

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 Технологический процесс изготовления вилки карданного вала
LADA 4x4 Urban

Студент

Д.А. Пьянов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.Г. Левашкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Л.Н. Горина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Зубкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

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 Пьянов Дмитрий Алексеевич гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления вилки карданного вала LADA 4x4 Urban
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «_____»
2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска
150000 шт в год; режим работы участка – двухсменный
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 и режущего инструмента*
- 4) *Описание графической части работы*
- 5) *Безопасность и экологичность технического объекта*
- 6) *Экономическая эффективность работы*

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения:

технологическая

документация

АННОТАЦИЯ

В ходе выполнения бакалаврской работы проведен анализ причин возникновения брака при изготовлении детали «Вилка карданного вала LADA 4x4 Urban» и приняты мероприятия по решению данной проблемы.

Разработан технологический процесс изготовления детали «Вилка карданного вала LADA 4x4 Urban» с применением современного оборудования, определен тип производства, произведен анализ технологичности конструкции детали; проведен технико-экономический анализ методов получения заготовки, произведен расчет припусков на механическую обработку, рассчитаны режимы резания, выбраны режущие инструменты, станок и контрольно-измерительные средства, произведено техническое нормирование, выбрано и рассчитано станочное приспособление, выбран и рассчитан специальный инструмент, выполнены технико-экономические расчеты, рассмотрены вопросы охраны труда и окружающей среды.

Представленная бакалаврская работа содержит 7 листов графической части формата A1 и 61 страницу формата A4 пояснительной записки.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Описание исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение, техническая характеристика изделия и базовых деталей.....	5
1.2 Анализ технологичности конструкции базовых деталей.....	6
1.3 Качественная оценка технологичности.....	7
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Определение типа производства.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.3 Выбор маршрутов и методов обработки поверхностей с альтернативными вариантами.....	14
2.4 Разработка технологического процесса с выбором и обоснованием технологических баз, схем базирования и установки заготовки.....	15
2.5 Назначение припусков и допусков по стандартам. Расчет припусков и межоперационных размеров для одной поверхности.....	16
2.6 Техническое нормирование.....	20
2.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	21
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	28
3.1 Проектирование приспособления.....	28
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	30
4 Описание графической части работы	41
5 Безопасность и экологичность технического объекта	43
6 Экономическая эффективность работы	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	61

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении показатели качества изделий весьма тесно связаны с точностью обработки деталей машин. Полученные при обработке размер, форма и расположение элементарных поверхностей определяют фактические зазоры и натяги в соединениях деталей машин, а, следовательно, технические параметры продукции, влияющие на её качество (например, мощность двигателей, точность станков), надёжность и экономические показатели производства и эксплуатации [1].

Технология в значительной степени определяет состояние и развитие производства. От её уровня зависит производительность труда, экономичность расходования материальных и энергетических ресурсов, качество выпускаемой продукции и др. показатели. Для дальнейшего ускоренного развития машиностроительного производства, как основы всего народного хозяйства страны требуется разработка новых технологических процессов, постоянное совершенствования традиционных и поиск наиболее эффективных методов обработки и упрочнения деталей машин [2].

Сегодня с уверенностью можно утверждать, что направленное техническое перевооружение производства на основе гибкой автоматизации всех его производств получило всеобщее признание в машиностроении. Комплексно-автоматизированное машиностроительное производство даёт условия для одновременно достижения высокой производительности, сопоставимой с возможностями автоматических поточных линий и технологической гибкости обеспечиваемой ранее лишь непосредственным участием человека в производственном процессе.

В результате замены универсального оборудования станками с ЧПУ трудоёмкость изготовления деталей оказалось возможным уменьшить в несколько раз. Эксплуатация станков с ЧПУ возможна при наличии соответствующих технологических процессов, но и обеспечивающих его исполнение управляющих программ [3].

1.2 Анализ технологичности конструкции базовых деталей

Основными критериями технологичности детали, подвергающейся механической обработке, являются трудоемкость, точность и стабильность получения геометрических размеров и шероховатости поверхности [4].

Трудоемкость обработки зависит от числа и формы обрабатываемых поверхностей. Поэтому при конструировании следует предусматривать, возможно, большее количество поверхностей детали без последующей механической обработки, а поверхности, требующие обработки, должны иметь минимально допустимые размеры и припуски [5].

Не менее важным требованием к процессу механической обработки является обеспечение точности и стабильности получения геометрических размеров. Эти критерии в значительной степени определяются простотой конструктивных форм обрабатываемой детали, надежностью механических баз и жесткостью крепления детали под обработку; жесткостью конструкции детали; отсутствием деформации под действием сил закрепления и резания; совмещением технологических, измерительных и конструкторских баз; нормальными условиями доступа инструмента к обрабатываемым поверхностям [6].

Различают два вида оценки технологичности: качественную и количественную. Количественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно, на основании опыта изготовителя базового образца и допускается как предварительная. Количественная оценка технологичности изделия выражается числовыми показателями и оправдана в том случае, если они существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции [6].

В первую очередь устанавливаются следующие показатели базового и проектируемого изделия [5]:

- масса детали и заготовки;
- коэффициент использования материала;
- трудоемкость изготовления.

На основании абсолютных показателей технологичности определяют относительные показатели, характеризующие уровень технологичности конструкции по расходу и использованию материала, трудоемкости технологической себестоимости детали.

1.3 Качественная оценка технологичности

Рабочий чертёж детали «Вилка карданного вала LADA 4x4 Urban» содержит необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения чётко объясняют ее конфигурацию и способ получения заготовки.

На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильности геометрических форм и взаимного положения поверхностей. Чертёж содержит требования о материале детали и термической обработке.

На основании изучения условий работы вилки карданного вала, а также учитывая заданную годовую программу, можно сделать вывод, что деталь не требует упрощения конструкции или замены материала.

Конструкция детали позволяет применить высокопроизводительные методы обработки. В частности, для обработки круглого отверстия, операция сверления, зенкерования. Для обработки фасонных, внутренних и наружных канавок, применяют универсальный инструмент. Для токарной обработки вилки наиболее эффективно использовать многошпиндельные токарные автоматы.

С точки зрения механической обработки вилки в отношении доступа инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям технологичен, но при выполнении различных отверстий требуется переустановка детали.

В данной конструкции отсутствуют обрабатываемые поверхности, расположенные под тупыми и острыми углами. Все отверстия располагаются также не под тупыми и острыми углами. Конструкция детали имеет допустимую жесткость и технологичность и не ограничивает режимы обработки.

Материал рассматриваемой детали –сталь 40, для нее $K_v=1,05$

Коэффициент унификации элементов детали ($K_{у.э.}$).

Коэффициент унификации рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_{э.}}, \quad (1.1)$$

где $Q_{у.э.}$ – количество унифицированных элементов детали;

$Q_{э.}$ – количество поверхностей детали, которые обрабатываются.

Таблица 1.1 - Показатель обрабатываемости материала

Наименование поверхности	Количество поверхностей	Количество унифицированны х поверхностей	Квалитет точности	Параметр шероховатост и, мкм
Цилиндрические поверхности	5	4	14	Rz80
	2	-	9	Rz40
Фаски	3	1	9	Rz40
	1	-	14	Rz80
Отверстия	2	2	14	Rz80
	2	2	7	Ra2
Резьбовые поверхности	1	-	9	Rz40
Канавки	2	-	9	Rz40
Торцевые поверхности	2	2	8	Ra20
	2	1	14	Rz80
Фасонные поверхности	1	-	7	Ra2,5
Итого	23	12		

По данным таблицы коэффициент унификации элементов равен:

$$K_{y.э} = \frac{12}{23} = 0,52 < 0,6 \quad (1.2)$$

Т.е. по этому коэффициенту деталь нетехнологична.

Также технологичность конструкции может учитываться коэффициентом точности и шероховатости поверхности $K_{пов}$, который рассчитывается по формуле [5]:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{CP}}, \quad (1.3)$$

где A_{CP} – средний квалитет точности:

$$A_{CP} = \frac{n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19}}{\sum_{i=1}^{19} n_i}, \quad (1.4)$$

где n_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1-му–19-му квалитетам; 1-19 – число квалитетов точности.

$$A_{CP} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 8 + 8 \cdot 9 + 10 \cdot 14}{23} = 10,8, \quad (1.5)$$

Тогда:

$$K_T = 1 - \frac{1}{10,8} = 0,91 > 0,8, \quad (1.6)$$

Деталь технологична.

Показатель использования материала ($K_{им}$).

Коэффициент использования материала

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{0,59}{1,25} = 0,47 \quad , \quad (1.7)$$

Деталь нетехнологична.

Коэффициент шероховатости поверхности ($K_{\text{ш}}$)

Коэффициент шероховатости поверхностей:

$$k_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср}}} \quad , \quad (1.8)$$

где $\text{Ш}_{\text{ср}}$ – средняя шероховатость поверхностей, мкм.

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{\sum \text{Ш}_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad , \quad (1.9)$$

где Ш_i – шероховатость i -й поверхности,

n_i – количество поверхностей, имеющих шероховатость

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1 + 20 \cdot 2 + 40 \cdot 8 + 80 \cdot 10}{1 + 1 + 2 + 8 + 10} = \frac{1164,5}{22} = 52,9 \text{ мкм} \quad , \quad (1.10)$$

$$k_{\text{ш}} = \frac{1}{52,9} = 0,02 < 0,32 \quad , \quad (1.11)$$

Следовательно, деталь технологична по коэффициенту шероховатости поверхностей [5].

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа производства

Для деталей массой 1,25 кг с годовой программой 150 тыс. шт. в год тип производства – массовый.

