

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса борштанги
расточной

Студент	<u>А.В. Вапничный</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент В.А. Гуляев</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультанты	<u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
	<u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2020

Аннотация

Технологический процесс изготовления корпуса борштанги расточной.
Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

Разработка техпроцесса изготовления корпуса борштанги с использованием современного и прогрессирующего оборудования и способов обработки. В работе используются технологии получения заготовки путем проката, разрезания на ленточном станке. А также использования при обработке устаревших станков, что значительно увеличивают время обработки детали.

В работе было учтено тип производства и его особенности, под который были подобрано распространенное и более дешевое оборудование и технологическая оснастка, разработан более оптимальный маршрут и экономическая эффективность нового проекта.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение и техническая характеристика объекта задания.....	5
1.2 Краткое описание конструкции, подлежащее разработке.....	5
1.3 Технические условия изготовления детали, механические свойства и химический состав материала заготовки.....	7
1.4 Вывод к разделу.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Обоснование типа производства.....	10
2.2 Выбор вида и метода получения заготовки.....	10
2.3 Выбор баз, оборудования и оснастки.....	13
2.4 Расчет режимов резания.....	16
2.5 Расчет времени и расценок.....	19
2.6 Вывод к разделу.....	21
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	22
3.1 Назначение, устройство, принцип работы приспособления.....	22
3.1.1 Назначение, устройство, принцип работы приспособления..	22
3.1.2 Расчет погрешности базирования и установки.....	23
3.1.3 Расчет усилия зажима заготовки.....	24
3.2 Расчет режущего инструмента.....	27
3.2.1 Описание конструкции.....	27
3.2.2 Расчет концевой фрезы.....	28
3.3 Вывод к разделу.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
4.1 Конструктивно – технологическая и организационно – техническая характеристика.....	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	33

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	34
4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта.....	36
4.5 Разработка организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.....	37
4.6 Организационные мероприятия по предотвращению пожара.....	37
4.7 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.	38
4.8 Заключение по разделу.....	40
5 Экономическая эффективность работы.....	41
5.1 Вывод к разделу.....	44
Заключение.....	45
Список используемых источников.....	46
Приложение А Маршрутная карта.....	49
Приложение Б Операционные карты.....	51
Приложение В Карта эскизов.....	64

Введение

В настоящее время машиностроение является важной отраслевой деятельностью определяющая степень и прогресс развития промышленности таких как: металлургии, сельском хозяйстве, энергетике, в военной обороне и других отраслях.

Технология машиностроения – это техническая наука, которая рассматривает практические приемы обработки деталей машин с обеспечиваемыми требованиями качества обработки, с заданной программой и с низкой себестоимостью изделия. Основным элементом является составление технологического процесса по изготовлению детали машин.

Основной задачей при разработке техпроцесса является обеспечение выпуска заданного количества деталей с установленными требованиями по рабочему чертежу в определенные сроки и с максимально минимальными экономическими затратами.

В технологическом процессе изготовления изделия важной частью является построение технологического маршрута, в котором определяется операции и последовательной их выполнения.

В данной выпускной квалификационной работе был приведен метод оптимального получения заготовки, создан технологический процесс изготовления корпуса борштанги расточной. Подобраны оптимальные режимы резания и осуществлен выбор оборудования по технологическому маршруту, оснастки и режущего инструмента опираясь на действующие технические справочники. Был произведен анализ объекта на наличие пожарной безопасности и профессиональных рисков рабочих, а также экологической угрозы и подобраны оптимальные методы борьбы с ними. Был произведен экономический эффект нового проекта в сравнении с базовым.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и техническая характеристика объекта задания

Деталь «Корпус борштанги» предназначена для установки режущих инструментов, пластин или резцов, путем затягивания болтами. Данное приспособление используется для обработки внутренних или внешних поверхностей деталей, а в данном случае для расточки средних и больших диаметров отверстий. Применяет в расточных или в токарно-расточных станках.

На рисунке 1 изображена деталь «Борштанга» с ее размерными характеристиками.

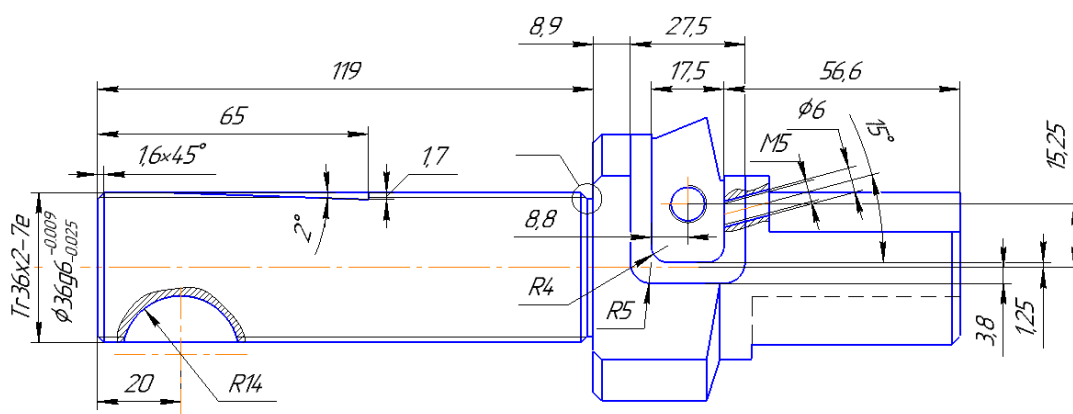


Рисунок 1 – Деталь «Корпус борштанги»

1.2 Краткое описание конструкции, подлежащее разработке

Проектируемая деталь представляет собой корпус с габаритными размерами – диаметр 72 мм, длина – 207 мм. Наивысший квалитет обрабатываемых поверхностей – шестой (резьбовой шейки). Наивысшая шероховатость у резьбовой шейки диаметром 36 мм – Ra равна 0,4. Имеется так же технические требования такие как допуск параллельности

поверхности относительно поверхности А 0,05 мм и допуск симметричности паза Т 0,1 мм относительно базы А. Деталь в соответствии требованиям чертежа изготавливается из стали 19ХГН ТУ 14 – 1 – 261 – 72. Твердость в соответствии с требованиями чертежа HRC 57 – 61.

Пронумерованные поверхности проанализируем и систематизируем их по назначению. Данные поверхности отображены на рисунке 2.

