

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»  
КАФЕДРА «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы, фамилия) Ю.В. Родионов

\_\_\_\_\_  
число

\_\_\_\_\_  
месяц

\_\_\_\_\_  
год

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к выпускной квалификационной работе на тему:

«Стенд для диагностики и ремонта ДВС»

(наименование темы)

Автор выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_ Г.П. Вильшонков  
подпись инициалы, фамилия

Направление подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
(наименование)

Обозначение 2069059 – 23.03.03 – 121378-2017 Группа ЭТМК-41Б

Руководитель работы \_\_\_\_\_ Ю.А. Захаров  
подпись, дата, инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

технологический раздел \_\_\_\_\_ Ю.А. Захаров  
наименование раздела (подпись, дата, инициалы, фамилия)

экология и БЖД \_\_\_\_\_ Ю.А. Захаров  
наименование раздела (подпись, дата, инициалы, фамилия)

экономика \_\_\_\_\_ Р.Н. Москвин  
наименование раздела (подпись, дата, инициалы, фамилия)

по графической части \_\_\_\_\_ Ю.А. Захаров  
наименование раздела (подпись, дата, инициалы, фамилия)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Ю.А. Захаров

Пенза 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»  
Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.В. Родионов  
(подпись, инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_ число \_\_\_\_\_ месяц \_\_\_\_\_ год

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студент Вильшонков Григорий Павлович Группа ЭТМК-416

Тема «Стенд для диагностики и ремонта ДВС»

утверждена приказом по Пензенскому ГУАС № 06-09-332 от 01. 12. 2016 г.  
число месяц год

Срок представления проекта к защите \_\_\_\_\_  
число \_\_\_\_\_ месяц \_\_\_\_\_ год

I. Исходные данные для проектирования

Данные литературного и патентного поиска

Технические характеристики существующих конструкций

Анализ современного состояния рассматриваемого вопроса

II. Содержание пояснительной записки

Аннотация

Введение

1 Анализ существующих конструкций

2 Стенд для диагностики и ремонта двигателей

3 Технологический процесс изготовления кольца

4 Безопасность жизнедеятельности на производстве

5 Экономическое обоснование работы

Заключение

Библиографический список

Содержание

III. Перечень графического материала:

1. Анализ существующих конструкций.
2. Стенд для диагностики и ремонта ДВС. ВО
3. Рабочие чертежи деталей.
4. Рабочие чертежи деталей.
5. Технологический процесс изготовления детали – «Кольцо».
6. Экономическая эффективность.

Руководитель работы \_\_\_\_\_ Ю.А. Захаров  
*подпись* *дата* *инициалы, фамилия*

Консультанты по разделам:

<u>Технологический раздел</u>	_____	<u>Ю.А. Захаров</u>
<u>Экология и БЖД</u>	_____	<u>Ю.А. Захаров</u>
<u>Экономика</u>	_____	<u>Р.Н. Москвин</u>
<u>Графическая часть</u>	_____	<u>Ю.А. Захаров</u>

Задание принял к исполнению Вильшонков Григорий Павлович \_\_\_\_\_  
*(Ф.И.О. студента)*

## Аннотация

Дипломный проект выполнен на 6 листах графической части формата А1, расчетно-пояснительной записки, содержащей 78 страниц машинописного текста. Расчетно-пояснительная записка состоит из пяти разделов.

В первом разделе проведен поиск и анализ существующих конструкций стендов для разборки и ремонта ДВС.

Во втором разделе приведено описание и принцип работы модернизированного стенда для диагностики и ремонта двигателей внутреннего сгорания. Так же произведён расчет винтовой пары, расчет болтового соединения, расчет на срез и на выносливость.

В третьем разделе содержится технологический процесс изготовления детали модернизированного стенда – «кольцо».

В четвертом разделе содержатся мероприятия по охране труда и окружающей среды, мероприятия по технике безопасности при ремонте и при обслуживании стенда, произведён расчёт загрязнения и расчёт заземления.

В пятом разделе рассчитываются затраты на модернизацию стенда и экономическую эффективность его внедрения.

Список использованной литературы содержит 40 источников.

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях реформирования экономических отношений в РФ происходит ухудшение состояния и старения автопарка, поэтому актуальным становится изыскание резервов повышения экономической эффективности технического сервиса автомобилей.

Технический сервис машин проводят фирменные станции технического обслуживания, машинно-технологические станции (МТС), специализированные ремонтные предприятия, снабженческого и ремонтно-технические предприятия. Технический сервис включает следующий комплекс услуг: изучение потребностей и платежеспособного спроса потребителей на машины и услуги; обеспечение потребителя машинами оборудованием, запасными частями; диагностику и техническое обслуживание машин; ремонт машин, включая доставку; проведение механизированных работ; создание материально-технической базы для ремонта, технического обслуживания.

Важная роль в повышении экономической эффективности технического сервиса, поиску оптимальных решений производственных и хозяйственных задач, возникающих при техническом обслуживании и ремонте машин, принадлежит инженерным службам.

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация стенда для диагностики и ремонта ДВС.

Для достижения цели работы поставлены следующие задачи:

- 1) Провести анализ существующих конструкций стендов для диагностики и ремонта ДВС.
- 2) Осуществить модернизацию перспективной конструкции стенда для диагностики и ремонта ДВС.
- 3) Провести необходимые инженерные расчеты.
- 4) Разработать мероприятия по обеспечению БЖД.
- 5) Провести технико-экономическую оценку работы.

## 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Для повышения эффективности транспорта необходимо ускорять создание и внедрение передовых технологий, улучшать условия труда и быта персонала, повышать его квалификацию и заинтересованность в результатах труда, развивать новые виды транспорта, повышать темпы обновления подвижного состава и других технических средств, укреплять материально-техническую и ремонтные базы, повышать уровень комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ. Одновременно надо повышать безопасность движения, снижать отрицательное воздействие на окружающую среду

Одной из важнейших проблем стоящих перед автотранспортом является создание прогрессивного ресурсосберегающего и технологичного оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Стенды предназначены для вывешивания двигателя с целью проведения работ по его диагностике и ремонту, а также для транспортировки внутри помещения участка или моторного цеха.

Стенды для разборки (сборки) агрегатов могут быть различных типов и конструкций. Это зависит от конструктивных особенностей агрегатов, их размеров и веса, а также способа организации процесса разборки (поточный или на стационарных постах).

Конструкция стенда должна обеспечивать безопасность и удобство выполнения работ, минимальные затраты времени на установку и снятие агрегата.

В ряде случаев конструкция стенда должна обеспечивать в процессе разборки возможность поворота агрегата в удобное для работы положение. При этом должны быть предусмотрены стопорные устройства, исключающие возможность самопроизвольного поворачивания агрегатов.

По назначению стенды могут быть универсальные и специализированные. Универсальными считают такие стенды, которые

предназначены для установки на них однотипных агрегатов автомобилей различных моделей или разнотипных агрегатов автомобилей одной модели. Специализированные стенды предназначены для разборки (сборки) однотипных агрегатов автомобилей определенных моделей. Их применяют обычно на авторемонтных предприятиях с большой производственной программой.

Стенды могут быть также стационарные (с неподвижным основанием) и передвижные. В последнем случае стенды могут перемещаться по направляющим от одного рабочего места к другому. Многоместные стенды могут обслуживать один или одновременно несколько рабочих. Эти стенды обеспечивают широкий фронт работ и создают удобства для рабочих. Одноместные стенды применяют для разборки (сборки) относительно несложных и небольших по габаритам и весу агрегатов.

#### **Универсальный стенд для ремонта двигателя р-500е.**

Предназначен для разборки-сборки автомобилей легкого и среднего класса и других агрегатов весом не более 1250 кг в подвешенном состоянии.



Рисунок 1.1 – Универсальный стенд Р-500Е

В настоящее время все, кто занимается ремонтом двигателей, сталкиваются с проблемой выбора стенда для ремонта двигателей, т. к. значительно расширился модельный ряд двигателей, как отечественных, так и зарубежных производителей. В связи с этим, наша компания предлагает универсальные стенды для ремонта двигателей и агрегатов.

Удобство работы стенда для ремонта двигателей обеспечивается за счет применения универсальных адаптеров, что позволяет легко установить на стенде любой двигатель, КПП, задний мост или другой узел, весом до 1250 кг. Конструкция самотормозящегося червячного редуктора позволяет повернуть и зафиксировать закрепленный на стенде двигатель, или другой узел в нужном положении.

#### Технические характеристики

Способ поворота ручной через червячный редуктор

Грузоподъемность	1250 кг
Длина	1430 мм
Ширина	940 мм
Высота	940мм
Масса, не более	235 кг

**Стенд моделей Р-770 и Р-776** (рисунок 1.2) предназначен для разборки V-образных двигателей ЯМЗ-236, -238, КАМАЗ -740, -741, -7403.10, 740.11-240.

Удобство установки двигателя обеспечивается специальными подхватами с креплением штырями, устанавливаемыми в отверстия блока цилиндров. Подхваты имеют регулировку для установки и крепления под конкретный тип двигателя. Червячный редуктор обеспечивает поворот двигателя и фиксацию его в удобном положении. Стенд имеет кювету для сбора технических жидкостей или моющей жидкости после мойки двигателя.





Рисунок 1.2 Стенд Р-776

Технические характеристики:

<b>Модель</b>	<b>Р-770</b>	<b>Р-776</b>
Тип	стационарный	стационарный
Привод	электромеханический	ручной
Мощность электродвигателя, кВт	0,75	-
Напряжение питания, В	380	-
Габаритные размеры, мм	1850/1050/1050	1850/1050/1050
Максимальная масса двигателя, кг	800	800
Масса, кг	350	280

**Универсальный стенд модели Р-500** (рисунок 1.3) предназначен для сборки - разборки двигателей ЗМЗ 402, 4021, 406, ВАЗ 2101 - 2110, ММЗ 245.



Рисунок 1.3 Стенд Р-500

Технические характеристики:

Модель	<b>Р-500</b>
Тип	передвижной
Привод	ручной
Высота оси вращения от уровня пола, мм	810
Габаритные размеры, мм	1130/830/960
Максимальная масса двигателя, кг	450
Масса, кг	150

Высокая универсальность обеспечивается сменными кронштейнами для различных типов двигателей. Червячный редуктор обеспечивает поворот двигателя и фиксацию его в удобном положении. Универсальный стенд имеет подвижные опоры для транспортировки к месту ремонта и опоры для стационарной установки. Стенд имеет кювету для сбора технических жидкостей или моющей жидкости после мойки двигателя.

**Стенд модели СР-10** (рисунок 1.4) предназначен для ремонта двигателей легковых автомобилей массой не более 250 кг.



Рисунок 1.4 Стенд СР-10

Стенд имеет подвижные опоры для транспортировки к месту ремонта. Стенд имеет кювету для сбора технических жидкостей или моющей жидкости после мойки двигателя.

Технические характеристики:

Модель	<b>СР-10</b>
Тип	передвижной
Привод	ручной
Габаритные размеры, мм	1360/800/1140
Максимальная масса двигателя, кг	250
Масса, кг	105

**Стенд модели Р-235** (рисунок 1.5) предназначен для разборки-сборки двигателей ЗИЛ-130 и ЗМЗ-53 в подвешенном состоянии.

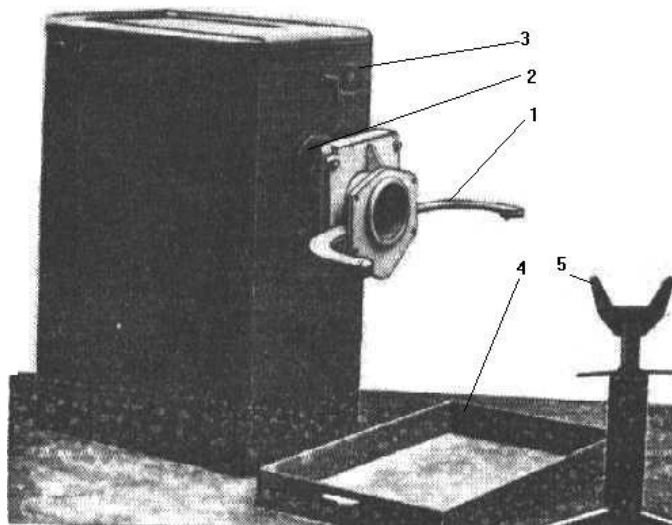


Рисунок 1.5 Стенд Р-235

1 – сменный кронштейн, 2 – шпиндель станда, 3 – корпус, 4 – поддон, 5 – подпорка.

Двигатель крепят картером сцепления к сменному кронштейну 1, закрепленному на шпинделе станда 2, который через упругую муфту и червячный редуктор связан с приводным электродвигателем АО-12-6, которые установлены в корпусе 3. Пуск электродвигателя производят

барабанным переключателем, при этом вал его получает вращение в направлении поворота рукоятки переключателя. При нейтральном положении рукоятки цепь питания электродвигателя разорвана. Подключение стенда к сети осуществляется через автоматический выключатель, предупреждающий перегрузку электродвигателя. Стенд обеспечивает вращение двигателя на 360° вокруг оси, параллельной оси его коленчатого вала.

Технические характеристики:

Модель	<b>P-235</b>
Тип	стационарный
Привод	электромеханический
Мощность электродвигателя, кВт	0,6
Габаритные размеры(без подставки), мм	1160/662/1040
Максимальная масса двигателя, кг	600
Масса, кг	320

**Стенд модели P-642** (рисунок 1.6) предназначен для сборки и разборки двигателей ЗМЗ-53 и ЗИЛ-130.

Двигатель, установленный на стенде, поворачивается в наиболее удобное для работы положение вокруг параллельной оси коленчатого вала и надежно фиксируется самотормозящим редуктором. Поворот двигателя осуществляется при нажатии кнопки управления.

Стенд состоит из стойки 1, рамы 2, кронштейнов крепления двигателей 3, подпорки 4 и поддона для сбора масла 5. В стойке смонтирован электромеханический привод поворота, состоящий из электродвигателя, червячного редуктора и клиноременной передачи. На ведомом валу редуктора закреплен фланец, на который устанавливается кронштейн для крепления двигателя.



Рисунок 1.6 Стенд Р-642

1 – стойка, 2 – рама, 3 – кронштейн, 4- подпорка, 5 - поддон для масла.

Технические характеристики:

Название	Р-642
Тип	стационарный
Привод	электромеханический
Мощность электродвигателя, кВт	0,55
Габаритные размеры(без подставки), мм	1260/470/1164
Максимальная масса двигателя, кг	600
Масса, кг	240

**Стенд модели 2473** (рисунок 1.7) предназначен для сборки и разборки двигателей ЗИЛ-130 в подвешенном состоянии.

Двигатель крепят на раме стенда за блок цилиндров при помощи винтового зажима опоры и за картер сцепления посредством болтов, пропускаемых через проушины в картере и ввертываемых в опорные лапы рамы.

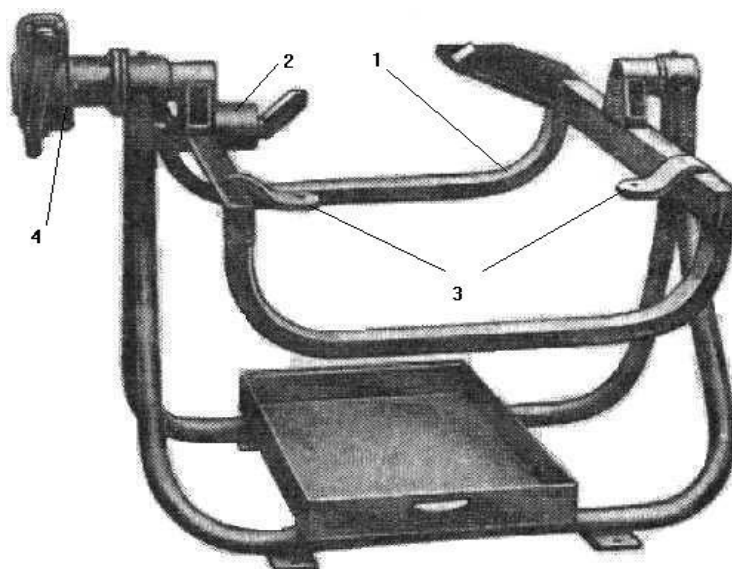


Рисунок 1.7 Стенд СР-10

1 – рама, 2 – винтовой зажим, 3 – опорные лапы, 4 – червячный редуктор.

#### Технические характеристики:

Название	Р-642
Тип	стационарный
Привод	ручной
Максимальное усилие на рукоятке, Н	100
Габаритные размеры(без подставки), мм	1342/950/1010
Максимальная масса двигателя, кг	600
Масса, кг	126,5

Стенд обеспечивает поворот двигателя на 360° вручную с помощью самотормозящего червячного редуктора, фиксирующего раму в удобном положении.

Все приведенные варианты стенов удовлетворяют требованиям техники безопасности.

### **Стенд Ravaglioli r11.**

Разработан для ремонта тяжелых двигателей и коробок передач (грузовые и морские). Стенд продольно регулируемый и установлен на роликах

с возможностью блокировки.

