

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет

имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

Выполнил: Сансызбаев Ермек Кайратович

Изготовление ступенчатого вала с применением CAD/CAM с программой
выпуска 3000 штук

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071200 – Машиностроение

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой «Индустриальная инженерия»

Доктор PhD.

_____ Арымбеков Б.С.

« ____ » _____ 2020 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Изготовление ступенчатого вала с применением CAD/CAM с программой выпуска 3000 штук»

»

по специальности 5В71200 – Машиностроение

Выполнил

Сансызбаев Ермек Кайратович

Рецензент

Научный руководитель

Канд. техн. наук, профессор

Ф.И.О.

_____ Аскарров Е.С.

« ____ » _____ 2020 г.

« ____ » _____ 2020 г.

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой «Индустриальная
инженерия»

Доктор PhD.

_____ Арымбеков Б.С.

« ___ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся *Сансызбаеву Ермеку Кайратовичу*

Тема: *«Изготовление ступенчатого вала с применением CAD/CAM с программой выпуска 3000 штук»*

Утверждена приказом *Ректора Университета №762-б от «27» января 2020 г.*

Срок сдачи законченной работы « 20 » 04 _____ 2020 г.

Исходные данные к дипломной работе:

1. Размеры исходной детали
2. Тип стали обрабатываемой заготовки
3. Проектирование детали

Краткое содержание дипломной работы:

- а) общие сведения*
- б) Чертежи и расчеты*
- в) Конструирование 3D модели*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): *чертеж вала*

Рекомендуемая основная литература:

1. Горохов, В.А. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов. В 2-х т. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов: / В.А. Горохов. - Ст. Оскол: ТНТ, 2012. - 1072 с.
2. Филонов, И.П. Инновации в технологии машиностроения: Учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. - Минск: Вышэйшая школа, 2009. - 110 с.
3. Иванов, А. С. Проектирование по технологии машиностроение. Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - Москва: Машиностроение, 2014. - 276 с

ГРАФИК

Подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение Общие сведения о круглых фасонных протяжках	15.02.2020	
Проектирование и расчет круглой фасонной протяжки	28.03.2020	
Расчет на прочность круглой фасонной протяжки	20.04.2020	

Подписи

Консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект)
с указанием относящихся к ним разделов работы(проекта)

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч.степень,звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Аскарлов Е.С., профессор	14.04.2020	
Нормоконтролер	Аскарлов Е.С., профессор	17.04.2020	

Научный руководитель _____ Аскарлов Е.С.

Задание принял к исполнению обучающийся _____ Сансызбаев Е.К.

Дата « 28 » 01 _____ 2020г.

АНДАТУ

Бұл дипломдық жоба сатылы білік өндірісін, бөлшектерді өңдеуді және өнім шығаруды толықтай инициализациялауды қарастырады. Алынған мәліметтер негізінде өндіріс түрін және оның сериясын анықтау тапсырмасы жасалды. Сондай-ақ өндіріс технологиясы жасалды, өңдеу сызбалары жасалды, маршрут жасалды, машиналар мен өндірістік жабдықтар таңдалды, сонымен қатар нормалау жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрена полная инициализация изготовления ступенчатого вала, обработки детали и выпуска изделия. Исходя из полученных данных будет выполнено построение задачи определения типа производства и его серийность. Так же будет разработана технология производства, разработана схемы обработки, построен маршрут, выбраны станки и производственное оборудование, а также будет произведено нормирование.

ANNOTATION

This graduation project discusses the complete initialization of the manufacture of a stepped shaft, part processing and product release. Based on the data obtained, the task of determining the type of production and its seriality was constructed. The production technology was also developed, processing schemes were developed, a route was built, machines and production equipment were selected, and rationing was also carried out.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1. Общий раздел	9
1.1 Описание детали	9
1.2 Свойства детали и характеристика	9
1.3 Классификация поверхности детали	11
1.4 Анализ технологичности детали	12
1.5 Качественная оценка технологичности	13
2 Выбор метода получения заготовки и проектирования	14
2.1 Определение типа производства	14
2.2 Анализ заводских технологических процессов	14
2.3 Разработка маршрута обработки	20
2.4 Выбор технологических баз	21
2.5 Выбор вида и метод получения заготовки	22
2.6 Расчет припусков и установка операционных размеров припусков для них	23
2.7 Выбор приспособления и оборудования	25
2.8 Выбор режущих инструментов	28
2.9 Расчет режимов резки и норм времени	28
3 Конструкторский раздел	31
3.1 Описание, принцип работы и устройства приспособление	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	34

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является одной из важнейших основополагающих отраслей в Республике Казахстан. Именно машиностроение имеет влияние на любую составляющую отраслей экономики Республики, является показателем развития уровня промышленности, так как занимается производством необходимых товаров, изделий, обеспечивая развитие косвенных отраслей, влияющих на экономику страны. На данный момент машиностроение имеет высокий спрос в стране вследствие развития нефтяной промышленности и горнодобывающего сектора, а так же строительства и сельскохозяйственной отрасли. Начиная с 2000 года и по настоящее время общий объем производства в стране увеличился более чем в 24 раза. Вследствие реализации индустриальных программ, машиностроение имеет положительную динамику развития на сегодняшний момент. Если раньше в машиностроении производилось комплектующее оборудование, то сегодня машиностроение в Казахстане достигло высокого уровня, благодаря чему имеет возможность выпускать конечную, готовую продукцию как для страны, так и для экспорта. Учитывая большой приток инвестиции от транснациональных компании, в долгосрочной перспективе машиностроение будет играть большую роль в экономике страны в целом. Так же благодаря «Дорожной карте» развития машиностроения утверждены на реализацию пункты стратегического назначения на 2019-2024 годы. В первую очередь упор будет ставится на развитие конкурентоспособности отрасли, дополнительных мер привлечении инвестиции, увеличение экспортного потенциала, оказание государственной поддержки, модернизаций производственных мощностей.

На сегодняшний момент имеющиеся технологические процедуры производства и изготовления деталей требуют достаточной модернизации, оптимизации выпуска деталей. Вследствие этого различные ведущие институты и предприятия страны заинтересованы в развитии данного направления.

Так как на данный момент уже существует множество видов производства серийной продукции, следует на их основе создать модернизированную схему и методы производства. В целом особое развитие в машиностроении получило производство станков, оборудования машинного производства, валы.