Также существует следующий метод определения типа производства.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций [5]:

Массовое и крупносерийное производство $1 < k_{30} < 10$

Среднесерийное производство $10 < k_{30} < 20$

Мелкосерийное производство $20 < k_{30} < 40$

В единичном производстве k_{30} не регламентируется.

Практическое значение k_{30} для массового производства может быть 0,1...1,0.

Значение коэффициента закрепления операций принимается для планового периода, равного одному месяцу, и определяется по формуле [5]:

$$k_{3,0} = \frac{O}{P}, \quad (2.1)$$

где O – число различных операций;

P – число рабочих мест с различными операциями.

$$O = \frac{60 F_M K_B \eta_H}{T_{ш.к} N_M}, \quad (2.2)$$

где F_M – месячный фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме, $F_M = 5000:12 = 416,6$ ч;

K_B – средний коэффициент выполнения норм времени, $K_B = 1,3$;

$T_{ш.к}$ – штучно-калькуляционное время на изготовление детали, мин;

N_M – месячная программа выпуска детали;

η_H - нормативный коэффициент загрузки рабочего места всеми закрепленными за ним операциями, $\eta_H = 0,8 - 0,9$.

$$O = \frac{60 \cdot 416,6 \cdot 1,3 \cdot 0,9}{5,49 \cdot (150000 / 12)} = 0,426, \quad (2.3)$$

$$K_{з.о} = \frac{0,426}{5} = 0,085, \quad (2.4)$$

Следовательно тип производства - массовый.

2.2 Выбор метода получения заготовки

На ЗАО «Кардан» заготовкой для вилки карданного вала является поковка.

Сравним ее с другими видами заготовок.

Заготовка для вилки карданного вала может быть получена следующими способами: литьё в оболочковые формы, литьё под давлением, поковка штампованная полученная на ГKM.

Для данной детали наиболее оптимальным способом получения заготовки является штамповка на горизонтально-ковочных машинах или гидравлических прессах. Такая штамповка широко используется в крупносерийном и массовом производстве. Преимущества получения заготовки данным способом следующие [20,21]:

- получение штучной заготовки с заданными характеристиками, готовой к механической обработке и как следствие значительное снижение расходов на транспортирование, разгрузку, хранение и дополнительную предварительную обработку (правка и резка прутка на штучные заготовки);
- благоприятное волокнистое строение поковок, что особенно важно для ответственных деталей, работающих в динамических условиях;
- безударные и относительно безопасные условия работы;
- гидравлического пресса;

- высокая производительность;
- возможность механизации и автоматизации.

На основании вышесказанного заготовка для вилки карданного вала представляет собой поковку, полученную на ГКМ.

Таблица 2.1 - Заводской технологический процесс механической обработки вилки карданного вала

№ Операции	Содержание операции
010	Сверлить с двух сторон, зенкеровать напроход отверстие под протягивание шлиц, зенкеровать место под заглушку, зенкеровать предварительно, подрезать окончательно торец ступицы, снять внутреннюю фаску.
015	Обточить по наружному диаметру, подрезать торец, проточить канавку
020	Сверлить, цековать, зенкеровать, нарезать резьбу М6 1-6Н в отверстии под прессмасленку.
025	Сверлить, цековать, зенкеровать, расточить предварительно и окончательно 2-а отверстия 28 , снять фаски. Расточить 2-е канавки 30,2 предварительно и окончательно, снять фаски

При подробном анализе технологического процесса были выявлены следующие недостатки.

На первой операции технологического процесса при одновременном сверлении вилки сразу с двух сторон возникает несоосность отверстий в результате увода сверл. Это происходит, в следствие того, что сверление происходит по необработанной поверхности заготовки (поковки), где с одной стороны имеется шов от смещения штампов, а с другой штамповочный уклон.

Новый (модернизированный) технологический процесс позволяет полностью решить данную проблему и тем самым исключить получение брака.

2.3 Выбор маршрутов и методов обработки поверхностей с альтернативными вариантами

Виды обработки всех поверхностей заготовки следует определять исходя из требований, предъявляемых к точности и качеству готовой детали [6].

Для предварительного выбора вида обработки поверхностей данной детали воспользуемся таблицами, которые дают соответствие между точностью и шероховатостью детали с методами механической обработки.

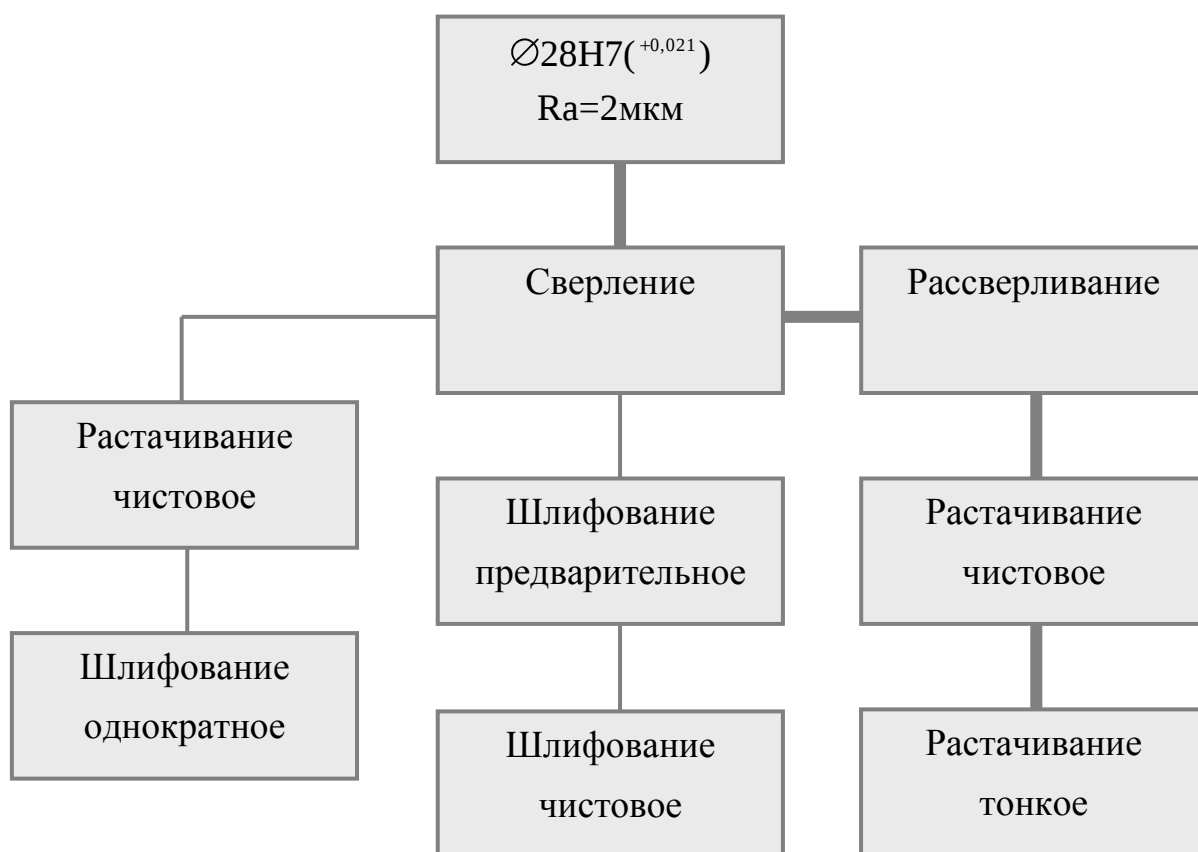


Рисунок 2.1 - Возможные варианты обработки для наиболее точной поверхности

Исходя из схемы, можно сделать вывод, что наиболее производительным и экономичным будет третий вариант, т.е. сверление, рассверливание, растачивание чистовое и растачивание тонкое, с целью минимизации числа

применимых станков и инструментов, т.е. затрат на обеспечение точности и качества поверхностей [7].

2.4 Разработка технологического процесса с выбором и обоснованием технологических баз, схем базирования и установки заготовки

Проектируемый технологический процесс будет состоять из трех основных операций:

Операция 005 – многоцелевая с ЧПУ (2 установка);

Операция 010 – вертикально – протяжная;

Операция 015 – многоцелевая с ЧПУ;

Операция 005 - многоцелевая с ЧПУ

Установ А

Установить заготовку в патрон, выверить, закрепить.

Переход 1: Фрезеровать торец, выдерживая размеры: $104 \pm 0,8$; $Rz20$

Переход 2: Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размер 10;

Переход 3: Точить наружную цилиндрическую поверхность (профильную)

выдерживая размеры: $2 \pm 0,5 \times 30^\circ$; $\varnothing 33,3_{-0,62}$; $\varnothing 30_{-0,52}$; $\varnothing 34_{-0,62}$; $\varnothing 41,8 \pm 0,3$; 70; $Rz80$.

Переход 4: Сверлить отверстие $\varnothing 20$, выдерживая размер 87.

Переход 5: Расточить отверстие $\varnothing 22,7^{+0,084}$, выдерживая размер 87.

Снять деталь.

Установ Б

Установить заготовку в патрон, выверить, закрепить.

Переход 6: Расточить отверстие $\varnothing 22,7^{+0,084}$, выдерживая размеры: $\varnothing 30^{+0,52}$, 22; $\varnothing 27^{+0,52}$, 26; $2,5 \times 45^\circ$

Переход 7: Фрезеровать плоскость, выдерживая размеры: 16; $20 \pm 0,25$; $Rz80$.

Переход 8: Сверлить отверстие $\varnothing 5,1$ с образованием фаски $1 \times 45^\circ$, выдерживая размер $9 \pm 0,5$.

