

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное 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

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе на тему:

Разработка участка углубленной диагностики легковых автомобилей  
(наименование темы)

Автор выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_ А.В. Макаров  
*подпись* *инициалы, фамилия*

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

Обозначение 2069059 – 23.03.03 - - 2017 г. Группа ЭТМК-41

Руководитель работы \_\_\_\_\_ Л.А. Долгова  
*подпись,* *дата,* *инициалы, фамилия*

### Консультанты по разделам:

технологический раздел \_\_\_\_\_ Л.А. Долгова  
*наименование раздела* *(подпись, дата, инициалы, фамилия)*

экология и БЖД \_\_\_\_\_ Л.А. Долгова  
*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.

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	4
Введение	5
Раздел 1 Анализ деятельности ООО "Пенза-Авто"	7
1.1 Производственная деятельность предприятия	7
1.2 Экономические показатели работы	9
1.3 Обоснование темы дипломного проекта	9
Раздел 2. Организационно-технологический	11
2.1 Выбор исходных данных и их обоснование	11
2.2 Расчет годовых объемов работ	11
2.3 Расчет численности рабочих участка диагностирования	12
2.4 Расчет числа постов и автомобиле-мест	13
2.5 Определение состава и площадей помещений проектируемого участка	15
2.6 Определение потребности в технологическом оборудовании и его выбор	16
2.7 Выбор и обоснование метода организации технологического процесса диагностирования	20
2.8 Разработка технологического процесса комплексного диагностирования технического состояния легкового автомобиля марки Рено	20
2.9 Разработка технологической карты диагностирования технического состояния легкового автомобиля марки Рено	26
Раздел 3 Конструкторский	28
3.1 Анализ существующих конструкций стендов для проверки тягово-экономических качеств автомобилей	28
3.2 Устройство и принцип работы модернизированной конструкции стенда	34
3.3 Проектный расчет	37
3.4 Проверочный расчет	44
3.5 Разработка принципиальной схемы автоматизированной системы управления комплексным диагностированием	50
Раздел 4. Безопасность жизнедеятельности	53
4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов на участке комплексного диагностирования легковых автомобилей	53
4.2 Меры по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов на организм человека	56
4.3 Экологическая безопасность	65
Раздел 5 Экономический	68
5.1 Определение стоимости капитальных вложений	68
5.2 Определение заработной платы работающих	68
5.3 Определение затрат на выполнение работ	69
5.4 Расчет цены на выполнение работ	70
5.5 Определение безубыточности производства	70
Заключение	74
Литература	75

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) выполнена студентом гр. ЭМК-41 Автомобильно-дорожного института Пензенского государственного университета архитектуры и строительства Макаровым А.В.

ВКР состоит из расчетно-пояснительной записки и чертежей.

Пояснительная записка содержит 5 разделов.

В первом разделе выполнен экономический анализ деятельности ООО «Пенза-Авто», обоснование темы ВКР.

Во втором разделе выполнен технологический расчет участка диагностики легковых автомобилей, разработана технологическая карта на проведение операции по диагностированию автомобиля марки Рено.

В третьем разделе выполнен анализ существующих конструкций стендов для проверки тягово-экономических показателей автомобиля, предложено устройство и принцип работы модернизированной конструкции диагностического стенда, выполнен его проектировочный и прочностной расчеты.

В четвертом разделе определены мероприятия по обеспечению безопасных работ на диагностическом участке.

В пятом разделе определены затраты на производственную деятельность диагностического участка, определен уровень затрат предприятия, при котором обеспечивается безубыточность производства.

Графическая часть ВКР состоит из 8 чертежей формата А1. Графическая часть полностью соответствует содержанию расчетно-пояснительной записке.

## ВВЕДЕНИЕ

Во всех регионах России продолжается рост автомобильного парка, особенно легкового, принадлежащего гражданам. Так, за последнее пять лет автомобильный парк увеличился более чем в два раза. Более 97% легкового парка используется гражданами в личных целях (перевозки, бытовые, рекреационные поездки) и обеспечивают значительный объём перевозок, сопоставимый с объёмом перевозок автобусного парка общего пользования. Эти автомобили являются важным сектором автотранспортного комплекса страны. Поддержание этого парка в работоспособном и технически исправном состоянии осуществляется сервисной системой, в состав которой входят специализированные и универсальные станции технического обслуживания (СТО), авторемонтные мастерские (АРМ), автозаправочные комплексы (АЗК), выполняющие кроме заправки моечные, уборочные и другие, главным образом мелкие работы по ТО и ремонту, гаражи и стоянки, кемпинги, на территории которых также могут выполняться некоторые виды работ.

Проанализировав рынок оказываемых услуг, обнаружили, что в настоящее время спектр выполняемых диагностических воздействий на транспортные средства весьма ограничен.

Низкий уровень технического состояния автотранспортных средств при их эксплуатации способствует существенному уменьшению надежности узлов и агрегатов автомобилей.

Для исправления сложившейся ситуации необходимо проводить своевременное техническое диагностирование, позволяющее выявить фактическое состояние узлов и агрегатов, определить их остаточный ресурс, и предупредить появление отказов в дальнейшем.

Целью данного выпускной квалификационной работы является проектирование участка комплексной диагностики легковых автомобилей в условиях ООО «Пенза-Авто».

Для достижения выбранной цели были поставлены следующие задачи:

- выполнить технологический расчет проектируемого участка;

- выполнить модернизацию конструкции стенда для диагностики легковых автомобилей;
- рассмотреть вопросы БЖД и экологии на участке диагностирования легковых автомобилей;
- рассчитать и проанализировать экономические показатели проекта.

## **РАЗДЕЛ 1 АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО "ПЕНЗА-АВТО"**

### **1.1 Производственная деятельность предприятия**

ООО "ПЕНЗА-АВТО" зарегистрировано 19 августа 2002 года регистрирующим органом Администрация Октябрьского района г. Пензы.

Основные виды деятельности ООО "ПЕНЗА-АВТО": торговля розничная легковыми автомобилями и легкими автотранспортными средствами в специализированных магазинах, торговля оптовая легковыми автомобилями и легкими автотранспортными средствами, торговля розничная легковыми автомобилями и легкими автотранспортными средствами прочая.

ООО "ПЕНЗА-АВТО" – многофункциональное предприятие, которое осуществляет следующие виды работ:

1. ТО и ТР автомобилей в течении гарантийного и после гарантийного периодов эксплуатации;
2. Диагностирование узлов и агрегатов автомобилей;
3. Противокоррозионную обработку кузова автомобиля;
4. Продажу и предпродажную подготовку автомобилей;
5. Подготовку автомобилей к техническому осмотру ГИБДД;
6. Капитальный ремонт агрегатов;
7. Продажу запасных частей, эксплуатационных материалов и автопринадлежностей;
8. Техническую помощь на дорогах;
9. Консультации по вопросам технической эксплуатации автомобилей;
10. Автотехническую экспертизу;

Городское комплексное СТО, являющееся станцией технического обслуживания системы «Автотехобслуживания» автозавода - фирмы, кроме прямых работ по ТО и ТР, также обеспечивает автозаводы информацией о качестве выпускаемых автомобилей. Одновременно эти СТО являются центрами по производственному обучению обслуживающего персонала.

Автомобили, пребывающие на СТО проходят мойку и поступают на участок приемки для определения технического состояния автомобиля,

необходимых работ и их стоимости.

При приемке автомобиля на ТО и ТР и при выдаче СТО руководствуется документом «Технические требования на сдачу и выпуск из ТО и ремонта легковых автомобилей, принадлежащих гражданам».

Если при приемке и в процессе диагностирования будут выявлены неисправности, угрожающие безопасности движения, то они подлежат устранению на СТО по согласованию с владельцем автомобиля. В случае невозможности выполнения этих работ, СТО проводится отметка в наряд-заказе «Автомобиль неисправен. Эксплуатации не подлежит».

После приемки автомобиль поступает на соответствующий производственный участок.

В случае занятости рабочих постов, на которых должны выполняться работы, согласно наряд-заказу, автомобиль поступает на автомобиле-места ожидания или хранения.

После завершения работ, автомобиль поступает на участок выдачи.

Перед выдачей владельцу, автомобиль, прошедшей ТО или ТР, должен быть принят техническим контролером. На работы по ТО и ремонту установлены сроки гарантии:

1. ТО- 10 дней;
2. ТР-30 дней;
3. окраска кузова - 6 месяцев.

В структуру СТО входят следующие производственные участки:

1. участок приемки и выдачи автомобилей;
2. участок мойки;
3. участок диагностирования ТО и ТР;
4. смазки;
5. ремонта и заряда аккумуляторных батарей;
6. ремонта топливной аппаратуры;
7. агрегатно-механический;
8. шиномонтажный;

10. обойный;
11. кузовной;
12. малярный;
13. предпродажной подготовки автомобилей.

Производственные участки ТО и ТР с рабочими постами являются основными, а участки, специализированные по ремонту топливной аппаратуры, аккумуляторных батарей и т.д. являются вспомогательными участками, обеспечивающими работу основных производственных участков.

## **1.2 Экономические показатели работы**

2016 год. ООО "ПЕНЗА-АВТО" завершило 2016 год с чистой прибылью по РСБУ в 5,51 млн. руб., что на 9,49% меньше показателя прибыли годом ранее - 6,09 млн. руб. Объем продаж компании за 2016 год понизился на 23,06% до 448,82 млн. руб. Коммерческие расходы повысились и составили 31,97 млн. руб. по сравнению с прошлогодним показателем в 24,31 млн. руб. Прибыль от продаж составила 28,42 млн. руб.

2015 год. ООО "Пенза-Авто" отчиталось о росте прибыли за 2015 год по РСБУ на 44,87% до 6,09 млн. руб. с 4,20 млн. руб. годом ранее. Продажи компании за отчетный период понизились на 1,29% до 583,32 млн. руб. с 590,94 млн. руб. за аналогичный период прошлого года.

## **1.3 Обоснование темы дипломного проекта**

Результаты проведенного анализа производственной деятельности, спроса на услуги автосервиса в районе ООО «Пенза-Авто» позволяют сделать следующие выводы:

1) прогноз потребности в услугах диагностирования показывает, что в 2016 году её объем составит порядка 3260 обращений в год;

2) общее прогнозируемое количество заездов в ООО «Пенза-Авто» к 2017 году с учетом роста их пропускной способности (в результате развития) составит до 3429 обращений. При этом дефицит или дополнительный спрос на услуги будет достигать до 1428 обращений в год;



3) вышеотмеченные показатели указывают на целесообразность строительства нового участка – участка диагностирования легковых автомобилей в рассматриваемом районе с перспективой развития мощности до 12500 заездов (обращений) в год. При этом не будет наблюдаться существенного риска роста конкуренции со стороны дополнительно создаваемых СТО с сопоставимой мощностью.

При определении действительной потребности в тех или иных видах работ на СТО исходят, как правило, из следующих факторов: имеет ли автомобиль неисправности в настоящий момент, какие агрегаты и узлы находятся на стадии отказа и каков их остаточный ресурс. Последнее определяется не во всех случаях из-за сложности конструкции.

Основными оценочными параметрами автомобиля считаются динамика и топливная экономичность. Каждый заботливый владелец автомобиля старается не упускать их из поля зрения.

Экономичность и динамика – обобщающие параметры: все системы двигателя, большая часть узлов и агрегатов трансмиссии и ходовой части работают на динамику и топливную экономичность. Если обнаружить снижение этих параметров вовремя, можно определить и устранить неисправности уже на ранней стадии, значительно сократив эксплуатационные расходы.