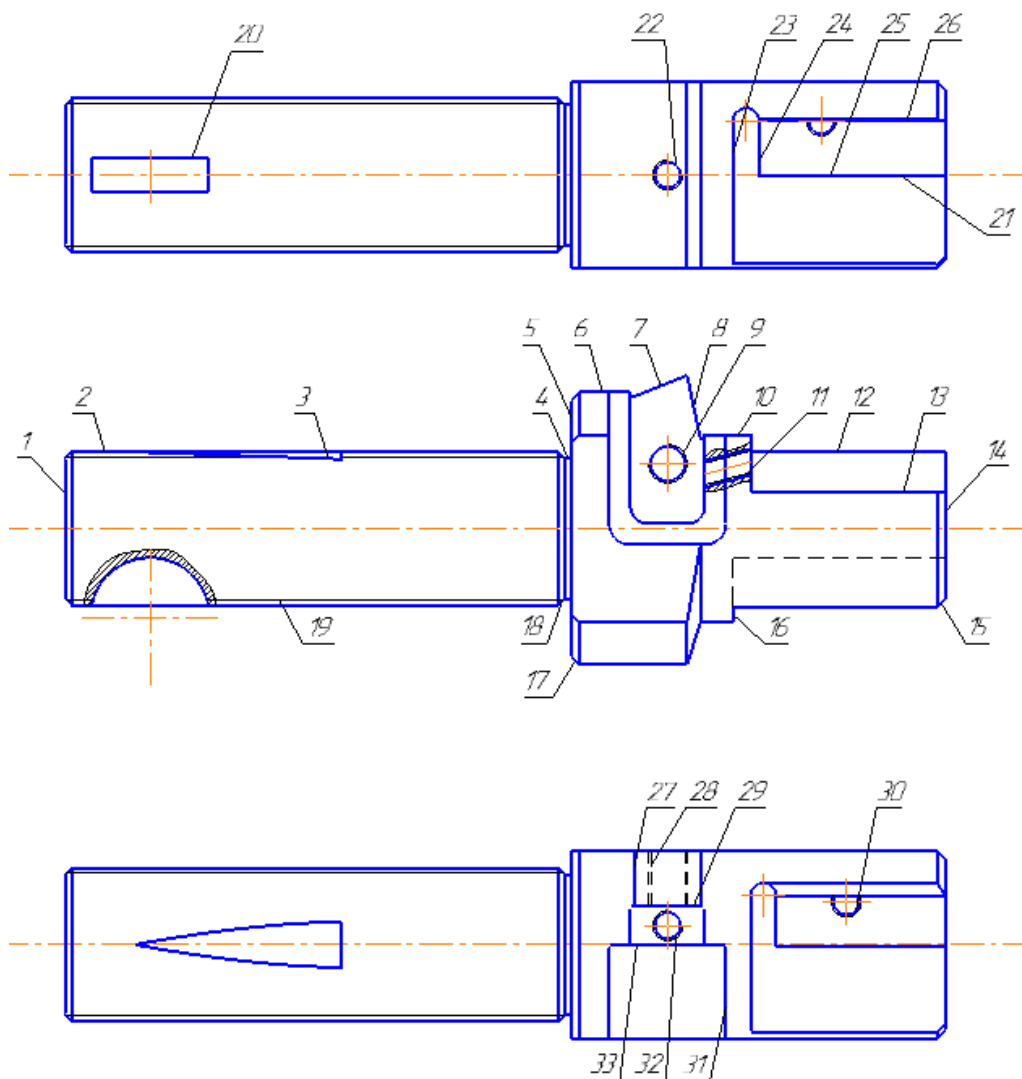


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

Исполнительные поверхности: 3, 9, 11, 19, 20, 22, 30, 32;

Основные конструкторские базы: 2, 5;

Вспомогательная конструкторская база: 1, 2, 3, 12, 13, 16, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 33;

Свободные поверхности: все остальные.

1.3 Технические условия изготовления детали, механические свойства и химический состав материала заготовки

Для изготовления детали необходимо выполнить следующие технические требования:

– Нарезать трапецеидальную резьбу длиной 116 мм и диаметром 36 мм с шагом резьбы 2 мм, качество точности равно 6, шероховатость Ra равно 0,4 мкм. Поле допуска верхнего предела равно минус 0,009 мм, нижнего минус 0,025 мм;

– Твердость детали равна 57...61 по Роквеллу, цементировать до глубины 0,5 ... 0,8 мм, включая поверхность по наружному диаметру трапецеидальной резьбы, остальные резьбы от цементации предохранить;

– Параллельность поверхности шпоночного паза относительно базы 0,05 мм, симметричность поверхностей шпоночного паза относительно базы 0,1 мм;

– Масса детали 2,54 кг;

– В качестве материала для детали используется марка стали 19ХГН ТУ 14 – 1 – 261 – 72, химический состав и механические свойства которой представлены в таблице 3 и 4.

Таблица 1 – Химический состав стали 19ХГН (ТУ 14 – 1 – 261 – 72) (в процентах)

C	Si	Ni	S	P	Mn	Cr
			не более			
0.16...0.21	0.17...0.37	0.8...1.1	0.035	0.035	0.7...1	0.8...1.1

Примечание – Так же химический состав указан в ГОСТ 4543 – 17.

Таблица 2 – Механические свойства стали 19ХГН (ТУ 14 – 1 – 261 – 72)

σ _т , МПа	σ _{вр} , МПа	б, %	Ψ, %	a _n , КДж/м ²	НВ (не более)
не менее					
1180	930	7	–	690	217

Заготовку можно получить как из проката, так и методом штамповки. В обоих случаях форма заготовки довольно простая.

Черновыми базами для данной детали на первой операции, могут послужить цилиндрические шейки и торцевые поверхности заготовки. На последующих операциях могут быть приняты как цилиндрические поверхности, так и специально выполненные центровые отверстия по ГОСТ 14034-74.

Длина обрабатываемых поверхностей относительно невелика и определяется условиями компоновки механизма.

Коэффициент точности обработки определяется по формуле:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1)$$

где A_{cp} определяется по формуле:

$$A_{cp} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 18 \cdot n_{18}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{18}}, \quad (2)$$

где 1, 2, ..., 18 – качества точности;

n_1, n_2, \dots, n_{18} - количество размеров качества точности.

Деталь технологична если коэффициент точности больше 0,18.

$$A_{cp} = \frac{14 \cdot 10 + 7 \cdot 6 + 6 \cdot 1}{10 + 6 + 1} = 11$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{11} = 0,91$$

Коэффициент точности больше, чем 0,18, следовательно, деталь технологична.

Коэффициент шероховатости определяется по формуле:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}}, \quad (3)$$

где $B_{ср}$ определяется по формуле (4):

$$B_{ср} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 14 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}}, \quad (4)$$

где 1, 2, ..., 14 – классы шероховатости;

n_1, n_2, \dots, n_{14} – число поверхностей соответствующего класса шероховатости.

Деталь технологична если коэффициент шероховатости больше 0,16.

$$B_{ср} = \frac{1,6 \cdot 5 + 0,4 \cdot 1 + 3,2 \cdot 13}{19} = 2,63$$

$$K_{ш} = \frac{1}{2,63} = 0,38$$

Коэффициент шероховатости больше, чем 0,16, следовательно, деталь технологична.

1.4 Вывод к разделу

Из всего выше сказанного, деталь является технологичной в плане химических и технических свойств. Коэффициенты шероховатости и точно не ниже допустимых значений, что также указывают на ее технологичность.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Обоснование типа производства

Тип производства определяется от количества изготавливаемой продукции в год и массы самой детали. Данная деталь массой 2,54 кг и годовым планом в 10000 штук. Определение крупносерийного производства входит ее выпускная способность продукции, лежащая в пределах от 5000 до 50000 штук в год. Данный тип производства подходит под исходные данные детали. Крупносерийное производство имеет значительную часть оборудования состоящее из специального и специализированного. Применяются универсальные станки с специальными приспособлениями, позволяющие снижение трудоемкости и удешевление производства. В условиях крупносерийного производства, расположение станков представляется возможным расположить по технологическому процессу.

2.2 Выбор вида и метода получения заготовки

В качестве заготовок в массовом и крупносерийном типе производства широко применяется штамповки. Этот тип заготовок сильно приближена к форме готовой детали. Будут сравниваться два варианта заготовки – заготовка из проката и штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе. Экономический эффект от внедрения поковки, может быть рассчитан по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = (S_{31} - S_{32}) \cdot N \quad (5)$$

где S_{31} и S_{32} – стоимость сопоставляемых заготовок, руб;

N – годовая программа выпуска, шт.

Себестоимость заготовок из проката определяется по формуле:

$$S_1 = M + \sum C_{03} \quad (6)$$

где M – затраты на материал заготовки, руб;

$\sum C_{оз}$ – технологическая себестоимость операций правки калибрования прутков, разрезки их на штучные заготовки.

Себестоимость определяется по формуле:

$$C_{оз} = \frac{C_{пз} \cdot T_{штк}}{60 \cdot 100}, \quad (7)$$

где $C_{пз}$ – приведенные затраты на рабочем месте, коп/ч;

$T_{штк}$ – штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Затраты на материал:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (8)$$

где Q – масса заготовки, кг;

S – цена 1 кг материала заготовки, руб;

q – масса готовой детали, кг;

$S_{отх}$ – цена 1 кг отходов, руб.

Для изготовления детали наружным диаметром 72 мм на производстве используется цилиндрический прокат. Для горячекатаной круглой стали ближайшее большее значение диаметра составит 72 мм по государственному стандарту 2590-88. Масса одного метра такого круга будет 31,96 кг.

Длина заготовки из проката складывается из длины заготовки 211 мм и ширины прореза дисковой пилой (6 мм для пилы диаметром 700 мм). Таким образом, длина заготовки будет равна:

$$L_3 = 211 + 6 = 217 \text{ мм}$$

Из одного метра проката выходит:

$$\frac{1000}{217} = 4,60 \text{ заготовки}$$

Масса каждой из четырех заготовок, с учетом остатка, соответственно:

$$Q = \frac{31,96}{4,60} = 6,94 \text{ кг}$$

Масса отходов определяется как разность массы заготовки и готовой детали:

$$q = Q - M_d = 6,94 - 2,54 = 4,40 \text{ кг}$$

Цена за 1 кг материала заготовки, составит 30 рублей за килограмм. Для расчетов принимается равное 30 руб/кг. Стоимость тонны отходов составляет по данным предприятия 3000 руб.

