

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки)

Технологии, оборудование и автоматизация

машиностроительных производств

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологии горячей правки валов изгибом

Студент(ка)

Н.Н.Галуза

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.А.Расторгуев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В.Дерябин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И. В.Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г.Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н, доцент

Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Н.Ю. Логинов

«__» _____ 2017г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы
направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
профиль «Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»

Студент Галуза Наталья Николаевна гр. МСбз-1202

1. Тема Разработка технологии горячей правки валов изгибом
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «09» июня 2017 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе чертеж детали, годовой объем выпуска 1000 дет/год
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Календарный план. Аннотация. Содержание.

Введение

- 1) *Описание исходных данных*
- 2) *Технологическая часть работы*
- 3) *Проектирование приспособления и режущего инструмента*
- 4) *Безопасность и экологичность работы*
- 5) *Экономическая эффективность работы*

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

_____ Н.Ю. Логинов
(подпись)
« ____ » _____ 2017 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы**

Студента Галуза Наталья Николаевна

По теме Разработка технологии горячей правки валов изгибом

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
<i>Описание исходных данных</i>	01.02.2017	29.01.2017	выполнено	
<i>Технологическая часть работы</i>	01.04.2017	29.03.2017	выполнено	
<i>Проектирование приспособления и режущего инструмента</i>	01.05.2017	29.04.2017	выполнено	
<i>Безопасность и экологичность работы</i>	15.05.2017	14.05.2017	выполнено	
<i>Экономическая эффективность работы</i>	15.05.2017	14.05.2017	выполнено	

Руководитель выпускной квалификационной работы

_____ Д.А.Расторгуев
(подпись) (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ Н.Н.Галуза
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация

Галуза Наталья Николаевна Разработка технологии горячей правки валов изгибом. Кафедра «ОиТМП». ТГУ: Тольятти, 2017, – 60 с.

Ключевые слова: прямолинейность, вал, термосиловая обработка, правка изгибом, остаточные или пластические деформации, остаточные напряжения, технология.

В работе рассматривается технология обеспечения прямолинейности маложесткого вала. Из рассмотренных методов правки холодной и горячей, термосиловой обработки предлагается новый способ комбинированной обработки правки изгибом с одновременным нагревом рабочей зоны.

Технология применяется в техпроцессе изготовления вала.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1. Описание исходных данных	7
2. Технологическая часть работы.....	12
3. Проектирование приспособления и режущего инструмента	26
4. Безопасность и экологичность работы	35
5. Экономический эффективность работы.....	42
Заключение	45
Список используемой литературы.....	46
Приложения.....	48

ВВЕДЕНИЕ

При обеспечении технических требований к валам малой жесткости основное требование – обеспечить отклонение от прямолинейности. Это связано с конструктивными особенностями. При этом технологически это обеспечить трудно по тем же причинам, т.е. малой жесткости. При этом технологические напряжения, даже при незначительной неравномерности в сечении могут вызвать коробление вала. Снятие припуска сопровождается большими деформациями, что еще больше ухудшает ситуацию. Поэтому основная задача работы – представить технологию формирования прямолинейности оси с выравниванием остаточных технологических напряжений. При проектировании технологического процесса обработки вала используется предложенная технология.

Из разнообразных методов обеспечения точности в плане прямолинейности оси вала предлагаются различные способы. Термосиловая обработка обеспечивает большие значения деформации в осевом направлении. Но при этом возникают очень большие осевые нагрузки, что неблагоприятно сказывается на параметрах технологических установок, предназначенных для этого. Получается малый ресурс при большой материалоемкости несущей системы. Правка поперечным изгибом является более рациональным методом технологического воздействия, поскольку для поперечного изгиба требуется меньшая рабочая сила. Можно скомбинировать достоинства обоих способов. Для этого в установку для правки вводится нагревательное устройство, что позволит еще больше снизить нагрузки, действующие в установке. Необходимо отметить следующий момент, касающийся общей технологии изготовления вала. Кроме операции правки, для обеспечения прямолинейности вала необходимо правильно организовать проведение токарной обработки (люнеты), термическую обработку (осевое растяжение, равномерный нагрев-охлаждение). Даже хранение вала необходимо организовать рационально (в стапелях, исключающих провисание вала на опорах).

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Анализ служебного назначения

Вал предназначен для передачи крутящего момента с привода лебедки на шкивы, которые устанавливаются на крайние шейки и стопорятся упорными кольцами в пазах. Сам вал устанавливается на подшипники на внутренних шейках.

Он работает на скручивание. С двух сторон симметрично задается нагрузка для ее более равномерного распределения.

Вал работает при высокой частоте вращения 1000-3600 об/мин в условиях больших динамических нагрузок в масляной среде при ее разбрызгивании.

Нумерация поверхностей необходима для их классификации, выбора технологических переходов и т.д. Она показана на рисунке 1.1.

При установке вала используют О.К.Б. (основные конструкторские базы) – шейки 15 и 17 и торец 5.

Для присоединения других деталей используют В.К.Б. (вспомогательные конструкторские базы) – шейки 12 и 19, торцы 3 и 9, канавки 2 и 21 и пазы 22 и 23.

Последние (пазы 22 и 23) необходимы для передачи крутящего момента, т.е. являются исполнительными поверхностями.

Все остальные свободные поверхности.

Сведения по всем поверхностям систематизированы в таблице 1.1.

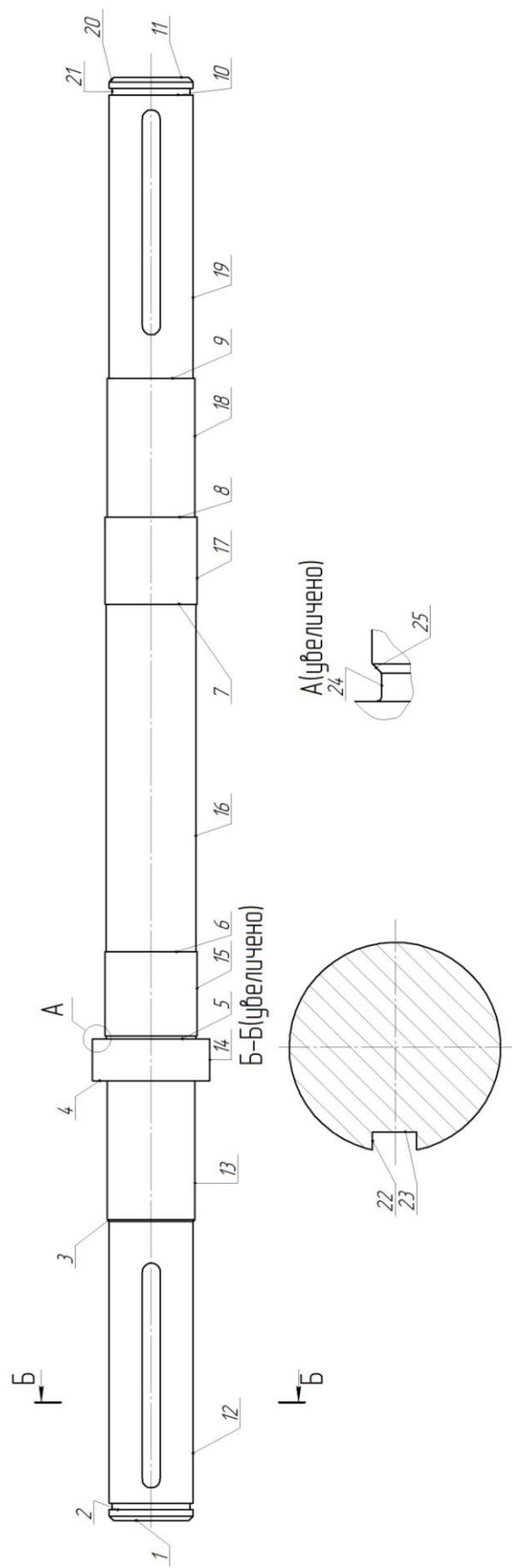


Рисунок 1.1- Эскиз детали

Таблица 1.1 -Технические требования для вала

Поверхность		Размер			Требования		Шероховат.
№	тип	Габаритный размер	квалитет	Вид по назначению	Вид треб.	Допуск	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	П	665	13	С			6,3
2	П	5	13	ОКБ			6,3
3	Ф	138	13	ВКБ			6,3
4	П	202	13	С			6,3
5	П	20	13	ОКБ	⊥	0,02	2,5
6	П	40	13	С			6,3
7	П	40	13	С			6,3
8	П	64	13	С			6,3
9	П	140	13	ВКБ			6,3
10	П	5	13	ВКБ			6,3
11	П	665	6	С			6,3
12	Ц	38	6	ВКБ	↑	0,02	0,63
13	Ц	40	12	С			2,5
14	Ц	54	12	С			6,3
15	Ц	42	6	ОКБ	◎	0,01	0,63
16	Ц	40	12	С			2,5
17	Ц	42	6	ОКБ	◎	0,01	0,63
18	Ц	40	11	ВКБ			2,5
19	Ц	38	6	ВКБ	↑	0,02	0,63
20	Ф	2	12	С			6,3
21	Ц	36	12	ВКБ			6,3
22	Ф	8	8	ВКБ-И	◎	0,015	2,5

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
23	Ф	34	12	ВКБ			3,2
24	Ф	40	12	С			6,3
25	Ф	1,5	12	С			6,3

1.2. Анализ технологичности детали

Материал детали – сталь 40ХГНМ. Конструкционная, среднелегированная [1].