Переход 9: Нарезать резьбу М6-1-6Н на глубину $9 \pm 0,5$.

Снять деталь. Транспортировать на следующую операцию.

Операция 010 – вертикально-протяжная

Установить деталь в приспособлении, закрепить.

Переход 1: Протянуть 16 шлицев, выдерживая размер $2,63^{+0,04}$

Снять деталь. Транспортировать на следующую операцию.

Операция 015 - многоцелевая с ЧПУ

Установить деталь на шлицевую оправку, закрепить .

Установить оправку (с деталью) в патрон, выверить, закрепить.

Переход 1,2: Фрезеровать 2 плоскости проушин, выдерживая размеры 78.

0,6 , $\varnothing 40_{-0,4}$, Rz80

Переход 3,4: Сверлить 2 центровочных отверстия выдерживая размер 10.

Переход 5,6: Сверлить 2 отверстия $\varnothing 15H9$, выдерживая размер 18,3.

Переход 7,8: Рассверлить 2 отверстия до $\varnothing 25H9$, выдерживая размер 18,3.

Переход 9: Развернуть 2 отверстия до $\varnothing 28H7^{+0,021}$, выдерживая размер 78.

0,6

Переход 10,11: Расточить 2 отверстия до $\varnothing 28,2^{+0,15}_{-0,05}$, выдерживая размер

4,7; Rz80

Переход 12: Фрезеровать 2 внутренние канавки, выдерживая размеры:
 $\varnothing 30,2^{+0,2}$; $2,2^{+0,25}_{-0,05}$.

Снять деталь.

2.5 Назначение припусков и допусков по стандартам. Расчет припусков и межоперационных размеров для одной поверхности

2.5.1 Назначение припусков [19]

Допуски и припуски на стальные поковки назначаем по ГОСТ 7505-89.

Штамповочное оборудование - гидравлический пресс.

Нагрев заготовки – индукционный.

Класс точности – Т4.

Группа стали – М2.

Степень сложности – С3.

Исходный индекс – 11.

Основные припуски на размеры:

Ø34 - 1,2 мм; чистота поверхности Rz80 - основной диаметр;

Ø41,8- 1,3 мм; чистота поверхности Rz80 - диаметр буртика;

78_{-0,8} - 1,3 мм; чистота поверхности Rz80 - ширина проушин;

123,5₋₁^{+1,3} - 1,4 мм; чистота поверхности Rz20 - длина вилки;

Дополнительный припуск, учитывающий изогнутость, отклонение от плоскостности и прямолинейности – 0,4 мм,

Штамповочный уклон - 5°;

Допускаемые отклонения размеров:

37,2_{-0,5}^{+1,1} - основной диаметр;

45,2_{-0,7}^{+1,3} - диаметр буртика;

81,4_{-0,7}^{+1,3} - ширина проушин;

127,1_{-0,8}^{+1,4} - длина вилки.

Допуск радиусов закругления – 1,0 мм.

Допускаемое отклонение по изогнутости – 0,8 мм.

2.5.2 Расчет припусков на механическую обработку [19]

Рассчитаем припуски на обработку отверстия Ø_{28H7} $\left(\begin{smallmatrix} 0,021 \\ \sim \end{smallmatrix} \right)$

Заготовка получена из горячекатаного проката.

Технологический маршрут обработки поверхности состоит из следующих переходов:

- 1) сверление
- 2) зенкерование
- 3) растачивание

Припуск на диаметр при обработке поверхностей вращения

$$2z_{\min} = 2 \left[R_{Zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \Delta \varepsilon_i^2} \right] \quad (2.5)$$

где R_{zi-1} -высота микронеровностей, полученных на предшествующем переходе.

H_{i-1} -глубина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе обработки.

ρ_{i-1} -пространственное отклонение, возникающее на предшествующем переходе.

$\Delta \varepsilon_i$ -погрешность установки, т.к. заготовка устанавливается в самоцентрирующий патрон $\Delta \varepsilon_i = 0$

$$2z_{\min} = 2[(R_{zi-1} + h_{i-1}) + \rho_{i-1}] \quad (2.6)$$

Значения $R_{z,i-1}$ и H_{i-1} -выбираем по [6]

Суммарная пространственная погрешность заготовки при сверлении

$$\rho_3 = \sqrt{C_o^2 + (\Delta_y l)^2} ; \quad (2.7)$$

где Δ_y -удельный увод и смещение C_o оси отверстий при сверлении.

$$\Delta_y = 0,9; C_o = 25$$

$$\rho = \sqrt{C_o^2 + (\Delta_y l)^2} = \sqrt{625 + 149,817} = 27,83 \text{ мкм} ;$$

l_3 - длина заготовки

Пространственные отклонения:

Расчет припусков:

Рассчитаем припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для $\varnothing_{28H7}^{+0,021}$ мм внутренней цилиндрической поверхности.

Расчет припусков производят следующим образом.

Значения R_z и h , характеризующие качество заготовок, для каждого технологического перехода берутся из таблицы [4].

$$2z_{\min} = 2[(R_{zi-1} + h_{i-1}) + \rho_{i-1}]$$

$$2Z_{\min_{\text{сверл}}} = 2(32 + 40 + 27,83) = 2 \cdot 99,83 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min_{\text{зенкер}}} = 2(50 + 70 + 27,83) = 2 \cdot 147,83 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min_{\text{расточ}}} = 2(160 + 200 + 27,83) = 2 \cdot 387,83 \text{ мкм}$$

Расчетный размер заполняется, начиная с конечного чертежного размера, путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска на каждом технологическом переходе.

Допуск на размер определяется по [2]

Предельные размеры:

$d_{\min}$ равен расчетному размеру,

$$d_{\max} = d_{\min} - \delta$$

Предельные значения припусков $2z_{\max}$ определяются как разность наибольших предельных размеров, а $2Z_{\min.}$, как разность наименьших предельных размеров на предшествующем и выполняемом переходах.

Аналогично производятся расчеты для всех остальных поверхностей

Результаты расчетов представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Результаты расчетов припусков

Технологические переходы обработки $\varnothing 28H7 \left(\begin{smallmatrix} 0,021 \\ \end{smallmatrix} \right)$	Элемент припуска, мкм			$2z_{\min}$ мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельный размер, мм		Предельное значение припуска, мм	
	Rz+h	P	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}$	$2z_{\max}$
Заготовка	160+200	27,83	-	-	-	-	-	-	-	-
Сверление H12	50+70	27,83	-	2·387,8	27,52	210	27,31	27,52	0,78	2,27
Зенкерование H10	32+40	27,83	-	2·147,8	27,82	52	27,77	27,82	0,3	0,46
Растачивание H7	20+20	-	-	2·99,8	28,021	21	28	28,021	0,201	0,23
Итого:									1,281	2,96

2.6 Техническое нормирование

Режимы резания и нормы времени показаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Сводная таблица режимов резания и норм времени [19]

Операция/ позиция	№ перехода	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T _о , мин
005	1	1	0,17	340	2577	0,02
	2	5	0,25	110	3501	0,01
	3	1,25	0,05	480	4500	0,40
	4	10	0,34	110	1751	0,53
	5	0,7	0,13	410	6525	0,07
	6	0,8	0,15	420	6077	0,05
	7	2	0,161	530	4157	0,01
	8	2,5	0,18	110	6866	0,14
	9	1,43	0,15	28	35	0,07
015	1,2	1	0,17	340	2577	0,04
	3,4	6	0,25	110	3501	0,02
	5,7	7,5	0,22	82	1740	0,08
	6,8	5	0,25	82	1044	0,14
	9	1,5	0,25	86	932	0,8
	10,11	0,1	0,25	82	926	0,04
	12,13	2	0,05	230	2424	0,12

В базовом технологическом процессе деталь проходит обработку за 5 операций на пяти станках, включая автоматическую линию. В спроектированном технологическом процессе вся обработка производится за 3 операции, что позволяет исключить из технологического процесса слесарные и разметочные операции, оптимизированы режимы обработки, а время переустановки детали - минимально. При этом операционное время на обработку также минимально.

Таблица 2.4 – Сравнение технологических процессов

Показатель	Базовый ТП	Спроектированный ТП
1	2	3
Количество операций	5	3

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
Количество оборудования	5	2
Операционное время, час	8,88	5,49

2.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

2.7.1 Выбор металлорежущих станков

Выбор металлорежущих станков является одним из первых и основным этапом в проектирование технологического процесса обработки детали. Потому что во многом возможности оборудования влияют на проектирование технологического процесса, под оборудование подбирается инструмент и другая технологическая оснастка, поэтому очень важно выбрать такие металлорежущие станки, позволяющие обработать данную деталь, выдержав все требования чертежа, но и повысить производительность, уменьшить процент брака, улучшить культуру производства [22,23].

Так же при выборе металлорежущих станков необходимо учитывать особенности типа производства. Так как базовое предприятие является предприятием тяжёлого машиностроения с мелкосерийным типом производства то нужно подбирать оборудование, на котором возможно обработать не только данную деталь, но и другие детали, которые входят в состав изделий, выпускаемых данным предприятием.

Проведя большую работу по выбору оборудования, просмотрев различные виды металлорежущих станков, я остановился на горизонтальном фрезерно-токарном центре GS200 MS фирмы Good Way.