Затраты на материал:

$$M = 6,94 \cdot 30 - (6,94 - 4,40) \cdot \frac{3000}{1000} = 200,58 \text{ руб}$$

Значение С составляет примерно 10000 коп/час. Тогда:

$$C_{оз} = \frac{10000 \cdot 1,5}{60 \cdot 100} = 2,5 \text{ руб}$$

Стоимость заготовки из проката:

$$S_1 = 200,58 + 2,5 = 203,08 \text{ руб}$$

Себестоимость поковки:

$$S_2 = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_N \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (9)$$

где C_i – базовая стоимость 1 тонны заготовок, руб;

k_T, k_C, k_B, k_M, k_N – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок.

C_i равен 37300; k_T равен 1,05; k_C равен 1,93; k_B равен 1; k_M равен 0,93; k_N равен 1; Масса поковки Q равен 3,556 кг.

Себестоимость поковки составит:

$$\begin{aligned} S_2 &= \left(\frac{37300}{1000} \cdot 3,556 \cdot 1 \cdot 1,26 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \right) - (3,556 - 2,54) \cdot \frac{3000}{1000} = \\ &= 152,37 \text{ руб} \end{aligned}$$

По результатам расчетов можно сделать вывод, что выгоднее использовать заготовку поковку.

Экономический годовой эффект

$$\mathcal{E}_3 = (203,08 - 152,37) \cdot 10000 = 507100 \text{ руб}$$

2.3 Выбор баз, оборудования и оснастки

Таблица 3 – Выбор оборудования и инструмента

№	Операция	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Приспособление	Инструмент	Средства контроля
005	Фрезерно-центральная	6902ПМФ2	Тиски с призматическим и губками ГОСТ 12195-66.	Фреза торцовая Т5К6 ГОСТ 1695-80,	Скоба рычажная ГОСТ6705-78, Шаблон.

Продолжение таблицы 3

№	Операция	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Приспособление	Инструмент	Средства контроля
				Сверло центровочное тип А Р6М5 ГОСТ 14952-80	
010 015	Токарная черновая	16К20Ф3 с ЧПУ	Токарный патрон ГОСТ 24351-80, Центр вращающийся ГОСТ 8742-75.	Проходной резец. Пластина Т5К10.	Скоба рычажная ГОСТ6705-78, Шаблон.
020 025	Токарная чистовая			Проходной резец. Пластина ромбическая Т15К6.	
030	Фрезерная	2С150ПМФ4 с ЧПУ	Тиски с призматическим и губками ГОСТ 12195-66	Концевая фреза ГОСТ 17025-71 Р6М5К5.	Шаблон ГОСТ 2534-79.
035	Шпоночно-фрезерная	6Р12	Тиски ГОСТ 12195-66	Фреза шпоночная Р6М5 ГОСТ 4675-71	Шаблон ГОСТ 2534-79.
040	Токарная	16К20Ф3 с ЧПУ	Патрон ГОСТ 3890-92	2660-0505 ГОСТ 18876-73	Шаблон ГОСТ 4126-82
045 050	Сверлильная	2Р135Ф2-1	Тиски ГОСТ 16518-96	Сверло ГОСТ 10903-77	Калибр ГОСТ 14807-69
055	Цементация	Печь	-	-	-
060	Круглошлифовальная	3М153А	Цанговый патрон ГОСТ 17200-71	Шлифовальный круг ГОСТ 2424-10	Шаблон ГОСТ 2534-79.
065	Шлифовальная чистовая		Цанговый патрон ГОСТ 17200-71		
070	Моечная	-	-	-	-

Рассчитаем припуски на диаметральный размер 36г6 мм и данные внесем в таблицу 4.

Таблица 4 – Припуски

Переход		Припуск			Допуск Тd/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
		ρ^{i-1}	Rz^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$		d_{min}^i	d_{max}^i	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
1	Поковка	200	160	357	1600	36,97	38,6	-	-
2	Точение черновое	100	100	24	620 14	36,28	36,92	700	1680

Продолжение таблицы 4

Переход		Припуск			Допуск Td/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
		ρ^{i-1}	Rz^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$		d_{min}^i	d_{max}^i	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
3	Точение чистовое	25	25	16	100 10	36,08	36,2	200	720
4	Шлифование черновое	20	10	8	39 8	36,03	36,039	100	161
5	Шлифование чистовое	15	5	4	25 6	36	36,009	25	64

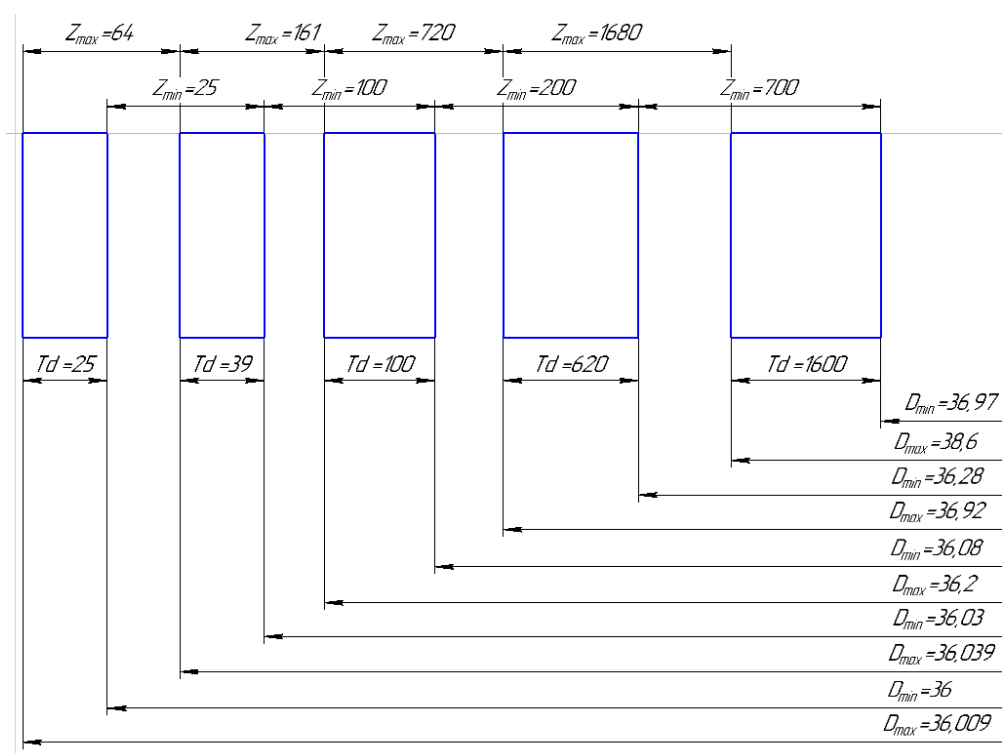


Рисунок 3 – Схема припусков на размер 36g6

Разработка технологического маршрута.

План технологического маршрута представлен в графической части работы.

2.4 Расчет режимов резания

Расчет производится аналитическим методом на операцию 020 токарная.

Исходные данные.

Режущий инструмент – токарный резец с механическим креплением твердосплавной пластины, угол в плане ϕ равен 95 градусам. Материал пластины – Т15К6.

Станок - токарный с системой ЧПУ 16К20Ф3.

Жесткость системы СПИД – жесткая;

Глубина резания t равен 0,4 мм;

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v, \quad (10)$$

где C – коэффициент;

T – стойкость инструмента, мин;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степени;

K – общий поправочный коэффициент.

Для углеродистой стали равную 750 МПа, выберем базовую величину C равное 350, наружного продольного точения проходным резцом Т15К6, подача до 0,2 мм/об, время работы одной пластины возьмем 60 минут, табличные величины степеней x равную 0,15, y равное 0,35, m равное 0,20. Коэффициент, обеспечивающий условия обработки K_v примем равным 1.74.

По формуле (10) скорость резания равна:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot 1,74 = 543,75 \text{ м/мин}$$

Для определения машинного времени, потребуется скорость резания перевести в обороты:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (11)$$

Следовательно, можно принять:

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

где n – число оборотов шпинделя, об/мин;

V – скорость резания, м/мин;

D – наибольший диаметр обработки, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 543.75}{3.14 \cdot 72} = 2405,12 \text{ об/мин}$$

Для определения мощности резания сперва необходимо узнать силу прикладываемое на резец. Мощность резания не должно превышать мощности привода станка.

Сила резания при точении определяется по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (13)$$

где C_p – коэффициент обработки равный 420;

x, y, n – табличные значения соответственно равные 1.0, 0.75, -0.15;

K_p – коэффициент коррекции

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (14)$$

где $K_{MP}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ равны 0.65, 0.89, 1.0, 1.0 и 1.0.

