

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления рулевой рейки Lada Granta.
Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.
ТГУ, Тольятти, 2017 г.

В работе рассмотрены вопросы разработки техпроцесса изготовления рулевой рейки. В частности проведен выбор метода получения заготовки, рассчитаны припуски на обработку, спроектирован технологический процесс и технологические операции, модернизированы наиболее трудоемкие операции за счет проектирования специальной оснастки и инструмента, проведен анализ безопасности техпроцесса, рассчитаны экономические показатели.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы.....	8
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Обоснование выбора метода получения заготовки.....	10
2.2 Выбор методов обработки поверхностей.....	11
2.3 Определение припусков.....	12
2.4 Проектирование заготовки.....	16
2.5 Разработка технологического маршрута.....	17
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	20
2.7 Проектирование технологических операций.....	25
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	30
3.1 Проектирование приспособления	30
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	34
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы.....	49
Заключение.....	53
Список использованных источников.....	54
Приложения.....	57

ВВЕДЕНИЕ

За безопасность движения на автомобиле отвечает, прежде всего, рулевое управление. Улучшение характеристик рулевого управления достигается в основном за счет применения различных усилителей, что обеспечивает гораздо больший комфорт и безопасность движения. Рассматриваемая рейка входит в конструкцию рулевого привода и является весьма ответственной деталью, которая играет важную роль в обеспечении безопасности эксплуатации автомобиля. Обеспечение всех заданных конструктором показателей точности, долговечности и надежности достигается путем разработки соответствующего технологического процесса ее изготовления. При этом необходимо обеспечивать экономические показатели производства. Поэтому цель данной работы заключается в проектировании такого техпроцесса по изготовлению рулевой рейки Lada Granta, который обеспечит выполнение всех перечисленных выше требований.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Рулевая рейка предназначена для преобразования вращательного движения шестерни рулевого вала в поступательное рулевых наконечников.

Эксплуатационные нагрузки, действующие на деталь, являются расчетными и при соблюдении условий эксплуатации не приводят к повреждению механизма. Однако, в случае увеличения теплового зазора или нарушения стопорения болтов тяг, а также других неисправностей может возрасти момент сопротивления вращению выше расчетных значений, что приведет к разрушению зубьев рейки и выходу ее из строя.

1.2 Описание технологичности детали

Анализ технологичности детали выполняем по методике [1].

Материал детали определяет прочность, износостойкость и другие характеристики, необходимые для выполнения ее служебного назначения. Для изготовления рулевой рейки применяется сталь 50. Все сведения о материале взяты согласно данных [2].

Химический состав стали 50: 0,47-0,55% углерода; 0,17-0,37% кремния; 0,50-0,80% марганца; остальных элементов не более 0,25%.

Таблица 1.1 - Механические свойства стали 50

$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, кДЖ/м ²	НВ
550	800	18	55	78	230

Приведенный химический состав материала и его основные физико-механические свойства в полной мере отвечают условиям работы рулевой рейки. Производится термообработка. Сплав имеет удовлетворительную обрабатываемость резанием.

Получение заготовки для данной детали не является сложной задачей. При этом можно использовать различные методы получения заготовок.

Установка деталей при механической обработке также не вызывает затруднений, т.к. имеется возможность использования как естественных баз, так и возможностью выполнить центра для установки и на большинстве операций использовать их, обеспечивая совместимость измерительной и конструкторской баз.

Проведем классификацию поверхностей детали по их функциональному назначению для выявления наиболее ответственных поверхностей.

На рисунке 1.1 представлен эскиз детали с номерами поверхностей.

Классификация поверхностей: к основным конструкторским базам относятся поверхности 5, 6; к вспомогательным конструкторским базам относятся поверхности 10, 11, 12, 19, 20; к исполнительным поверхностям относятся 18, 19, 20; к свободным поверхностям относятся все остальные.

Исходя из проведенного описания, деталь можно считать технологичной.

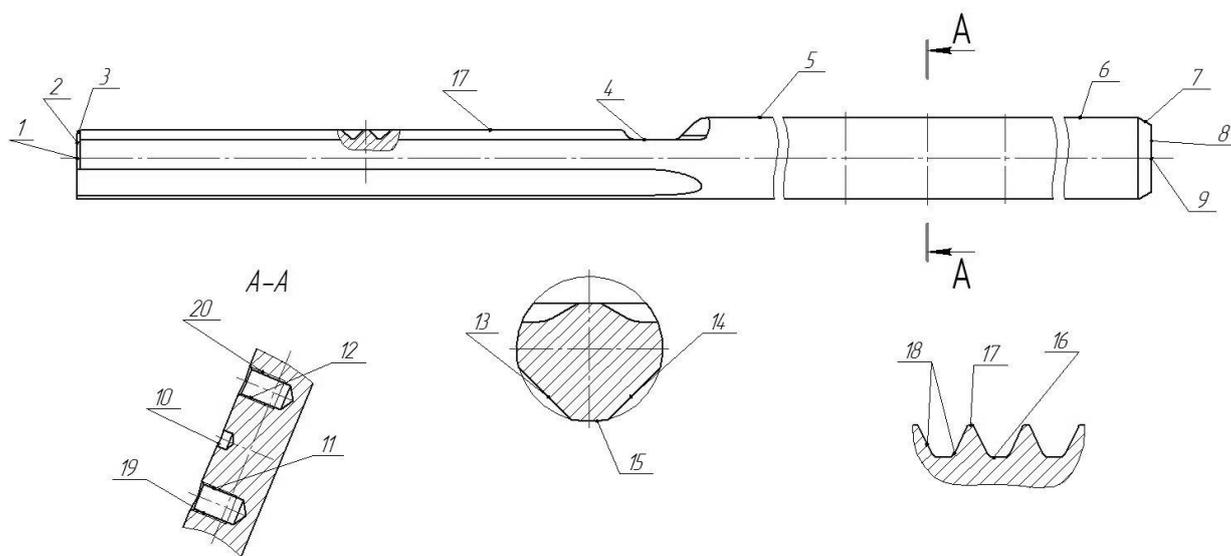


Рисунок 1.1 - Обозначение поверхностей детали

1.3 Задачи работы

На базе анализа технических требований к детали и проведенного выше описания технологичности формулируем задачи выпускной квалификационной работы:

- выбрать оптимальный метод получения исходной заготовки;
- разработать маршрут обработки детали;
- определить припуски на обработку;

- определить средства технологического оснащения;
- рассчитать режимы резания и нормы времени на обработку;
- для лимитирующих операций необходимо провести их модернизацию путем проектирования станочного приспособления и режущего инструмента;
- провести анализ техпроцесса на обеспечение норм безопасности и экологичности;
- определить экономические показатели производства.

2 Технологическая часть работы

2.1 Обоснование выбора метода получения заготовки

Для выбора метода получения заготовки необходимо сравнить технологические себестоимости изготовления деталей [5].

Анализируя чертеж детали можно увидеть, что на стадии изготовления детали определен материал, из которого она должна изготавливаться, Сталь 50. Так как конфигурации детали проста (отсутствуют сложные фасонные поверхности) и не вызывает никаких сложностей, заготовку данной детали можно получить методом штамповки или проката. Сравним два этих метода и выберем оптимальный.

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q) \quad (2.1)$$

где $C_{ЗАГ}$, $C_{МЕХ}$, $C_{ОТХ}$ - цена кг заготовки, механической обработки и стружки соответственно.

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.2)$$

где C_C , C_K – текущие и капитальные затраты на стружку;

E_H - коэффициент капитальных вложений.

Расчет для штамповки:

Цена заготовок:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П} \quad (2.3)$$

где $C_{ШТ}=27,03$ руб, $h_T=0,9$; $h_C=0,75$; $h_B=1,14$; $h_M=1$; $h_{П}=1$.

$$C_{ЗАГ} = 27,03 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1,14 \cdot 1 \cdot 1 = 20,8 \text{ руб.}$$

Расчет для проката.

