

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Совершенствование технологического процесса изготовления ступицы
автомобиля ЛАДА ЛАРГУС

Студент(ка)	<u>Пакреев Р.Р.</u>	<u>(И.О. Фамилия)</u>	<u>(личная подпись)</u>
Руководитель	<u>Логинов Н.Ю.</u>	<u>(И.О. Фамилия)</u>	<u>(личная подпись)</u>
Консультанты	<u>Горина Л.Н.</u>	<u>(И.О. Фамилия)</u>	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Зубкова Н.В.</u>	<u>(И.О. Фамилия)</u>	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Виткалов В.Г.</u>	<u>(И.О. Фамилия)</u>	<u>(личная подпись)</u>

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н., доцент _____ А.В. Бобровский
(личная подпись)

«_____» _____ 2016 г.

Тольятти 2016

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»

Студент _____ Пакреев Руслан Ринадович гр. ТМбз-1131

1. Тема _____ Совершенствование технологического процесса изготовления ступицы
автомобиля ЛАДА ЛАРГУС

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____ материалы преддипломной
практики, чертеж детали, программа выпуска №=300'000
дет./год

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

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления

4) Проектирование режущего инструмента

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Данная выпускная квалификационная работа направлена на совершенствование технологического процесса изготовления детали – ступицы автомобиля ЛАДА ЛАРГУС, выпускаемой на Волжском автомобильном заводе, с учетом научно-технического прогресса в машиностроении.

В работе проводится анализ исходных данных, разработка технологического процесса и плана изготовления ступицы, выполнено проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.

В завершении проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта, а также выполнен расчет экономической эффективности.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1 Служебное назначение и условия работы детали	7
1.2 Систематизация поверхностей детали	8
1.3 Анализ чертежа детали	10
1.4 Анализ техпроцесса обработки ступицы	10
1.5 Задачи работы	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	18
2.1 Выбор вида и метода получения заготовки	18
2.2 Технико-экономическое сравнение методов получения заготовки	21
2.3 Выбор стратегии разработки технологического процесса	22
2.4 Выбор методов обработки поверхностей	23
2.5 Разработка технологического маршрута	24
2.6 Выбор средств технологического оснащения	26
2.7 Расчёт припусков	30
2.8 Расчет режимов резания	32
2.9 Расчёт норм времени	36
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	42
3.1 Анализ конструкции базового приспособления и сущность усовершенствования	42
3.2 Расчёт усилий резания	42
3.3 Расчет усилия зажима	43
3.4 Расчёт зажимного механизма клиноплунжерного патрона	44
3.5 Расчёт пружинного кольца	45
3.6 Расчёт силового привода	46
3.7 Описание конструкции приспособления	48
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	49

4.1 Проектирование режущего инструмента	51
4.2 Описание конструкции режущего инструмента	54
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Её продукция машины различного назначения – поставляются всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой технологией и техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Перед инженерами технологами стоят задачи дальнейшего развития и повышения выпуска машин, их количества, снижения трудоёмкости, себестоимости и металлоёмкости их изготовления, внедрения поточных методов работы, механизации и автоматизации производства, а также сокращения сроков подготовки производства новых объектов.

Целью работы является разработать технологический процесс обработки ступицы автомобиля ЛАДА ЛАРГУС с использованием новейших достижений науки и техники и отвечающий требованиям технологичности, экономичности, точности, качества, а в сумме надежности, собираемости и эксплуатации автомобиля.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Раздел направлен на то, чтобы на базе анализа исходных данных, технологичности детали и базового технологического процесса сформулировать задачи, которые необходимо решить в работе для достижения цели.

1.1 Служебное назначение и условия работы детали.

Деталь ступицы переднего колеса автомобиля ЛАДА ЛАРГУС (рис. 1.1) служит для передачи крутящего момента от приводного вала переднего колеса непосредственно на ведущее колесо, кроме того, для установки и крепления тормозного диска и автомобильного колеса.

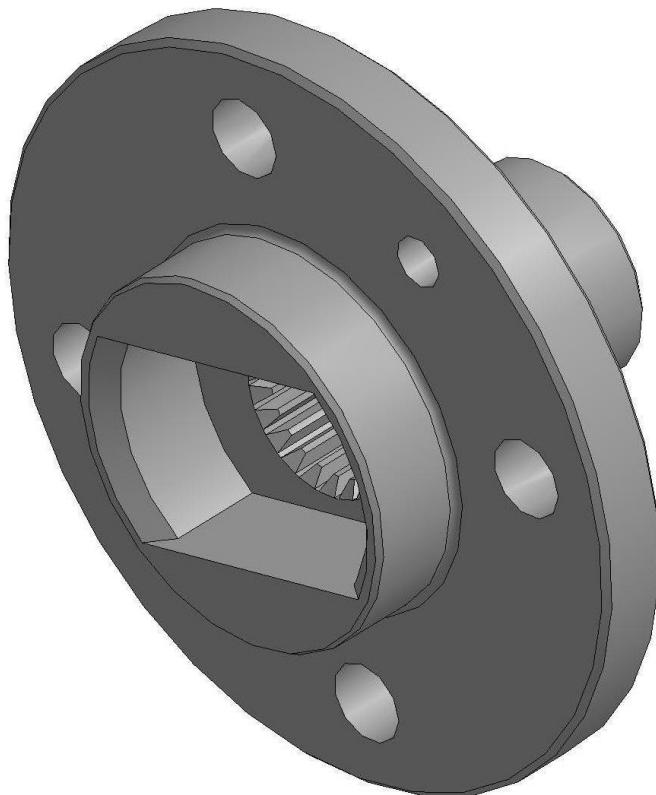


Рис. 1.1. Ступица автомобиля ЛАДА ЛАРГУС

Ступица работает в неравномерном режиме с переменными нагрузками. В качестве материала выбрана сталь АЦ 40ХГНМ ТУ-1-14-2252-90, предназначенная для ответственных деталей, к которым предъявляются требования повышенной прочности.

Характеристики стали АЦ40ХГНМ ГОСТ 4543-71 приведены в таблицах 1.1 и 1.2. [1]

Таблица 1.1 - Характеристика стали АЦ40ХГНМ ГОСТ 4543-71

Твёрдость стали	255...302	НВ
Предел прочности	780	МПа
Предел текучести	685	МПа
Ударная вязкость	98	Дж/см ²

Таблица 1.2 - Содержание химического состава в процентном соотношении

Al	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo
0,15- 0,35	0,36- 0,43	0,17- 0,57	0,65- 0,95	0,75- 1,05	0,50- 0,30	0,20- 0,40	0,37- 0,85

1.2 Систематизация поверхностей детали.

Цель систематизации поверхностей детали выявить, какие из них имеют определяющее значение для качественного выполнения деталью своего служебного назначения.

В таблице 1.1 представлена классификация поверхностей ступицы автомобиля ЛАДА ЛАРГУС. Номера поверхностей указаны на рис. 1.2.

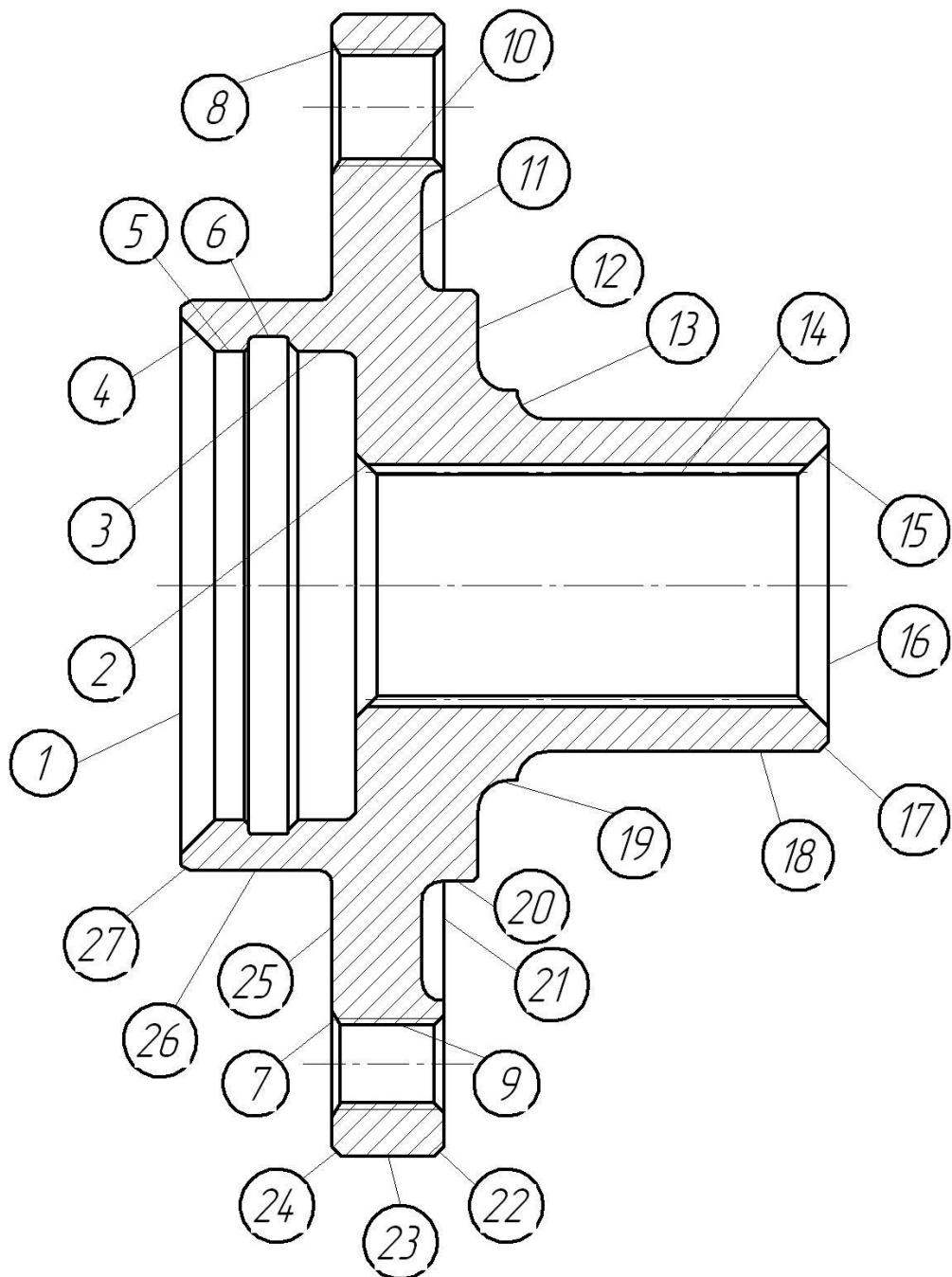


Рис. 1.2. Обозначение поверхностей детали

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали

Вид поверхности	Номер
Исполнительные поверхности	30, 14, 10, 9
Основные конструкторские базы	18, 25
Вспомогательные базы	18, 13, 10, 9, 21, 26, 5, 14
Свободные поверхности	Все остальные

1.3 Анализ чертежа детали.

Произведён анализ требований предъявленных к детали в рабочем чертеже, для того, чтобы убедиться в обоснованности и правильности задания требований к поверхностям детали на чертеже, необходимых для разработки техпроцесса и при необходимости внести предложения об изменении требований.

Рабочий чертёж содержит требования:

1. Деталь изготовлена из легированной стали АЦ 40ХГНМ ТУ-1-14-2252-90. Требования шероховатости поверхностей назначены в зависимости от условий работы детали в узле.
2. Требуемые допуски на размеры назначены в зависимости от конструктивных особенностей детали, характера её работы и сточки зрения технологичности изготовления ступицы.
3. Биение поверхностей 13, 18 (рис. 1.1) назначено из условия правильного установа подшипника, не вызывающего его перекоса.
4. Остальные требования на форму поверхностей и их взаимного расположения назначены с учётом работы ступицы.

Анализ чертежа показал, что все требования назначены из условий работы и конструктивных особенностей детали и изменений не требуют.

1.4 Анализ техпроцесса обработки ступицы.

Анализ операций базового техпроцесса (ТП) проводим с целью определения лимитирующих операций и выявления их недостатков.

Данные об операциях базового ТП представлены в таблице 1.4.

Анализируя базовый техпроцесс, приходим к выводу, что оборудование на 010, 020, 030 и 040 операциях устарело и выгоднее поставить более современные и уже установленные во многих цехах и корпусах многошпиндельные станки 1Б240П-6К и АФТОК 25К-К, ВАЗ.

Из конструкционных и эксплуатационных соображений выявлено, что нет необходимости изготовления фасок на резьбовых отверстиях 9 и 10 с

внутренней стороны фланца на операции 080. Поэтому мною предложено исключить из агрегатной операции получение данных фасок, а так же заменить обычные зенкера для обработки отверстий и получения фасок с наружной стороны фланца на комбинированные зенкера, позволяющие получить сразу и фаску, и обработку отверстия.