Наличие автостопа позволяет безопасно вращать и позиционировать объект. Для крепления двигателей используются специальные адаптеры под конкретные двигатели оснащен стойкой для масла и инструмента.



Рисунок 1.8 – стенд Ravaglioli R11



Возможность поворота уже закрепленного двигателя на 360 градусов.

Ширина двигателя минимальная мм. – 790

Ширина двигателя максимальная мм. – 1490

Вес двигателя макс. кг. – 1200

Вес станда кг. - 206

Недостаток:

Высокая цена.

Известен **универсальный станд ОПр-647** для разборки и сборки автомобильных двигателей, компрессоров и коробок передач. На платформе с колесами установлена стойка, в верхней части которой в подшипнике горизонтально расположен вал поворота, к которому крепятся сменные кронштейны для крепления двигателей, коробок передач.



Рисунок 1.9 универсальный станд ОПр-647

К недостаткам этого стэнда можно отнести то, что установка и крепление двигателя на стэнде сложная и неудобная. При ремонте поворот двигателя осуществляется только в вертикальной плоскости.

**Стенд разборки-сборки двигателей R15, г/п 2000 кг, с редуктором.**

Производитель: SPACE (Италия). Стенд разборки—сборки двигателей и различных агрегатов отечественного и импортного производства весом не более 2000кг. В составе с двумя встроенными редукторами и двумя электродвигателями.

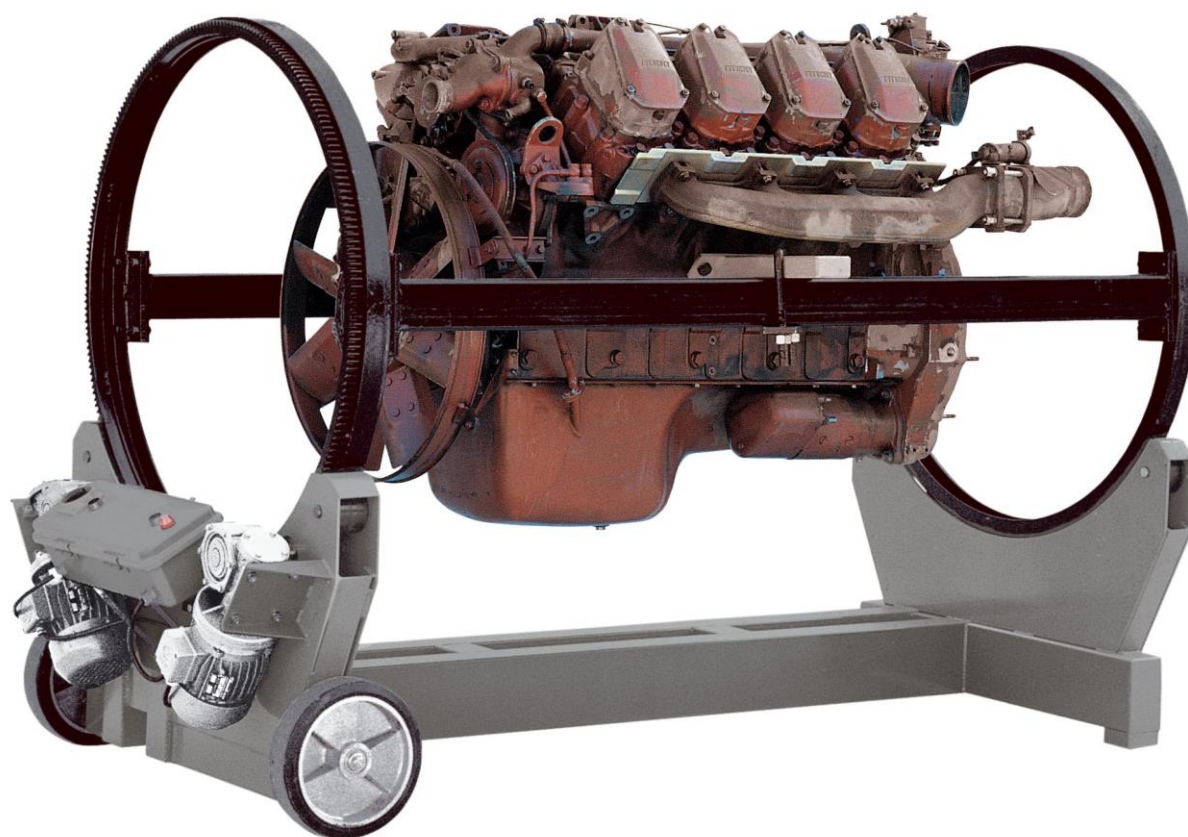


Рисунок 1.10 Стенд разборки—сборки двигателей R15

R15 стенд разборки—сборки двигателей и различных агрегатов отечественного и импортного производства весом не более 2000кг. В составе с двумя встроенными редукторами и двумя электродвигателями.

Функционал обеспечивает двустороннее вращение двигателей и фиксацию его в удобном положении. Скорость вращения составляет 1

об/мин. Стенд предназначен для обслуживания ДВС грузовых автомобилей, автобусов, тракторов и другой спецтехники.

**Характеристики:**

Грузоподъёмность 2000 кг

Высота 1435 мм

Ширина 1035 мм

Длина 2350 мм

Вес 300 кг

Мощность двигателя 2 x 0,5 кВт

**Стенд универсальный для ремонта двигателей КПП весом до 800 кг ЧЗАО Р500Е.**



Рисунок 1.11 Стенд универсальный Р500Е

Предназначен для сборки-разборки двигателей автомобилей и других агрегатов отечественного и импортного производства весом до 800кг.

- Универсальные адаптеры позволяют легко установить на стенд любой двигатель, КПП, задний мост или другой узел весов до 800 кг.
- Самотормозящийся червячный редуктор позволяет повернуть и зафиксировать закрепленный на стенде двигатель или другой узел так, чтобы было удобно и качественно производить ремонтные работы.
- Стенд имеет поддон для сбора технических жидкостей.

#### **Технические характеристики:**

<b>Модель стенда</b>	<b>P500E</b>
Тип	стационарный
Грузоподъемность	800 кг
Способ поворота	вручную через червячный редуктор
Длина/ширина/высота, мм	1195/791/1050
Масса, не более	160 кг

#### **Стенд P-776E/P-770E для разборки-сборки двигателей.**

Стенды универсальные моделей P-776E/P-770E предназначенные для разборки-сборки V-образных, рядных двигателей, КПП, задних мостов и различных агрегатов отечественного и импортного производства весом не более 2000 кг в условиях станций технического обслуживания автотранспортных предприятий, авторемонтных мастерских.

Стенд P-776E/P-770E устанавливается на ровный бетонный пол без дополнительного крепления, при необходимости под упорную раму установить металлические пластины необходимой толщины для исключения смещения стенда.



Рисунок 1.12 Стенд Р-776Е / Р-770Е

**Технические характеристики:**

Характеристика	Р-770Е	Р-776Е
Тип	Электромеханический	Ручной
Грузоподъемность, кг	2000	2000
Способ поворота	электродвигателем через червячный редуктор	вручную через червячный редуктор
Угол поворота, град.	360	360
Напряжение, В	380	-
Мощность, кВт	0,75	-
Частота вращения шпинделя (траверсы), мин <sup>-1</sup>	2,5	-
Габаритные размеры, мм.	2467/1060/1425	2388/1060/1425
Масса, кг, не более	445	385

Особенности стенов Р-776Е/Р-770Е:

- Высокая универсальность достигается возможностью установки различных двигателей, КПП, задних мостов и других агрегатов с помощью специальных адаптеров;
- Червячный редуктор обеспечивает поворот двигателя и фиксацию его в удобном положении.

В качестве прототипов были приняты: «Кран гидравлический с кантователем двигателя (2т) TR32001» и «Одностоечный кантователь АЕ&Т Т63005».



Рисунок 1.13 Кран гидравлический с кантователем двигателя 2т  
TORIN TR32001

## Характеристики

Грузоподъемность 2 т

Рабочий диапазон стрелы крана 1050-1590 мм

Диапазон подъема 0-2300 мм

Вес 56/50 кг

Размеры 1550\*315\*175 мм / 870\*645\*175 мм



Рисунок 1.14 Одностоечный кантователь АЕ&Т Т63005

Кантователь АЕ&Т Т63005 предназначен для вывешивания, диагностирования и ремонта двигателя автомобиля.

Одностоечный кантователь АЕ&Т Т63005 имеет складную усиленную конструкцию, а также оснащен мощной рамой с механическим приводом с поворотом на 360°. Это позволяет использовать этот стенд для работы с узлами и механизмами большой массы (до 900 кг). Для транспортировки в

конструкции устройства имеется четыре колеса. Сочетание компактных размеров и высокой грузоподъемности делает кантователь AE&T T63005 универсальным решением для использования на СТО, автосервисах и других автотранспортных предприятиях. Эта модель пользуется положительными отзывами специалистов и хорошо показала себя в работе.

Оба устройства сравнительно не дорогие и просты в изготовлении, но имеют свои недостатки в виде ограниченности возможностей позиционирования двигателя и узкой номенклатуры обслуживаемых ДВС.

Общие недостатки существующих конструкций стендов:

1. Высокая стоимость.
2. Большая материалоемкость и вес.
3. Сложность конструкции.
4. Низкая универсальность.
5. Сложность эксплуатации.

Недостатки существующих конструкций устранены в предлагаемом стенде для диагностики и ремонта ДВС.



## 2 СТЕНД ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ

### 2.1 Устройство и принцип работы

Стенд (рисунок 2.1) предназначен для диагностики и ремонта двигателей внутреннего сгорания.

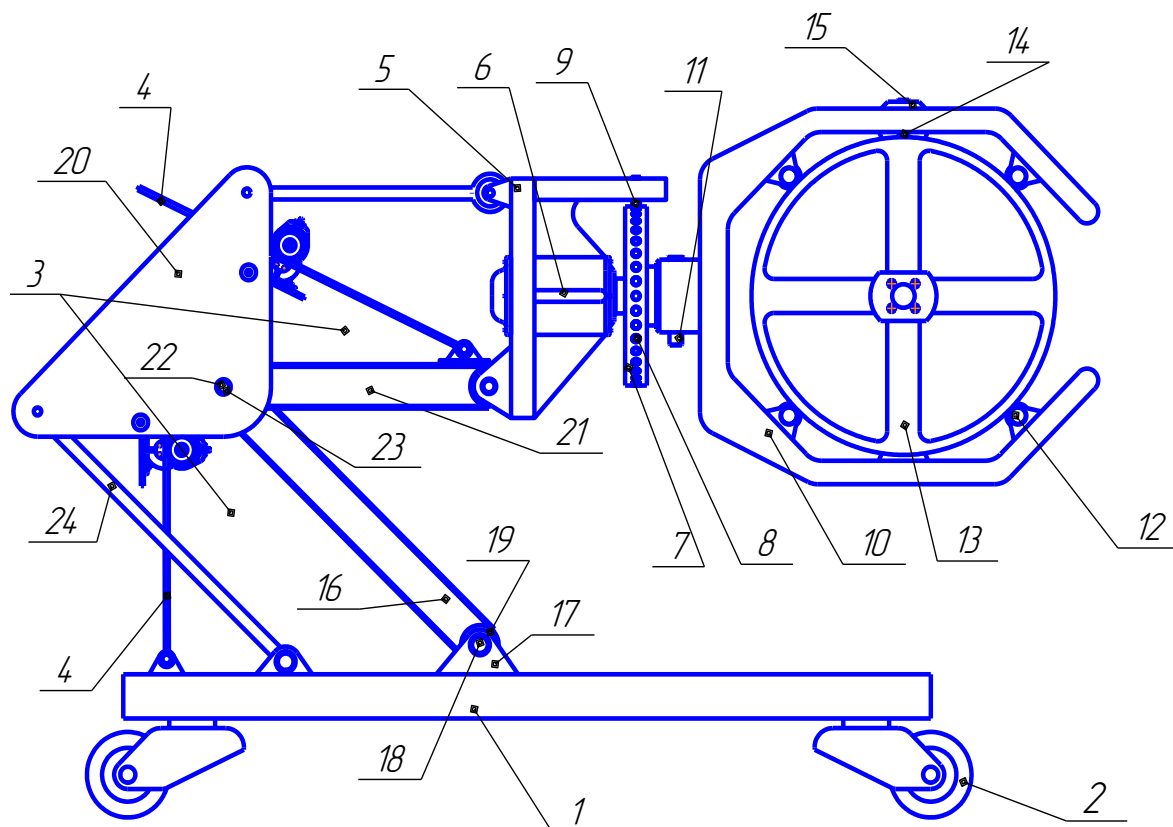


Рисунок 2.1 Стенд для диагностики и ремонта ДВС

Данный стенд состоит из подвижной платформы 1 на самоустанавливающихся поворотных колесиках 2.

На платформе расположена параллелограммно-тяговая система 3 с винтовыми самотормозящимися диагоналями 4, с крепежной плитой 5, на которой установлен горизонтальный вал 6, на валу расположено зафиксированное кольцо 7 с радиальными отверстиями 8, с которыми

взаимодействует подпружиненный палец 9.

На вал 6 устанавливается вилка 10 и фиксируется при помощи шплинта 11. На вилке располагаются роликовые опоры 12, в которых установлен кантователь 13, снабженный фиксаторами, выполненными в виде подпружиненных пальцев 14, размещенных в направляющих 15, размещенных на вилке 10.

Параллелограммно-тяговая система 3 состоит из стойки 16, шарнирно соединенной с проушинами 17 через вал 18 и подшипники 19. Верхний конец стойки 16 соединен с вершиной тягового треугольника 20 и несущей трубой 21 через вал 22 и подшипники 23.

На торце несущей трубы 21 расположена крепежная плита 5. Проушины 17 расположены на платформе 1. Дополнительные тяги 24 взаимодействуют друг с другом через тяговый треугольник 20 и переносят часть нагрузки с крепежной плиты 5 на платформу 1.

В результате образуются два параллелограмма, взаимодействующих друг с другом через тяговый треугольник 20. Внутри параллелограммов находятся винтовые самотормозящиеся диагонали 4, изменение длины которых осуществляется путем вращения винта мотором редуктором 25.

Стенд работает следующим образом: подвижную платформу 1 подкатывают к двигателю с помощью параллелограммно-тяговой системы 3, опускают горизонтальный вал 6 с кантователем 13 в нижнее положение и закрепляют ДВС.

При помощи параллелограммно-тяговой системы 3 устанавливают кантователь с двигателем на требуемую высоту относительно платформы путем изменения длины диагоналей 4 параллелограммно-тяговой системы. Вращая платформу 1 на самоустанавливающихся колесиках 2, устанавливают кантователь с двигателем относительно вертикальной оси.

Вращая вилку на валу 6, вал фиксируют через кольцо 7 с радиальными отверстиями 8, подпружиненным пальцем 9, устанавливают двигатель относительно горизонтальной оси. Вращая кантователь, устанавливают

двигатель относительно оси коленчатого вала, при этом кантователь фиксируют подпружиненными пальцами 14.

Таким образом, ремонтируемый двигатель можно установить в любом удобном положении, как для ремонта, так и для диагностики.

Использование данного стенда позволяет улучшить и облегчить условия труда при ремонте ДВС, повысить универсальность стенда и расширить его функциональные возможности за счет изменения положения ремонтируемого узла или агрегата по высоте.

## 2.2 Расчет винтовой пары

Для прочностного расчёта принимается передача винт-гайка служащая для перемещения двигателя

Составим расчетную схему для определения силы действующей на винтовую пару.