На настоящий момент для данного предприятия актуальным будет являться организация участка по выполнению диагностических работ в комплексе по двигателю и определению тягово-экономических показателей автомобиля для последующего качественного выполнения ТО и ТР, а также для сбора информации о техническом состоянии автомобилей клиентов данного техцентра с целью составления базы данных, и отслеживания периодичности ТО, прогнозирования возникновения неисправностей отдельных узлов и агрегатов.

## РАЗДЕЛ 2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

### 2.1 Выбор исходных данных и их обоснование

Основными исходными данными для технологического расчёта являются: годовое количество условно обслуживаемых автомобилей по моделям –  $N_{\text{стой}}$ ;

- годовое количество автомобиле-заездов по моделям –  $N_{зj}$ ;
- среднегодовые пробеги автомобилей по моделям –  $L_{тj}$ ;
- число рабочих дней в году –  $D_{\text{раб.г.}}$ ;
- продолжительность смены –  $T_{\text{см}}$ ;
- число смен –  $C$ ;
- климатический район.

Эти данные принимаются на основе анализа результатов оценки спроса на услуги автосервиса и режима работы предприятия.

### 2.2 Расчет годовых объёмов работ

Годовой объём включает услуги (работы) по диагностированию технического состояния легковых автомобилей на проектируемом участке.

Годовой объём работ по диагностированию определяем по формуле:

$$T_{Г} = N_{з} \cdot t, \quad (2.1)$$

где  $N_{з}$  – годовое количество автомобиле-заездов по моделям;

$t$  – норма времени, чел.-ч;

Нормы времени предусматривают выполнение работ по диагностированию технического состояния транспортных средств и устанавливаются соответствующими нормативами.

Нормативная трудоёмкость на диагностирование для автомобиля ВАЗ:

$$T_{\text{ваз}} = 4,48 \text{ чел.-ч.}$$

Нормативная трудоёмкость на диагностирование для автомобиля Audi:

$$T_{\text{Audi}} = 4,36 \text{ чел.-ч.}$$

Нормативная трудоёмкость на диагностирование для автомобиля Рено:

$$T_{BMW}=3,88 \text{ чел.-ч.}$$

Нормативная трудоёмкость на диагностирование для автомобиля VW:

$$T_{VW}=4,36 \text{ чел.-ч;}$$

$$N_{з\ BA3} = 500 \text{ заездов в год;}$$

$$N_{з\ Audi} = 170 \text{ заездов в год;}$$

$$N_{з\ BMW} = 140 \text{ заездов в год;}$$

$$N_{з\ VW} = 170 \text{ заездов в год;}$$

$$T_{Г\ BA3} = N_{з} \cdot t = 500 \cdot 4,48 = 2240 \text{ чел.-ч;}$$

$$T_{Г\ Audi} = N_{з} \cdot t = 170 \cdot 4,36 = 742 \text{ чел.-ч;}$$

$$T_{Г\ BMW} = N_{з} \cdot t = 140 \cdot 3,88 = 544 \text{ чел.-ч;}$$

$$T_{Г\ VW} = N_{з} \cdot t = 170 \cdot 4,36 = 742 \text{ чел.-ч.}$$

Общий годовой объём работ будет считаться, как сумма годовых объёмов работ по каждой марке автомобилей:

$$T_{Г} = T_{Г\ BA3} + T_{Г\ Audi} + T_{Г\ BMW} + T_{Г\ VW} = 2240 + 742 + 544 + 742 = 4268 \text{ чел.-ч.}$$

### 2.3 Расчет численности рабочих участка диагностирования

Технологически необходимое (явочное) число производственных рабочих  $P_m$  и штатное  $P_{ш}$  определяется по формулам:

$$P_m = \frac{T}{\Phi_m}, \quad (2.2)$$

$$P_{ш} = \frac{T}{\Phi_{ш}}, \quad (2.3)$$

где  $T$  – годовой объём работ, чел.-ч;

$\Phi_m$  и  $\Phi_{ш}$  – соответственно годовой фонд времени технологически необходимого рабочего при односменной работе и штатного рабочего, ч.

Для специальностей с вредными условиями труда установлены фонды  $\Phi_m = 1780$  ч и  $\Phi_{ш} = 1560$  ч (35 ч продолжительность недели и 24 дня отпуска). Для всех других специальностей  $\Phi_m = 2020$  ч и  $\Phi_{ш} = 1770$ ч (40 ч продолжительность недели и 24 дня отпуска) [8].

$$P_m = \frac{4268}{2020} = 2,1 \text{ чел.}$$

Принимаем 2 исполнителя.

$$P_{ш} = \frac{4268}{1770} = 2,5 \text{ чел.}$$

Принимаем 3 исполнителя.

Для организации эффективного технологического процесса принимаем количество рабочих – 2 человека, один из которых будет выполнять работы только технического обслуживания, а другой – только по диагностированию.

#### 2.4 Расчет числа постов и автомобиле-мест

Рабочие посты - это автомобиле-места, оснащённые соответствующим технологическим оборудованием и предназначенные для технологического воздействия на автомобиль, поддержания и восстановления его технически исправного состояния и внешнего вида.

Число рабочих постов можно определить из следующего выражения:

$$X = \frac{T \cdot \varphi}{D_{раб.г} \cdot T_{см} \cdot C \cdot P_n \cdot \eta_n}, \quad (2.4)$$

где  $T$  – общий годовой объем работ на участке, чел.-ч;

$\varphi$  – коэффициент неравномерности поступления автомобилей ( $\varphi = 1,15$ ), [8];

$D_{раб.г}$  – число рабочих дней в году;

$T_{см}$  – продолжительность смены;

$C$  – число смен;

$P_n$  – среднее число рабочих, одновременно работающих на посту

( $P_n = 1$ ), [8].

$\eta_n$  – коэффициент использования рабочего времени поста ( $\eta_n = 0,9$ ), [8].

$$X = \frac{4268 \cdot 1,15}{365 \cdot 8 \cdot 1,37 \cdot 1 \cdot 0,9} = 1,36 \text{ поста.}$$

Принимаем 1 пост.

В зависимости от конкретных условий могут быть запроектированы автомобиле-места ожидания и хранения, размещаемые как в закрытых помещениях, так и на открытых площадках.

Автомобиле-места ожидания - это места, занимаемые автомобилями, ожидающими постановки их на пост диагностики. При необходимости автомобиле-места ожидания могут использоваться для выполнения определенных видов работ.

Количество автомобиле-мест ожидания постановки автомобиля на пост диагностирования автомобилей определяется из расчета 0,5 автомобиле-места на один рабочий пост [8].

$$X_{ож} = X \cdot 0,5 \quad (2.5)$$

$$X_{ож} = X \cdot 0,5 = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ автомобиле-места.}$$

Принимаем 1 автомобиле-место ожидания.

Автомобиле-места хранения предусматриваются для готовых к выдаче автомобилей.

Число автомобиле-мест для готовых к выдаче автомобилей [8]:

$$X_{ГОТ} = \frac{N_c \cdot T_{ПР}}{T_B}, \quad (2.6)$$

где  $N_c$  – суточное число заездов.

$$N_c = \frac{N_z}{D_{раб.г}}, \quad (2.7)$$

$$N_c = \frac{980}{365} = 2,68 \text{ заезд.}$$

Принимаем 3 заезда.

$T_{ПР}$  – среднее время пребывания автомобиля на посту обслуживания до выдачи владельцу ( $T_{ПР}=4$ ) [8];

$T_B$  – продолжительность работы участка выдачи автомобилей в сутки, ч. Подставляя значения  $T_B$ ,  $T_{ПР}$ ,  $N_c$ , получим:

$$X_{ГОТ} = \frac{3 \cdot 4}{8} = 1,4 \text{ автомобиле-место.}$$

Принимаем 1 автомобиле-место.

Принимаем, что все 2 автомобиле-места ожидания и хранения будут размещаться на открытой стоянке.

## **2.5 Определение состава и площадей помещений проектируемого участка**

В данном проекте площади рассчитываются ориентировочно по укрупненным удельным показателям. В последующем, при разработке вариантов планировочного решения участка, площади помещений уточняются. Площади СТО по своему функциональному назначению подразделяются на:

- производственные (зоны постовых работ, производственные участки);
- складские;
- технические помещения (компрессорная, трансформаторная, электрощитовая, водомерный узел, тепловой пункт, насосная и др.);
- административно-бытовые (офисные помещения, гардероб, туалеты, душевые и т.п.);
- помещения для обслуживания клиентов (клиентская, бар, кафе), помещения для продажи запчастей и автопринадлежностей, туалет и т.п.;
- помещения для продажи автомобилей (салон-выставка продаваемых автомобилей, зоны хранения и др.).

Производственная площадь ( $m^2$ ), занимаемая рабочими постами, определяется следующим образом:

$$F_1 = f_a \cdot X \cdot K_n, \quad (2.8)$$

где  $f_a=9,08 m^2$  – площадь, занимаемая автомобилем в плане (по габаритам автомобиля BMW имеющего наибольшие размеры);

$X = I$  – число рабочих постов;

$K_n$  – коэффициент плотности расстановки постов.

Коэффициент  $K_n$  представляет собой отношение площади, занимаемой автомобилями, проездами, проходами, рабочими местами, к сумме площадей проекции автомобилей в плане. Значение  $K_n$  зависит в основном от расположения постов. При одностороннем расположении постов  $K_n=6...7$ . В нашем случае односторонняя расстановка постов  $K_n=6$  [7]

$$F_1 = 9,08 \cdot 1 \cdot 6 = 54,48 \text{ м}^2.$$

Фактическая площадь участка составляет – 54 м<sup>2</sup>.

Количество автомобиле-мест ожидания – 1.

Количество автомобиле-мест хранения (готовых к выдаче автомобилей) – 1;

## 2.6 Определение потребности в технологическом оборудовании и его выбор

Определение потребности в оборудовании заключается в выборе необходимого технологического оборудования, оргоснастки (верстаки, стеллажи и т.д.) установлении его количества. Перечень технологического оборудования устанавливается на основе выполняемых станцией видов услуг (работ) с учётом соблюдения сертификационных требований при выполнении услуг по ТО и диагностированию. При выборе технологического оборудования необходимо учитывать:

- техническую характеристику и область применения данного вида оборудования;
- приспособленность его для автомобилей, заезжающих на проектируемый участок;
- организацию и технологию ТО и диагностирования на участке;
- экономические показатели ТО и диагностирования оборудования (стоимость работ, оборудования, эффективность его использования, затраты на приобретение и др).

При подборе оборудования используем различные справочники, каталоги выпускаемого (продаваемого) оборудования, таблицы технологического оборудования и др.

Для предварительной оценки и выбора оборудования для проектируемого участка используем экспертные методы, дающие коллективную оценку, полученную в результате интеграции мнения группы экспертов.

На основании анализа конструкции диагностического оборудования и опыта его эксплуатации, данных производителей и публикаций, определяем предварительный перечень, насчитывающий 5 основных свойств.

Для сравнительной оценки этих свойств выбираем группу специалистов, состоящую из 7 экспертов.

Каждый эксперт получает первичную форму, включающую только столбцы (табл. 2.2) 1, 2 и 3 (не заполненный, для одного эксперта) и, независимо от других экспертов присваивает свои ранги каждому свойству, которые вносит в столбец 3.

Заполненные каждым экспертом первичные формы сводим в матрицу априорного ранжирования (столбцы 1-7, табл.2.2) и обрабатываем их (столбцы 10-12).

Определяем сумму рангов всех экспертов по каждому свойству, далее вычисляем: сумму рангов по всем свойствам и среднюю суммы рангов, определяем отклонение суммы рангов по каждому свойству от средней суммы рангов, и полученные данные сводим в столбец 11 таблицы.