Все выше перечисленные изменения на агрегатной операции 080 дают возможность уменьшить время обработки детали, уменьшить время на наладку автоматической линии, уменьшить количество инструментов и оснастки, что, в конечном счете, ведёт к уменьшению себестоимости детали.

Таблица 1.4 - Характеристика операций базового техпроцесса

Номер, наименование операции	Содержание операции	Средства оборудован ия	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Приспособление
1	2	3	4	5	6
000 Заготовительная	Изготовление заготовки	ГКМ	-	-	специальное
010 токарная	Точить предварительно поверхность центрирования диска тормоза, наружн. пов-ть и торец фланца, сверлить центральное отверстие, расточить предварительно место под колпак переднего колеса, снять фаски	6-ти шпиндельн ый токарный станок «Питтлер»	Резец проходной, резец подрезной, 2-а сверла, 2-е расточных головки, 4-е резца для фасок.	2-е пробки, 3-и скобы, 8-мь калибров	3-х кулачковый патрон

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
020 Токарная	Сверлить и зенкеровать центральное отверстие на проход. Точить предварительно место посадки подшипника, место посадки грязезащитного кольца, подрезать торцы, точить канавки на торце фланца, снять фаски	6-ти шпиндельный токарный станок «Питтлер»	Семь различных резцов, 2-а сверла, развёртка	Пробка шаблон, 4-е скобы, 9-ть калибров	3-х кулачковый патрон
030 Токарная	Точить окончательно места посадки подшипника и грязезащитного кольца, расточить отверстие под шлицы, подрезать	2-х шпиндельный токарный лобовой станок «Афток-25К» ВАЗ	4-е резца	Пробка, шаблона, скобы, 8-мъ калибров	2-а 2-е 8-мъ 3-х кулачковый патрон

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
	торец фланца, расточить канавку, снять фаски				
040 Токарная	Точить окончательно наружную поверхность фланца, подрезать торец фланца-место опоры обода колеса и колпака. Расточить канавки, снять фаски	2-х шпиндельный токарный лобовой станок «Афток-25К» ВАЗ	4-е резца	Пробка, шаблона, скобы, калибров	2-а 2-е 6-мъ 3-х кулачковый патрон
050 Протяжная	Протянуть эвольвентные шлицы	Вертикально протяжной станок 7627 г. Минск	Протяжка ГОСТ 25157-82, ХВГ	Пробка, комплексный калибр	Специальное
060 Промывочная	Мойка и сушка	Моечная машина шунельного типа «ВАЗ»			

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
070 Токарная	Подрезать торец опоры шайбы подшипника. Точить пов-ть центрирования и опоры диска переднего тормоза, снять фаски	2-х шпиндельный токарный лобовой станок «Афток-25К» ВАЗ лобовой станок «ВАЗ»	Семь различных резцов	Скоба и восемь калибров	Патрон цанговый
080 Агрегатная	Сверлить. Зенкеровать, снять фаски, нарезать резьбы в 6-ти отверстиях на фланце	Спец. агрегатный станок с поворотным столом «Харьков» 10-ти позиционный	6-ть свёрл, 18-ть зенкеров, 6-ть метчиков	4-е пробок, три калибра	Зажимной механизм, опорный палец
090 Шлифовальная	Шлифовать места посадки и опоры подшипника. Шлифовать поверхности центрирования и опоры диска тормоза	Спец. 2-х сторонний торцевокруглошлифовальный станок «Конструкцион Клише»	Шлифовальный круг ПП 350*20*127 ГОСТ 2447 82-2шт.	2-е склбы, 5-ть калибров, 2-а шаблона	Патрона клиноплунжерного типа, врачающийся центр

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
100 Моечная	Промывка и сушка	Туннельная моечная машина «ВАЗ»	-	-	-
110 Контрольная	Окончательный контроль согласно карты контроля. Укладка деталей в контейнеры	Контрольный стол	-	Специальные контрольные приспособле- ния	-

Это позволяет также уменьшить испарения СОЖ, то есть улучшить условия труда.

С установкой нового оборудования появляется возможность получения центрального отверстия сразу, на проход. Это позволяет уменьшить количество инструментов и время обработки детали.

1.5 Задачи работы.

Исходя из анализа состояния обработки ступицы переднего колеса автомобиля ЛАДА ЛАРГУС на АВТОВАЗе, формулируем задачи выпускной работы:

- 1) Разработать конструкцию заготовки, обеспечивающую минимальные затраты материала.
- 2) Разработать конструкцию и выполнить расчёты станочного приспособления.
- 3) Сократить число переходов токарных операций вследствие уменьшения припуска.
- 4) Разработать технологию изготовления детали.
- 5) Заполнить технологическую документацию.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.

Метод получения заготовки определяют в зависимости от свойств обрабатываемого материала, типа детали, сложностями формы детали, типа производства. Анализируя всё это, приходим к выводу: заготовку данной детали можно получить штамповкой или литьём по выплавляемым моделям.

На рис. 2.1 показаны приближённые конструкции заготовок, получаемые различными способами.

2.1.1. Заготовка изготовлена методом литья по выплавляемым моделям.

Рекомендуемый ряд припусков на отливку принимаем по источнику ГОСТ 26645-85 [2] -четвертый ряд.

Припуски элементов отливки примем по источнику [2].

Допуски элементов отливки примем по источнику [2].

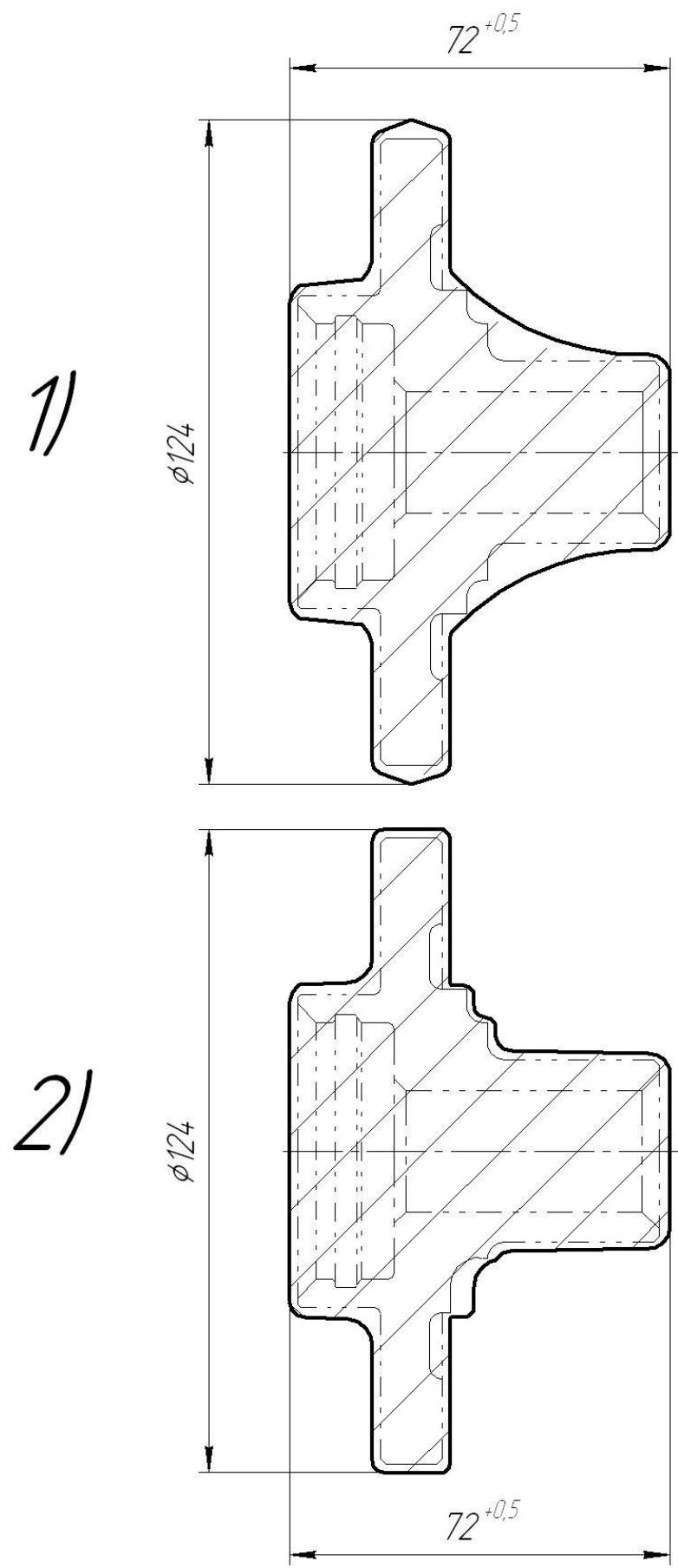


Рис. 2.1. Варианты конструкции заготовки: 1- отливка; 2- штамповка

Таблица 2.1 - Основные припуски на размеры отливки

Номинальный размер, мм	Основной припуск на мех. обработку (на сторону), мм	Размер элемента отливки, мм	Допуск элемента отливки, мм
1	2	3	4
Ø117	1.4	120	0.4
Ø58	1.0	60.5	0.4
Ø48	1.4	50	0.32
Ø60.5	1.2	63	0.32
Ø34	1.0	36	0.28
15.5	1.2	17	0.22
11.5	1.4	14.5	0.22
15	1.4	13.5	0.22
19	1.0	20	0.24
32	1.1	33	0.28
4	1.1	5	0.18

2.2 Технико-экономическое сравнение методов получения заготовки.

Стоимость заготовки в рублях, руб.

$$S_{34Г} = (C \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II}) - (Q - g) \cdot S_{OTX}, \text{ руб, [3]}$$

где С - базовая стоимость одного килограмма заготовки, руб;

$k_T, k_C, k_B, k_M, k_{II}$ - коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок;

Q – масса заготовки, кг;

g – масса готовой детали, кг;

S_{OTX} – цена 1 кг отходов, руб.

Для штамповки:

$$C = 0,315 \text{ руб.}$$

$$k_T = 1,0; \quad [3]$$

$$k_M = 1,21; \quad [3]$$

$$k_C = 1,14; \quad [3]$$

$$k_B = 1,29; \quad [3]$$

$$k_{II} = 0,8; \quad [3]$$

$$C_{OTX} = 0,0144 \text{ руб.}$$

Подставим вышеуказанные данные в формулу (2.1)

$$S_{34Г} = (0,315 \cdot 1,984 \cdot 1 \cdot 1,21 \cdot 1,14 \cdot 1,29 \cdot 0,8) - (1,984 - 1,1) \cdot 0,0144 = 0,88, \text{ руб.}$$

Для отливки:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (120^2 \cdot 14,5 + 60,5^2 \cdot 17 + 36^2 \cdot 33 - 45^2 \cdot 18 + 63^2 \cdot 5) \cdot 10^{-9} \cdot 7,85 \cdot 10^3 = 1,83 \text{ кг}$$

$$C = 1,6 \text{ руб.}$$

$$k_T = 1,0; \quad [3]$$

$$k_M = 1,1; \quad [3]$$

$$k_C = 0,9; \quad [3]$$

$$k_B = 0,63; \quad [3]$$

$$k_{II} = 1,23. \quad [3]$$

Подставим в формулу (2.1):

$$S_{3AG} = (1,6 \cdot 1,83 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 0,63 \cdot 1,23) - (1,83 - 1,1) \cdot 0,0144 = 2,23 \text{ , руб.}$$

Выбираем способ получения заготовки:

Штамповка на ГКМ

По источнику [4] степень сложности С4.

По [4] исходный индекс 3.

2.3 Выбор стратегии разработки технологического процесса.

Можно сказать, что тип производства зависит от двух факторов заданной программы выпуска и трудоёмкости изготовления детали. Нередко трудоёмкость (при определении типа производства) выражают через массу детали.

В данном случае, исходными данными, определяющими тип производства, является масса детали и заданная программа выпуска. Масса нашей детали: $m = 1,2 \text{ кг}$, а заданная программа выпуска детали – 300 000 штук в год.

Определим тип производства. Для массы детали до 8 кг и при $\Pi_g = \text{от } 100000\text{- штук в год получаем крупносерийное производство.}$

В зависимости от типа производства выберем оптимальную стратегию разработки техпроцесса – принципиальный подход к определению его составляющих (показателей техпроцесса), способствующий обеспечению заданного выпуска деталей, заданного качества с наименьшими затратами.

Таблица 2.2 - Стратегия разработки ТП

Показатель ТП.	Крупносерийный тип производства.
1. Форма организации.	Переменно-поточная.
2. Повторяемость изделий.	Регулярное повторение партий.