Валы получили широкое распространение в машиностроении, космической технике (турбонасосный агрегат ЖРД). По своему виду валы имеют виды прямые, коленчатые, гибкие (эксцентрики)

1 Общий раздел

1.1 Описание детали

Исходное изделие – Вал, имеет одно из важных значений в конструкции двигателей и электрических двигателей и электромашин. Основное его предназначение передача крутящего момента, используется во многих отраслях космической, промышленной и другой промышленности.

Основные размеры детали Вал, пиковый диаметр 112 миллиметров, а длина составляет 832 миллиметров. Ввиду того, что пороги относительно ступеней достаточно небольшие, наиболее оптимальной, в плане подготовки заготовки будет использован и применен прокат с диаметром 112*850 мм.

Материал из которого будет изготовлена деталь Вал, будет сталь Ст5пс ГОСТ-380-71. Сталь этой марки была выбрана по причинам, соответствующим нагрузке на деталь вал, как физической так и температурной, так же обеспечивает необходимую прочность при максимальных допустимых нагрузках.

Главные производимые операции во время технологического процесса будут: фрезерно-центровочная, токарная с числовым программным управлением, вертикальная-фрезерная, шлифовочная.[1]

1.2 Свойства детали и характеристика.

Таблица 1 – Химический состав стали Ст5пс ГОСТ-380-71

Модель стали	C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	S, %	P, %	Cr, %	N,%
Ст5пс ГОСТ- 380-71	0,28- 0,38	0,05- 0,15	0,5-0,8	До 0,3	До 0,05	До 0,04	До 0,3	До 0,008

Содержание в стали не более 0,4% углерода позволяет при обработке изделия получить достаточно твердую поверхность, обеспечивающая хорошую плотность.

Таблица 2 – Механическое свойство стали Ст5пс ГОСТ-380-71

Марка стали	σ предел кратковременной	σ_T , МПа; Предел текучести, для толщины, мм;	σ_5 , %; относит. удл. при разрыве	Деформационный изгиб 180°
-------------	---------------------------------	---	--	------------------------------

	прочности, МПа;			для толщины, мм;		
		до 20	более 100	до 20	более 100	
не менее						
Ст5пс ГОСТ- 380-71	490-630	295	255	20-19	17	d=3a

Прием обработки резкой – в горячекатаном состоянии.

- сравнительное удлинение δ – 17%
- плотность: $\rho = 7,817 \text{ г/см}^3$
- теплопроводность (удельн.) – $650 \text{ Вт/ (м}^*\text{C}^0)$
- коэфф. линейчатой иррадиации: $\alpha = 11,651 * 10^6 \text{ 1/C}^0$

Исходя их вышеперечисленны свойств механических и физико-химических характеристик, данная сталь подходит по всем параметрам для изготовления заданной детали – Вал, исходя из прямого использования детали.

1.3 Классификация поверхности детали

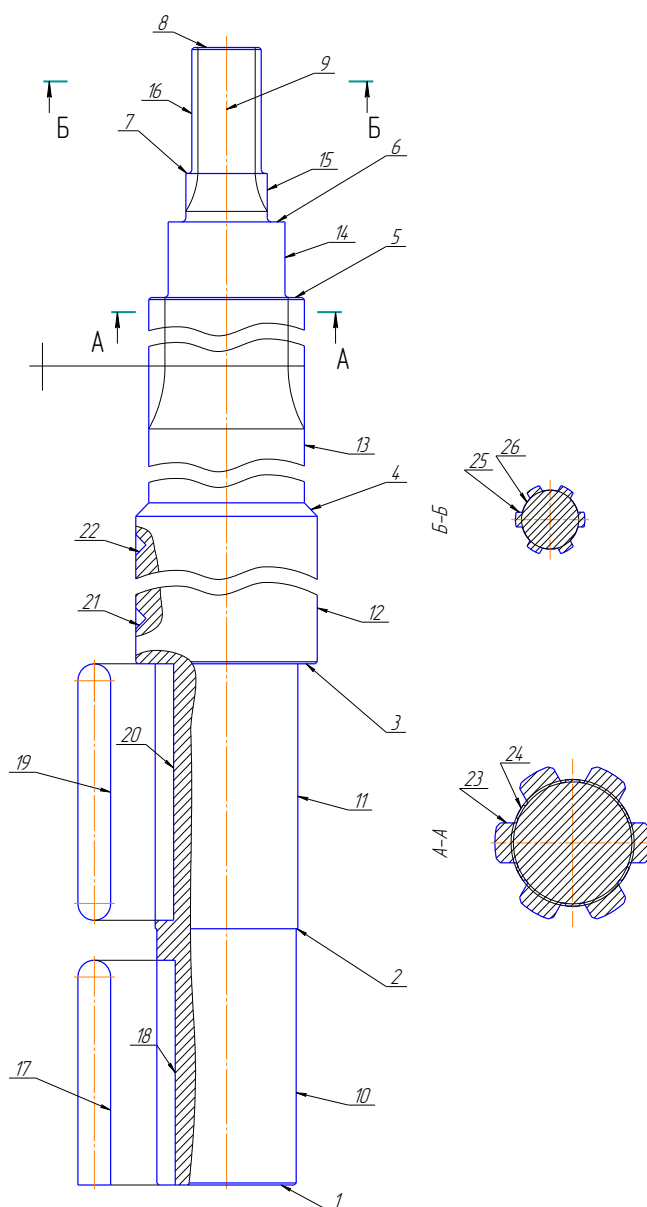


Рисунок Деталь вал

Таблица 3 – Предварительная оценка поверхностей обработки

Тип поверхности	Нумерация поверхности
Основные исполнительные поверхности	17,19,23,25
Основные конструкторские базы	5,12,14
Второстепенные конструкторские базы	2,3,10,11,18,20,24,26
Побочные поверхности	1,4,6,7,8,9,13,15,16,21,22

1.4 Анализ технологичности детали

Нумерация поверхности	Форма поверхности	SI	Ra, мкм
1	Ровная	$h\frac{16}{4}$	14
2	Ровная	$h\frac{16}{4}$	14
3	Ровная	h8	2
4	Коническая	$h\frac{16}{4}$	14
5	Ровная	h8	2
6	Ровная	$h\frac{16}{4}$	14
7	Ровная	$h\frac{16}{4}$	14
8	Ровная	$h\frac{16}{4}$	14
9	Центровая ось	-	-
10	Цилиндрическая	k8	1,5
11	Цилиндрическая	k8	1,5
12	Цилиндрическая	k8	1,5
13	Цилиндрическая	d10	14
14	Цилиндрическая	h6	1,5
15	Цилиндрическая	$h\frac{16}{4}$	14
16	Цилиндрическая	d8	14
17,19	Ровная	p8	5,8
18,20	Ровная	$h\frac{16}{4}$	14
21,22	Конусная	$h\frac{16}{4}$	14
23,25	Ровная	h6	1,5