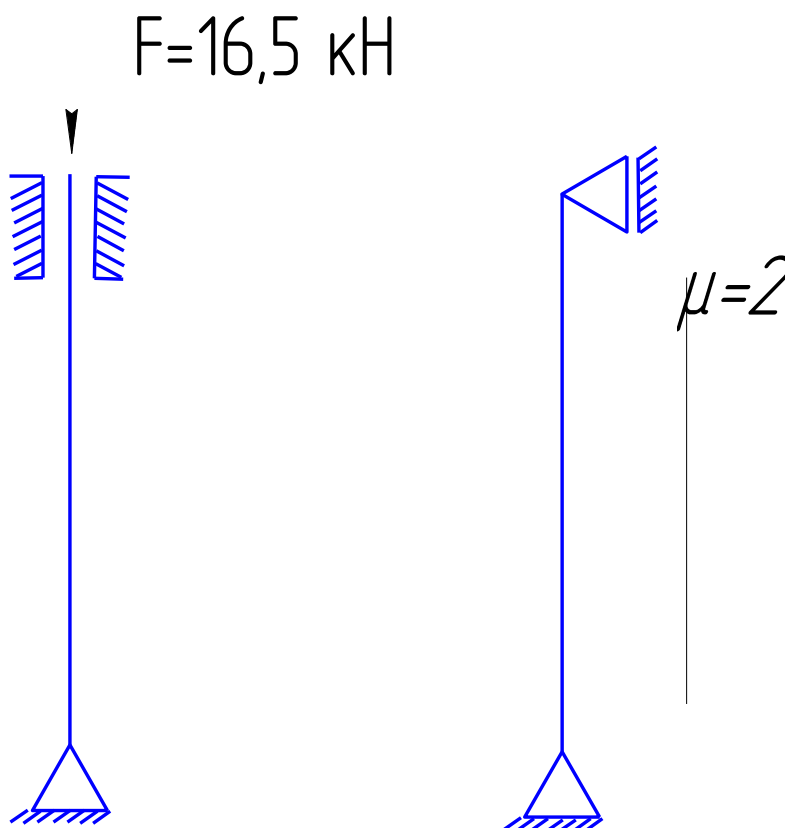


Рисунок 2.2 Расчетная схема распределения усилий

Для этого составим уравнения равновесия сил и моментов относительно характерных точек:

$$\sum m_B = 0; \quad G \cdot l_1 - R_A \cdot (1 - l_1) = 0$$

$$\sum m_A = 0; \quad G \cdot l_1 - R_B \cdot (1 - l_1) = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0; \quad R_B - G - R_A = 0$$

$$R_B = \frac{G \cdot l_1}{(1 - l_1)} = \frac{1000 \cdot 1,4}{(1,4 - 1,32)} = 17500 \text{ (Н)} \quad (2.1)$$

$$R_A = \frac{G \cdot l_1}{(1 - l_1)} = \frac{1000 \cdot 1,32}{(1,4 - 1,32)} = 16500 \text{ (Н)} \quad (2.2)$$

Для проверки правильности расчетов подставим значение реакций опор в уравнение равновесия сил по оси X:

$$R_B - G - R_A = 17500 - 1000 - 16500 = 0$$

Условие выполняется

$$F_a = R_a = 16,5 \text{ кН}$$

Выбираем материал винта сталь 45, гайки – антифрикционный чугун АСЧ и квадратную однозаходную резьбу. Принимаем допустимое давление  $[p] = 6 \text{ МПа}$ , коэффициент высоты резьбы  $k_p = 0,5$ , коэффициент высоты гайки  $k_T = 2,5$ .

Определяем диаметр винта:

$$d_2 = \sqrt{\frac{F_a}{\pi k_p k_T [p]}} = \sqrt{\frac{16500}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 2,5 \cdot 6}} = 26,5 \text{ мм.} \quad (2.3)$$

Принимаем  $d_2 = 28 \text{ мм}$ .

Размер резьбы.

Высота профиля резьбы по формуле:

$$h = 0,1d_2 = 0,1 \cdot 28 = 2,8 \text{ мм.} \quad (2.4)$$

Наружный диаметр резьбы по формуле:

$$d = d_2 + h = 28 + 2,8 = 30,8 \text{ мм.} \quad (2.5)$$

Внутренний диаметр резьбы по формуле:

$$d_1 = d_2 - h = 28 - 2,8 = 25,2 \text{ мм.} \quad (2.6)$$

Шаг резьбы по формуле:

$$p_{uu} = 2h = 2 \cdot 2,8 = 5,6 \text{ мм.} \quad (2.7)$$

Ход резьбы  $P_h$  (число заходов резьбы  $n = 1$ ) по формуле:

$$P_h = np_{uu} = 1 \cdot 5,6 = 5,6 \text{ мм} \quad (2.8)$$

Из формулы:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{P_h}{\pi d_2} = \frac{5,6}{3,14 \cdot 28} = 0,064 \quad (2.9)$$

и, следовательно, угол подъема резьбы  $\psi = 3^{\circ}40'$ .

Для материалов сталь – чугун принимаем  $f = 0,15$ . Значит,  $\operatorname{tg} \varphi = f = 0$  и угол трения  $\varphi = 5^{\circ}50'$ . Условие самоторможения винта обеспечено, так как  $\psi < \varphi$ .

Наружный диаметр гайки определяется по формуле:

$$D_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_a}{\pi \cdot \sigma_p} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16500}{3,14 \cdot 38} + 30,8^2} = 38,8 \text{ мм} \quad (2.10)$$

Средний диаметр опорного торца гайки

$$D_{CP} = \frac{D_{\Gamma} + d}{2} = \frac{38,8 + 30,8}{2} = 34,8 \text{ мм} \quad (2.11)$$

Вращающий момент для подъема груза

$$T_{\text{под}} = 0,5 \cdot F_a \cdot [f \cdot D_{CP} + d_2 \cdot \text{tg}(\psi + \varphi)] \quad (2.12)$$

$$T_{\text{под}} = 0,5 \cdot 16500 [0,15 \cdot 34,8 + 28 \cdot \text{tg}(3^{\circ}40' + 5^{\circ}50')] = 79239 \text{ Н мм} = 79,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{d_2 \cdot \text{tg} \psi}{f \cdot D_{CP} + d_2 \cdot \text{tg}(\psi + \varphi)} \quad (2.13)$$

$$\eta = \frac{28 \cdot \text{tg} 3,4}{0,15 \cdot 34,8 + 28 \cdot \text{tg}(3,4 + 5,5)} = 0,173$$

Проверим винт на совместное действие сил сжатия и кручения

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\left(\frac{4F_a}{\pi d_1^2}\right)^2 + 4\left(\frac{T_{\text{под}}}{0,2d_1^3}\right)^2} \leq [\sigma_{\text{СЖ}}] \quad (2.14)$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 16500}{3,14 \cdot 25,2^2}\right)^2 + 4\left(\frac{79239}{0,2 \cdot 25,2^3}\right)^2} = 59,6 \text{ МПа}$$

### 2.3 Расчёт болтового соединения

Расчет болтов соединяющих, при следующих данных: Масса поднимаемого двигателя  $m=1000$  кг; число болтов  $z = 4$  шт.

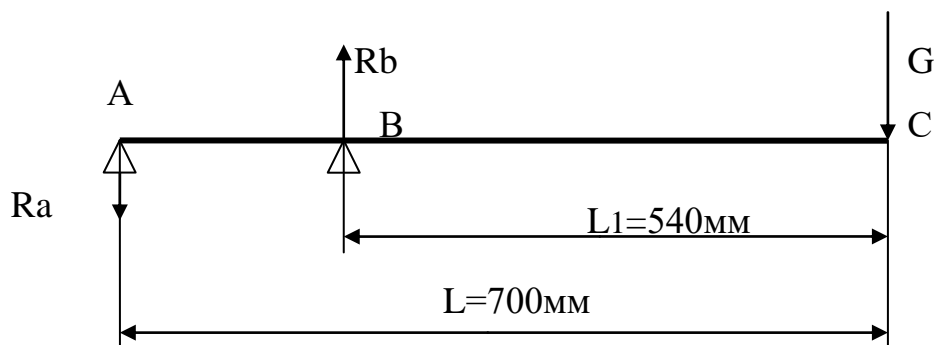


Рисунок 2.3 Расчетная схема

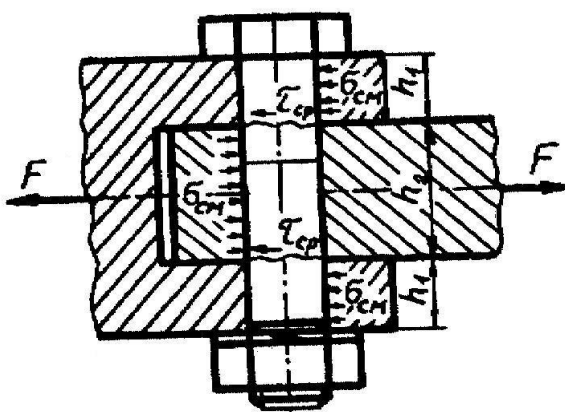


Рисунок 2.4 Схема болтового соединения:

Болты устанавливаются с предварительной затяжкой. Допускается, что следующая их затяжка под нагрузкой отсутствует.

Болты принимаются нормальной точности, изготовленные из стали 30.

Максимальное значение переменной внешней нагрузки  $F_B$ , действующей на болтовое соединение, находится по формуле:

$$F_B = m \cdot g, \quad (2.15)$$

где  $m$  – масса груза, кг;

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/s^2$ .

$$F_B = 1000 \cdot 9,8 = 9800 \text{ (Н)}$$

Максимальное значение переменной внешней нагрузки  $F$ , приходящейся на один болт определяется по формуле:

$$F = \frac{F_B}{z}, \quad (2.16)$$

где  $z$ - число болтов, шт.

$$F = \frac{9800}{4} = 2450 \text{ (Н)}$$

Требуемый внутренний диаметр резьбы болта определяется по формуле:

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{F_p}{[\sigma_p]}}, \quad (2.17)$$

где  $F_p$ - расчетная сила, Н;

$[\sigma_p]$ -допускаемое напряжение на растяжение, МПа.

$$F_p = [1,3 k (1 - \chi) + \chi] * F, \quad (2.18)$$

где  $\chi$  - коэффициент внешней нагрузки; принимается равным  $\chi = 0,5$ [20]

$k$ - коэффициент затяжки болта; принимается равным  $k = 4$ .

$$F_p = [1,3 * 4 (1 - 0,5) + 0,5] * 2450 = 7595 \text{ (Н)}$$

Допускаемое напряжение на растяжении для болтов определяется по формуле:

$$[\sigma_p] = \sigma_T / [s], \quad (2.19)$$



где  $\sigma_T$  - предел текучести, МПа; для стали 30 по ГОСТ 1050-88

$$\sigma_T = 294 \text{ МПа}$$

[s] - допускаемый запас прочности, для болтов принимается [s]=6,5.

$$[\sigma_p] = \frac{294}{6,5} = 45,2 \text{ МПа}$$

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{7595}{45,2}} = 18,2 \text{ мм}$$

Вычисленному значению  $d_1 = 18,2$  мм соответствуют: резьба М20;  $d_1 = 18,376$  мм;  $p = 1,5$  мм ГОСТ 24705-81, болт М20 ГОСТ 7798-70 и гайка М20 ГОСТ 5915-70.

Проверка прочности болта на растяжение производится по формуле:

$$\sigma_p \leq [\sigma_p],$$

где  $\sigma_p$  - предел прочности, МПа;

$[\sigma_p]$  - допустимый предел прочности, МПа;  $[\sigma_p] = 29,4$  МПа.

$$\sigma_p = \frac{4F_p}{\pi d_1^2}, \quad (2.20)$$

$$\sigma_p = \frac{4 * 7595}{3,14 * 18,376^2} = 28,58 \text{ МПа} \leq [\sigma_p] = 29,4 \text{ МПа}$$

Условие выполняется - прочность болтов достаточна.

Расчет болтов на срез

Болтовое соединение нагруженное поперечной силой, следовательно необходимо провести расчет болта на срез; условие прочности болта

$$\tau_c = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_0^2 \cdot i} \leq [\tau_c],$$

где  $F$  – поперечная внешняя сила, срезающая болт, Н;

$d_0$  – диаметр стержня болта, мм;

$i$  – число плоскостей среза,

$[\tau_c]$  – допускаемое напряжение на срез болта, МПа

$$\tau_c = \frac{4 \cdot 2450}{3,14 \cdot 20^2 \cdot 2} = 3,9 \text{ МПа}$$

Расчет болтов на выносливость

Сила начальной затяжки болта определяется по формуле:

$$F_3 = k (1 - \chi) F, \quad (2.21)$$

$$F_3 = 4(1 - 0,5) \cdot 2450 = 4900 \text{ (Н)}$$

Переменная нагрузка определяется по формуле:

$$\chi F_1 = 0,5 \cdot 2450 = 1225 \text{ (Н)} \quad (2.22)$$

Напряжение начальной затяжки  $\sigma_3$  по формуле:

$$\sigma_3 = \frac{F_3}{A}, \quad (2.23)$$

где А- площадь поперечного сечения болта по внутреннему диаметру резьбы, мм<sup>2</sup>.

$$\sigma_3 = \frac{4900}{0,000266} = 18,4 \text{ МПа}$$

Площадь поперечного сечения болта по внутреннему диаметру резьбы определяется по формуле:

$$A = \frac{\pi d_1^2}{4}, \quad (2.24)$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 18,376^2}{4} = 0,000266 \text{ см}^2.$$

Амплитуда напряжений цикла  $\sigma_a$  определяется по формуле:

$$\sigma_a = \frac{\chi \cdot F}{2A}, \quad (2.25)$$

$$\sigma_a = \frac{0,001225}{2 \cdot 0,000266} = 2,3 \text{ МПа}$$

Максимальное напряжение цикла  $\sigma_{\text{макс}}$  определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{макс}} = \sigma_3 + 2 \sigma_a, \quad (2.26)$$

$$\sigma_{\text{макс}} = 18,4 + 2 \cdot 2,3 = 23 \text{ МПа}$$

Предел выносливости при растяжении  $\sigma_{-1p}$  для материала болта определим по формуле:

$$\sigma_{-1p} = 0,35 \sigma_B, \quad (2.27)$$

где  $\sigma_B$  - предел прочности болта на растяжение, МПа. Для стали 30  $\sigma_B = 490$  МПа

$$\sigma_{-1p} = 0,35 * 490 = 171,5 \text{ МПа}$$

Расчет болтов на выносливость по запасу прочности по амплитуде производится по формуле:

$$s_a = \frac{\varepsilon \sigma_{-1z}}{k_\sigma * \sigma_a} \geq [s_a], \quad (2.28)$$

где  $\varepsilon$  - масштабный коэффициент,  $\varepsilon = 0,99$ .

$k_\sigma$  - эффективный коэффициент концентрации напряжения,  $k_\sigma = 4$ .

$$s_a = \frac{0,99 * 171,5}{4 * 2,3} = 18,45 > [s_a] = 4$$

Условие выполняется

Коэффициент запаса прочности болтов по максимальному напряжению определяется по формуле:

$$s = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}} \geq [s], \quad (2.39)$$

где  $[s]$  - допустимый запас прочности.

$$s = 294/23 = 12,787 > [s] = 10$$

Условие выполняется.

### **3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЬЦА**

#### **3.1 Краткая характеристика детали. Выбор и определение размеров заготовки.**

Кольцо с радиальными отверстиями из стали 20 ГОСТ 1050-88 предназначено для фиксации вала, на котором установлен кантователь. Оно представляет собой деталь круглой формы, на которой имеется 18 радиальных отверстий, центровое отверстие со шпоночным пазом. Количество деталей – 1 шт.

Материалом для изготовления кольца служит лист 40×1250×2500 ГОСТ 1577-93 (250 НВ,  $\sigma_B=940$  МПа).

Максимальный диаметр кольца 335 мм, толщина 40 мм; припуск на диаметр выбирается в зависимости от отношения толщины (L) к диаметру (D). Поскольку  $L/D=40/335=1.12$ , то диаметр должен составлять 340 мм. В соответствии с ГОСТ 2590-71 предельное отклонение составляет: верхнее - +0,3; нижнее - +0,5. Припуск на черновое подрезание торцов составляет 5 мм, а на чистовое 1,0 мм.

Предельные отклонение по 14 качеству точности составляют 1,4 мм.

Эскиз заготовки приведен в карте эскизов 20140.

Масса заготовки определяется по приложению 9. Масса круга из стали диаметром  $d=340$  мм составляет 28,2 кг, тогда масса заготовки будет равна  $M_3=28,2 \cdot 0,4 \approx 11,72$  кг.

#### **3.2 Выбор технологического маршрута заготовления кольца, оборудования и технологической оснастки**

Для изготовления кольца необходимо выполнить четыре операции в следующих последовательности: вертикально – сверлильная (050), токарно –

винторезная (010), вертикально – сверлильная (015), вертикально – фрезерная (020).

Вертикально-сверлильные операции выполняются на станке 2А135; технологическая оснастка: крепление сверла производится сверлильным трехкулачковым патроном – 8-В12 ГОСТ 8522—79; установка патрона в шпиндель сверлильного станка осуществляется через переходную конусную втулку – втулка 6100-0027 ГОСТ 13598-85; закрепление заготовки осуществляется в станочных тисках с призматическими губками для круглых профилей – тиски 7200-0252 ГОСТ 21168-75; заготовка опирается на опору регулируемую; для крепления сверления применяется молоток 1-0,5 ГОСТ 1310-77 и кернер – кернер 2-4 ГОСТ 7213-72. Режущий инструмент – сверло спиральное длинное сверло с коническим хвостовиком – сверло 2301-3507 ГОСТ 886-77; сверло 2301-3397 ГОСТ 886-77; средство измерения – штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80.

Токарно-винторезная операция выполняется на станке 1К62; технологическая оснастка: установка и закрепление заготовки осуществляется трехкулачковым самоцентрирующимся патроном – патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80; режущий инструмент – резец подрезной отогнутый правый с пластиной из твердого сплава – резец 2112-0057 Т15К6 ГОСТ 18880-73; резец токарный проходной упорный с пластинами из твердого сплава – резец 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18880-73.

Вертикально фрезерная операция выполняется на станке 6Р80Ш; технологическая оснастка: делительная головка УДГ-200; задняя бабка; люнет; режущий инструмент – фреза 2234-0151 ГОСТ 6648-79; средство измерения - штангенциркуль ШЦ-2-160-0,05 ГОСТ 166-80.