Продолжение табл. 2.2

3. Унификация ТП.	Разработка специальных ТП на базе типовых.
4. Вид стратегии разработки ТП.	Все виды.
5. Заготовка.	Штамповка на ГКМ или литье
6. Припуск на обработку.	Незначительный.
7. Расчёт припусков.	Неподробный.
8. Оборудование.	Специализированное, специальное.
9. Загрузка оборудования.	Постоянная
10. Коэффиц. закрепления операций.	Свыше 1 до 20.
11. Расстановка оборудования	С учётом характерного направления грузопотоков.
12. Настройка станков.	По измерительным инструментам и приборам.
13. Оснастка.	Специализированная и специальная.
14. Подробность заготовки.	Операционные карты.
15. Расчёт режимов резания.	По отраслевым нормативам и эмпирическим формулам.
16. Нормирование.	Детальное, пооперационное.
17. Квалификация рабочих.	Невысокая.

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

Последовательность обработки поверхности детали выбираем в зависимости от вида поверхности, квалитета точности, обрабатываемого материала и коэффициента трудоёмкости.

В таблице 4.1 представлена последовательность обработки поверхности ступицы. Номера поверхностей указаны на рис. 1.2.

Таблица 2.3 - Последовательность обработки поверхности ступицы

Номер поверхности	Квалитет точности	Заданная шероховатость	Методы обработки
1	2	3	4
30	9	R_a10	Π
14	9	R_a10	$C,3,P,\Pi$
7 8 9 10	11	R_a10	$C,3,P_{резб.}$
3 27	9	R_a10	T,T_q,T_m
25 26	8	R_a5	T,T_q,T_m,III_q
6 31 32	11	R_a10	P
1 2 4 5 11 12 15 16 17 19 20 21 22 23 24 28 29	11	R_a20	T,T_q
13 18	6	$R_a0,63$	T,T_q,III_q,III_m

Где Т – точение, T_q – точение чистовое, T_t – точение тонкое, III_q – шлифование чистовое, С – сверление, З – зенкерование, Р – растачивание, Π – протягивание, Резб. – резьбонарезание, III_t – шлифование тонкое.

2.5 Разработка технологического маршрута.

Задача – разработать оптимальный технологический маршрут, т.е. такую последовательность операций, которая обеспечит получение из заготовки готовой детали с наименьшими затратами. При этом необходимо разработать такую схему базирования заготовки на каждой операции, которая бы обеспечивала минимальную погрешность обработки.

Методы обработки поверхностей детали зависят от заданной точности и шероховатости. В таблице 2.4 представлен маршрут обработки детали.

Схемы базирования представлены в графической части бакалаврской работы (в плане обработки).

Таблица 2.4 - Маршрут обработки детали

Номер, наименование операции	Содержание операции
000 Заготовительная	Изготовление заготовки
010 Токарная	Точить предварительно поверхность и торец фланца. Сверлить центральное отверстие 3-мя сверлениями, расточить предварительно место под колпак переднего колеса, снять фаски
030 Токарная	Точить окончательно место посадки подшипника и грязезащитного кольца, расточить отверстие пол шлицы, подрезать торец фланца, расточить канавку, снять фаски
050 Протяжная	Протянуть эвольвентные шлицы
060 Промывочная	Мойка и сушка
080 Агрегатная	Сверлить, зенкеровать, снять фаски с одной стороны и нарезать резьбы в 6-ти отверстиях на фланце
090 Шлифовальная	Шлифовать места посадки и опоры подшипника. Шлифовать поверхности центрирования и опоры диска тормоза
110 Контрольная	Окончательный контроль согласно карты контроля. Укладка деталей в контейнеры

На основе составленного технологического маршрута обработки разработаем план изготовления детали, который представим в графической части.

2.6 Выбор средств технологического оснащения.

Задача раздела – выбрать для каждой операции технологического процесса такие оборудование, приспособление, режущий инструмент и средства контроля, которые бы обеспечили заданный выпуск деталей заданного качества с минимальным затратами.

По разработанному технологическому маршруту обработки ступицы выполним выбор средств технологического оснащения на каждую операцию и занесем их в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Выбор средств технологического оснащения по операциям

Номер, наименование операции	Средства оборудования	Мерительный инструмент
1	2	3
000 Заготовит.	ГКМ	-
010 Токарная	6-ти шпиндельный токарный станок 1Б240П-6К	Пробок-2 Скоб-3 Калибров-8
030 Токарная	2-х шпиндельный токарный лобовой станок Афток 25К-К, ВАЗ	Пробок-1 Скоб-2 Калибров-8 Шаблонов-1
050 Протяжная	Вертикальный протяжной станок 7783 (сдвоенный) г. Минск	Пробок-1 Калибров-2
060 Промывочная	Моечная машина туннельного типа, ВАЗ	

Продолжение таблицы 2.5

1	3	4
080 Агрегатная	Спец. Агрегатный станок с поворотным столом Б81П8Е	Пробок - 4 Калибров-2 Приспособление для контроля расположения отверстий
090 Шлифовальная	Спец. 2-х сторонний торцекруглошлифовальный станок «Конструкцион Клише»	Скоб-2 Калибров-5 Шаблонов-2
110 Контрольная	Контрольный стол	Контрольные приспособления

2.6.1 Выбор режущего инструмента и технологической оснастки.

Задача - для каждой операции выбрать такое оборудование, приспособления, инструмент и средства контроля, которые бы обеспечили минимальные затраты на обработку при безусловном выполнении требований к качеству обработки, заданных чертежом детали.

Выбор режущего инструмента и технологической оснастки сведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Режущий инструмент и технологическая оснастка для техпроцесса изготовления ступицы.

Номер наименование операции	Применяемое приспособление	Применяемый режущий инструмент
1	2	3
000 Заготовит.	Специальное	-
020 Токарная	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий	Резцовый блок, различные пластины с плазменной обработкой по ГОСТ 19056-80, ГОСТ 19050-80, ГОСТ 19058-80, Т15К6-8шт. Зенкер d=21, Гост 12489-71,Р6М5
030 Токарная	Самоцентрирующийся патрон	Резцовый блок, различные пластины с плазменной обработкой по ГОСТ 19056-80, ГОСТ 19050-80, ГОСТ 19058-80, Т15К6-6шт. (для одного шпинд.)
040 Токарная	Самоцентрирующийся патрон	Резцовый блок, различные пластины с плазменной обработкой по ГОСТ 19056-80, ГОСТ

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
		19050-80, ГОСТ 19058-80, Т15К6-6шт. (для одного шпинделя)
050 Протяжная	Специальное	Протяжка, ГОСТ 25157-82, ХВГ
070 Токарная	Клиноплунжерный патрон ф. Тоблер	Головка расточная, тип8, d=48 Т15К6 Резцовый блок, различные пластины с плазменной обработкой по ГОСТ 19056-80, ГОСТ 19050-80, ГОСТ 19058-80, Т15К6-6шт. (для одного шпинделя)
080 Агрегатная	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий	Сверло d=6, тип 2301, ГОСТ 22736-77, P6M5-2 шт. Сверло d=10, тип 2301, ГОСТ 22736-77, P6M5-4шт. Зенкер калибранный d=6,8, P6M5-2шт. Зенкер

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
		калибранный d=10,8, Р6М5-4шт. Метчик М12, Гост 17933-72, Р6М5-4шт.
090 Шлифовальная	Оправка гидравлическая центрупорный	Круг шлифовальный, ПП350*20127 ГОСТ 2447-82-2шт.

2.7 Расчёт припусков.

Расчётно – аналитическим методом определим припуски на механическую обработку поверхности 18 d=34 $\text{C}_{0.002}^{0.018}$. Последовательность обработки диаметра шестого квалитета включаем: точение, чистовое точение, чистовое шлифование, тонкое шлифование.

Минимальный расчётный припуск определяется шероховатостью поверхностью, полученной на предыдущем переходе R_z , глубиной дефектного слоя от предыдущего перехода h , отклонением формы и расположения поверхности, полученными на предыдущем переходе Δ , погрешностью установки заготовки в приспособлении на данном переходе вследствие несовпадения технологической и со измерительной баз E

Минимальное значение припуска рассчитывается по формуле:

$$Z_{\min}^{(i)} = a^{(i-1)} + \sqrt{(\Delta^{(i-1)})^2 + (E^I)^2}, \quad (2.2)$$

где $a=R_z+h$ – выбираем из [5]

$$\Delta = 0.28IT$$

Так как технологическая и измерительная баз совпадают, то $E=0$.

Индекс I – номер данного перехода, i- 1- номер предыдущего перехода.

Максимальное значение припуска рассчитывается по формуле:

$$Z_{\max}^{(i)} = Z_{\min}^{(i)} + 0.5(IT^{(i)} + IT^{(i-1)}), \quad (2.3)$$

Таблица 2.7 - Результаты расчёта припусков и предельных размеров

№ пер- ехо- да	Наименова- ние перехода	Ква- лите- т	Составляющие припуска, мм			Припуск, мм			Предельные размеры,мм	
			IT	Q	Δ	E	Z _{min}	Z _{max}	D _{min}	D _{max}
1	2		4	5	6	7	8	9	10	11
000	Штамповк- а	15	0,4	0,4	0,25	0	-	-	36,363	37,363
010	Точение	12	0,2	0,15	0,0625	0	0,6	1,275	34,813	35,063
040	Точение чистовое	10	0,1	0,05	0,025	0	0,2	0,388	34,287	34,387
090	Шлифован- ие чистовое	8	0,0 39	0,03	0,01	0	0,0 75	0,145	34,098	34,137
090	Шлифован- ие тонкое	6	0,0 16	0,03	0,004	0	0,0 4	0,068	34,002	34,018

Предельные размеры для каждого перехода, начиная с последнего, рассчитываются по формулам

$$D_{\min}^{(i-1)} = D_{\max}^{(i)} + \alpha Z_{\min}^{(i)} \quad (2.4)$$

$$D_{\max}^{(i-1)} = D_{\min}^{(i-1)} + IT^{(i-1)} \quad (2.5)$$

Результаты расчётов припусков на обработку поверхности 18

$$d = 34 \text{ } \overset{+0.018}{\underset{-0.002}{\text{---}}}$$

И предельных размеров, по вышеуказанным формулам заносят в таблицу.

Предельные значения общего припуска на обработку определяем по формулам:

$$2Z_{\min}^0 = D_{\min}^0 - D_{\min}^k \quad (2.6)$$

$$2Z_{\min}^0 = 36,363 - 34,002 = 2,361$$

$$2Z_{\max}^0 = 2 \cdot Z_{\min}^0 - YT_0^k \quad (2.7)$$

$$2Z_{\max}^0 = 2,361 + 1,0 = 3,361$$

2.8 Расчет режимов резания.

2.8.1 Расчёт режимов резания на токарную операцию № «010»

Для черновой обработки глубина резания принимается равной $t=3,7\text{мм}$.

Подача равна при диаметре обрабатываемой заготовки 120 мм и при точении резанием из быстрорежущей стали с пластинами твёрдого сплава $S=1\text{мм}/\text{об}$.

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$\vartheta = \frac{C_g}{T^M t^{x_g} S^{y_g}} \cdot K_g, \quad (2.8)$$

где $C_g = 340$; [8]

$T=60$ мин – стойкость инструмента;

$M=0,2$;

$X_g = 0.15$;

$y_g = 0,45$;

K_g – поправочный коэффициент на скорость резания, равный:

$$K_g = K_{m,g} \cdot K_{n,g} \cdot K_{u,g} K_{\phi,g} \cdot K_{o,g}, \quad (2.9)$$

где $K_{m,g} = 0.88$ – коэффициент качества обрабатываемого материала;

$K_{n,g} = 0.65$ – коэффициент, учитывающий материал режущей части;

$K_{\phi,g} = 0.7$ – коэффициент, учитывающий влияние параметров резца;

$K_{o\vartheta} = 1$ - коэффициент, учитывающий вид обработки.

$$K_g = 0.88 \cdot 0.9 \cdot 0.65 \cdot 0.7 \cdot 1 = 0.36$$

$$\vartheta = \frac{340}{60^{0.2} \cdot 5^{0.15} \cdot 1^{0.45}} \cdot 0.36 = 42.4 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя равна:

$$n = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 42.4}{3.14 \cdot 82} = 165 \text{ об/мин} \quad (2.10)$$

По паспорту станка принимаем $n_\phi = 160 \text{ об/мин}$.

Фактическая скорость резания равна:

$$\vartheta_{cp} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3.14 \cdot 82 \cdot 160}{1000} = 41.2 \text{ м/мин.} \quad (2.11)$$

Сила резания равна:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot \vartheta^{n_p} K_p \cdot 10, \quad (2.12)$$

где C_p , x_p , y_p , n_p – коэффициент и показатели степени в формуле силы резания, принимаем: $C_p = 300$; $x_p = 1$; $y_p = 0,75$; $n_p = -0,15$.