Цена заготовок:

$$C_{заг} = C_{пр} \cdot h_{\phi} \quad (2.4)$$

где $C_{пр}=18,45$ руб, $h_{\phi}=1,0$.

$$C_{заг} = 18,45 \cdot 1 = 18,45 \text{ руб.}$$

Вывод: как видно из расчетов, стоимость проката наименьшая из двух вариантов. Исходя из этих данных, в качестве заготовки принимаем прокат.

2.2 Выбор методов обработки поверхностей

На данном этапе выбираем методы обработки поверхностей, которые обеспечат заданное их качество, т.е. точность и шероховатость. При этом будем ориентироваться на среднюю экономическую точность обработки. Для этого используем данные [6]. В таблице 2.1 отражены результаты выбора.

Таблица 2.1 - Выбор методов обработки поверхностей

Номер поверхности	Метод обработки	Точность размеров, квалитет (IT)	Шероховатость поверхности, $Ra, \mu\text{м}$
1	2	3	4
1	Сверление	IT7	2,5
2	Фрезерование	IT8	3,2
3	Точение черновое	IT12	10
4	Фрезерование	IT12	10
5	Точение черновое	IT8	3,2
6	Точение черновое	IT12	10
	Точение чистовая	IT9	6,3
	Шлифовальная черновая	IT7	2,5
6	Шлифование чистовое	IT6	0,63
7	Точение черновое	IT12	10

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
8	Фрезерование	IT8	3,2
9	Сверление	IT7	2,5
10	Сверление	IT12	12,5
11	Сверление	IT12	12,5
	Зенкерование	IT8	3,2
12	Сверление	IT12	12,5
	Зенкерование	IT8	3,2
13	Фрезерование черновое	IT12	10
	Фрезерование чистовое	IT9	5
	Шлифовальная черновая	IT7	2,5
	Шлифовальная чистовая	IT6	0,8
14	Фрезерование черновое	IT12	10
	Фрезерование чистовое	IT9	5
	Шлифовальная черновая	IT7	2,5
	Шлифовальная чистовая	IT6	0,8
15	Точение черновое	IT12	10
16	Фрезерование	IT12	10
17	Зубофрезерование	IT9	6,3
	Зубошлифование черновое	IT7	2,5
	Зубошлифование чистовое	IT6	0,63
18	Резьбонарезание	IT12	12,5
19	Резьбонарезание	IT12	12,5

2.3 Определение припусков

Определение припусков на обработку выполняем по методике [7] в следующей последовательности:

1) Определяется наименование метода получения заготовки и методов обработки поверхности (переходы), для которой рассчитывается припуск на обработку, в той последовательности, как они расположены в маршруте обработки.

При этом заготовительному переходу присваивают индекс 0.

2) Определяют качество точности обработки и операционный допуск на размер для каждого перехода Td . Точность обработки определяется точностью станка, точностью воспроизводящего инструмента, точностью наладки режущего инструмента, точностью базы, погрешностью схемы базирования.

3) Определяют составляющие элементы припуска для каждого перехода:

$a = Rz + h$ - сумма высоты неровностей профиля поверхности и глубины дефектного слоя, получающегося в результате применения метода, мм.

Δ - суммарное отклонение формы и расположения поверхностей, достижимые данным методом, мм.

ε - погрешность установки заготовки в приспособлении. При совпадении технологической и измерительной баз принимают $\varepsilon = 0$.

4) Определяют минимальный расчетный припуск по формуле:

$$z_{\min}^i = a^{i-1} + \sqrt{\sigma_{i-1}^2 + \sigma_i^2} \quad (2.5)$$

где индекс i означает, что параметр относится к данному переходу, а индекс $i-1$ – к предыдущему переходу.

Определяют расчетный размер d , H , D для каждого перехода.

Расчетный операционный размер на i -й операции (технологическом переходе) в технологической документации может быть записан в виде:

$$d_p^i = d_{\max}^i - Td^i \quad (2.6)$$

где d_{\max}^i - максимальное (номинальное) значение диаметра;

Td^i - операционный допуск на i -й операции.

Рассчитаем припуск на $\varnothing 26^{+0,052}$ мм.

Маршрутный технологический процесс:

Операция 010 Токарная черновая;

Операция 015 Токарная чистовая;

Операция 040 ТО;

Операция 055 Шлифовальная черновая;

Операция 070 Шлифовальная чистовая.

Минимальный припуск на операцию 070:

$$2Z_{4\min} = 2(0,01 + 0,02) + 2(0,003^2 + 0^2)^{0,5} = 0,07\text{мм};$$

Минимальный припуск на операцию 055:

$$2Z_{3\min} = 2(0,02 + 0,03) + 2(0,106^2 + 0,03^2)^{0,5} = 0,51\text{мм};$$

Минимальный припуск на операцию 015:

$$2Z_{2\min} = 2(0,063 + 0,06) + 2(0,024^2 + 0,075^2)^{0,5} = 0,4\text{мм};$$

Минимальный припуск на операцию 010:

$$2Z_{1\min} = 2(0,16 + 0,25) + 2(0,399^2 + 0,471^2)^{0,5} = 1,23\text{мм}.$$

Максимальный припуск на операцию 070:

$$2Z_{4\max} = 0,07 + 0,021 + 0,052 = 0,143\text{мм}.$$

Максимальный припуск на операцию 055:

$$2Z_{3\max} = 1,51 + 0,021 + 0,052 = 1,583\text{мм}.$$

Максимальный припуск на операцию 015:

$$2Z_{2\max} = 0,4 + 0,21 + 0,052 = 0,662\text{мм}.$$

Максимальный припуск на операцию 010:

$$2Z_{1\max} = 2,23 + 0,021 + 0,21 = 2,461\text{мм}.$$

Номинальные межоперационные припуски.

$$2Z_4 = 2Z_{4\min} + es_D + ei_3 = 0,07 + 0 + 0,021 = 0,091\text{мм};$$

$$2Z_3 = 2Z_{3\min} + es_3 + ei_2 = 0,51 + 0 + 0,052 = 0,562\text{мм};$$

$$2Z_2 = 2Z_{2\min} + es_2 + ei_1 = 0,4 + 0 + 0,21 = 0,61\text{мм};$$

$$2Z_1 = 2Z_{1\min} + es_1 + ei_3 = 1,23 + 0 + 0,7 = 1,93 \text{ мм.}$$

Операционные размеры.

070 операция:

$$D_4 = D_d = 26^{+0,052}$$

055 операция:

$$D_3 = D_d + 2Z_4 = 26 + 0,091 = 26,091 \text{ мм};$$

Округляем до $26,1_{-0,021}$

015 операция:

$$D_2 = D_3 + 2Z_3 = 26,1 + 0,562 = 26,662 \text{ мм};$$

Округляем до $26,66_{-0,052}$

010 операция:

$$D_1 = D_2 + 2Z_2 = 26,66 + 0,61 = 27,27 \text{ мм};$$

Округляем до $27,27_{-0,21}$

Размер заготовки:

$$D_3 = D_1 + 2Z_1 = 27,27 + 1,93 = 29,2 \text{ мм};$$

Округляем до $30_{-0,7}^{+0,4}$ мм.

По максимальным размерам заготовки выбирается диаметр проката.

Таблица 2.2 - Припуски и операционные размеры

№ оп.	Наименование	Точностные показатели		Составляющие припуска			Припуск, мм			Операционные размеры
		Квалитет	Td, мм	a	Δ	ε	Z _{min}	Z _{max}	Z _{cp}	
010	Точение	12	1,1		0,399	0,471	1,23	1,46	1,35	27,77 _{-0,21}
015	Точение	9	0,021		0,024	0,075	0,4	0,66	0,53	26,66 _{-0,052}
040	ТО				0,106					
055	Шлифование	7	0,052		0,107	0,03	0,51	0,58	0,55	26,1 _{-0,021}
070	Шлифование	6	0,21		0,003	0	0,07	0,14	0,11	26 ^{+0,052}

На рисунке 2.1 представлена схема графического расположения полей припусков, допусков, предельных и номинальных промежуточных размеров.

