

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Технологический процесс сборки дифференциала переднего моста с  
ведомой шестерней в сборе

Студент	Чернышев А.Г. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	Резников Л.А. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	Краснопевцева И.В. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	Степаненко А.В. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	Виткалов В.Г. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	Яценко Н.В. _____	_____

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой  
к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов  
(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

## АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе необходимо оптимизировать технологический процесс сборки дифференциала переднего моста с ведомой шестерней в сборе, который должен быть более эффективен и экономически выгоден, чем внедренный на заводе.

В работе рассмотрены вопросы оптимизации маршрутного технологического процесса, сборки дифференциала, рассчитаны параметры сборочного процесса, модернизирована конструкция приспособления сборочного станда, выполнено моделирование деформации ведомой шестерни при сборке, в компьютерной программе. Произведено экономическое обоснование оптимизации технологического процесса и выполнен расчет экономической эффективности.

## ABSTRACT

The graduation work is devoted to the technological process of assembling the differential of the front axle with the driven gear assembly.

The graduation work consists of an explanatory note on 63 pages, introduction, including 7 figures, 12 tables, including 3 foreign sources and 1 appendix, and the graphic part on 7 A1 sheets.

In the introduction the relevance of the study is presented. The key issue of the graduation work is optimization of the technological process of assembling the differential, which should be more efficient and economically more profitable than that used in AVTOVAZ production.

In this work we designed the clamping mechanism and made the necessary calculation. The actuator of the clamping mechanism to be used in the research was chosen. We chose double clamping mechanism and pneumatic actuator.

We also made a computer simulation of the stressed state of the gear and presented graphs with reports based on the results.

Safety and environmental friendliness of the technological process were considered, dangerous production factors for people were investigated, measures to protect working people from these factors were proposed.

In this work we proposed to improve the quality of the actuator, modernized the assembly stand. The cost of the basic and project a variant was calculated, the indicators of project economic effectiveness were determined. The cost of manufacturing the part was reduced by 15% .The annual economic effect was 102,000 rubles.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	6
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ .....	24
4. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	29
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ.....	33
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	46
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	49

## ВВЕДЕНИЕ

Производство машины в условиях современной рыночной экономики должно быть экономически выгодным при высоких показателях качества выпускаемой продукции. Объемы сборочных работ в машиностроении занимают второе место после металлообработки и занимают около 30-40% от общей трудоемкости выпускаемых изделий. И поэтому важно, чтобы велись работы по разработке высокоэффективных процессов сборки. Так как от повышения уровня автоматизации на сборочных участках зависит производительность труда сборщиков, сокращение их численности, повышение качества и снижение себестоимости выпускаемой продукции.

Целью данной выпускной квалификационной работы является оптимизировать действующий технологический процесс сборки дифференциала переднего моста в сборе, сократить себестоимость изготовления детали.

# 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали

Основная функция дифференциального механизма заключается в передаче крутящего момента с выхода главной передачи на валы оси, которые позволяют правым и левым ведущим колесам вращаться с разной скоростью. Разработаны различные дифференциальные механизмы, самым простым и наиболее часто используемым из которых является дифференциал конической передачи [1].

Дифференциал конической передачи состоит из двух или четырех шестеренок, в зависимости от веса транспортного средства и величины передаваемого крутящего момента. Шестерни, часто называемые планетарными передачами или сателлитами, входят в зацепление с двумя боковыми коническими зубчатыми колесами (полуосевыми шестернями) в корпусе дифференциала.

Крутящий момент передается от главной передачи трансмиссии к ведомой шестерне, которая жестко закреплена на корпусе дифференциала, для транспортных средств с приводом на передние колеса. Сателлиты распределяют приложенный крутящий момент в равной степени на боковые шестерни, которые приводят в движение оси колес [2].

Обычные корпуса для дифференциальных механизмов изготовлены из цельной отливки из чугуна. Отливки железа имеют значительно более низкую пластичность и предел текучести, чем у большинства сталей; Поэтому они требуют толстых стенок для дополнения их относительно низкой прочности. Большая толщина увеличивает вес и увеличивает момент инерции, что снижает эффективность силовой передачи. Часто в обычных корпусах дифференциала требуется два окна в боковых противоположных стенках, чтобы обеспечить сборку внутренних конических шестерен и сателлитов [3].

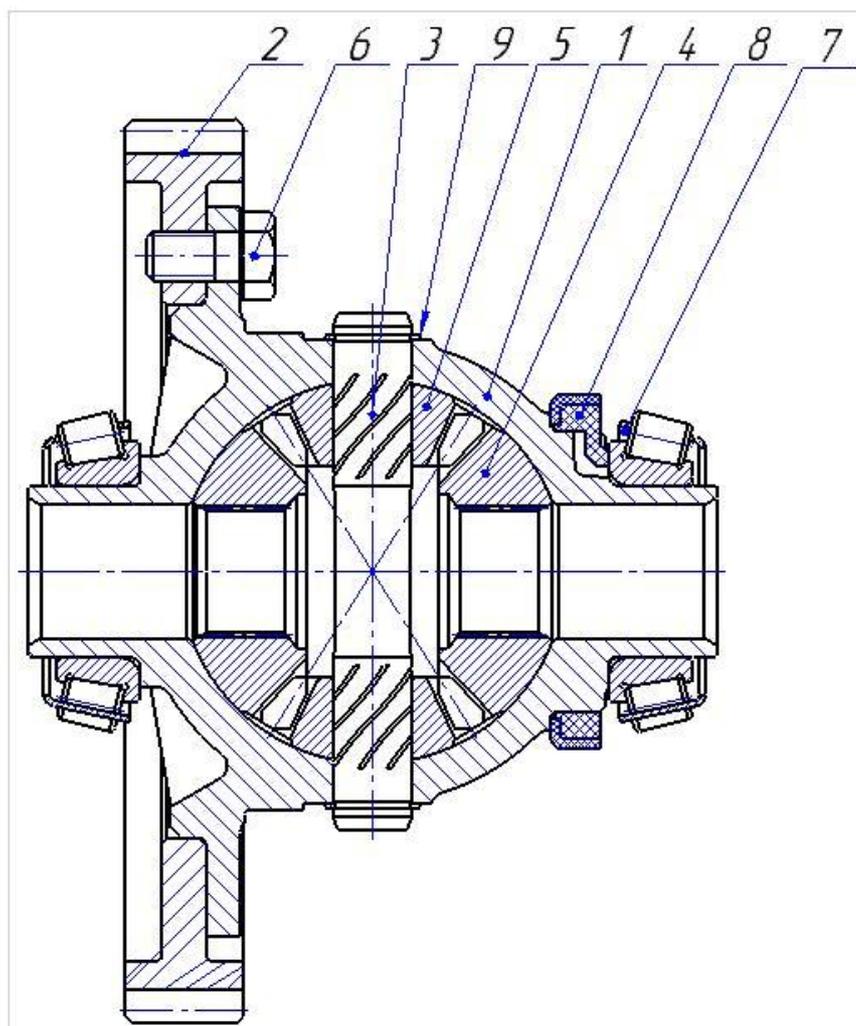


Рисунок 1 - Сборочный чертеж дифференциала

Таблица 1.1-Классификация деталей

Позиция	Наименование	Количество
1	Корпус дифференциала	1
2	Шестерня ведомая переднего моста	1
3	Ось сателлитов	1
4	Шестерня полуоси	2
5	Сателлит	2
6	Болт	8
7	Внутреннее кольцо подшипника	2
8	Ротор датчика скорости	1
9	Кольцо стопорное	2

## 1.2 Анализ технологичности конструкции изделия

На этапе технологической подготовки производства изделие должно пройти отработку на технологичность конструкции.

Условия обеспечения технологичности конструкции сборочных изделий установлены ГОСТ 14.203-73 и разделены на три группы [4].