K_p – поправочный коэффициент, равен:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{rp}, \quad (2.13)$$

где $K_{mp} = 1,11$ – коэффициент, учитывающий влияние геометрии режущей части;

$K_{\varphi p} = 0,89$ – коэффициент влияния геометрии режущей части;

$$K_{rp} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{\lambda p} = 0.93.$$

$$K_p = 1.11 \cdot 0.89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.92.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 1^{0.75} \cdot 41.2^{-0.15} \cdot 0.92 = 1582 \text{ Н.}$$

Определим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot \vartheta}{1020 \cdot 60} = \frac{1580 \cdot 41.2}{1020 \cdot 60} = 1.06 \text{ кВт.} \quad (2.14)$$

Сверлим выбранную мощность с мощностью станка:

$$N \triangleleft N_{cm}; 1.06 \triangleleft 5 \text{ кВт.} \quad (2.15)$$

2.8.2 Расчёт режимов резания на агрегатную операцию «080».

Операция «080» - агрегатная включает в себя 3 перехода

Переход 1. сверлить 4 отверстия $d=9\text{мм}$ на глубину 12мм, сверлить 2 отверстия $d=6$ на глубину 12 мм.

Переход 2. Зенкеровать 4 отверстия $d=9,5$ мм на глубину 12 мм, 4 фаски на $d=9,5$ мм на глубину 12 мм, 2 отверстия $d=6,5$ мм на глубину 12мм, 2 фаски на $d=6,5$ мм на глубину 12 мм.

Переход 3. Нарезать резьбу 4 отверстия $M12\times1,25$ на глубину 12 мм, 2 отверстия $M8$ на глубину 12 мм.

В дальнейшем на N перехода будет указывать индекс параметра режима резания.

Расчёт режимов резания будем проводить согласно методике [8].

1) Определим глубину резания

$$t_1 = \frac{D}{2} = \frac{9}{2} = 4,5\text{мм}; \quad t_1^1 = \frac{D}{2} = \frac{6}{2} = 3\text{мм};$$

$$t_2 = 0,25\text{мм}; \quad t_2^1 = 0,25\text{мм};$$

$$t_3 = 1,25\text{мм}; \quad t_3^1 = 0,75\text{мм}.$$

2) Определим подачу по таблице 2 [8]

$$S_1 = 0,22\text{мм/об}; \quad S_1^1 = 0,16\text{мм/об};$$

$$S_2 = 0,4\text{мм/об}; \quad S_2^1 = 0,45\text{мм/об};$$

$$S_3 = 1,25\text{мм/об}; \quad S_3^1 = 0,75\text{мм/об}.$$

3) Определим скорость резания [10]

отсюда скорость резания,

$$V_1 = 22\text{м/мин}; \quad V_1^1 = 21\text{м/мин}$$

$$V_2 = 33\text{м/мин}; \quad V_2^1 = 38\text{м/мин}$$

$$V_3 = 14\text{м/мин}; \quad V_3^1 = 14\text{м/мин}$$

4) Рассчитаем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi d}; \quad (2.16)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 9} = 778 \text{ об/мин}; \quad n_1^1 = \frac{1000 \cdot 21}{3,14 \cdot 6} = 1114 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 33}{3,14 \cdot 9,3} = 1106 \text{ об/мин}; \quad n_2^1 = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 6,5} = 1861 \text{ об/мин};$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 14}{3,14 \cdot 12} = 271 \text{ об/мин}; \quad n_3^1 = \frac{1000 \cdot 14}{3,14 \cdot 8} = 557 \text{ об/мин}.$$

Значения округляем до ближайших паспортных данных станка, то есть

$$n_1 = 750 \text{ об/мин}; \quad n_1^1 = 1080 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = 1080 \text{ об/мин}; \quad n_2^1 = 1820 \text{ об/мин};$$

$$n_3 = 360 \text{ об/мин}; \quad n_3^1 = 520 \text{ об/мин}.$$

2.8.3 Расчёт режимов резания на торцекруглошлифовальную операцию «090».

Операция «090» - торцекруглошлифовальная.

Шлифование врезное с двух сторон по 2 – м диаметрам и 2 – м торцам одновременно шлифовальными кругами 1 - 350x20x127 91A12HC16K5. d=35 и d=58,45 и прилегающие к ним торцы.

Круги имеют специальную заточку для шлифования по диаметру и торцу в угол $\angle 26^033$.

Расчёт ведём, руководствуясь указаниями [8].

1) Определим глубину шлифования

$$t_1 = 0,5/2; \quad t_1^1 = 0,18;$$

$$t_2 = 0,44/2; \quad t_2^1 = 0,15.$$

2) Выбираем скорость вращения круга

$$Vk_1 = 45 \text{ м/с}, \quad Vk_2 = 45 \text{ м/с}.$$

3) Выбираем скорость вращения детали

$$V=40 \text{ м/мин}.$$

4) Определим радиальную подачу

$$Sp_1 = 0,01 \text{ мм/об},$$

$$Sp_2 = 0,007 \text{мм/об.}$$

5) Частота вращения детали определяется по формуле:

$$n_g = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot d}.$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности, отсюда

$$n_g = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 34} = 370 \text{об/мин.}$$

Назначение режимов резания по таблицам.

Остальные режимы резания назначаем табличным способом и сводим в таблицу 2.8. [8]

Таблица 2.8 - Режимы обработки

№ операции	Название операции	Глубина резания t , мм	Подача S мм/об	Число оборотов/n, об/мин	Скорость резания V , м/мин
020	Токарная (черновая) правого конца ступицы	3,7	$S_o=0,25$	800	100
030	Токарная (черновая) левого конца ступицы	2,1	$S_o=0,25$	800	100
040	Токарная (чистовая) правого конца ступицы	1,02	$S_o=0,1$	1500	210
050	Протяжная	0,6	$S_z=0,06$	-	5
070	Токарная (чистовая) левого конца ступицы	0,6	$S_o=0,1$	1500	235
080	Агрегатная а)Сверлильная б)Зенкерная в)Резьбонарезная	4,5 0,25 1,25	$S_o=0,22$ $S_o=0,4$ $S_o=1,25$	750 1080 360	22 33 14
090	Торцекруглошлифовальная	0,5	0,01	370	45

2.9 Расчёт норм времени.

2.9.1 Расчёт норм времени на токарную операцию «010»

Время выполнения операции оценивается штучно-калькуляционным временем, которое рассчитывается по формуле:

$$T_{um.} = T_0 = (T_{yc.} + T_{zo.} + T_{y.l.} + T_{uz.}) \cdot K + T_{ob.om.}, \quad (2.17)$$

где T_0 – основное время выполнения операций;

T_{yc} - время на установку и снятие детали;

$T_{zo.}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{y.l.}$ - время на приёмы управления;

$T_{uz.}$ - время на измерение детали;

$K=1,8$ – поправочный коэффициент для массового производства;

$T_{ob.om.}$ - время на обслуживание рабочего места, перерыв на обед и личные надобности.

Основное время рассчитывается на основании принятых режимов резания по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} \cdot K_p}{S_m}, \quad (2.18)$$

где K_p - число рабочих ходов; $S_m=160$ об/мин. – минутная подача инструмента

$$T_0 = \frac{76 + 72 \cdot 4 + 28 \cdot 1 + 68 + 30 \cdot 4 + 27}{160} = 0,8 \text{ мин.}$$

Определим состав подготовительно-заключительного времени: на наладку станка, инструмента, приспособлений – 9 мин, получение инструмента и приспособлений до начала и сдача после окончания работы – 7 мин. [8]:
 $T_{п.з.}=9+7=16$ мин.

Время на установку и снятие детали, открепление и закрепление её [8]:

$$T_{zo.} + T_{yc} = 0,16 + 0,18 = 0,34 \text{ мин.}$$

Время на приёмы управления, включить или выключить станок $T_{y.l.}=0,01$ мин [8].

Время на измерение детали равно:

$$T_{uz.} = 0,44 + 0,15 + 0,04 = 0,63 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_{on.} = T_o + T_s = 3,8 + (0,34 + 0,010,63) \cdot 1,8 = 1,78 \text{мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места и отдых составляет 1,7% оперативного времени [8], тогда

$$T_{ob.om} = \frac{5,61 \cdot 1,7}{100} = 1,06 \text{мин.}$$

Подставив данные в формулу (2.10) получим:

$$T_{um.} = 5,61 + 0,095 = 3,44 \text{мин.}$$

2.9.2 Расчёт норм времени на агрегатную операцию «080».

В условиях массового производства рассчитывается штучное время по формуле:

$$T_{um.} = T_0 + T_B + T_{ob} + T_{om},$$

где T_0 -основное время, мин

T_B -вспомогательное время, мин.

T_{ob} -время на обслуживание рабочего места, мин.

T_{ot} -время отдыха и личные надобности, мин.

Определим основное время по формуле:

1) Сверление

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S}; \quad (2.19)$$

где L-глубина обрабатываемой поверхности

$L=12$ мм, тогда

$$T_0 = \frac{12}{750 \cdot 0,22} = 0,4 \text{мин.}$$

2) Зенкерование

$$T_0 = \frac{12}{1080 \cdot 0,4} = 0,05 \text{мин.}$$

3) Резьбонарезание

$$T_0 = \frac{\ell + \ell_1}{P} \cdot \left(\frac{1}{n_H} \right), \quad (2.20)$$

где ℓ - врезание, $\ell_1 = (2...5)p = (2...5) \cdot 1,25 = 2,5...6,25$.

Принимаем $\ell_1 = 5\text{мм}$.

n_H - частота вращения инструмента;

n_h - частота обратного вращения;

$n_H = n_o = 360$ об/мин, отсюда

$$T_0 = \frac{12+5}{1,25} \left(\frac{1}{360} + \frac{1}{360} \right) = 0,1\text{мин}.$$

Рассчитаем оперативное время

$$T_{on} = T_0 + T_e,$$

$$T_e = T_{yc} + T_{zo} + T_{yn} + T_{uz}, \text{ где}$$

T_{yc} - время на установку и снятие детали, мин $T_{yc}=0,13$;

T_{zo} - время на закрепление и открепление детали, мин $T_{zo}=0,024$;

T_{yp} - время на приёмы управления $T_{yp}=0,01$;

T_{iz} - время на измерение детали $T_{iz}=0,09$ [8],

отсюда

$$T_e = 0,13 + 0,24 + 0,01 + 0,19 = 0,354\text{мин},$$

тогда

$$T_{on} = T_0 + T_e = 0,4 + 0,354 = 0,754\text{мин}.$$

Определим время на обслуживание рабочего места по формуле:

$$T_{ob} = T_{mex} + T_{ope}, \text{ где}$$

T_{opr} - время на организационное обслуживание, мин $T_{opr}=0,04$;

T_{tex} - время на техническое обслуживание $T_{tex}=0,12$,

следовательно

$$T_{ob} = 0,04 + 0,12 = 0,16\text{мин}.$$

Рассчитаем время отдыха и личных надобностей

$$T_{om} = T_o \cdot \frac{\Pi_{om}}{100} \quad (2.21)$$

где Π_{ot} - затраты времени на отдых в процентном отношении к оперативному, тогда

$$T_{om} = 0,4 \cdot \frac{6}{100} = 0,2 \text{мин}.$$

Определим количество деталей в партии для одновременного запуска по формуле:

$$n = \frac{N_a}{254}, \quad (2.22)$$

где n – годовая программа $N= 300\ 000$ штук;

a – периодичность запуска в днях;

$a = 3$,

тогда

$$n = \frac{300000 \cdot 3}{254} = 3543 \text{шт..}$$

Подставим значения в формулу

$$T_{um} = 0,4 + 0,354 + 0,2 + 0,16 = 1,11.$$

2.9.3 Расчёт норм времени на торцекруглошлифовальную операцию «090»

Основное время на торцекруглошлифовальную операцию «090» рассчитаем по формуле:

$$T_o = \frac{2\Pi}{2S_m \cdot K_{St} \cdot K} \quad (2.23)$$

где Π – припуск; S_m - минутная подача, K_{St} - коэффициент в зависимости от припуска, K - коэффициент зависимости от твёрдости круга. Припуск на шлифование по диаметру и торцам

$$1) 2\Pi = 0,5; \quad t_1^1 = 0,18;$$

$$2) 2\Pi = 0,44; \quad t_2^1 = 0,15,$$

отсюда

$$S_m = S_p \cdot n_g, \quad (2.24)$$

тогда

$$1) S_{m1} = 0,01 \cdot 370 = 3,7 \text{мм/мин},$$

$$2) S_{m2} = 0,007 \cdot 370 = 2,59 \text{мм/мин},$$

следовательно

$$K_{st} = 1,2 \quad K_1 = 0,85. \quad [8]$$

Подставим значения в формулу (2.22)

$$T_{o1} = \frac{0,50}{2 \cdot 3,7 \cdot 1,2 \cdot 0,85} = 0,06 \text{мин},$$

$$T_{o2} = \frac{0,44}{2 \cdot 2,59 \cdot 1,2 \cdot 0,85} = 0,08 \text{мин}.$$

Следовательно, основное время на торцекруглошлифовальной операции

$$T_o = 0,06 + 0,08 = 0,14 \cdot 2 = 0,28.$$

Остальное время рассчитаем табличным методом [8]

$$T_{yc}=0,24 \text{мин}, \quad T_{пер}=0,38 \text{мин}.$$

Тогда

$$T_b=0,24+0,38=0,62 \text{ мин},$$

$$T_{шт}=0,28+0,62=0,9 \text{ мин},$$

$$T_{об}+T_{от}=0,1 \quad 0,9=0,9 \text{ мин},$$

$$T_{штг}=0,9+0,9=1,80 \text{ мин}.$$

Остальные нормы времени для других операций приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Остальные нормы времени для других операций