Сила резания равна:

$$P_z = 10 \cdot 420 \cdot 0,4^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 543,75^{-0,15} \cdot 0,58 = 113,29 \text{ Н}$$

Определим требуемую мощность по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (15)$$

$$N = \frac{113,29 \cdot 543,75}{1020 \cdot 60} = 1 \text{ кВт}$$

Максимальная мощность станка составляет 7,5 кВт, для точения детали потребуется 1 кВт, что значительно ниже максимального значения мощности станка. Использование станка никаких проблем не представит.

Изготовить деталь выдерживая размеры в соответствии рабочему чертежу. Записать расчеты режимов резания в таблицу 5.

Таблица 5 – Режимы резания

Операция	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T ₀
010 Токарная	1	0,5	113	1000	0,24
015 Токарная	1,5	0,5	226	1000	0,18
020 Токарная	0,4	0,25	113	1000	0,48
025 Токарная	0,4	0,25	226	1000	0,35
030 Фрезерная	7	0,6	120,8	800	0,31
	7	0,6	120,8	800	0,31
	3,6	0,3	133,5	500	0,15
	3,6	0,3	133,5	500	0,15
	3,6	0,3	133,5	500	0,15
035 Шпоночно-фрезерная	0,2	0,2	15,7	250	0,17
	0,3	0,4	20	250	0,10
040 Токарная	0,5	0,1	10	300	0,43
045 Сверлильная	0,4	0,2	19,95	580	0,12
	0,3	0,2	19,95	580	0,12
	0,3	0,2	19,95	580	0,12
	0,4	0,2	19,95	580	0,12
	0,4	0,2	19,95	580	0,12
060 Кругло-шлифовальная	0,15	0,07	30	265,4	0,2
065 Шлифовальная	0,1	0,07	20	176,9	0,7

2.5 Расчет времени и расценок

Устанавливаются нормы времени в условиях массового и крупносерийного производства. В серийном производстве проводятся определения нормы штучно-калькуляционного времени. Штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{штк} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}, \quad (16)$$

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии;

$T_{шт}$ – норма штучного времени.

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{F_d}, \quad (17)$$

где N – годовая программа выпуска (N равна 10000 шт);

a – необходимый запас деталей на складе, в днях (6 дней);

F – число рабочих дней в году (составляет 254 дня).

$$n = \frac{10000 \cdot 6}{254} = 236 \text{ шт}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{об} + T_{от}, \quad (18)$$

где T_o – основное (машинное) время, мин;

T_b – вспомогательное время, мин;

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

$T_{от}$ – время на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время:

$$T_B = T_{yc} + T_{zo} + T_{уп} + T_{из}, \quad (19)$$

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

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

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

$T_{из}$ – время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (20)$$

где $T_{тех}$ – время на техническое обслуживание рабочего места, мин;

$T_{орг}$ – время на обслуживание рабочего места.

Время на техническое обслуживание рабочего места для каждой группы станков посчитаем отдельно.

Для токарных и сверлильных операций:

$$T_{тех} = \frac{T_0 \cdot t_{cm}}{T}, \quad (21)$$

где T_0 – основное время на операцию, мин;

t – время на смену инструмента, мин;

T – период стойкости лимитирующего инструмента, мин.

Для шлифовальных операций:

$$T_{тех} = \frac{T_0 \cdot t_n}{T}, \quad (22)$$

где t_n – время на правку шлифовального круга, мин.

Для остальных операций:

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_0 \cdot \Pi_{\text{тех}}}{T}, \quad (23)$$

где $\Pi_{\text{тех}}$ – затраты на обслуживание рабочего места.

Время на отдых и личные занятия:

$$T_{\text{от}} = \frac{T_0 \cdot \Pi_{\text{оп}}}{100}, \quad (24)$$

где $\Pi_{\text{оп}}$ – затраты времени в процентах к оперативному.

Результаты расчетов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Нормы времени

Наименование операции	T_0	$T_{\text{в}}$	$T_{\text{оп}}$	$T_{\text{от}}$	$T_{\text{п-з}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{шт-к}}$
010 Токарная	0,24	0,42	0,66	0,06	24,7	0,77	0,82
015 Токарная	0,18	0,42	0,60	0,06	24,7	0,71	0,76
020 Токарная	0,48	0,42	0,90	0,06	24,7	1,01	1,06
025 Токарная	0,35	0,42	0,77	0,06	24,7	0,88	0,93
030 Фрезерная	0,91	5,65	6,56	0,21	70	7,29	7,44
035 Шпоночно-фрезерная	0,27	1,48	1,75	0,06	46	1,93	2,01
040 Токарная	0,43	0,42	0,85	0,06	24,7	0,96	1,01
045 Сверлильная	0,24	9,76	10	2,16	34	13,06	13,12
050 Сверлильная	0,36	14,64	15	3,24	51	19,59	19,68
060 Кругло-шлифовальная	0,2	1,13	1,33	0,04	14	1,48	1,51
065 Шлифовальная	0,7	1,13	1,83	0,15	14	2,08	2,10

2.6 Вывод к разделу

При заданной программе оптимальным типом производства является крупносерийное. По экономическом эффекту поковка обойдется дешевле. На основе этого составлен технологический маршрут и подобраны оптимальные режимы резания.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Расчет приспособления

3.1.1 Назначение, устройство, принцип работы приспособления

В качестве проектируемого приспособления на фрезерную операцию были выбраны тиски с гидравлическим приводом. От типа производства зависит какие тиски с определенным приводом будут использоваться на оборудовании. К примеру, в единичном производстве обычно используют тиски с механическим или пневматическим приводом. В массовом же производстве выбор преимущественно падает на механические или гидравлические тиски специального типа.

Рассматриваемый тип производства - серийный. Данный тип характеризуется ограниченной разновидностью изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, чем в единичном. При этом используются обычно универсальные станки, оснащенные специальными приспособлениями. Настройка тисков позволяет быстро перестраивать приспособление для деталей другого типа, либо вернуть тиски в исходное состояние. В качестве наладок на проектируемых тисках используются сменные губки и призмы.

Шпоночно-фрезерный станок предназначен для обработки шпоночных пазов, то есть другие виды работ выполнять станок не будет. В год количество обрабатываемых деталей составляет 10000 штук. С учетом всего выше сказанного, можно применить приспособление с призмами и рычажными прижимами – в случае необходимости перенастроить приспособление на изготовление других деталей.

Необходимо провести расчет усилия зажима, усилие на штоке гидроцилиндра и провести проверку возможности зажима. В случае превышения усилия зажима следует подобрать редуцирующий клапан или

применить другой гидроцилиндр с меньшим диаметром, для снижения давления в системе.

Во время обработки деталь должна быть неподвижна. Для этого нужно лишить ее шести степеней свободы. Для их размещения требуется три координатные поверхности. В зависимости от формы и размеров заготовки эти точки могут быть расположены на разных координатных поверхностях.

База – это поверхность, принадлежащая заготовке.

Установочная база – это база, лишаящая заготовку трех степеней свободы.

Направляющая база – это база лишаящая деталь двух степеней свободы.

Базу, лишаящую заготовку детали одной степени свободы называют опорной.

Для обеспечения контакта между поверхностями заготовки и опорными точками необходимо создать зажимные силы, которые рекомендуется располагать против опорных точек.

3.1.2 Расчет погрешности базирования и установки

Суммарная погрешность состоит из погрешности установки, погрешности настройки станка и погрешности обработки при выполнении обработки детали.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega), \quad (25)$$

где δ – допуск на размер обрабатываемой детали, мкм;

ε_6 – погрешность базирования, мкм;

K_1, K_2 – коэффициенты ($K = 0,8 \dots 0,85$; $K = 0,6 \dots 1,0$);

Δ_y – погрешность установки детали, мкм;

ω – точность обработки на размер детали при выполнении данной операции.

Допуск на размер обрабатываемой поверхности равен 51 мкм – для размера паза $8P9_{-0,051}^{-0,015}$ мм.

Погрешность базирования для установки в призму равна:

$$\Delta\varepsilon_6 = 0,5TD \cdot \left(\frac{1}{\sin\alpha} + 1\right), \quad (26)$$

где TD – допуск на диаметр заготовки, мм;

α – угол призмы, в градусах.

Угол призмы составляет 90 градусов, значение допуска берется по чертежу детали. Он равен 36 мкм.

$$\Delta\varepsilon_6 = 0,5 \cdot 0,036 \cdot \left(\frac{1}{90} + 1\right) = 0,036 \text{ мм}$$

Погрешность составит:

$$\Delta_{\text{пр}} = 0,036 - (0,8 \cdot 0,036 + 0,080 + 0,6 \cdot 0,052) = -0,104 \text{ мм}$$

Знак минус говорит о том, что для данных допусков погрешность приспособления в любом случае меньше нуля.