Используя коэффициент конкордации, определяем уровень согласования мнений экспертов, причем, чем выше этот коэффициент, тем выше уровень согласованности мнений экспертов. Если коэффициент конкордации недостаточен ( $W < 0,5$ ), то, необходимо провести анализ причин отсутствия согласованности мнений экспертов, которыми, как правило, являются: не чёткая постановка вопросов или инструктаж, ошибки при выборе свойств, наличие в группе некомпетентных или заинтересованных в результате экспертов.

По сумме рангов производим ранжирование оцениваемых свойств. Минимальная сумма рангов соответствует наиболее важному, по



интегральному мнению экспертов, свойству, которому присваиваем первое место.

Для наглядного представления весомости свойств и выбора наиболее важных строим априорную диаграмму рангов (которая представлена на листе 5 графической части) и определяем веса свойств в совокупной оценке данного оборудования.

В качестве наиболее важных (весомых) свойств, которые затем будут использоваться при сравнении образцов оборудования, принимаем те, у которых сумма рангов меньше средней.

Таким образом, выбираются в порядке убывания весомости следующие свойства:

- грузоподъемность;
- производительность;
- стоимость;
- срок службы;
- габариты.

Результаты подбора оборудования приводим в таблице 2.1, а также на планировке участка в спецификации.

Таблица 2.1 - Перечень технологического оборудования

Наименование оборудования	Марка оборудования	Техническая характеристика	Размеры, мм, масса
1	2	3	4
Мощностной стенд для легковых автомобилей	СДМ 2-3500.200	Напряжение питания 3 фазы, земля, 400 В, Макс. грузоподъемность 3500 кг.	5500x2750x110мм, масса: 1200 кг
Стенд для проверки работоспособности генератора	Э 242	Диапазоны измерений: частоты вращения 2000-10000 мин <sup>-1</sup> ; силы пост. тока 0-1000 А; напряжения пост. тока 4-30 В; крутящий момент 10-80 Н·м; сопротивления пост. току 1-100000 Ом	Габариты: 800x1000x1530 мм, масса: 400 кг.

Универсальный диагностический комплекс (мотор-тестер, осциллоскоп, газоанализатор, сканер)	ДТС-25	Диапазоны измерений эффективной мощности: 0-100%; частот вращения коленчатого вала 100-600 мин <sup>-1</sup> ; напряжения бортовой сети 0-40В.	Габариты: 620х665х1890 мм, масса: 105 кг.
--	--------	--	---

**Таблица 2.2 - Результаты априорного ранжирования технико-эксплуатационных свойств диагностического оборудования семью экспертами**

Фактор	i	A1*	A2	A3	A4	A5	A6	A7	F	D	D2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Габариты	X1	3	5	5	3	2	5	5	28	7	49
Стоимость	X2	4	2	3	4	3	1	2	19	-2	4
Производительность	X3	2	3	1	2	1	3	4	16	-5	25
Грузоподъемность	X4	1	1	2	1	5	4	1	15	-6	36
Срок службы	X5	5	4	4	5	4	2	3	27	6	36

**Таблица 2.3 - Перечень приборов, инструментов и оргстнастки**

Наименование прибора или инструмента	Марка прибора или инструмента
1	2
Компрессометр	Ки-861
Стетоскоп	Ки-1154
Устройство для натяжения ремня привода генератора	КИ-8920
Набор гаечных ключей	К9000Р
Свечной ключ на 21мм	PR265
Верстак слесарный	ВС-2
Стеллаж секционный	ОРГ 119-505

## 2.7 Выбор и обоснование метода организации технологического процесса диагностирования

**По уровню специализации (в зависимости от объемов выполняемых работ) посты бывают широкоуниверсальные, универсальные, специализированные, специальные.**

В данном случае на нашем участке организуется универсальный пост – это пост, на котором возможно выполнение нескольких видов диагностических работ. При организации универсальных постов есть возможность выполнения на каждом посту различного объема работ, обслуживания автомобилей различных моделей, выполнения ТО различной продолжительности. Применение таких постов позволяет значительно снизить время простоя автомобилей в ожидании технических воздействий.

## **2.8 Разработка технологического процесса комплексного диагностирования технического состояния легкового автомобиля марки Рено**

Тягово-экономические показатели автомобилей – один из основных критериев технического состояния и пригодности их к эксплуатации.

Изначально для определения состояния автомобиля проводят так называемое общее диагностирование Д-1 систем автомобиля. При этом диагностировании выявляют пригодность автомобиля к дальнейшей эксплуатации без регулировочных и ремонтных воздействий в основном по системам и узлам, обеспечивающим безопасность движения (тормозная система, рулевое управление, подвеска, шины, приборы освещения и сигнализации, стеклоочистители и др.). Количество проверяемых параметров относительно невелико (не превышает 20), и продолжительность работ— 10-15 мин. При Д-1 применяют для большинства агрегатов диагностическое оборудование с большой пропускной способностью (роликовые или площадочные тормозные стенды, сканеры, люфтомеры, газоанализаторы и др.), позволяющее выдать заключение в форме «годен» или «не годен» без уточнения характера неисправности - так называемая экспресс-диагностика.

Диагностирование Д-2, проводимое перед ТО-2, в соответствии с типовой технологией контрольно-диагностических работ включает ряд операций общего и поэлементного диагностирования всех основных систем и

агрегатов автомобиля. Диагностирование Д-2 предназначено для выявления скрытых неисправностей, определения их места, причины и характера. При Д-2 проводится значительный объем регулировочных работ, требующих использования сложного контрольно-диагностического оборудования (КДО): динамометрические стенды, мотор-тестеры, сканеры, стенды для диагностирования электрооборудования, стенды для диагностирования ходовых качеств автомобиля, оптическое, фотометрическое и другое оборудование.

Одним из основных элементов диагностирования Д-2 является определение тягово-экономических показателей автомобилей, производящееся на тяговых стендах, которые позволяют имитировать в стационарных условиях тестовые нагрузочные и скоростные режимы работы автомобиля. При этом используют следующие диагностические параметры:

- мощность на ведущих колесах (колесная мощность) —  $N_k$ ;
- крутящий момент (или тяговое усилие) на ведущих колесах —  $M_k$  ( $P_k$ );
- линейная скорость на окружности роликов —  $V_a$ ;
- удельный расход топлива —  $Q$ ;
- эффективная мощность двигателя —  $N_e$ ;
- момент сопротивления (сила сопротивления) вращению колес и трансмиссии —  $M_f$  ( $P_f$ );
- время выбега —  $t_b$ ;
- время (или путь) разгона —  $t_p$  ( $S_p$ );
- ускорение (замедление) при разгоне (выбеге) —  $j_p$  ( $\Pi_b$ ).

По перечисленным диагностическим параметрам на тяговых стендах определяют потери в трансмиссии, скорость в моменты переключения гидромеханических передач, расход топлива в определенных нагрузочных и скоростных режимах, выполняют установку оптимального угла опережения зажигания по силовым параметрам (максимальной мощности) и регулировку на нормативную токсичность отработанных газов. Кроме того, при

испытаниях автомобиля на тяговом стенде можно проверить работу редуктора, моторного тормоза, спидометра, счетчика пройденного пути, тахометра и оценить техническое состояние ходовой части автомобиля по параметрам шума, вибрации и нагрева отдельных агрегатов.

На участке комплексной диагностики легковых автомобилей применяется стенд определения тягово-экономических показателей Dynatest pro (Hofmann, Германия).

Все работы на стендах с беговыми барабанами рекомендуется осуществлять в такой технологической последовательности: установить автомобиль на стенд, прогреть и прослушать двигатель и агрегаты трансмиссии на всех передачах; определить и отрегулировать оптимальный угол опережения зажигания: определить максимальную мощность или тяговую силу на ведущих колесах; определить время разгона и выбега автомобиля; проверить удельный расход топлива; проверить работу спидометра автомобиля; съезд автомобиля со стенда.

Указанная последовательность может быть изменена в зависимости от заявки владельца автомобиля и набора средств диагностирования на данном посту. Для повышения достоверности результатов диагностирования можно поднять давление воздуха в шинах ведущих колес примерно на 50%.

К испытаниям в режиме максимальной мощности двигателя не рекомендуется допускать автомобили, имеющие пробег ниже 5000 км. Перед этим видом испытаний необходимо в обязательном порядке проверить и довести до нормы натяжение ремня привода генератора, положение заслонки воздушного фильтра; двигатель диагностируемого автомобиля должен быть заправлен необходимым количеством охлаждающей жидкости, масла, топлива; в начале прогрева двигателя автомобиля и трансмиссии необходимо убедиться, что давление масла в смазочной системе двигателя находится в норме.

Прогрев двигателя и трансмиссии автомобиля до рабочей температуры 80...90°C осуществляется при выключенном вентиляторе. При достижении температуры двигателя 80...90°C включают вентилятор обдува радиатора

автомобиля. Затем устанавливают нагрузку примерно 980 Н и в этом режиме прогревают трансмиссию в течение 3...5 мин, до температуры примерно 80 °С.

Прослушивание агрегатов трансмиссии осуществляется визуально или с применением стетоскопа на всех передачах.

Установка оптимального угла опережения зажигания осуществляется с учетом того, что ему соответствует максимальная мощность на коленчатом валу и на ведущих колесах. Регулирование угла опережения зажигания осуществляют поворотом корпуса распределителя зажигания.

Максимальную мощность (тяговую силу) на ведущих колесах определяют при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя. В процессе испытаний отклонение частоты вращения не должно превышать  $\pm 100 \text{ мин}^{-1}$ . Для повышения точности оценки необходимо правильно выбрать передачу и скорость, на которой будет проводиться испытание автомобиля. Передачу выбирают исходя из скоростной характеристики двигателя и области регулирования тормозного устройства стенда.

При проверке автомобилей на стендах следует иметь в виду, что измерители мощности (тягового усилия) стендов показывают мощность (тяговую силу), поглощаемую тормозным устройством. В любом случае эти величины меньше, чем эффективная мощность, развиваемая двигателем автомобиля. Разность между мощностью двигателя и мощностью, поглощаемой тормозом стенда, называется потерей мощности. Она складывается из внутренних потерь в коробке передач, главной передаче, ведущем мосту, сопротивления качению ведущих колес автомобиля на барабанах и потерь мощности на вращение барабанов и ротора тормоза стенда. Ориентировочно потери мощности для легковых автомобилей и стендов с диаметром роликов от 200 до 320 мм составляют 20...40%, в период обкатки автомобиля потери мощности могут достигать больших значений.

При проверке максимальной мощности на ведущих колесах, плавно увеличивая нагрузку на тормозе (с помощью дистанционного пульта управления), следует добиться, чтобы при их полном открытии дроссельных

заслонок частота вращения коленчатого вала была равна номинальной. В момент стабилизации стрелки измерителя мощности в течение 5...10 с. считывают показания прибора. Если стенд имеет устройство для автоматического регулирования скорости, на дистанционном пульте управления задается скорость, соответствующая номинальной частоте вращения коленчатого вала на данной передаче, после чего производится постепенное нажатие на педаль акселератора до полного открытия дроссельных заслонок.

Измеряя время (путь) разгона и выбега автомобиля, оценивают его приемистость и проверяют работу трансмиссии в различных режимах движения.

Предварительные операции по подготовке к измерениям выполняют, как и при проверке мощности. При этом подключать тахометр и термометр к двигателю не нужно. После подготовки автомобиля (при необходимости) подключают инерционные массы к беговым барабанам стенда. На некоторых типах стендов инерционные массы отсутствуют, а характер нагрузки на ведущие колеса, аналогичный разгону автомобиля по дороге, выдерживается управлением работой тормоза стенда по особой программе. В этом случае для подготовки стенда к измерениям достаточно на дистанционном пульте управления установить значение массы автомобиля.