- 1) Условия состава сборочной единицы.
- 2) Условия конструкции соединения составных частей.
- 3) Условия точности и метода обеспечения точности сборки

К составу сборочной единицы предъявляются следующие условия [5]:

применение стандартных и унифицированных деталей и узлов;

возможность механизации и автоматизации сборки;

наличие базовой составной части, обеспечивающей удобство установки изделия при сборке;

возможность в одно время присоединить сборочные единицы к базовой детали без ее переустановки;

инструментальная доступность;

Условия конструкции соединений:

отсутствие дополнительной обработки в процессе сборки;

отсутствие методов соединений (пайка, склеивание)

Условия точности:

точность расположения составных частей изделия должны быть выполнены с учетом служебного назначения

метод обеспечения точности должен удовлетворять требования типа производства

Условия сборочной единицы:

При сборке дифференциала используются стандартные и унифицированные детали (болты, внутреннее кольцо подшипника, стопорные кольца (конструкция технологична)

При сборке дифференциала используются механические приспособления и

инструмент. Более половины сборочных и вспомогательных операций автоматизировано (конструкция технологична)

Имеется базовая часть-корпус обеспечивающий удобство установки и базирования изделий (конструкция технологична)

Корпус при сборке не требует переустановки при этом обеспечивает удобное присоединение составных частей (конструкция технологична)

При сборки обеспечен доступ инструмента к собираемым деталям (конструкция технологична)

Условия конструкции:

Отсутствует дополнительная обработка в процессе сборки (конструкция технологична)

Исключаются способы соединений, увеличивающие время сборки (склеивание, пайка) (конструкция технологична)

Условия точности:

Составные части изделия расположены с учетом выполнения служебного назначения (конструкция технологична)

Метод обеспечения точности удовлетворяет требования типа производства (конструкция технологична)

В процессе сборки исключаются пригоночные операции и селективная сборка (конструкция технологична)

### 1.3 Классификация поверхностей детали [6]

Целью классификации является обозначение тех поверхностей, которые определяют роль для исполнения деталью своего служебного назначения.

Всем поверхностям детали на эскизе присваиваем номер и классифицируем по их назначению. В нашем случае отметим поверхности детали корпус дифференциала в соответствии с рисунком 2.

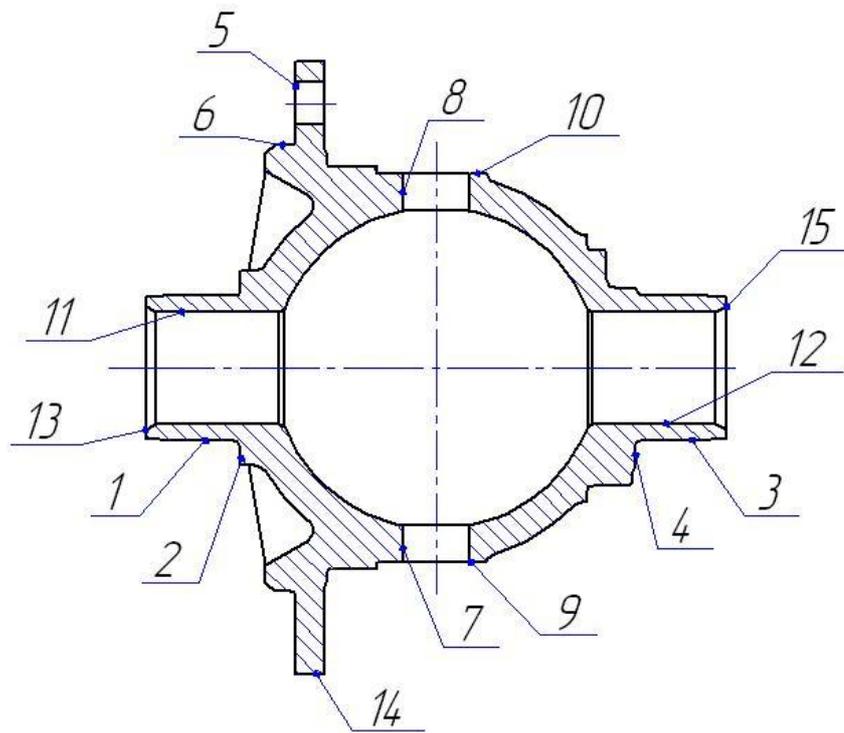


Рисунок 2 - Классификация поверхностей корпуса

- 1) Основные конструкторские базы – определяют положение дифференциала в узле – 1,2,3,4
- 2) Вспомогательные конструкторские базы – с помощью них определяются положения присоединяемых деталей - 5,6,7,8,9,10,16
- 3) Исполнительные поверхности – поверхности при помощи которых деталь исполняет служебные функции – 11,12
- 4) Свободные – поверхности не соприкасающиеся с другим деталям и определяющие габариты – 13,14,15.

#### 1.4 Определение типа производства [6].

Для определения типа сборочного производства необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций  $K_{з.о}$

$$K_{з.о} = \frac{\tau_{в.}}{\tau_{шт.ср.}} \quad (1.1)$$

где  $\tau_{в.}$  - такт выпуска;

$t_{шт.ср.}$  – среднее штучное время;

$\tau_{в.}$ . Такт выпуска находим по формуле.

$$\tau_{в.} = \frac{60 \cdot \Phi_{д}}{N} \quad (1.2)$$

где  $\Phi_{д}$  - действительный фонд времени;

N- объем выпуска за период.

$$\tau_{в.} = \frac{60 \cdot 2030}{20000} = 6,09$$

Рассчитаем среднее штучное время по формуле [5]:

$$t_{шт.ср.} = \frac{T_{шт.}}{n} \quad (1.3)$$

где  $T_{шт.}$  – штучное время;

N – количество операций.

Найдем штучное время для каждой операции

Выполняем расчеты штучного времени для каждой операции по формуле [7]:

$$T_{шт.}^i = t_{о.} + t_{всп.} + t_{пот.} \quad (1.4)$$

где  $t_{о.}$  – основное технологическое время;

$t_{всп.}$  – вспомогательное время;

$t_{пот.}$  – время потерь (время технического обслуживания рабочего места  
время перерывов).

Операция 10:

$$T_{шт.} = 0,2 + 0,3 + 0,05 = 0,55$$

Операция 20

$$T_{шт.} = 0,4 + 0,15 + 0,03 = 0,58$$

Операция 30

$$T_{шт.} = 0,25 + 0,35 + 0,1 = 0,7$$

Операция 40

$$T_{шт.} = 0,25 + 0,35 + 0,1 = 0,7$$

Операция 50

$$T_{шт.} = 0,25 + 0,35 + 0,1 = 0,7$$

Операция 60

$$T_{шт.} = 0,25 + 0,35 + 0,1 = 0,7$$

Из найденных значений штучного времени каждой операции рассчитываем среднее штучное время

$$t_{шт.ср.} = \frac{3,8}{6} = 0,6$$

В итоге рассчитаем коэффициент закрепления операций

$$K_{3,0} = \frac{6,09}{0,6} = 10,15$$

Согласно ГОСТ 3.1108-74 принимают следующие значения коэффициента закрепления операций

Массовое  $K_{3,0} = 1$

Крупносерийное  $1 < K_{3,0} > 10$

Среднесерийное  $10 < K_{3,0} > 20$

Мелкосерийное  $20 < K_{3,0} > 30$

Исходя из найденного значения коэффициента закрепления операций

$K_{3,0} = 10,15$  делаем вывод, что тип производства среднесерийный.

Среднесерийному производству присуще применение подвижной непроточной с дифференциацией операции формы сборки. Перемещение объекта может быть свободным или принудительным. Сборочная технология со свободным перемещением собираемого объекта исходит из того, что рабочий, завершив свою операцию, вручную или с помощью механизированных средств перемещает объект на следующую операцию. Объекты сборки могут помещаться на сборочных тележках, устанавливаемых на рельсы, рольганги, склизы с выступающими над поверхностью шарами [8].

Сборочный процесс с перемещением детали состоит в том, что объект сборки передвигается с помощью конвейера. Сборочный процесс может происходить как на конвейере, так и возле него.

Фактическая продолжительность каждой сборочной операции непостоянна, так как она зависит от квалификации и интенсивности труда сборщика, состава операции и от качества составных частей изделия. Для компенсации колебаний штучного времени необходимо создание межоперационных заделов [9].

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Разработка технологического процесса сборки

Технологический процесс сборки узла представим в виде таблицы 2.1

Таблица 2.1 – Технологический маршрут сборки дифференциала

№ Операции	Содержание операции
1	2
10	Установить на приспособление для под сборки коробку дифференциала. Установить в коробку дифференциала два сателлита, ось технологическую и две шестерни полуоси. Переустановить под собранный узел в приспособление станда. Запрессовать автоматически в коробку дифференциала ось сателлитов и проверить момент сопротивления вращению шестерен, который должен быть не более 10Нм (1,0 кгс.)
20	Установить в оснастку станда коробку дифференциала в сборе с операции 10. Установить на пуансоны два стопорных кольца. Установить автоматически на ось сателлитов два стопорных кольца и проверить качество их установки усилием 3000-4000Н (306-408кгс.) Снять годный узел с приспособления станда и передать на последующую сборку
30	Опрелить визуально возможный брак с позиции 03.. Произвести дозатяжку болтов. Раскрепить и снять собранный дифференциал с приспособления станда. Установить в приспособление станда внутреннее кольцо подшипника и шестерню ведомую. Установить на шестерню дифференциал переднего моста в сборе. Установить в дифференциал палец технологический и второе внутренне кольцо Наживить восемь болтов

Продолжение таблицы 2.1

1	2
40	Запрессовать в шестерню ведомую дифференциал переднего моста в сборе. Проверить качество установки стопорных колец усилием 3000-4000 Н (305-4008кгс.)
50	Завернуть и затянуть с заданным моментом 8 болтов
60	Запрессовать на дифференциал два внутренних кольца подшипника.