Химический состав по ГОСТ 4543-71 следующий:

- углерод 0,37-0,43%;
- Кремний 0,17-0,37%;
- Марганец 0,-0,8%;
- никеля 0,7-1,1%;
- сера до 0,035%;
- фосфор до 0,035%;
- хром 0,6-0,9 %;
- молибден 0,15-0,25%;
- медб до 0,3%.

Физико-механические свойства: предел прочности 980 МПа; относительное удлинение 12 %; твердость – в состоянии поставки после нормализации 195-235 НВ, после закалки – до 35 HRC.

Заготовка полуфабрикат может получаться методами и поковки-штамповки и из сортового проката.

По точности исходная заготовка на может быть точнее 15 качества точности. Эта точность не соответствует заданной на чертеже точности. Поэтому требуется полная механическая обработка всей детали.

Конструктивные элементы у детали стандартизированы: фаски и канавки под стопорные кольцо типовые.

Вал по классификации деталей относится к группе валов ступенчатых, с двух сторонней ступенчатостью, сплошных с прямой осью, со шпоночными пазами. Для них есть типовые техпроцессы [10, 26], которые можно использовать при разработке своего технологического процесса.

По длине данный вал имеет особенность: малая жесткость. Он относится к виду мало жестких осе симметричных валов. Учитывая это, в техпроцессе предусматриваются меры по повышению жесткости заготовки по стабилизации ее оси в процессе обработки. Отдельно рассматривается вопрос формирования остаточных напряжений в валу с целью их выравнивания и снижения.

По форме вал позволяет провести обработку сразу нескольких или всех поверхностей. Для этого станок должен иметь модульную компоновку, что будет отражаться при выборе оборудования.

Поверхности вала доступны для обработки и для контроля.

По сумме показателей вал можно считать не технологичным.

В общей сложности обрабатывается 26 поверхностей детали.

Поверхности с различными требованиями разделены. Это облегчает обработку.

1.3. Задачи работы

Основная задача – спроектировать технологию обеспечения прямолинейности вала. Для этого сделать обзор существующих методов правки и термосиловой обработки; сделать их анализ и выявить недостатки; предложить, разработать новую технологию правки; применить ее в техпроцессе изготовления вала представителя.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Выбор типа производства со стратегией разработки техпроцесса

Тип производства выбирается по коэффициенту загрузки. В данной случае из-за отсутствия информации по загрузке оборудования на производственном участке выбор типа производства осуществляется упрощенно по годовому объему выпуска, определенному заданием - $N=1000$ дет. в год и массе вал, который определяется по чертежу. Масса вала $m=9,8$ кг.

По [10] определим – мелкосерийный тип производства. Тогда размер партии запуска заготовки в течении года:

$$n=(N \cdot a)/254=(1000 \cdot 3)/254=13 \text{ деталей,}$$

где 254 – среднее число рабочих дней в году;

a – периодичность запуска партии деталей в днях (принимая 3 дней).

2.2. Выбор и проектирование заготовки

Задача раздела – необходимо выбрать способ получения исходной заготовки наиболее подходящий для заданных условий (тип детали, материал, тип производства).

Заготовку такого маложесткого вала с небольшой ступенчатостью можно получить или ковкой или из проката. Так как вал имеет ступеньку между диаметрами 8 мм для большей части, выбирается прокат.

Операционные припуски на обработку всех поверхностей вала принимаем по таблице [19]. Для определения размеров прутка определим припуск на поверхность максимального диаметра $\varnothing 54$ мм с точностью 12 квалитет и шероховатостью $Ra 12,5$ мкм. Для обработки с такими параметрами достаточно одного перехода – точения черного.

Остальные поверхности имеют напуск. Масса вала по чертежу $m=9,8$ кг. По самой точной поверхности проведен аналитический расчет чистовых припусков. Последний размер скорректирован по размеру прутка.

Для $\varnothing 54$ мм прокат обычной точности припуск на точение однократное с установкой вала в центрах $z=1,6$ мм на диаметр. Тогда размер прутка равен

$$d_{np}=d_g+z=54+1,6=55,6\approx 56 \text{ мм.}$$

Пруток имеет размер 56 мм с отклонениями $\begin{pmatrix} +0,5 \\ -1,2 \end{pmatrix}$. Размер припуска на торец 2 мм и длина прутка после отрезной операции на круглопильном станке $669\pm 0,6$ мм.

На самую точную поверхность припуски рассчитывались аналитически. Результаты в таблице 2.1 и на рисунке 2.1.

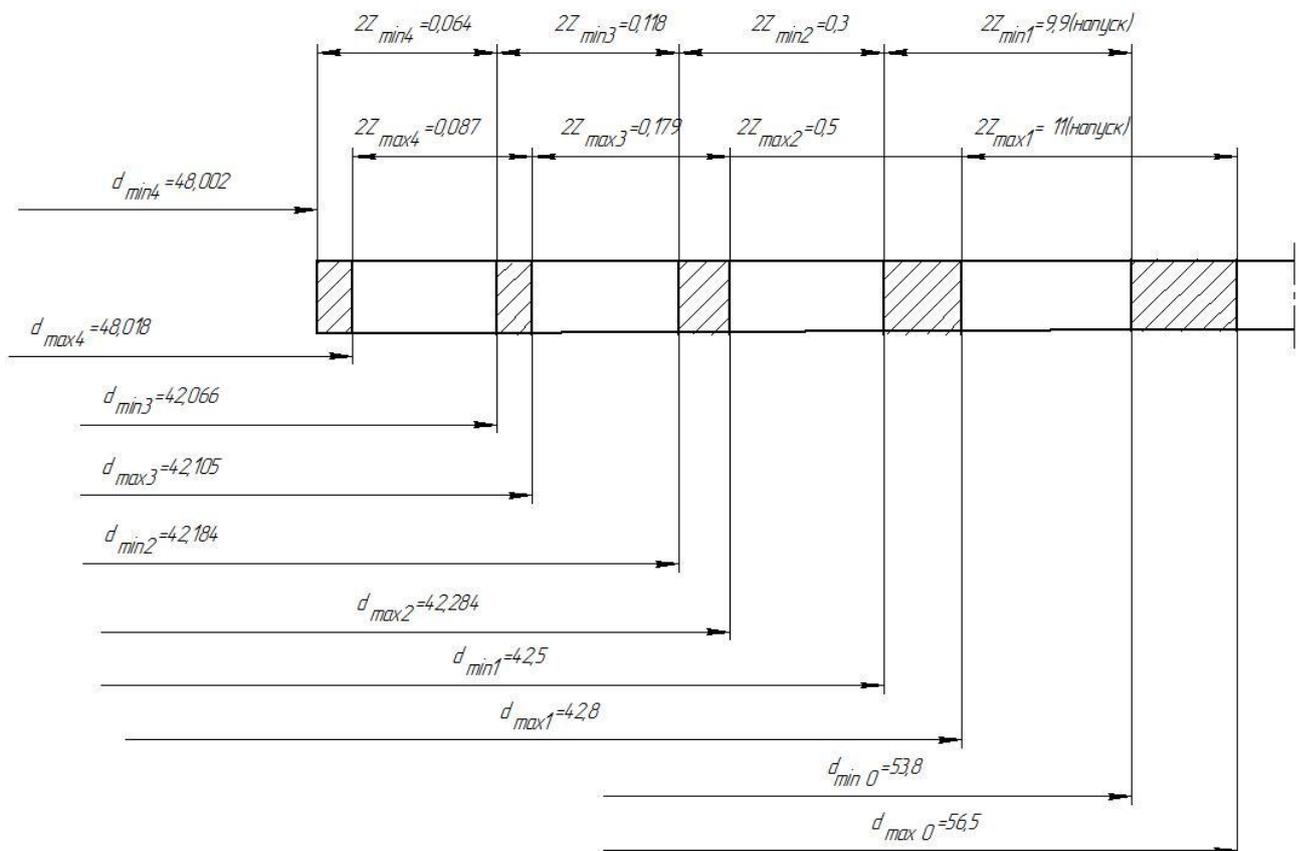


Рисунок 2.1 - Обработка шейки вала

Таблица 2.1 - Расчет межоперационных припусков у пов. $\varnothing 42\text{к}6 \left(\begin{smallmatrix} 0,018 \\ 0,002 \end{smallmatrix} \right)$ вала

№, переходы	Тех. треб., мм	Параметры припуска, мкм			Расчетный припуск, мм		Расчетный размер, мм	
		H и Rz	$\Delta_{\text{откл.}}$	ϵ_y	$2 Z_{\text{min}}$	$2 Z_{\text{max}}$	d_{min}	d_{max}
Исходная заготовка (прокат)	1,6	400	250				53,8	56,5
расчет					9,9	11	43,9	45,5
Точение однократное	0,25	120	21	130	1,4	2,7	42,5	42,8
Точение получистовое	0,10	40	14	40	0,3	0,5	42,184	42,284
Точение чистовое	0,039	25	7	10	0,118	0,179	42,066	42,105
Шлифование чистовое	0,016	12	3,5	4	0,064	0,087	42,002	42,018

2.3.Разработка технологического маршрута и схем базирования

На отдельные поверхности переходы выбираются по типовым маршрутам с учетом допуска, шероховатости, материала и виды заготовки, а также технических требований расположения и формы (таблица 2.2) [8].