Время разгона автомобиля целесообразно измерять между двумя значениями скорости, например, с 40 до 100 км/ч. Интервал скоростей следует выбирать так, чтобы в него не входил момент переключения передач, В большинстве случаев при проведении испытаний на разгон предпочтительно пользоваться прямой передачей. Разгон следует начинать при полном нажатии на педаль акселератора, при работе на нужной передаче и скорости на 10... 15 км/ч меньше той, с которой будет запускаться секундомер. По достижении конечного значения скорости секундомер отключают.

Измерение расхода топлива является наиболее трудоемкой и сложной операцией, так как в процессе испытаний необходимо тщательно выдерживать

скоростной и нагрузочный режим работы автомобиля. Как правило, измерение проводится при движении автомобиля в режиме контрольного расхода топлива. Для имитирования на стенде с беговыми барабанами режима контрольного расхода топлива необходимо, чтобы тормоз стенда создавал такую же нагрузку, которую преодолевают ведущие колеса при движении автомобиля по ровному горизонтальному шоссе. Эта нагрузка определяется экспериментально. Контроль за стабильностью режима нагрузки целесообразно осуществлять вакуумметром, подсоединяемым к впускному трубопроводу двигателя.

На стендах для проверки тягово-экономических показателей (для приближенной оценки эксплуатационного расхода топлива) рекомендуется измерять расход топлива при скоростях 80, 100 и 120 км/ч и при соответствующих нагрузках, которую выбирают в зависимости от массы диагностируемого автомобиля в снаряженном состоянии. Эксплуатационный расход топлива оценивают как среднеарифметический расход на трех заданных скоростных режимах.

Проверку спидометра автомобиля осуществляют сравнением показаний спидометра проверяемого автомобиля с показаниями измерителя скорости стенда. Проверку осуществляют при 40, 60, 80 и 100 км/ч. Во время испытаний тормоз стенда не должен создавать нагрузки на ведущие колеса автомобиля.

Таблица 2.4 - Перечень операций технологического процесса диагностирования технического состояния легкового автомобиля марки Рено

Номер операции	Содержание работ и технические условия
1	2
1	Поднять опорные площадки стенда. Стенд должен быть поверен, ролики должны быть чистыми и вращаться от руки без заеданий, трансмиссия стенда — прогрета.
2	Установить автомобиль ведущими колесами на ролики. Автомобиль должен быть чистым и сухим, протекторы ведущих колес не должны иметь видимых повреждений, диски колес не должны иметь погнутостей и трещин, давление в шинах колес должно быть доведено до нормы.



3	Опустить опорные площадки стенда.
4	Надеть на выхлопную трубу газоотводящий патрубок.
5	Установить вентилятор перед радиатором на расстоянии 1...1,5 м.
6	Установить под ведомые колеса автомобиля спереди и сзади упоры (колодки).
7	Прогреть (при необходимости) двигатель и трансмиссию автомобиля до рабочей температуры, разогнав его до скорости 40...50 км /ч.
8	Остановить колеса автомобиля, установив рычаг коробки перемены передач в нейтральное положение.
9	Определить тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Для этого включить вентилятор; установить регулятор скорости стенда в положение соответствующее данной модели автомобиля; последовательным переключением передач разогнать автомобиль на прямой передаче и при полном открытии дроссельной заслонки; зафиксировать по шкале прибора стенда максимальные показания тяговой силы. Снизить скорость автомобиля до 30 км/ч.
10	Определить время разгона. Для этого установить регулятор скоростей в соответствующее положение и включить тумблер переключения режима измерений в положение «Разгон»; интенсивно увеличить скорость автомобиля, быстро переключая передачи до момента, когда секундомер стенда остановится. На шкале секундомера будет время разгона.
11	Определить время выбега автомобиля. Для этого, не снижая скорости автомобиля, установить тумблер переключения режима измерений в соответствующее положение; выключить передачу и пустить автомобиль в накат; после остановки секундомера снять с него показания.
12	Установить тумблер переключения режима, измерений в среднее положение и нажать кнопку «Сброс». На индикаторе секундомера должны установиться «Нули». Включить тумблер «Въезд». Опорные площадки должны подняться, а на пульте управления загорится сигнальная лампа.
13	Выключить вентилятор, убрать из-под колес упоры и снять с выхлопной трубы газоотводящий патрубок.
14	Освободить пост - убрать автомобиль со стенда.

## 2.9 Разработка технологической карты диагностирования технического состояния легкового автомобиля марки Рено

**На основании принятой технологии выполнения работ на участке комплексного диагностирования технического состояния легковых автомобилей была разработана и составлена технологическая карта диагностирования технического состояния легкового автомобиля марки Рено (представлена на листе 4 графической части), в которой подробно описан перечень технологических операций и их последовательность при определении тягово-экономических показателей транспортного средства, с точным указанием необходимого оборудования, норм**

**времени, технических требований и указаний количества исполнителей, а также квалификации последних.**

## РАЗДЕЛ 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ

### 3.1 Анализ существующих конструкций стендов для проверки тягово-экономических качеств автомобилей

Показатели тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобилей в условиях эксплуатации определяют с помощью стационарных роликовых (барабанных) тяговых стендов, переносных приборов (средств технического диагностирования двигателей), расходомеров топлива.

Классификацию тяговых стендов проводят по способу нагружения двигателя и трансмиссии автомобиля, по типу диагностируемого автомобиля и числу одновременно диагностируемых ведущих мостов, по типу нагрузочного и опорно-приводного устройств.

По способу нагружения стенды для определения тягово-экономических показателей подразделяются на инерционные, силовые и инерционно-силовые (комбинированные).

На инерционных стендах в процессе разгона инерционной системы реализуется скоростной режим диагностирования. В качестве инерционной системы используются маховые массы барабанов (роликов) и специальные маховики, соединенные с барабанами через редуктор. При разгоне барабанов ведущими колесами автомобиля маховые массы оказывают сопротивление, равное моменту инерции стенда. Чем больше колесная мощность автомобиля, тем меньше путь и время разгона инерционных масс в установленном скоростном диапазоне.

Нагрузочный режим диагностирования, характеризующийся постоянством скорости и тормозных сил на беговых барабанах в момент диагностирования, реализован только на стендах, оборудованных нагрузочными устройствами (тормозами).

В силовых тяговых стендах могут быть использованы фрикционные тормозные устройства, гидравлические тормоза, электродвигатели постоянного или переменного тока, работающие в режиме генератора, и электродинамический тормоз.

В настоящее время наибольшее распространение получили стенды с электромагнитными дисковыми тормозами с воздушным охлаждением. Это разнополюсная электромашина (индукционный тормоз). Тормоз работает в условиях высоких температур (400-600°C), поэтому применяется система охлаждения. Якорь электротормоза переводит всю механическую энергию вращения в электрическую, а затем рассеивает в виде теплоты.

По типу диагностируемых автомобилей различают стенды для легковых, грузовых автомобилей и автобусов, а также универсальные (для легковых и грузовых).

По типу опорно-приводных устройств бывают стенды однобарабанные, двухбарабанные под каждое колесо ведущей оси, двухбарабанные под колеса ведущей оси, трех- и четырехбарабанные для автомобилей с двумя ведущими осями.

Однобарабанные опорно-приводные устройства не нашли практического применения по причине нестабильности положения ведущих колес автомобиля при значительных скоростях испытаний.

Наибольшее распространение получили стенды с опорно-приводными устройствами с двумя барабанами под каждое ведущее колесо автомобиля. Основными частями тяговых стендов являются опорно-приводное устройство, пульт управления и индикации со средствами измерений, устройство для отвода отработавших газов, вентилятор и страховочные устройства. Один из двух барабанов — рабочий, второй — поддерживающий (холостой), однако бывают стенды, у которых оба ролика рабочие.

Стенды с опорой на два барабана небольшого диаметра, в сравнении с однобарабанными (большого диаметра), имеют меньшую металлоемкость и большую устойчивость испытуемого автомобиля. Однако испытания автомобиля на двухбарабанном стенде сопровождаются повышенной деформацией шин, что приводит к их интенсивному нагреву и изнашиванию.

Тяговый стенд К-485 предназначен для диагностирования легковых автомобилей массой до 2000 кг и колес 1100-1800 мм путем измерения тяговых качеств, имитацией дорожных сопротивлений и скорости автомобиля.

Диагностирование на стенде осуществляется в автоматическом и ручном режимах.

Стенд состоит из опорно-приводного устройства с двумя парами роликов (барабанов), приборной стойки с контрольно-измерительными приборами, дистанционного пульта управления, вентилятора для обдува радиатора диагностируемого автомобиля, устройства для отвода отработавших газов, узла подготовки воздуха для обеспечения подачи воздуха в пневмосистемы стенда, колодок для предотвращения съезда автомобиля с роликов при испытаниях. Кроме того, стенд оснащен цифropечатающим устройством и возможностью вывода информации на монитор ЭВМ. Проверка работы системы питания диагностируемого автомобиля осуществляется на стенде измерения расхода топлива на холостом ходу и под нагрузкой с помощью расходомера топлива.

Подъемный механизм предназначен для вывешивания автомобиля с целью облегчения его заезда на стенд и для торможения вращения роликов при съезде автомобилей со стенда. В конструкции стенда применяется наиболее совершенный и наиболее распространенный электромагнитный дисковый (индукторный) тормоз с воздушным охлаждением. Электродинамический дисковый тормоз представляет собой относительно простую по конструкции индукционную электрическую машину. Тормоз состоит из неподвижного индуктора, создающего переменное магнитное поле, и вращающегося якоря, в котором происходит основное преобразование электрической энергии в теплоту. Поскольку индуктор питается постоянным током, его магнитная система выполняется из сплошного металла (обычно из магнитомягкой стали). Якорь электродинамического тормоза изготавливается из любого электропроводящего материала в виде сплошного диска (обычно двух или

трех). При повышении мощности испытуемых автомобилей диски для охлаждения помещают в масляную ванну.

Наряду со стендом К-485 отечественного производства существует целый ряд других стендов для проверки тягово-экономических показателей автомобилей, такие как: мощностной стенд для легковых автомобилей Dynatest pro (Hofmann, Германия), СДМ 1-3500.200 производства фирмы «Мета» и т.д.

Мощностной стенд для легковых автомобилей Dynatest pro (Hofmann, Германия) позволяет производить имитацию пробного пробега, измерение мощности в широком диапазоне нагрузок, измерения расхода топлива, анализ выхлопных газов под нагрузкой и др. Программное обеспечение мощностного стенда выполняет наряду со стандартными следующие функции:

- ввод данных о клиентах и автомобилях;
- банк данных с функцией поиска для всех выполненных измерений;
- печать в различных видах по выбору (таблицы, графики);
- установки (языки, сервисные функции и т. д.).

Программа содержит пять режимов испытаний, с помощью которых оператор может осуществлять следующие виды диагностирования:

Первый режим: программа определения максимальной мощности, скорости и крутящего момента ( $P_{max}$ ). Автомобиль разгоняют на стенде от состояния покоя до максимальной скорости, переключая передачи с низшей до высшей. При переходе через точку максимальной мощности, выключают сцепление, и автомобиль совершает выбег.

Второй режим: программа определения предельной скорости автомобиля ( $V_{max}$ ). Устанавливается предельная скорость автомобиля, которая с помощью вихревого тормоза поддерживается постоянной. Во время испытаний можно задавать ряд различных величин скорости, что дает возможность анализировать характеристики автомобиля в различных ситуациях.