2.2 Разработка схемы сборки [9]

Изучив принцип работы и общее устройство узла, составим технологическую схему сборки дифференциала переднего моста, эта схема визуально покажет нам последовательный процесс сборки всех деталей в узел. Схему представим в виде рисунка 3

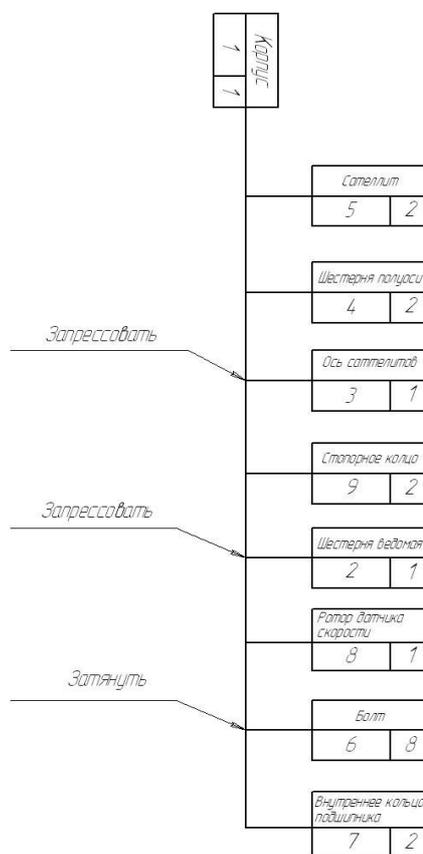


Рисунок 3 - Схема сборки

## 2.3 Метод достижения точности сборки [9]

Точность сборки-это показатель сходства осей, сопрягающихся поверхностей деталей.

Точность зависит от нескольких показателей, таких как:

- 1) Расположение деталей при сборке
- 2) Неровность сопрягающихся поверхностей
- 3) Состояние технологического оборудования и оснастки
- 4) Технологическая точность параметров деталей

От точности замыкающего звена в размерной цепи зависит метода точности сборочного процесса узла, который в нашем случае достигается полной взаимозаменяемостью

Все сборочные элементы, которые входят в дифференциал переднего моста не сложные по конструкции и имеют большой запас прочности, при сборочном процессе не требуется их разборка, подгонка, и разделение по размерным группам [4]

## 2.4 Расчеты параметров сборки [3]

### 2.4.1 Расчет усилия затяжки болтов

Рассчитаем необходимое усилие затяжки болтов для операции 50 на 3 позиции сборочного стенда

Формула определяющая крутящий момент:

$$M_{кр} = Kpd, \text{ (Н}\cdot\text{м)} \quad (2.1)$$

где  $k = 0,4$  - коэффициент закручивания применяемый к болту М10х1,25 мм;

$p = 20$  - величина контролируемого усилия затяжки болта (кН);

$d = 0,01$  - номинальный диаметр резьбовой части болта (мм).

$$M_{кр} = 0,4 \cdot 20000 \cdot 0,01 = 80 \text{ (Н}\cdot\text{м)}$$

#### 2.4.2 Расчет усилия запрессовки ведомой шестерни

Значительным параметром представляет собой усилие запрессовки. Расчет усилия запрессовки обязательно для выбора прессы. Для расчета необходимого усилия запрессовки подшипника необходимо определить удельное давление и модули упругости при запрессовке. Затем из найденных величин, определяется усилие запрессовки [5].

$$P_{\text{зап.}} = f_{\text{зап.}} \cdot \pi \cdot d \cdot L \cdot p, \text{ (Н)} \quad (2.2)$$

где  $f_{\text{зап.}}$  - коэффициент трения при запрессовки;  
 $d$  – диаметр охватываемой детали;  
 $L$  – длина запрессовки;  
 $p$  – удельное давление на поверхности контакта.

Удельное давление рассчитывается по формуле:

$$p = \frac{1}{d} \cdot \frac{N_p \cdot 10^{-3}}{\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}} \text{ (кгс/мм}^2\text{)} \quad (2.3)$$

где  $N_p$ - расчетный натяг (мкм.);  
 $E_1$  и  $E_2$ - модули упругости материалов охватываемой и охватывающей деталей.

$$C_1 = \frac{d^2 + d_0^2}{d^2 - d_0^2} - \mu_1 \quad (2.4)$$

$$C_2 = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} - \mu_2 \quad (2.5)$$

где  $\mu_1$  и  $\mu_2$ - коэффициенты Пуассона для материалов деталей;  
где  $d_0 = 0$  (мм.);  
 $d=108$  (мм.);

D=183 (мм.)

$$C_1 = \frac{108^2 + 0}{108^2 - 0} - 0,33 = 0,67$$

$$C_2 = \frac{183^2 + 108^2}{183^2 - 108^2} - \mu_2 = 2,3$$

Удельное давление составляет:

$$p = \frac{1}{108} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{\frac{0,67}{2,1 \cdot 10^5} + \frac{2,3}{1,47 \cdot 10^5}} = 9,3 \text{ (кгс/мм}^2\text{)}$$

В итоге сила запрессовки:

$$P_{\text{зап.}} = 0,22 \cdot 3,14 \cdot 108 \cdot 9 \cdot 9,3 = 6244,6 \text{ (Н)}$$

#### 2.4.3 Расчет усилия запрессовки внутреннего кольца подшипника

Для того чтобы нам знать какое минимальное усилие необходимо для запрессовки внутреннего кольца подшипника и с каким давлением будет работать пресс рассчитаем усилие запрессовки [6]. Размеры подшипника и посадочного места представим на рисунке 4

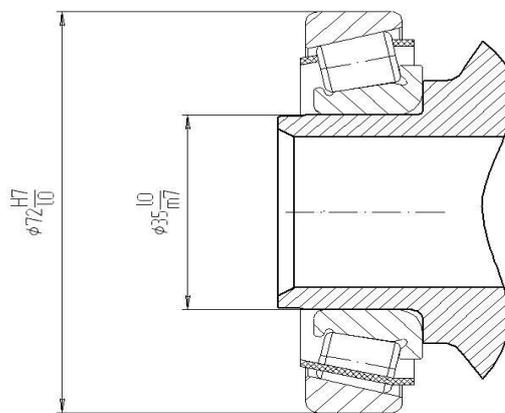


Рисунок 4-Посадочные размеры подшипника

Усилие запрессовки подшипника рассчитывается по следующей формуле [6]:

$$P = \frac{N_{\max} \cdot f \cdot E \cdot \pi \cdot B}{2 \cdot n} \quad \text{Н} \quad (2.6)$$

где  $N_{\max}$ -расчетный натяг, (м);  
f- коэффициент трения (при напрессовке);  
E-модуль упругости (МПа);  
B- ширина кольца подшипника, (мм).

$$n = \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{d_0}\right)^2} \quad (2.7)$$

$$d_0 = d + \frac{D-d}{4} \quad (2.8)$$

где d- диаметр отверстия внутреннего кольца подшипника, (мм.);  
D- наружный диаметр подшипника, (мм.).

$$d_0 = 35 + \frac{72 - 35}{4} = 44,2 \text{ (мм.)}$$

$$n = \frac{1}{\left(1 - \frac{35}{44,2}\right)^2} = 22,7 \text{ (мм.)}$$

Найдем расчетный натяг подшипника [8]:

Диаметр 35 ( $\frac{0}{-0,01}$ )

Верхнее предельное отклонение:

$$ES = 0,000$$

Нижнее отклонение:

$$EI = -,010$$

Диаметр 35 ( $\frac{+0,030}{+0,007}$ )

Верхнее отклонение:

$$es = + 0,030$$

Нижнее предельное отклонение:

$$ei = + 0,007$$

$$N_{max} = 0,030 - (-0,010) = 0,040 \text{ (мм)}$$

В итоге из найденных значений находим усилие запрессовки внутреннего кольца подшипника:

$$P = \frac{0,040 \cdot 0,15 \cdot 2,12 \times 10^5 \cdot 3,14 \cdot 17}{2 \cdot 22,7} = 1608 \text{ Н}$$

В связи с тем, что запрессовывается одновременно два внутренних кольца подшипника, минимальное усилие запрессовки нужно увеличить в два раза и получаем  $P = 1608 \cdot 2 = 3216 \text{ Н}$ .