24,26	Цилиндрическая	h8	1,5
-------	----------------	----	-----

1.5 Качественная оценка технологичности

Основными показателями и технологичности заготовки:

- Исследуемая деталь поддается термообработке
- Для обеспечения необходимой шероховатостью, возможно использование универсальных инструментов и стандартными режимами
- Тривиальная конструкция детали, дает возможность использовать при данном производстве унификационную заготовку.[2] Далее основные показатели детали, а именно технологичности в целом:
- Имеется возможность обработки поверхностей с одной установки станка
- Детали конструкции, а так же ее элементы являются универсальными
- Требования к деталям конструкции не рассматривают особенных средств контроля

В первую очередь стоит рассчитать массу текущей детали Вал:

$$m = V * \rho, \quad (1)$$

здесь ρ – удельная плотность материала, г/см³

$$m = \frac{\pi}{4} * (66,241^2 * 118 + 66,84^2 * 126 + 86,6^2 * 889 + 74^2 * 328 + 55,1^2 * 34 + 37,7^2 * 21 + 32^2 * 58) * (7,817 * 10^{-9}) = 38,8 \text{ кг}$$

$$m = 38,8 \text{ кг}$$

Анализ исходных данных:

- масса исходной детали вал – 38,8 кг;
 - рассчитываемое количество производства изделия – 3000 штук/год;
 - организация режимов работы завода-изготовителя – в две смены;
 - вид производства – серийный;
- Основные характеристики вида изготовления:
- общий объем выпускаемых изделий – крупный;
 - сортамент – средний;
 - тип производственного оборудования – универсальный;
 - предквалификация рабочих – средняя.

2 Выбор метода получения заготовки и проектирования

2.1 Определение типа производства

Исходя из рассчитанных данных, масса детали составляет 38,8кг. Общий объем выпуска в год составляет – 3000 штук, ввиду определенного количества выпуска детали, будет применено среднесерийное производство.

Данное производство представляет из себя ограниченный сортимент изделия, которые производятся большими партиями и сравнительно средним объемом.

Так как данное производство среднесерийное, то здесь будут использованы универсальные станки, которые оборудованы так же универсальными запчастями и приспособлениями, в свою очередь универсальность оборудования позволяет в итоге снизить себестоимость изготавливаемого изделия что в конечном итоге повлияет на ценообразование продукта, так же универсальность позволяет уменьшить трудоемкость производства. [3]

Определение партии деталей:

$$n = \frac{N_p \times a}{L}, \quad (2)$$

Здесь N_p – количество годового выпуска деталей, шт;

a – детали хранящиеся в запасе на складе, шт;

L – кол-во рабочих дней в году, дн;

$N_p \times a = 3000$ штук;

$L = 253$ дня;

$a = 3$

$$n = \frac{3000 \times 3}{253} \approx 36 \text{ штук}$$

2.2 Анализ заводских технологических процессов.

Таблица 2.1 – Анализ заводских технологических процессов

Название операции и программа переходов	Квалитет корректности	Шероховатость	Измеряющий и режущие инструменты	Оснастки	Оборудование
1	2	3	4	5	6

005 – Токарно- винторезн ый Установка, закреплен ие, снятие		6,1	Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82 Штангенглубин омер Шг-160- 0,3 ГОСТ165-82 Образец Шераховатости 8664-0365	Патрон 7300- 0007 ГОСТ26 77-90; Люнет 7317- 0007	Токарно- винторезн ый станок 2М65
2. Подрезка торца в размере 112(±0,6)		2,6	Сверло центровальное 2507-0086	Патрон 6221- 0016	
3. Сверление центровоч ное. Переустан овка детали.				Патрон 7300- 0007 ГОСТ26 77-90; Люнет 7317- 0007	
4. Подрезка торца –р-р 819(-1,6)	h 14		6,1	Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82 Штангенциркул ь Шц-3-1050- 0,3 ГОСТ168-82; Образец шероховатости 8664-0365	
5. Сверление центровог о отверстия. 010 – Контрольн ый 1.112(±0,6) 2.819(-1,6) 3. Визуальны й досмотр		2,6	Сверло центровальное 2507-0086 Штангенглубин омер Шг-160- 0,3 ГОСТ165-82 Штангенциркул ь Шц-3-1050- 0,3 ГОСТ168-82;	Патрон 6221- 0016	Контроль ная плита

на примет отсутствия острых обрезов					
015 – Токарно- винторезн ый	h14	6,1	Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82 Штангенциркул ь Шц-2-350- 0,03 ГОСТ168-82;	Центр 7234- 0037 Морзе 7 ГОСТ15 216-81; центр А- 2-7-Е ГОСТ89 44-77; Втулка 6303- 0063 ГОСТ15 600-87 Хомут 7309- 0049 ГОСТ27 72-72	Токарно- винторезн ый станок 2М65
Установка закреплен ие детали					
1.Точение ø82,2(- 0,25) На длине 112(±0,6)					
2. Точение ø86(-0,4;- 0,8)					
3. Точение ø89,86(- 0,15) на длине 22(±0,2) под М89*2-8g	a13	3,4	Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82 Штангенциркул ь 8916-0016; Скоба 8315- 0981.000-12; Образец шероховатости 8644-0417 Штангенглубин омер Шг-160- 0,3 ГОСТ165-82		
4. Точение ø92(-0,27)	h14	6,1	Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82; Штангенциркул ь Шц-2-350- 0,03 ГОСТ168-82;		
5. Точение ø102(-0,4;- 0,8)					