2.7.2 Выбор станочных приспособлений [24-31]

Операция 005:

Патрон двухкулачковый клинорычажный с гидроприводом;

Патрон трехкулачковый самоцентрирующий;

Центр станочный вращающийся;

Операция 010:

1-Патрон рабочий;

2-Патрон вспомогательный;

3-Опора шаровая самоустанавливающаяся;

Операция 015:

Оправка специальная шлицевая;

Патрон трехкулачковый самоцентрирующий;

2.7.3 Выбор режущего инструмента [25-37]

Операция 005: Переход 1

Операция 015: Переход 1,2

Торцевая фреза CoroMill® 245, фирмы Sandvik Coromant.(Рисунок 3.1)

Удаление больших объемов металла и зеркальная чистота обработки, от черновых до чистовых операций. Размер пластин - 12 мм. Материал пластин сплав GC4030 (НС)-Р-25 сплав с покрытием для фрезерования сталей при повышенных требованиях к прочности режущей кромки. Высокая предсказуемая стойкость на средних и низких скоростях резания.

Таблица 2.5 – Размеры торцевой фрезы

Размеры, мм						
D_c	Z_n	dm_m	D_{c2}	l_1	Max a_p	масса, кг
50	8	32,0	62,5	40	60	0,5

Операция 005: Переход 2

Операция 015: Переход 3,4

Сверло центровочное фирмы DORMER (см. рисунок 2.2)



Рисунок 2.2 – Сверло центровое

Таблица 2.6 – Размеры сверла

Размеры, мм			
d_1	l_1	l_2	d_2
10,0	100,0	14,2-12,8	25,0

Расточная оправка (профильная) Coromant Capto (C5-CVMBL-00115-16), (рисунок 3.3) с прижимом рычагом за отверстие, левое исполнение, с пластиной VBMT 160412-PM из сплава GC4025. GC4025 - непокрытый твердый сплав сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность, для относительно низких скоростей резания и высоких подач, применяется для обработки стали. Твердый сплав без покрытия, содержащие в основном карбиды вольфрама.

Таблица 2.7 – Размеры расточной оправки

Размеры, мм								
$D_m \min$	D_1	D_{5m}	f_1	l_1	L_3	γ	λ_s	k_r
25	20	40	32	22	40	-6°	-6°	95°

Операция 005:Переход 4

Операция 015: Переход 5,6,7,8

Свёрла с цилиндрическим хвостовиком Coro Drill Delta-C $2-3 \times D_c$ R840, с внутренним подводом СОЖ (рисунок 3.4), из сплава GC1220, точность получаемого отверстия 8-9 квалитет, покрытие TiN/TiAlN многослойное, чистота поверхности Ra 1-2 мкм. GC 1220 (HC) – (K10-30). Мелкозернистый твердый сплав, обладающий оптимальным сочетанием прочности и твердости.

Таблица 2.8 – Размеры сверл с цилиндрическим хвостиком

Размеры, мм				
D_c	d_m	l_2	l_4	l_6
15	20	130	50	79
20	25	135	55	82
25	30	140	60	85

Покрытие TiAlN толщиной 3 мкм, нанесенное методом PVD, обеспечивает надежность режущих кромок. Первый выбор для обработки конструкционных, нержавеющей сталей и чугуна сверлами Coromant DeltaC. HC – Безвольфрамовые твердые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TiC) или нитриды (TiN) титана или и те, и другие вместе.

Расточная оправка T-MAX P (для внутренней обработки) A10K-SDUPR07-ER, с прижимом, Coro Turn левое исполнение, с пластиной VCMТ 1103 04-PM из сплава GC4030 (HC)-P25. непокрытый твердый сплав сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность, для относительно низких скоростей резания и высоких подач, применяется для обработки стали. Твердый сплав без покрытия, содержащие в основном карбиды вольфрама.

Таблица 2.9 – Размеры расточной оправки T-MAX P (левое исполнение)

Размеры, мм						
$D_m \min$	f_1	l_1	L_3	γ	λ_s	k_r
15	9	90	40	-6°	-6°	95°

Расточная оправка T-MAX P (для внутренней обработки) A16R-SVUCR11-E, с прижимом, Coro Turn правое исполнение, с пластиной DPMT 0702 04-PM из сплава GC4030 (HC)-P25.

Таблица 2.10 - Размеры расточной оправки T-MAX P (правое исполнение)

Размеры, мм						
$D_m \min$	f_1	l_1	L_3	γ	λ_s	k_r
15	11	80	40	-6°	-6°	95°

Концевая многофункциональная фреза с переменной глубиной стружечных канавок фирмы Sandvik Coromant, для профильной обработки, с хвостовиком Weldon из сплава GC1640, который используется для черновой обработки при неблагоприятных условиях, когда от сплава требуется высокая прочность.

CoroDrill® Delta-C 2 – 3 Dc Сверла для обработки фасок и отверстий под резьбу -R841, (Рис.1.10) цилиндрическим хвостовиком, с внутренним подводом СОЖ, из сплава GC1220, точность получаемого отверстия 8-9 квалитет, покрытие TiN/TiAlN многослойное, чистота поверхности Ra 1-2 мкм. GC 1220 (HC) – (K10-30)

Операция 010: Протяжка шлицевая (Сталь Р6М5Ф3)

Операция 015:

Развертка Reamer 830 для финишной обработки сквозных отверстий

Высокопроизводительная чистовая обработка сквозных отверстий, простая и быстрая замена головки с радиальным креплением, низкая шероховатость и высокая надежность обработки, эффективная эвакуация стружки из зоны резания потоком СОЖ, направленным непосредственно на режущую кромку.

Антивибрационный чистовой расточной инструмент 391.39A Coromant Capto®.

Переход 12,13

Фреза канавочная CoroMill 327 с пластинами R12-22 300 02 из сплава GC 4220. Для обработки внутренних канавок и пазов в отверстиях диаметром

более 10 мм, а также для обработки канавок под стопорные кольца. Толщина пластин 2,2мм

Таблица 2.11 - Сводная таблица оборудования и технологической оснастки

№ операции	Инструмент, оснастка, приспособление
1	2
005	1. Торцевая фреза CoroMill® 245, фирмы Sandvik Coromant, d=40 мм. 2. Сверло центровочное фирмы DORMER d=10 мм 3. Расточная оправка (профильная) Coromant Capto, с прижимом рычагом за отверстие, левое исполнение, с пластиной из сплава H13A. 4. Свёрла с цилиндрическим хвостовиком Coro Drill d = 20 мм 5. Расточная оправка T-MAX P, с прижимом рычагом за отверстие, правое исполнение, с пластиной из сплава GC4030. 6. Расточная оправка T-MAX P, с прижимом рычагом за отверстие, левое исполнение, с пластиной из сплава GC4030 7. Концевая многофункциональная фреза с переменной глубиной стружечных канавок фирмы Sandvik Coromant, для профильной обработки, с хвостовиком Weldon d = 16 мм. 8. CoroDrill® Delta-C 2 – 3 Dc Сверла для обработки фасок и отверстий под резьбу -R841, с цилиндрическим хвостовиком, с внутренним подводом СОЖ, из сплава GC1220, d = 5,1 мм угол фаски 90° 9. Метчик машинный M6 фирмы DORMER Оснастка: Патрон двухкулачковый с гидроприводом; Патрон трехкулачковый самоцентрирующий; Центр станочный вращающийся;

Продолжение таблицы 2.11

1	2
010	Протяжка шлицевая Оснастка: 1-Патрон рабочий; 2-Патрон вспомогательный; 3-Опора шаровая самоустанавливающаяся;
015	1. Торцевая фреза CoroMill® 245, фирмы Sandvik Coromant, d=40 мм. 2. Сверло центровочное фирмы DORMER d=10 мм 3. Свёрла с цилиндрическим хвостовиком Coro Drill d = 15 мм 4. Свёрла с цилиндрическим хвостовиком Coro Drill d = 25 мм 5. Развертка Reamer 830 для финишной обработки сквозных отверстий с напаянными пластинами d = 28 мм. 6. Антивибрационный чистовой расточной инструмент 391.39A Coromant Capto®, d = 28,2 мм. 7. Фреза канавочная Coro Mill 327 Оснастка: Оправка специальная шлицевая; Патрон трехкулачковый самоцентрирующий;

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

3.1.1 Расчет приспособления [29]

Силы закрепления определяют из условия равновесия заготовки по формулам из [29].

Определим силу закрепления, противодействующую повороту заготовки под действием момента при сверлении Ø20 мм.

$$P_3 = \frac{2 \cdot k \cdot M}{n \cdot D \cdot f} \quad (3.1)$$

где k – коэффициент запаса;

M - момент;

$$M = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot k_p \quad (3.2)$$

где D -диаметр сверления

S - подача; $S=0,34$

Значение C_m и показателей степени по [4],

k_p из [4] $k_p=0,53$

$$M = 10 \cdot 0,545 \cdot 20^2 \cdot 0,34^{0,8} \cdot 0,53 = 4852,68 \text{ Н}$$

f - коэффициент трения в местах контакта заготовки с приспособлением [29]
 $f=0.12$

Коэффициент запаса k , учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, вводят при вычислении силы P_3 для обеспечения надежного закрепления:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (3.3)$$

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 2,81$$

Если в результате расчета коэффициент запаса k окажется меньше 2,5, принимают $k = 2,5$.

Следовательно,

$$P_3 = \frac{2 \cdot 2,81 \cdot 4852,68}{2 \cdot 78 \cdot 0,12} = 1456 \text{ Н}$$

3.1.2 Оценка эффективности приспособления

Оценить эффективность приспособления – это значит отметить его положительные и отрицательные стороны и, проанализировав их сделать вывод [30].