## 2.5 Нормирование сборочных работ

### 2.5.1 Расчет трудоемкости сборки узла

Проведем расчет трудоемкости сборочных работ по основному варианту технологического процесса. И рассчитаем на каждую операцию по формуле (2.9) [9]:

$$T_{сб.} = \frac{N_c \cdot T_{шт.}^i}{60} \quad (2.9)$$

где  $T$ - трудоемкость технологической операции, норм. /час;

$N_c$  – программа сборки узла, шт.;

$T_{шт.}^i$ - норма времени на  $i$  операцию.

Операция 10

$$T_{сб.} = \frac{20000 \cdot 0,55}{60} = 183,3 \text{ норм./час.}$$

Операция 20

$$T_{сб.} = \frac{20000 \cdot 0,58}{60} = 193,3 \text{ норм./час.}$$

Операция 30

$$T_{сб.} = \frac{20000 \cdot 0,7}{60} = 233,3 \text{ норм./час.}$$

Операция 40

$$T_{сб.} = \frac{20000 \cdot 0,7}{60} = 233,3 \text{ норм./час.}$$

Операция 50

$$T_{сб.} = \frac{20000 \cdot 0,7}{60} = 233,3 \text{ норм./час.}$$

Операция 60

$$T_{сб.} = \frac{20000 \cdot 0,7}{60} = 233,3 \text{ норм./час.}$$

Результаты данных нормирования сборочных работ, представим в таблице 2.2

Таблица 2.2 - Сводная ведомость трудоемкости сборки

Номер операции	Норма времени $T_{шт.}$	Трудоемкость сборки $T_{сб.}$	Оборудование и оснастка
1	2	3	4
10	0,55	183,3	Сборочный стенд с двуручным управлением, приспособление, ось технологическая
20	0,58	193,3	Штифт, опора, прижим, приспособление для настройки стенда, пуансон
30	0,7	233,3	Стенд сборочный с поворотным столом опора, втулка, палец, прижим, пуансон
40	0,7	233,3	Стенд сборочный с поворотным столом, пуансон, гидроцилиндр правый, гидроцилиндр левый
50	0,7	233,3	Стенд сборочный с поворотным столом

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
60	0,7	233,3	Стенд сборочный с поворотным столом, пресс гидравлический.

2.6 Определение степени механизации сборочных работ.

Формула по которой определяется уровень механизации работ:

$$Y_{\text{мр.}} = \frac{T_{\text{сб.}}}{T_{\text{сб.м.}}} \cdot 100\% \quad (2.10)$$

где  $T_{\text{сб.}}$  – сумма трудоемкости сборки;

$T_{\text{сб.м.}}$  – общая трудоемкость сборочного процесса.

$$Y_{\text{мр.}} = \frac{649}{1308} \cdot 100\% = 49\%$$

В разрабатываемом технологическом процессе мы определили, что уровень механизации работ составляет 49%

Уровень механизации труда-значительный показатель технического уровня сборочного производства, потому что он демонстрирует количество рабочих выполняющих тяжелые и трудоемкие ручные операции. Этот показатель отображает степень и характер механизированного производства [10].

### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Расчет требуемого усилия зажима

Чтобы обеспечить неподвижность детали в приспособлении, а также плотное прилегание базовых поверхностей и постоянство положения нужно обеспечить необходимое силовое замыкание детали [11]

Для обеспечения неподвижности детали в приспособлении и постоянстве ее места положения, можно воспользоваться формулой, связывающей массу изделия и коэффициент трения между опорными элементами приспособления и поверхностью детали [12].

$$P = \frac{K \cdot G \cdot \mu}{n} \quad (3.1)$$

где  $K$  – коэффициент запаса 1,5;

$G$  – масса изделия;

$\mu$  - коэффициент трения 0,16;

$n$  - количество прижимов.

$$P = \frac{1,5 \cdot 2575 \cdot 0,16}{2} = 3090 \text{ Н}$$

Для того чтобы выбрать зажимное устройство, необходимо составить схему действия сил на детали изделия, выбрать точки приложения и направления сил зажима, рассчитать величину сил зажима [13].

Для того чтобы обеспечить требуемое расчетами усилие прижатия заготовок или обеспечить плотное прилегание базовых поверхностей детали к опорам и упорам приспособления, используются различные и зажимы.

К зажимам предъявляется ряд требований [14]:

- 1) Усилие должно применяться в установленной точке и иметь направление, указанное в схеме закрепления.
- 2) Зажимные механизмы не должны портить поверхность и деформировать деталь
- 3) Зажимным механизмам необходимо вырабатывать заданное усилие для надежного закрепления объекта.
- 4) По заранее рассчитанному усилию, необходимому для закрепления изделия и предохранения его от деформации, производится выбор или расчет элементов зажима
- 5) Зажимы должны быть быстродействующими, удобными и безопасными в работе и приводиться в действие без значительных усилий□.

Классификация зажимов в проектируемом приспособлении [15]:

-По способу действия: Трансформирующие усилия -Рычажные зажимы. ( С помощью рычагов удается создавать значительные усилия)

-По способу установки – Откидные (Крепятся на приспособлении таким образом, чтобы при отводе зажимов обеспечивалась свободная установка деталей перед сборкой и съем изделия после сборки) [17].

-По способу механизации – Механизированные

### 3.2 Расчет пневматического привода зажимного устройства

Для уменьшения времени на прижатие детали используются пневматические зажимы, которые позволяют обеспечить необходимые силы зажатия детали одновременно в нескольких точках[18]

Основой пневматического привода представляет собой силовой узел, в качестве которого используются пневмоцилиндры [19].

Пневматические прижимы часто используют на предприятиях благодаря наличию сети сжатого воздуха, сравнительной простоте конструкции, надежности в работе и удобству управления [20].

Формула силового расчета привода [21]:

$$Q = p \frac{\pi \cdot D^2}{4} \eta \quad (3.2)$$

где  $p$  – давление сжатого воздуха в цилиндре МПа;

$D$  – диаметр цилиндра, мм;

$\eta$  - коэффициент полезного действия, учитывающие потери на трение в манжетах, уплотнениях и направляющих штока

$$Q = 0,4 \frac{3,14 \cdot 63^2}{4} \cdot 0,9 = 1121 \text{ Н}$$

### 3.3 Расчет усилия прикладываемого к зажиму

Рассчитаем усилие прикладываемого к зажиму по формуле [22]:

$$Q_3 = \frac{P \cdot L}{l} \quad (3.3)$$

где  $P$ - требуемое усилие прижатия детали;

$L, l$ - длины рычагов.

Так как в данном приспособлении используется двухзвенный рычажный механизм, то усилие прикладываемое к рычагу, будем определять из следующего соотношения [23]:

$$Q_p = \frac{Q}{i_c} \quad (3.4)$$

где Q- усилие на штоке;

$i_c$ - отношение длин рычагов.

Рассчитаем отношения длин рычагов

$$i_{c1} = \frac{l_2}{l_1} \quad (3.5)$$

$$i_{c1} = \frac{83}{45} = 1,8$$

$$i_{c2} = \frac{l_3}{l_2} \quad (3.6)$$

$$i_{c2} = \frac{31}{83} = 0,37$$

Найдя отношения длин рычагов рассчитаем требуемое усилие прикладываемого к зажиму

$$Q_{31} = \frac{1121}{1,8} = 622 \text{ Н}$$

$$Q_3 = \frac{622}{0,37} = 1621 \text{ Н}$$

В результате расчетов требуемое усилие прикладываемое к зажиму  
получилось 1683 Н. ,что вполне удовлетворяет нашим требованиям.[24]

## 4. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Требуется смоделировать с использованием программного обеспечения “Компас” варианты деформации Ведущей шестерни дифференциала при затяжки болтов с усилием от 60 Н·м до 80 Н·м каждый.