Выбранное оборудование, технологическая оснастка, средства измерения заносятся в КТП (см. лист 8).

### 3.3 Выбор режимов резания и определение технической нормы времени

#### 3.3.1 Операция вертикально – сверлильная (050).

Техническая норма времени на любую операцию определяется по формуле:

$$T_H = T_O + T_B + T_D + (T_{ПЗ}/n) \text{ мин,} \quad (4.1)$$

где  $T_O$  – основное время, мин;

$T_B$  – вспомогательное время, мин;

$T_D$  – дополнительное время, мин;

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

$n$  – количество деталей в партии, шт.

Подготовительно-заключительное время на операцию назначается по таблице 67.

$$T_{ПЗ} = 5 \text{ мин.}$$

Переход 1. Установить, закрепить и снять заготовку.

Вспомогательное время на переход зависит от способа установки, характера выверки и массы заготовки и определяется по таблице 65.

$$T_{B1} = 0,8 \text{ мин.}$$

Переход 2. Разметить и накернить место для отверстия.

Неполное штучное время на разметку:

$$T_{н.шт.} = 0,2 \text{ мин.}$$

Неполное штучное время на кернение:

$$T_{н.шт.} = 0,1 \text{ мин.}$$

Переход 3. Сверлить отверстие на шпоночный паз, выдерживая размеры 1 и 2.

$$t = D_{св.}/2$$

$$t = 65/2 = 32,5 \text{ мм;}$$

$$S_t = 0.08 \text{ мм/об.}$$

$$S_{\phi}=0,08 \text{ мм/об.}$$

$$V_T=172 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

$$V_p = V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX} \cdot K_L,$$

где  $K_L$  – поправочный коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$$K_L = 0,75;$$

$$K_M = 1;$$

$$K_X = 0,9;$$

$$K_{MP} = 1;$$

$$K_{OX} = 1 .$$

$$V_p=172 \cdot 0,9 \cdot 0,75=116,1 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

$$n_p=(116,1 \cdot 1000)/3,14 \cdot 32,5=1138,65 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{\phi}=1100 \text{ мин}^{-1}$$

Величина врезания и перебега сверла определяется по табл. 64.

$$U=23 \text{ мм.}$$

$$T_{B3}=0,07 \text{ мин.}$$

$$T_{O3}=(40+23)/(1100 \cdot 0,08)=0,72 \text{ мин.}$$

Оперативное время без учета времени на разметку и кернение составит:

$$T_{OP}=0,8+0,07+0,72=1,59 \text{ мин.}$$

Дополнительное время на операцию определяется по формуле:

$$T_d = (T_{OP} \cdot K)/100 \text{ мин.},$$

где  $T_{OP}$  – оперативное время

$$T_{OP} = T_O + T_B;$$

$K$  – процентное отношение дополнительного времени к оперативному.

При выполнении сверлильной операции  $K=6\%$  .

$$T_d = (1,59/100) \cdot 6\%=0,095 \text{ мин.}$$

### 3.3.2 Операция токарно-винторезная (010)

Подготовительно-заключительное время на операцию назначается по табл. 67.

$$T_{П.з.}=9 \text{ мин.}$$

Переход 1. Установить, закрепить и снять заготовку

$$T_{В.У.}=1,7 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхность начерно

$$\delta=340-335=5 \text{ мм.}$$

Глубина резания  $t=4/2=2$  мм., число рабочих ходов  $i=1$ . Подача выбирается в зависимости от характера обработки по табл. 20.

$$S_T=0,8 \dots 1,2 \text{ мм/об.}$$

Согласно паспортным данным станка принимается  $S_F=0,8$  мм/об.

В зависимости от глубины резания и подачи назначается скорость резания по табл. 22:

$$V_T=190 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

Данное значение скорости резания корректируется в зависимости от марки обрабатываемого материала ( $K_M$ ), характера заготовки и состояния ее поверхности ( $K_X$ ), марки режущей части резца ( $K_{MP}$ ) и применения охлаждения ( $K_{OX}$ ). По таблицам назначается  $K_M=1,0$ ;  $K_X=0,8$ ;  $K_{MP}=1,0$ ;  $K_{OX}=1,0$ . Корректирование заключается в умножении на поправочные коэффициенты.

$$V_P=V_T \cdot K_M \cdot K_X \cdot K_{MP} \cdot K_{OX}=190 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0=171 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

По расчетной скорости резания определяется расчетная частота вращения шпинделя:

$$n_p=(V_p \cdot 1000)/\pi D,$$

где  $D$  – максимальный диаметр заготовки на данном переходе, мм.

$$n_p=(171 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 40)=1361,46 \text{ мин}^{-1}$$



Согласно паспортным данным станка принимается  $n_{\phi}=1300 \text{ мин}^{-1}$

Вспомогательное время на переход назначается:

$$T_{B2}=0,5 \text{ мин.}$$

Основное время определяется по формуле:

$$T_O = (L \cdot i) / (n_{\phi} \cdot S_{\phi}), \text{ мин.},$$

где  $L$  – расчетная длина хода режущего инструмента, мм,

$i$  – количество рабочих ходов, шт,

$n_{\phi}$  – фактическая частота вращения заготовки,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$S_{\phi}$  – фактическая подача режущего инструмента, мм/об.

$$T_{O2} = [(40+2,5) \cdot 1] / (1300 \cdot 0,8) = 0,04 \text{ мин.}$$

Переход 3. Точить поверхность начисто

$$t=0,5 \text{ мин.}$$

$$S_T=0,8 \dots 1,2 \text{ мм/об.}$$

$$S_{\phi}=0,8 \text{ мм/об.}$$

$$V_T=131 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

$$V_P=131 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 117,9 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

$$n_P = (117,9 \cdot 1000) / (3,14 \cdot 40) = 938,69 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{\phi}=1000 \text{ мин}^{-1}$$

$$T_{B3}=0,5 \text{ мин.}$$

$$T_{O3} = (40 \cdot 1) / (1000 \cdot 0,8) = 0,05 \text{ мин.}$$

$$T_B = 1,7 + 0,5 + 0,5 = 2,7 \text{ мин.}$$

$$T_O = 0,04 + 0,05 = 0,09 \text{ мин.}$$

Техническая норма времени на операцию будет равна:

$$T_H=0,09+2,7+0,22=3,01 \text{ мин.}$$

### 3.3.3 Операция вертикально-сверлильная (015)

Переход 1. Установить, закрепить и снять заготовку.

$$T_{B1}=0,5 \text{ мин.}$$

Переход 2. Разметить и накернить место для отверстий.

Неполное штучное время на разметку

$$T_{H.шт.}=0,2 \text{ мин.}$$

Неполное штучное время на кернение

$$T_{H.шт.}=0,1 \text{ мин.}$$

Переход 3. Сверлить отверстие.

$$t=D_{CB}/2$$

$$t=10/2=5 \text{ мм.}$$

$$S_T=0,22 \text{ мм/об.}$$

$$S_F=0,22 \text{ мм/об.}$$

$$V_T=17 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

$$V_P=17 \cdot 0,9 \cdot 0,75=11,48 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

$$n_p=(11,48 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 5)=730,89 \text{ мин}^{-1}$$

Величина врезания и перебега сверла определяется по таблице 64:

$$Y=2 \text{ мм.}$$

$$T_{B3}=0,12 \text{ мин.}$$

$$T_{O3}=(30 \cdot 2)/(700 \cdot 0,22)=0,23 \text{ мин.}$$

Оперативное время без учета времени на разметку и кернение составит

$$T_{OP} = T_{B1} + T_{B3} + T_{O3} = 0,5 + 0,12 + 0,23 = 0,85 \text{ мин.}$$

$$T_D=(0,85/100) \cdot 6=0,051 \text{ мин.}$$

(при сверлении  $K=6\%$ ).

Переходы 4,7,10,13,16,19,22,25,28,31,34,37,40,43,46,49,52

Установить, закрепить и снять заготовку

$$T_{B1}=0,5 \cdot 17=8,5$$

Переходы 5,8,11,14,17,20,23,26,29,32,35,38,41,44,47,50,53

Разметить и накернить место для отверстия

Неполное штучное время на разметку

$$T_{н.шт.}=0,2 \cdot 17=3,4 \text{ мин.}$$

Неполное штучное время на кернение

$$T_{н.шт.}=0,1 \cdot 17=1,7 \text{ мин.}$$

Переходы 6,9,12,15,18,21,24,27,30,33,36,39,42,45,48,51,54

Сверлить отверстие

$$T_B=0,12 \cdot 17=2,04 \text{ мин.}$$

$$T_O=0,23 \cdot 17=3,91 \text{ мин.}$$

### 3.3.4 Операция вертикально-фрезерная (020)

Переход 1. Установить, закрепить и снять заготовку

$$T_{B1}=0,2 \text{ мин.}$$

Переход 2. Фрезеровать поверхность

$$t=5,5 \text{ мин.}$$

Фреза 2234-0151 ГОСТ 6648-79 имеет диаметр 4,3 мм, число зубьев 4.

$$S_T=0,02-0,01 \text{ мм/об.}$$

$$S_\Phi=0,02 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания назначается по таблице 75:

$$V_T=81 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

$$V_P=81 \cdot 0,9=72,9 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$$

$$n_p=(72,9 \cdot 1000)/(3,14 \cdot 16)=1451,04 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_\Phi=1500 \text{ мин}^{-1}$$

$$S_{\text{min.}\Phi}=S_T \cdot n_\Phi$$

$$S_{\text{min.}\Phi}=0,02 \cdot 1500=30 \text{ мм} \cdot \text{мин}^{-1}$$

Вспомогательное время на рабочий ход назначается по таблице 82:

$$T_{B2}=0,7 \text{ мин.}$$

Основное время определяется по формуле:

$$T_O = L \cdot i / S_{\min. \Phi},$$

где  $L$  – длина хода режущего инструмента с учетом врезания и перебега, мм.

$$T_O = 40 \cdot 1,0 / 30 = 1,33 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на операцию определяется из выражения:

$$T_B = \sum_{n=1}^n T_{Bi},$$

где  $T_{Bi}$  = вспомогательное время на выполнение  $i$ -перехода.

$$T_B = 0,8 + 0,07 + 0,2 + 0,1 + 0,5 + 0,5 + 1,7 + 0,5 + 0,2 + 0,1 + 0,12 + 8,5 + 3,4 + 1,7 + 2,04 + 0,1 + 0,7 = 21,23 \text{ мин.}$$

Основное время на операцию определяется из выражения:

$$T_O = \sum_{n=1}^n T_{Oi},$$

где  $T_{Oi}$  = основное время на выполнение  $i$ -перехода.

$$T_O = 0,72 + 0,04 + 0,05 + 0,23 + 3,51 + 1,33 = 5,28 \text{ мин.}$$

Общее время на изготовление кольца составит:

$$T = 5,28 + 21,23 = 26,51 \text{ мин.}$$

## **4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Труд как наиболее типичный вид деятельности служит средством удовлетворения жизненных потребностей человека. Выполняя трудовые операции, он сам способствует возникновению опасных ситуаций, несущих постоянную угрозу жизни и здоровью.

Сложность поведения человека при угрозе его жизни и здоровью, а также благоразумный выход из тяжелых ситуаций обусловлены следующими факторами: своевременность обнаружения опасности; правильным ее диагностированием; выбором способа адекватного реагирования на опасность.

Для обеспечения социальной защищенности работающих на производстве безопасность труда приобретает первостепенное значение.

Безопасность труда означает создание таких условий, при которых исключается воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Сам по себе опасный фактор не создает опасности, если нет условий, при которых он может воздействовать на работающих. Опасными условиями называют условия, при которых опасный производственный фактор может вызвать травму.

Наличие на рабочем месте опасного производственного фактора, опасных условий и действий приводят к возникновению опасной ситуации, за которой следует несчастный случай.

Снижение опасностей на производстве достигается двумя способами защиты человека: активным и пассивным.

Активная защита направлена на ликвидацию опасных факторов, условий и действий.

Пассивная – обеспечивается конструкцией оборудования, приспособлений, применением средств индивидуальной защиты и т. д.

Безопасность работника на производстве обеспечивается применением защитных ограждений, предохранительных и блокировочных устройств, сигнализаций, системой дистанционного управления процессами, средствами индивидуальной защиты и контролем исправности защитных средств. Организационные вопросы безопасности жизнедеятельности определяются законами, законодательствами, актами, и нормативно-технической документацией.

Ежегодно в хозяйстве разрабатывается план мероприятий, направленный на улучшение условий труда и его безопасность. Все средства, выделенные на эти мероприятия расходуются по назначению. Несмотря на ежегодное увеличение затрат на улучшения условий труда в хозяйстве имеются случаи производственного травматизма.

Профилактика производственного травматизма достигается различными путями, наиболее важные из них: создание безопасной техники на стадии проектирования и разработки организационных и технических мероприятий при ее эксплуатации.

Организация работ по улучшению условий труда на производстве должна начинаться с ввода в действие положения об организации работ по безопасности жизнедеятельности. Осуществляется это путем издания приказа по предприятию о назначении лиц, ответственных за проведение мероприятий по отраслям, отделениям, цехам, фермам, бригадам и т. д.

Одна из главных задач ответственных лиц, является исключение травматизма и заболеваемости среди работающих, путем строгого выполнения требований техники безопасности.

Для ремонтных мастерских необходимо выполнять следующие требования:

- ацетиленовые генераторы должны размещаться в одноэтажных помещениях с легкой кровлей и у наружной их стен.
- полы в производственных, складских и вспомогательных помещениях должны иметь твердое покрытие без щелей, выбоин и порогов, а также достаточную статическую и динамическую сопротивляемость, устойчивость к воздействию кислот, щелочей и масел.
- на полу должны обозначаться цветовыми полосами границы проездов.
- помещения для окраски машин, агрегатов или деталей, для зарядки аккумуляторов, а также газогенераторные, столярные, обойные и отделочные, для ремонта топливной аппаратуры не должны сообщаться со сварочными, кузнечными, термическими и жестяно-медницкими цехами и участками.
- все внутренние и наружные двери помещений должны открываться в сторону ближайшего выхода.
- чтобы избежать сквозняков и резкого охлаждения помещения, необходимо у наружных входов и въездов устраивать тамбуры.
- двери тамбуров должны снабжаться устройствами сомозакрывания.
- ширину проездов для автомашин при одностороннем движении не менее 3,5 м, а при двухстороннем – 6м, ширину ворот не менее 3м, а высоту более 3,5 м.

При техническом обслуживании МТП необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

- для проведения операций ТО в полевых условиях агрегат устанавливают на ровной горизонтальной площадке.
- для придания устойчивого положения под колеса трактора и сельскохозяйственной машины подкладывают прочные упоры.
- для осмотра или ремонта колес, а также некоторых других узлов ходовой части приходится приподнимать обслуживаемую машину. Эту операцию следует проводить только с применением исправных грузоподъемных средств.
- домкраты устанавливаются в местах указанных заводскими инструкциями.
- для обеспечения полной безопасности под навешенную машину ставят прочные козлы или подставки, которые необходимо периодически проверять на соответствующую грузоподъемность.
- запрещается применять в качестве упоров случайные предметы: кирпичи, диски колеса и т.д.
- При проведении ТО или устранения неисправности необходимо выполнять их при остановленной машине и неработающем двигателе или отключенном электроприводе.
- особую осторожность следует соблюдать при отсоединении трубопроводов или шлангов гидравлической системы машин. Перед выполнением этой операции необходимо убедиться, что рабочие органы навешиваемой машины опущены на землю. Травмирование может произойти от струи масла, вытекающей под большим давлением.
- на постах ТО транспортных средств широко используют эстокады. Для



обеспечения безопасности въезда и съезда в конструкции эстакады необходимо предусмотреть отбойные реборды и направляющие с уклоном не более 25%.

- в конце тупиковой эстакады устанавливают опорный брус.
- боковые площадки должны иметь перила высотой 1 м. [38]

*Требование безопасности к организации рабочего места.*

Рабочие место для ремонта сельскохозяйственных машин в мастерской определяется в соответствии с ОСТ 46.0.141. – 83 «Процессы производственные в сельском хозяйстве. Общие требования безопасности». Габариты площадки, отведенной для ремонта, должны обеспечивать размещение на ней оборудования, узлов, а также свободный доступ к любой части машины. Проходы должны соответствовать размерам деталей и узлов, перемещаемых в ручную или с помощью подъемно-транспортных устройств. На полу не должно быть масляных пятен, при обнаружении их засыпают опилками или песком.

Рабочее место должно быть хорошо освещено, чтобы свет не ослеплял работающего и обеспечивал достаточную освещенность, напряжение в электросети для местного искусственного освещения не должно превышать 36 В. На рабочем месте следует предусмотреть розетку для подключения переносной лампы при выполнении разборочно-сборочных работ на машине.

Переносная лампа должна иметь сетку для ограждения колбы от повреждений, крючок для подвешивания лампы и отражательный козырек для защиты глаз работающего.

На рабочем месте должен быть слесарный верстак с тисками и ящичкам для инструмента и приспособлений для разборки-сборки машин. Для

удобства работы верстак и тиски устанавливаются с учетом роста рабочего.