№ опер	T_o	$T_{yc} +$ $T_{з.о}$	$T_{уп}$	$T_{из}$	T_b	$T_{от}$	$T_{об}$	$T_{оп}$	$T_{шт}$	$T_{пз/n}$	$T_{шт.к.}$
000	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0/3543	-
010	0,8	0,34	0,01	0,63	0,98	1,06	0,6	1,78	3,44	1,78/3543	3,44
020	0,62	0,30	0,01	0,52	0,83	0,87	0,51	1,45	2,83	1,45/3543	2,83
030	0,54	0,27	0,01	0,45	0,73	0,7	0,47	1,27	2,44	/3543	2,44
040	0,47	0,24	0,01	0,23	0,48	0,38	,55	0,95	1,88	0,95/3543	1,88
050	0,35	0,4	0,01	0,21	0,62	0,27	0,4	0,97	1,64	0,97/3543	1,64
060	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	/3543	-
070	0,81	0,3	0,01	0,27	0,58	0,83	0,7	1,39	2,92	/3543	2,92
080	0,4	0,15	0,01	0,19	0,35	0,2	0,16	0,75	1,11	0,75/3543	1,11
090	0,28	0,2	0,01	0,2	0,41	0,9	0,1	0,69	1,69	0,69/3543	1,69
100	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	/3543	-
110	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	/3543	-

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Анализ конструкции базового приспособления и сущность усовершенствования.

На токарной чистовой операции 040 для базирования и закрепления заготовки применяются самоцентрирующийся трёхкулачковый патрон. Зажим изделия осуществляется наружным захватом трёх кулачков по поверхности № 14 (см. рис. 1.2). Недостатком данного приспособления является не достаточно точное базирование в диаметральном направлении.

Для устранения данного недостатка предлагаем применить вместо кулачков наружного закрепления, кулачки внутренней фиксации, а, следовательно, применить приспособление - клиноплунжерный патрон.

3.2 Расчёт усилий резания.

Расчёт сил резания выполняем по методике, изложенной в [9, 10].

При точении поверхностей 11, 12, 13, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (рис. 1.2) ступицы автомобиля ЛАДА ЛАРГУС составляющие P_z и P_y рассчитывают по формуле:

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , n - постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки.

При обработке стали резцом, оснащённым пластиной из твёрдого сплава, равны: для $P_z=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$;

Для $P_y-C_p=243$; $x=0,9$; $y=0,6$; $n=-0,3$

K_p – поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{zp}, \quad (3.2)$$

где K_{mp} - коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовую зависимость.

$$\text{Для стали } K_{mp} = \left(\frac{\delta_e}{750} \right)^{0,75}, \quad (3.3)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898,$$

где K_{yp} ; K_{jp} ; K_{np} – коэффициенты учитывающие влияние геометрии режущей части инструмента на силы резания

При

$$\varphi = 60^0; K_{yp_z} = 0,94; K_{yp_y} = 0,8; \gamma = -3^0; K_{jp_z} = 1,05; K_{jp_y} = 1,5; \lambda = +0,5^0; K_{np_z} = 1,03; K_{np_y} = 1,15$$

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{jp_z} \cdot K_{np_z} = 0,898 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,9129$$

$$K_{p_y} = K_{mp} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{jp_y} \cdot K_{np_y} = 0,898 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,279$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,0^{1,0} 0,42^{0,75} \cdot 95^{-0,15} \cdot 0,9129 = 2164,36 H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3,0^{0,9} 0,42^{0,6} \cdot 95^{-0,3} \cdot 1,279 = 1226 H$$

3.3 Расчёт усилия зажима.

Выведем формулы для расчёта усилия зажима W . Суммарный крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремиться повернуть изделие на кулачках и равен для данной схемы установки (рис. 3.1).

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{2164,36 \cdot 24,5}{2} = 23916 H \quad (3.4)$$

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, который определяется по формуле:

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}, \quad (3.5)$$

где W – суммарное усилие зажима приходящее на три кулачка, H

f – коэффициент трения на рабочие поверхности сменного кулачка,

Из равенства моментов M_p и M_3 определим необходимое усилие зажима, препятствующее повороту изделие в кулачках:

$$W^1 = \frac{KM_p}{fd_2} = \frac{K p_z \cdot d_1}{fd_2}, \quad (3.6)$$

Значение коэффициента запаса K в зависимости от конкретных условий выполнения технологической операции определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (3.7)$$

$$K_{p_z} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8 \quad K_{py} = 2,52.$$

$f=0,3$ отсюда

$$W_z^1 = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2} = \frac{1,8 \cdot 2164,36 \cdot 24,5}{34} = 2532,3H.$$

Сила P_y стремиться вывернуть изделие из кулачков относительно ОО₁ создавая момент от силы зажима

$$M_p^{11} = P_y \ell. \quad (3.8)$$

Этому моменту препятствует момент от силы, зажима

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (3.9)$$

Необходимая сила зажима равна

Величина усилия W_1 , прикладываемая к кулачкам несколько увеличивается по сравнению с усилием W и рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{11358}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 13362,3 \text{ Н.} \quad (3.10)$$

3.4 Расчёт зажимного механизма клиноплунжерного патрона.

При расчёте зажимного механизма клиноплунжерного патрона по определённому усилию W_1 определяется усилие Q , создаваемое силовым приводом, которое зажимным механизмом увеличивается и передаётся каждому кулачку.

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \text{ где } i_c - \text{передаточное отношение по силе зажимного механизма.}$$

Данное соотношение для клиноплунжерного механизма находим по формуле:

$$i_{c.kl} = \frac{1}{\tan(\alpha + \varphi) + \tan \varphi_1}, \quad (3.11)$$

где α - угол наклона клина (рекомендуемый $\alpha=15\dots30^\circ$; [11]).

Принимаем $\alpha=20^\circ$; φ и φ^1 – углы трения на поверхностях кулачка и штока и изделия. Углы φ и φ^1 определим по формуле:

$$\varphi = \arctg \cdot f_1 = \arctg \cdot 0,1 = 5^\circ 43' \text{, отсюда:}$$

$$\text{принимаем } \varphi = \varphi^1 = 6^\circ$$

Следовательно, передаточное отношение:

$$i_{c.kl.} = \frac{1}{\tg(20^\circ + 6^\circ) + \tg 6^\circ} = 1,9 \text{,}$$

$$\text{отсюда } Q = \frac{W}{i_{c.p.}} = \frac{13362,3}{1,9} = 732,7H \text{.}$$

3.5 Расчёт пружинного кольца.

Расчёт пружинного кольца клиноплунжерного патрона начинаем с расчёта на жёсткость по формуле:

$$R = 7500 \cdot b \cdot \left(\frac{S}{D_e} \right)^3, \quad (3.12)$$

где b – толщина кольца (мм); S – толщина кольца (мм); D_e – делительный диаметр толщины кольца (мм)

Принимаем $b= 4,8$ мм исходя из ширины канавки на корпусе патрона 5 мм. Принимаем $R=2,5$ [12].

Согласно заданного диаметра корпуса $D_k=24,51$ мм произведём расчёт наружного диаметра пружины; мм, отсюда $D_e=D_k - T$; где суммарный натяг кольца, следовательно:

$T=\tau+C$; где τ - разница между диаметром корпуса D_k и наружным диаметром пружинного кольца, установленного на кулачки патрона при крайнем положении кулачков, соответствующих разжиму детали,

$$\tau=0,5 \text{ мм [11];}$$

C – предварительный натяг пружинного кольца, установленного на кулачки патрона при крайнем положении кулачков, соответствующих разжиму детали, $C=0,7$ мм [12];

$T=0,6+0,7=1,2$ мм, отсюда:

$$D_e=24,51-1,2=23,31 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_e=24$ мм.

Рассчитываем толщину кольца по формуле:

$$S = D_e \cdot \sqrt[3]{\frac{R}{7500 \cdot b}} = 24 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,5}{7500 \cdot 4,8}} = 0,98 \text{ мм} \quad (3.13)$$

принимаем $S=1$ мм

Рассчитываем внутренний диаметр D_i при зажиме изделия по отверстию по формуле: $D_i = D_e - 2S = 24 - 2 \cdot 1 = 22 \text{ мм}$ (3.14)

3.6 Расчёт силового привода.

Для создания исходного усилия Q используется силовой привод устанавливаемый на задний конец шпинделя. В его конструкции можно выделить силовую часть, вращающуюся совместно со шпинделем и муфту для подвода рабочей среды. В качестве приводов наибольшее применение получили пневматический и гидравлический вращающиеся цилиндры.

В сравнительном расчёте попытаемся применить пневматический привод та как в любом производстве имеются трубопроводы для подачи сжатого воздуха. Диаметр поршня пневмоцилиндра определим по формуле:

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} ; \quad (3.15)$$

где P – избыточное давление воздуха, принимаемое в расчётах равным 0,4 мПа.

В конструкцию станка «АФТОК» можно встроить силовой привод с диаметром поршня не более 120 мм. Если при расчёте по формуле (3.15) диаметр поршня получиться более 120 мм, то следует применять гидравлический привод, где за счёт регулирования давления масла.

Можно получить большие исходные усилия. При заданном усилии Q подбираем давление масла ($P_r=1,0; 2,5; 5,0; 7,5 \text{ мПа}$)

Чтобы диаметр поршня не превышал 120 мм, отсюда

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{7032,7}{0,4}} = 149,8 \text{ .}$$

$D=149,8 > 120$ мм, тогда:

Выбираем гидравлический привод с давлением масла $P=1$ мПа, отсюда:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{7032,7}{1,0}} = 94,7 \text{мм .}$$

Принимаем диаметр поршня $D= 100$ мм.

Ход поршня рассчитываем по формуле:

$$S_a = \frac{S_w}{i_n}; \quad (3.16)$$

где S_w – свободный ход кулачков $S_w = 0,4$ мм с точностью базирования 0,01 мм на диаметр, отсюда:

$i_n = \frac{1}{i_c}$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению;

$$i_n = \frac{1}{1,9} = 0,52, \text{ следовательно}$$

$$S_a = \frac{0,4}{0,52} = 7,6 \text{мм .}$$

Значение S_a следует принимать с запасом 10...15 мм, а значит $S_a=20$ мм

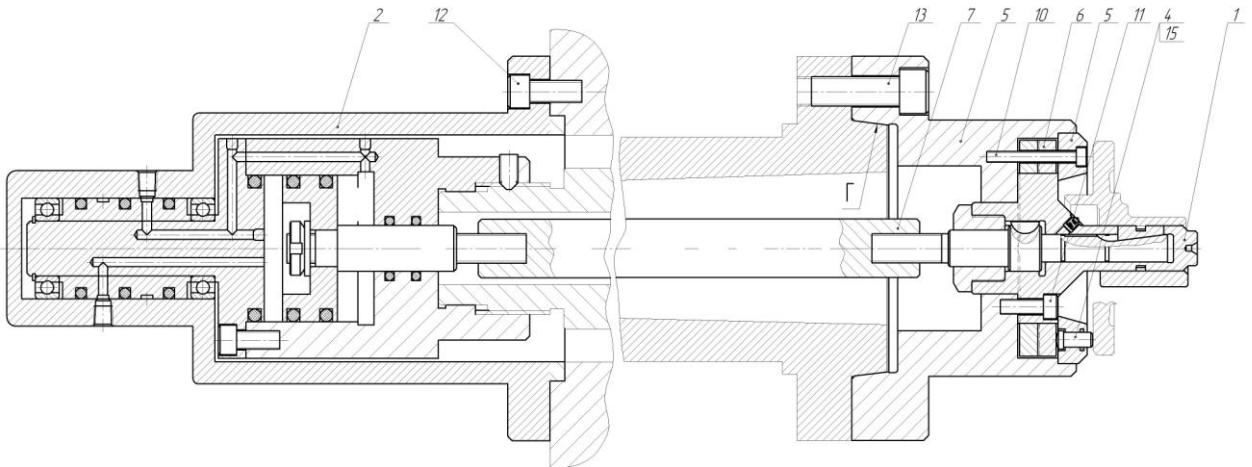


Рис. 3.1. Схема установки заготовки

3.7 Описание конструкции приспособления.