Сымитируем затяжку болтов с крутящим моментом 60 Н·м

Подготовим модель к прочностному анализу, сымитируем фиксацию Шестерни в зажимном приспособлении. Выбираем раздел: Подготовка модели, установить закрепление

Фиксация по осям Y и Z

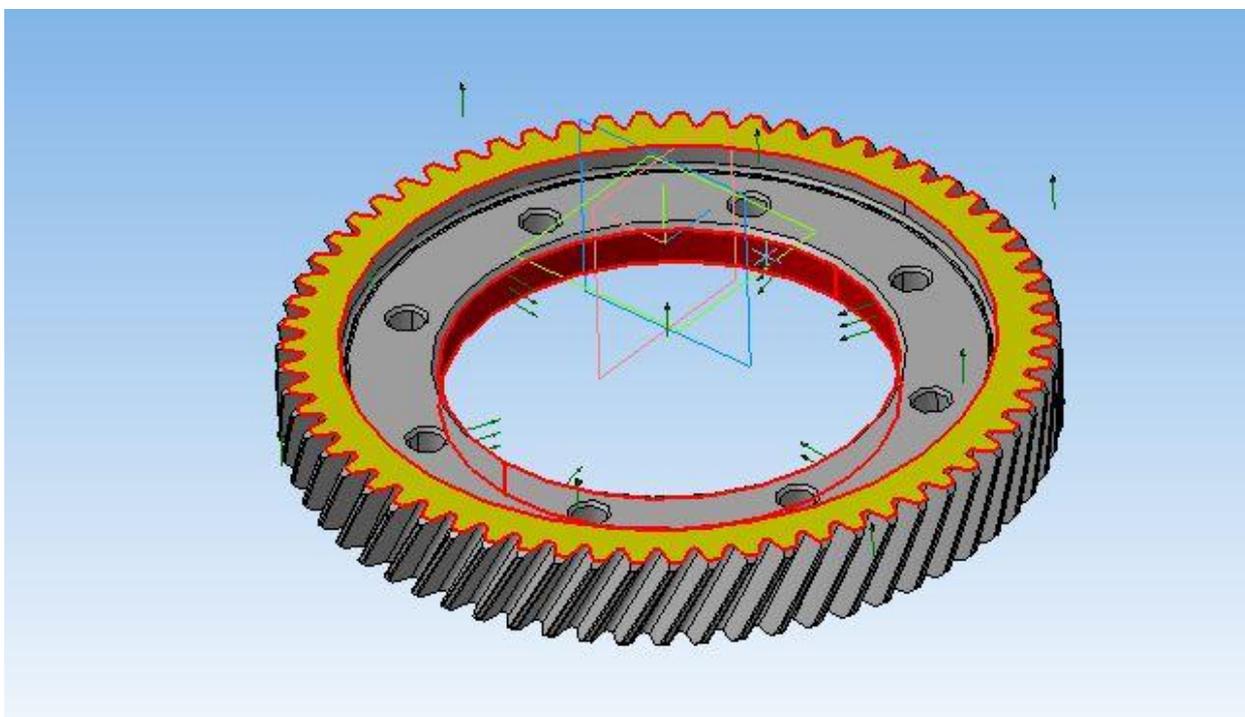


Рисунок 5.-Фиксация шестерни в зажимном приспособлении

Нагрузим отверстия для болтов распределенной нагрузкой

Зададим на восьми резьбовых отверстиях под болты силу распределенной нагрузки Y=60 Н·м и Z=60 Н·м

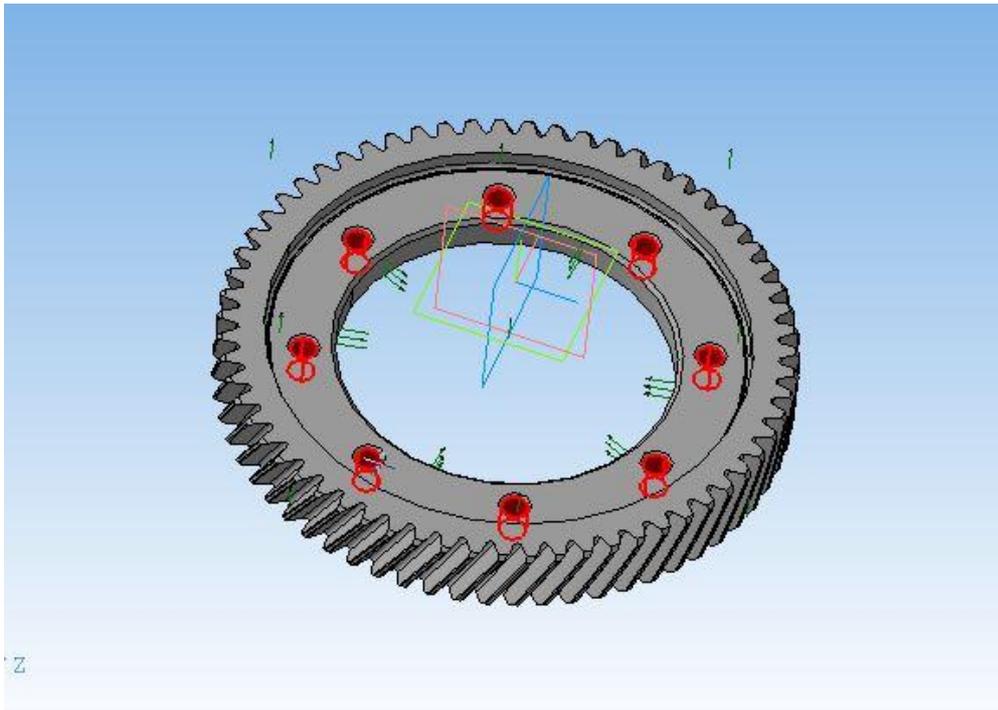


Рисунок 6-Нагрузка отверстий для болтов

Разобьем модель шестерни на сегменты. Выбираем раздел: Разбиение и расчет, генерация КЭ сетки

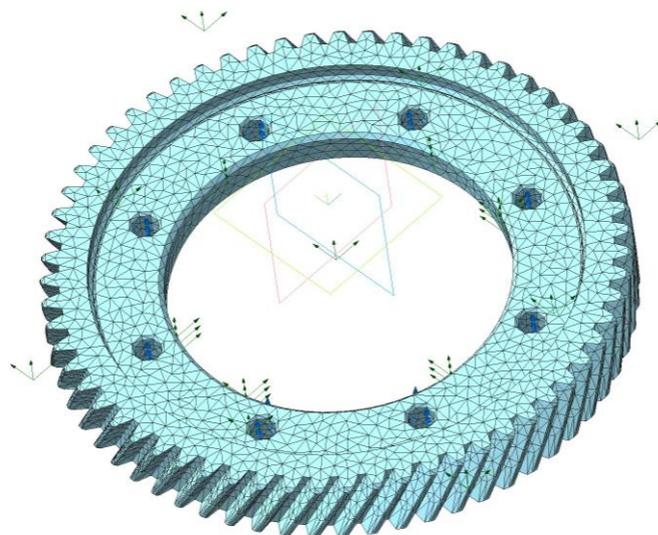


Рисунок 7.-Разбитие шестерни на сегменты

Зададим максимальную длину стороны элемента 10. Максимальный коэффициент сгущения на поверхности 10. Коэффициент разряжения в объеме 1,5

Проведем статистический расчет. Выбираем раздел: Разбиение и расчет, расчет

После статистического расчета можно посмотреть результаты. Выбираем раздел: Результаты, карта результатов

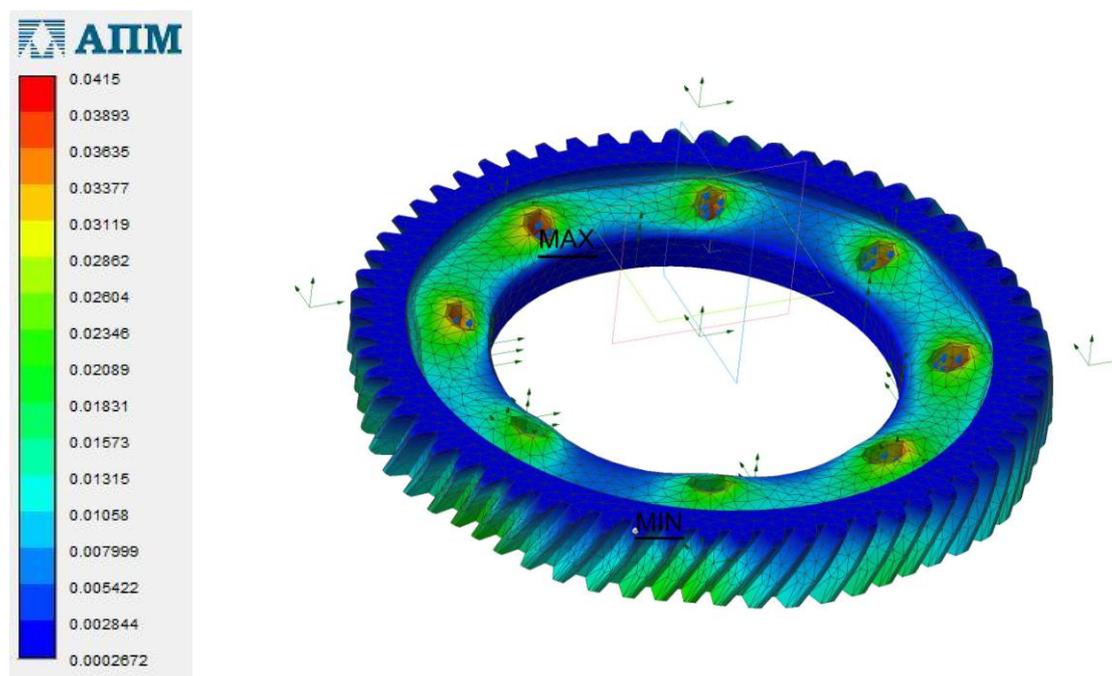


Рисунок 8-Результат деформации

В такой же последовательности с имитируем затяжку болтов с крутящим моментом равным 80 Н·м и посмотрим полученный результат