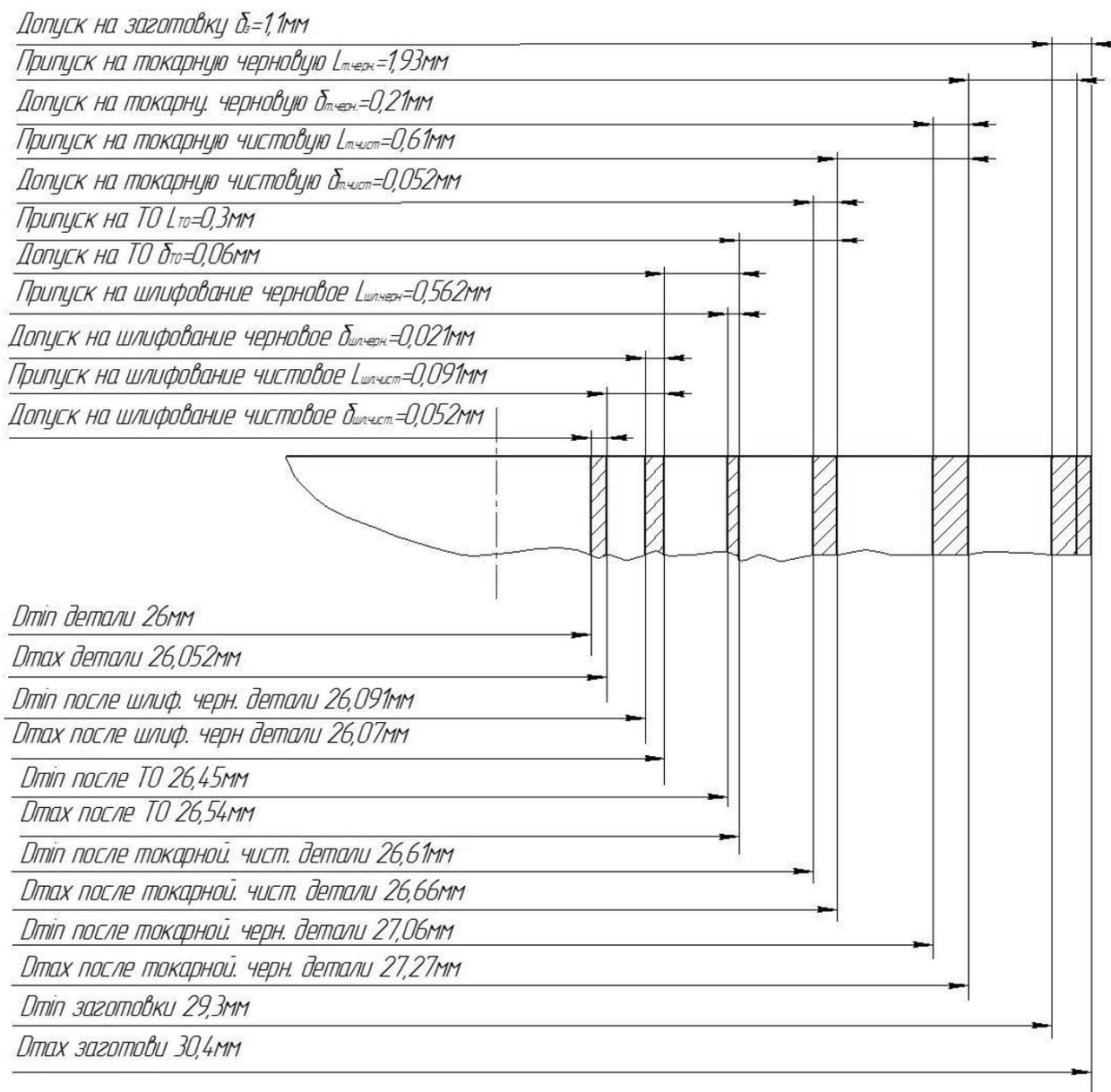


Рисунок 2.1 - Схема графического расположения полей припусков, допусков, предельных и номинальных промежуточных размеров.

2.4 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки осуществляется на основе выполненных ранее расчетов припусков на обработку и выбора метода получения заготовки согласно рекомендациям [8].

Определим параметры для выбранной ранее заготовки из проката.

Необходимый диаметр заготовки определялся выше. Исходя из полученного значения определяем диаметр проката. В данном случае он равен $\text{Ø}30_{-0,7}^{+0,4}$ мм. Допуски приняты для проката нормальной точности.

Рассчитаем длину заготовки.

Длина заготовки определяется по формуле:

$$L_3 = L_d + 2z_{\text{подр}} \quad (2.7)$$

где L_d - расчетная длина заготовки;

$2z_{\text{подр}}$ – припуск на подрезание торцев.

$$L_3 = 612,5 + 2,4 = 614,9 \text{ мм.}$$

Эскиз спроектированной заготовки из проката представлен на рисунке 2.2.

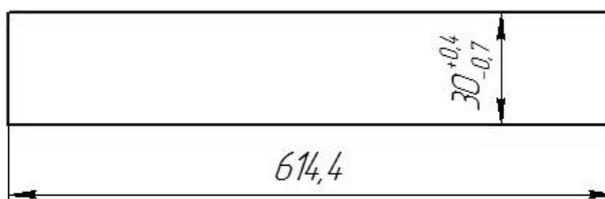


Рисунок 2.2 - Эскиз заготовки из проката

2.5 Разработка технологического маршрута

При составлении необходимо учесть необходимые характеристики точности поверхностей и свойства стали из которой изготавливается деталь. В нашем случае это сталь 50. Технологический маршрут проектируется с применением рекомендаций [9]. В таблице 2.3 представлен разработанный технологический маршрут рейки.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления детали

Операция	Модель станка	Обработка поверхностей	<i>IT</i>	<i>Ra, мкм</i>
1	2	3	4	5
000 Заготовительная (прокат)	Фрезерно-отрезной станок модели 8А66			
005 Центровально-подрезная	Фрезерно-центровальный станок МР-75	Переход 1 Подрезать торцы 2, 8 Сверлить центровые отверстия 1, 9	8, 7	3,2, 2,5
010 Токарная (черновая)	Токарно-винторезный станок Б16Д25	Установ 1 Точить поверхность 3, 5, 15 Установ 2 Точить поверхность 6, 7	12	10
015 Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный станок Б16Д25	Точить поверхность 6	9	6,3
020-1 Фрезерная	Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	Переход 1 Фрезеровать поверхность под зубья	12	10
020-2 Фрезерная		Переход 2 Фрезеровать поверхность 4	12	10
020-3 Сверлильная		Переход 3 Сверлить	12	12,5

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
		Ø7мм	12	12,5
020-4 Сверлильная		Переход 4 Сверлить Ø12мм	8	3,2
020-5 Зенкерование		Переход 5 Зенкеровать Ø12мм	7	2,5
020-6 Резьбонарезная		Переход 6 Резьбонарезание Ø12 мм		
025 Фрезерная (черновая)	Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	Фрезеровать «V»-профиль 13, 14	12	10
030 Фрезерная (чистовая)	Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	Фрезеровать «V»-профиль 13, 14	9	5
035 Зубофрезерная	Зубофрезерный станок с ЧПУ 53В80	Нарезать зубья, поверхность 16, 18	9	6,3
040 ТО				
045 Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок ZSM 5100	Шлифовать центровые отверстия 1,11	6	0,8
050 Правка	Пресс			
055 Шлифовальная (черновая)	Шлифовальный станок 3У131М	Шлифовать поверхность 6	7	2,5
060 Шлифовальная	Шлифовальный	Шлифовать	7	2,5

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
(черновая)	станок с ЧПУ ME 200	поверхность 13, 14		
065 Зубошлифовальная (черновая)	Зубошлифовальный станок с ЧПУ УК – 7332	Шлифовать поверхность 18	7	2,5
070 Шлифовальная (чистовая)	Шлифовальный станок 3У131М	Шлифовать поверхность 6	6	0,63
075 Шлифовальная (чистовая)	Шлифовальный станок с ЧПУ ME 200	Шлифовать поверхность 13, 14	6	0,8
080 Зубошлифовальная (чистовая)	Зубошлифовальный станок с ЧПУ УК – 7332	Шлифовать поверхность 18	6	0,63

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Выполнение данного раздела предусматривает выбор оборудования, режущего инструмента, средств контроля и станочных приспособлений. Данная задача весьма сложная и ее решение зависит от множества факторов, определяющим из которых является тип производства.