Таблица 2.2 - Переходы

Поверхность		Размер	Переходы (квалитет на переходе)	Точность	Шер.
№	тип	Габаритный размер		квалитет	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
1	П	665	Об _{чер} (12)	13	6,3
2	П	5	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	13	6,3
3	Ф	138	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	13	6,3
4	П	202	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	13	6,3
5	П	20	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)- Об _{тонк} (7)- ППД(6)	13	2,5
6	П	40	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	13	6,3
7	П	40	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	13	6,3
8	П	64	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	13	6,3
9	П	140	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	13	6,3
10	П	5	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	13	6,3
11	П	665	Об _{чер} (12)	13	6,3
12	Ц	38	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)- Об _{тонк} (7)- ППД(6)	6	0,63

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
13	Ц	40	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	12	2,5
14	Ц	54	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	12	6,3
15	Ц	42	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)- Об _{тонк} (7)- ППД(6)	6	0,63
16	Ц	40	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	12	2,5
17	Ц	42	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)- Об _{тонк} (7)- ППД(6)	6	0,63
18	Ц	40	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	11	2,5
19	Ц	38	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)- Об _{тонк} (7)- ППД(6)	6	0,63
20	Ф	2	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	12	6,3
21	Ц	36	Об _{чер} (12)- Об _{чист} (9)	12	6,3
22	Ф	8	Фрез _{конц} (8)	8	2,5
23	Ф	34	Фрез _{конц} (12)	12	3,2
24	Ф	40	Об _{чист} (9)	12	6,3
25	Ф	1,5	Об _{чист} (9)	12	6,3

Для изготовления маложесткого вала в данном технологическом процессе используется операция правки сразу после заготовительной операции [25]. За счет этого уменьшается количество токарных переходов, термообработок для стабилизации размеров и уменьшения остаточных напряжений (таблица 2.3).

Таблица 2.3 -Технологический маршрут изготовления вала

№ операции	Название операции	Переходы	№ обрабатываемых поверхностей	IT - квалитет	Ra мкм
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	Прокат	1, 11, 14	15	20
005	Правка изгибом	Правка	11		
010	Виброобработка	-	-		
015	Токарная	Установ А-обтачивание (черновое)	1, 2, 3, 4, 12, 13	13	12,5
		Установ Б-обтачивание (черновое)	5, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19	13	12,5
020	Термообработка (отжиг)	-	-		
025	Токарная	Установ А-обтачивание (чистовое)	1, 2, 3, 4, 12, 13	9	3,2
		Установ Б-обтачивание (чистовое)	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	9	3,2
		Фрезерование паза	19, 23	9	2,5
		Установ В обтачивание (тонкое)	3, 12	7	1,25

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
		Установ Г обтачивание (тонкое)	5, 15, 17, 9, 19	7	1,25
030	Термообработка (отжиг)	-	-		
035	Токарная	Установ А- обтачивание (чистовое)	5, 15, 17	6	0,63
		Установ Б- обтачивание (чистовое)	9, 19	6	0,63
040	Моечная				
045	Контрольная				

План изготовления вала представлен на листе. Он содержит информацию о последовательности операций и переходов, обрабатываемых поверхностях, операционных размерах (проставка и допуски), а также шероховатость обработанных поверхностей [18].

2.4. Выбор средств технологического оснащения

Для токарной обработки используем токарно-фрезерный центр Victor Vturn-X200 с максимальной длиной заготовки 1130 мм и наибольшим диаметром над станиной 540 мм. Габариты 5500x3400, мощность 15 кВт. Данный станок имеет суппорт с приводным инструментом и магазин инструментов на 40 единиц. Вместо нижнего револьверного суппорта устанавливаются люнеты. Частота вращения до 4200 об/мин, бесступенчатая регулировка [15, 16, 21].

Для круглошлифовальной операции используется круглошлифовальный станок 3Т153Е.

Для токарной операции используются приспособления:

патрон самоцентрирующий трехкулачковый со сборными кулачками 7102-0060 ГОСТ 24351-80;

люнет самоцентрирующий .

Для круглошлифовальной операции: Хомутик 7107-0031 ГОСТ 2578-70; Центр 7032-0016 ГОСТ 13214-79; Патрон 7108-0023 ГОСТ 2571-71.

На токарной операции используются резцы контурные с пластинами из твердого сплава Т5К10, Т15К6 РТТNR 3232Р27 ТУ 2-035-892-82 и РТТNL 3232Р27 ТУ 2-035-892-82;

Резец канавочный 035-2128-0562 Т14К8 ОСТ 2И10-8-84.

Для обработки шпоночного паза: фреза концевая 2223-1102 Фреза Ø8, z=3 Р8МЗК6С ГОСТ 23247-78.

На круглошлифовальной операции: круг 3 450х63х203 24АF40N5 V 35м/с А 2. ГОСТ 2424-83

Средства контроля: штангенциркуль ШЦ–I 150 ГОСТ160-80; микрометр МК–100 ГОСТ6507-78 [21].

2.5. Проектирование технологических операций

Технологическая операция для проектирования – 025 токарная чистовая. Она организована на основе принципа концентрации, т.е. операция включает в себя максимальное число технологических переходов. Это сократит число технологических операций в целом.

Операция токарная черновая состоит из 4-х установов. На установе А обрабатывается вал получистовое обтачивание с одной стороны, на установе Б – с другой стороны то же самое и фрезерование пазов. На установах В и Г повторяется обработка с двух сторон вала, только уже чистовое обтачивание.

Фрезерная операция состоит из двух переходов, на которых обрабатываются 2 паза по 8 мм.

Расчет проведем для одного перехода – точения полустого. Первое - глубина резания на первом переходе: $t=0,2$ мм [2].

Далее выбирается подача суппортной группы: продольная подача выбранного резца $S = 0,13$ мм/об

Скорость резания(м/мин) при черновом обтачивании резцом из твердого сплава вычисляется по известной формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \quad (2.1)$$

где K_v - для условий обработки поправочный коэффициент. Он является функцией трех параметров

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.2)$$

где K_{mv} - коэффициент для учета физико-механических параметров обрабатываемого материала;

K_{nv} - коэффициент, который отражает влияние на скорость состояние, вид поверхности обрабатываемой заготовки;

K_{iv} - коэффициент - влияния инструментального материала на скоростную зависимость:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{mv} = 0,7 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,8; \quad K_{nv} = 1 \quad K_{iv} = 1,0;$$

$$K_v = 0,8.$$

T – стойкость резца, $T = 60$ мин.

C_v, x, y, m - коэффициент и показатели

$$v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,13^{0,2}} \cdot 0,8 = 271 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя в минуту определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин.} \quad (2.3)$$

где D – диаметр поверхности, $D = 54$ мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 271}{3,14 \cdot 54} = 2056, \text{ об/мин.}$$

Минутная подача будет результатом произведения:

$$S_{\text{мин}} = S \cdot \Pi_{\phi} \quad (2.4)$$

$$S_{\text{мин}} = 0,13 \cdot 2056 = 267 \text{ мм/мин.}$$

Сила резания в теории резания принято для расчетов раскладывать на три составляющих силы. Их направление выбирают по координатным осям станка. Принято три, соответственно, составляющих: тангенциальная - P_z , радиальная - P_y , осевая - P_x . Для проверки достаточно рассчитать тангенциальную силу по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (2.5)$$

где K_p – силовой поправочный коэффициент. Он будет учитывать фактические параметры резания.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi} \cdot K_{yp} \cdot K_{rp}, \quad (2.6)$$

где $K_{mp} = 1,084$; $K_{\phi} = 0,95$; $K_{yp} = 1,25$; $K_{rp} = 1,0$.

$$K_p = 1,084 \cdot 0,95 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 1,1.$$

$$C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,2^{1,0} \cdot 0,13^{0,75} \cdot 271^0 \cdot 1,084 = 76 \text{ Н}.$$

Тогда фактическая мощность при точении рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (2.7)$$

$$N = \frac{76 \cdot 271}{1020 \cdot 60} = 0,3 \text{ кВт}.$$

Сравниваем мощность резания с паспортной мощностью станка Victor Vturn-X200 (15 кВт). Делаем вывод: необходимое условие выполняется. На выбранном станке при выбранных параметрах режима резания переход точения осуществим. Сводятся все данные в таблицу 2.4 по рассчитанным на операцию 025 режимам резания.