Большим плюсом этого приспособления является то, что закрепив деталь за торцовые поверхности проушин, становятся доступны для механической обработки, все цилиндрические поверхности, обработать которые было проблематично. Профильная обработка наружных цилиндрических поверхностей ведется за один установ. А если нет переустановки детали, то деталь обрабатывается с минимальными погрешностями и все поверхности, обработанные на данной операции, относительно друг друга, не будут иметь погрешности расположения. Явных минусов у приспособления не обнаружено, что в совокупности с его плюсами позволяет сделать вывод, что данное приспособление позволяет повысить производительность и качество выпускаемой продукции и тем самым повысить культуру производства и улучшить условия труда рабочего.

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Назначение, устройство и работа протяжки [39]

Для расчета и конструирования специального режущего инструмента выбрана протяжка для получения шлицевого отверстия.

Протяжка – многолезвийный инструмент с рядом последовательно выступающих одно над другим лезвиями в направлении, перпендикулярном к направлению скорости главного движения.

Для получения отверстия в нашей детали выбрана именно протяжка по причине того, что она имеет значительные преимущества перед другими инструментами. Протяжки являются самыми высокопроизводительными инструментами, примерно в сто и более раз производительнее зенкеров и разверток. При протягивании совмещаются операции черновой, получистовой и чистовой обработки. Это повышает производительность, сокращает номенклатуру применяемых режущих и мерительных инструментов, уменьшает число станков и технологической оснастки. Высокая экономичность этого способа формообразования достигается также за счет значительного сокращения производственной площади, занимаемой протяжными станками, по сравнению с площадью, которая была бы занята сверлильными, фрезерными или другими станками. Кроме того, для обслуживания протяжного оборудования (особенно полуавтоматов) не требуется высокая квалификация операторов.

Протягивание обеспечивает точность обработки по 8-7 квалитетам и $Ra=1,25\div 2,5$ мкм. Протяжки обладают высокой стойкостью вследствие того, что режущие кромки их зубьев совершают за цикл обработки самый короткий путь, в десятки раз меньший, чем режущие кромки других инструментов. При обработке протягиванием легко осуществляется автоматизация производства. Многошлицевые или фасонные отверстия в настоящее время обрабатываются в основном только протягиванием.

Протяжки – металлоемкий, сложный в изготовлении, узкоспециализированный и поэтому дорогой инструмент. Их применение эффективно в массовом и крупносерийном производстве.

3.2.2 Точность и качество протягиваемых поверхностей [39]

Качество поверхности заготовки характеризуется состоянием поверхностного слоя детали на данной технологической операции. Качество поверхности обычно характеризуется ее шероховатостью и физико-механическими свойствами поверхностного слоя.

При протягивании образуется шероховатость в направлении протягивания, соответствующем направлению скорости резания, и шероховатость в поперечном направлении, перпендикулярном направлению скорости резания

Шероховатость поверхности в направлении протягивания при обработке с различными скоростями резания происходит в связи с явлением наростообразования в зоне резания. На нее также влияют вибрации, амплитуда которых зависит от жесткости системы «станок– приспособление–инструмент–заготовка», так и скорости резания.

Шероховатость поверхности в поперечном направлении является следствием неровностей режущих лезвий. При резании с наростообразованием возникновение шероховатости поверхности в поперечном направлении связано, кроме того, с появлением наростов различных размеров вдоль режущего лезвия зуба, наличием местных дефектов и другими причинами.

Увеличение шероховатости протянутой поверхности также является следствием изнашивания протяжки. При этом для уменьшения шероховатости протянутой поверхности и увеличения стойкости протяжки между повторными заточками необходимо улучшить качество заточки инструмента.

Качество обработанной поверхности определяется еще точностью формы и физико-механическими свойствами (в частности, упрочнением и остаточными напряжениями).

Основными факторами, непосредственно влияющими на точность обработки при внутреннем протягивании, являются: деформация упругой системы станок–приспособление–инструмент–заготовка и зазоры в ее звеньях; износ подвижных деталей станка и зубьев инструмента; износ подвижных деталей станка и зубьев инструмента; увод оси режущего инструмента; базирование заготовки; температурные деформации.

Отклонения размеров протянутой заготовки являются следствием влияния первичных факторов – допускаемых отклонений геометрических норм точности станка, инструмента и заготовки.

Отклонения геометрических параметров инструмента зависят от радиального и торцового биения зубьев, отклонения от параллельности кромки зубьев, отклонения от параллельности кромки зуба основанию инструмента, профиля зуба и т.п., а также от точности размеров заготовок.

С увеличением подъема на зуб протяжки отклонения размеров протянутых отверстий от номинальных значений увеличиваются и уменьшаются с увеличением задних и передних углов зубьев протяжки, а также твердости обрабатываемого материала.

В меньшей степени на отклонение диаметров отверстий от номинальных значений оказывают скорость резания и твердость обрабатываемого материала.

При увеличении переднего угла зуба протяжки увеличивается увод последней. При обработке мягких металлов увод происходит в большей степени, а при обработке твердых металлов – в меньшей степени.

3.2.3 Основные части протяжки. Выбор материала режущей части [39]

Основные конструктивные элементы внутренних протяжек – общие для всех видов.

Хвостовик служит для закрепления протяжки в патроне станка. Конструкция хвостовика зависит от типа протяжки и конструкции патронов. Для проектируемой протяжки выбираем цилиндрический хвостовик по ГОСТ 4044-70 под быстродействующий патрон с автоматическим креплением.

Хвостовик изготавливают сварным из стали 40Х и закаливают до HRC 44..50.

Шейка и переходный конус связывают хвостовую и направляющую части. На шейку наносят маркировку протяжки.

Диаметр направляющей равен наименьшему диаметру отверстия:

$$d_n = d_{0min} = 22,7 \text{ мм.}$$

Допуск на погрешность изготовления принимается по посадке f7.

Режущая часть протяжки является основной, которая состоит из черновых и чистовых зубьев. Режущая часть протяжки определяется схемой протягивания, параметрами срезаемого слоя, конструктивными элементами и геометрическими параметрами зубьев, числом зубьев и длиной.

Задняя направляющая часть препятствует перекосу заготовки на протяжке и повреждению обработанной поверхности и зубьев в момент выхода последних зубьев из отверстия. Поперечный размер задней направляющей должны соответствовать наименьшему допустимому размеру готового отверстия с отклонением f7:

$$d_{з.н.} = d_{0min} = 26,95 \text{ мм.}$$

Протяжка имеет задний хвостовик такой же формы, служащий для захвата протяжки патроном каретки обратного хода станка при работе на станке с полуавтоматическим циклом. Так как протяжка должна быть точно ориентирована для попадания в дорожки, поэтому задняя замковая часть снабжается плоскими срезами.

В качестве материала для режущей части протяжки, используемой в массовом производстве, принимаем быстрорежущую сталь Р6М5Ф3.

3.2.4 Выбор схемы резания при протягивании [39]

Зубья проектируемой протяжки можно разделить на круглые, формирующие отверстие $\varnothing 26,95$ мм, и шлицевые, формирующие дорожки. Для круглых зубьев наиболее оптимальной схемой резания является профильная, при которой срезание припуска производится зубьями, имеющими поперечный профиль, подобный профилю отверстия, т.е. круглый. Именно эта схема чаще всего используется при протягивании поверхностей простейших форм.

При протягивании фасонных внутренних (в нашем случае шестнадцати шлицев) поверхностей целесообразно применять генераторную схему резания. Генераторная схема резания характеризуется тем, что обрабатываемая поверхность формируется вспомогательными режущими кромками всех зубьев и предусматривает постепенное образование заданного контура на обрабатываемой поверхности. Главные режущие кромки являются дугами концентрических окружностей.

Существенным преимуществом протяжек, работающих по генераторной схеме резания, является технологичность их изготовления. Исходная круглая форма таких протяжек позволяет:

- затачивать на дуговых участках ее режущих зубьев положительные передние углы;
- получать максимально возможную площадь поперечного сечения стержня протяжки, а следовательно, увеличить прочность;
- уменьшать длину протяжки благодаря постоянному сечению стружек, срезаемых отдельными зубьями шлицевой части протяжки;

Недостатком генераторной схемы является то, что при работе протяжками по этой схеме резания профиль получается менее точным, чем при работе протяжками, работающими по профильной схеме. Заготовка имеет большой припуск (2 мм) на обработку отверстия, поэтому круглая часть может иметь сравнительно большую длину. В этом случае в начале режущей части

протяжки помещают фасочные зубья, круглые, а за ними шлицевые зубья. Это приходится делать для предотвращения поворота заготовки при прохождении круглых зубьев. Вследствие поворота заготовки пазы в заготовке могут сместиться относительно шлицевых зубьев.

3.2.5 Расчет протяжки [39]

Исходные данные:

1. Протягиваемая заготовка: материал – сталь 40; твердость на операции протягивания $HB \leq 235$; состояние – отверстие под протягивание предварительно обработано после ковки, диаметр его до протягивания $d_0 = 22,7^{+0,084}_{-0,04}$ мм, размер одной впадины $2,63^{+0,04}_{-0,02}$ мм, число шлицев $z=16$, длина протягивания $l=76$ мм, шероховатость $Ra=2,5$ мкм. ; в продольном направлении 1,0.

2. Станок: вертикально-протяжной РИЦ 3Д; тяговая сила $Q=196000$ Н; максимальная длина хода штока $L_{max}=1450$ мм, диапазон рабочих скоростей 1,5–13 м/мин.

3. Производство – массовое.

Порядок расчета:

1. Группу обрабатываемости устанавливаем по табл. [4]. Сталь 40 с $HB \leq 235$ относится к 1-й группе обрабатываемости.

2. Группу качества устанавливаем для каждой поверхности шлицевого отверстия отдельно по табл. [4]. Так как шероховатость дорожек и отверстия одинаковая, то и группа качества тоже одинаковая – 2-я.