Клиноплунжерный патрон предназначен для базирования и закрепления ступицы автомобиля ЛАДА ЛАРГУС при чистовом точении ряда поверхностей на станке «АФТОК 25К-К».

Клиноплунжерный патрон состоит из клиновых кулачков 11, в количестве 3 штук пружинного кольца 12, штока 1, составляющих в сборе узел с помощью которых происходит фиксация изделия, а так же съём. К корпусу 3, крепиться пластина 5 с позиционером 2 и двух регулирующих прокладок 4. Для предотвращения поворота качалки 13, установлена сегментная шпонка 14. Качалка в свою по посадкам ставиться в корпус патрона и на щиток через гайку 15. Для мягкости хода кулачков и их подклинивания в качалке предусмотрен штуцер для смазки.

Клиноплунжерный патрон работает следующим образом. Толкатель 7 перемещается влево за счёт перемещения штока и тем самым перемещает кулачки 11 на разжим - изделие зафиксировано. Гидропривод 16 срабатывает в обратном направлении и через шток 1 расположенный в шпинделе станка 17 происходит сжатие кулачков 11 с помощью пружинного кольца, изделие освобождается от зажима и снимается с помощью загрузчика для выполнения следующей загрузки.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На операции 040 «Токарная» в результате изменения режимов обработки, схемы движения суппортов, использования усовершенствованного инструментального материала возникла необходимость применения другого режущего инструмента, отличного от базового. Поэтому проведём расчёт и проектирование резцового блока с расточной оправкой для обработки ступицы переднего колеса ЛАДА ЛАРГУС на операции 040.

Резцовый блок (рис. 4.1) содержит корпус с, прикреплёнными к нему, расточной оправкой и державкой квадратного сечения.

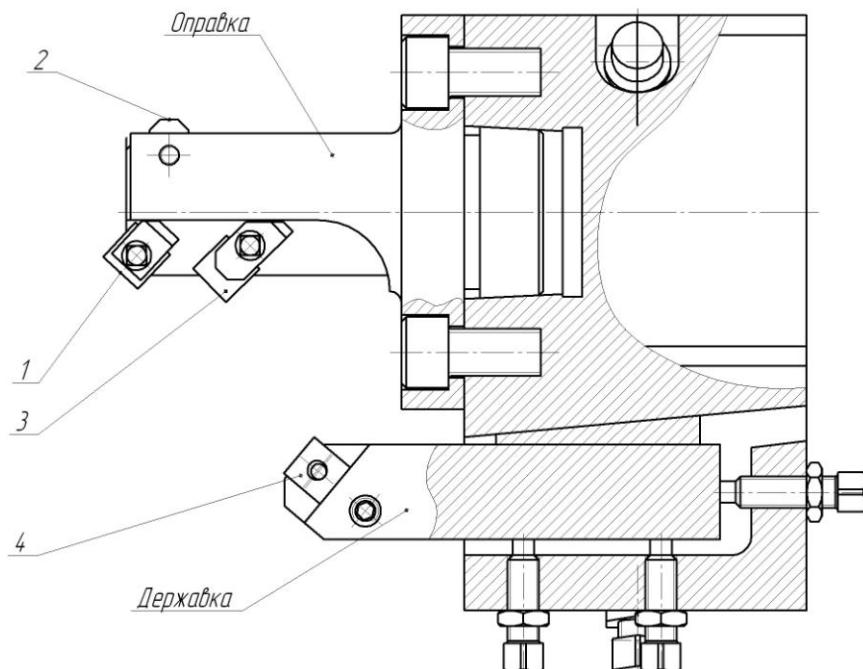


Рис. 4.1. Резцовый блок

К оправке и державке прикреплены сменные многогранные сменные пластины из твёрдого сплава Т15К6. Пластина 1 - четырёхгранная со стружколомающими канавками с отверстием $d=48$ мм.

Пластина 2 - фасонная со стружколомающей канавкой, ГОСТ 19069-80. Она предназначена для точения канавки шириной 4 мм.

Пластина 4 - четырёхгранная со стружколомающими канавками с отверстием, ГОСТ 19052-80. Она предназначена для снятия фаски $0,5 \times 45^\circ$ на $d=58,75$ мм.

Последовательность обработки: продольное движение суппорта с рабочим ходом 30 мм; расточка отверстия пластиной 1, в конце рабочего хода снятие фаски платиной 3. Поперечное движение суппорта с рабочим ходом 7,4 мм: точение канавки пластиной 2 и снятие фаски пластиной 4.

Лимитирующей является пластина 1 для расточки отверстия. Согласно рекомендациям [13], назначим геометрические параметры режущих пластин и сведём в таблицу 4.1. Основными геометрическими параметрами режущей части являются: передний угол γ , задний угол α , угол наклона главной режущей кромки λ , главный угол в плане φ , вспомогательный угол в плане φ_1 , радиус закругления при вершине r .

Таблица 4.1. Геометрические параметры режущих пластин

Пластина	γ	α	λ	φ	φ_1	$r, \text{мм}$
1	10°	5°	0°	80°	10°	0,8
2	10°	5°	0°	-	-	-
3	0°	5°	0°	30°	60°	-
4	0°	0°	0°	45°	45°	-

Выбор углов γ, α, λ определён условиями обработки.

Углы φ и φ_1 , определены согласно форме обрабатываемых поверхностей и условий схода стружки.

Радиус при вершине $r=0,8$ мм определён для пластины 1 согласно требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности и подаче на оборот. Для пластин 3 и 4 величина r не играет роли, так как вершина резца в обработке не участвует.

4.1 Проектирование режущего инструмента.

Согласно размерам обрабатываемых поверхностей и величинам рабочих ходов суппорта определим координаты расположения режущих кромок пластин. Для пластины 1 – координаты расположения вершины резца. Размеры определим конструктивно относительно базового торца резцового блока и оси оправки (рис. 4.2). За основу принимаем координаты расположения вершины 1 ой пластины и относительно неё вычисляем координаты расположения остальных пластин.

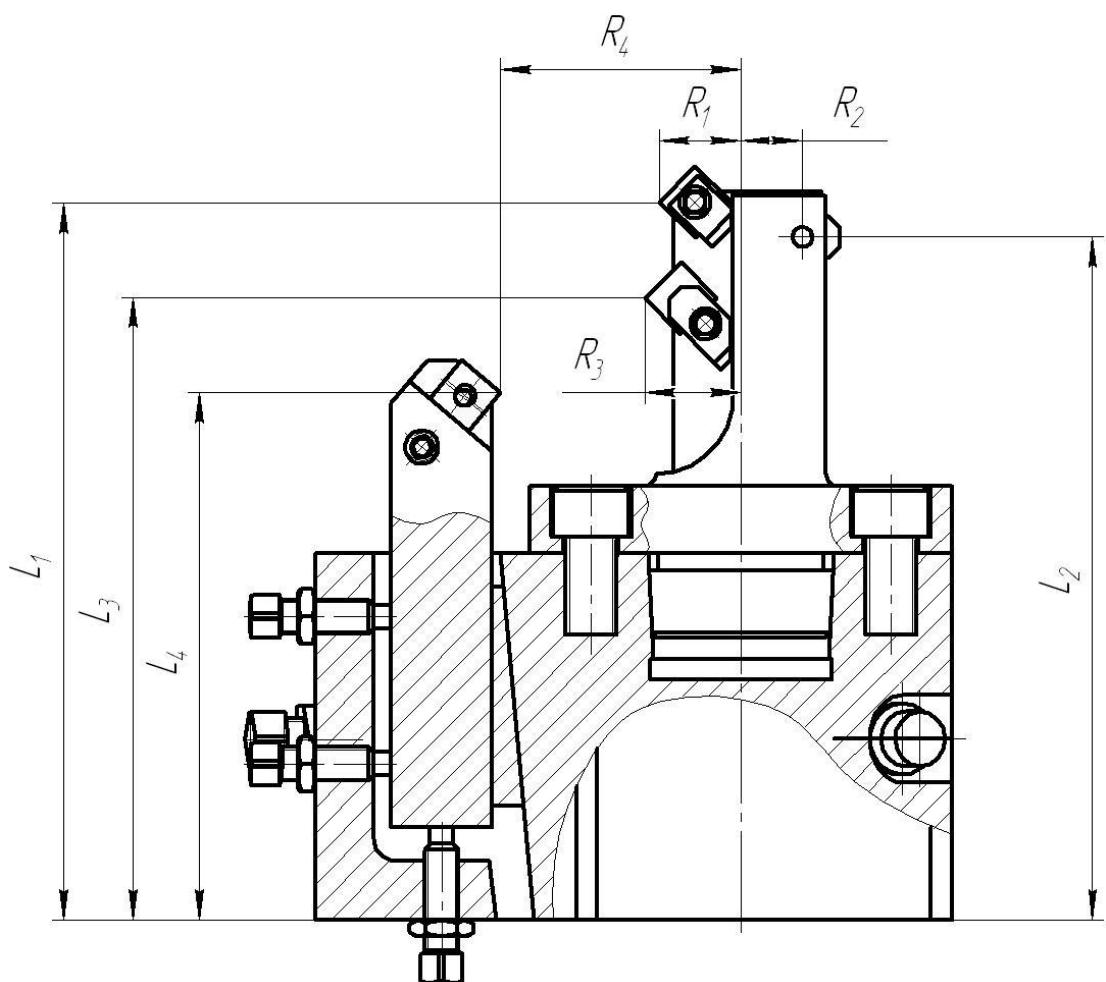


Рис. 4.2. Схема расположения пластин резцового блока

$$R_1=14,5 \text{ мм}; R_2=37,48-7,4-14,5-4,763=10,10818 \text{ мм};$$

$$R_3=18,845-18,34+14,5+2,381=17,386 \text{ мм};$$

$$R_4=47,25+18,74-15,58-3,368=47,042 \text{ мм};$$

$$L_1=58,5 \text{ мм}; L_2=58,5-(28,0-16,35)=46,85 \text{ мм};$$

$$L_3=58,5-(28,0-0,875)-4,124=27,251 \text{ мм};$$

$$L_4=58,5-28,0-0,58-3,368=26,552 \text{ мм};$$

В связи с изменением режимов резания и конструкции оправки необходимо проверить оправку на прочность. Для этого выберем опасные сечения оправки.

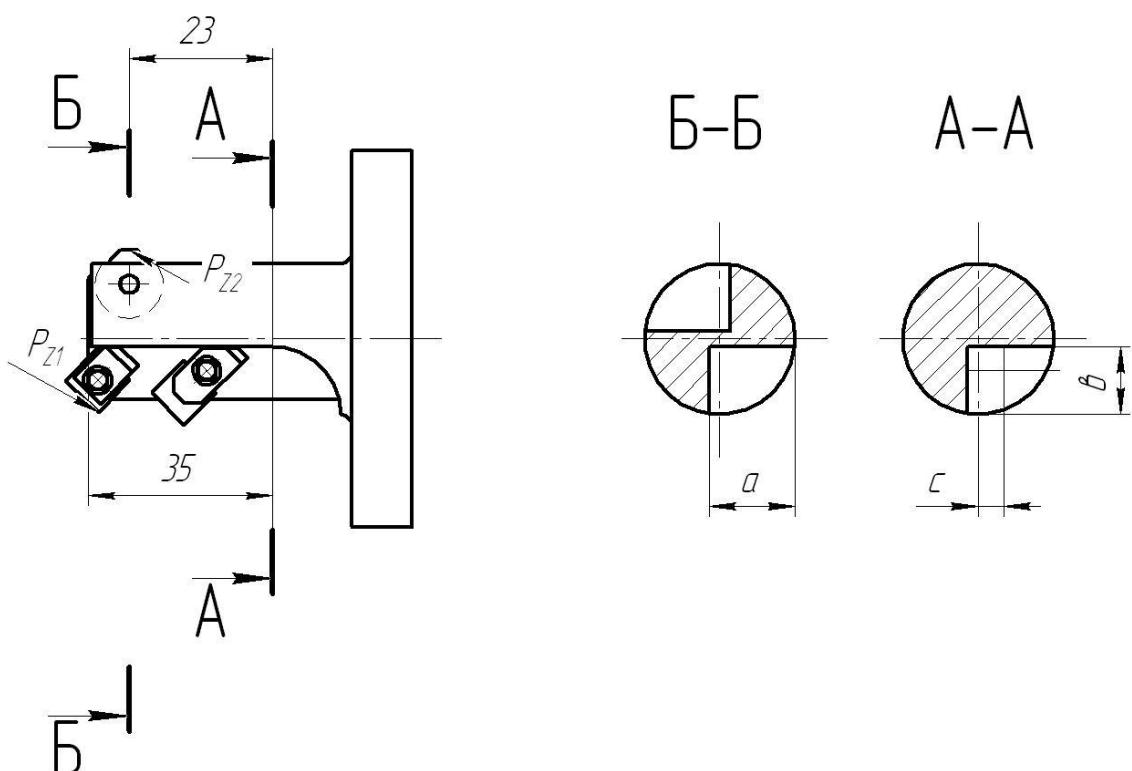


Рис. 4.3. Опасные сечения расточкой оправки

Силы резания $P_{z1}=175 \text{ Н}$ и $P_{z2}=1540 \text{ Н}$ определены ранее при проектировании операции. Они создают напряжения на изгиб и кручение. Выберем два сечения: А-А на максимальном удалении от точки приложения силы P_{z1} , и сечение Б-Б при действии силы P_{z2} на кручение относительно оси оправки.