Третий режим: программа определения кривой мощности. Эта программа позволяет определить кривую мощности в диапазоне от низшей до

максимальной скорости. После начала движения разгоняют автомобиль до предварительно выбранной скорости. Во время этого цикла испытаний автоматически измеряются и сохраняются результаты измерения мощности.

Четвертый режим: программа контроля тахографа. Эта программа обеспечивает проверку точности и линейности показаний тахографа автомобиля. Можно предварительно выбрать до 10 различных скоростей. Во время этого испытания стенд будет задавать выбранные значения скоростей. В момент достижения тахографом заданной величины скорости компьютер стенда запоминает фактическую величину скорости.

Пятый режим: программа имитации работы транспортного средства в состоянии нагрузки ( $F=\text{const}$ ). Эта программа обеспечивает имитацию работы автомобиля в состоянии нагрузки. Определенная величина нагрузки, при которой анализируется состояние автомобиля (например, горный подъем), может быть предварительно задана.

Динамический роликовый стенд СДМ 2-3500.200 предназначен для комплексной оценки технических параметров автомобилей, в том числе с АБС путем полной имитации реального движения автомобиля по дороге в широком диапазоне скоростей с оценкой главных показателей: устойчивости и эффективности тормозных систем по ГОСТ Р 51709-2001, потерь трансмиссии, мощности двигателя, экономичности, экологических параметров, работы ЭСУД, АБС и систем охлаждения двигателя. Проверка всех этих параметров выполняется автоматически за считанные минуты на всех режимах работы, с регистрацией всех параметров в ПЭВМ.

Функциональные возможности стенда следующие:

- разгон автомобиля на стенде до 200 км/ч и его торможение на любой из скоростей диапазона;
- измерение основных параметров эффективности тормозных систем автомобиля согласно ГОСТ Р 51709-2001;
- комплексная проверка системы АБС автомобиля;
- контроль функционирования ЭСУД;

- оценка механических потерь трансмиссии, по интенсивности замедления при выбеге;
- оценка расхода топлива;
- оценка динамики разгона автомобиля в диапазоне 0-100 км/час;
- измерение параметров мощности двигателя по динамике разгона;
- оценка функционирования вентилятора системы охлаждения двигателя, спидометра, светотехнических приборов, звуковых сигналов;
- динамические функциональные испытания во время вождения, параметров и контроль основных устройств автомобиля при различных динамических ситуациях вождения в типичных дорожных условиях.

Система управления роликового стенда обеспечивает:

- автоматическое считывание по диагностической линии (K-Line) паспортных данных контроллера ЭСУД;
- считывание по диагностической линии кодов ошибок встроенной бортовой системы диагностики для анализа наличия и исправности датчиков, исполнительных механизмов и их соответствия типу автомобиля;
- документирование результатов контроля функционирования ЭСУД автомобиля с распечаткой заключения в виде протокола.

Проанализировав технические характеристики рассмотренных нами стендов определения тягово-экономических показателей автомобилей, выбор был остановлен на стенде СДМ 1-3500.200 производства фирмы «Мета». Так как он наиболее полно отвечает всем необходимым требованиям (габаритные размеры, потребляемая мощность, нагрузочные характеристики, а также самое главное – соотношение цены и качества), чего не могут обеспечить в полной мере остальные стенды. Например, стенд К-485 предназначен для диагностирования легковых автомобилей массой до 2000кг, что в нашем случае является недостаточным (учитывая то, что масса большого количества легковых автомобилей иностранного производства превышает 2000кг). Что же касается стенда Dynatest pro (Hofmann, Германия), то его технические



характеристики нас устраивают, но не устраивает цена, которая на порядок выше, чем у оборудования отечественного производства.

### **3.2 Устройство и принцип работы модернизированной конструкции стенда**

Сварное основание состоит из рамы и направляющих подвижного блока роликов. Неподвижный блок крепится на раму при помощи резьбовых соединений. Подвижный блок устанавливается на направляющие, которые обеспечивают возможность перемещения с целью регулирования колесной базы под имеющуюся базу АТС.

Рама крепится к подготовленной поверхности при помощи анкерных болтов.

Конструкция основания предусматривает также возможность регулирования по высоте для установки комплектов роликов в горизонтальной плоскости относительно настила строительного сооружения.

Блок сдвоенных роликов для передней оси, подвижный и блок сдвоенных роликов для задней оси, неподвижный

Каждый комплект сдвоенных роликов соединен с двигателем переменного тока векторного управления. Двигатели управляются преобразователями частоты и работают по отдельности в режиме привода или генератора. Центральный блок управления выявляет требуемые параметры (например, количество оборотов в минуту/крутящий момент) для независимой синхронной работы двигателей. Энергетический обмен между двигателями осуществляется через DC-контур. Избыточная энергия возвращается в энергосистему. Поток данных проходит через систему шин.

Комплект беговых роликов состоит из неподвижного бегового ролика и подвижного, выполненного с возможностью перемещения с целью регулирования расстояния между роликами в зависимости от диаметра колеса АТС.

Беговые ролики каждого комплекта служат для размещения одного из колес АТС во время испытаний. Вращение беговых роликов осуществляется как от АТС, так и от привода роликов. Беговые ролики имеют фрикционное покрытие, предохраняющее проскальзывание колеса АТС относительно ролика. С внешней стороны каждый ролик имеет специальные вырезы, издающие резкий звуковой сигнал при наезде на него колеса АТС. Между собой ролики каждого комплекта связаны зубчатой ременной передачей.

Привод беговых роликов состоит из электродвигателя с векторным управлением, закрепленным на кронштейне, и встроенного датчика скорости.

Кронштейн свободно подвешен на специальных рессорах относительно сварного основания, закрепленного на раме комплекта блоков роликов. Под кронштейном расположен датчик усилия, закрепленный на основании привода, который воспринимает нагрузку от электродвигателя через выступ на кронштейне.

Электродвигатель через муфту связан с валом, несущим ведущий шкив. Вал смонтирован на подшипниковых опорах.

Ведущий шкив привода соединен ременной передачей с ведомым шкивом бегового ролика. Натяжение ременной передачи осуществляют натяжным роликом посредством резьбовой передачи.

Беговые ролики динамически сбалансированы и установлены на подшипниках, размещенных в опорах. Подшипниковые опоры подвижных беговых роликов имеют возможность перемещения посредством упорных винтов.

Для обеспечения вращения беговых роликов с одинаковой скоростью, а также передачи вращения с заданной скоростью от двигателя, используются синхронные ремни зубчатого типа в паре с зубчатыми шкивами.

Предохранительные ролики расположены в передней части подвижного блока роликов и задней части неподвижного блока роликов и служат для предотвращения непредвиденного выезда АТС со стенда.

Предохранительные ролики имеют возможность вращения относительно своих осей и расположены на кронштейнах-рычагах. Рычаги установлены на подшипниковых опорах стационарных беговых роликов и поднимаются (опускаются) под действием пневмоцилиндров. Когда предохранительные ролики находятся в верхнем положении, рычаги контактируют со специальными замками (действующими от пневматики), которые удерживают рычаги при аварийном наезде АТС на предохранительных роликах.

Ограничительные ролики служат для удерживания АТС при боковом смещении с беговых роликов. Ограничительные ролики, с возможностью вращения при контакте с вращающимся колесом АТС, смонтированы на неподвижных кронштейнах.

Механизм опускания (подъема) АТС (лифт) служит для заезда-выезда АТС с беговых роликов.

Лифты опускаются и поднимаются при помощи рычажного устройства и сильфонных пневматических цилиндров, закрепленных на раме комплекта роликов.

Лифты снабжены вращающимися скалками, которые с помощью специального устройства - датчика проскальзывания - при замере тормозных сил определяют момент блокирования колеса АТС и подают сигнал на прерывание контакта скалки с колесом АТС.

Проверяемый автомобиль всеми колесами устанавливается на сдвоенные ролики стенда, приводимые во вращение по программе компьютера от асинхронных электродвигателей.

Испытательный процесс запускается с пульта дистанционного управления.

По окончании программы испытаний на принтере распечатывается протокол испытаний и кодов ошибок при их возникновении, а роликовый стенд переходит в режим "Выезд".

Общее время проверки согласно графику ездового цикла не более 4 минут обеспечивает производительность проверок не менее 15 автомобилей в час.

Определение действительной величины скорости осуществляется с помощью цифровых импульсных датчиков с высокой разрешающей способностью с распознаванием направления вращения. Ускорение определяется дифференцированием сигнала частоты вращения вала асинхронной машины и используются во всех дальнейших расчетах для имитации вращающихся маховых масс.

Передача данных производится в цифровой форме. Измерение длины пути производится на основе инкрементного датчика. Разрешающая способность измерения составляет 10 см. Для моделирования дороги и вращающихся маховых масс с использованием параметров автомобиля, скорости и рассчитанного значения ускорения определяется заданное значение силы тяги. Управление асинхронной машиной производится контроллером.

Стенд оборудован предохранительными устройствами и устройством защиты. В случае нарушения режима работы стенд может быть остановлен в быстром или аварийном режиме с помощью блокирующих устройств.

Непрерывная самодиагностика стенда распознает не только неисправности оборудования, но и ошибки оператора. Сервисная программа дает обслуживающему персоналу алгоритм поиска неисправностей.

### **3.3 Проектный расчет**

Для предотвращения проскальзывания колеса относительно роликов их диаметр принимают в пределах 0,35 ... 0,40 от диаметра колеса, но не менее 240мм, так как при дальнейшем уменьшении диаметра резко возрастает сопротивление качению колеса.

Для удобства обработки сигналов датчиков пути и скорости желательно, чтобы один оборот ролика соответствовал пути автомобиля длиной в один метр.

Длина роликов  $l_p$  зависит от конструктивных параметров шин и степени универсальности стенда [15]:

$$l_p = \frac{(B_n - B_{en})}{2} + a, \quad (3.1)$$

$$l_p = \frac{(1850 - 650)}{2} + 150 = 750 \text{ мм.}$$

Расстояние между роликами [15]:

$$b = B_{en} - a, \quad (3.2)$$

$$b = 650 - 150 = 500 \text{ мм,}$$

где  $B_n = 1850 \text{ мм}$  – наибольшая наружная колея;

$B_m = 650 \text{ мм}$  – наименьшая внутренняя колея;

$a = 150 \text{ мм}$  – запас по длине.

При испытаниях автомобиля на стенде, если неправильно выбрано расстояние  $L$ , произойдет отрыв колеса от заднего ролика и автомобиль выедет со стенда. Чтобы этого не произошло, должно выполняться условие:

$$G_{кз}'' \varphi \leq G_{кз}' + G_{кн} f + G_{кз}'' f_p, \quad (3.3)$$

где  $\varphi$  - коэффициент сцепления колес с роликами;

$f$  и  $f_p$  – коэффициенты сопротивления качению колес по поверхности пола и роликам.

Если выразить силы через  $G_{кз}$  и принять, что  $G_{кн} \approx G_{кз}$ , то

$$G_{кз} \cos \alpha \varphi \leq G_{кз} \sin \alpha + G_{кз} f + G_{кз} \cos \alpha f_p. \quad (3.4)$$

Учитывая то, что ролики стальные:

$$f \approx f_p \cos \alpha. \quad (3.5)$$

Подставив выражение (3.5) в уравнение (3.4) и разделив обе части неравенства на  $G_{кз} \cos \alpha$ , можно получить [15]:

$$\varphi \leq \operatorname{tg} \alpha + 2f_p \quad \text{или} \quad \operatorname{tg} \alpha \geq \varphi - 2f_p.$$

Учитывая, что  $2f_p$  в 10... 15 раз меньше  $\varphi$ , приближенно можно считать, что

$$\operatorname{tg} \alpha \geq \varphi. \quad (3.6)$$

Если  $\varphi = 0,5$ , то  $\alpha \geq 27^\circ$ . Практически  $\alpha = 30^\circ$ . Тогда расстояние между осями роликов:

$$L = 2(R_k + R_p) \sin \alpha = R_k + R_p, \quad (3.7)$$

$$L = 2(400 + 250) \sin 30 = 400 + 250 = 650 \text{ мм},$$

где  $R_k$  и  $R_p$  — соответственно радиусы колеса и ролика.