Таблица 2.4 -Режим резания на токарную 025 операцию - токарная

Переходы на операции	Глубина резания t, мм	Подача на оборот S _о , мм/об	Обороты n _ш , об/мин	Скорость резания V _р , м/мин	Подача минутная S _{мин} , мм/мин
Обтачивание получистовое	0,2	0,13	2056	271	267
Обтачивание чистовое	0,07	0,1	2537	335	254
Фрезерование пазов Н=8 мм	2	0,1 (S _z =0,05)	1524	38	152

Таблица 2.5 -Силовые составляющие для токарной 025 операции

Переходы на операции	Сила резания P_z , Н	Сила резания P_y , Н	Сила резания P_x , Н	Мощность N_p , кВт	Стойкость инструмента $T_{и}$, мин
Обтачивание получистовое	76	30	53	0,3	60
Обтачивание чистовое	22	8	15	0,1	60
Фрезерование пазов $H=8$ мм	342	-	-	0,2	60

Расчет норм времени выполняется по методике [19]. Для мелкосерийного производства определяется $T_{ш-к}$: - это нормированное значение штучно-калькуляционного времени:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (2.8)$$

где $T_{п-з}$ – дополнительное для партии запуска время, мин.

$T_{шт}$ – штучное время цикла обработки одной детали на данном оборудовании;

n – количество деталей в настроенной партии (13 дет.).

Штучное время цикла обработки будет определяться по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_с + T_{об} + T_{от}, \quad (2.9)$$

где T_o - основное время непосредственной обработки, мин;

$T_с$ - вспомогательные технологические переходы, мин;

$T_{об}$ - время на обслуживание рабочего места (организационное и техническое), мин;

T_{om} - время перерывов на отдых или личные потребности, мин.

$$T_{\epsilon} = T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{yn} + T_{из}; \quad (2.10)$$

Основное время на точение:

$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i; \quad (2.11)$$

где L – длина рабочего хода перемещения рабочего органа с инструментом;

n – частота оборотов заготовительного шпинделя, об/мин;

S_o – подача на один оборот шпинделя, мм/об;

i – при многопроходной обработки количество проходов у инструмента.

Оперативное время равно сумме двух составляющих $T_{оп} = T_o + T_{в.}$
Суммарное время для обслуживания (технически-организационного) рабочего места и для отдыха персонала для серийного производства $T_{об.от} = T_{оп} \cdot \Pi_{от} / 100$.

$$\Pi_{об.от} = 6,5\% .$$

$$T_{om} = T_o \cdot \Pi_{om} / 100.$$

где Π_{om} - временные затраты на эту сумму (в %-ном отношении) по отношению к оперативному времени. Результаты сведены в таблицу 2.6.

На все операции технологии изготовления вала технико-экономическая информация сведена в приложение.

Таблица 2.6 - Определение штучного времени на токарной 025 операции

Переходы на операции	Основное время T_o , мин	Вспомогательное время T_v , мин	Время обслуживания $T_{обсл}$, мин	Время отдыха $T_{отд}$, мин
Обтачивание получистовое	1,4	$(0,05+0,05+0,1 \cdot 6 + 0,04+0,25) \cdot 1,85=1,83$	$4,9 \cdot 0,06=0,3$	$4,9 \cdot 0,04=0,2$
Обтачивание чистовое	2,1			
Фрезерование пазов $H=8$ мм	1,4			

Окончательно время расчетное на 025 токарную чистовую операцию будет равно:

$$T_{ум} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 4,9+1,83+0,3+0,2=7,23 \text{ мин.}$$

$$T_{n-3} = 18 \text{ мин.}$$

$$T_{ш-к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{ум} = 5,1+18/24=5,85 \text{ мин.}$$

В разделе выполнены все минимально необходимые расчеты по проектированию технологического процесса изготовления вала.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1 Проектирование системы правки

Для повышения эффективности обработки валов предлагается система для холодной правки осесимметричных длинномерных деталей типа «вал».

Задача, которая решается с использованием данной системы следующая: повышение качества изготовления валов.

Это достигается за счет, во-первых - повышения точности путем обеспечения прямолинейности оси вала. Также повышается стабильность размеров и формы таких деталей из-за ликвидации направленности осевых остаточных напряжений и выравнивания структуры материала по длине вала.

Также можно снизить рабочие усилия деформирования путем выбора рациональной схемы нагружения заготовки с ее нагревом.

Схема предлагаемой установки показана на рисунках 3.1 -3.4.

Устройство для термосиловой правки изгибом вала 1 имеет две крайние опоры 2 и одну центральную 3, которая устанавливается на равном расстоянии между крайними опорами 2. Во всех опорах заготовка 1 опирается на подшипниковые узлы 4. Опоры устанавливаются в Т-образный направляющий паз 5 в плите 6. На торцах плиты 6 установлены крышки 7, на которые крепятся приводы продольного перемещения 8 с опорами 9. Приводы продольного перемещения 8 связаны механизмом продольного перемещения с крайними опорами 2, например в виде ходовых валов 10, которые проходят через опоры 9. Два привода продольного перемещения 8 установлены симметрично относительно центральной продольной плоскости установки. Каждый ходовой вал 10 через резьбу 11 связан с одной из крайних опор 2, через другие опоры 2 и 3 ходовой вал 10 проходит свободно через отверстия 12. По краям заготовка 1 зажимается в захваты приводов вращения 13 заготовки 1. Подшипниковый узел 4 устанавливается в кольцо упорное 14, которое перемещается по сквозному

пазу 15. На заготовке по краям крепятся токосъемники 16 в виде скользящих захватов, подключенные к источнику питания 17. На отверстии подшипникового узла 4 центральной опоры 3 устанавливается диэлектрическая втулка 18 со сферической опорной поверхностью. Кольцо упорное 14 через шток 19 связано с приводом поперечного смещения упорного кольца 14, например, в виде гидроцилиндра 20, который закреплен на боковой поверхности опор 2 и 3. Центральная опора 3 связана с механизмом продольного перемещения - ходовым валом 10, который подсоединен к приводу продольных перемещений 21, установленным на плите 6, при помощи резьбы в выступе 22.

Устройство для термосиловой правки изгибом работает следующим образом. У заготовки 1 определяется место максимального прогиба. Она протягивается через подшипниковые узлы 4 с зазором во всех опорах. Крайние опоры 2 разводятся на величину длины прогиба. В середине прогиба устанавливается центральная опора 3. Перемещения опор проводятся при помощи приводов продольного перемещения 8, 21 и ходовых валов 10. Устанавливаются токосъемники 16, подключенные к источнику питания 17. Включается источник питания 17 и через токосъемники 16 проводится нагрев области заготовки 1 внутри между ними. Захваты приводов вращения 13 включаются и вращают заготовку 1. Один из приводов вращения 13 может включаться в режим самоторможения, создавая в заготовке 1 касательные напряжения. Затем включаются гидроцилиндры 20 и через шток 19, упорное кольцо 14 и подшипниковые узлы 4 проводится воздействие на заготовку 1 поперечными силами. Направление движения опор 2 и 3 по отношению к заготовке 1 противоположные. Смещают упорные кольца 14 на величину, определяемую исходным прогибом заготовки 1 с учетом эффекта пружинения. Вращая заготовку с заданным изгибом, создают в поперечном сечении пластически деформированную зону заданной толщины равномерной по периметру заготовки. Затем, постепенно разводя крайние опоры 2, одновременно гидроцилиндрами 20 выводят их упорными кольцами 14 с подшипниковым узлом 4 на одну ось с центральной опорой 3.