6. Подрезка торца в размере 47($\pm 0,4$)	a13	3,4	Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82; Штангенглубиномер ШГ-160-0,3	
7. Точение канавок по чертежу		2,7	Резец 2332-0011 Т17К8 ГОСТ 18886-75.	
8. Точение фаски 2,7*45° на $\varnothing 82,6$			Резец 2304-0061 Т17К8 ГОСТ18899-75	
9. Нарезка резьбы М89*2-8g		6,1	Резец 2862-0007 Т17К8 ГОСТ 18887-75;	
10. Претупление острых обрезов		6,1	Кольцо 8423-0014; Кольцо 8423-0006	
11. Точение $\varnothing 72,6$ (-0,25) на длине 35 ($\pm 0,4$)		3,4	Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82; Штангенциркуль ШЦ-2-350-0,03	Центр 7234-0037
12. Точение $\varnothing 80$ (-0,38; -0,57) на длине 61($\pm 0,6$)	h14	6,1	ГОСТ168-82; Скоба 8315-0981.000-12;	Морзе 7 ГОСТ15 216-81; центр А-2-7-Е

13. Точение ø82(-0,076) на длине 22(±0,4)			Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82; Микрометр МК 102-3 ГОСТ6709-80; Скоба 8315- 0981.000-12; Штангенглубин омер Шг-160- 0,3 ГОСТ165-82	ГОСТ89 44-77; Втулка 6303- 0063 ГОСТ15 600-87 Хомут 7309- 0049 ГОСТ27 72-72	
14. Точение ø82,6(- 0,25) на длине (±0,4)	a13	14,5	Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82; Штангенглубин омер Шг-160- 0,3; Штангенциркул ь Шц-2-350- 0,03 ГОСТ168-82;		
15. Точение ø87, (-0,25)			ГОСТ165-82 Резец 2305-0919 ГОСТ20899-82; Штангенциркул ь Шц-2-350- 0,03 ГОСТ168-82;		
16. Точение четырёх канавок по чертежу 17.Точени е фаски 2*45°	h14	6,5	Резец 2332-0011 Т17К8 ГОСТ18886-75.		
18. Притуплен	h14	6,5	Резец 2304-0061 Т17К8 ГОСТ18879-75.		

ие острых обрезов		6,5			
020 Контрольн ая операция 1. $\varnothing 80,6(-0,25)$ $\varnothing 92,6$; $\varnothing 87,6(-0,25)$; $\varnothing 72,6(-0,23)$. 3. $\varnothing 100(-0,38;-0,6)$. 4. $\varnothing 82(-0,076)$; 5. $\varnothing 80(-0,38;-0,75)$. 6.112($\pm 0,6$); 22($\pm 0,5$); 36($\pm 0,5$); 47($\pm 0,5$); 61($\pm 0,6$); 122($\pm 0,6$) 7. Визуальны й осмотр детали на предмет отсутствия заостренн ых кромок и фасок.			Штангенциркул ь ШЦ-2-350- 0,03 ГОСТ168-82; Скоба 8315- 0981.000-12; Скоба 8315- 0003/555; Скоба 8315- 0981-07; Скоба 8315- 0981-08; Штангенглубин омер ШГ-162- 0,3 ГОСТ164- 82; Кольцо 8423- 0014; Кольцо 8423- 0006. Образцы шероховатости 8644-0365. Индикатор 1 МИГ ГОСТ9898-84; Штатив Ши-1- 10 ГОСТ12199- 72		Токарно- винторезн ый станок 2М65
025 Вертикаль но- фрезерная операция			Кренер 8045- 0060 Н14.Х ГОСТ7415-74; Штангенциркул	Кондукт ор 7316- 0475; Молоток 8052-	Вертикаль но- фрезерны й станок 8Т15-3

<p>А. Установка, закреплен ие, снятие детали. 1. Расчертить шпоны пазов по всей расчетной длине. 2. Фрезеровк а паза Б=27(- 0,054) выдержка р-р 73(- 0,4). 3. Фрезеровк а пазов Б=14(0,45) выдержка р-р 85(- 0,89)</p>	<p>h11 h14 h16</p>	<p>3,2</p>	<p>ь Шц-2-350- 0,03 ГОСТ168-82; Фреза 2437- 0067 ГОСТ9342-80; Штангенглубин омер ШГ-162- 0,3; Калибр 8516- 0306; Образцы шероховатости 8644-0367. Фреза 2437- 0045 ГОСТ9342-80; Калибр 8516- 0010/26;</p>	<p>0308 Ц15.ХР ГОСТ25 12-79 Оправка 6444- 0055</p>	
--	--------------------------------------	------------	--	---	--

2.3 Разработка маршрута обработки

Исходя из данных что годовой выпуск детали будет среднесерийным, принимаем основной тип производства, имеющиеся данные заносим в таблицу.[4]

Талица 2.2 Маршрут обработки детали

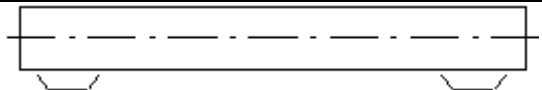
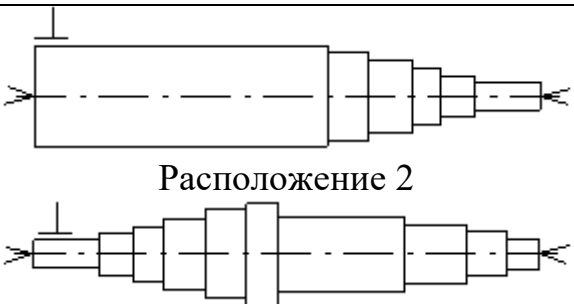
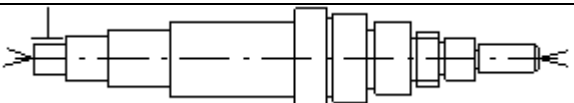
Код операции	Название и тип оборудования
005 Фрезерно центральная операция	Фрезерно-центральный ГФ2171С5

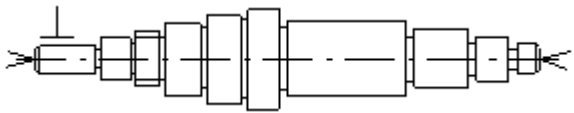
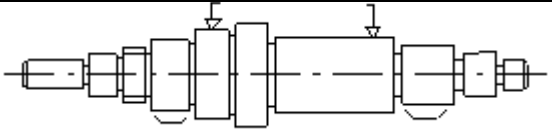
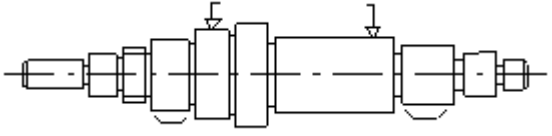
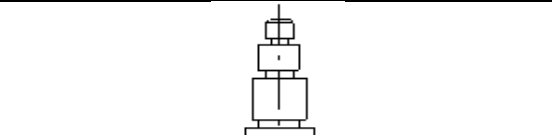
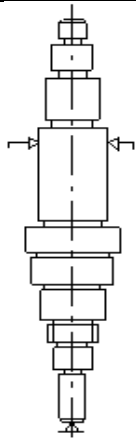
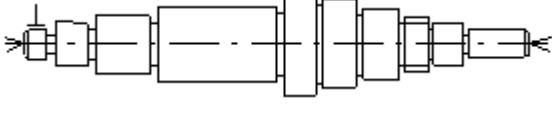