3. Материал рабочей части протяжки (переходный конус, передняя направляющая, режущая часть, задняя направляющая и задний хвостовик) принимаем быстрорежущую сталь Р6М5Ф3 по табл. [4].

4. Конструкция протяжки – с приваренным хвостовиком из стали 40Х.
диаметр обоих хвостовиков: $D_{хв} = 20^{+0,065}_{-0,098}$ мм

Силу, допустимую прочностью переднего хвостовика, рассчитываем по формуле:

$$P_{\text{хв}} = [\sigma]_p F_{\text{оп}} \quad (3.4)$$

где $[\sigma]_p = 300 \text{ МПа}$ – допустимое напряжение при растяжении;

$F_{\text{оп}} = 705,8 \text{ мм}^2$ – площадь опасного сечения хвостовика по табл. [4], тогда

$$P_{\text{хв}} = 300 \cdot 705,8 = 211740 \text{ Н.}$$

Передние и задние углы зубьев протяжки выбираем по табл. [4]. Передний угол черновых и чистовых зубьев $\gamma = 20^\circ$. Задний угол черновых зубьев $\alpha = 3^\circ$, чистовых $\alpha = 2^\circ$. Допуски на передние и задние углы по ГОСТ 9126-76.

6. Скорость резания устанавливаем $V = 2,5 \text{ м/с}$, что входит в диапазон скоростей станка.

7. Подачу для черновых зубьев определяем по табл. [4]: для $V = 2,5 \text{ м/с}$ и поверхности 2-й группы качества $S_{\text{zc}} = 0,11 \text{ мм/зуб}$ на сторону.

8. Определяем глубину стружечной канавки по формуле:

$$h = 1,1283 \sqrt{K l_s S_{\text{zc}}}, \quad (3.5)$$

где $l_s = 76 \text{ мм}$ – суммарная длина протягиваемых участков,

$K = 4,2$ – рекомендуемый коэффициент заполнения стружки, рекомендуемый для стали, тогда

$$h = 1,1283 \sqrt{4,2 \cdot 76 \cdot 0,11} = 6,685 \text{ мм},$$

По расчетному значению h выбираем из табл. П19 [с.216] ближайшее большее значение глубины стружечной канавки $h=7$ мм.

9. Определяем шаг черновых зубьев t_0 и число одновременно работающих зубьев z_p . $h=7$ мм: $t_0=10$ мм.

Остальные элементы профиля: $b=4,5$ мм, $r=3,0$ мм, $R=12$ мм.

Число одновременно работающих зубьев рассчитываем по формуле:

$$z_p = \frac{l_{\max}}{t_0} + 1 = \frac{76}{10} + 1 = 8,6 \text{ , т.е. } 8 \text{ зубьев.} \quad (3.6)$$

10. Определяем максимально допустимую силу резания. Сила резания ограничивается тяговой силой станка $P_{\text{ст}}$ или прочностью протяжки в опасных сечениях по хвостовику $P_{\text{хв}}$ и по впадине перед первым зубом $P_{\text{о.п.}}$.

Принимаем

$$P_{\max} = (P_{\text{ст}}, P_{\text{хв}}, P_{\text{о.п.}}) \min. \quad (3.7)$$

$$P_{\text{ст}} = 0,21 \cdot Q = 0,21 \cdot 196000 = 41160 \text{ Н} \approx 4200 \text{ кг},$$

$$P_{\text{хв}} = 211740 \text{ Н.}$$

Величину $P_{\text{о.п.}}$ определяем по формуле:

$$P_{\text{о.п.}} = F_{\text{о.п.}} \cdot \sigma_{\text{п}}, \text{ где } \sigma_{\text{п}} = 400 \text{ МПа} \quad (3.8)$$

$$F_{\text{о.п.}} = 0,785(D_0 - 2h)^2 = 0,785(22,7 - 2 \cdot 7)^2 = 57,37 \text{ Н ,}$$

тогда

$$P_{\text{о.п.}} = 57,37 \cdot 400 = 22949 \text{ Н.}$$

Следовательно, принимаем $P_{\max} = P_{\text{ст}} = 41160 \text{ Н.}$

11. Определяем силу протягивания по формуле:

$$P = B_{\max} z q_0 z_p K_{pM} K_{p0} K_{pK} K_{pP}, \quad (3.9)$$

где $B_{\max}$ – максимальная длина режущих кромок. Для круглых зубьев $B_{\max}=14,53$ мм; для шлицевых зубьев $B_{\max}=10,3$ мм;

$z=16$ – число шлицев;

$q_0=362$ Н – осевая сила резания, приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки по [4];

$z_p=8$ – число одновременно работающих зубьев;

$K_{pM}=1,3$ – коэффициент, зависящий от состояния и твердости обрабатываемого материала по [4];

$K_{p0}=1,0$ – коэффициент, зависящий от вида смазочно-охлаждающей жидкости (масло промышленное И-12А) по [4];

$K_{pK}=1,0$ – коэффициент, зависящий от группы качества протягиваемой поверхности по [4]

$K_{pPK}=1,2$; $K_{pPII}=1,3$ – коэффициент, зависящий от способа разделения стружки, соответственно для круглой и шлицевой частей протяжки.

Тогда сила резания на круглой части:

$$P_k = 14,53 \cdot 16 \cdot 362 \cdot 8 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 105028 \text{ Н};$$

на шлицевой части:

$$P_k = 10,3 \cdot 16 \cdot 362 \cdot 8 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 806570 \text{ Н}.$$

12. Шаг чистовых круглых и шлицевых зубьев примем $t_q=12$ мм.

13. Диаметры режущих зубьев с учетом принятых схем резания и выбранной подачи следующие:

Круглых зубьев: $D_{16}=22,80$ мм,

$$D_{17}=51+2\cdot 0,05=22,90 \text{ мм},$$

$$D_{18}=23,00 \text{ мм},$$

$$D_{19}=23,10 \text{ мм},$$

.....

$$D_{29}=23,295 \text{ мм},$$

Длина круглой части:

$$l_k=t_0\cdot z_k+t_q\cdot z_{k,q.}=10\cdot 5+7\cdot 7=99 \text{ мм}. \quad (3.10)$$

Диаметры шлицевых зубьев:

$$D_{30}=23,84 \text{ мм},$$

$$D_{31}=23,84+2\cdot 0,075=23,99 \text{ мм},$$

$$D_{32}=23,96 \text{ мм},$$

$$D_{33}=24,14 \text{ мм},$$

.....

$$D_{60}=63,18 \text{ мм},$$

$$D_{61}=63,30 \text{ мм},$$

$$D_{62}=63,40 \text{ мм}.$$

Длина шлицевой части:

$$l_{ш}=t_0\cdot z_{ш}+t_q\cdot z_{ш,q.}=10\cdot 62+17\cdot 5=705 \text{ мм}. \quad (3.11)$$

Расстояние от переднего торца протяжки до первого зуба определяем по формуле:

$$L_1=l_1+l_2+l_3+l+a, \quad (3.12)$$

где l_1 принимают в зависимости от диаметра от диаметра хвостовика. Для данной протяжки $l_1=80$ мм;

$l_2=40$ мм, $l_3=25$ мм – зависят от конструкции приспособления;

$l=120$ мм – длина заготовки;

$a=20$ мм – минимальное расстояние от первого зуба протяжки до торца обрабатываемой заготовки. Тогда получаем:

$$L_1=80+40+25+125+20=290 \text{ мм.}$$

Рекомендуемая длина задней направляющей $l_{з.н.}=50$ мм по [4]. Длина заднего хвостовика по [4] $l_x=100$ мм.

Протягиваемое отверстие имеет небольшую длину, поэтому при протягивании возможен перекосяк в момент перехода протяжки с последних шлицевых зубьев на первые круглые зубья, так как в этот момент шлицевые чистовые зубья выходят из детали и мало влияют на ее центрирование, а первые круглые могут срезать незначительный припуск вследствие грубой подготовки отверстия или совсем не срезать его. Чтобы избежать «зарезы» на лезвие первого круглого зуба при выходе шлифовального круга при шлифовании профиля шлицевых зубьев, между шлицевыми и круглыми зубьями предусматривают увеличенный шаг не менее $m=16$ мм. Примем $m=16$ мм.

Протяжки с L/D обрабатывают с применением люнета, поэтому на режущей части протяжки предусматриваем канавки под люнет перед зубьями №40;60;80.

Общая длина протяжки равна сумме длин передней части (от переднего торца до первого зуба) L_1 , режущей части, и заднего хвостовика l_x :

$$L=290+1020+100=1410 \text{ мм.}$$

4 Описание графической части работы

В данном разделе представлены особо интересные операции технологического процесса виде рисунков 4.1 – 4.4.