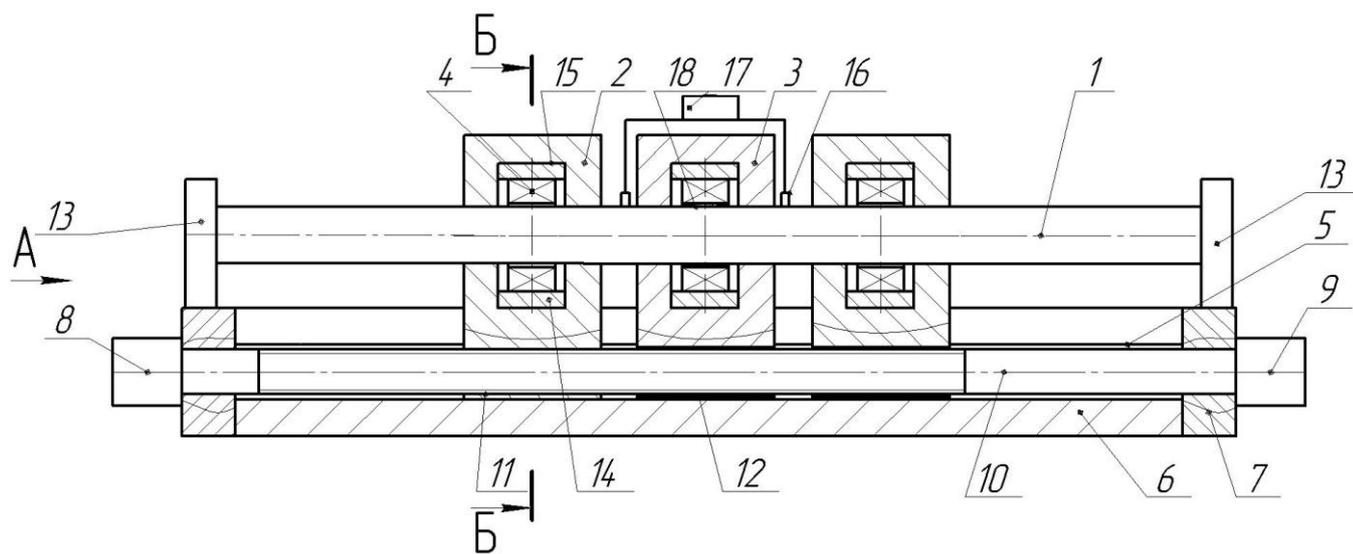


Рисунок 3.1 - Общий вид установки

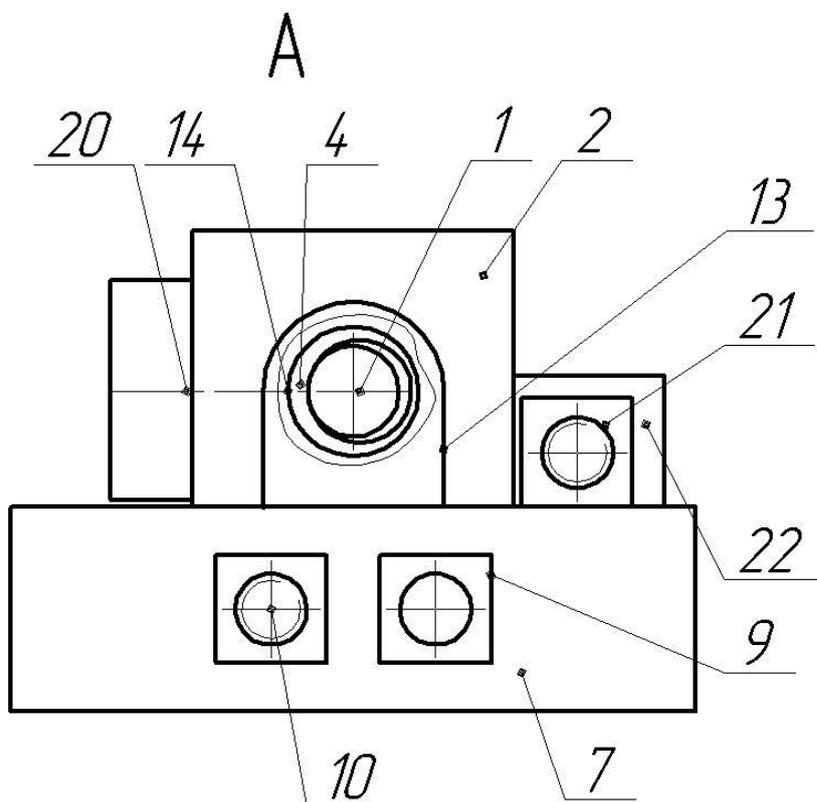


Рисунок 3.2 - Вид А на рисунке 3.1.

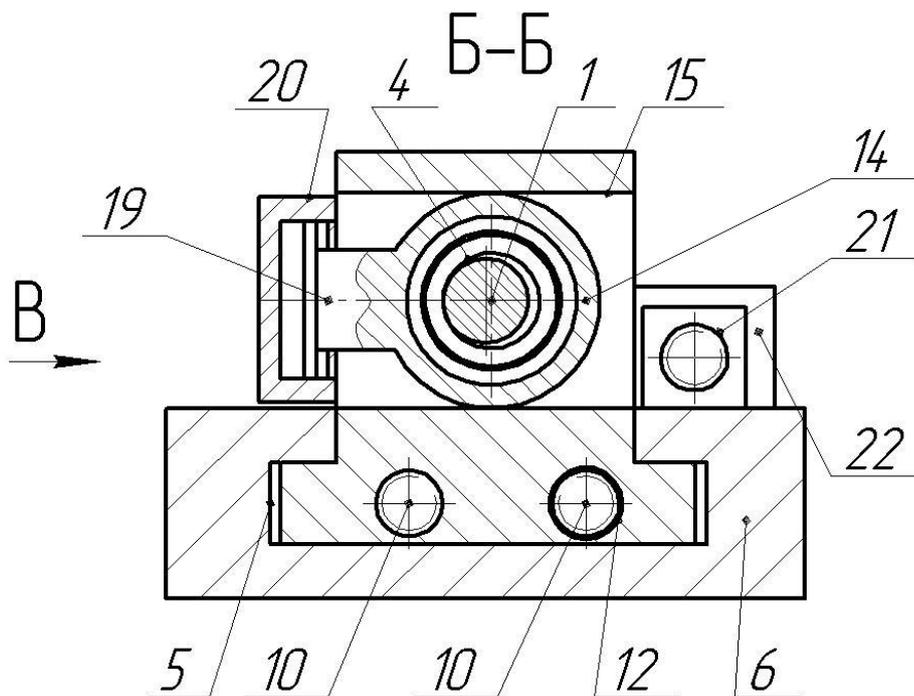


Рисунок 3.3 - Разрез Б-Б на рисунке 3.1

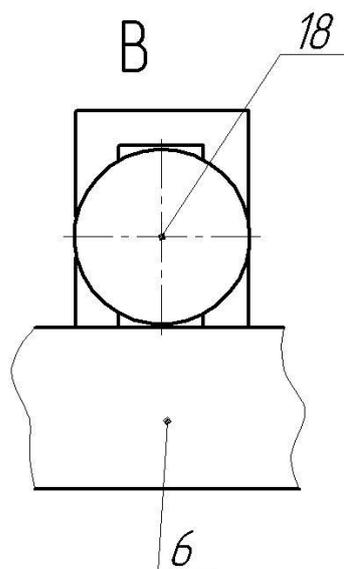


Рисунок 3.4 - Вид В на рисунке 3.1

3.2. Расчет усилия правки

Для снижения остаточных напряжений, которые существуют внутри вала при отсутствии каких-либо внешних воздействий (силовых и температурных) используют методы термообработки, виброобработки и их модификации. Данные напряжения в валах малой жесткости приводят при их релаксации

(самопроизвольном снижении с течением времени) короблению валов и потере точности.

Образуются остаточные напряжения на всех стадиях технологического процесса изготовления вала. Влияют и температурные и силовые воздействия.

Задача использования устройства – обеспечить прямолинейность вала после правки с минимальными остаточными напряжениями и самое главное, минимальной разницей этих напряжений в поперечных сечениях.

Принцип обработки показан на рисунке 3.5 [10]. На этой кривой показаны участки упругой деформации, до точки $\sigma_{0,2}$. Далее идет участок пластической деформации, т.е. после снятия нагрузки вал будет иметь остаточную деформацию. При этом первоначальное распределение напряжений меняется. Задача при правке – выйти за предел текучести и проработать конкретное сечение с максимальным прогибом при вращении вала с постепенным его выпрямлением.

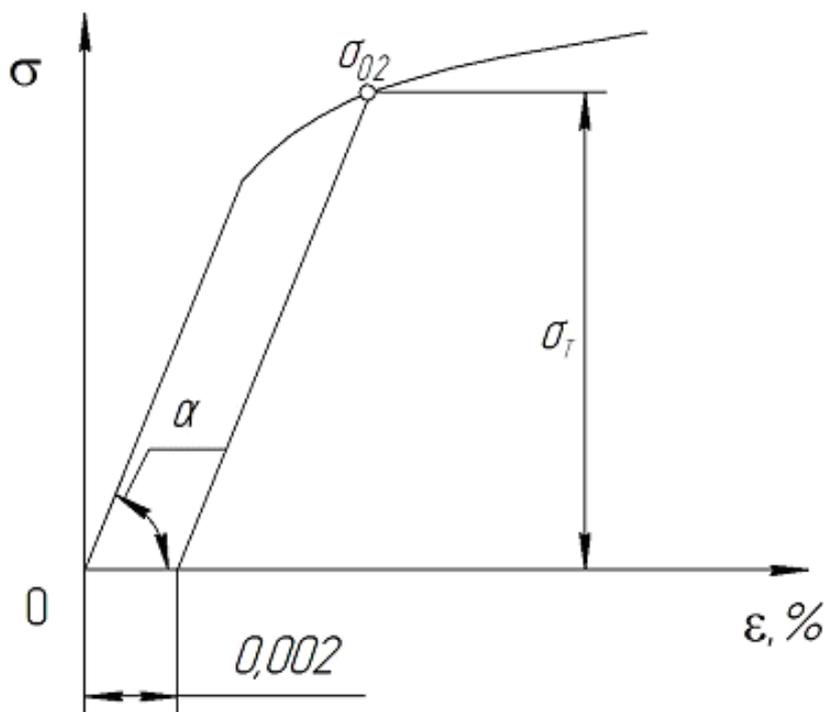


Рисунок 3.5 - Кривая деформирования для конструкционных материалов

Поскольку материал 40ХГНМ для расчетов используем упрощенную кривую деформирования, показанную на рисунке 3.6.