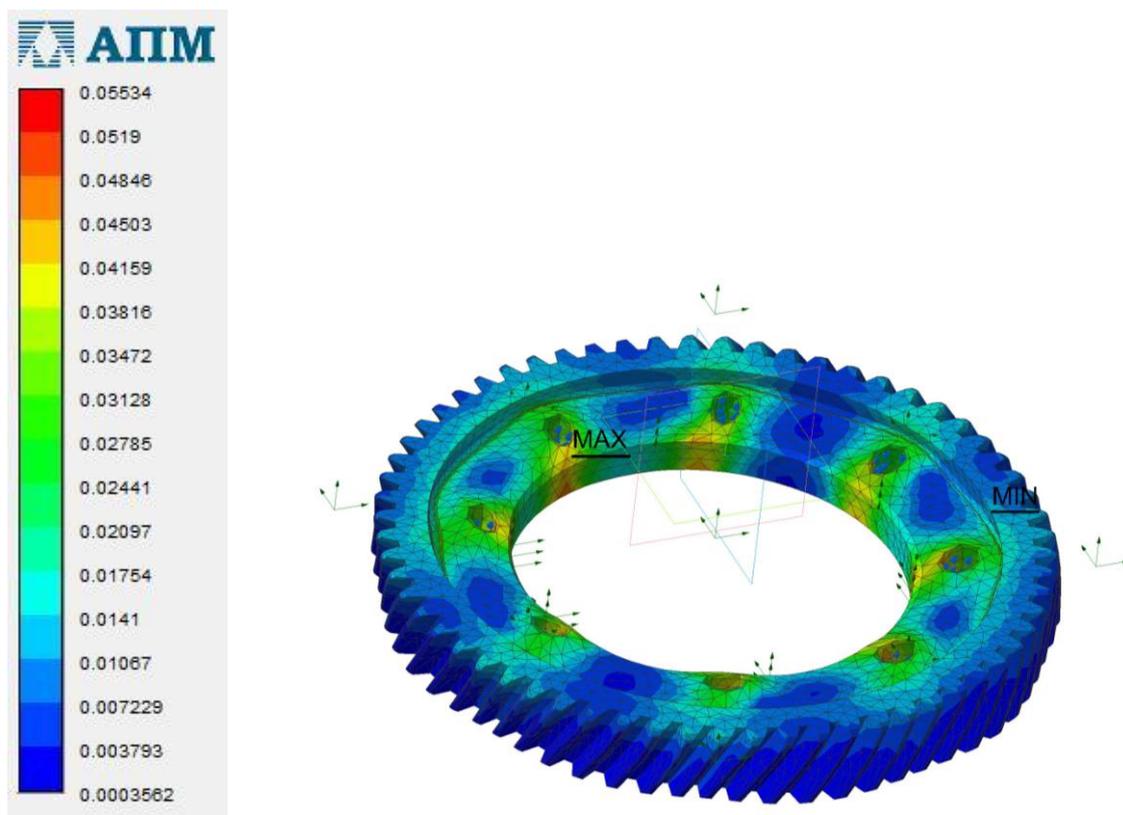


Рисунок 9-Результат деформации

По результатам компьютерного моделирования максимальная деформация Шестерни составила 0,05534 миллиметра при крутящем моменте 80 Н·м на каждый болт.

С учетом анализа результатов распределения деформации рекомендуем применить на операции 50 следующий крутящий момент - 60 Н·м.

## 5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

Риски в связи с профессиональной деятельностью человека могут быть различны, например, возникновение профессиональных заболеваний, получение травм, вызывающие снижение производительности труда, а так же ухудшение здоровья.

В настоящее время опознавание профессиональных рисков, требует разработки эффективных методов и средств снижения рисков, что разрешает исключить возникновение производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Раздел Безопасность и экологичность работы выполнен согласно [25].

Таблица 5.1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс <sup>1</sup>	Технологическая операция	Наименование должности работника	Наименование используемого оборудования, приспособления	Материалы, средства индивидуальной защиты
1	2	3	4	5	6
1	Сборочный	Установка в приспособление станда дифференциала, установка внутренних колец подшипников приспособление, закручивание болта	Слесарь	Сборочный станд, штангенциркуль, головка S=17, ключ предельный, молоток	Очки защитные, перчатки вязанные спецодежда, ветошь

## 5.1 Идентификация профессиональных рисков

Результаты выполненной идентификации профессиональных рисков приводятся в табличном виде 5.2

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая операция	Опасные и вредные производственные факторы	Источники опасных вредных производственных факторов
1	2	3	4
1	Сборочная	Острые кромки, заусенцы на поверхностях заготовок, повышенный уровень шума на рабочем месте	Подвижные части сборочного станда, острые кромки деталей

## 5.2 Организационно-технические метод устранения опасных факторов

Основные организационно-технические методы устранения опасных факторов представим в таблице 5.3

Таблица 5.3 Организационно-технические методы устранения опасных факторов

№ п/п	Опасные производственные факторы	Организационно-технические мероприятия и технические средства защиты, частичного или опасных факторов	Средства индивидуальной защиты слесаря
1	2	3	4

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
1	Острые кромки, заусенцы на поверхностях заготовок	Зачистка кромок и поверхностей деталей	Очки защитные, перчатки вязанные
2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наличие у слесаря индивидуальных защитных средств для уменьшения шума	Беруши
3	Подвижные части производственного оборудования	Наличие защитных средств на оборудовании	Стационарные сетчатые ограждения

5.3 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Выполняется распознавание источников потенциального возникновения пожара и выявление факторов пожара в последующем разработкой методов по обеспечению пожарной безопасности. Опасные факторы покажем в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Сборочный	Сборочный стенд	Е	Пламя и искры	Вынос высокого электрического напряжения на токопроводящей части

#### 5.4 Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Технические средства представим в виде таблицы 5.5

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первые средства пожаротушения	Переносные средства пожаротушения	Стационарные средства пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Песок, вода	Огнетушитель	Пожарный кран	Пожарный извещатель. Система Передачи извещения о пожаре	Огнетушитель	Гражданский фильтр ующий против огаз	Пожарный топор, лопата, лом	Пожарная сигнализация, Система оповещения о пожаре

Данные мероприятий по обеспечению пожарной безопасности представим в таблице 5.6

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

Наименование технологического процесса	Наименование реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности.
1	2	3

Продолжение таблицы 5.6

1	2	3
Сборочный	Ознакомление слесаря с Инструкцией о мерах пожарной безопасности при проведении сборочных работ на сборочном стенде”	Знание слесарем правил пожарной безопасности

Данные идентификации негативных факторов укажем в таблице 5.7

Таблица 5.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Технологический процесс	Наименование технического оборудования	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву)
1	2	3	4	5
Сборочный	Сборочный стенд	Негативные факторы отсутствуют	Вода не используется	Почва не загрязняется, использованное гидравлическое масло утилизируют

Данные о разработанных мероприятиях представим в таблице 5.8

Таблица 5.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) мероприятия по уменьшению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Технический объект	Сборочный стенд
Действие по уменьшению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Вытяжная вентиляция
Действие по уменьшению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Гидравлическое масло, используемое в гидроцилиндрах, утилизируется
Действие по уменьшению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Отходы отправляются на переплавку

## 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Исходные данные:

Годовая программа выпуска - 20000 штук;

Норма штучного времени - 1,18 (базовый вариант), 0,7 (проектный вариант);

Часовая тарифная ставка рабочего-оператора - 55 руб.;

Эффективный фонд рабочего времени - 1081 час;

Коэффициент доплат до часового, дневного и месячного фонда - 1,08;

Коэффициент доплат за профессиональное мастерство - 1,12;

Цена аренды площади за 1м<sup>2</sup> - 4500 руб.