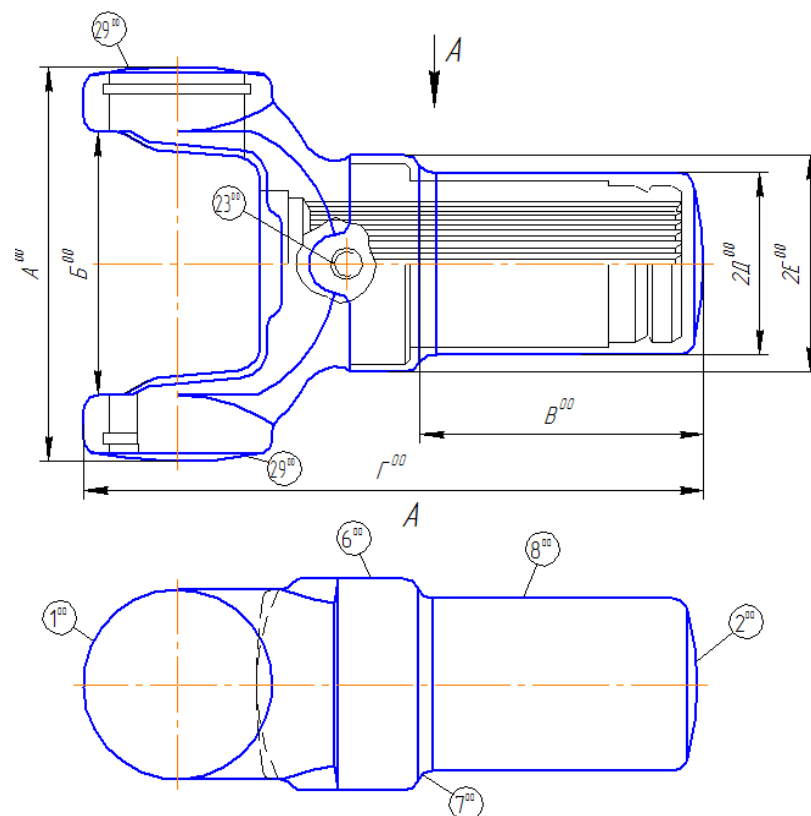


Рисунок 4.1 – Операция 000 Заготовительная

Установ Б
Переход 1

$\sqrt{Rz\ 40}$

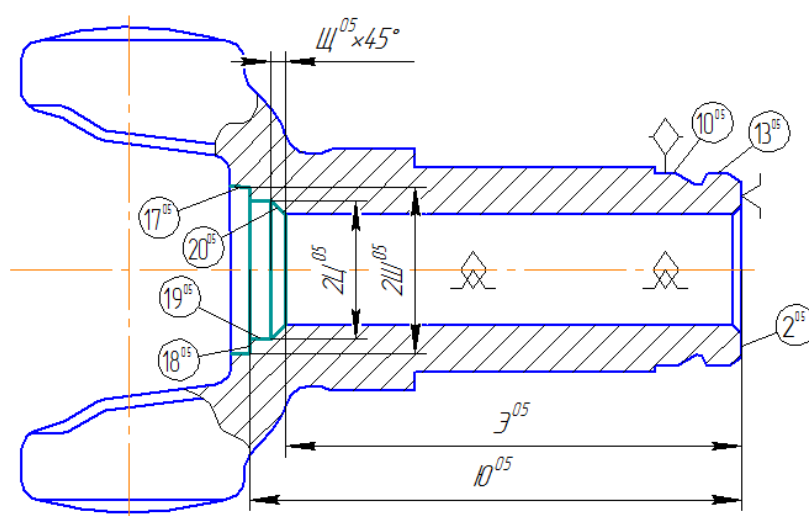


Рисунок 4.2 – Операция 005 Многоцелевая с ЧПУ (Установ Б, Переход 1)

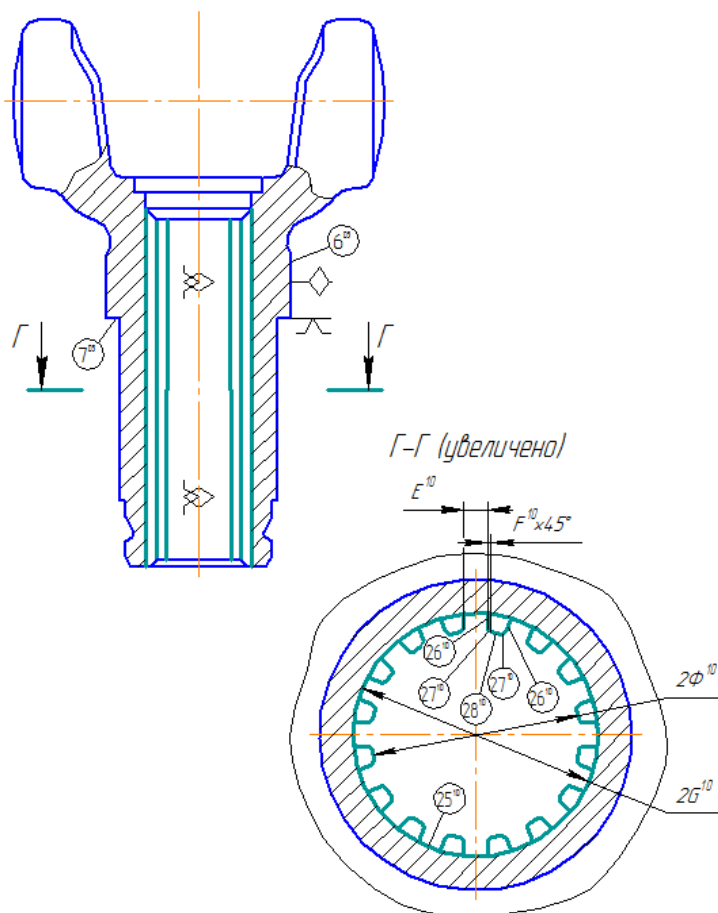


Рисунок 4.3 – Операция 010 Вертикально-протяжная
(Установ А)

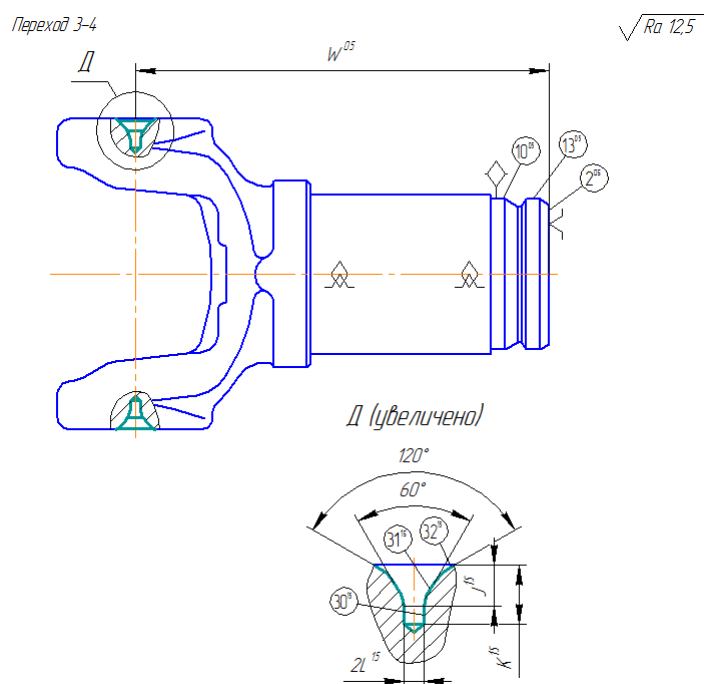


Рисунок 4.4 – Операция 015 Многоцелевая с ЧПУ (Переход 3-4)

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Раздел «Безопасность и экологичность технического объекта» выполнен согласно рекомендациям [46].

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Фрезерование, точение	Многоцелевая с ЧПУ	Оператор станков с программным управлением	Фрезерно-токарный обрабатывающий центр GS200 MS (Good Way)	Металл, СОЖ

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
Многоцелевая с ЧПУ	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; монотонность труда	Фрезерно-токарный обрабатывающий центр GS200 MS (Good Way)

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Установка соответствующих ограждений оборудования	Очки защитные, каска защитная
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор, противогаз
Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Установка соответствующих ограждений оборудования	Рукавицы
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Замена затупившегося инструмента	Наушники
Монотонность труда	Замена ручного труда автоматизированным	

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

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок механической обработки	Фрезерно-токарный обрабатывающий центр GS200 MS (Good Way)	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов	Тепловой поток; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара; замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

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 системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Внутренние пожарные краны, огнетушители, ящики	Пожарные лестницы, пожарные автомобили	Оборудование для пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления	Рукавные разветвления, напорные пожарные рукава	Противогазы, карабины пожарные, респираторы	Ломы, багры, топоры, лопаты	Автоматические извещатели

Продолжение таблицы 5.5

с песко м			эвакуа цией, прибор ы прием но- контро льные пожар ные				
-----------------	--	--	---	--	--	--	--

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
Точение, фрезерование, шлифование	Участки ГСМ и СОЖ в отдельных помещениях с выходом на улицу отгорожены стеной с огнестойкостью 2,5 часа; хранение ветоши в негорючих ящиках; плавкие предохранители или автоматы в электроустановках.	Соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре, проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопущенных местах.

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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, фрезерование	Фрезерно- токарный обрабатывающий центр GS200 MS (Good Way)	Пыль металлическая, промышленный мусор	Нефтепродукты, взвешенные вещества	Своевременный вывоз отходов

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

Наименование технического объекта	Точение, фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Внедрение установки автоматического удаления пыли из рукавных фильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Внедрение систем контроля состояния очист- ных сооружений
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Создание и внедрение малоотходных, безотходных и комплексных технологий. Под безотходной технологией понимают технологии или производство того или иного

Продолжение таблицы 5.8

	продукта. При этом рационально используются все компоненты сырья и энергии в замкнутом цикле, т.е. не нарушается сложившееся экономическое равновесие. Малоотходная технология — это промежуточный этап при создании безотходного производства. При этом вредное воздействие на окружающую среду не превышает допустимого санитарными нормами уровня.
--	---

5.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

6 Экономическая эффективность работы

Данный раздел выполнен согласно рекомендаций [45].

Для базового варианта.

Произведем составление смет прямых и косвенных расходов участка.