Однако при  $\alpha > 27^\circ$  стэнд должен быть оборудован выталкивателем колес.

Ход подъемника выталкивателя [15]:

$$H = H' + h,$$

$$H = 87 + 25 = 112 \text{ мм},$$

где

$$H' = (R_p + R_k)(1 - \cos \alpha), \quad (3.8)$$

$$H' = (250 + 400)(1 - \cos 30) = 87 \text{ мм},$$

где  $h = 25 \text{ мм}$  — гарантированный зазор.

Подъемная сила выталкивателя должна быть больше силы веса, приходящейся на колесо. Иногда выталкиватели конструктивно объединяют с тормозом, блокирующим ролики в момент выезда автомобиля. В этом случае усилие на штоке исполнительного механизма:

$$P \geq \frac{G_3}{2} + G_3 \cos \alpha \frac{\varphi}{\varphi_1}, \quad (3.9)$$

где  $\varphi_1 = 0,4$  — коэффициент трения между тормозной накладкой и роликом.

$$P \geq \frac{3750}{2} + 3750 \cos 30 \frac{0,5}{0,4},$$

$$P \geq 5953 \text{ Н}.$$

Площадь накладки  $F$  определяется исходя из удельного давления  $P_0$ :

$$F = \frac{G_3 \cos \alpha \frac{\varphi}{\varphi_1}}{2P_0}, \quad (3.10)$$

$$F = \frac{3750 \cos 30 \frac{0,5}{0,4}}{2 \cdot 2} = 10,2 \text{ мм},$$

где  $P_0 = 2 \text{ Па}$ .

Подшипники роликов и инерционной массы рассчитывают по динамической грузоподъемности

$$C = P_p \sqrt{\frac{L}{a_1 a_2}}, \quad (3.11)$$

$$C = 1508^{3,33} \sqrt{\frac{9364}{1 \cdot 0,55}} = 38800 \text{ Н},$$

где  $P$  – эквивалентная нагрузка;

$p = 3,33$  – для роликовых подшипников;

$a_1 = 1$  – коэффициент надежности;

$a_2 = 0,55$  – обобщенный коэффициент влияния качества металла и условий эксплуатации;

$L$  – ресурс, млн.об.

Расчет эквивалентной нагрузки ведется по формуле [15]:

$$P = \frac{G_3 K_\sigma K_m}{z \cos \alpha}, \quad (3.12)$$

где  $z = 4$  – число опор роликов станда;

$K_\sigma = 1,4$  – коэффициент безопасности;

$K_m = 1$  – температурный коэффициент.

$$P = \frac{3750 \cdot 1,4 \cdot 1}{4 \cdot \cos 30} = 1508 \text{ Н}.$$

Ресурс рассчитывается исходя из средней частоты вращения роликов при  $V = 90 \text{ км/ч}$ ,

$$L = \frac{1000 V T n_{см} D_{pe} K_m A}{120 \pi R_p}, \quad (3.13)$$

где  $T = 8 \text{ ч}$  – продолжительность смены;

$n_{см} = 1,37$  – число рабочих смен в сутки;

$D_{pe} = 365$  – рабочих дней в году;

$K_m = 0,35$  – коэффициент использования стенда;

$A = 7 \text{ лет}$  – срок службы стенда.

$$L = \frac{1000 \cdot 25 \cdot 28800 \cdot 1,37 \cdot 365 \cdot 0,35 \cdot 7}{120 \cdot 3,14 \cdot 0,25} = 9364 \text{ млн.об.}$$

Параметры нагружателя стенда определяют решением уравнения мощностного баланса относительно мощности, поглощаемой нагружателем:

$$N_x = N_e - N_{ea} - N_{mp} - N_f - N_{cm}, \quad (3.14)$$

$$N_x = 53 - 8,3 - 2,7 - 1,7 - 2,2 = 38,1 \text{ кВт},$$

где  $N_e$  – мощность двигателя автомобиля по внешней скоростной характеристике;

$N_{ea}$  – мощность, затрачиваемая на привод вспомогательных агрегатов автомобиля;

$N_{mp}$  – потери мощности в трансмиссии;

$N_f$  – потери мощности на трение качения колес по роликам стенда;

$N_{cm}$  – потери мощности в механизмах стенда.

Сформируем массив данных в виде таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Массив данных, используемых при расчете

Наименование параметра	Значение параметров при скорости, км/ч			
	60	80	100	120
$n_{об}, \text{мин}^{-1}$	2600	3500	4400	5300
$N_e, \text{кВт}$	53	86	129	184
$N_{ea}, \text{кВт}$	8,3	22	50	99,3
$N_{mp}, \text{кВт}$	2,7	3,8	4,7	5
$N_f, \text{кВт}$	1,7	2,3	2,9	3,4
$N_{cm}, \text{кВт}$	2,2	3	3,7	4,5
$N_x, \text{кВт}$	38,1	54,9	67,7	71,8
$N_{\text{нб}}, \text{кВт}$	45,7	65,9	81,2	86,2
$M_x, \text{Н}\cdot\text{м}$	3968	4282	4215	3742



Для расчета нагрузителя стенда проверки мощности легковых автомобилей скорость берется в четырех точках внешней скоростной характеристики: 60, 80, 100, 120 км/ч.

Частота вращения коленчатого вала двигателя [15]:

$$n_{\partial\partial} = \frac{0,265Vi_0}{R_k}, \quad (3.15)$$

где  $V$  – скорость автомобиля, км/ч;

$i_0 = 4$  – передаточное отношение главной передачи.

$$n_{\partial\partial} = \frac{0,265 \cdot 1 \cdot 4}{0,0004} = 2600 \text{ мин}^{-1},$$

$$N_e = N_M \left[ a \left( \frac{n_{\partial\partial}}{n_N} \right) + b \left( \frac{n_{\partial\partial}}{n_N} \right)^2 + c \left( \frac{n_{\partial\partial}}{n_N} \right)^3 \right], \quad (3.16)$$

где  $N_M = 66 \text{ кВт}$  – максимальная мощность по паспорту;

$n_N = 5500 \text{ мин}^{-1}$  – частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальной мощности;

$a=b=c=1$  – коэффициенты.

$$N_e = 66 \left[ 1 \left( \frac{2600}{5500} \right) + 1 \left( \frac{2600}{5500} \right)^2 + 1 \left( \frac{2600}{5500} \right)^3 \right] = 53 \text{ кВт}.$$

Мощность, затрачиваемая на привод вспомогательных агрегатов [15]:

$$N_{\partial\partial} = (1 - \eta_{\partial\partial}) N_e, \quad (3.17)$$

где  $\eta_{\partial\partial} = 0,982 - \frac{n_{\partial\partial}}{10^5} - \frac{1,67n_{\partial\partial}^2}{10^8} = 0,843$ ,

$$N_{\partial\partial} = (1 - 0,843) \cdot 53 = 8,3 \text{ кВт}.$$

Потери мощности в агрегатах трансмиссии:

$$N_{mp} = (1 - \eta_m)(N_e - N_{\partial\partial}) \quad (3.18)$$

где  $\eta_m$  – КПД трансмиссии,

$$\eta_m = \eta_n - \frac{(2 + 0,025V)G_3V}{2,7 \cdot 10^6 (N_e - N_{\partial\partial})},$$

где  $\eta_n = 0,94$

$$\eta_m = 0,94 - \frac{(2 + 0,025 \cdot 1) \cdot 3750 \cdot 1}{2,7 \cdot 10^6 (53 - 8,3)} = 0,94,$$

$$N_{mp} = (1 - 0,94)(53 - 8,3) = 2,7 \text{ кВт}.$$

Потери мощности на преодоление сил трения качения [15]:

$$N_f = f_p G_3 V / 3672. \quad (3.19)$$

Принимаем, что  $f_p = 0,028$  не зависит от скорости.

$$N_f = 0,028 \cdot 3750 \cdot 1 / 3672 = 1,7 \text{ кВт}.$$

Потери мощности в механизмах стенда:

$$N_{cm} = \frac{1,4 + 2,8 \cdot 10^3 n_p}{1,36}, \quad (3.20)$$

$$N_{cm} = \frac{1,4 + 2,8 \cdot 10^3 \cdot 110}{1,36} = 2,2 \text{ кВт},$$

где  $n_p$  – частота вращения роликов стенда,  $\text{мин}^{-1}$ :

$$n_p = \frac{30V}{3,6\pi R_p} = \frac{2,65V}{R_p},$$

$$n_p = \frac{30V}{3,6\pi R_p} = \frac{2,65 \cdot 1000}{0,4} = 110 \text{ мин}^{-1}.$$

Так как в процессе работы нагружателя происходит нагрев обмоток и металла, его эффективность снижается. Поэтому мощность нагружателя берется с 20% запасом.

$$n_H = 1,2 N_x, \quad (3.21)$$

$$n_H = 1,2 \cdot 38,1 = 45,7 \text{ кВт}.$$

Используя результаты расчета мощности, поглощаемой нагружателем, определяем тормозной момент по формуле:

$$M_x = \frac{9551,6 N_H}{n_p}, \quad (3.22)$$

$$M_x = \frac{9551,6 \cdot 45,7}{110} = 3968 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 3.4 Проверочный расчет

Построим расчетную схему вала:

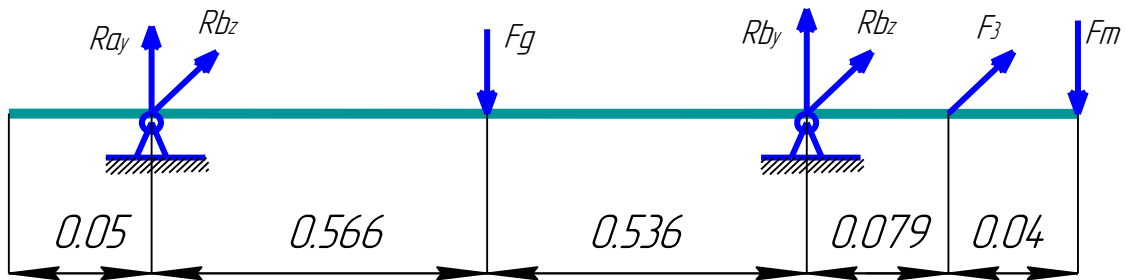


Рисунок 3.2 – Расчетная схема вала

Определим силу воздействия муфты на вал:

$$F_M = 250\sqrt{T} = 250\sqrt{1250} = 8838,83H, \quad (3.23)$$

где  $T = 1250H \cdot m$  – крутящий момент.

Определим силу воздействия звездочки на вал:

$$F_3 = 250\sqrt{T} = 8838,83H,$$

где  $F_r$  – сила действующая на вал от массы, приходящейся на ось автомобиля.

$G_k = 131,25кг$  – сила нагрузки, действующая от оси автомобиля, следовательно  $F_G = 1312,5H$ .