3.1.3 Расчет усилия зажима заготовки

В момент резания, силы стремятся повернуть заготовку в призмах и сдвинуть деталь в осевом направлении. Этим усилиям должна противопоставляться сила зажима заготовки. Для предотвращения сдвига или поворота расчет должен проводиться по обеим составляющим силам резания, и для дальнейших расчетов принимается наибольший.

Для момента, создаваемого силой P_z , усилие зажима:

$$W = \frac{K \cdot M}{f_{эм} \cdot \frac{D}{2} + f_{он} \cdot \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}}, \quad (27)$$

где K – нормативный коэффициент запаса;

M – момент сопротивления резанию, Нм;

$f_{эм}$ – коэффициент трения на зажимном механизме;

$f_{он}$ – коэффициент трения на опоре.

Сила зажима, препятствующая сдвигу детали в осевом направлении:

$$W = \frac{K \cdot P_y}{f_{эм} + f_{он}}, \quad (28)$$

Коэффициент запаса:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (29)$$

где K_0 – нормативный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент на увеличения сил резания при черновой обработке;

K_2 – коэффициент на увеличения сил резания при затуплении инструмента;

K_3 – коэффициент на увеличения сил резания при прерывистом резании;

K_4 – на тип силового привода;

K_5 – характеризующий эргономику приспособления;

K_6 – для заготовок, установленных на плоскость.

K_0 равна 1,5; K_1 равна 1,0; K_2 равна 1,2; K_3 равна 1,0; K_4 равна 1,2; K_5 равна 1,0; K_6 равна 1,0.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,16$$

По рекомендациям, если коэффициент менее 2,5; его принимают равным 2,5.

Момент от силы резания P_z равен произведению этой силы на половину диаметра. Угол призмы конструктивно 90 градусов.

$$W = \frac{2,5 \cdot P_z \cdot \frac{36}{2}}{0,16 \cdot \frac{36}{2} + 0,16 \cdot \frac{36}{2 \sin 45}} = 6,47 \cdot P_z,$$

$$W = \frac{2,5 \cdot P_y}{0,16 + 0,16} = 7,81 \cdot P_y,$$

При фрезеровании силу P_y можно выразить через P_z .

$$P_y = (0,3 \dots 0,4) \cdot P_z,$$

Тогда, при наихудшем варианте примет вид:

$$W = 3,13 \cdot P_z,$$

Как видно из расчетов, дальнейшие расчеты должны вестись не на сдвиг, а на проворот.

Сила резания определяется в технологической части. Определение усилия зажима детали в приспособлении.

Сила для данного приспособления равна:

$$W = 6,47 \cdot P_z,$$

где P_z равна 113,29 Н

Для силы такой величины усилие зажима W будет равно:

$$W = 6,47 \cdot 113,29 = 732,97 \text{ Н}$$

Усилие на штоке пневмоцилиндра определяется по методике для кулачковых механизмов, воспринимающих усилие от толкающего плунжера. Если плунжер находится между опорной точкой и точкой зажима, усилие на штоке привода можно найти по формуле:

$$Q = P \cdot \frac{l+l_1}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta}, \quad (30)$$

где P – расчетное усилие зажима (в данном случае – W);

l и l_1 - длины короткого и длинного плеча рычага соответственно;

η – КПД системы.

Приняв КПД системы равным 0,8, длины плеча – 32 мм и 50 мм, можно определить силу.

$$Q = 732,97 \cdot \frac{32+50}{50} \cdot \frac{1}{0,8} = 1502,46 \text{ Н}$$

Для создания данного усилия принимается стандартный гидравлический цилиндр 7021-0121 по ГОСТ 19899-74.

3.2 Расчет режущего инструмента

3.2.1 Описание конструкции

В качестве проектного приспособления и для дальнейших расчетов был выбран инструмент для фрезерной операции. Была выбрана концевая фреза с коническим хвостовиком ГОСТ 17025-71.

Для расчетов концевой фрезы для обработки поверхностей заготовки необходимы следующие параметры: наружный диаметр фрезы, длина рабочей головки, число рабочих зубьев, общая длина фрезы и диаметр хвостовика. Они являются конструктивными значениями, которые можно найти в ГОСТ 17025-71.

Концевая фреза может быть использованная как для получистовой, так и для чистовой механической обработки детали, что зависит от размера самих зубьев. Данная фреза выпускается непосредственно с неравномерным шагом, который зависит от количества числа зубьев. Размер шага четко прописан в государственном стандарте. Таким образом при шести зубах на фрезе шаг будет равен 57; 63; 57; 63; 57; 63 градусов. Разность градусов в шаге дает нам повышенную виброустойчивость при механической обработки детали.

3.2.2 Расчет концевой фрезы

Основные параметры

Материал рабочей части – Р6М5 ГОСТ 19265-73.

Материал хвостовика – Сталь 40Х ГОСТ4543-71.

Глубина фрезерования равен 33 мм.

Диаметр фрезы равен 22 мм, соответственно исходя из государственного стандарта число зубьев будет равен 6, общая длина фрезы будет равен 104 мм, длина рабочей части составит 38 мм.

Геометрические параметры фрезы.

Угол наклона главной режущей кромки равен 35 градусам, передний угол равен 15 градусам, а задний угол равен 14 градусам. Вспомогательный задний угол равен 8 градусам. Угол главной режущей кромки равен 10 градусам. Шаг между первым, третьим и пятым зубом равен 57 градусам, а шаг между вторым, четвертым и шестым зубом будет равен 63 градусам в плане.

Подача будет равна 0,05 мм на зуб.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (31)$$

где С – коэффициент;

D – диаметр фрезы, мм;

T – стойкость инструмента, мин;

t – глубина фрезерования, мм;

S – подача;

B – ширина фрезерования, мм;

z – число зубьев;

K – общий поправочный коэффициент;

q, m, x, y, u, p – табличные коэффициенты.

$$V = \frac{46,7 \cdot 22^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 33^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 21^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 1 = 21,22 \text{ м/мин}$$

Частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (32)$$

где V – скорость резания;

D – диаметр фрезы, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 21,22}{3,14 \cdot 22} = 307,18 \text{ об/мин}$$

Определяем действительную частоту вращения, она будет равняться 1000 оборотам в минуту.

Дальнейший шаг следует узнать фактическую скорость резания и силу резания.

$$V_{\text{факт}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \quad (33)$$

где n_d – действительная частота вращения, об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 1000}{1000} = 69,08 \text{ м/мин}$$

После того как узнали скорость резания, можем узнать силу резания.

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n_d^w} \cdot K, \quad (34)$$

где C – коэффициент;

t – глубина фрезерования;

S – подача;

B – ширина фрезерования;

z – число зубьев;

D – диаметр фрезы;

n – действительная частота вращения;

x, y, n, q, w – степени;

K – общий поправочный коэффициент.

Коэффициент C равен 68,2; а степени x, y, n, q, w равны 0,86; 0,72; 1; 0,86; 0. Все остальные значения уже известны и представляется возможным подсчитать силу резания.

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 33^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 21 \cdot 6}{22^{0,86} \cdot 1000^0} \cdot 1 = 5893,8 \text{ Н}$$

Для того чтобы узнать равномерность фрезерования данной фрезы, необходимо рассчитать окружной шаг и осевой шаг, в следствии чего можно будет определить выполняемость условия равномерного фрезерования.

Первым этапом нужно определить окружной шаг зубьев фрезы.

$$S_{\text{окр}} = \frac{\pi \cdot D}{z}, \quad (35)$$

где D – диаметр фрезы, мм;

z – число зубьев.

$$S_{\text{окр}} = \frac{3,14 \cdot 22}{6} = 11 \text{ мм}$$

Необходимо определить осевой шаг зубьев фрезы.

$$S_{\text{ос}} = \frac{\pi \cdot D}{z} \text{ctg} \omega, \quad (36)$$

где ω – угол наклона главной режущей кромки.

$$S_{\text{ос}} = \frac{3,14 \cdot 22}{6} \text{ctg} 35^\circ = 16 \text{ мм}$$

Когда стал известен осевой шаг, следует провести определение условия равномерности фрезерования.

$$K = \frac{B}{S_{\text{ос}}}, \quad (37)$$

$$K = \frac{21}{11} = 1,9$$

Значение K близка к целому числу, следовательно, условие равномерности соблюдается.