Для хранения снимаемых с машины для ремонта узлов и деталей на рабочем месте предусматривается устойчивый стеллаж. Крупногабаритные узлы (двигатель, задний мост, коробка перемены передач и др.). Кроме этого, рабочее место оборудуют подъемно-транспортным механизмом. Наиболее удобным средством является кран-балка с электротельфером. С ее помощью тяжелые детали можно быстро снять или установить на машину без применения физических усилий.

Для сбора смазочных материалов необходимо иметь специальные поддоны.

*Требование безопасности при диагностировании, ремонте и обкатки двигателей:*

- при ремонте двигателей предусмотрены следующие этапы работ: осмотр и приемка двигателей; предварительная дефектация и определение объема работ; разборочно-моечные; ремонт и восстановление деталей; сварочные и др.
- все рабочие места должны быть оснащены необходимым оборудованием, стендами, инструментами, слесарными верстаками, различными стеллажами и подставками для деталей и т. д. Слесарные верстаки должны иметь оградительную сетку и подложенные решетки.
- места для постановки двигателей в ремонт, а также проезды и проходы не должны быть загромождены деталями и отремонтированными двигателями.
- в соответствии с ГОСТ 12.1.012-76 «Воздух рабочей зоны». Температура воздуха в производственном помещении должна быть в пределах 14-16 °С, скорость движения воздуха – не более 0,5 м/сек, при температуре воздуха

ниже 10 °С. При температуре наружного воздуха +10 °С и выше, температура в производственном помещении должна быть в пределах 17-20 °С, скорость движения воздуха – не более 1 м/сек, но не менее 0,5 м/сек, относительная влажность воздуха не более 80%.

- пол помещения должен быть выполнен керамическими плитками и иметь уклон для стока жидкости к отводным каналам.

- помещение должно хорошо освещаться (освещенность не менее 150 лк), иметь достаточную вентиляцию и быть изолированным от основного цеха.

- перед обкаткой тщательно проверяют крепления всех узлов и деталей стенда и двигателя, наличие ограждения карданного вала, кожуха реостата и коллектора электродвигателя.

- перед обкаткой водяную рубашку двигателя заправляют водой, а картер двигателя – маслом, подсоединяют топливопровод к двигателю и заполняют топливную систему топливом. После обкатки масло, топливо и воду сливают.

При этом заправочные материалы не должны попадать на двигатель, стенд или пол, так как это опасно в пожарном отношении, к тому же загрязняет воздух и образует взрывоопасные смеси.

- при работе нельзя сообщать вал электродвигателя обороты, превышающие номинальные, так как это может привести к аварии.

- запускать двигатель на стенде следует при 500 об/мин по элетротахометру.

- в процессе работы необходимо следить за уровнем воды в реостате, он должен быть не ниже 100 мм от верхнего края бака. При доливе воды стенд надо отключить от сети.

- все работы, связанные с ремонтом или монтажом узлов и электрооборудования стенда, следует проводить только после полного

снятия напряжения.

- по окончании каждой смены стенд следует обесточить с помощью рубильника на электрошкафу, закрыть кран от верхнего бака с топливом и поставить трехходовой кран в положение «закрыто».

#### 4.1 Расчет заземления

Расчет заземляющих устройств сводится к определению количества заземлителей.

На рисунке 4.1 представлена принципиальная схема защитного заземления и заземляющее устройство.

Сопротивление тока одиночного стержневого заземлителя:

$$R_B = 0,366 \frac{\rho_{PB}}{\ell_B} \left( \lg \frac{4\ell_B}{d} \right); \text{ Ом}, \quad (4.1)$$

где  $\rho_{PB}$  – расчетное удельное сопротивление грунта вертикальных элементов:

$$\rho_{PB} = K_{CB} \cdot \rho, \quad (4.2)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом · м;

$K_{CB}$  – коэффициент сезона, позволяющий приблизительно учитывать увеличение  $\rho$  при промерзании;

$$\rho = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (4.3)$$

$$K_{CB} = 1,3, \quad (4.4)$$

$$\rho_{PB} = 60 \cdot 1,3 = 78 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (4.5)$$

$\ell_B$  – длина стержня, м;  $\ell_B = 4$  м;

$d$  – диаметр стержня, м;  $d = 0,2$  м;

$$R_B = 0,366 \frac{78}{4} \cdot \ell g \frac{4 \cdot 4}{0,2} = 9,8 \text{ Ом}, \quad (4.7)$$

$$R_B \leq 10 \text{ Ом}.$$

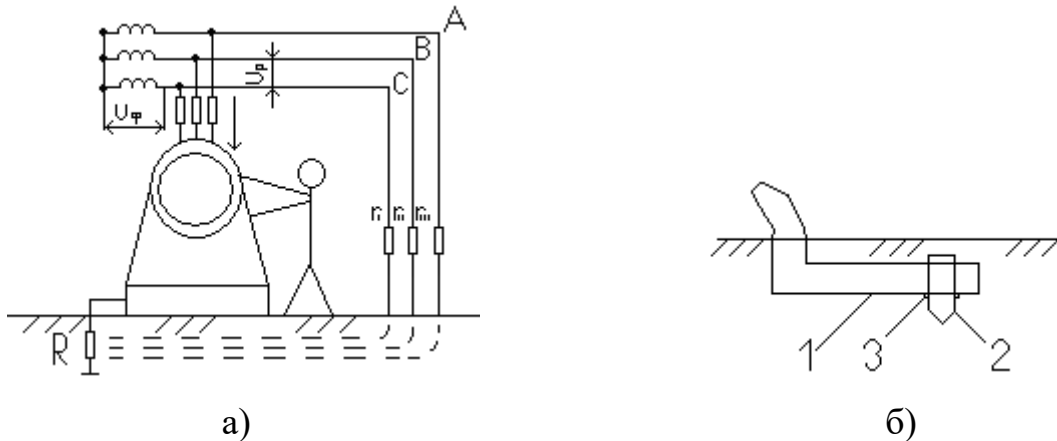


Рисунок 4.1 – Защитное заземление:

а – принципиальная схема; б – заземляющее устройство: 1 – соединительная полоса; 2 – заземлитель; 3 – сварка.

Рассчитаем число возможных стержней.

$$n = \frac{R_B}{R_n \cdot \eta_{\text{э}}}, \text{ шт.}, \quad (4.8)$$

где  $\eta_{\text{э}}$  – коэффициент использования заземлителей,  $\eta_{\text{э}} = 0,85$ ;

$R_n$  – нормативное сопротивление заземлителей,  $R_n = 4$  Ом;

$$n = \frac{9,8}{4 \cdot 0,85} = 2,3 \text{ шт.};$$

Принимаем  $n = 2$  шт. (число стержней).

## 4.2 Экологическая безопасность

Загрязнение атмосферы – одно из отрицательных основных последствий механизации современного мира. Один из главных источников загрязнения атмосферного воздуха в России – это различные выбросы. Выбросы в окружающую среду отработавших газов машин и тракторов, а также котельн представлено двумя группами. В одну из них входят неорганизованные выбросы, которые происходят вследствие неточности в аппаратуре и коммуникациях, неумело организованного транспортирования материалов и так далее. К другой группе относятся организованные выбросы. Их источники – дымовые трубы и вентиляционные системы.

Загрязнения воздуха могут вызвать общие недомогания, снижение работоспособности, кашель, головокружения и другие заболевания. Загрязнение атмосферного воздуха ведет также к отравлению и гибели животных. Вредные примеси в атмосфере задерживают ультрафиолетовые лучи.

Проблема борьбы с атмосферными загрязнениями сложна, многогранна и требует много сил и средств. Однако современный уровень научно-технического прогресса позволяет уменьшить образование опасных веществ и разработать меры предупреждающие загрязнения ими.

Мероприятия, направленные на предупреждение загрязнения атмосферного воздуха, снижение вредных примесей можно разделить на три группы:

1. Улучшение существующих и внедрение новых технологических процессов, использующих выделение опасных веществ в самом источнике их образования;
2. Улучшение устраний выбросов с помощью очистных сооружений;
3. Предотвращение загрязнения атмосферы рациональным размещением источников вредных выбросов и расширение площадей с

зеленым насаждениями.

#### 4.2.1 Расчет загрязнения

Основными элементами, вредными для здоровья человека, выделяющимися при работе дизельного двигателя являются: окись углерода, окись азота и окись альдегидов.

Их выделение рассчитывают по формуле:

$$G = \frac{(160 + 13,5V_n) \cdot \rho}{100}, \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}, \quad (4.9)$$

где  $\rho$  – содержание вредных веществ в отработавших газах, мг;

$V_n$  – рабочий объем цилиндров двигателя, л;

Для дизеля СМД-18Н:

$$V_n = 6,33 \text{ л.}$$

$$G = \frac{(160 + 13,5 \cdot 6,33) \cdot 0,054}{100} = 0,132 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Содержание окиси углерода при работе двигателя  $G = 0,132 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$ .

Расчет содержания других вредных веществ, проводится аналогично.

Результаты расчетов сводим в таблицы 4.1 и 4.2.

При недостаточной вентиляции рабочие могут получить отравление окисью углерода.

Симптомами отравления являются: головная боль, головокружение, бессонница, отсутствие аппетита, тошнота и усиленное сердцебиение.

Смертельной считается концентрация  $2,5 \frac{\text{мл}}{\text{л}}$ . Эти вещества попадают

также в окружающую среду.

Таблица 4.1 – Содержание вредных веществ в отработавших газах четырехтактного дизельного двигателя.

Наименование	Окись углерода, мг/м <sup>3</sup>	Окись азота, мг	Окись альдегидов, мг
Прогрев двигателя	0,071	0,07	0,051
Прогретый двигатель	0,054	0,05	0,037

Таблица 4.2 – Содержание вредных веществ в отработавших газах четырехтактного дизельного двигателя в зависимости от времени работы

Наименование	Окись углерода, мг/м <sup>3</sup>	Окись азота, мг	Окись альдегидов, мг
За 1 час	0,132	0,122	0,091
За смену	1,056	0,981	0,726
За месяц	23,232	21,582	15,972
За год	272,448	253,098	187,308

### 4.3 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях

Возникновение любой чрезвычайной ситуации, в том числе и техногенной катастрофы, вызывается сочетанием действий объективных и субъективных факторов, создающих причинный ряд событий. Непосредственными причинами техногенных катастроф могут быть внешние по отношению к инженерной системе воздействия (например, стихийные бедствия), условия и обстоятельства, связанные непосредственно с данной системой, в том числе технические неисправности, а также человеческие ошибки.

При обеспечении безопасности жизнедеятельности человека важное значение имеют: профилактика, прогнозирование и ликвидация последствий



чрезвычайных ситуаций.

*Чрезвычайная ситуация* – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления минимализации риска возникновения и последствий чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий снижающих вероятность опасного поражающего потенциала современных технических систем.

В рамках этого направления технические системы и объекты снабжаются различными защитными устройствами – средствами взрывозащиты и пожарозащиты технологического оборудования, электрозащиты и молниезащиты, локализации и тушение пожаров и так далее.

Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб гражданской обороны (ГО) и населения к действиям в чрезвычайной ситуации.

Основой второго направления является формирование планов действий в чрезвычайных ситуациях, создание которых невозможно без детальной разработки сценариев возможных аварий и катастроф на конкретных промышленных объектах.

Обеспечение устойчивого функционирования предприятия в чрезвычайных ситуациях мирного времени – важная группа задач по ЧС.

План работы ЧС объекта на мирное время является основным рабочим документом штаба ЧС. Он должен содержать подробную характеристику объекта; прогнозную оценку ситуации на объекте при различных видах чрезвычайных ситуаций; перечень выполняемых мероприятий и

последовательность действий всех служб и подразделений ЧС объекта в условиях чрезвычайной ситуации.

К плану прилагаются следующие документы и дополнения:

- схема – территория объекта (с указанием предназначения зданий и коллектива работников в каждом);
- инструкции безаварийной остановки отдельных видов производств;
- схема расположения пожарных гидрантов, пожарных кранов, средств пожаротушения;
- список руководящего состава (домашний адрес и телефон), которые должны быть немедленно оповещены об аварии;
- ведомость обеспеченности индивидуальными средствами защиты работников, с указанием мест их складирования и хранения;
- перечень организаций по оказанию экстренной медицинской помощи;
- перечень формирований (добровольная пожарная дружина и так далее);
- список аварийно-технических служб района;
- принятая в районе ведомства система информации и докладов по чрезвычайным ситуациям.

Одним из основных способов защиты населения в чрезвычайных ситуациях мирного времени являются защитные сооружения от ЧС: убежища и противопожарные укрытия (коллективные средства защиты).

Рассмотрим перечень пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных технических систем и объектов.

При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения целесообразно размещать ниже поверхности земли, что повышает их устойчивость. Для промышленных магистралей надо иметь не менее двух-трех вводов от городских магистралей. Следует предусмотреть возможность ремонта данных систем без их остановки и отключения водоснабжения других потребителей.

Весьма важной является система водоотведения загрязненных (сточных)

вод, (система канализации). В результате ее разрушения создаются условия для развития болезней и эпидемий. Скопления сточных вод на территории объекта затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ.

Повышение устойчивости системы канализации достигается созданием резервной сети труб по которым может отводиться загрязненная вода при аварии основной сети.

Должна быть разработана схема аварийного выпуска сточных вод непосредственно в водоемы. Насосы, используемые для перекачки загрязненной воды, комплектуются надежными источниками электропитания.

В разных чрезвычайных ситуациях электрические сооружения и сети могут получить разрушения и повреждения. Их наиболее уязвимыми частями являются наземные сооружения (электростанции, подстанции, трансформаторные станции), а также воздушные линии электропередач. В современных крупных энергосистемах применяются различные автоматические устройства, способные практически мгновенно поврежденные электроисточники сохраняя работоспособность системы в целом.

Для повышения устойчивости системы электроснабжений в первую очередь целесообразно заменить воздушной линией электропередач на кабельные (подземные) сети, использовать резервные сети для запитки потребителей, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта (передвижные электрогенераторы).

Весьма важно обеспечить устойчивость системы газоснабжения, так как при ее разрушении или повреждении возможны возникновения пожаров и взрывов, а также выход газа в окружающую среду, что значительно затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ.

Основные мероприятия по увеличению устойчивости систем газоснабжения следующие: сооружение подземных обводных газопроводов

(бассейнов), обеспечивающих подачу газа в аварийных условиях; использование устройств обеспечивающих возможность оборудования при пониженном давлении в газопроводах; создание аварийного запаса альтернативного вида топлива; осуществление газоснабжения объекта от нескольких источников (газопроводов); создание подземных газохранилищ высокого давления; использование на закольцованных системах газоснабжения отключающих устройств, установленной на распределительной сети.

В результате чрезвычайной ситуации может быть серьезно повреждена система теплоснабжения предприятия, что создает серьезные трудности для их функционирования, особенно в холодный период года. Так, разрушение трубопроводов с горячей водой или паром может повлечь их затопление и затруднить локализацию и ликвидацию аварии.

Основными способами повышения устойчивости внутреннего оборудования тепловых сетей является их дублирование. Необходимо также обеспечить возможность отключения поврежденных участков теплосетей без нарушения режима теплоснабжения потребителей, а также создать системы резервного теплоснабжения.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ

### 5.1 Определение стоимости модернизации стенда для диагностики и ремонта ДВС

Стенд для диагностики и ремонта ДВС позволяет улучшить и облегчить условия труда при ремонте ДВС а также расширить функциональные возможности, за счет того что используется параллельно-тяговая система, которая позволяет устанавливать двигатель на требуемую высоту. При этом вал могут устанавливать как кантователи, так и плиты для крепления ремонтируемых узлов и агрегатов.

Для экономического обоснования определяем затраты на его изготовление при условии, что изготовление будет выполняться в ремонтной мастерской данного хозяйства, для которого оно предназначено:

$$C_M = C_B - C_C + C_{\text{укон}}, \quad (5.1)$$

где

$C_M$  – затраты на модернизацию, руб.;

$C_B$  – стоимость базового стенда, руб.;

$C_C$  – стоимость снимаемых деталей стенда, руб.

$C_{\text{укон}}$  – затраты на изготовление конструкции, руб.

Целевые затраты на изготовление конструкции составляют:

$$C_{\text{у.кон.}} = C_{\text{о.д.}} + C_{\text{п.д.}} + C_{\text{в.м.}} + H_{\text{о.п.}} + C_{\text{п.л.}}, \quad (5.2)$$

где

$C_{\text{о.д.}}$  - затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{\text{п.д.}}$  - цена покупных деталей, руб.;

$C_{\text{п.и.}}$  - заработная плата рабочих, занятых на изготовлении и сборке, руб.;

$C_{\text{в.м.}}$  — затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$H_{o.п.}$  - цеховые накладные расходы на модернизацию конструкции, руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей:

$$C_{o.д.} = Z_{п.о.} + C_{м.о.}, \quad (5.3)$$

где  $Z_{п.о.}$  - оплата труда (с отличиями на социальные нужды) производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.;

$C_{м.о.}$  - стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.;

$$C_{м.о.} = Q_{з.о.} * Ц_{з.о.}, \quad (5.4)$$

где  $Q_{з.о.}$  - масса заготовок для изготовления оригинальных деталей, кг;  
 $Ц_{з.о.}$  - цена килограмма заготовки для изготовления оригинальных деталей, руб.