Рассчитаем моменты от силы P_{z1} :

$$M_{kp} = P_{z1} \cdot r = 175 \cdot 14 = 2450 \text{ H} \cdot \text{мм},$$

$$M_{uzc}^{a-a} = P_{z1} \cdot \ell_{1-a} = 175 \cdot 35 = 6125 \text{ H} \cdot \text{мм}.$$

Моменты от силы Pz_2 :

$$M_{kp} = P_{z2} \cdot r = 1540 \cdot 14 = 21650 \text{ H} \cdot \text{мм},$$

$$M_{uzc}^{a-a} = P_{z2} \cdot \ell_{\delta-a} = 1540 \cdot 23 = 35420 \text{ H} \cdot \text{мм}.$$

Определим момент инерции сечения А-А [14]:

$$J_x^{a-a} = \frac{\pi d^4}{64} - \left(ba^3 \left(\frac{\pi}{16} - \frac{4}{9\pi} \right) + c^2 F \right), \quad (4.1)$$

где d - диаметр оправки, $d=28$ мм;

a,b - размеры профиля выточки оправки(четверть эллипса), $a=15$ мм,
 $b=12$ мм;

C - расстояние между осями оправки и выточки, $c=6$ мм;

F - площадь поперечного сечения выточки, $F = \frac{\pi \cdot a \cdot b}{4} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 12}{4} = 141,3 \text{ мм}^2$.

Тогда $J_x^{a-a} = \frac{3,14 \cdot 28^4}{64} - \left(12 \cdot 15^3 \cdot \left(\frac{3,14}{16} - \frac{4}{9 \cdot 3,14} \right) + 6^2 \cdot 141,3 \right) = 22854 \text{ мм}^2$.

Момент инерции относительно оси x для сечения Б-Б определим аналогично:

$$J_x^{b-b} = \frac{\pi d^4}{64} - 2 \left(ba^3 \left(\frac{\pi}{16} - \frac{4}{9\pi} \right) + c^2 F \right), \quad (4.2)$$

$$J_x^{b-b} = \frac{3,14 \cdot 29^4}{64} - 2 \left(12 \cdot 15^3 \left(\frac{3,14}{16} - \frac{4}{9 \cdot 3,14} \right) + 6^2 \cdot 141,3 \right) = 15552 \text{ мм}^4.$$

Момент сопротивления определим по формуле:

$$W_x = \frac{J_x}{y_{\max}} \quad (4.3)$$

где y_{\max} – наибольшее удаление точки сечения от его геометрической оси,

$$y_{\max} = 14 \text{ мм}$$

$$\text{Для сечения A-A: } W_x^{A-A} = \frac{22854}{14}^3 = 1632,4 \text{ мм}^3.$$

$$\text{Для сечения B-B: } W_x^{B-B} = \frac{15552}{14}^3 = 1110,8 \text{ мм}^3.$$

Рассчитаем напряжение в сечениях с использованием моментов от силы Pz_2 , так как они намного больше моментов от силы Pz_1 . Найдём эквивалентное напряжение в сечение А-А:

$$\delta_s = \frac{\sqrt{M_{uzg}^{A-A} + M_{kp}^2}}{W_x^{A-A}}, \quad (4.4)$$

$$\delta_s = \frac{\sqrt{35420^2 + 21560^2}}{1632,4} = 25,4 \text{ мПа}.$$

Напряжение кручения в сечении Б-Б составят:

$$\tau_{B-B} = \frac{M_{kp}}{W_x^{B-B}} \frac{21560}{1110,83} = 19,4 \text{ мПа}.$$

Так как оправка изготовлена из стали 20Х и имеет допустимые напряжения на изгиб $[\delta_{uzg}] = 224$ мПа и допустимые напряжения на кручение $[\tau_{kp}]$, то сравнивая полученные напряжения с допустимыми, получим коэффициентами запаса прочности: $\frac{[\delta_{uzg}]}{\delta_s} = \frac{224}{25,4} = 8,8$; $\frac{[\tau_{kp}]}{\tau_{B-B}} = \frac{150}{19,4} = 7,7$.

Следовательно, нагрузки от данных силы резания допустимы.

4.2 Описание конструкции режущего инструмента.

Резцовый блок содержит корпус 1 с прикреплёнными к нему расточной оправкой 2 и державкой 3. Оправка крепиться винтами 19. Державка упирается торцом в клин 4 и зажимается винтами 15. Клин служит для

регулирования положения державки в поперечном направлении. В продольном направлении державка регулируется винтом 16. Сверху державка прижимается винтом 17, ввинченного в крышку 5.

На державке закрепляется режущая пластина 23, установленная на опорную пластину 26 и зажатая эксцентриком 7. Эксцентрик 7 опускается винтом 13 и зажимает пластину.

На расточной оправке закрепляются пластины 23, 24 и 25. Пластина 23 устанавливается на опорную пластину 26 и прижимается прихватом 8, зажимаемого винтом 12. Пластина 24 устанавливается на опорную пластину 10 и прижимается прихватом 9 с помощью винта 12. Пластина 25 устанавливается на опорную пластину 11 и прижимается прихватом 9 с помощью винта 12. Резцовый блок устанавливается в паз суппорта и фиксируется планкой 6, закреплённой на корпусе винтом 18 и зажимается винтом 20.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Совершенствование технологического процесса изготовления ступицы автомобиля ЛАДА ЛАРГУС».

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

В данном разделе приводится наименование технических устройств, которые были каким-то образом изменены и отличаются от базового техпроцесса, приводятся наименование измененных технологических операций, наименование должности работника предприятия, выполняющего функции по реализации операции, приводятся технологические средства и оборудование, а также материалы, используемые на операциях.

Анализ будем вести по методике, изложенной в [19].

В работе проводится модернизация одной технологической операции 040 Токарной чистовой, а все остальные операции берутся из базового техпроцесса, поэтому в этом разделе объектом является именно эта операция.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта.

№ п/п	Технологиче ское устройство	Технологичес кая операция , вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющег о технологическ ий процесс, операцию ³	Оборудование , устройство, приспособлен ие ⁴	Материал ы, вещества ⁵
1	Точение чистовое	Операция 040 Токарная чистовая с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ АФТОК 25К ВАЗ; токарный клиноплунжер ный патрон с пневмопривод ом	Сталь АЦ 40ХГНМ; т/с Т15К6; СОЖ ЭТ- 2

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.

В данном разделе приводится наименование модернизированных технологических операций технического объекта из таблицы 5.1, наименование опасных и вредных производственных факторов, согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, наименование используемого производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, материалов, веществ, которые являются источником опасного и вредного производственного фактора, нормативная техническая документация.

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного или вредного производственного фактора
1	Операция 040 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Опасность поражения электрическим током. 3) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Токарный станок с ЧПУ АФТОК 25К ВАЗ

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

В данном разделе подобраны используемые организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и вредного производственного фактора.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках бакалаврской работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Оператор станка находится на удалении от станка и производит только загрузку-выгрузку обработанных деталей и заготовок.	Наушники защитные. Костюм хлопчато- бумажный или вискозно- лавсановый
2	Опасность поражения электрическим током	Ограждение и электрическое заземление оборудования	Костюм и брюки хлопчато- бумажные или вискозно- лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.
3	В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Оператор станка должен быть одет в респиратор.	Респиратор фильтрующий

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

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и организационных методов по обеспечению и улучшению пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов с указанием реализующиеся пожаробезопасных характеристик произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации.

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подраздел ение	Оборудование	Кла сс пож ара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех механичес кой обработки	Токарный станок с ЧПУ АФТОК 25К ВАЗ	E	1) тепловой поток; 2) пламя и искры; 3) снижение видимости в дыму; 4) пониженная концентрация кислорода в задымленных пространственных зонах.	1) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; 2) образующиеся в процессе пожара части разрушившихся производственог о и инженерно- технического оборудования.

5.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.

Таблица 5.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Пожарные гидранты	Автоматизированные пожарные средства пожарооповещения	Напорные пожарные рукава, гидранты	Респираторы, противогазы	Лопаты, ломы, ведра	Автоматические датчики и извещатели

5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Токарный станок с ЧПУ АФТОК 25К ВАЗ	Проведение инструктажа пожарной безопасности. Применение автоматических	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.

Продолжение табл. 5.6

	приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	
--	---	--

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса, и возникающих при эксплуатации проектируемого производственно-технического объекта и возникающих при утилизации производственно-технологических отходов и брака. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта.

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Точение чистовое	Токарный станок с ЧПУ АФТОК 25К ВАЗ	Газ от испарения СОЖ	Использованная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ в почву. Возможно попадание стружки в почву.

Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

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

Наименование технического объекта	Точение чистовое
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение герметичной камеры на токарном станке с ЧПУ. Применение герметичной камеры на фрезерном станке с ЧПУ.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение централизованного сбора и утилизации стружки.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение на предприятии хранения и регулярности утилизации отходов. Возможность использования стружки для производства новых заготовок.

5.6 Заключение.

В результате выполненной работы нами проанализированы ОВПФ разработанного технического объекта. Спроектирован перечень необходимых мероприятий и средств для осуществления бесперебойной безопасной работы персонала на участке механической обработки. Разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали «Ступица». Подробная информация, описывающая технологический процесс ее изготовления, рассмотрен в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только основные отличия между сравниваемыми вариантами процесса изготовления.

Базовый вариант

На операциях операция 010 и 020 проводится предварительное растачивание, центрирование, сверление и зенкерование. Оборудование – 6-ти шпиндельный токарный станок «Питтлер». Оснастка – 3-х кулачковый токарный патрон. Инструмент – расточной резец, центровочное сверло, спиральное сверло и зенкер.

Проектируемый вариант

На операциях операция 010 и 020 проводится предварительное растачивание, центрирование, сверление и зенкерование. Оборудование – 6-ти шпиндельный токарный станок 1Б240П-6К.

Из вариантов, проектируемым считается тот, в котором приведенные затраты на единицу изделия составляют наименьшую величину. В нашем случае в проектном варианте приведенные затраты на единицу изделия, наименьшие.

Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали.

$$\Pi_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = C_{\text{пол.643}} - C_{\text{пол.4P}} \cdot \Pi_F = (44,09 - 170,76) \cdot 300000 = 21999000 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль

$$H_{ПРИБ} = П_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} = 21999000 \cdot 0,2 = 4399800 \text{ руб.}$$

где $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения прибыли (принимается равный 0,2)

Чистая ожидаемая прибыль

$$П_{P.ЧИСТ} = П_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} = 21999000 - 4399800 = 17599200 \text{ руб.}$$

После определения чистой прибыли определяется расчетный срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проектируемого варианта:

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{K_{BB.PP}}{П_{P.ЧИСТ}} + 1 \text{ лет}$$

где $K_{BB.PP}$ – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, дорогостоящей оснастки, инструмента, а также затраты на эксплуатацию дополнительной площади.

$$K_{BB.PP} = K_{ОВЩ\langle IP\rangle} = 36299671,1 \text{ руб.}$$

где: $K_{ОВЩ\langle IP\rangle}$ – общие капитальные вложения, необходимые для проектного варианта.

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{36299671,1}{17599200} + 1 = 3,06 \text{ года}$$

Расчетный срок окупаемости инвестиций (капитальных вложений) принимается за горизонт расчета (максимально ожидаемое время окупаемости инвестиций), $T = 4$ года.

Используя методы дисконтирования, решаем вопрос о том, стоит ли вкладывать средства в разработанный проект, который в течение принятого горизонта расчета принесет дополнительную прибыль, или лучше при существующей процентной ставке на капитал положить деньги в банк.

Для этого в пределах принятого горизонта расчета (T) рассчитываем текущую стоимость будущих денежных доходов (денежных потоков), приведенных к текущему времени (времени начала осуществления работы) через коэффициенты дисконтирования.

Общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли) в течение принятого горизонта расчета определяется по формуле:

$$\mathcal{D}_{\text{диск.общ}} = \Pi_{P,\text{чист.диск}}(T) = \sum_1^T \Pi_{P,\text{чист}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t},$$

где T – горизонт расчета, лет (месяцев);

E – процентная ставка на капитал (например, при 10% $E = 0,1\%$; при 20% $E = 0,2\%$ и т.д.);

t – 1-ый, 2-ой, 3-й год получения прибыли в пределах принятого горизонта расчета.