Крутящий момент шпинделя:

$$M_k = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \quad (38)$$

$$M_k = \frac{5893,8 \cdot 22}{2 \cdot 100} = 648,31 \text{ Н}$$

Эффективная мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V_{\text{факт}}}{1020 \cdot 60}, \quad (39)$$

$$N = \frac{5893,8 \cdot 69,08}{1020 \cdot 60} = 6,65 \text{ кВт}$$

По паспорту станка, максимальная мощность равна 7,5 киловатта, следовательно, выбранные режимы резания подобраны и рассчитаны правильно.

3.3 Вывод к разделу

Оптимальным приспособлением для фрезерной операции были подобраны тиски с призматическими губками на гидравлике. А также подобран инструмент для фрезерования поверхностей в виде концевой фрезы с коническим хвостовиком.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно – технологическая и организационно – техническая характеристика

Стоит для начала провести анализ технического объекта. Результаты будут внесены в таблицу 6.

Таблица 6 – Технологический паспорт объекта

№	Технологический процесс	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование	Материал
1	Штамповка деталей в горячештамповочных прессах	Заготовительная	Литейщик	КГШП	Сталь 19ХГН
2	Фрезерная	Фрезерно-центровальная	Фрезеровщик	6902ПМФ2	Сталь 19ХГН
3	Токарная	Токарная	Токарь	16К20Ф3	Сталь 19ХГН
4	Сверлильная	Сверлильная	Сверловщик	2Р135Ф2-1	Сталь 19ХГН
5	Фрезерная	Фрезерная	Фрезеровщик	6Р12	Сталь 19ХГН
6	Шлифовальная	Шлифовальная	Шлифовщик	3М153А	Сталь 19ХГН

Таким образом имеется 6 направлений работы от получения заготовки до комплексной механической обработки.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Приводится название опасных или вредных производственных факторов на объекте и выявленные записываются в таблицу 7.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

№	Вид выполняемых работ	Опасный или вредный фактор	Источник опасного или вредного фактора
1	Заготовительная	Высокая температура, пониженное содержание кислорода, пыль и газы.	Пресса, горячий металл
2	Фрезерно-центровальная	Разлетающиеся стружка, подвижные элементы, нагретые элементы детали, электрический ток, вибрация, шум, транспорт	Режущий элемент, грузоподъемные устройства, подвижные части оборудования, электрооборудования, заготовка, станки
3	Токарная		
4	Сверлильная		
5	Фрезерная		
6	Шлифовальная	Разлетающиеся мелкая стружка металла и режущего элемента, шум, вибрация, транспорт, нагретые элементы детали, электрический ток, подвижные элементы	Режущий элемент, грузоподъемные устройства, подвижные части оборудования, электрооборудования, заготовка, станки

Из приведенных выполняемых работ, больше всего подвержены профессиональным болезням рабочие занимающиеся комплексной механической обработкой и требуется более детальное рассмотрение.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

После определения профессиональных рисков, теперь необходимо рассмотреть методы борьбы с ними. Результаты будут занесены в таблицу 8.

Таблица 8 – Методы и средства снижения рисков

№	Опасный или вредный производственный фактор	Частично или полное устранение производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Высокая температура	Рациональная организация труда способствует уменьшению влияния температуры	Специальная роба от повышенных температур будет защищать работника от повышенных температур

Продолжение таблицы 8

№	Опасный или вредный производственный фактор	Частично или полное устранение производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
2	Пониженное содержание кислорода	Приточно-вытяжная вентиляция способствует циркуляции воздуха; Рациональная организация труда и отдыха поможет по снижению влияния недостатка кислорода	-
3	Пыль и газы	Приточно-вытяжная вентиляция для циркуляции воздуха	Респираторы будут очищать воздух, поступающий в лёгкие работника
4	Подвижные элементы	Напольная разметка, информирующая об опасности; Установка защитных ограждений предупредит попадание людей в опасной зоне; Применение блокировок для блокировки движение машин, если в опасной зоне присутствует человек	-
5	Стружка	Установка защитных экранов и кожухов для защиты работников от разлёта стружки; Установка ограждений от посторонних людей	Защитные очки, защитные щитки защитят от сливной стружки
6	Вибрация	Дистанционное управление оборудованием, работающим с вибрацией для изолированной работы; Создание нескольких бригад для сменности рабочих; Массаж рук и производственная гимнастика для снижения влияния вибрации	Специальная виброзащитная обувь, специальные виброзащитные перчатки для снижения воздействия вибрации
7	Шум	Применение шумоизоляции и шумопоглощающих элементов для максимального поглощения шума	Беруши изолируют шум и защищают органы слуха человека
8	Цеховой транспорт	Напольная разметка для безопасного премещения; Размещение схем передвижения транспорта и складирования на стенах помещений	Ботинки с металлическим носком и каски защитят от падения небольших предметов

4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта

Для того, чтобы максимально эффективно бороться с пожаром необходимо проанализировать возможные риски. Нужно знать, как предотвращать угрозу быстро и эффективно. Результаты анализа находятся в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация классов и опасных факторов пожаров.

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Заготовительная	КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Неисправность электропроводки; пламя и искры	Замыкание электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
Фрезерно-центровальная	6902ПМФ2	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	возгорание промасленной ветоши, масла	Замыкание электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
Токарная	16К20Ф3			
Сверлильная	2Р135Ф2-1			
Фрезерная	6Р12			
Шлифовальная	3М153А			

Следовательно, потенциальными источниками возгорания служат электрооборудование и место складирования ветоши.

4.5 Разработка организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

После выявления потенциально возможного возникновения пожара, необходимо выбрать меры его предотвращения. Все необходимые меры будут представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация
Огнетушители углекислотные, порошковые либо пенные на пресной воде	Пожарная машина	Система автоматического пожаротушения пенная	Приборы контрольно-приёмные пожарные	Пожарные стенды, пожарные шкафы, пожарные гидранты	Респираторы, противогазы, огнестойкие костюмы	Лопаты, ломы	Автоматическая пожарная сигнализация

На техническом объекте в большом количестве имеется электрооборудование. Для тушения пожаров следует исключить огнетушители в которых имеется смесь проводящая электрический ток. Все остальные принятые решения основываются на широко применяющиеся в пожарной безопасности.

4.6 Организационные мероприятия по предотвращению пожара

Для ликвидации пожара были подобраны методы борьбы с ним, но для полного исключения риска пожара стоит рассмотреть организационные мероприятия, что в свою очередь значительным образом уменьшит риск. Результаты мероприятий будут приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Мероприятия по пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Наименование видов мероприятий	Предъявляемые нормативные требования
Фрезерная	Хранение ветоши в огнеупорных контейнерах в безопасной зоне вдали от рисков; Использование автоматов в электрических цепях	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещатели, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ
Токарная		
Сверлильная		
Фрезерная		
Шлифовальная		

Использование автоматов электрических цепях обеспечат моментальное отключение электроэнергии при скачке напряжения. Контейнер обеспечит безопасное хранение ветоши от источников возгорания, а также предотвратит попадание искр. Необходимость проводить противопожарные инструктажи среди работников для максимальной информативности во время опасности и предотвратит неразбериху. Пожарная сигнализация вовремя предупредит весь персонал об возникшей опасности.

4.7 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая обстановка в наше время становится с каждым годом все хуже и хуже, следует обеспечивать производства экологическими барьерами. В таблице 12 будут приведены потенциальные угрозы экологии и методы борьбы с ними.

Таблица 12 – Определение негативных экологических факторов

Наименование технического процесса	Структурные составляющие технического объекта	Негативное экологическое воздействие на атмосферу	Негативное экологическое воздействие объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие на литосферу
Участок горячештамповочных	КГШП	Газы; Пыль	-	-

прессов				
---------	--	--	--	--

Продолжение таблицы 12

Наименование технического процесса	Структурные составляющие технического объекта	Негативное экологическое воздействие на атмосферу	Негативное экологическое воздействие объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие на литосферу
Фрезерная	6902ПМФ2	Газы; Пыль	Сточные воды после очистки заготовок; Утилизация СОЖ	-
Токарная	16К20Ф3	Газы, Пыль		-
Сверлильная	2Р135Ф2-1	Газы; Пыль		-
Фрезерная	6Р12	Газы; Пыль		-
Шлифовальная	3М153А	Пыль		-

Основной угрозой экологии является цех механической обработки детали. По причине утилизации СОЖ, что в свою очередь является проблемой. Следует разработать мероприятия по снижению загрязнения среды. Результаты выносятся в таблицу 13.