В оригинальные детали входят 2 обода с монтажными зажимами массой  $Q_{з.о.1}=15$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.1} = 28,6$  руб., фиксатор массой  $Q_{з.о.2}=0,14$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.2} = 36,2$  руб., фиксатор массой  $Q_{з.о.3}=1,2$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.3} = 29,8$  руб., 2 тяги верхних (труба) массой  $Q_{з.о.4}=0,9$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.4} = 18,6$  руб., 2 тяги верхних (швеллер) массой  $Q_{з.о.5}=1,5$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.5} = 30,5$ руб., 4 колесика  $Q_{з.о.6}=1,2$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.6} = 25,8$  руб., 2 тяги нижних (труба)  $Q_{з.о.7}=1,19$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.7} = 18,6$  руб., 2 тяги нижних (швеллер) массой  $Q_{з.о.8}=1,8$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.8} = 30,5$  руб., рама несущая  $Q_{з.о.9}=93,5$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.9} = 22,5$  руб., корпус ступицы  $Q_{з.о.10}= 4$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.10} = 27,6$  руб., 2 фиксатора массой  $Q_{з.о.11}=0,14$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.11} = 22,5$  руб., правый и левый треугольники  $Q_{з.о.12} = 12$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.12} = 20,6$  руб., обод фиксационный массой  $Q_{з.о.13} = 26,3$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.13} = 30,0$  руб., крышка массой  $Q_{з.о.14} = 2,3$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.14} = 25,5$  руб. , 2 шестерни массой  $Q_{з.о.15} = 0,9$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.15} = 30,2$  руб., 2 рейки массой  $Q_{з.о.15} = 0,3$  кг по цене за 1 кг  $Ц_{з.о.16} = 26,5$  руб.

$$C_{м.о.1} = 2 * 15 * 28,6 = 858,0 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o2} = 0,14 * 36,2 = 5,1 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o3} = 0,12 * 29,8 = 3,6 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o4} = 2 * 0,9 * 18,6 = 33,5 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o5} = 2 * 1,5 * 30,5 = 91,5 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o6} = 4 * 1,2 * 25,8 = 123,8 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o7} = 2 * 1,19 * 18,6 = 44,3 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o8} = 2 * 1,8 * 30,5 = 109,8 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o9} = 93,5 * 22,5 = 2103,8 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o10} = 4 * 27,6 = 110,4 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o11} = 22,3 * 22,5 = 501,8 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o12} = 2 * 12 * 20,6 = 494,4 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o13} = 26,3 * 30,0 = 789,0 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o14} = 2,3 * 25,5 = 58,7 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o15} = 2 * 0,9 * 30,2 = 54,4 \text{ руб.}$$

$$C_{M.o16} = 2 * 0,03 * 26,5 = 15,9 \text{ руб.}$$

Общая стоимость материала, израсходованного на изготовление оригинальных деталей составляет.

$$C_{M.o} = 858,0 + 5,1 + 3,6 + 33,5 + 91,5 + 123,8 + 44,3 + 109,5 + 2103,8 + 501,8 + 494,4 + 789,0 + 58,7 + 54,4 + 15,9 = 5287,3 \text{ руб.}$$

Стоимость покупных деталей, изделий, агрегатов берем по рыночным ценам, действующим в данный момент.

К покупным деталям относятся:

12 болтов М8х60 ГОСТ 7808-70 по цене 17,6 руб., 15 винтов М8х55 ГОСТ 9680-80 по цене 16,3 руб., 9 гаек М8 ГОСТ 5915-70 по цене 17,2 руб., 4 гайки М20 ГОСТ 5915-70 по цене 20,2 руб., 6 подшипников 8010707 ГОСТ 7242-81 по цене 200 руб., 2 подшипника 7000114К ГОСТ 8338-75 по цене 220 руб.

$$C_{п.у.} = 12 * 17,6 + 15 * 16,3 + 9 * 17,2 + 4 * 20,2 + 6 * 200 + 2 * 220 = 2331,3 \text{ руб.}$$

Оплата рабочих занятых на изготовлении оригинальных деталей,

состоит из основной, дополнительной и отчислений на социальные нужды:

$$Z_{п.о.} = Z_o + Z_d + C_{соц.}, \quad (5.5)$$

где

$Z_o$  и  $Z_d$  - основная и дополнительная заработная плата, руб;

$C_{соц.}$  — начисления на социальные нужды, руб.

Основная оплата труда производственных рабочих находится по формуле:

$$Z_o = T_{изг.} * C_ч, \quad (5.6)$$

где  $T_{изг.}$  - средняя трудоемкость изготовления оригинальных деталей, чел-ч;

$C_ч.$  - часовая ставка рабочих, исчисляемая на 4 разряде, руб./ч.

Средняя трудоемкость изготовления оригинальных деталей

$$T_{изг} = 36,4 \text{ чел-ч}$$

Часовая ставка рабочих, исчисляемая по 4 разряду составляет:  $C_ч = 101,34$  руб./ч. Определяем заработную плату рабочих:

$$Z_o = 36,4 * 101,34 = 3689 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата, руб.:

$$Z_d = (K_d - 1) * Z_o, \quad (5.7)$$

где

$K_d$  - коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате равной 1,125...1,130

$$Z_d = (1,13 - 1) * 3689 = 480 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды, руб.:

$$C_{соц.} = K_{соц.} * (Z_o + Z_d) / 100, \quad (5.8)$$

где  $K_{соц.} = 21,7$  - процент начислений на социальные нужды;

$$C_{соц.} = 21,7 * (3689 + 480) / 100 = 1130 \text{ руб.}$$

$$Z_{по} = 3689 + 480 + 1130 = 4299 \text{ руб.}$$



Затраты на изготовление оригинальных деталей:

$$C_{\text{од}} = C_{\text{мо}} + Z_{\text{по}}, \quad (5.9)$$

$$C_{\text{од}} = 5287,3 + 4299 = 9586 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, рассчитываем аналогично оплате труда на изготовление:

$$Z_{\text{сб.к}} = Z_{\text{о.сб.}} + Z_{\text{д.сб.}} + C_{\text{соц.сб.}}, \quad (5.10)$$

Основная оплата труда производственных рабочих, занятых на сборке конструкции:

$$Z_{\text{о.сб.}} = T_{\text{сб.}} * C_{\text{ч}} \quad (5.11)$$

где

$C_{\text{ч}}$  - часовая ставка рабочих, исчисляемая на 4 разряду для повременных работ;  $C_{\text{ч}} = 101,34$  руб./ч.

$T_{\text{сб.}}$  - нормативная трудоемкость сборки элементов конструкции, чел-ч;

$$T_{\text{сб.}} = K_{\text{с}} * t_{\text{сб.}}, \quad (5.12)$$

где  $K_{\text{с}} = 0,76$  — коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки;

$t_{\text{сб.}}$  - суммарная трудоемкость сборки составных частей конструкции, чел-ч.

Нормативная трудоемкость сборки элементов конструкции:

$$T_{\text{сб.}} = 0,76 * 3,12 = 2,37 \text{ чел.-ч.}$$

Основная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции:

$$Z_{\text{о.сб.}} = 2,37 * 101,34 = 240 \text{ руб.}$$

Дополнительная работная плата рабочих, занятых на сборке

конструкции:

$$З_{д.сб.} = (1,13 - 1) * 240 = 312 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{соц.сб.} = 21,7 (240+312)/100 = 588 \text{ руб.};$$

$$З_{сб.к.} = 240+312+588 = 330 \text{ руб.}$$

Стоимость вспомогательных материалов определяем по формуле:

$$C_{в.м.} = P * (C_{пу} + C_{од})/100, \quad (5.13)$$

где P - процент вспомогательных материалов от стоимости основных материалов  $P=2...4\%$ ;

$$C_{в.м.} = 2 * (5287,3+2331,3)/100 = 152,4 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции:

$$H_{оп} = 0,01 * (З_{по} + З_{сб.к.}) * R_{оп}, \quad (5.14)$$

где  $З_{по}$ ,  $З_{сб.к.}$  - основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции (включая сборку), руб.;  $R_{оп}$  - процент общепроизводственных расходов, % ( $R_{оп} = 142\%$ ).

$$H_{оп} = 0,01 * (3689+240) * 142 = 5579,2 \text{ руб.}$$

Так как изготовление конструкции выполняет в том же хозяйстве, но другом цехе, в затраты включаются и общехозяйственные расходы ( $H_{ох}$ ), т.е.:

$$H_{ох} = 0,01 * R_{ох} * (З_{по} + З_{сб.к.})$$

где  $R_{ох}$  - процент общехозяйственных расходов,  $R_{ох} = 20\%$ .

$$H_{ох} = 0,01 * (3689+240) * 20 = 786 \text{ руб.}$$

Определим общую сумму затрат на изготовление стенда

$$C_{ц.кон} = 9586 + 2331,3 + 330 + 152,4 + 5579,2 + 786 = 18765 \text{ руб.}$$

Стоимость снимаемых деталей (стойки, тяги) составляет 1896,8 руб.

Таким образом, стоимость модернизированного стенда составит

$$C_m = 48000 + 18765 - 1896,8 = 64868 \text{ руб.}$$

## 5.2 Экономическая эффективность внедрения модернизированного стенда для диагностики и ремонта ДВС

Модернизированный стенд сравниваем с серийно выпускаемым.

Трудоемкость осуществления одного капитального ремонта и диагностирования составит при базовом оборудовании  $T_{рб} = 14$  чел-ч., при модернизированном  $T_{рп} = 8,3$  чел-ч.

Снижение трудоемкости составит

$$C_{mp} = \frac{T_{рп} - T_{рб}}{T_{рб}} * 100\% = \frac{8,3 - 14}{14} * 100 = 40,7\%$$

Удельные эксплуатационные затраты составляют:

$$\mathcal{E}_{уд} = Z_{п} + A_{т} + P_{т} + T_{с} + П_{з} + H_{оп} + H_{ох}, \quad (5.14)$$

где

$\mathcal{E}_{уд}$  – удельные эксплуатационные затраты;

$Z_{п}$  – заработная плата обслуживающего персонала

$A_{т}$  – амортизационные отчисления на полное восстановление основных средств;

$P_{т}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание;

$T_{с}$  – затраты на электроэнергию;

$П_{з}$  – прочие прямые затраты;

$H_{оп}$  – общепроизводственные накладные расходы;

$H_{\text{ох}}$  – общехозяйственные накладные расходы.

Затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды

$$Z_{\text{п}} = T_{\text{рб}} * C_{\text{ч}} * K_0 * P_{\text{соц}}, \quad (5.15)$$

где:

$L$  – количество обслуживающего персонала в технологическом процессе, чел.

$T_{\text{рб}}$  – трудоемкость одного ремонта,

$C_{\text{ч}}$  – часовая тарифная ставка, руб. (в нашем случае 101,34 руб.)

$K_0$  – коэффициент увеличения оплаты труда по тарифу, который учитывает следующие надбавки:  $K_0 = 1,544$

$P_{\text{соц}}$  – отчисления на социальные нужды, % (составляют в настоящее время 21,7 %)

Таким образом

При существующем оборудовании

$$Z_{\text{пб}} = 2 * 14 * 101,34 * 1,554 * 1,217 = 5366 \text{ руб}$$

При проектируемом оборудовании

$$Z_{\text{пп}} = 2 * 8,3 * 101,34 * 1,554 * 1,217 = 3181 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на восстановление основных средств определяются по формуле

$$A_m = \frac{B_c * a}{N} \quad (5.16)$$

$B_c$  – балансовая стоимость основных средств, руб.

$a$  – норма амортизационных отчислений, %

$N$  – годовая программа загрузки оборудования, шт.

При существующем оборудовании

$$A_m = \frac{48000 * 0,125}{13} = 461,5 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$A_m = \frac{64868 * 0,125}{13} = 624 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и планово-техническое обслуживание рассчитывают по формуле:

$$P_m = \frac{B_c * p}{N}, \quad (5.17)$$

Где  $p$  – норматив затрат на планово-техническое обслуживание,  $p = 4 \%$

При существующем оборудовании

$$P_m = \frac{48000 * 0,04}{13} = 147,7 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$P_m = \frac{64868 * 0,04}{13} = 200 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитывают по формуле

$$T_c = T_p * q * Ц, \quad (5.18)$$

где:

$q$  – расход электроэнергии за единицу времени кВт-ч.

$Ц$  – отпускной тариф на электроэнергию за 1 кВт-ч, руб. (4 руб.)

При существующем оборудовании

$$T_{сб} = 14 * 5 * 4 = 280 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$T_{сп} = 8,3 * 5 * 4 = 166 \text{ руб.}$$

Прочие прямые затраты устанавливаются в размере 10 % от суммы всех прямых затрат

При существующем оборудовании

$$П_3 = (5366 + 461,5 + 147,7 + 280) * 0,1 = 625 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$П_3 = (3181 + 624 + 200 + 166) * 0,1 = 417 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы определяются по формуле:

$$H_{\text{оп}} = Z_{\text{п}} * n_{\text{оп}}, \quad (5.20)$$

где  $n_{\text{оп}}$  – процент общепроизводственных накладных расходов (145 %)

При существующем оборудовании

$$H_{\text{оп}} = 5366 * 1,45 = 7781 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$H_{\text{оп}} = 3181 * 1,45 = 4612 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные накладные расходы определяются по формуле

$$H_{\text{ох}} = Z_{\text{п}} * n_{\text{ох}}, \quad (5.21)$$

где  $n_{\text{ох}}$  – процент общехозяйственных накладных расходов (в нашем случае он составит 20 %)

При существующем оборудовании

$$H_{\text{ох}} = 5366 * 0,2 = 1073 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$H_{\text{ох}} = 3181 * 0,2 = 636 \text{ руб.}$$

Удельные эксплуатационные затраты составляют

При существующем оборудовании

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = 5366 + 461,5 + 147,7 + 280 + 625 + 7781 + 1073 = 15734 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = 3181 + 624 + 200 + 166 + 417 + 4612 + 636 = 9836 \text{ руб.}$$

Эксплуатационные затраты на весь объем выполняемых работ определяется

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{E}_{\text{уд}} * N, \quad (5.22)$$

При существующем оборудовании

$$\mathcal{E}_{36} = 15734 * 13 = 204542 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$\mathcal{E}_{\text{зп}} = 9836 * 13 = 127868 \text{ руб.}$$

Снижение эксплуатационных затрат

$$C_{\text{эз}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{зб}} - \mathcal{E}_{\text{зп}}}{\mathcal{E}_{\text{зб}}} * 100\% = \frac{204542 - 127868}{204542} * 100\% = 37,5\%$$

Годовая экономия эксплуатационных затрат составит

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = \mathcal{E}_{\text{зб}} - \mathcal{E}_{\text{зп}}, \quad (5.23)$$

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = 204542 - 127868 = 76674 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты

$$П_{\text{затр}} = \mathcal{E}_{\text{з}} + E_{\text{н}} * K, \quad (5.24)$$

где

$П_{\text{затр}}$  – приведенные затраты, руб.

$E_{\text{н}}$  – норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений ( $E_{\text{н}} = 0,1$ ),

$K$  – капитальные вложения, руб.

При существующем оборудовании

$$П_{\text{затрб}} = 204542 + 48000 * 0,1 = 209342 \text{ руб.}$$

При проектируемом оборудовании

$$П_{\text{затрп}} = 127868 + 64868 * 0,1 = 134355 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект по приведенным затратам

$$\Gamma_{\text{э}} = П_{\text{затрб}} - П_{\text{затрп}}, \quad (5.25)$$

$$\Gamma_{\text{э}} = 209342 - 134355 = 75000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$O = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (5.26)$$

где:  $\Delta K$  – дополнительные капитальные вложения, руб.

$\mathcal{E}_{год}$  – годовая экономия эксплуатационных затрат

При проектируемом оборудовании

$$O = \frac{64868 - 48000}{76674} = 0,22 \text{ года}$$

Полученные данные сведем в таблицу 5.1.

Таблица 5.1. – Экономическая эффективность модернизации стенда

Показатели	Базовый вариант	Проектный вариант
Капитальные вложения, руб.	48000	64868
Дополнительные капитальные вложения, руб.		16868
Годовой фронт работ, шт	13	13
Эксплуатационные затраты на ремонт и ТО, руб.	204542	127868
Снижение эксплуатационных затрат, %	-	37,5
Годовая экономия эксплуатационных затрат, руб.		76674
Приведенные затраты, руб.	209342	134355
Годовой экономический эффект, руб.	-	75000
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	-	0,22

Данные таблицы показывают, что модернизация стенда для диагностики и ремонта ДВС приведет к снижению эксплуатационных затрат на 37,5 % , при этом годовая экономия эксплуатационных затрат составит 76674 руб., а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет 0,22 года или 80 дней.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ существующих конструкций стендов для ремонта и диагностики ДВС позволил определить наиболее рациональную модель для проведения модернизации, которая приведет к снижению затрат на ремонт, ТО и диагностирование машин.