### 6.1 Расчет капитальных вложений в модернизацию станда

Таблица 6.1 – Расчет капитальных вложений

№	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Базовый	Проект
1	2	3	4	5
1	Общие капитальные вложения в оборудование	$K_{\text{общ.}} = K_{\text{пр.}} + K_{\text{соп.}}$ $K_{\text{общ.}} = 234000$ $K_{\text{общ.}} = 168000 + 1600 = 328000$	234000	328000
2	Прямые капитальные вложения	$K_{\text{пр.}} = n_{\text{об.}} \cdot C_{\text{об.}} \cdot k_3$ $K_{\text{пр.}} = 1 \cdot 650000 \cdot 0,36 = 234000$ $K_{\text{пр.}} = 1 \cdot 800000 \cdot 0,21 = 168000$	234000	168000
3	Коэффициент загрузки оборудования	$k_3 = \frac{n_{\text{об.расч}}}{n_{\text{об.прин}}}$ $k_3 = \frac{0,36}{1} = 0,36$ $k_3 = \frac{0,21}{1} = 0,21$	0,36	0,21
4	$n_{\text{об.расч}}$ - расчетное количество единиц оборудования	$n_{\text{об.расч}} = \frac{N_{\Gamma} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 60}$	0,36	0,21

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4	5
		$n_{\text{об.расч.}} = \frac{20000 \cdot 1,18}{1081 \cdot 60} = 0,36$ $n_{\text{об.расч.}} = \frac{20000 \cdot 0,7}{1081 \cdot 60} = 0,21$		
5	Сопутствующие капитальные вложения рассчитываются только для проектного варианта:	$K_{\text{соп.}} = K_{\text{монт.}}$ $K_{\text{соп.}} = 160000$		160000
6	$K_{\text{монт.}}$ -затраты на монтаж блока модернизации,	$K_{\text{монт.}} = \Pi_{\text{об.}} \cdot k_{\text{монт.}}$ $K_{\text{монт.}} = 800000 \cdot 0,2 = 160000$		160000
7	Удельные капитальные вложения в оборудование (капитальные вложения на одно изделие)	$K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}} = \frac{K_{\text{общ.}}^{\text{баз.}}}{N_{\Gamma}}$ $K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}} = \frac{234000}{20000} = 11,7$ $K_{\text{уд.}}^{\text{пр.}} = \frac{K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}}}{N_{\Gamma}}$ $K_{\text{уд.}}^{\text{пр.}} = \frac{328000}{20000} = 16,4$	11,7	16,4
8	Дополнительные капитальные вложения в оборудование рассчитываются для определения более капиталоемкого варианта	$K_{\text{доп.}} = K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}} - K_{\text{общ.}}^{\text{баз.}}$ $K_{\text{доп.}} = 328000 - 234000 = 94000$		94000

6.2 Расчет себестоимости сборки дифференциала

Таблица - 6.2-Расчет себестоимости сборки дифференциала

1	2	3	4	5
1	Зарботная плата $Z_{\text{пл.осн}}$ производственных рабочих	$Z_{\text{пл.осн}} = \frac{\sum T_{\text{шт.}} \cdot C_{\text{ч.}}}{60} \cdot K_{\text{у.}} \cdot K_{\text{фф.}} \cdot K_{\text{ппр.}} \cdot K_{\text{д.}} \cdot K_{\text{н.}} \cdot K_{\text{вн.}}$ $Z_{\text{пл.осн}} = \frac{1,18 \cdot 55}{60} \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,08 \cdot 1,12 \cdot 1,12 = 0,90$ $Z_{\text{пл.осн}} = \frac{0,7 \cdot 55}{60} \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,08 \cdot 1,12 \cdot 1,12 = 0,69$	0,9	0,69
2	Дополнительная заработная плата	$Z_{\text{пл.доп}} = \frac{\kappa \cdot Z_{\text{пл.осн}}}{100} \quad Z_{\text{пл.доп}} = \frac{8 \cdot 0,9}{100} = 0,07$ $Z_{\text{пл.доп}} = \frac{8 \cdot 0,69}{100} = 0,05$	0,07	0,05
3	Фонд заработной платы (ФЗП) производственных рабочих	$\Phi ЗП = Z_{\text{пл.осн.}} + Z_{\text{пл.доп.}}$	0,97	0,74
4	Отчисления на социальные нужды	$\text{Ос. н.} = \frac{36 \cdot (ЗП_{\text{осн.}} + ЗП_{\text{доп.}})}{100}$ $\text{Ос. н.} = \frac{36 \cdot (0,9 + 0,07)}{100} = 0,34$ $\text{Ос. н.} = \frac{36 \cdot (0,69 + 0,05)}{100} = 0,26$	0,34	0,26
5	Затраты на содержание оборудования	$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т}} + Z_{\text{сж. в}}$ $Z_{\text{об}} = 0,55 + 18,6 + 0,005 = 19,1$	19,1	15,1
6	Затраты на содержание и эксплуатацию стандартного и нестандартного оборудования	$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т}} + Z_{\text{сж. в}}$ $Z_{\text{об}} = 0,55 + 18,6 + 0,005 = 19,1$ $Z_{\text{об}} = 0,55 + 14,4 + 0,002 = 15,1$	19,1	15,1

Продолжение таблицы 6.2

1	2	3	4	5
7	Затраты на текущий ремонт	$P_{m.p} = \frac{C_{об} \cdot H_{m.p} \cdot k_3}{100 \cdot \Phi_p}$ $P_{т.р} = \frac{300000 \cdot 35 \cdot 0,36}{100 \cdot 2030} = 18,6$ $P_{т.р} = \frac{400000 \cdot 35 \cdot 0,21}{100 \cdot 2030} = 14,4$	18,6	14,4
8	Затраты на сжатый воздух, идущий для работы пневмоцилиндра в инструмента	$З_{сж.в.} = H_{сж.в.} \cdot k_{пот.} \cdot Ц_{сж.в.} \cdot t_o$ $З_{сж.в.} = 0,12 \cdot 1,4 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 0,010$ $З_{сж.в.} = 0,24 \cdot 1,4 \cdot 0,2 \cdot 0,15 = 0,010$	0,010	0,010
9	Затраты на эксплуатацию производственных площадей	$З_{пл.} = \frac{Ц_{пл.} \cdot S_{пл.} \cdot H_{пл.} \cdot t_{шт.}}{100 \cdot \Phi_p \cdot 60}$ $З_{пл.} = \frac{4500 \cdot 6,4 \cdot 2 \cdot 1,18}{100 \cdot 2030 \cdot 60} = 0,005$ $З_{пл.} = \frac{4500 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,7}{100 \cdot 2030 \cdot 60} = 0,002$	0,005	0,002
10	Технологическая себестоимость изделия	$C_{тех} = З_{об.} + З_{пл.} + ФЗП + O_{с.н.}$ $C_{тех} = 19,1 + 0,05 + 0,97 + 0,34 = 20,46$ $C_{тех} = 15,1 + 0,02 + 0,74 + 0,26 = 16,1$	20,46	16,1
11	Цеховая себестоимость изделия	$C_{цех.} = C_{тех.} + P_{цех.},$ $C_{цех} = 20,46 + 1,8 = 22,26$ $C_{цех} = 16,1 + 1,38 = 17,48$	22,46	17,48
12	Заводская себестоимость изделия	$C_{зав.} = C_{цех.} + P_{зав}$	23,9	18,58

Таблица 6.3 - Калькуляция себестоимости сборочного изделия

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант	Изменения
1	2	3	4
1. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$З_{об} = 19,1$	$З_{об} = 15,1$	-4
2. Расходы на содержание занимаемой площади	$З_{пл.} = 0,005$	$З_{пл.} = 0,002$	-0,003

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3	4
3. Заработная плата	$Z_{\text{пл.осн.}} = 0,9$	$Z_{\text{пл.осн.}} = 0,69$	-0,21
4. Дополнительная заработная плата	$Z_{\text{пл.доп.}} = 0,07$	$Z_{\text{пл.доп.}} = 0,05$	-0,02
5. Отчисления на социальное страхование	Ос.н.=0,34	Ос.н=0,26	-0,08
6. Технологическая себестоимость	$C_{\text{тех.}} = 20,46$	$C_{\text{тех.}} = 16,1$	-4,36
7. Цеховая себестоимость	$C_{\text{цех.}} = 22,46$	$C_{\text{тех.}} = 17,48$	-4,98
8. Заводская себестоимость	$C_{\text{зав.}} = 23,9$	$C_{\text{зав.}} = 18,58$	-5,32
9. Полная себестоимость	$C_{\text{полн.}} = 26,9$	$C_{\text{полн.}} = 20,38$	-6,52

### 6.3 Расчет экономической эффективности модернизации

#### 6.3.1 Годовой экономический эффект от внедрения в технологический процесс нового оборудования

Рассчитываем по формуле:

$$\Delta_{\Gamma} = \left[ \left( C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}^{\text{баз.}} \right) - \left( C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}^{\text{пр.}} \right) \right] \cdot N_{\Gamma} \quad (6.1)$$

Где  $E_{\text{н}} = 0,33$

$$\Delta_{\Gamma} = 26,9 + 0,33 \cdot 11,7 - 20,38 + 0,33 \cdot 16,4 \cdot 20000 = 102200$$

рублей

$C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}}$  и  $C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}}$  - полная себестоимость продукции (базовая и проектная), руб.