Стоимость заготовки вилки карданного вала, включая транспортно-заготовительные расходы составляет:

$$C_3 = 47,80 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости реализуемых отходов

$$C_{\text{Отх.}} = Q - Q_{\text{чист.вес.}} \cdot C_{\text{отх}} = (1,25 - 0,59) \cdot 5 = 3,3p \quad (6.1)$$

Расчет общей суммы затрат на материал

$$C_{\text{М.общ}} = C_3 - C_{\text{ОТХ}} = 47,80 - 3,3 = 44,5 \text{ руб} \quad (6.2)$$

Расчет затрат на заработную плату производственных рабочих:

$$C_{\text{З.П.ОБЩ}} = C_{\text{О.З/П}} + C_{\text{Д.З/П}} \quad (6.3)$$

Основная заработная плата производственных рабочих составит:

$$C_{\text{О.З/П}} = T_{\text{общ.}} \cdot T_{\text{ср.}} = 0,0965 \cdot 32,90 = 3,17 \text{ руб.}, \quad (6.4)$$

где: $T_{\text{общ.}}$ – суммарная трудоемкость изготовления одной детали, ч/час;

$T_{\text{ср.}}$ – средняя тарифная ставка на предприятии, руб.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих составит:

$$C_{\text{Д.З/П}} = C_{\text{О.З/П}} \cdot 0,7 = 3,17 \cdot 0,7 = 2,22 \text{ руб.} \quad (6.5)$$

Определим отчисления в единый социальный налог (ЕСН):

$$C_{\text{ЕСН}} = (C_{\text{д.з/п}} + C_{\text{о.з/п}}) \cdot 0,26 = 5,39 \cdot 0,26 = 1,40 \text{руб.} \quad (6.6)$$

Определим расходы, связанные с эксплуатацией оборудования:

$$C_{\text{РСЭО}} = C_{\text{з/п.общ}} \cdot 14 = 3,17 \cdot 7,5 = 23,775 \text{руб.} \quad (6.7)$$

Определим общецеховые расходы:

$$C_{\text{о.ц}} = C_{\text{о.з/п}} \cdot 6,8 = 5,39 \cdot 6,8 = 36,65 \text{руб.} \quad (6.8)$$

Общецеховая себестоимость механической обработки одной детали составит:

$$\begin{aligned} C_{\text{ц.с/с}} &= C_{\text{з}} + C_{\text{Т.з.}} + C_{\text{о.з/п}} + C_{\text{д.з/п}} + C_{\text{ЕСН}} + C_{\text{РСЭО}} + C_{\text{о.ц}} = \\ &= 44,5 + 5,39 + 1,401 + 23,775 + 36,65 = 111,716 \text{руб.} \end{aligned} \quad (6.9)$$

Годовой выпуск 150000

Полная себестоимость: $111,716 \cdot 150000 = 16757400$ руб

Таблица 6.1 – Смета расходов базового варианта

№ п/п	Наименование показателей	Затраты на единицу, руб.
1	2	3
1	Материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	47,80
2	Транспортно-заготовительные расходы	-
3	Основная з/п производственных рабочих	3,17
4	Дополнительная з/п производственных рабочих	2,22

Продолжение таблицы 6.1

5	Отчисления в ЕСН	1,401
6	РСЭО	23,775
7	Общехозяйственные расходы	36,65
8	Итого цеховая себестоимость	111,716
9	Полная себестоимость	16757400

Для предлагаемого технологического процесса:

Произведем составление смет прямых и косвенных расходов участка.

Стоимость заготовки вилки карданного вала, включая транспортно-заготовительные расходы составляет:

$$C_3 = 47,80 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости реализуемых отходов

$$C_{\text{отх.}} = Q - Q_{\text{чист.вес.}} \cdot C_{\text{отх}} = (1,25 - 0,59) \cdot 5 = 3,3p$$

Расчет общей суммы затрат на материал

$$C_{\text{м.общ}} = C_3 - C_{\text{отх}} = 47,80 - 3,3 = 44,5 \text{ руб}$$

Расчет затрат на заработную плату производственных рабочих:

$$C_{\text{з.п.общ}} = C_{\text{о.з/п}} + C_{\text{д.з/п}}$$

Основная заработная плата производственных рабочих составит:

41,32-тарифная ставка по максимальному разряду.

$$C_{\text{о.з/п}} = T_{\text{общ.}} \cdot T_{\text{ср.}} = 0,0708 \cdot (41,32 \cdot 2) = 5,85 \text{руб.},$$

где: $T_{\text{общ.}}$ – суммарная трудоемкость изготовления одной детали, ч/час;

$T_{\text{ср.}}$ – средняя тарифная ставка на предприятии, руб.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих составит:

$$C_{\text{д.з/п}} = C_{\text{о.з/п}} \cdot 0,7 = 5,85 \cdot 0,7 = 4,09 \text{руб.}$$

Определим отчисления в единый социальный налог (ЕСН):

$$C_{\text{ЕСН}} = (C_{\text{д.з/п}} + C_{\text{о.з/п}}) \cdot 0,26 = 9,94 \cdot 0,26 = 2,58 \text{руб.}$$

Определим расходы, связанные с эксплуатацией оборудования:

$$C_{\text{РСЭО}} = C_{\text{з/П.общ}} \cdot 5 = 5,85 \cdot 5 = 29,25 \text{руб.}$$

Определим общецеховые расходы:

$$C_{\text{о.ц}} = C_{\text{о.з/п}} \cdot 5,8 = 9,94 \cdot 5,8 = 57,65 \text{руб.}$$

Общецеховая себестоимость механической обработки одной детали составит:

$$\begin{aligned} C_{\text{ц.с/с}} &= C_{\text{з}} + C_{\text{Т.з.}} + C_{\text{о.з/п}} + C_{\text{д.з/п}} + C_{\text{ЕСН}} + C_{\text{РСЭО}} + C_{\text{о.ц}} = \\ &= 44,5 + 9,94 + 29,25 + 57,65 = 141,34 \text{руб.} \end{aligned}$$

Годовой выпуск 95000, т.к. годовой выпуск на новом оборудовании составляет 95000, а остальные 55000 деталей из общей годовой программы (150000) будут изготавливаться на уже имеющемся оборудовании, полная себестоимость равна:

$$\text{Полная себестоимость: } 111,716 \cdot 55000 + (141,34 \cdot 95000) = 19571680 \text{ руб}$$

Таблица 6.2 - Смета расходов базового варианта

№ п/п	Наименование показателей	Затраты на единицу, руб.
1	Материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	47,80
2	Транспортно-заготовительные расходы	-
3	Основная з/п производственных рабочих	5,85
4	дополнительная з/п производственных рабочих	4,09
5	Отчисления в ЕСН	2,58
6	РСЭО	29,25
7	Общехозяйственные расходы	57,65
8	Итого цеховая себестоимость	141,34
9	Полная себестоимость	19571680

$$\text{Срок окупаемости составит: } \frac{72000000}{50 \cdot 95000} = 1,5 \text{ года} \quad (6.10)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с заданием на бакалаврскую работу был модернизирован технологический процесс изготовления детали «Вилка карданного вала LADA 4x4 Urban»

Заготовка «Вилка карданного вала LADA 4x4 Urban» представляет собой поковку из Стали 40. Разработан технологический процесс механической обработки, состоящий из 3 операций, выполняемых на двух станках с программным управлением и с использованием робота Motoman.

В графической части бакалаврской работы представлены технологические наладки механической обработки детали. В качестве станочного приспособления, были спроектированы специальные зажимные губки у двухкулачкового патрона с гидроприводом, которые позволяют закрепить данную деталь за торцовые поверхности проушин, а также рассчитано усилие зажима.

В качестве специального инструмента была выбрана шлицевая протяжка, для которой был также проведен проверочный расчет.

С учетом всех разработок и технического задания был спроектирован участок механической обработки деталей с применением ГПМ, в результате чего была высвобождена полезная площадь.

По результатам технико-экономических расчетов проект имеет срок окупаемости затрат – 1,5 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
- 2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
- 3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
- 4 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.
- 5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
- 6 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.
- 7 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.
- 8 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.
- 9 www.vniiinstrument.ru

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 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.

15 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.

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 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.

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев,

А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 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. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

29 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.

30 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.

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 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.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности

«Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

40 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

41 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

42 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.

43 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.

44 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.

45 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.

46 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		A1			16.07.TM.574.05.000.CБ	Сборочный чертеж			
						Детали			
Спроб. №	б/4	1	16.07.TM.574.05.001	Корпус	1				
	б/4	2	16.07.TM.574.05.002	Кулачок	1				
	б/4	3	16.07.TM.574.05.003	Гудка сменная	1				
	б/4	4	16.07.TM.574.05.004	Винт специальный	1				
	A1	5	16.07.TM.574.05.005	Гайка специальная	3				
	б/4	6	16.07.TM.574.05.006	Сухарь	1				
	б/4	7	16.07.TM.574.05.007	Рычаг	3				
	б/4	8	16.07.TM.574.05.008	Муфта	3				
	б/4	9	16.07.TM.574.05.009	Стопор пружинный	3				
	б/4	10	16.07.TM.574.05.010	Стопор	1				
	б/4	11	16.07.TM.574.05.011	Пробка	2				
Подп. и дата					Стандартные изделия				
				12	Винт М16-6х8 ГОСТ 9052-88				
				13	Гайка М14-7Н ГОСТ 11871-73				
Взам. инв. №				14	Штифт ГОСТ 7798-80				
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.07.TM.574.05.000			
	Разраб.	Льянов Д.А.				Патрон двухкулачковый клинорычажный	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Левашкин Д.Г.						1	1
	Нконтр.	Виткалов В.Г.				ТГУ, ТМбз-1131			
Утв.	Бодровский А.В.								

Копировал

Формат А4

61

[illegible]