В результате модернизации ремонтируемый двигатель можно установить в любом удобном положении, как для ремонта, так и для диагностики.

Проведены необходимые инженерные и экономические расчеты, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности и экологии.

Использование данного стенда позволяет улучшить и облегчить условия труда при ремонте ДВС, которое позволяет снизить трудоемкость с 0,5 до 0,3 чел.-ч. Это устройство окупится через 80 дней и позволит экономить по 76 тыс. руб. в год.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аллимцев В.А. и др. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А. Аллимцев, А.Д. Ананьин, В.М. Михлин. – М.: Агропромиздат, 1991. – 367 с. ил.- (Учебники и учебное пособие для студентов высших учебных заведений).
2. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990.-352 с., ил.
3. Банников А.Г. и др. Основы экологии и охрана окружающей среды. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1996.-303 с., ил.
4. Бельских В.И. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов.- 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1979.-416 с., ил.
5. Белявцев А.В., Процеров А.С. Топливная аппаратура автотракторных дизелей. – М.: Росагропромиздат, 1988.-223 с., ил.
6. Буралев Ю.В., Павлова Е.И. Безопасность жизнедеятельности на транспорте. – М.: Трамепорт, 1999.-200 с.
7. Варнаков В.В. и др. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения / В.В.Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков – М.: Колосс, 2003 .-253 с., ил. (Учебники и учебное пособие для студентов высших учебных заведений).
8. Власов П.А., Галкин А.М., Степанов В.Н. Курсовое проектирование по надежности и ремонту машин, – ПГСХА, 1995 г. – 85 с.
9. Волкова Н.А. Экономическое обоснование инженерно-технических решений в дипломных проектах. – Пенза: Пензенская ГСХА, 2000.-159 с.
10. Волкова Н.А., Коновалов В.в., Спицын И.А., Иванов А.С. Экономическая оценка инженерных проектов (методика и примеры расчетов на ЭВМ) – Пенза: РИО ПГСХА, 2002.-242 с.

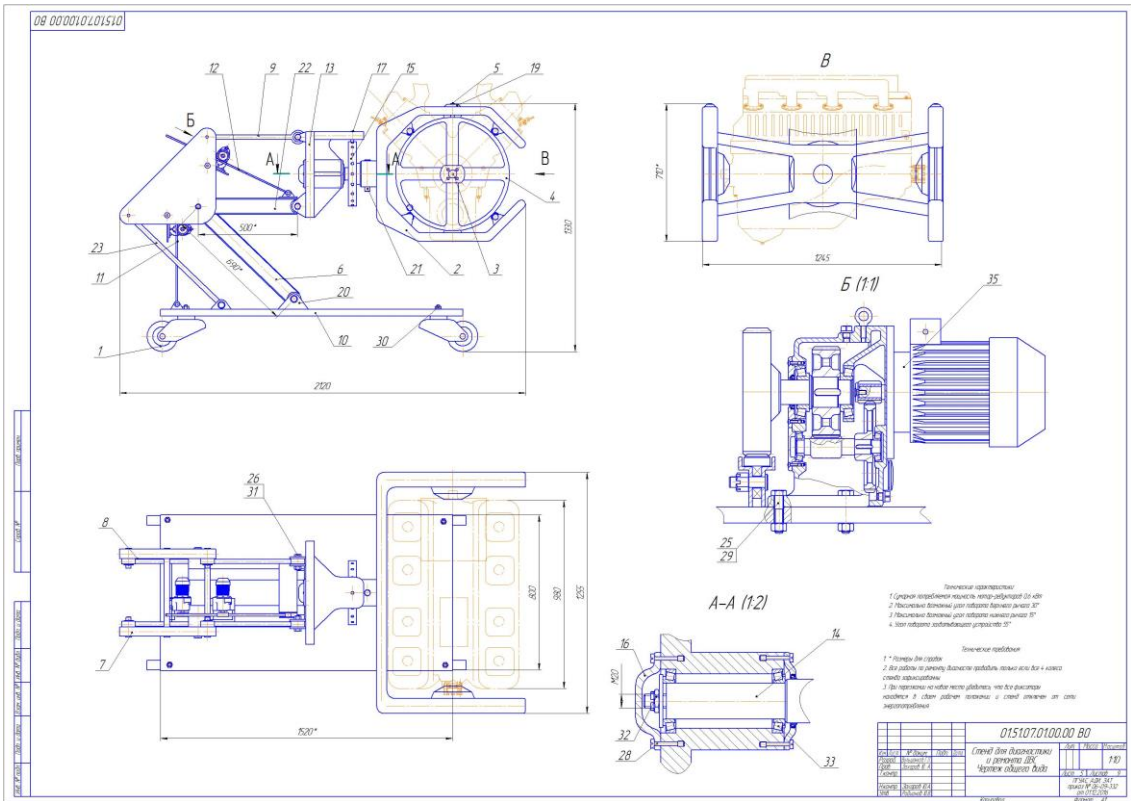
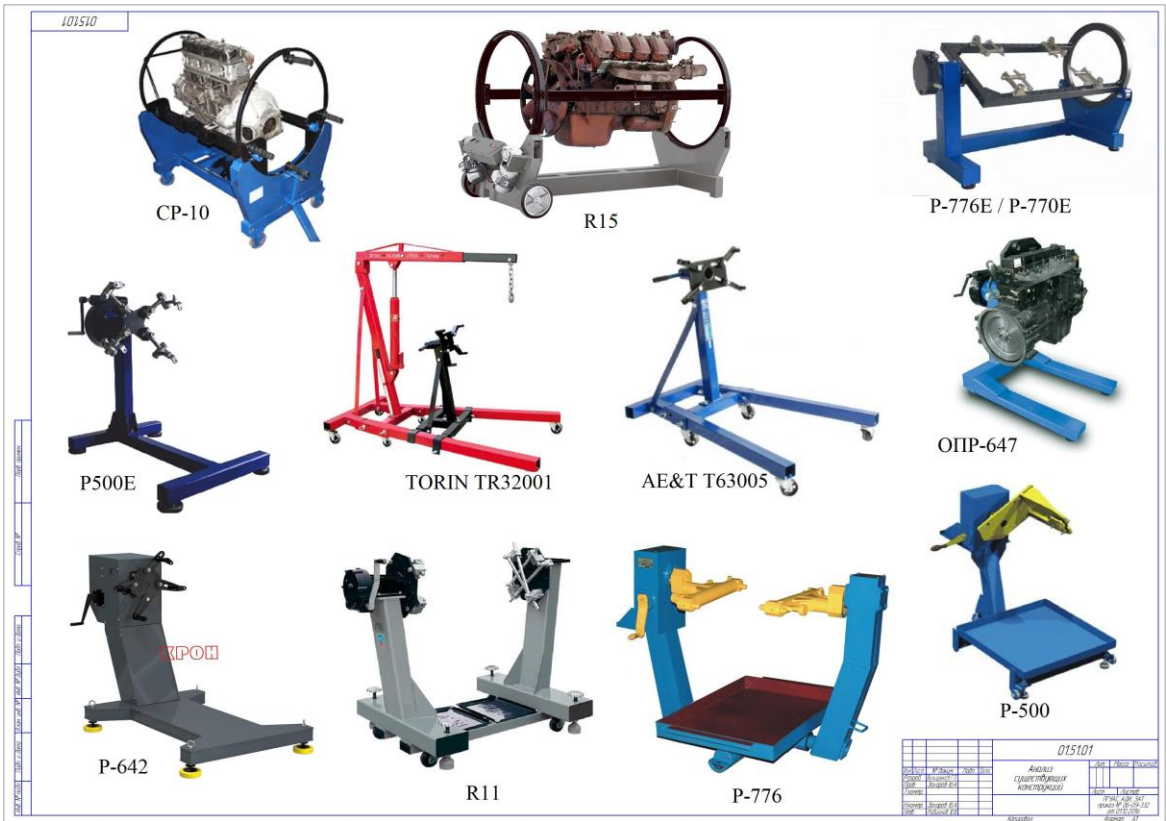
11. Волкова Н.А., Столярова О.А., Остробородов А.В. Экономика технического сервиса в АПК.- Пенза: РИО ПГСХА, 2003.-120 с.
12. Г.С. Писаренко. Сопротивление материалов. 3-е изд., испр. и доп. – Киев: «Высшая школа», 1973.-672 с.
13. Горошкин А.К. Приспособление для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
14. Дмитриев С.А. Гражданская оборона на объектах агропромышленного комплекса. – М.: Агропромиздат, 1990.-351 с.
15. Емельянов П.А., Кирин Е.М., Овтов В.А. Инженерная графика в дипломном проектировании. – Пенза: РИО ПГСХА, 2003.-150 с.
16. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 2003.-432 с., ил.
17. Зябиров И.М., Иванов А.С., Жижин Р.В. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Диагностика и техническое обслуживание машин». – Пенза: РИО ПГСХА, 2003 г.
18. Колпаков А.П., Карноухов И.Е. Проектирование и расчет механических передач. – М.: Колос, 2000 г. – 328 с., ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
19. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. Ч. 1 / Министерство сельского хозяйства СССР, Министерство плодоовощного хозяйства СССР. – М.: ГОСНИТИ, 1985. – 143 с.
20. Гузенков П.Г. Учеб. пособие для студентов вузов. – 3 – е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1982. – 351 с., ил.
21. Ларионов В.И. Безопасность ремонта сельскохозяйственной техники. – М.: Россельхозиздат, 1980 – 45 с.
22. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. высш. учеб. заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 336 с.

23. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
24. Методические указания по контролю за соблюдением норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) и временно согласованных выбросов (ВСВ) вредных веществ в атмосферу на предприятиях по ремонту и техническому обслуживанию сельскохозяйственной техники. Г.Н. Ефимов, В.А. Снаговский, В.В. Додохьянц, А.И. Уклистый. – М.: ГОСНИТИ, 1988 – 49 с.
25. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельмов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000.-776 с., ил.
26. Павлова Е.И. Экология транспорта.- М.: Транспорт, 2000.-248 с.
27. Производственная эксплуатационная машинно-тракторного парка / А.А. Замгиев, Г.П. Пышко, А.Н. Скороходов. – М.: Колос, 1996. - 320 с. ил.
28. Руководство по диагностированию тракторов. – М.: ГОСНИТИ, 1984.- 108 с., ил.
29. Руководство по техническому диагностированию при техническом обслуживании и ремонте тракторов и сельскохозяйственных машин.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001.-252 с.
30. Серый И.С., Смелов А.к., Черкун В.Е. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – М.: Агропромиздат, 1991.-184 с.
31. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин по результатам диагностирования. – М.: Информагротех, 1995.- 64 с.
32. Специализированное оборудование и инструмент для технического сервиса в АПК.- М.: ГОСНИТИ, 1997 г.
33. Спицын И.А. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. – Пенза, ВЦ ПГСХА, 1999. – 100 с.
34. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства.

- М.: Информ-агротех, 1995.-576 с.
- 35.Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка. (С.А. Иофимов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев; под ред. С.А. Иофинова. – М.: Агропромиздат, 1985.-272 с., ил.
- 36.Укрупненные нормативы времени на ремонт сельскохозяйственной техники.- 3-е доп. изд. – М.: Информагробизнес, 1993 г.
- 37.Справочник конструктора-машиниста-строителя. (под. ред. Анурьева В.И.) В 3-х т. Т. 2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 559 с., ил.
- 38.Филатов Л.С. Техника безопасности на ремонтных предприятиях сельского хозяйства. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 206 с.
- 39.Хмелевой Н.М. Справочник мастера-наладчика. – М.: Россельхозиздат, 1980.-271 с., ил.
- 40.Чернокванов В.И., Северный А.Э., Посев В.Н. и др. Технологическое оснащение сервисных предприятий. – М.: ГОСНИТИ, 1997 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Аннотация	4
Введение	5
1. Анализ существующих конструкций	5
2. Стенд для диагностики и ремонта двигателей	25
2.1 Устройство и принцип работы	25
2.2 Расчет винтовой пары	27
2.3 Расчёт болтового соединения	31
3. Технологический процесс изготовления кольца	36
3.1 Краткая характеристика детали. Выбор и определение размеров заготовки.	36
3.2 Выбор технологического маршрута заготовления кольца, оборудования и технологической оснастки.	36
3.3 Выбор режимов резания и определение технической нормы времени	38
4. Безопасность жизнедеятельности на производстве	45
4.1 Расчет заземления	52
4.2 Экологическая безопасность	54
4.3 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях	56
5. Экономическое обоснование работы	61
5.1. Определение стоимости модернизации стенда для диагностики и ремонта ДВС	61
5.2. Экономическая эффективность внедрения модернизированного стенда для диагностики и ремонта ДВС	67
Заключение	73
Список литературы	74
Содержание	78

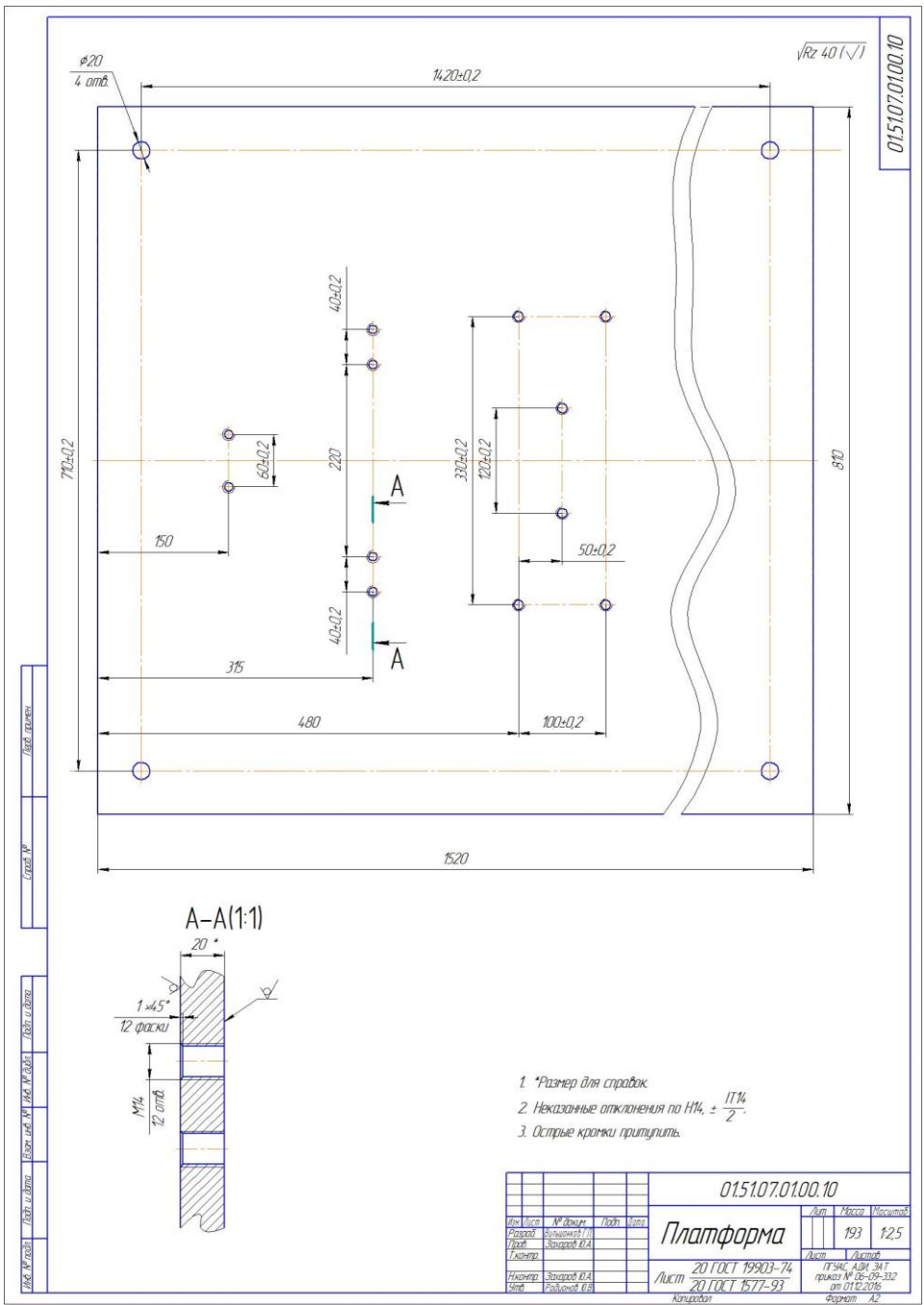






Показатели	Базовый вариант	Проектный вариант
Капитальные вложения, руб.	48000	64868
Дополнительные капитальные вложения, руб.		16868
Годовой фронт работ, шт	13	13
Эксплуатационные затраты на ремонт и ТО, руб.	204542	127868
Снижение эксплуатационных затрат, %	-	37,5
Годовая экономия эксплуатационных затрат, руб.		76674
Приведенные затраты, руб.	209342	134355
Годовой экономический эффект, руб.	-	75000
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	-	0,22