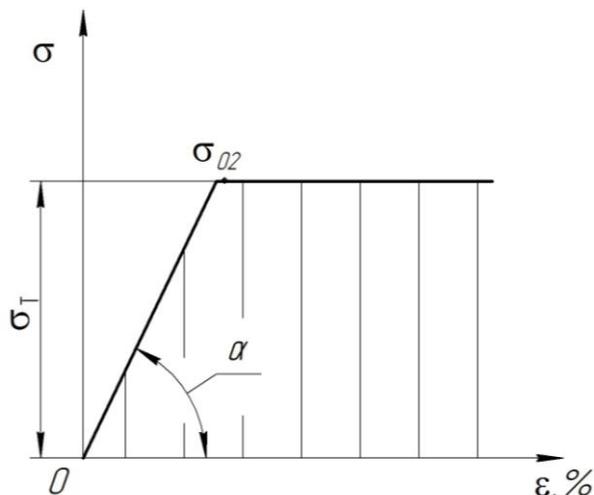


Рисунок 3.6 - Упрощенная кривая деформирования без упрочнения

Эта кривая как раз используется для расчета малых пластических деформаций у материалов с площадкой текучести.

Для выхода за предел текучести у вала необходимо задать определенное усилие. Величина усилия зависит от материала вала (40ХНМ), размеров вала (длина 670 мм диаметр 54 мм). Зависит оно и от пролета между опорами с учетом приложения воздействия. Для установки это расстояние регулируемое. Схема нагружения показана на рисунке 3.7.

Пролет принимается от минимума: равному трем диаметрам (от 160 мм). Свойства материала приведены в таблице 1.1 (раздел 1).

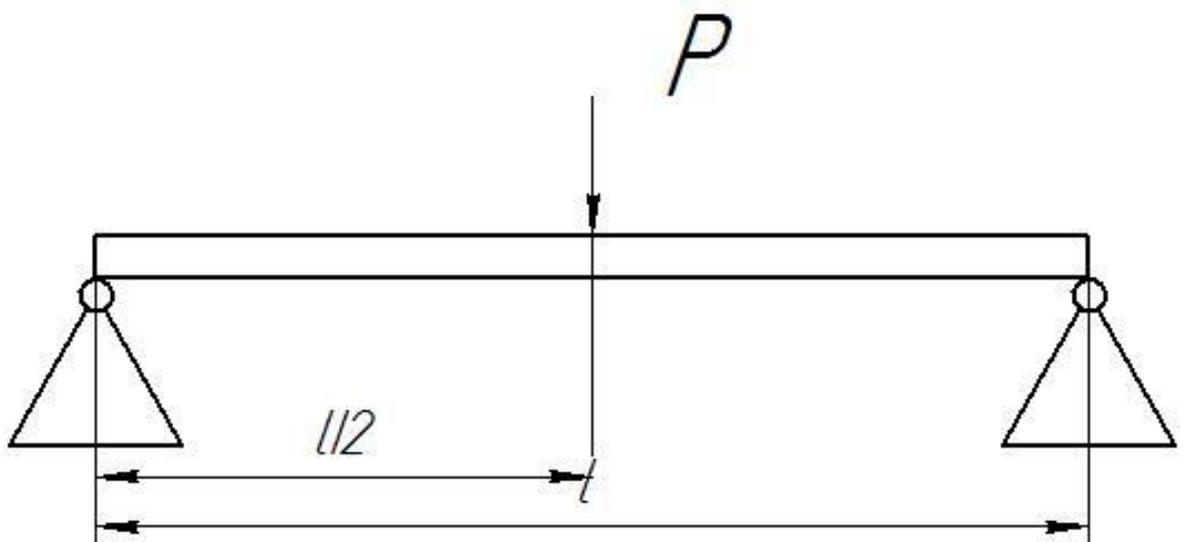


Рисунок 3.7 - Схема для расчета усилия правки

При поперечном изгибе вала максимальные напряжения в сечении σ_{max} , будут рассчитываться по данной формуле [28]

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x}, \quad (3.1)$$

Где: M_{max} - максимальный изгибающий момент, Н·м;

W_x - момент сопротивления сечения, м³:

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32} \quad (3.2)$$

где: d – диаметр цилиндрического вала - образца, м.

График для расчетной зависимости рабочего поперечного усилия для правки изгибом заготовки вала P от величины расстояния пролета l показан на рисунке 3.8.

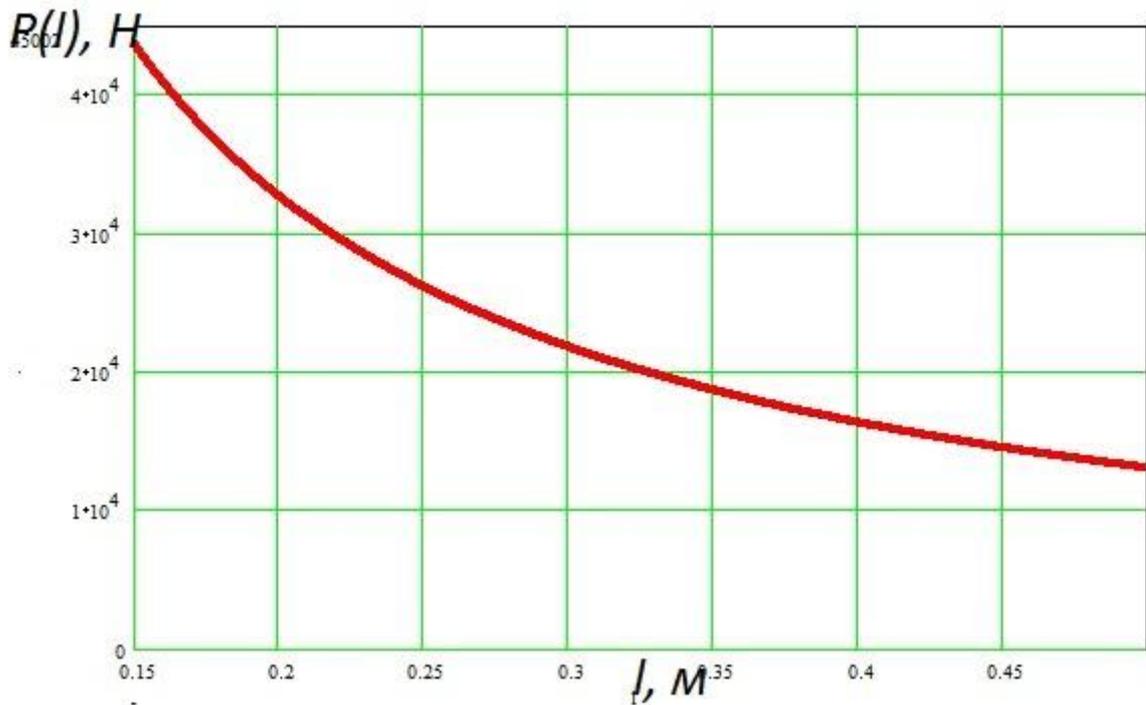


Рисунок 3.8 - График зависимости силы правки вала от расстояния между опорами

Из графика видно, что максимальное усилие правки составляет 45000 Н.

Для создания исходного усилия F используем силовой привод, установленный на торец стойки. Он неподвижен, жестко зафиксирован на корпусе опоры. Попробуем применить гидравлический привод. Это связано с его компактностью при больших усилиях, создаваемых им.

Определим диаметр поршня цилиндра [14]:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{F}{P}}, \quad (3.3)$$

где: P – давление масла в гидросистеме, 7,5 МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{45000}{7,5}} = 82 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр поршня гидроцилиндра $D=80$ мм.

3.3. Расчет и проектирование инструмента

Для обработки вала используется инструмент для комбинированной обработки – совместного точения и накатывания [12,13]. При этом накатывание используется для повышения технологичности обрабатываемого материала. Снижается сила резания, шероховатость обработанной поверхности.

В державке 1 винтом 14 закрепляется резец вставка 2. он может быть любой формы. За резцом устанавливается деформирующий шарик 3, который свободно вращается на шарикоподшипнике 12, установленном на оси 15 во вставке 4. Подшипник подпружинивается тарельчатой пружиной 10. величина натяга устанавливается винтом 7, который фиксируется гайкой 9. равномерное подпружинивание во время резания резцом 2 обеспечивает равномерность силы резания и гасит вибрации, возникающие в зоне резания. Для совместного использования с таким резцом используется подвижный самоцентрирующий люнет, расположенный на суппорте станка. Данная схема обработки приведена на листе наладок.

3.4. Расчет и проектирование контрольной системы

После обработки вал необходимо контролировать на отклонение от прямолинейности [21,25]. Для этого контроля разработано приспособление в виде двух оптических линеек (марка - ИС-36М) 1, которые закрепляются на вертикальной стойке 5 на фланцах 10. Вал закрепляется между линейками 1 в трехкулачковом патроне 3. Измерительный наконечник оптической линейки при контроле касается вала. Измерительный щуп перемещается вертикально за счет каретки 2, которая закреплена на канатных шнурах 4 натянутых на шкивы 6. Шкивы 6 закреплены на кронштейне 5 и основании 17 в уголках 7 на оси 9. Каретка 2 движется по двум направляющим 21, которые расположены с допуском на параллельность 0,004мм. Они закрепляются в стойке 5 и плите 17.