010 Контрольная операция	Контроль
015 Токарная с числовым программным управлением (черн.)	Многорезц.с 16К40
020 Контрольная операция	Контроль
025 Токарная с числовым программным управлением (чист.)	Многорезц.с 16К40
030 Контрольная операция	Контроль
035 Вертикально-фрезерная операция	Вертикально-фрезерный станок 6P12
040 Контрольная операция	Контроль
045 Радиально-сверлильная	Рад-сверлильный станок 2А554
050 Контрольная операция	Контроль
055 Кругло-шлифовальная	Торце-кругло шлифовальный 3а423
060 Контрольная операция	Контроль

2.4 Выбор технологических баз.

Исходя из составленного маршрута, будут установлены поверхности на обработку.

Таблица 2.3 Обрабатываемые поверхности

Номер операции	Название операции	Схема обработки
005	Фрезерно-центровальная	 <p>Расположение 1</p>
015	Токарная с ЧПУ (предв)	 <p>Расположение 2</p> <p>Расположение 1</p>
025	Токарная с ЧПУ (чист.)	

		<p>Расположение 1</p>  <p>Расположение 2</p> 
035	Вертикально-фрезерная	<p>Расположение 1</p>  <p>Расположение 2</p> 
045	Радиально-сверлильная	 <p>Расположение 1</p> 
055	Кругло-шлифовальная	<p>Расположение 1</p>  <p>Расположение 2</p> 

2.5 Выбор вида и метод получения заготовки

Выбор заготовки общей длиной 832 мм и диаметром 112 мм

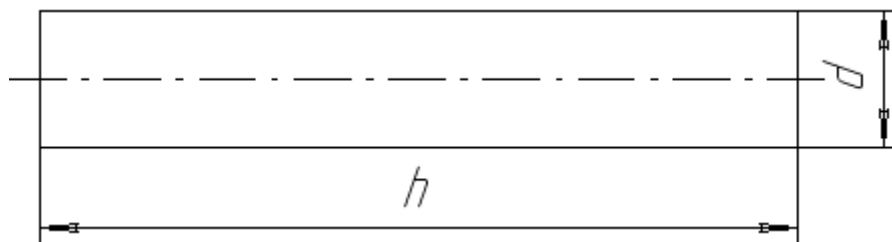


Рисунок 2.1 – Заготовка

Рассчитывается общий объем болванки:

$$V = \pi \times r \times h \quad (2.1)$$

здесь r – это радиус болванки, в мм;

h – длина болванки, мм;

$r=55$ мм;

$h=830$;

$$V = 3,14 \times 56^2 \times 832 = 8,046 \text{ м}^3$$

Далее рассчитывается коэффициент использующегося материала:

$$K_{\text{исп}} = \frac{m_d}{m_m} \quad (2.2)$$

здесь m_d – масса детали, кг;

m_m – масса болванки, кг;

$m_d = 61,75$ кг

$$K_{\text{исп}} = \frac{38,8}{61,75} = 0,62$$

Основные технологические требования, которые будут предъявлены к характеристикам изготовления заготовки.[5]

- 3 Максимальная погрешность размеров болванки от номинальной составляют: по диаметру $\pm 0,2\%$, по длине профиля $\pm 0,6\%$.
- 4 Уровень допуска проката должен соответствовать 10-12 качеству.

2.6 Расчет припусков и установка операционных размеров припусков для них.

Точный расчет допуска на $\varnothing 92$ k8 будет рассчитан по минимальному двухстороннему припуску:

$$2z_{\text{;min}} = 2 \times | (Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\delta^2} \sum_{i-1} + \varepsilon_i^2 \quad (2.3)$$

Здесь Rz – высота неровных кромок профиля по предыдущему переходу, мкм;

h – глубина дефективного слоя поверхности, по предыдущему переходу, мкм;

\sum_{I-1} – общая сумма погрешности расположения поверхности на предыдущем переходе, мкм;

ε_i^2 – погрешность установки на текущем переходе, мкм.

Далее определяется общее отклонение оси детали от плоскости [6]

$$\delta_3 = \delta_k \times l \quad (2.4)$$

Здесь δ_k – отклонение осевого центра изделия от прямолинейности, мкм на 1мм;

l – длина рассчитываемого участка изделия, мм.

$\delta_k = 2,5$ мкм;

$l = 112$ мм.

$$\delta_3 = 2,5 \times 112 = 280 \text{ мкм}$$

$$\delta_{qc} = 0,06 \times \delta_3 = 0,06 \times 280 = 16,8 \text{ мкм}$$

$$\delta_{qp} = 0,04 \times \delta_{qc} = 0,04 \times 16,8 = 0,672 \text{ мкм}$$

$$\delta_{шл} = 0,02 \times \delta_{qc} = 0,02 \times 0,672 = 0,0134 \text{ мкм}$$

$Rz_3 = 202$ мкм;

$Rz_{qp} = 65$ мкм;

$Rz_{qc} = 34$ мкм;

$Rz_{шл} = 6,5$ мкм;

$h_3 = 302$ мкм;

$h_{qp} = 62$ мкм;

$h_{qc} = 32$ мкм;

$h_{шл} = 14$ мкм.

Далее определяется допуск

$$Sd = bs - bi \quad (2.4)$$

здесь bs - верхнее отклонение, мм;

bi – нижнее отклонение, мм.

Следующий рассчитывается максимальный двухсторонний припуск

$$Z_{z; max} = Z_{z; min} + Sd_{i-1} - Sd_i \quad (2.5)$$

здесь Sd_{i-1} – допуск размера на предыдущем переходе, мм;
 Sd_i – допуск размера на исполняемом переходе, мм.