При выполнении данного раздела следует учесть, что в среднесерийном производстве следует применять универсальные средства технологического оснащения.

Более полные рекомендации содержатся в литературе [1, 3]. Для выбора конкретных моделей средств технологического оснащения будем использовать данные [10, 11, 12, 13, 14, 15].

Результаты занесем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

Номер и наименование операции (перехода)	Оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5
000 Заготовительная				
005 Центровально-подрезная	Фрезерно-центровальный станок МР-75М	Приспособление специальное	Пластина 03124.7.2.4.15.0 4.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10, сверло центровальное Ø4мм ГОСТ 14952-75 Р6М5	Штангенциркуль 240-710-0,05 ГОСТ 166-80
010(А) Токарная (черновая) 010(Б) Токарная (черновая)	Токарно-винторезный станок Б16Д25	Патрон токарный трехкулачковый 7100-011 ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675-80	Резец проходной прямой 2100-0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по ГОСТ 25396-	Штангенциркуль 250-0,05 ГОСТ 166-80, скобы индикаторные СИ ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
			82, материал пластины Т5К10	
015 Токарная (чистовая)	Токарно- винторезный станок Б16Д25	Патрон токарный трехкулачковый 7100-011 ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675-80	Резец проходной прямой 2100- 0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$, с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по ГОСТ 25396-82	Штангенц иркуль 250-0,05 ГОСТ 166- 80, скобы индикатор ные СИ ГОСТ 11098-75
020 Фрезерная с ЧПУ 020-1 фрезерная 020-2 фрезерная 020-3 сверлильная 020-4 сверлильная 020-5	Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80, оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93, втулка переходная для крепления инструмента с коническим хвостовиком	Фреза концевая Ø30 2235-0109 ГОСТ 17026-71 Р6М5, фреза концевая Ø28 2235-0109 ГОСТ 17026-71 Р6М5, сверло Ø7 2300-0187 ГОСТ 10903-77 Р6М5, сверло Ø9 2300-0203	Скоба СИ 50 ГОСТ 11098-75 ШЦ-1-01- 150 ГОСТ 166-89, калибр для метрическ ой резьбы ГОСТ 18465-73

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
зенкерование 020-6 резьбонареза ние		6100-0141 ГОСТ 28119-89	ГОСТ 10903-77 Р6М5, зенкер с коническим хвостовиком Ø9,6 ГОСТ 3231-71 Р6М5, фреза твердосплавная монокристаллическая	
025 Фрезерная (черновая)	Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	Патрон трехкулачковый 2675-80, оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93	Фреза цельная концевая Ø28 2235-0109 Р6М5 ГОСТ 17025-71	Скоба СИ 50 ГОСТ 11098-75
030 Фрезерная (чистовая)	Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	Патрон трехкулачковый 2675-80, оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93	Фреза цельная концевая Ø28 2235-0109 Р6М5 ГОСТ 17025-71	Скоба СИ 50 ГОСТ 11098-75
035 Фрезерная	Зубофрезерны й станок с ЧПУ 53В80	Приспособление зажимное, оправка для червячной фрезы 6240-0021 ГОСТ 20507-75	Фреза червячная Ø190 мм, для нарезания зубьев Р6М5Ф3	Скоба СИ 50 ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
040 ТО				
045 Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок ZSM 5100	Приспособление специальное	Шлифовальная головка Ø4мм ГОСТ 2447-82	
050 Правка	Пресс			
055 Шлифовальная (черновая)	Шлифовальный станок 3У131М	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Шлифовальный круг 1- 200×20×32 14А36N7V5 63м/с2 ГОСТ 2424-08	Микрометр р МК Ц75 ГОСТ 6507-90, шаблон
060 Шлифовальная (черновая)	Шлифовальный станок с ЧПУ ME 200	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Шлифовальный круг 1- 200×20×32 14А36N7V5 63м/с2 ГОСТ 2424-08	Микрометр р МК Ц75 ГОСТ 6507-90, шаблон
065 Зубошлифовальная (черновая)	Зубошлифовальный станок с ЧПУ УК-7332	Приспособление специальное ГОСТ 12196-66	Шлифовальный круг 2- 150х20х32 25А60N7V5 35м/с1 ГОСТ 2424-08	Микрометр р МК Ц75 ГОСТ 6507-90, шаблон
070 Шлифовальная (чистовая)	Шлифовальный станок 3У131М	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ	Шлифовальный круг 1- 200×20×32	Микрометр р МК Ц75 ГОСТ

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
		20505-75	14A36N7V5 63м/с2 ГОСТ 2424-08	6507-90, шаблон
075 Шлифовальная (чистовая)	Шлифовальный станок с ЧПУ ME 200	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Шлифовальный круг 1- 150×20×32 14A36N7V5 63м/с2 ГОСТ 2424-08	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90, шаблон
080 Зубошлифовальная (чистовая)	Зубошлифовальный станок с ЧПУ УК-7332	Приспособление специальное	Шлифовальный круг 2- 150x20x32 25A60N7V5 35м/с1 ГОСТ2424-08	Микрометр МК Ц75 ГОСТ6507-90, шаблон
085 Моечная	Моечная машина			
090 Контрольная	Контрольный			

2.7 Проектирование технологических операций

Режимы резания рассчитываем по рекомендациям [7].

Переход 1: фрезеровать поверхность под зубья.

Определяем глубину резания $t = 4,86$ мм.

Определяем подачу:

$$s_m = s_n = s_z z n \quad (2.8)$$

где: $s_z = 0,09$ мм/об; $z = 3$; $n = 121$ об/мин.

$$s_m = 0,09 \cdot 3 \cdot 448 = 121 \text{ мм/об.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 39,4}{3,14 \cdot 28} = 448 \text{ об/мин}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (2.9)$$

где: D – диаметр фрезы;

T – стойкость инструмента;

B – ширина фрезерования.

$$V = \frac{46,7 \cdot 28^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 4,86^{0,5} \cdot 0,09^{0,5} \cdot 26^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 0,85 = 39,4 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания и крутящий момент:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \quad (2.10)$$

$$C_p = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; q = 0,86; u = 1; w = 0$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{800}{750} \right)^{0,3} = 1,02;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4,86^{0,86} \cdot 0,09^{0,72} \cdot 26^1 \cdot 3}{28^{0,86} \cdot 448^0} \cdot 1,02 = 956 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \quad (2.11)$$

$$M_{кр} = \frac{956 \cdot 30}{2 \cdot 100} = 144 \text{ Нм.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.12)$$

$$N_e = \frac{956 \cdot 39,4}{1020 \cdot 60} = 1,37 \text{ кВт.}$$

Переход 2: фрезерование

Глубина резания: $t = 8,2$ мм.

$$s_m = 0,09 \cdot 3 \cdot 448 = 121 \text{ мм/об.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 52}{3,14 \cdot 90} = 184 \text{ об/мин.}$$

$$V = \frac{46,7 \cdot 90^{0,45}}{180^{0,33} \cdot 8,2^{0,5} \cdot 0,04^{0,5} \cdot 21^{0,1} \cdot 20^{0,1}} \cdot 0,85 = 52 \text{ м/мин}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 8,2^{0,86} \cdot 0,04^{0,72} \cdot 21^1 \cdot 20}{90^{0,86} \cdot 184^0} \cdot 1,02 = 1015 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1015 \cdot 28}{2 \cdot 100} = 142 \text{ Нм.}$$

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1015 \cdot 52}{1020 \cdot 60} = 2,87 \text{ кВт.}$$

Переход 3: сверлить отв. Ø7 мм:

Глубина резания:

$$t = 0,5D \quad (2.13)$$

где: D – диаметр сверла.

$$t = 0,5 \cdot 7 = 3,5 \text{ мм}$$

Определение скорости резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v \quad (2.14)$$

где: D – диаметр сверла;

T – стойкость инструмента;

S – подача;

K_V – коэффициент, который учитывает реальные условия обработки.

$$V = \frac{9,8 \cdot 7^{0,4}}{25^{0,5} \cdot 0,26^{0,2}} \cdot 1,09 = 6,11 \text{ м/мин.}$$

Определим крутящий момент и осевую силу:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (2.15)$$

где: $C_M=0,0345$; $q=2$; $s=0,26$; $y=0,8$.