Таблица 13 – Разработка мероприятий по снижению негативного эффекта

Наименование объекта	Меры снижения антропогенного воздействия:
Мероприятия по снижению отрицательного воздействия на атмосферу	Установка фильтрующего оборудования снизит количество выпускаемых паров и газов; Установка системы очистки газов; Применение установок низкотемпературного окисления СО будут дожигать угарный газ, как это делают автомобильные катализаторы;
Мероприятия по снижению отрицательного воздействия на гидросферу	Механические, физико-химические и биологические методы очистки сточных вод очистят сточные воды
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Плавка отходов будет способствовать переработке около 70% отходов

На рисунке 5 показана схема разработанной комплексной очистки воздуха.

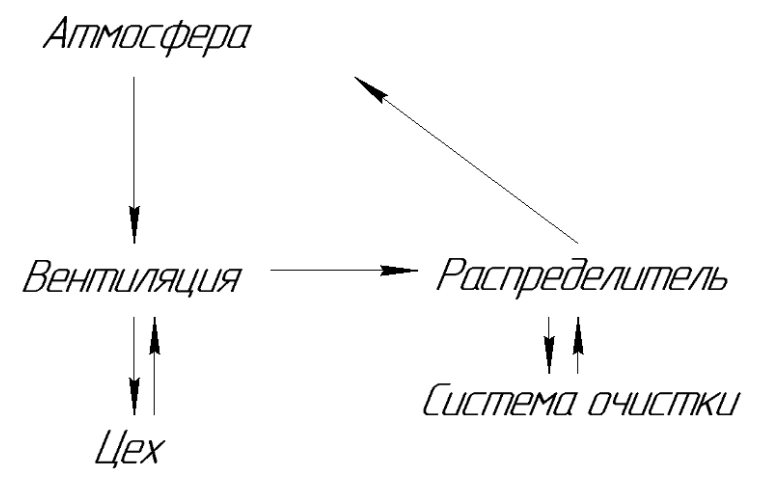


Рисунок 5 – Схема циркуляции воздуха

4.8 Заключение по разделу

В данном разделе были рассмотрены технические характеристики техпроцесса по изготовлению детали корпуса борштанги. Выявлен ряд вопросов и решений по рискам профессионального заболевания рабочих, экологического эффекта. Тщательно проработана пожарная безопасность предприятия, выявлены риски возникновения пожара и борьба с ним. Построен схематичный рисунок по очистке воздуха от пыли и газов.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать экономические показатели техпроцесса и произвести сравнение с показателями базового варианта, определить экономический эффект.

На основании расчётов производится калькуляция себестоимости изделия. Она оформлена в виде таблицы 14. Калькуляция поможет решить такой вопрос, как цену изделия. Все экономические расчеты были составлены в программе Microsoft Excel.

Таблица 14 – Калькуляция

Статьи затрат	Себестоимость единицы изделия		Структура себестоимости, %
	по проекту	по базовому варианту	
Основные материалы за вычетом возвратных отходов	136,22	274,41	14,33
Покупные полуфабрикаты	0	0	0
Основная зарплата рабочих	31,73	57,42	3,34
Дополнительная зарплата основных рабочих	3,81	9,18	0,40
Отчисления в фонд социального страхования	35,85	19,98	3,77
Итого прямые затраты	207,61	360,99	-
Расход по эксплуатации и содержания оборудования	214,55	242,82	22,58
Цеховые расходы	300,37	388,27	31,61
Итого цеховая себестоимость	514,92	631,09	-
Производственные расходы	214,55	305,02	22,58
Итого производственная себестоимость	729,47	936,11	-
Внепроизводственные расходы	12,87	18,3	1,35
Итого полная себестоимость	949,95	1315,4	100
Плановая прибыль, 30%	284,99	394,62	-
Итого оптовая цена	1234,94	1710,02	-
НДС	222,29	307,80	-
Итого цена реализации	1457,23	2017,82	-

Расчет себестоимости позволил определить такие моменты как: основная и дополнительная зарплата основных рабочих и цеховые расходы. Расчет проводится в сравнении с старым проектом. Новый проект включает в

себя внедрение числового программного станка на сверлильную операцию. Эти данные будут отображаться на рисунке 6.

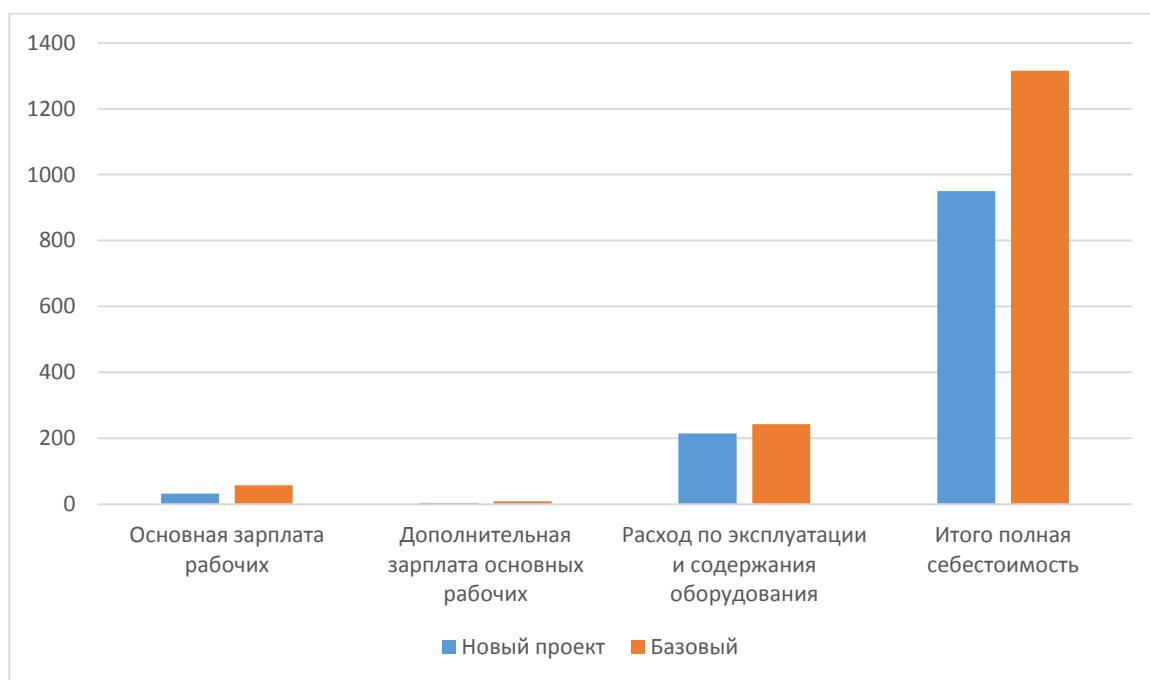


Рисунок 6 – Калькуляция

По данным представленным на рисунке 6 можно сделать вывод о том, что по показателям себестоимость снизилась на 27,79 процентов. Также было совершенно изменение в зарплате основных рабочих, оно составило 44,75 процентов. Расход по эксплуатации и содержанию оборудования также снизился на 11,65 процентов.

Следующим этапом стоит определить разницу между базовым и новым проектом в цеховой себестоимости, полной себестоимости и производственной себестоимости. Результаты будут отображены на рисунке 7.