#### 6.3.2 Расчет ожидаемой прибыли от снижения себестоимости изготовления продукции

Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости продукции Условно-годовая экономия:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \text{Э}_{\text{у.г}} = \left( C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}} - C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}} \right) \cdot N_{\Gamma} \quad (6.2)$$

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = 26,9 - 20,38 \cdot 20000 = 130400 \text{ рублей}$$

Налог на прибыль рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{пр.}} = \text{Пр}_{\text{ож.}} \cdot k_{\text{нал.}} \quad (6.3)$$

$$H_{\text{пр.}} = 130400 \cdot 0,24 = 31296 \text{ рублей}$$

Чистая прибыль рассчитывается по формуле:

$$\text{Пр}_{\text{чист.}} = \text{Пр}_{\text{ож.}} - H_{\text{пр.}} \quad (6.4)$$

$$\text{Пр}_{\text{чист.}} = 130400 - 31296 = 99104 \text{ рублей}$$

6.3.3 Срок окупаемости капитальных вложений в модернизацию станда

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитывается в том случае, если выполняется неравенство:

$K_{\text{уд}}^{\text{баз}} < K_{\text{уд}}^{\text{пр}}$ , (т.е. проектный вариант является более капиталоемким).

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{общ}}^{\text{пр}}}{\text{Пр}_{\text{чист}}}, \text{ (лет)} \quad (6.5)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{328000}{99104} = 3 \text{ года}$$

Расчетный срок окупаемости ( $T_{\text{ок}}$ ) округляем до ближайшего большего целого. В нашем случае срок составил 3 года

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе удалось оптимизировать процесс сборки дифференциала, как следствие увеличилась эффективность производства.

Было сделано:

- 1) Выполнен анализ технологичности конструкции и оценка условий работы дифференциала;
- 2) Произведен расчет параметров сборки;
- 3) Разработан технологический маршрут сборки дифференциала;
- 4) Усовершенствован сборочный стенд
- 5) Разработана технологическая документация
- 6) Рассмотрены опасные вредные производственные факторы и предложены меры по их устранению.

Внесенные изменения в технологический процесс позволили сократить себестоимость сборки дифференциала, получив при этом годовой экономический эффект в размере 102200 рублей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. John Reynolds Engines and enterprise//The life and work of Sir Harry Ricardo Haynes Publishing, November 15, 2008, pp.69.
2. Comparing effects of thermal annealing and chemical reduction on properties of wet spun graphene fibers//Journal of Materials Science. November 2014 , Volume 51, Issue 22, pp.9889-9901
3. CAD/CAM Robotics and Factories of the Future//an Expert System for the Design and Selection of Ball Bearing Parameters. September 2010. Volume 2, .pp.231-236
4. 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.
5. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.
6. 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.
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. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.
9. 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.
10. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный

ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 320 с.

11. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.

12. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 3. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

13. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с..

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

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

16. Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. [Электронный ресурс] / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 304 с.

17. Большагин, Н.П. Технологическая оснастка. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 24 с.

18. Robot Components and Systems//Pneumatic and hydraulic actuators.2009 Volume 4,pp.157-197

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

20. Tao Chen Design and fabrication of double-circular-arc torus milling cutter//The International Journal of Advaced Manufacturing Technology, Sempember2015, Volume 80,Issue 1, pp.567-579

21.Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в

машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

22. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

23. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.

24. 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.

25. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Справ. №	Перв. примен.			<u>Документация</u>					
		A1	17.БР.ОТМП.030.61.000 СБ	Сборочный чертеж					
					<u>Сборочные единицы</u>				
		A4	1	17.БР.ОТМП.030.61.100	Пневмоцилиндр	2			
		A4	2	17.БР.ОТМП.030.61.200	Кронштейн пневмоцилиндра	2			
					<u>Детали</u>				
		A1	5	17.БР.ОТМП.030.61.001	Плита	1			
		A1	6	17.БР.ОТМП.030.61.002	Корпус	1			
		A2	7	17.БР.ОТМП.030.61.003	Втулка	1			
		A3	8	17.БР.ОТМП.030.61.004	Палец	1			
A3	9	17.БР.ОТМП.030.61.005	Вставка	1					
A3	10	17.БР.ОТМП.030.61.006	Поршень	1					
A3	11	17.БР.ОТМП.030.61.007	Рычаг	1					
A3	12	17.БР.ОТМП.030.61.008	Ушко	1					
A3	13	17.БР.ОТМП.030.61.009	Прижим	1					
A3	14	17.БР.ОТМП.030.61.010	Опора	1					
A3	15	17.БР.ОТМП.030.61.011	Втулка центрирующая	1					
A3	16	17.БР.ОТМП.030.61.012	Палец	4					
A3	17	17.БР.ОТМП.030.61.013	Втулка	4					
			<b>17.БР.ОТМП.030.61.000</b>						
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.	Разраб.		Чернышев АГ				Лит.	Лист	Листов
	Пров.								
	Н.контр.		Виткалов						
Утв.									
<b>Приспособление</b>									
<b>зажимное</b>									

Копировал

Формат А4



ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
Маршрутные карты



A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОМО	ЕН	ОТ			
B					Код наименования оборудования											
18	XX	XX	XX	30	0190 Сборочная	ИОТ И 37.101.7005										
19	64.99233	Стенд сборочный с лабораторным столом				2	18549	3	1	1	-	350	1	0,8		
20	Установить на шестерню дифференциал переднего моста в сборе															
21	Установить в дифференциал палец технологический и второе внутреннее кольцо подшипника															
22	Нажидить восемь болтов															
23	Установить на дифференциал ротор датчика скорости															
24	Установить в приспособление стенда внутреннее кольцо подшипника и шестерню ведомую															
25	417820	Приспособление; 4.1006 Опора; 4.1004 Втулка; 4.1012 Палец "А"; 4.1014 Палец Б; 4.1404 Прижим; Ключ прядельный 02.4004; 4.107 Головка S-17 мм														
26																
27	XX	XX	XX	30	0190 Сборочная	ИОТ И 37.101.7005										
28	64.99233	Стенд сборочный с лабораторным столом				1	18549	3	1	1	-	350	1			
29	Запрессовать в шестерню ведомую дифференциал переднего моста в сборе															
30	416147	Луансон; 331926 Толкатель; 33750034 Гидроцилиндр правый; 33750034-1 Гидроцилиндр левый;														
31																
32	XX	XX	XX	50	0190 Сборочная	ИОТ И 37.101.7005										
33	64.99233	Стенд сборочный с лабораторным столом				1	18549	3	1	1	-	350	1			
34	Завернуть и затянуть с заданным моментом восемь болтов															
35	7128.750	Электрогайковерт; 4.1816 Удлинитель; 4.17825 Головка S-17 мм														
36																
37	XX	XX	XX	60	0190 Сборочная	ИОТ И 37.101.7005										
38	64.99233	Стенд сборочный с лабораторным столом				1	18549	3	1	1	-	350	1			
39	Запрессовать на дифференциал два внутренних кольца подшипника															
40	Снять палец технологические															
41	Снять сборочный узел и уложить на тележку для отправки на оп.350															
42	4.1196	Луансон; 3399.00 Тележка транспортная														
	МК															

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
Операционные карты

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Чернышев																		
Проверил	Резникоб																		
Нач.пр.	Вилкалоб																		
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД									
Сборочная		Сталь 19ХНЗА ГОСТ 4543-71		HB 245		167	φ14,8х139												
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		To	Tb	Tпз	Tшп		СОЖ										
Сборочный стенд с дистанционным управлением				0,55	0,05		0,6												
01	1. Установить на приспособление для подборки кародку дифференциала																		
T 02	3311078 Приспособление																		
0 03	2. Установить в кародку дифференциала два сателлита, ось технологическую и две шестерни																		
T 04	4.17031 Ось технологическая; 02.8026 Приспособление для настройки																		
0 05	3. Запрессовать автоматически в кародку дифференциала лось сателлитов																		
T 06	3311078 Приспособление; 4.17031 Ось технологическая; 02.8026 Приспособление для настройки; 4.17035 Оправка шлицевая "А"																		
T 07	4.17031 Оправка шлицевая "Б"																		
08																			
09																			
10																			