K_p – коэффициент, который учитывает реальные условия обработки.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7^2 \cdot 0,26^{0,8} \cdot 0,93 = 5,35 \text{ Нм.}$$

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (2.16)$$

где: $C_P=68$; $q=2$; $y=0,8$,

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 7^1 \cdot 0,26^{0,7} \cdot 0,93 = 1853,908 \text{ Н.}$$

Переход 3: сверлить отверстие. Ø12 мм:

Глубина резания:

$$t = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ мм.}$$

Определение подачи при сверлении:

$$S=0,26 \text{ мм/об;}$$

Определение скорости резания:

$$V = \frac{9,8 \cdot 12^{0,4}}{25^{0,5} \cdot 0,26^{0,2}} \cdot 1,09 = 7,56 \text{ м/мин.}$$

Определим крутящий момент и осевую силу:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12^2 \cdot 0,26^{0,8} \cdot 0,93 = 15,7 \text{ Н м.}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 7^1 \cdot 0,26^{0,7} \cdot 0,93 = 2955,660 \text{ Н.}$$

Переход 4: зенкеровать отверстие Ø12 мм:

$$t = 0,5 \cdot \sqrt[3]{-3,5} = 1,75 \text{ мм.}$$

$$S = 0,6 \text{ мм/об};$$

$$V = \frac{16,3 \cdot 12^{0,3}}{25^{0,3} \cdot 1,75^{0,2} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 1,09 = 16,45 \text{ м/мин.}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 12^1 \cdot 1,75^{0,9} \cdot 0,6^{0,8} \cdot 0,93 = 11,05 \text{ Нм.}$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 1,75^{1,2} \cdot 0,6^{0,65} \cdot 0,93 = 874,315 \text{ Н.}$$

Переход 5: нарезать резьбу М12:

Определение скорости резания при нарезании метрической резьбы

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.17)$$

$$V = \frac{64,8 \cdot 12^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,25^{0,5}} \cdot 1,25 = 24,9 \text{ м/мин}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0270 \cdot 12^{1,4} \cdot 1,25^{1,5} \cdot 1 = 12,238 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Нормирование операций проводится согласно данным [16, 17, 18, 19].

3. Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Одной из самых ответственных операций рассматриваемого технологического процесса является зубофрезерная операция. Проведем проектирование станочного приспособления используя методику и данные [20, 21, 22].

Для расчета сил резания составим схему сил резания, действующих на заготовку в процессе обработки.

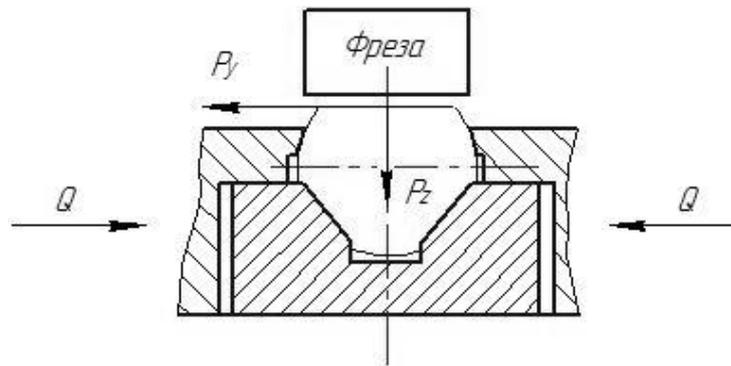


Рисунок 3.1 – Схема сил резания

Рассчитываем составляющие силы резания.

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \quad (3.1)$$

где C_p – коэффициент при фрезеровании;

x, y, u, q, w – показатели степени;

t – глубина резания, мм;

s_z – подача на 1 зуб, мм/зуб;

B – ширина паза, мм;

z – число зубьев;

D – диаметр фрезы, мм;

K_{MP} – коэффициент, который учитывает качество материала.

$$P_z = 1703 \text{ Н.}$$

Составляющие P_y, P_v, P_h определяем из соотношений:

$$P_h/P_z=0,8; P_h = P_z \cdot 0,8 = 1703 \cdot 0,8 = 1362,4 \text{ Н,}$$

$$P_v/P_z=0,7; P_v = P_z \cdot 0,7 = 1703 \cdot 0,7 = 1192,1 \text{ Н,}$$

$$P_y/P_z=0,4; P_y = P_z \cdot 0,4 = 1703 \cdot 0,4 = 681,2 \text{ Н.}$$

Усилие зажима определяем из условия равновесия сил закрепления и сил резания:

$$W = \frac{K \cdot P_h}{f + 2 \cdot f_1} \quad (3.2)$$

где f и f_1 - коэффициенты трения в местах приложения усилия и на призмах;

K - коэффициент запаса.

$$W = \frac{3,51 \cdot 1362,4}{0,14 + 2 \cdot 1,41} = 2590 \text{ Н.}$$

Аналогично для силы P_v :

$$W = \frac{K \cdot P_v \cdot D_\phi}{f \cdot l_1 + f_1 \cdot l_2 + f \cdot l_3} \quad (3.3)$$

где l_1 - расстояние от оси фрезы до оси приложения усилия прижима;

l_2, l_3 - расстояния от оси фрезы до осей установочных призм.

$$W = \frac{3,51 \cdot 1192,1 \cdot 190}{0,14 \cdot 65 + 1,41 \cdot 78 + 1,41 \cdot 78} = 3470 \text{ Н.}$$

Для дальнейшего расчёта принимаем наихудший случай $W = 3470 \text{ Н}$.

Необходимо по рассчитанному усилию зажима W заготовки определить величину исходного усилия Q .

Каждый зажимной механизм характеризуется передаточным отношением по силе i_p . Для рычажного механизма это отношение определяется отношением:

$$i_p = \frac{A}{B} \quad (3.4)$$

где А и Б - плечи рычага.

В данной конструкции принимаем А=40мм, Б=30мм. Тогда получаем:

$$i_p = \frac{40}{30} = 1,33$$

$$Q = \frac{3470}{1,33} = 2609 \text{ Н.}$$

Рассчитаем гидроцилиндр для создания усилия Q .

Производим выбор величины рабочего давления, в нашем случае $p=10$ МПа. Исходя из этой величины определяем полезное усилие на штоке $F_{\max}=100$ кН.

По величине F и значению p рассчитываем рабочую площадь поршневой полости по формулам:

$$A = \frac{F}{p \cdot \eta_{об}} \quad (3.5)$$

где $\eta_{об}$ – КПД гидроцилиндра (0,95).

$$A = \frac{350}{10 \cdot 0,95} = 10,52$$

Существует, так же зависимость рабочей площади цилиндра A_1 и A_2 в поршневой и штоковой полостей с диаметрами D и d соответственно:

$$A_1 = \frac{D^2}{127} \text{ и } A_2 = \frac{D^2 \cdot d^2}{127} \quad (3.6)$$

Рассчитав значение A , рассчитываем диаметр цилиндра:

$$D = \sqrt{127 \cdot A_1} \quad (3.7)$$

$$D = 38,6 \Rightarrow 40 \text{ мм.}$$

Соотношение диаметров штока и поршня принимается в пределах

$$d=(0,3-0,8)D \rightarrow 0,75 \cdot 40=30\text{мм.}$$

Расчётная сила на штоке с учётом потери мощности на трение в цилиндре. Это фактическое усилие, развиваемое цилиндром:

$$F = \frac{0,95 \cdot 10 \cdot 30^2}{0,95} = 800\text{Н.}$$

Выступающий выходной конец штока должен иметь достаточную длину для соединения конца штока с рабочим механизмом.