Таблица 2.4 Расчет припусков аналитическим методом. [7]

Этап обработк и	Rz, мкм	h, мкм	δ , мкм	ε , МК М	$\frac{Z_{min}}{2Z_{min}}$	Sd, мм	$\frac{Z_{max}}{2Z_{max}}$	A, мм	МП , мм	МК, мм
Заготовка , h16	202	302	277	-	-	0,89	-	83,3 8	-	-0,89
Черновая, h14	65	62	17,2	-	$\frac{0,78}{1,57}$	0,37	$\frac{0,97}{2,1}$	82,5 1	-	-0,37
Чистовая, h12	34	32	0,7	-	$\frac{0,16}{0,30}$	0,16	$\frac{0,23}{0,48}$	82,1 6	-	-0,16
шлифова ние, k8	6,5	14	0,015 5	-	$\frac{0,066}{0,128}$	0,017	$\frac{0,075}{0,149}$	82	+0,023	+0,004

Исходя из вышеизложенных данных, рассчитывая размеры припусков, погрешность в размерах самой заготовки будет равна, длина проката: $l = 832 \pm 2,7$ мм, диаметр проката: $112 \begin{smallmatrix} +0,6 \\ -0,9 \end{smallmatrix}$ мм. [8]

2.7 Выбор приспособлении и оборудования.

Исходя из приложенного маршрута, указанного в разделе (2.4), будет сделан выбор оборудования и его оснащение.

Для операции «005» Фрезерно-центровальная, будет использован Фрезерно-центровальный станок ГФ2171С5, пиковый диаметр заготовки будет равен 202 мм. Пиковая длина заготовки от 510-1210 мм. Калибр фрез 202 мм. Диаметр сверл 4-8мм. Количество вращений фрезероочного электрошпинделя: 272, 361, 458, 584, 746, 960, 1258. Количество вращений центровочного электрошпинделя: 240, 340, 466, 582, 820, 1130. Общая мощность установленного на станке двигателя 12 кВт. [9]

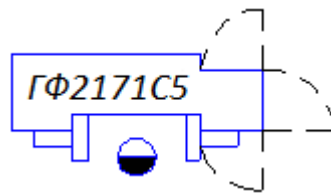


Рисунок 2.2 Станок ГФ2171С5

Для операции «015» Токарная с численно программным управлением, черновая обработка, будет использован Токарно-винторезный станок[10] Многорезцовый 16К40, основной потолок центра станка 320 мм. Максимальное расстояние между центрами 2900 мм. Пиковое сечение заготовки: 342 мм – над супортом, и 632 над конером. Максимальная длина заготовки 2530 мм. Пиковое сечение резака 40*50 мм. Сечение отв. шпинделя 72 мм. Количество вращения шпинделя: прямоточное -10,4...1250 оборотов в минуту, обратный- 18-1295 оборотов в минуту. Скорость подачи: $w_{\text{прод}}$ **0,3 – 3,5** миллиметров оборот, $w_{\text{поп}}$ **0,06 – 1,2** миллиметров оборот. Общая мощность установленного на станке двигателя 12 кВт. Операция «020» Контрольная, будет произведен визуальный осмотр изделия.

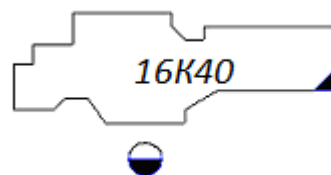


Рисунок 2.3 Станок 16К40

Для операции «025» Токарная с численно-программным управлением (чистовая) будет использован аналогичный станок.

Операция «030» Контрольная, будет произведен осмотр изделия на предмет острых кромок и неровностей.[11]

Для операции «035» Вертикально-фрезерная будет использован Вертикально-фрезерный станок 6Р12. Общая площадь рабочей поверхности: ширина -450мм, длина 1800 мм. Габариты Т-образного шпунта: центр. 20Н6, край. 20Н14. Дистанция между шпунтами 120 мм. Максимальное смещение стола: прод. 1100 мм, поп. 360 мм, верт. 450 мм. Максимальный рабочий угол обработки хода головки $\pm 45^\circ$. Максимальная масса изделия которое можно установить непосредственно на станок не должна превышать 650 кг. Так же размеры изделия не должны быть больше этих параметров: по длине не более 2600 мм, по высоте не более 2500 мм. Максимальная частота вращения головки 30...1700 оборотов в минуту, максимальная подача: прод. 14...1500 миллиметров в минуту. Масса фрезерного станка 4300 кг. Общая мощность установленного на станке двигателя 12 кВт.[12]

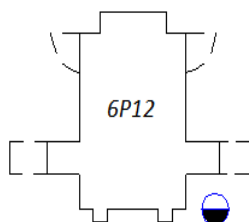


Рисунок 2.4 Станок 6P12

Операция «040» Контрольная, осмотр изделия на наличие неровностей.
Для операции «045» Радиально-сверлильная, будет использован рад. сверлильный станок 2А554. Максимальный диаметр сверления 55 мм. Пространство от грани шпинделя до плитки: максимальное 1500 мм, минимальное 500 мм. Предельная частота оборота шпинделя: 30...1800 оборотов в минуту. Порог подачи шпинделя 0,06...2,4мм. Параметры радиально-сверлильного станка: ширина 1100 мм, длина 2700 мм, высота 3500 мм. Вес станка 4600 кг. Общая мощность установленного на станке двигателя 4,5 кВт. [13]

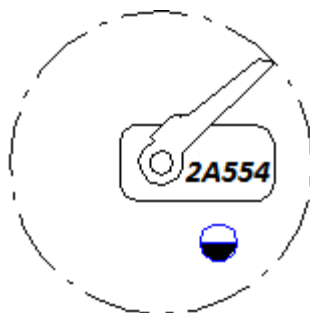


Рисунок 2.5 Радиально-сверлильный станок.

Операция «050» является контрольной.
Для операции «055» Кругло-шлифовальная будет использован станок За423. Максимальный размер заготовки которую можно установить: длина 2600 мм, диаметр 420 мм. Габарит шлифовального круга, максимальный диаметр 720 мм, минимальный 520 мм. Частота оборота шпинделя шлифовального круга 1250 оборотов в минуту. Суммарная частота оборота – бесступенчатая регулировка. Максимальная частота оборота заготовки 30...200 оборотов в минуту. Шлифовальный барабан 730*70*300. Параметры рабочего станка: ширина 2800 мм, длина 8300 мм, вес – 14500 кг. . Общая мощность установленного на станке двигателя с приводом 18 кВт.[14]

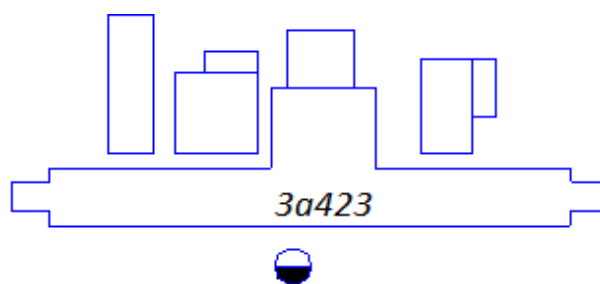


Рисунок 2.6 Станок кругло-шлифовальный

Операция «060» контрольная.