Пределы допускаемой погрешности прибора $(0,001+0,01h)$, где h – измеряемое отклонение в мм (0,02).

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Заготовительная	Правка	Штамповщик	Установка	Графитовая смазка, металл
2	Токарная	Точение (черновое, чистовое, тонкое)	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-фрезерный центр Victor Vturn-X200	Металл, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Заготовительная	Факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте	Установка, заготовка
2	Токарная		Токарно-фрезерный центр Victor Vturn-X200

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	Факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Перчатки
2	Движущиеся машины и механизмы	Указание опасной зоны - ограждение	Очки защитные
3	Подвижные части производственного оборудования	Указание опасной зоны - ограждение	Очки защитные
4	Высокий шум на рабочем месте	Акустическая обработка участка	Наушники

4.4. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Прессовое производство и механический цех	Установка для правки и токарно-фрезерный центр Victor Vturn-X200	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (закрывание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматики для пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители ОВП(Н,С)-100(з), ящики с песком,	Передвижные воздушнопенные огнетушители	Водяная система для пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией	Напорные пожарные рукава и рукавные разветвления	Веревки пожарные карабины пожарные противого	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Правка Токарная	Организация обучения работников мерам по пожарной безопасности; Реализация требований пожарной безопасности.	Вытяжная противодымная вентиляция должна обеспечивать удаление продуктов горения при пожаре непосредственно из помещения пожара и путей для эвакуации.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производственного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Правка/точение	Установка Токарный станок	Пыль	СОЖ	Стружка и ве-тошь

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Правка/токарная
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Рукавный фильтр для пыли РЦИЭ-НЗ
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Для очистки воды – фильтр механический
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Переплавка лома

4.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления вала. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ 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.

В предыдущих разделах подробно описывалось разработка технологии горячей правки валов изгибом, которая предполагает, разработка специальной установки для выполнения операции. Чтобы иметь четкое представление об обоснованности применения стапеля необходимо провести экономическое сравнение рассматриваемых вариантов.

Для этого представим краткое описание существующего и предлагаемого процесса в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткое описание технологических процессов изготовления инструментального шпинделя фрезерной головки по вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция – Токарная обдирочная $T_o=9,3$ мин $T_{шт-к}=12,4$ мин	Операция правки-установка :для правки $T_o=2,5$ мин $T_{шт-к}=3,5$ мин

В дополнение описанных изменений, для обоснования эффективности необходима информация о программе выпуска, которая составляет 1000 штук.

Используя исходные данные и методику расчета капитальных вложений [11], определим величину инвестиций в проектируемый вариант. Величина необходимых для осуществления предлагаемых внедрений составит 190493,85 руб. Указанная сумма необходима для внедрения описанного процесса изготовления соответствующей установки, а также для проектирования нового процесса, кроме того

Используя методику определения себестоимости и калькуляции себестоимости [11] получим значения полной себестоимости изделия до и после внедрения изменений, которые составили 167,61 руб. и 47,05 руб., соответственно.

Для большей наглядности продемонстрируем изменения по структуре полной себестоимости в виде диаграммы, описывающей расходы по статьям для рассматриваемых вариантов (рисунок 5.1).

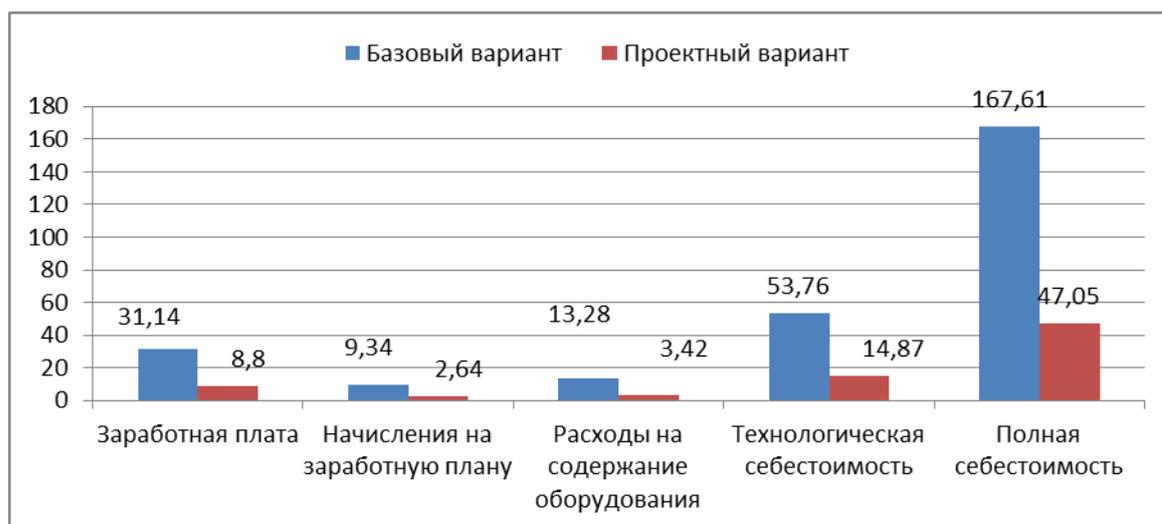


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости и величина полной себестоимости, руб.

Как видно из диаграммы, все величины, входящие в технологическую и полную себестоимости имеют тенденцию к уменьшению при сравнении базового варианта и проектируемого. Такое изменение позволяет сделать предварительное заключение об эффективности предложений.

Для окончательного получения ответа на вопрос об эффективности проекта, необходимо воспользоваться методикой расчета показателей экономической эффективности [11]. В основу этой методики положены полученные значения полной себестоимости, представленные в рис. 5.1.

Согласно перечисленным параметрам можно рассчитать целый ряд показателей, которые позволят сделать окончательный вывод о эффективности, представленных в работе, мероприятий. Все значения, которые получены в результате проведенного расчета, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты расчетов показателей эффективности

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Вариант 1	Вариант 2
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}, \text{руб.}$	96448	
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}, \text{лет}$	3	
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ.диск}}, \text{руб.}$	220287,2	
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = \text{ЧДД}, \text{руб.}$	29793,4	
5	Индекс доходности	$ИД, \text{руб.} / \text{руб.}$	1,16	

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2., можно сделать заключение о том, что разработка технологии горячей правки валов изгибом является эффективной. Об этом свидетельствуют значения, полученные расчетным путем.

Во-первых, величина интегрального экономического эффекта, равная 29793,4 руб., является положительной, что говорит об эффективности изменений, т.к. это обязательное условие при определении обоснованности внедрения мероприятия.

Во-вторых, инвестиции в процесс окупятся в течение 3-х лет. Для капиталовложений в машиностроительное производство такой срок является несущественным, т.е. весьма коротким.

И наконец, в-третьих, индекс доходности составляет 1,16 руб./руб., и находится в соответствующем интервале эффективных значений от 1,12 до 1,25. Это позволяет говорить о том, что каждый вложенный рубль в этот процесс замены принесет предприятию не только возврат вложенных средств, но и дополнительную прибыль. Все вышеперечисленные значения дают нам право сделать окончательное заключение об эффективности предложенных изменений, они эффективны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе был разработан технологический процесс изготовления вала. Для повышения эффективности обработки маложесткого вала и повышения стабильности его форм и размеров спроектирована установка для правки изгибом. Для снижения рабочих усилий при проведении правки используется метод нагрева в прорабатываемом сечении.

Были проведены расчеты, связанные с определением поперечных рабочих нагрузок, необходимых для конкретного вала, для создания пластических деформаций при учете температурных воздействий. Данный момент реализуется описанной системой электроконтактного воздействия.

Спроектированная операция используется при разработке техпроцесса изготовления вала сразу после заготовительной операции для обеспечения заданных входных требований по прямолинейности и неравномерности остаточных технологических напряжений.

Проанализированы опасные и вредные производственные факторы на механическом участке и предложены мероприятия по их устранению. Проведено экономическое обоснование технических решений по совершенствованию технологических операций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочник / В.Е. Антонюк. – МН: Беларусь, 1991, 400 с.
2. Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
3. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.
4. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
5. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
6. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
7. Инструментальные материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. – Санкт - Петербург : Политехника, 2016. - 267 с.
8. Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств : учеб.для вузов / А. Р. Маслов. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2006. - 335 с.
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.
10. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 224 с.
11. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин: учебно - методическое пособие/Д. А. Расторгуев; ТГУ; кафедра "ОиТМП".- ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2013. - 51 с.

12. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций: электронное учебно - методическое пособие /Д. А. Расторгуев; ТГУ; ; кафедра "ОиТМП".- Тольятти: ТГУ, 2015. -140 с.
13. Расчет и проектирование приспособлений/ Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 320 с.
14. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.
15. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с
16. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие/М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск: Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
17. Технология машиностроения: учеб. пособие/И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
18. Машиностроение: энциклопедия. В 40 т. Т. III-2 Технологии заготовительных производств/К. В. Фролов [и др.] – Москва: Машиностроение, 1996. - 734 с.
19. Тайц, В. Г. Технология машиностроения и производство подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин/В. Г. Тайц - М:Академия, 2007. - 365 с.
20. Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ/С.Н. Григорьев [и др.]. - М.:Машиностроение, 2006. - 544 с.
21. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения/А. Д. Никифоров. - Москва : Высш. шк., 2003. - 510 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

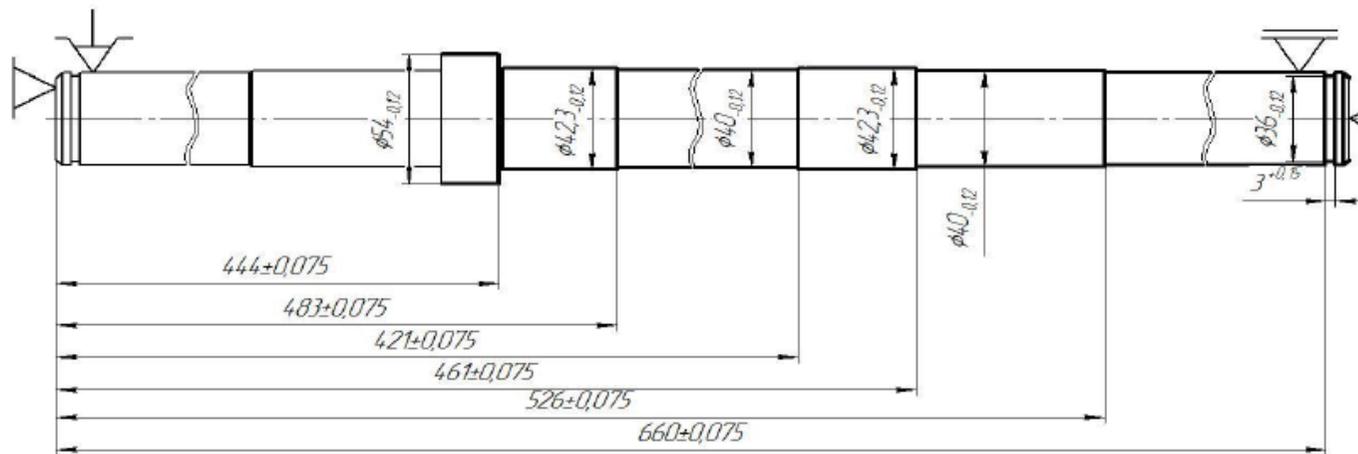
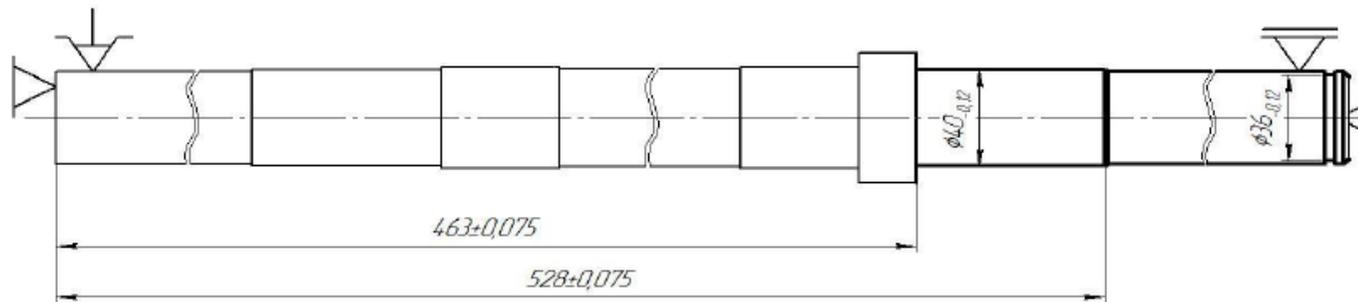
Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Стр.	№		
				<u>Документация</u>						
A1			17.БР.ОТМП.101.75.000.СБ.	Приспособление для контроля	1					
				<u>Сборочные единицы</u>						
		1	17.БР.ОТМП.101.75.100.	Оптическая линейка ИС-36М	2					
				<u>Детали</u>						
		2	17.БР.ОТМП.101.75.002.	Каретка	1					
		3	17.БР.ОТМП.101.75.003.	Патрон кулачковый	1					
		4	17.БР.ОТМП.101.75.004.	Штанга	2					
		5	17.БР.ОТМП.101.75.005.	Стойка	1					
		6	17.БР.ОТМП.101.75.006.	Шкив	4					
		7	17.БР.ОТМП.101.75.007.	Кронштейн	4					
		8	17.БР.ОТМП.101.75.008.	Шнур канатный	2					
		9	17.БР.ОТМП.101.75.009.	Вал	2					
		10	17.БР.ОТМП.101.75.010.	Фланец	2					
		11	17.БР.ОТМП.101.75.011.	Крюк	2					
		12	17.БР.ОТМП.101.75.012.	Плита	1					
		13	17.БР.ОТМП.101.75.013.	Ограничители	4					
			17.БР.ОТМП.101.75.000.СП.							
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
			Разраб.	Галуза Н.Н.				Лит.	Лист	Листов
			Пров.	Рассторцев Д.А.					1	2
			Исконтр.	Виткалов В.Г.				МСБЗ-1202		
			Утв.	Логинов Н.Ю.						
Копировал						Формат А4				

Дубл.			
Взам.			
Тюдл.			

3

Вал

030



КЭ

Карта эскизов

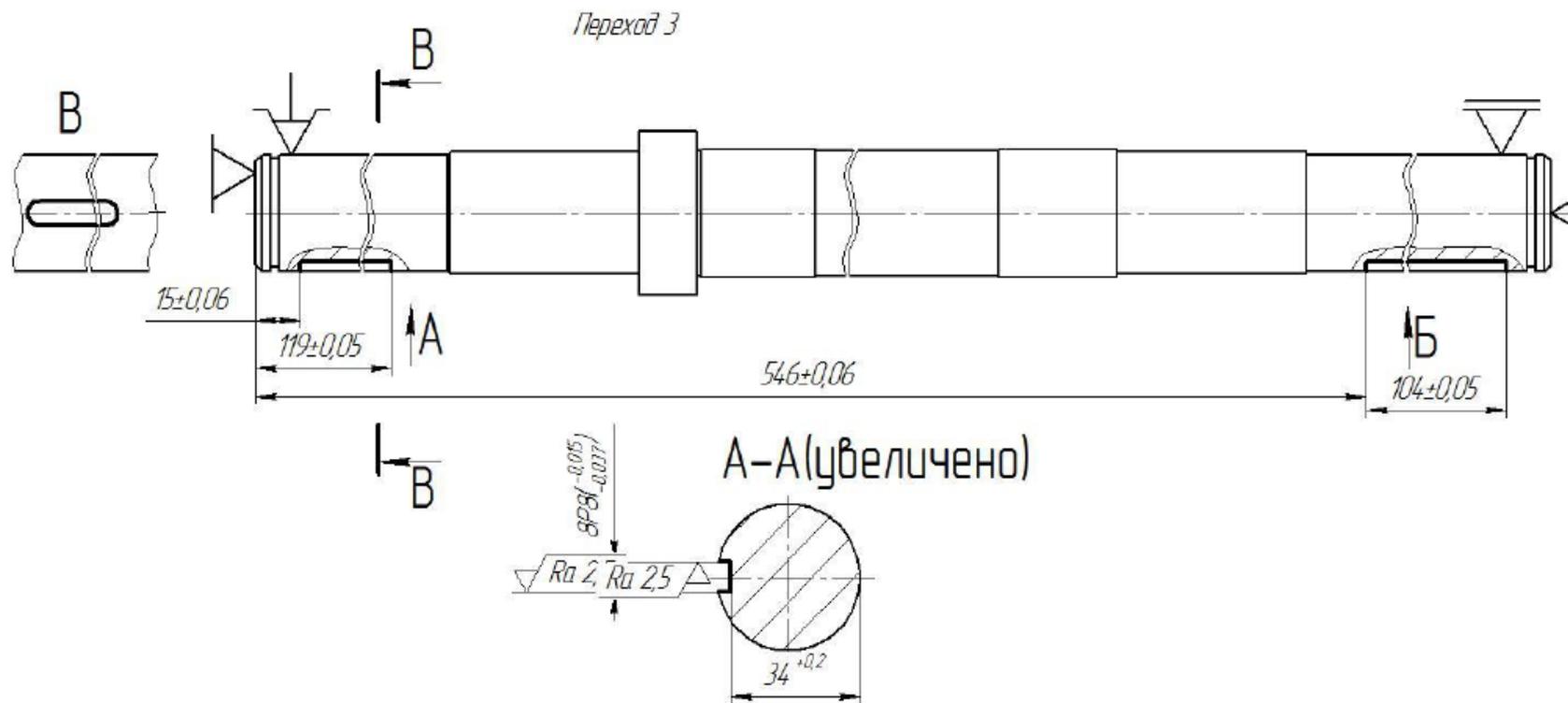
7

Дубл.			
Взам.			
Тюбл.			

4

Вал

030



КЭ

Карта эскизов

8