Точность приспособления рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2} \quad (3.8)$$

где Δ_1, Δ_3 – допуски на изготовление соответствующих размеров;

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_6$ – допуски на изготовление соответствующих размеров;

Δ_5 – погрешность из-за неточности изготовления угла между плечами рычага.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,013^2 + 0,018^2 + 0,008^2 + 0,026^2 + 0,022^2 + 0,52^2} = \frac{1}{2} \cdot 0,522 = 0,26 \text{ мм.}$$

Деталь рейка укладывается в приспособление на призму 2, которая имеет плавающее устройство. После того, как заготовку уложили происходит зажим рейки губками 1, 3. Зажимное усилие создается гидроцилиндрами $\varnothing 40$ мм, которые расположены в корпусе 12. На каждую рейку приходится один гидроцилиндр. Усилие передается на рычаги 8, которые приводят в действие ползуны 7 и они начинают двигаться навстречу друг к другу. На ползунах и расположены зажимные губки, которые зажимают деталь в призме. При зажиме, плавающая призма позволяет само устанавливаться детали. После того как зажим произведен, включается движение фрезы.

Приспособление устанавливается на поворотном столе станка, который определяет угол наклона зубьев 25° .

3.2 Проектирование режущего инструмента

Спроектируем режущий инструмент - червячную фрезу $m=2$, $z=25$ для нарезания рейки по данным [23].

Выбираем цельную конструкцию фрезы из быстрорежущей стали Р6М5Ф3.

Определим размеры профиля фрезы в нормальном к виткам фрезы сечении.

Основные геометрические параметры:

$$\alpha_u = \alpha_o = 20^\circ;$$

$$m_u = m = 2 \text{ мм};$$

$$t_u = \pi \cdot m_u = 3,1416 \cdot 2 = 6,2832;$$

Толщина зуба:

$$S_u = t_u - (S_{o1} + \Delta S) \quad (3.9)$$

$$S_{o1} = \frac{\pi \cdot m}{2} \quad (3.10)$$

$$S_{o1} = \frac{3,1416 \cdot 2}{2} = 3,1416 \text{ мм.}$$

$$S_u = 6,2832 - (3,1416 + 0,097) = 3,0446 \text{ мм.}$$

Высота зуба:

$$h_u = h + c \quad (3.11)$$

где h – высота зуба колеса,

c – радиальный зазор,

$$h_u = 4,5 + 1 = 5,5 \text{ мм.}$$

Конструктивных размеров фрезы:

$$D_a = 190 \text{ мм};$$

$$d_{омс} = 50 \text{ мм};$$

$$l_{\phi} = 205 \text{ мм}.$$

Число зубьев:

$$Z_u = \frac{1,3 \cdot 360}{\varphi} \quad (3.12)$$

$$\text{где } \cos \varphi = \frac{D_a - 2 \cdot h_u}{D_a} = \frac{190 - 2 \cdot 5,5}{190} = 0,942$$

$$\angle \varphi = \arccos 0,942 = 19,609^\circ$$

$$Z_u = \frac{1,3 \cdot 360}{19,609} = 24,87$$

Принимаем $Z_u = 25$.

$$\gamma_0 = 0$$

$$\alpha_B = 10^\circ.$$

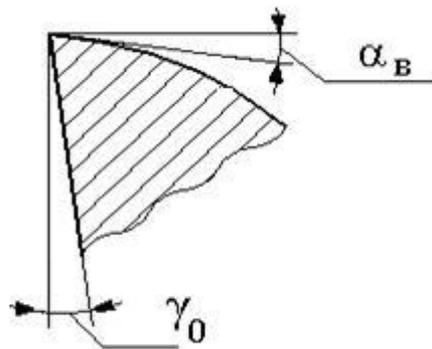


Рисунок 3.2 – Геометрия зуба

$$\operatorname{tg} \alpha_{\phi_0} = \frac{R_{ou}}{R_x} \cdot \operatorname{tg} \alpha_e \cdot \sin \alpha_u \quad (3.13)$$

где R_x – радиус окружности бокового заднего угла.

$$\operatorname{tg} \alpha_{\phi_0} = \frac{80}{72} \cdot \operatorname{tg} 10 \cdot \sin 20 = 0,067$$

$$\angle \alpha_{\delta o} = 3,8^\circ$$

Затылование:

$$K = \frac{\pi \cdot D_{au}}{Z_u} \cdot \operatorname{tg} \alpha_\delta \quad (3.14)$$

$$K = \frac{3,1416 \cdot 190}{24} \cdot \operatorname{tg} 10 = 4,38 \text{ мм. Принимаем } 4 \text{ мм.}$$

Дополнительное затылование:

$$K_1 = 1,25 \cdot K \quad (3.15)$$

$$K_1 = 1,25 \cdot 4 = 5 \text{ мм.}$$

Величина канавки:

$$H = h_u + \frac{K + K_1}{2} + 1,5 \quad (3.16)$$

$$H = 5,5 + \frac{4 + 5}{2} + 1,5 = 11,5 \text{ мм.}$$

Радиус на основании канавки:

$$\rho_K = \frac{\pi \cdot (D_a - 2H)}{10 \cdot Z_u} \quad (3.17)$$

$$\rho_K = \frac{3,1416 \cdot (190 - 2 \cdot 11,5)}{10 \cdot 24} = 2,19 \text{ мм.}$$

Принимаем 2 мм.

Угол профиля $\theta_\kappa = 30^\circ$.

Делительный диаметр:

$$d_{\delta u} = D_{au} - h_u - 0,1 \cdot K \quad (3.18)$$

$$d_{ou} = 190 - 5,5 - 0,1 \cdot 4 = 184,1 \text{ мм.}$$

УГОЛ ВИТКОВ:

$$\sin \omega = \frac{m_u \cdot a}{d_{ou}} \quad (3.19)$$

где a – число заходов фрезы.

$$\sin \omega = \frac{2 \cdot 1}{184,1} = 0,011, \quad \angle \omega = \arcsin 0,011 = 0,63^\circ.$$

Шаг:

$$t_{oc} = \frac{t_u}{\cos \omega} \quad (3.20)$$

$$t_{oc} = \frac{6,2832}{\cos 0,63} = 6,2835 \text{ мм.}$$

ХОД ВИТКОВ:

$$t_x = t_{oc} \cdot a \quad (3.21)$$

$$t_x = 6,2835 \text{ мм.}$$

Осевой шаг:

$$T = t_{oc} \cdot \text{ctg}^2 \omega \quad (3.22)$$

$$T = 6,2835 \cdot \text{ctg}^2 0,63 = 51965,07 \text{ мм.}$$

Профильные углы:

$$\alpha_{np} = \alpha_{лес} = \alpha_u = 20^\circ$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{oc} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_u}{\cos \omega} = \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 0,63} = 0,364, \angle \alpha_{oc} = 20^\circ,$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{np} = \operatorname{ctg} \alpha_{oc} - \frac{K_1 \cdot Z_u}{T} = \operatorname{ctg} 20^\circ - \frac{5 \cdot 24}{51965,07} = 2,7752, \angle \alpha_{np} = 20,91^\circ,$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{лев} = \operatorname{ctg} \alpha_{oc} + \frac{K_1 \cdot Z_u}{T} = \operatorname{ctg} 20^\circ + \frac{5 \cdot 24}{51965,07} = 2,7798, \angle \alpha_{лев} = 20,65^\circ.$$

Все конструктивные элементы фрезы представлена на соответствующем рабочем чертеже.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемых технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Токарь	Токарный станок Б16Д25	Сталь 50, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Нарезание зубьев	Зубофрезерная операция	Зуборезчик	Зубофрезерный станок 53В80	Сталь 50, смазочно-охлаждающая жидкость

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	2	3
Токарная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, Токарный станок Б16Д25
Зубофрезерная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, Зубофрезерный станок 53В80

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	

4.3 Средства обеспечения снижения профессиональных рисков

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

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	Участок механической обработки	Токарный станок Б16Д25 Зубофрезерный станок 53В80	Пожары категории В, воспламенение и горение веществ в жидком состоянии и твердых веществ способных плавиться	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Попадание высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматической пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Разветвления для рукавов, рукава пожарные высокодавления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противодымные	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Точение	Хранение ветоши в негорючих ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре, проведение противопожарных инструктажей, применение средств пожаротушения, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ
Зубофрезерование	Хранение ветоши в негорючих ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре, проведение противопожарных инструктажей, применение средств пожаротушения, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ

4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производствен ного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственн ого техпроцесса (производственн ого сооружения или производственн ого здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическ ое негативное воздействие рассматривае мого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемог о технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
1	2	3	4	5
Точение Фрезерова ние	Токарный станок Б16Д25 Зубофрезерный станок 53В80	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
				отходов должен производиться своевременно

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

Название технического объекта	Точение, Зубофрезерование
1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

Продолжение таблицы 4.8

1	2
снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В результате выполнения раздела были рассмотрены основные опасные и вредные факторы, действующие на производстве. Разработаны мероприятия по снижению и устранению их влияния. Кроме того, рассмотрены вопросы по обеспечению пожарной безопасности на производстве и соответствию его экологическим нормам.