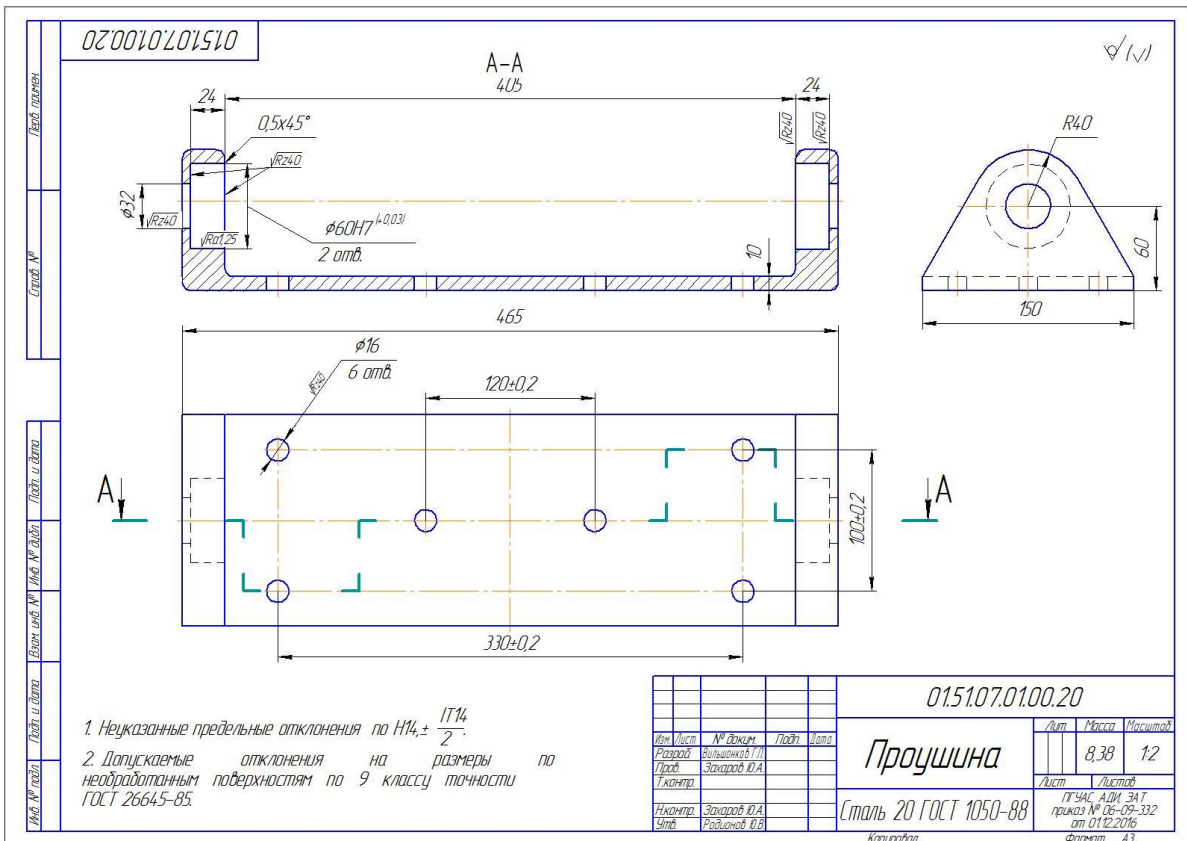
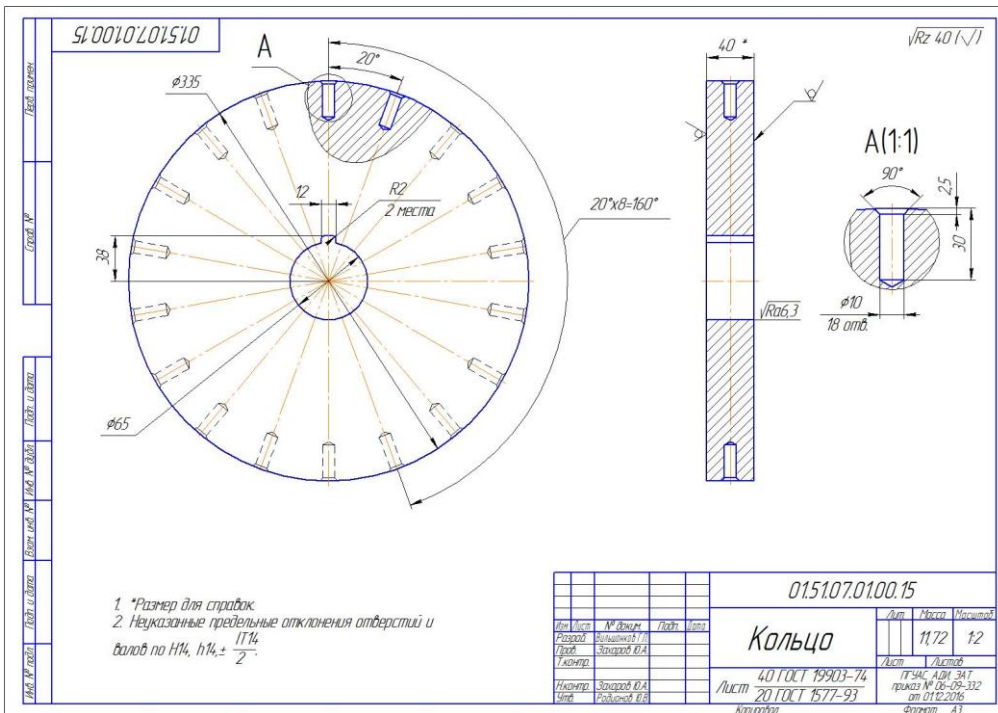
		015106		Экономическая эффективность	
№	Стр.	№	Стр.	№	Стр.
1	1	2	2	3	3
2	2	3	3	4	4
3	3	4	4	5	5
4	4	5	5	6	6
5	5	6	6	7	7
6	6	7	7	8	8
7	7	8	8	9	9
8	8	9	9	10	10
9	9	10	10	11	11
10	10	11	11	12	12
11	11	12	12	13	13
12	12	13	13	14	14
13	13	14	14	15	15
14	14	15	15	16	16
15	15	16	16	17	17
16	16	17	17	18	18
17	17	18	18	19	19
18	18	19	19	20	20
19	19	20	20	21	21
20	20	21	21	22	22



Лист № 193  
 Склад № 193  
 Лист № 193

015107.0100.10

				015107.0100.10	
Исполн.	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Масса
Рисовал	Эксплуатационный	193		193	12,5
Провер.	Эксплуатационный				
Листов					
Наименов.	Эксплуатационный	Платформа			
Материал	Подобранный	20 ГОСТ 19903-74			
		Лист 20 ГОСТ 1577-93			
		Исполнитель			
		Фабрика AZ			

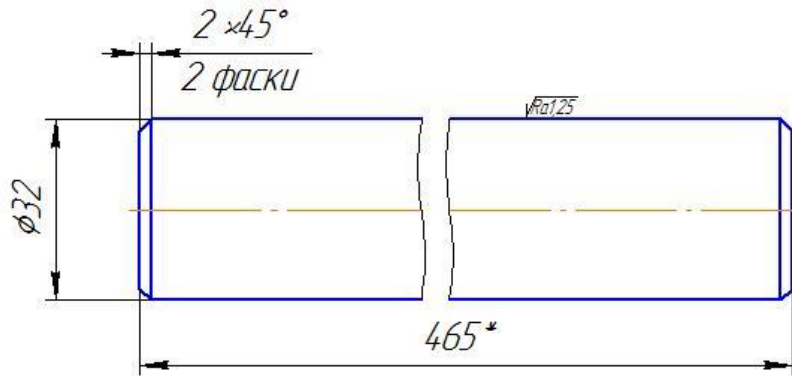


01.51.07.01.00.21

$\sqrt{Rz} 40 (\sqrt{1})$

Левый элемент

Справ №



Подп. и дата

Инд. № дробл

Взам инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл

1. \*Размеры для справок

2. Неуказанные предельные отклонения  $h14, \pm \frac{IT14}{2}$ .

01.51.07.01.00.21

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Вильшонков Г.П.		
Проб.		Захаров Ю.А.		
Т.контр.				
И.контр.		Захаров Ю.А.		
Утв.		Радионова Ю.В.		

Ось

Лит.	Масса	Масштаб
	2,92	1:1

Лист Листов

Круг 32 ГОСТ 2590-88  
45 ГОСТ 1050-88

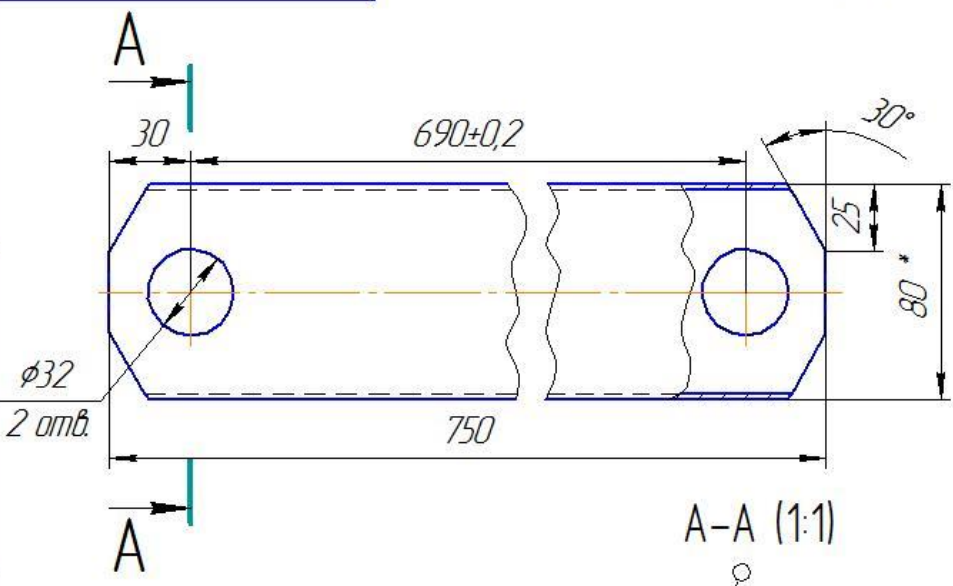
ПГУАС АДИ, ЭАТ  
приказ № 06-09-332  
от 01.12.2016

Копировал

Формат А4

0151.07.01.00.06

$\sqrt{Rz 40 (\sqrt{I})}$



- 1. \*Размеры для справок.
- 2. Неуказанные предельные отклонения H14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Перв. примен.									
Склад №									
Взам инв №	Инв № дробл.	Инв № докл.	Инв № пер.	Инв № посл.	0151.07.01.00.06				
Подп. и дата					0151.07.01.00.06				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	<b>Стойка</b>		Лит.	Масса	Масштаб
								2,57	1:2
Разраб.	Вильшонков Г.П.						Лист	Листов	
Проб.	Захаров Ю.А.								
Т.контр.					Труба 80x40x2 ГОСТ 8645-68		ПГУАС АДИ, ЗАТ приказ № 06-09-332 от 01.12.2016		
И.контр.	Захаров Ю.А.				20 ГОСТ 13663-86		Формат А4		
Утв.	Родионов Ю.В.								
					Копировал				

01.51.07.01.00.09

✓(✓)

Перв. примен.

Стр. №

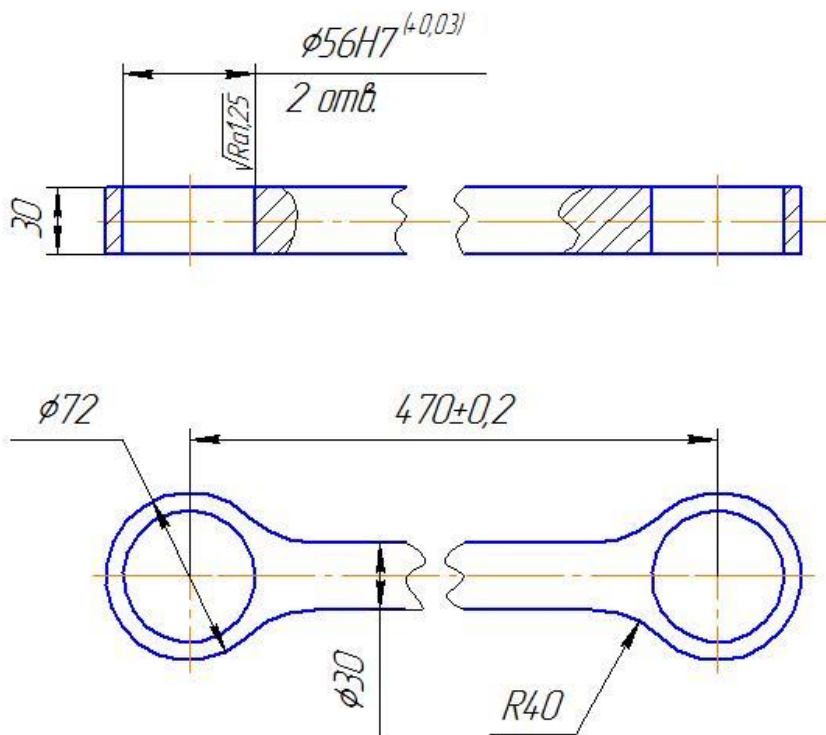
Подп. и дата

Инв. № д/дл

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



1. Неуказанные отклонения по H14, h14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .
2. Допускаемые отклонения на размеры по необработанным поверхностям по 9 классу точности ГОСТ 26645-85.
3. Неуказанные радиусы 15 мм.

01.51.07.01.00.09

Тяга

Сталь 20Л ГОСТ 977-75

Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
	1,92	1:2,5
Лист		Листов
ПГУАС АДИ ЗАТ приказ № 06-09-332 от 01.12.2016		
Формат А4		

1,92

1:2,5

Лист

Листов

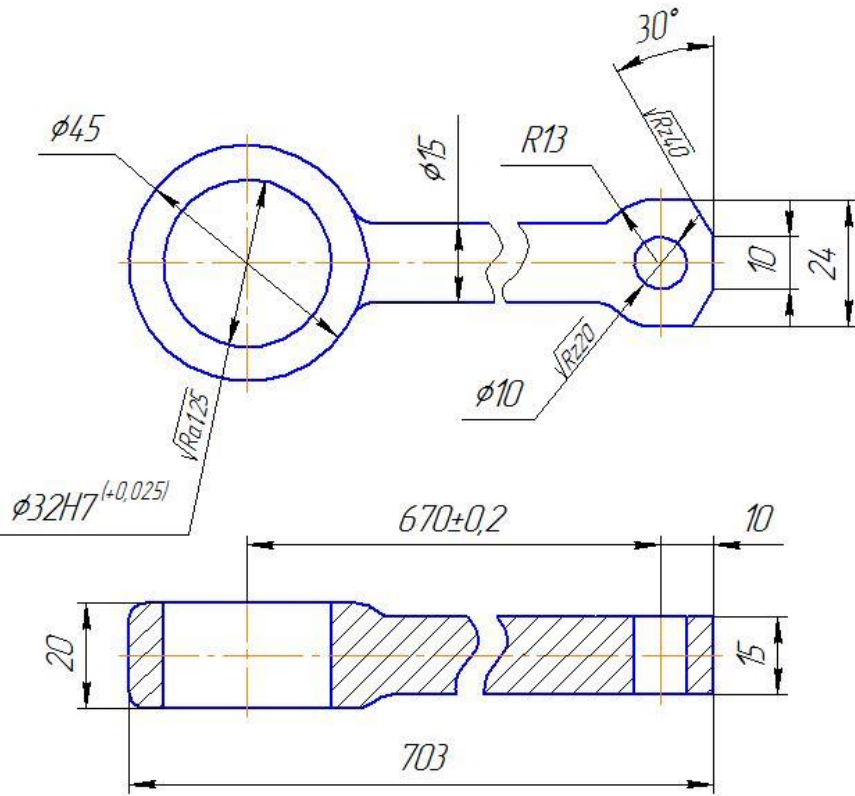
ПГУАС АДИ ЗАТ  
приказ № 06-09-332  
от 01.12.2016

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Вильшонков Г.Л.		
Проб.		Захаров Ю.А.		
Т.контр.				
Н.контр.		Захаров Ю.А.		
Утв.		Радионов Ю.В.		

0151.07.01.00.23

(1/1)



1. Неуказанные отклонения H14, h14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .
2. Допускаемые отклонения на размеры по необработанным поверхностям по 9 классу точности ГОСТ 26645-85.
3. Неуказанные радиусы 3 мм.

				0151.07.01.00.23		
				Тяга дополнительная		
				Лист	Масса	Масштаб
					1,19	1:1
				Лист / Листов		
				Сталь 20Л ГОСТ 977-75		
				ПГУАС, АДП, ЗАТ приказ № 06-09-332 от 01.12.2016		
				Формат А4		

Копировал

