ГОСТ 24991-81															
МК																

А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
A01	XX	XX	XX	050	Моечная											
B02																
06																
07																
08																
A07	XX	XX	XX	055	Контрольная											
B08																
09																
10																
T11																
T12																
TB																
14																
A15																
B16																
017																
018																
T19																
T20																
21																
A22																
B23																
24																
A25																
B26																
27																
28																
МК																

[illegible]

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		<u>Документация</u>		
A1	16.07.556.55.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
		<u>Сборочные единицы</u>		
1	16.07.556.55.100.СБ	Гидроцилиндр	4	
		<u>Детали</u>		
2	16.07.556.55.002.	Ось	1	
3	16.07.556.55.003.	Стойка подвижная	1	
4	16.07.556.55.004.	Печь	1	
5	16.07.556.55.005.	Захват неподвижный	1	
6	16.07.556.55.006.	Изолятор внутренний	10	
7	16.07.556.55.007.	Изолятор боковой	14	
8	16.07.556.55.008.	Нагревательный элемент	3	
9	16.07.556.55.009.	Стойка	2	
10	16.07.556.55.010.	Втулка подающая	20	
11	16.07.556.55.011.	Кольцо поворотное	1	
12	16.07.556.55.012.	Втулка выходная	10	
13	16.07.556.55.013.	Клин	3	
14	16.07.556.55.014.	Гайка	1	
16.07.556.55.000.СП				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Ванеев			
Проб.	Расторгуев			
Н.контр.	Виткалов			
Утв.	Бабровский			
Станель			Лит.	Лист
			Д	1
			Листов	
			2	
			ТГУ ТМдз-1131	

Копировал

Формат А4