5 Экономическая эффективность работы

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

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «рулевая рейка Lada Granta». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям «020 и 035 – Фрезерные», представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 020 – Фрезерная	
<p><u>Оборудование</u> – вертикально-фрезерный станок, модель 6P13. <u>Оснастка</u> – УСП. <u>Инструмент</u> – метчик. $T_O = 0,234 \text{ мин}; T_{\text{шт-к}} = 1,424 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – вертикально-фрезерный станок с ЧПУ, модель 2204ВМФ4. <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый, центр вращающийся. <u>Инструмент</u> – фреза. $T_O = 0,194 \text{ мин}; T_{\text{шт-к}} = 1,125 \text{ мин}$</p>
Операция 035 – Прессовая	
<p>На операции осуществляется штамповка зубчатого профиля. <u>Оборудование</u> – пресс <u>Оснастка</u> – штамп $T_O = 0,59 \text{ мин}; T_{\text{шт-к}} = 1,061 \text{ мин}$</p>	<p>На операции осуществляется нарезание зубьев. <u>Оборудование</u> – фрезерный станок с ЧПУ, модель 53В80. <u>Оснастка</u> – гидравлические тиски. <u>Инструмент</u> – червячная фреза. $T_O = 0,48 \text{ мин}; T_{\text{шт-к}} = 0,976 \text{ мин}$</p>

Описанные, в таблице 5.1, условия являются исходной информацией для проведения экономических расчетов с целью обоснованности внедрения предложенных изменений.

Для проведения полноценной экономической оценки эффективности предложенного совершенствования, необходимы также знание следующих величин:

- программы выпуска изделия, которая, согласно заданию ВКР, составляет 4000 шт.;

- массы детали и заготовки, а также марку материала, применяемого при изготовлении данной детали, но если предлагаемые изменения не касались способа получения заготовки и используемого материала для детали, то данными значениями можно пренебречь;

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя описанные значения, пакет программного обеспечения Microsoft Excel, и соответствующую методику расчета технологической себестоимости и составления калькуляции полной себестоимости [25], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения операции 020 – Фрезерной и 035 – Фрезерной (Прессовой в базовом варианте). По исходному варианту технологического процесса она составляет 10,82 руб., а по проектируемому – 10,82 руб. Полученные значения используются, как исходные данные, для определения полной себестоимости выполнения анализируемой операции. Для наглядности, структуру технологической себестоимости и ее значение, а также размер полной себестоимости представим в виде диаграммы на рисунке 5.1.

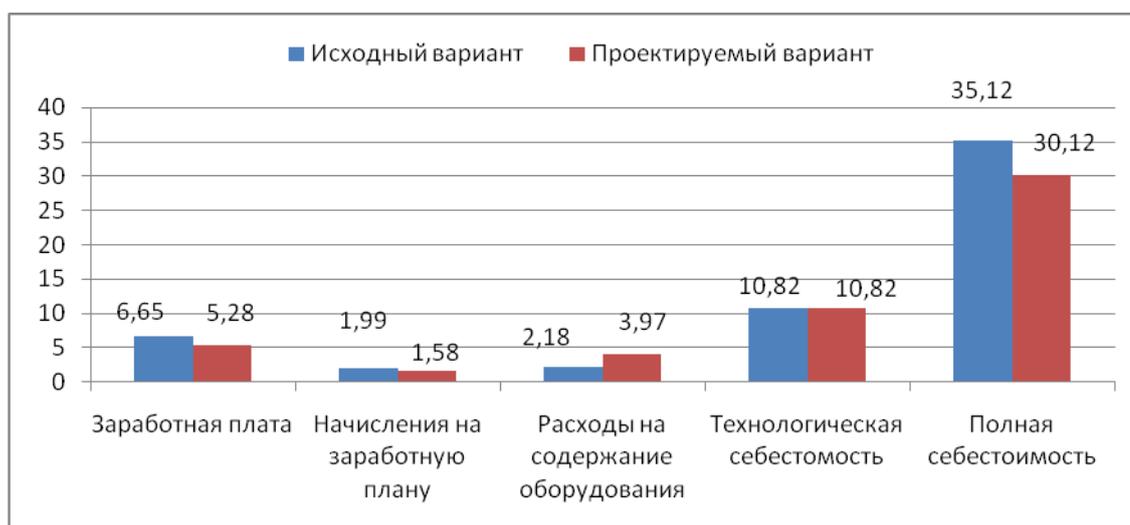


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о том, что почти все параметры, за исключением статьи «Расходы на содержание и эксплуатация оборудования», имеют тенденцию к снижению. Это следует воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства.

Несмотря на снижение величины полной себестоимости, говорить об экономической целесообразности предлагаемых изменений пока рано. Так как, на этом этапе еще не определена величина капитальных вложений, необходимых для внедрения совершенствований и не известен срок окупаемости данных инвестиций.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, и применяя методику расчета капитальных вложений [25], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 51936,1 руб. и учитывает изменяющиеся условия (инструмент, приспособление и затраты на проектирование) при выполнении операций «020 и 035 Фрезерных».

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [25], применяемой в данных случаях,

рассчитаем необходимые величины (чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект), на базе которых и будут сделаны соответствующие выводы. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}} \text{ руб.}$	16000
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}} \text{ лет}$	5
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ, диск.}} \text{ руб.}$	60640
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = \text{ЧДД, руб.}$	8703,9
5	Индекс доходности	$ИД, \text{ руб.}$	1,17

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2, можно сделать вывод о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Такое заключение позволяет делать ряд представленных величин, во-первых, это положительная величина интегрального экономического эффекта – 8703,9 руб. и во-вторых – индекс доходности (ИД), который составляет 1,17 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 020 и 035 технологического процесса изготовления детали «рулевая рейка Lada Granta».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы стало достижение ее цели. Для этого основываясь на чертеже детали, было проведено проектирование заготовки. Разработана технология изготовления рейки в соответствии с типом производства. Разработаны схемы базирования. Спроектированы станочное приспособление и режущий инструмент для фрезерной операции. Это позволило повысить эффективность технологического процесса и сократить время на обработку. Проанализирована безопасность и экологичность технологического процесса, предложены мероприятия по устранению выявленных недостатков. Экономические расчеты подтвердили эффективность предлагаемых технических решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.
2. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782с.
3. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
4. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с.
5. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
6. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
8. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
9. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.
11. Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник. [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 308 с.
12. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
13. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 336 с.
14. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.
15. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.
16. Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.
17. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
18. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
19. Стратиевский, И. Х. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / И. Х. Стратиевский, В. Г. Юрьев, Ю. М. Зубарев. - Москва :

Машиностроение, 2012. - 352 с..

20. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

21. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

22. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

23. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

24. Булавин, В.В. Расчет металлорежущих инструментов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ, 2011. — 136 с.

25. Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Стр.	Лист		
				<u>Документация</u>						
				<u>Сборочные единицы</u>						
A1		1	17.07.ТМ.075.60.000СБ		1					
				<u>Детали</u>						
		4	17.07.ТМ.075.60.001	Гудка	1					
		2	17.07.ТМ.075.60.002	Призма	1					
		3	17.07.ТМ.075.60.003	Гудка	1					
		4	17.07.ТМ.075.60.004	Втулка	2					
		5	17.07.ТМ.075.60.005	Пробка	2					
		6	17.07.ТМ.075.60.006	Планка	1					
		7	17.07.ТМ.075.60.007	Ползун	2					
		8	17.07.ТМ.075.60.008	Рычаг	2					
		9	17.07.ТМ.075.60.009	Втулка	2					
		10	17.07.ТМ.075.60.010	Шток	2					
		11	17.07.ТМ.075.60.011	Шток	2					
		12	17.07.ТМ.075.60.012	Корпус	1					
			17.07.ТМ.075.60.000							
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.		Юшков Д.О.					Лит.	Лист	Листов
	Проб.		Козлов А.А.						1	2
	Н.контр.		Виткалов В.Г.					ТГУ, ТМБЗ-1232		
	Утв.		Логинов Н.Ю.							
Копировал _____ Формат А4										

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		13		Винт М6-6ГХ8.66.05 ГОСТ 17475-80	4	
		14		Винт М8-6ГХ25.109.05 ГОСТ 11738-84	12	
		15		Болт М12-6ГХ90.109.05 ГОСТ 1378-84	10	
		16		Болт М10-6ГХ30.88.40Х.05 ГОСТ 7805-70	8	
		17		Штифт 8Х30 ГОСТ 3128-70	2	
		18		Шпайка 2.10Х32.40Х.05 ГОСТ 12207-79	4	
				<i>Прочие изделия</i>		
		9		Кольцо 038-042-25-2-2 ГОСТ 9833-73	2	
		20		Кольцо S-55014-0400-46-222	4	
		21		Кольцо GS-55013-0300-46-K	2	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17.07.ТМ.075.60.000	Лист
						2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Дубл.	Взам.	Лист.	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код и наименование операции	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К. шт	Т. пз.	Т. шт.	
			Обозначение документа																
А							Код и наименование оборудования												
Б							Код и наименование оборудования												
T16							396110 Патрон токарный трехшлицевой 7100-0019 ГОСТ 2675-80; 392871 центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392101 резец												
T17							проходной прямой 2100-0401 ГОСТ 18878-73 с пластинами из твердого сплава Т5К10 ГОСТ 25396-82; 393311 ШЦ-2-250-0,05 ГОСТ 166-80.												
18																			
A19							XX XX XX 015 4110 Токарная чистовая												
B20							381160 Токарно-винторезный станок Б16Д25	2	18217	422	1	1P					6	1235	
O21							Точиль поверхность 6 выдерживая размер 26,66±0,052, l=265 ^{+0,05} , снять фаску 7												
T22							396110 Патрон токарный трехшлицевой 7100-0019 ГОСТ 2675-80; 392871 центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392101 резец												
T23							проходной прямой 2100-0401 ГОСТ 18878-73 с пластинами из твердого сплава Т5К10 ГОСТ 25396-82; 393311 ШЦ-2-250-0,05 ГОСТ 166-80.												
24																			
A25							XX XX XX 020 4260 Фрезерная с ЧПУ												
B26							381611 Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	2	18632	422	1	1P					8	2417	
O27							Фрезеровать поверхность 17 выдерживая размер 174,5±0,03; фрезеровать поверхность 4 выдерживая размер 2115±0,1; сверлить отв. 10												
O28							выдерживая размер φ7 ^{+0,05} на глубину 4,5мм; сверлить отв. 11 12 выдерживая размер φ10 ^{+0,027} на глубину 20мм; зенкеровать отв. 11, 12												
O29							выдерживая размер φ10,6 ^{+0,025} на глубину 20мм; нарезать резьбу М12 в отв. 11 12.												
T30							392810 Патрон трехшлицевой ГОСТ 2675-80; XXXXX обработка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93; втулка переходная												
T31							6100-0141 ГОСТ 28119-89; 392812 патрон резьбоданрезной 6161-0101 ГОСТ 21938-76; 391820 фреза концевая φ30мм 2235-0109 ГОСТ												
T32							17026-71 P6M5; 391820 фреза концевая φ22мм 2240-0452 ГОСТ 17026-71 P6M5; 391267 сверло спиральное φ7мм 2300-0187 ГОСТ												
T33							10903-77 P6M5; 391267 сверло спиральное φ9мм 2300-0203 ГОСТ 10903-77 P6M5; 391610 зенкер φ9,6мм ГОСТ 3231-71; 391818 фреза												
T34							твердосплавная монолитная М12 ВКЗ 2640-0120 ГОСТ 7930-72; 393311 ШЦ-1-01-150 ГОСТ 166-89												
35																			
			МК2																

Дубл.	Взам.	Лист.	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код и наименование операции	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К. шт	Т. пз.	Т. шт.	
			Обозначение документа																
			Код и наименование оборудования																
A36	XX	XX	XX	025	4260	Фрезерная червяная													
B37	381611	Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	2	18632	422	1	1P										5	1149	
O38	Фрезеровать поверхность 13, 14 выдерживая размер 1195±0,1																		
T39	392810	патрон трехшлицевой ГОСТ 2675-80; XXXXXX оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93; фреза концевая																	
T40	φ30мм	2235-0109 ГОСТ17026-71 P6M5; 393120 склада СИ 50 ГОСТ 11098-75																	
41																			
A42	XX	XX	XX	030	4260	Фрезерная числовая													
B43	381611	Фрезерный станок с ЧПУ 2204ВМФ4	2	18632	422	1	1P										5	1514	
O44	Фрезеровать поверхность 13, 14 выдерживая размер 1125±0,1																		
T45	392810	патрон трехшлицевой ГОСТ 2675-80; XXXXXX оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93; фреза концевая																	
T46	φ30мм	2235-0109 ГОСТ17026-71 P6M5; 393120 склада СИ 50 ГОСТ 11098-75																	
47																			
A48	XX	XX	XX	035	4153	Зубофрезерная													
B49	381572	Фрезерный станок с ЧПУ 53В80	2	12287	422	1	1P										3	0976	
O50	Нарезать зубья (поверхности 16, 18) выдерживая размер 6,14 ^{+0,05} _{-0,05}																		
T51	396131	приспособление зажимное специальное; XXXXXX оправка для червячной фрезы 6240-0021 ГОСТ 20507-75; фреза червячная																	
T52	φ190 мм	P6M5Ф3; 393120 склада СИ 50 ГОСТ 11098-75																	
53																			
A54	XX	XX	XX	040	5130	ТО													
55																			
МКЗ																			

Дубл.	Взач.	Позн.	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код и наименование операции	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К. шт	Т. пз.	Т. шт.	
			Обозначение документа																
			Код и наименование оборудования																
A56	XX	XX	XX	XX	045	XXXX	Центро-шлифовальная												
B57	381839	Центрошлифовальный станок ZSM 5100	2	18873	422	1	1P										7	0,072	
O58	Шлифоваль центральные отверстия 1, 9 выдерживая размеры согласно КЭ																		
T59	396171 Приспособление специальное станочное; 397717 шлифовальная головка ф4 мм ГОСТ2447-72																		
60																			
A61	050 XXXX Прутка																		
B62																			
63																			
A64	XX	XX	XX	055	4131	Шлифовальная черновая	2	18873	422	1	1P						7	1,527	
B65	381311 Шлифовальный станок ЗУ131М																		
O66	Шлифоваль поверхность 6 выдерживая размер 26,09 ^{±0,01}																		
T67	396114 Патрон лободковый с неподвижным центром 6155-0051 ГОСТ 20505-75; 397130 шлифовальный круг 1-150x20x32 14A36N7V5																		
T68	63M/с2 ГОСТ 2424-08; 393410 микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90; шаблон																		
69																			
A70	XX	XX	XX	060	4133	Шлифовальная черновая													
B71	381313	Шлифовальный станок с ЧПУ ME 200	2	18873	422	1	1P										7	1,368	
O72	Шлифоваль поверхность 13, 14 выдерживая размер 11,25 ^{±0,1}																		
T73	396114 Патрон лободковый с неподвижным центром 6155-0051 ГОСТ 20505-75; 397130 шлифовальный круг 1-150x20x32 14A136PF5B																		
T74	63M/с2 ГОСТ 2424-08; 393410 микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90; шаблон																		
75																			
МК4																			

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