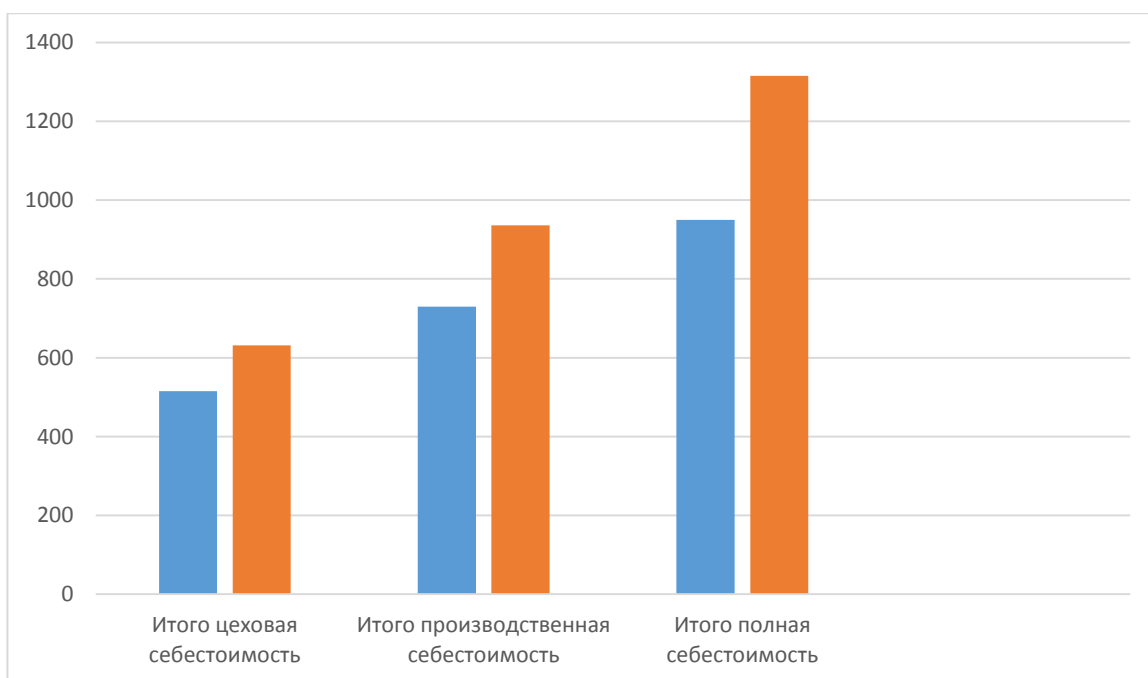


Рисунок 7 – Себестоимость

Рисунок 7 отображает нам представленные параметры обоих вариантов. На нем можем увидеть, что проектный вариант значительно меньше по общей себестоимости базового, в виду некоторых улучшений. Это несомненно отличный результат. Разница между цеховой себестоимостью составит 18,41 процент, в пользу нового проекта. Производственная разница в себестоимости составит 22,18 процента, что так же в пользу.

Расчет капитальных вложений поможет учесть все затраты, которые могут быть представлены в предложениях нового проекта. Расчет капитальных вложений будет учитывать только новые внедрения в проект, а именно внедрение новой системы программного управления. Общие затраты составят 398060 рублей

В расчет показателей экономической эффективности входит чистая прибыль, срок окупаемости, общий доход и экономический эффект.

Новый принятый проект имеет срок окупаемости в 1,8 года, что явно говорит о эффективности изменений. Экономический эффект составит 3845435,9 рублей, этот показатель является положительным, следовательно,

проект становится эффективным. И общий доход на один рубль составит 1,23 рубля.

5.1 Вывод к разделу

После предоставления экономических показателей базового варианта и нового проекта, составив калькуляцию обоих вариантов, проанализировав и рассчитав экономическую эффективность стало ясно, что предлагаемые усовершенствования положительно скажутся на предприятии в целом.

Заключение

Была проделана колоссальная работа по разработке технологического процесса детали «Борштанга» расточной. Были проанализированы исходные данные детали, определен химический состав и физические свойства материала. Приведены все технологические поверхности и обозначены к своим соответствующим базам. Произведено сравнение двух видов получения заготовки как технологически, так и в экономическом плане и выбран оптимальный вариант. Разработаны технологические маршруты по обработке детали, разработаны оптимальные режимы резания, выбор используемого оборудования, инструмента, оснастки и измерительного инструмента. Подобранный и спроектированный технологический инструмент в виде тисков с призматическими губками на фрезерные операции. А также произведен выбор и рассмотрение режущего инструмента. Построен маршрут обработки детали, составлены операционные карты и карты эскизов. Спроектированы четыре наиболее интересные технологические наладки по обработке данной детали. Были рассмотрены всевозможные экологические факторы объекта при выполнении данного проекта и разработана борьба с ними опираясь на государственные стандарты и законодательства. Рассмотрены профессиональные факторы при работе, ссылаясь на необходимое законодательство выбрано максимально эффективное решение при борьбе с данными факторами. Рассмотрен момент с пожарной безопасностью, его возникновения и подобрана максимальная эффективная борьба. Подсчитана экономическая часть данного технологического проекта, произведено подсчет количества оборудования, его загрузку и количество работающих на участке людей. Установлена условная заработная плата от простого кладовщика до старшего мастера участка. Приведено сравнение между старым и новым проектом, определены сроки окупаемости производства и рентабельности. А также спроектированы экономические показатели участка.

Список используемых источников

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / Л. А. Михайлов [и др.] ; под ред. Л. А. Михайлова. - 2-е изд. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Питер, 2013. - 460 с. : ил. - (Учебники для вузов). - Библиогр.: с. 456-460 . - Прил.: с. 442-455. - ISBN 978-5-496-00054-3
2. Борисенко Г. А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Г. А. Борисенко, Г. Н. Иванов, Р. Р. Сейфулин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 142 с.
3. Вереина Л. И. Абразивная обработка : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 304 с.
4. Вереина Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ.ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
5. Вереина Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
6. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
7. Горина Л. Н. Промышленная безопасность и производственный контроль [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина, Т. Ю. Фрезе ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. «Управление пром. и экол. Безопасностью». - Тольятти : ТГУ, 2014. - 271 с.
8. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.

9. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб.пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.

10. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.

11. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : практикум : учеб. пособие / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 269 с.

12. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

13. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.

14. Краснопевцева И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. «Торговое дело и управление производством». - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

15. Наукоемкие технологии в машиностроении [Электронный ресурс] / А. Г. Суслов [и др.] ; под ред. А. Г. Сулова. - Москва : Машиностроение, 2012. - 528 с.

16. Резников Л. А. Проектирование сложнопровильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва». - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с.

17. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с

18. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.

19. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.

20. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.

21. Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : эксплуатация : учеб.пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. - Минск : Новое знание, 2014 ; Москва : ИНФРА-М, 2014. - 256 с.

Продолжение Приложения Б

Дубл.	Взам.	Полл.											2	1
Разраб.	Проверил	Утвердил	Н. контр.	ТГУ ТМбз-1502а			ТГУ ТМбз-1502а			ТГУ ТМбз-1502а				010
Наименование операции				Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Токарная черновая				Сталь 19ХГН	180...200НВ	2,54	207x72			1,1	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы	То	Тв	Т пз.	Тшт.	СОЖ					
16К20Ф3				XXXX	0,24	0,42	24,7	0,77	1,5 - 3 % УКРИНОЛ -1					
P	D или B		PI	L	t	i	s	n	v					
T01	Патрон 7100-0025 ГОСТ 2675-80													
T02	Центр А-1-2-Н ГОСТ 8742-75													
O03	1. Точить поверхности, выдерживая размеры 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8													
T04	PCLNR 2525M16 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82													
T05	8118-005-2 Калибр-скоба ГОСТ 2216—84													
T06	8118-006-2 Калибр-скоба ГОСТ 2216—84													
T07	8118-010-2 Калибр-скоба ГОСТ 2216—84													
P08		72	88	2,5	1	0,6	500	90						
P09														
P10														
P11														
12														
13														
OK	Операционная карта											6		

Продолжение Приложения Б

Дубл.	Взам.	Площ.											2	1	
Разраб.	Проверил	Утвердил	Н. контр.	ТГУ ТМБз-1502а										ТГУ ТМБз-1502а	030
Наименование операции				Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
Фрезерная				Сталь 19ХГН	180...200НВ	кг	2,54	207x72			1,1	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы	То	Тв	Т пз.	Тшт.			СОЖ				
2С150ПМФ4				XXXX	0,91	5,65	70	7,44							
Р	D или B		L	t	i	s	n	v							
T01	Оправка 7110-0439 ГОСТ 16212-70														
O02	1. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8														
T03	2520-0678 Концевая фреза Р6М5														
T04	8118-005-2 Калибр-скоба 8118-005-2 ГОСТ 2216—84 ГОСТ 2216—84														
P05	-	687,3	38,2	1	1,4	148	37,2								
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
OK	Операционная карта											14			

Продолжение Приложения Б

Дубл.	Взам.	Полл.											2	1
Разраб.	Проверил	Утвердил	Н. контр.	ТГУ ТМбз-1502а			ТГУ ТМбз-1502а			ТГУ ТМбз-1502а			035	
Наименование операции				Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Шпоночно-фрезерная				Сталь 19 ХГН	180...200НВ	кг	2,54	207x72			1,1	1		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тпз.	Тшт.			СОЖ	
6P12				XXXX	0,27	0,74	23,0	2,01						
Р				ДИ	В	L	t	i	s	n	v			
T01	Тиски 7300-0241 ГОСТ 21168-75													
O02	1. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размер 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7													
T03	2234-0206 Фреза ± 8 , z=2 Т15К6 ГОСТ 16463-80													
T04	Глубиномер Г И-100 ГОСТ 7661-67													
P05	-	25	34	0,3	0,12	500	37,4							
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
OK	Операционная карта											16		