Определим силу реакции в плоскости XY [14]:

$$\sum M_A = 0.$$

$$R_{By} \cdot 1,102 - F_G \cdot 0,566 - F_M \cdot 1,221 = 0,$$

$$R_{By} = \frac{F_G \cdot 0,566 + F_M \cdot 1,221}{1,102} = 10471.$$

$$\sum M_B = 0.$$

$$-R_{Ay} \cdot 1,129 + F_G \cdot 0,536 - F_M \cdot 0,119 = 0,$$

$$R_{Ay} = \frac{F_G \cdot 0,536 - F_M \cdot 0,119}{1,129} = -308,52,$$

Проверка:

$$\sum M_c = R_{Ay} \cdot 0,566 + R_{By} \cdot 0,536 - F_M \cdot 0,655,$$

$$\sum M_c = 174,622 + 5612,46 - 5789,43 \approx 0.$$

Проверка равняется нулю, значит расчеты выполнены верно.

Определим силу реакции в плоскости XZ [14]:

$$\sum M_A = 0.$$

$$R_{Bz} \cdot 1,102 + F_3 \cdot 1,181 = 0,$$

$$R_{Bz} = \frac{-F_3 \cdot 1,181}{1,102} = -9472,47.$$

$$\sum M_B = 0.$$

$$-R_{Az} \cdot 1,102 + F_3 \cdot 0,079 = 0,$$

$$R_{Az} = \frac{F_3 \cdot 0,079}{1,102} = 633,6.$$

Проверка:

$$\sum M_c = -R_{Az} \cdot 1,181 + R_{Bz} \cdot 0,079,$$

$$\sum M_c = -748,32 + 748,33 \approx 0.$$

Проверка равняется нулю, значит расчеты выполнены верно.

### Расчет на прочность

Строим эпюры изгибающих моментов в плоскости XY [14].

Рассмотрим участок I:

$$z_1 = 0, \quad M = 0;$$

$$z_1 = 0,566\text{м}, \quad M_1 = -R_{Ay} \cdot z_1 = -308,52 \cdot 0,566 = -174,62 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Рассмотрим участок II:

$$z_2 = 0, \quad M = 0;$$

$$z_2 = 0,536\text{м}, \quad M_2 = -F_M \cdot (0,119 + z_2) + R_{By} \cdot z_2 = -8838,83 \cdot 0,119 = -1051,82 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Рассмотрим участок III:

$$M = -F_M \cdot z_3;$$

$$z_3 = 0, \quad M = 0;$$

$$z_3 = 0,536\text{м}, \quad M_3 = -8838,83 \cdot 0,119 = -1051,82 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Строим эпюры изгибающих моментов в плоскости XZ.

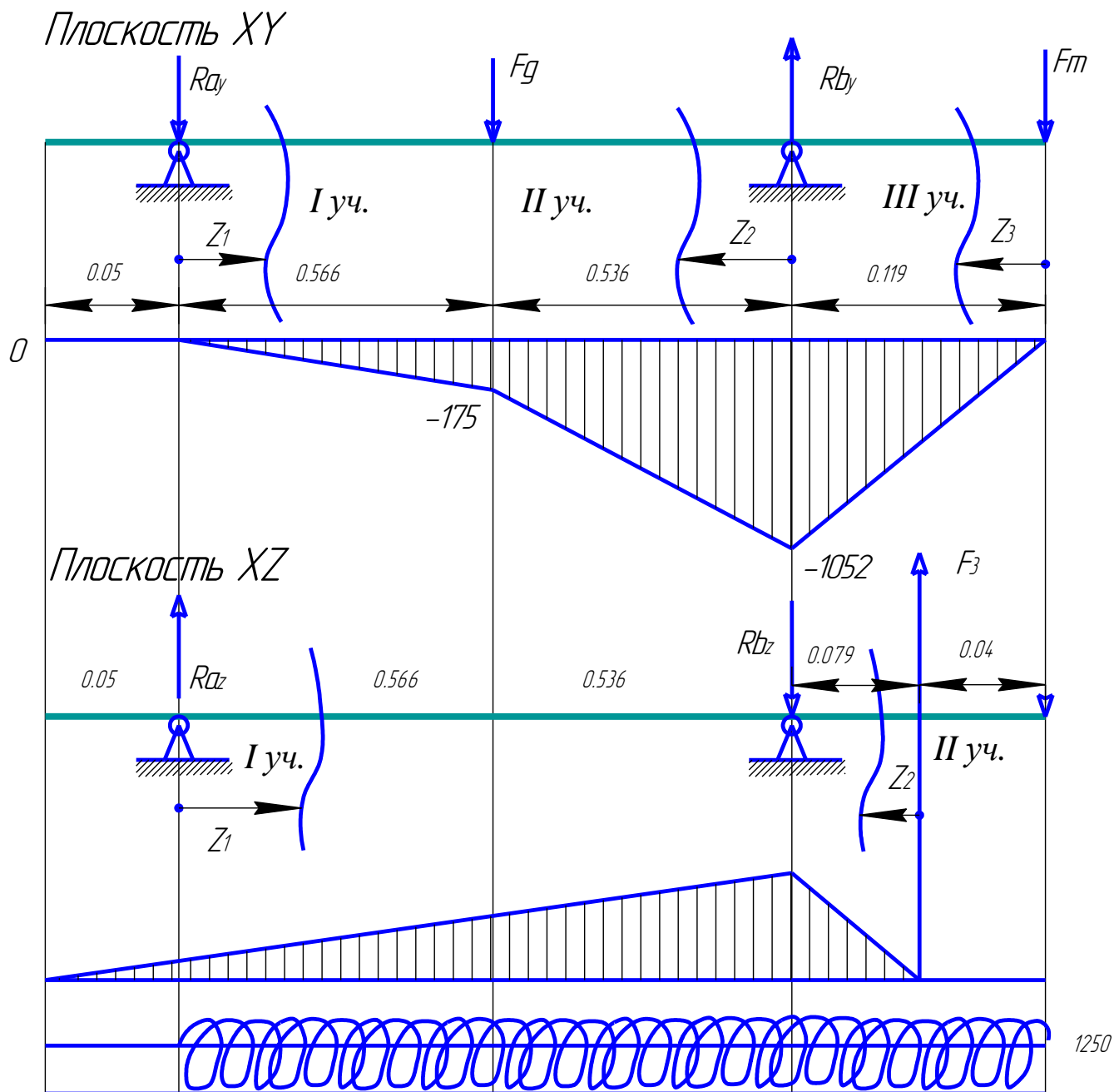


Рисунок 3.1 – Схемы эпюр изгибающих моментов в плоскостях  $XY$  и  $XZ$

Рассмотрим участок I:

$$z_1 = 0, \quad M = 0;$$

$$z_1 = 0,566\text{м}, \quad M_1 = R_{Az} \cdot z_1 = 633,64 \cdot 1,102 = 698,27 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Рассмотрим участок II:

$$z_2 = 0, \quad M = 0;$$

$$z_2 = 0,079\text{м}, \quad M_2 = F_3 \cdot 0,079 = 8838,83 \cdot 0,079 = 698,27 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Схемы эпюр изгибающих моментов в плоскостях XY и XZ представлены на рисунке 3.1

Определяем максимальный изгибающий момент:

$$M = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}, \quad (3.24)$$

$$M = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 1262,65 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Проведем расчет вала на прочность [14]:

1. Определим напряжение изгиба:

$$\sigma_u = \frac{M}{W_u}, \quad (3.27)$$

$$\sigma_u = \frac{1262,65}{0,1 \cdot d^3} = \frac{1262,65}{0,1 \cdot 0,05^3} = 101,01 \text{ МПа}.$$

2. Определим напряжение кручения:

$$\tau = \frac{T}{W_p}, \quad (3.28)$$

$$\tau = \frac{1250}{0,2 \cdot 0,05^3} = 50 \text{ МПа},$$

3. Определим пределы выносливости:

$$\sigma_{-1} = 0,4\sigma_B, \quad (3.29)$$

$$\sigma_{-1} = 0,4 \cdot 850 = 340 \text{ МПа}.$$

Выбираем для материала сталь 45, размер сечения  $S = 50$  мм не более, твердость поверхности 240 - 285 НВ, предел прочности  $\sigma_B = 850$  МПа, предел текучести  $\sigma_m = 580$  МПа.

$$\tau_{-1} = 0,2\sigma_B, \quad (3.30)$$

$$\tau_{-1} = 0,2 \cdot 850 = 170 \text{ МПа}.$$

4. Определим запас сопротивления усталости, только по изгибу:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\sigma_a \cdot k_{\sigma}}{k_d \cdot k_F} + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m}, \quad (3.31)$$

где  $K_d, K_F$  – масштабный фактор и фактор шероховатости поверхности,

$K_d = 0,7$ , т.к. углеродистая сталь при умеренной концентрации напряжения

$K_F = 1$ .

$\sigma_a, \tau_a$  – амплитуды переменных, составляющих циклов напряжений;

$\sigma_m, \tau_m$  – постоянные составляющие;

$$\sigma_a = \frac{M}{0,1 \cdot d^3} = 101,01 \text{ МПа}, \quad (3.32)$$

где  $\psi_{\sigma}$  – коэффициент, корректирующий влияние постоянной составляющей цикла напряжений на сопротивление усталости,  $\psi_{\sigma} = 0,1$  для углеродистой стали.

$\sigma_m$  – постоянная составляющая,  $\sigma_m = 0$  (т.к. цикл симметричный).

$$S_{\sigma} = \frac{340}{\frac{101,01}{0,7 \cdot 1} + 0} = 2,3.$$

5. Определяем запас сопротивлению усталости только по кручению:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_a \cdot k_{\tau}}{k_d \cdot k_F} + \psi_{\tau} \cdot \tau_m}, \quad (3.33)$$

где  $\psi_{\tau}$  – коэффициент, корректирующий влияние постоянной составляющей цикла напряжений на сопротивление усталости,  $\psi_{\tau} = 0,1$  для углеродистой стали, зависит от механических характеристик материала.

$\tau_m$  – постоянная составляющая, вычисляется по формуле:

$$\tau_m = \tau_a = 0,5\tau = 0,5 \cdot \frac{T}{0,2 \cdot 0,05^3} = 25 \text{ МПа},$$

$$S_{\sigma} = \frac{170}{\frac{25}{0,7 \cdot 1} + 0,05 \cdot 25} = 4,48.$$

6. Находим запас сопротивления  $S$ :

$$S = \frac{S_\tau \cdot S_\sigma}{\sqrt{S_\tau^2 \cdot S_\sigma^2}}, \quad (3.34)$$

$$S = \frac{4,48 \cdot 2,3}{\sqrt{4,48^2 \cdot 2,3^2}} = 1,7 \geq [S] = 1,5.$$

Вывод: больше напряжено второе сечение.

Проведем расчет вала на изгиб.

Определим момент инерции сечения:

$$J = \frac{\pi d^4}{64}, \quad (3.35)$$

$$J = \frac{3,14 \cdot 50^4}{64} = 306640,63 \text{ мм}^4.$$

Определяем прогиб в вертикальной плоскости от сил  $F_G$  и  $F_M$ :

$$Y_y = \frac{F_Y \cdot a^2 \cdot b^2}{3EI} + \frac{F_M \cdot ca(l^2 - a^2)}{6EI}, \quad (3.36)$$

где  $a = 0,566 \text{ м}$ ;

$b = 0,536 \text{ м}$ ;

$c = 0,119 \text{ м}$ ;

$l = 1,102 \text{ м}$ .

$$Y_y = \frac{1312,5 \cdot 566^2 \cdot 536^2}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 1134 \cdot 306} + \frac{8838,83 \cdot 0,0602}{6 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 30,7 \cdot 10^4 \cdot 1,102} = 0,063 \text{ мм}.$$

Определяем прогиб в горизонтальной плоскости от силы  $F_3$ :

$$Y_y = \frac{F_3 \cdot c^2 \cdot l^2}{3EI}, \quad (3.37)$$

$$Y_y = \frac{8838,83 \cdot 0,079^2 \cdot 1,102^2}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 30,7 \cdot 10^4 \cdot 1,102} = 0,0314 \text{ мм}.$$

Суммарный прогиб:

$$y = \sqrt{y_b^2 + y_r^2} = 0,067 \text{ мм}. \quad (3.38)$$

Определим допускаемый прогиб:

$$y = 0,01 \cdot m = 0,01 \cdot 7 = 0,07 \text{ мм} \geq 0,067 \text{ мм}, \quad (3.39)$$

где  $m$  – модуль.