В результате приведенных расчетов получены следующие выходные данные: размер требуемых для осуществления проекта инвестиций ($K_{BВ,PR}$) равен 36299671,1 руб., а ежегодная ожидаемая чистая прибыль ($\Pi_{P,\text{чист}}$) составляет 17599200 руб., расчетный срок окупаемости (горизонт расчета) составляет 4 года. Процентная ставка на капитал равна 20% в год ($E=0,2$), то процентный фактор (дисконт) для первого года составит $1/(1+0,2)^1 = 0,833$, для второго года – $1/(1+0,2)^2 = 0,694$, для третьего года – $1/(1+0,2)^3 = 0,579$ и для четвертого года – $1/(1+0,2)^4 = 0,482$, тогда ожидаемая за 4 года общая чистая дисконтированная прибыль (текущая стоимость денежных доходов) составит:

$$\mathcal{D}_{\text{общ.диск}} = \Pi_{P,\text{чист.диск}}(T) = 17599200 \cdot 0,833 + 0,694 + 0,579 + 0,482 = 43271751,5 \text{ руб}$$

Интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход) составит в этом случае:

$$\mathcal{Э}_{Инт} = ЧДД = \mathcal{D}_{\text{общ.диск}} - K_{BВ,PR} = 43271751,5 - 36299671,1 = 6972080,4 \text{ руб.}$$

Общая стоимость доходов (ЧДД) больше текущей стоимости затрат ($K_{BВ,PR}$) – работа эффективна, поэтому определяем индекс доходности:

$$ИД = \frac{\mathcal{D}_{\text{общ.диск}}}{K_{BВ,PR}} = \frac{43271751,5}{36299671,1} = 1,19 \text{ руб./руб.}$$

Применение нового оборудования и приспособлений, позволило сократить трудоемкость выполнения операции при изготовлении детали

ступица. Это привело к снижению себестоимости изготовления на 30 % и получению чистой ожидаемой прибыли в размере 17599200 руб. Капитальные вложения в осуществление работы составят 36299671,1 руб., которые окупаются в течение 4 лет. Анализ технико-экономических показателей позволяет сделать вывод об эффективности предлагаемого внедрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной выпускной квалификационной работы нами усовершенствован технологический процесс изготовления ступицы автомобиля ЛАДА ЛАРГУС. Разработан план обработки детали. Техпроцесс оснащен современным оборудованием и технологическими средствами.

Для уменьшения вспомогательного и основного времени обработки на операции 040 нами спроектирован резцовый блок.

Для уменьшения погрешности базирования на этой же операции нами спроектирован токарный клиноплунжерный патрон с автоматическим зажимом-разжимом заготовки.

Технологический процесс сопровождается необходимой документацией.

В работе проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал эффективность выполненной работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
2. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. – 36 с.
3. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с.
4. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
9. 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.
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. 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.
12. 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.
13. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.
14. Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.
15. 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.
16. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.
17. Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.
18. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.

19. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.
20. Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005. – 39 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Покрещёв																		
Проб.	Логинов																		
Утв.																			
Н. контр.																			
M 01	Сталь АЦ 40ХГНМ ТУ 14-1-2252-90																		
M 02	Код	ЕВ	МД	ЕИ	Н _{расч}	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры			КД	МЗ							
	-	166	11	1		0,58	41211XXX	φ117x66,5			1	1,895							
A	Цех	94	РМ	Опер.	Код наименование операции			Обозначение документа											
B	Код наименование обработки								ДМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОД	ЕИ	ОП	К _{из}	Т _{из}	Т _{шт}
A 03	XXXXXXX		000	Заготовительная															
B 04				Горизонтально-ковочная машина															
05																			
A 06	XXXXXXX		010	4110 Токарная															
B 07	381101	Токарный шестцшпиндельный станок мод. 15240П-6К																	
08																			
A 09	XXXXXXX		020	4110 Токарная															
B 10	381101	Токарный двухшпиндельный подобой станок АФТОК 25К-К ВАЗ																	
11																			
A 12	XXXXXXX		030	4110 Токарная															
B 13	381101	Токарный двухшпиндельный подобой станок АФТОК 25К-К ВАЗ																	
14																			
A 15	XXXXXXX		040	4110 Токарная															
B 16	381101	Токарный двухшпиндельный подобой станок АФТОК 25К-К ВАЗ																	
MK																			

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

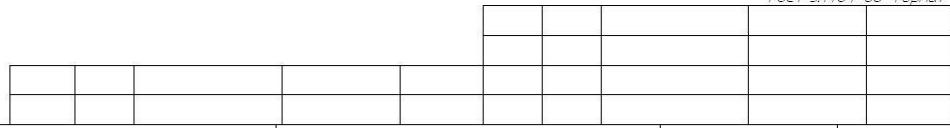
ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

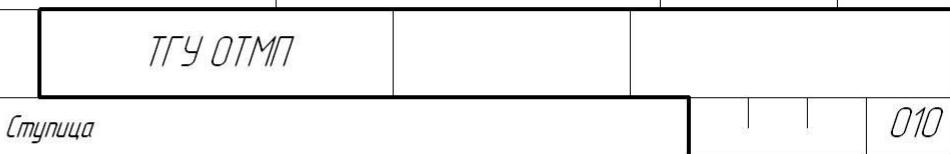
3

	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
A	Цех	Чч	РМ	Опер.	Код наименование операции						Обозначение документа						
Б	Код наименование обработка						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Ки	Т _{из.}	Т _{из.}
	Наименование детали сб. единицы или материала						Обозначение код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх
A 01	XXXXXX		110	Контрольная													
B 02				Контрольный стол													
03																	
04																	
05																	
06																	
07																	
08																	
09																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
MK																	

Дубл.				
Взам.				
Подп.				



Разраб.	Пакреев			
Проб.	Логинов			
И контр.				

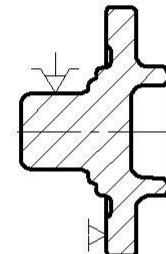


ТГУ ОТМП

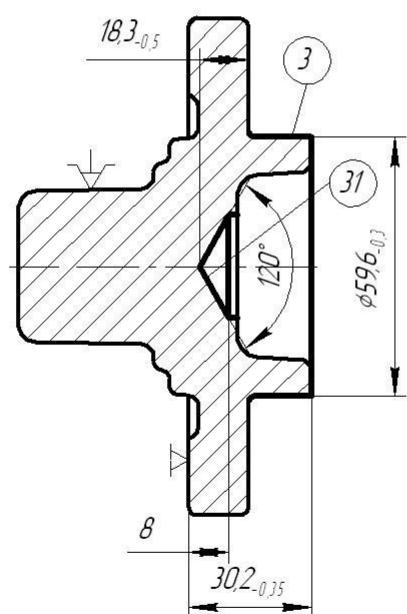
Ступица

010

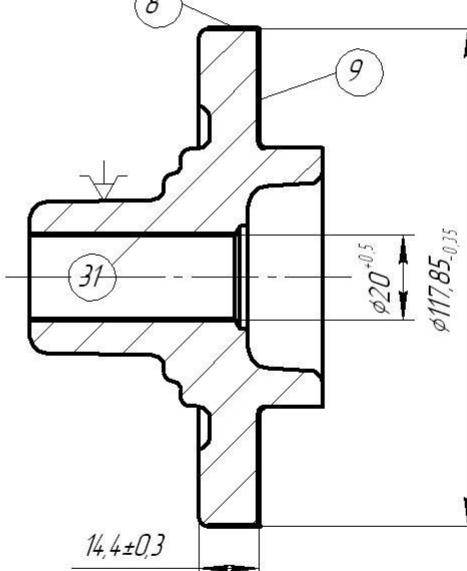
Поз. 1. Загрузка-выгрузка



Поз. 2.

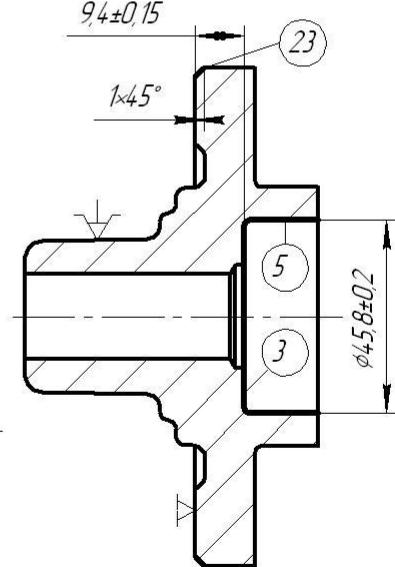


Поз. 3.

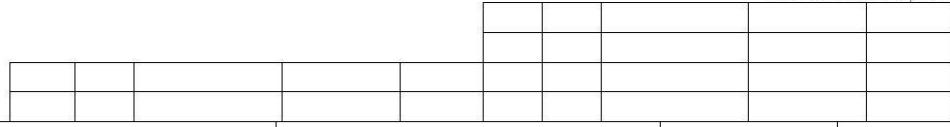


$\sqrt{Ra} 20$

Поз. 4.



Дубл.				
Взам.				
Подп.				

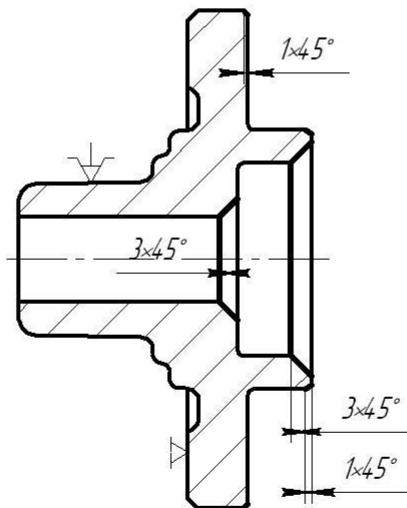


Разраб.	Пакреев		
Проб.	Логинов		
Н. контр.			

ТГУ ОТМП

Ступица

010



$\sqrt{Ra\ 20}$

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Листовъ
Лист

Разраб.	Пакреев										
Проб.	Логинов										
Н. контр.											

ТЧУ

ОТМП

Ступица

Цех | Чч | Р.М. | Опер.
010

Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОМД
4110 Токарная		Сталь АЦ 40ХГНМ ТУ-14-1-2252-90	241 НВ	166	11	$\phi 117 \times 66,5$		1,57	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	To	Tб	Tпз	Tшт	СОЖ		
162407-6К		XXXXXX	0,33			2,44	Амтол-06-ЛС		

P	ПИ	D или B	L	t	j	S	p	V
001	1. Установить и снять заготовку							
02								
03	2. Точить поверхности 1,3, сверлить центр. отверстие.							
T04	Резец с мех. креплением Т/С пластины ГОСТ 19049-80; Резец с мех. креплением Т/С пластины ГОСТ 19049-80;	0,5						29
T05	Пластина ВК8; T15K6 ГОСТ 24252-80; Сверло Р6М5 d=30 ГОСТ 2092-77.					0,5		59
06						0,44		6,94
07	3. Точить поверхности 5, 23, 28.							
T08	Резец с мех. креплением Т/С пластины ГОСТ 19049-80;					0,25		59
T09	Резец с мех. креплением Т/С пластины ГОСТ 19049-80;					0,44		0,8
T10	Пластина ВК8; T15K6 ГОСТ 24252-80.							

ОКП

Дубл			
Взам			
Подп			

Ступица

Лист 2

P	M	D или B	L	t	j	S	n	V
010	4. Точить поверхность 8; сверлить поб. 32.							
02T	Резец с мех. креплением Т/С пластины ГОСТ 19049-80, Пластина Т15К6 ГОСТ 24252-80;					0,44		30,2
03T	Сверло Р6М5 d=20 ГОСТ 886-77.					0,44		5,4
04								
050	5. Точить фаски 3x45°, 5x45°, 1x45°, 5x45°, поб. 4, 10, 11, 12.							
06T	Резцовый блок с мех. креплением Т/С пластины ГОСТ 19049-80, Пластина Т15К6 ГОСТ 24252-80;							
07T	Сверло Р6М5 d=19,5 ГОСТ 886-77.							
08T	Пробка для контроля ø 19,5 ^{+0,18} ; Скоба для контроля ø 117,85 _{-0,03} ; Скоба для контроля ø 59,6 _{-0,03} ;							
09T	Скоба для контроля 15 _{-0,68} ; Пробка для контроля ø 47,25 ^{+0,25} ; Калибр для контроля фасок 11,3x45° и 3,8x45°;							
10T	Калибр для контроля ø 55 ^{+0,03} и угла 45°;							
11T	Патрон самоцентрирующий;							
12T	Устройство для автоматической загрузки.							
13								
14								
15								
16								
17								
18								
OK								