2.8 Выбор режущих инструментов.

Таблица 2.5 Название и выбор режущего инструмента.[16-17]

Код операции	Инструмент резки
005	Фреза 2447-0019 ГОСТ6671-71; Сверло центровальное 2507-0086
015	Резец 2305-0919 Т7К12 ГОСТ 20875-82;
025	Резец 2305-0919 Т7К12 ГОСТ 12885-75;
035	Фреза 2537-0059 ГОСТ9342; Напильник 3022-0029; Кернер 8045-0042 ГОСТ7515-75; Шабер 3055-0006
045	Метчик 2822-1655 ГОСТ3468-83; ШГ-162-03.
055	Шлифовочный барабан ПП770*82*310 ГОСТ2626-85.

2.9 Расчет режимов резки и норм времени.

В первую очередь для начала работы режима резки, предварительно устанавливаются характеристики инструмента.[18-19]

1. Определение рабочего расстояния хода

$$L = l + l_i + l_d \quad (2.6)$$

Здесь l – длина резки;

l_i – размер врезки;

l_d – размер перебежки.

Сверловка: $l = 32\text{мм}$;

$l_i = 5\text{мм}$;

$$l_d = 0.$$

Зенкеровка: $l = 1$ мм;

$$l_i = 5$$
 мм;

$$l_d = 0.$$

Нарезка резьбы: $l = 27$ мм

$$l_i = 3,5$$
 мм;

$$l_d = 0$$

$$L_1 = 32 + 4 = 36 \text{ мм}$$

$$L_2 = 1 + 5 = 6 \text{ мм}$$

$$L_3 = 27 + 3,5 = 30,5 \text{ мм}$$

2. Далее определяется число прохода и глубина резки.

$$t_1 = 4,4 \text{ мм}; i_1 = 4$$

$$t_2 = 1,6 \text{ мм}; i_2 = 4$$

$$t_3 = 0,5 \text{ мм}; i_3 = 4$$

3. Определяется подача

$$S_1 = 0,2 \text{ мм/об}; S_2 = 0,15 \text{ мм/об}; S_3 = 1,5 \text{ мм/об}.$$

Внесение поправок по паспортным хар-кам станка.

$$S_{\text{кор1}} = 0,15 \text{ мм/об};$$

$$S_{\text{кор2}} = 0,2 \text{ мм/об};$$

$$S_{\text{кор3}} = 1,5 \text{ мм/об}.$$

3. Расчет количеств оборотов шпинделя. [20-21]

$$n = \frac{1010 \times V}{\pi \times d} \quad (2.7)$$

здесь d - диаметр поверхности, мм.

$$n_1 = \frac{1010 \times 26}{3,14 \times 10,4} = 804,5 \text{ об/мин}$$

$$n_2 = \frac{1010 \times 26}{3,14 \times 12} = 696,9 \text{ об/мин}$$

$$n_1 = \frac{1010 \times 9,5}{3,14 \times 12} = 254,6 \text{ об/мин}$$

4. Расчет фактической скорости резки

$$n = \frac{\pi \times d \times n}{1010} \quad (2.8)$$

$$v_1 = \frac{3,14 \times 8,6 \times 810}{1010} = 21,6 \text{ м/мин}$$

$$v_2 = \frac{3,14 \times 12 \times 632}{1010} = 23,57 \text{ м/мин}$$

$$v_3 = \frac{3,14 \times 12 \times 202}{1010} = 7,5 \text{ м/мин}$$

5. Расчет времени.[22-23]

$$T_o = \frac{L}{n_k \times S_k} \times i \quad (2.9)$$

Здесь L – длина хода, мм;

n_k – кол – во оборотов шп., $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$;

S_k – подача, мм.

i – кол – во проходов

$$T_1 = \frac{36}{810 \times 0,15} \times 2 = 0,59 \text{ мин}$$

$$T_1 = \frac{6}{632 \times 0,2} \times 2 = 0,3 \text{ мин}$$

$$T_1 = \frac{30,5}{202 \times 1,5} \times 2 = 0,2 \text{ мин}$$

005 – Фрезерно-центровальная:

$T_o = 1,2$ мин; $T_B = 0,7$ мин; $T_{шт} = 1,8$ мин.

015 – Токарная (черновая):

$T_o = 15,0$ мин; $T_B = 1,8$ мин; $T_{шт} = 18,1$ мин.

025 – Токарная (чистовая):

$T_o = 4,73$ мин; $T_B = 0,6$ мин; $T_{шт} = 7,0$ мин.

035 – Вертикально-фрезерная:

$T_o = 0,6$ мин; $T_B = 0,6$ мин; $T_{шт} = 1,5$ мин.

045 – Радиально-сверлильная:

$T_o = 0,2$ мин; $T_B = 0,7$ мин; $T_{шт} = 0,5$ мин.

55 – Шлифовальная (предварительная):

$T_o = 5,6$ мин; $T_B = 2,3$ мин; $T_{шт} = 7,6$ мин.

3. Конструкторский раздел

3.1 Описание, принцип работы и устройства приспособление.

Текущее приспособление используется для фрезеровки технических отверстий на детали Вал. Имеет конструкцию из двух плит, на которых в свою очередь призму для крепления, на нее устанавливается деталь для обработки. Так же входят прихватки, она установлены на плитах, с помощью них фиксируется обрабатываемая деталь. В нижнюю плиту встроены втулки в количестве 2 штук, одна из них встроена под углом для обработки детали косых отверстий и пазов.[24]

Для того чтобы установить Вал для обработки, его устанавливают на призмы и фиксируют с помощью прихваток, с регулировкой зажимов. Точность расположения достигается фиксированием между двумя плитами.[25]

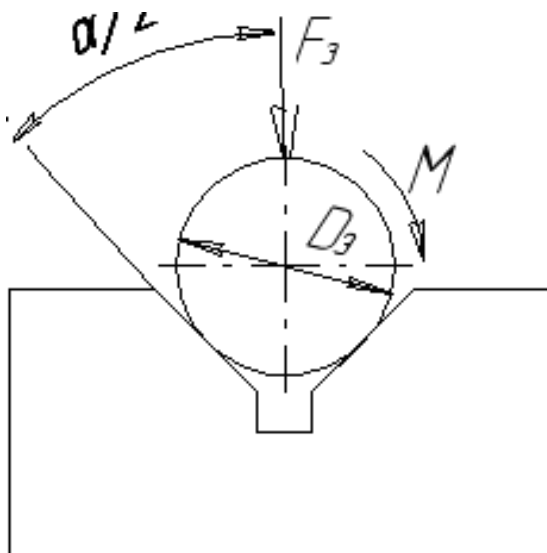


Рисунок 3.1 Действие сил на установку.

Сила закрепления:

$$F_t = \frac{2 \times K \times M}{D_3 \times (f_2 \times f_1 / \sin \alpha/2)} \quad (3.1)$$

Здесь, K – коэффициент закрепления;

M – Вращающий момент силы резки, $H \times m$;

D – диаметр изделия, зафиксированного;

$f_2 f_1$ – коэффициенты трения;

α – показатель угла призмы;

Коэффициент надежности крепления определяется из следующей формы:

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \quad (3.2)$$

Здесь, K – коэффициент прочности запаса;

K_1 – зависимость силы резания;

K_2 – учет степени изнашивания инструмента;

K_3 – учет прерывистой резки;

K_4 – учет усилия зажима;

K_5 – учет расположения призмы;

K_6 – учет вращающего момента на изделие.

$K=1,6$ $K_1=1,2$ $K_2=1,5$ $K_3=1,3$ $K_4=1,1$ $K_5=1,4$ $K_6=1,7$.

$$K = 1,6 \times 1,2 \times 1,5 \times 1,3 \times 1,1 \times 1,4 \times 1,7 = 9,8$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге выполненного дипломного проекта был разработан и обоснован процесс изготовления и обработки ступенчатого вала. Исследован анализ технологичности вала основания выбора инструментов и оборудования.

В текущем дипломном проекте производство является среднесерийным, выпуск поточным. Так же был разработан технологический процесс обработки Вала, как и следовало из технического задания дипломного проекта.

Была изучена производимая деталь, обоснован выбор детали, в частности стали определённой марки, выбраны станки и режущие инструменты, выполнено нормирование, обоснован выбор заготовки, спроектирована 3D – модель детали, так же созданы чертежи оборудования и детали.

В проекте были выбраны наиболее оптимальные станки с минимальными энергозатратами на производство, оптимизированы операции обработки, которые обеспечивают минимальное время и наиболее высокое качество обработки изделия, которые гарантируют высокую надежность изготовленного продукта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бишутин, С. Г. Основы технологии машиностроения : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / С. Г. Бишутин [и др.] ; под общ. ред. А. В. Тотая., 2016.
2. Гречишников, В. А. Проектирование режущего инструмента : учеб, пособие / В. А. Гречишников [и др.] ; под общ. ред. Н. А. Чемборисова. — Старый Оскол : ТНТ, 2010
3. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб, пособие / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиргладзе. — Старый Оскол : ТНТ, 2015.
4. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Уч. / Б.М. Базров. - М.: Инфра-М, 2019. - 492 с
5. Безъязычный, В. Основы технологии машиностроения: Учебник / В. Безъязычный. - М.: Машиностроение, 2013. - 568 с
6. Бурцев, В.М. Технология машиностроения. В 2-х т.Т. 1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / В.М. Бурцев. - М.: МГТУ им. Баумана, 2011. - 478 с.
7. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. - М.: Альянс, 2015. - 256 с.
8. Горохов, В.А. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов. В 2-х т. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов: Учебник / В.А. Горохов. - Ст. Оскол: ТНТ, 2012. - 1072 с.
9. Зубарев, Ю.М. Динамические процессы в технологии машиностроения. Основы конструирования машин: Учебное пособие / Ю.М. Зубарев. - СПб.: Лань, 2018. - 212 с.
10. Клепиков, В.В. Основы технологии машиностроения: Учебник / В.В. Клепиков, А.Г. Схиргладзе, В.Ф. Солдатов. - М.: Инфра-М, 2018. - 224 с.
11. Мельников, А.С. Научные основы технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Мельников, М.А. Тамаркин и др. - СПб.: Лань, 2018. - 420 с.
12. Некрасов, С.С. Практикум и курсовое проектирование по технологии сельскохоз. машиностроения / С.С. Некрасов. - М.: Мир, 2004. - 240 с.
13. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие / Скворцов В.Ф. . - М.: Инфра-М, 2016. - 320 с
14. Филонов, И.П. Инновации в технологии машиностроения: Учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. - Минск: Вышэйшая школа, 2009. - 110 с.
15. Шрубченко, И.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / И.В. Шрубченко, А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. - М.: Инфра-М, 2017. - 224 с.

16. Холодкова, А.Г. Общая технология машиностроения. Учебное пособие для начального профессионального образования. Гриф МО РФ / А.Г. Холодкова. - М.: Академия (Academia), 2009. - 469 с.
17. Холодкова, А. Г. Общая технология машиностроения / А.Г. Холодкова. - М.: Academia, 2009. - 224 с.
18. Филонов, И.П. Инновации в технологии машиностроения. Учебное пособие. Гриф МО Республики Беларусь / И.П. Филонов. - М.: Высшая школа, 2009. - 762 с.
19. Суслов, А.Г. Основы технологии машиностроения. Учебник для бакалавриата / А.Г. Суслов. - М.: КноРус, 2013. - 333
20. Суслов, А.Г. Научные основы технологии машиностроения / А.Г. Суслов. - М.: Машиностроение, 2002. - 203 с
21. Соколовский, А. П. Научные основы технологии машиностроения / А.П. Соколовский. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 2012. - 516 с.
22. Соколовский, А. П. Курс технологии машиностроения (комплект из 2 книг) / А.П. Соколовский. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 2002. - 890 с.
23. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. Гриф МО РФ / А.С. Иванов. - М.: Инфра-М, РИОР, 2017. - 647 с.
24. Иванов, А. С. Курсовое проектирование по технологии машиностроение. Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - Москва: Машиностроение, 2014. - 276 с
25. Балакшин, Б. С. Основы технологии машиностроения / Б.С. Балакшин. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1997. - 485 с.