Вывод: условие жесткости выполнено.



### **3.5 Разработка принципиальной схемы автоматизированной системы управления комплексным диагностированием**

На практике при управлении производственным процессом данные, характеризующие его ход, слишком разнообразны и объемны, принимать решения в этом случае очень сложно. Оперативность принятия решений достигается в том случае, когда базой для их принятия служат не данные, а информация, т.е. отобранные сведения, конкретизирующие определенную ситуацию (достаточные и необходимые для принятия решений). Данные, используемые для выработки управленческих решений в реальном времени, т.е. в момент их формирования, непосредственно становятся информацией.

Своевременность получения необходимой информации – главное требование для принятия эффективных управленческих решений [9]. Задержка в поступлении информации к конкретному пользователю приводит к потере основного ее свойства – ценности. Более того, несвоевременно полученная информация может оказаться не только бесполезной, но и вредной.

Важным качеством информации является ее полнота, которая обуславливается характеристиками технологического процесса регистрации, сбора и передачи данных. Технологией может быть предусмотрена регистрация и передача всех первичных данных о состоянии объекта управления или только некоторой совокупности данных, необходимых на определенный момент времени.

Точность информации характеризует возможность отображения состояния объекта управления без искажения его значений и зависит как от технических средств регистрации данных, так и от методов их сбора и подготовки. Однако не все данные, преобразованные в информацию, в равной мере влияют на полноту и качество принимаемых решений.

Нами предлагается разработка автоматизированной системы управления на участке комплексной диагностики технического состояния легковых автомобилей.

Автоматизированная система управления (АСУ) должна иметь такой объем данных, преобразование которых обеспечит пользователя минимумом объективно необходимой информации для принятия эффективных управленческих решений [11].

На первом этапе осуществляется функция планирования – обеспечивается выбор программы деятельности и наиболее экономичного способа ее выполнения на длительное время. Таким образом, здесь возникает задача оптимального планирования, которая осуществляется подсистемой управления перед началом каждого планового периода.

На втором этапе реализуется наиболее активная функция диагностирования транспортных средств – контроль. Главная цель реализации этой функции заключается в том, что на основе текущей информации, которая должна поступать в реальном масштабе времени, функция контроля осуществляется непрерывно в течение всего периода диагностирования. Наиболее эффективный и действенный контроль в данном процессе может осуществляться только с помощью широкого применения современных электронно-технических устройств. Информация при реализации данной функции должна быть своевременной и достоверной, так как на ее основе принимаются решения по наиболее полному использованию трудовых и материальных ресурсов.

На третьем этапе проходит функция управления – регулирование – заключается в том, что на основе сравнения текущей и плановой информации о состоянии технологических процессов диагностирования автомобилей вырабатываются оперативные решения. Оптимальное регулирование процессов заключается в том, что в результате выполнения первых двух функций задается оптимальный уровень его нормативных характеристик и выходных показателей, а в результате оперативного вмешательства, сглаживающего отклонения, этот уровень непрерывно поддерживается, но не жестко, а при постоянной корректировке с учетом внутренних возможностей и внешних условий функционирования данной системы. В данном случае

управление рассматривается как процесс планирования, контроля и регулирования [10].

На листе 6 графической части изображен алгоритм работы предлагаемой системы управления комплексным диагностированием в условиях техцентра «АвтоМастер».

В предложенной автоматизированной системе управления представлены отдельные операции диагностирования автомобиля, начиная с момента его установки на рабочий пост определения тягово-экономических показателей (ТЭП), и заканчивая выездом с участка диагностики полностью исправного транспортного средства (ТС). Также в системе предусмотрен отказ клиента от устранения неисправностей после проведения комплексной диагностики. В случае его согласия на проведение работ по ТО и ТР производится повторный заезд автомобиля на пост диагностирования (контроль качества выполненных воздействий). При разработке данной системы управления было учтено «омоложение» возрастной структуры парка, а также возрастающее количество иностранных автомобилей, имеющих сложную современную конструкцию.

## **РАЗДЕЛ 4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов на участке комплексного диагностирования легковых автомобилей**

При анализе условий труда и влиянии опасностей необходимо выполнить детальную декомпозицию трудового процесса. Это позволит наиболее полно определить опасные и вредные факторы согласно ГОСТ 12.0.00 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Вредный фактор рабочей среды - фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызвать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства.

На рассматриваемом участке на рабочих оказывают влияние следующие вредные производственные факторы:

- движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования;
- повышение или понижение температуры воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- отсутствие или недостаток естественного освещения;
- недостаточная или повышенная освещенность рабочей зоны (места);
- повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны.

Опасный фактор рабочей среды - фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной: острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья, смерти [12].

Факторы характеризуются потенциалом, качеством, временем существования или воздействия на человека, вероятностью появления, размерами зоны действия.

Потенциалом определяется производственный фактор с количественной стороны, например, уровень шума, запылённость воздуха, напряженность электрического тока. Качество фактора отражает его специфические особенности, влияющие на организм человека, например, частотный состав шума, дисперсность пыли, род электрического тока.

В различных помещениях во время работы создаётся постоянный шум. Для уменьшения шума применяют тщательное центрирование вращающихся деталей, регулярная смазка, применение звукопоглощающих материалов.

Для предотвращения поражения электрическим током необходимо все кабели изолировать, проводить под землёй, все электродвигатели заземлить. Перед станком для рабочего необходимо положить резиновый коврик.

В целях защиты рабочих от поражения электрическим током применяют контур заземления и зануления.

В данном проекте разрабатывается опорный барабан стенда определения тягово-экономических показателей автомобилей СДМ 1-3500.200 на участке диагностики. При работе на этом участке и эксплуатации стенда могут возникнуть следующие опасные ситуации:

- поражение электрическим током;
- травмирование вращающимися деталями;
- недостаточность освещения;
- повышенный шум и вибрация.

Для предотвращения этих ситуаций необходимо предусмотреть защиту: корпус стенда должен быть надежно заземлен и занулен.

Лицом, ответственным за выполнение работ и требований в лаборатории и на участке, является лаборант.

На рассматриваемом в данном дипломном проекте участке комплексной диагностики легковых автомобилей наиболее актуальным является возникновение шума и вибрации (ГОСТ 31170-2004 «Вибрация и шум машин»), создаваемых стендом по определению тягово-экономических показателей автомобилей.

Шум – беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков; способен оказывать неблагоприятное воздействие на организм. Источником шума является любой процесс, вызывающий местное изменение давления или механические колебания в твердых, жидких или газообразных средах. Действие его на организм человека связано главным образом с применением нового, высокопроизводительного оборудования, с механизацией и автоматизацией трудовых процессов: переходом на большие скорости при эксплуатации различных станков и агрегатов. Источниками шума могут быть двигатели, насосы, компрессоры, турбины, пневматические и электрические инструменты, молоты, дробилки, станки, центрифуги, бункеры и прочие установки, имеющие движущиеся детали. Кроме того, за последние годы в

связи со значительным развитием городского транспорта возросла интенсивность шума и в быту, поэтому как неблагоприятный фактор он приобрел большое социальное значение.

Шум имеет определенную частоту, или спектр, выражаемый в герцах, и интенсивность – уровень звукового давления, измеряемый в децибелах. Для человека область слышимых звуков определяется в интервале от 16 до 20 000 Гц.

Наиболее чувствителен слуховой анализатор к восприятию звуков частотой 1000 – 3000 Гц (речевая зона).

Измерение, анализ и регистрация спектра шума производится специальными приборами – шумомерами и вспомогательными приборами (самописцы уровней шума, магнитофон, осциллограф, анализаторы статистического распределения, дозиметры и др.). Поскольку ухо менее чувствительно к низким и более чувствительно к высоким частотам, для получения показаний, соответствующих восприятию человека, в шумомерах используют систему скорректированных частотных характеристик.

Нормируемыми параметрами шума являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и эквивалентный (по энергии) уровень звука в децибелах.

Допустимые уровни шума на рабочих местах не превышают соответственно 110, 94, 87, 81, 78, 75, 73 дБ.

Шум – один из наиболее распространенных неблагоприятных физических факторов окружающей среды, приобретающих важное социально-гигиеническое значение, в связи с урбанизацией, а также механизацией и автоматизацией технологических процессов, дальнейшим развитием дизелестроения, реактивной авиации, транспорта. Например, при запуске реактивных двигателей самолетов уровень шума колеблется от 120 до 140 дБ при клепке и рубке листовой стали – от 118 до 130 дБ, бытовой шум, связанный с жизнедеятельностью людей, составляет 45 – 60 дБ.

Для гигиенической оценки шум подразделяют: по характеру спектра – на широкополосный, с непрерывным спектром, шириной более одной октавы и тональный, в спектре которого имеются дискретные тона; по спектральному составу – на низкочастотный (максимум звуковой энергии приходится на частоты ниже 400 Гц), средне-частотный (максимум звуковой энергии на частотах от 400 до 1000 Гц) и высокочастотный (максимум звуковой энергии на частотах выше 1000 Гц); по временным характеристикам – на постоянный (уровень звука изменяется во времени, но не более чем на 5 дБ) и непостоянный. К непостоянному шуму относятся колеблющийся шум, при котором уровень звука непрерывно изменяется во времени; прерывистый шум (уровень звука остается постоянным в течение интервала длительностью 1 сек. и более); импульсный шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов длительностью менее 1 сек.

#### **4.2 Меры по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов на организм человека**

Значительная часть контрольно-регулирующих работ с применением диагностических средств проводится непосредственно в процессе технического обслуживания и ремонта автомобилей. В основном это касается работ по обслуживанию и ремонту двигателей, электрооборудования и ходовой части, которые выполняются, как правило, с применением переносных приборов непосредственно на постах ТО и ТР.

Оценка травмобезопасности рабочего места диагноста при работе на стенде определения тягово-экономических показателей легковых автомобилей.

##### **1. Используемые нормативные правовые акты по охране труда:**

Основным документом является Трудовой кодекс Российской Федерации, а также Методические указания по разработке правил и инструкций по охране труда.

##### **2. Результаты аттестации представлены в таблице 4.1.**

Таблица 4.1 – Результаты аттестации

N п/п	Нормативные требования безопасности к рабочему месту	Фактическое их выполнение		Необходимые мероприятия
		наличие	соответствие нормативным правовым актам	
1	2	3	4	5
ГОСТ 12.2.007 ССБТ Раздел 1. Требования безопасности к оборудованию				
1	Размещение производственного оборудования в помещениях не должно представлять опасности для персонала	Оборудование размещено корректно и не представляет опасности для персонала	Соответствует	
2	Все движущиеся, вращающиеся и токоведущие части оборудования, электродвигателей и вспомогательных механизмов должны быть ограждены	Все движущиеся части и рабочие органы ограждены	Соответствует	
3	Резьбовые соединения движущихся сборочных единиц рабочих органов оборудования должны иметь стопорящие устройства для предотвращения произвольного отвинчивания	Самоотвинчивание резьбовых соединений исключено	Соответствует	
4	Конструкция органов управления должна обеспечивать безопасность и удобство выполнения операций, связанных с управлением оборудованием, и отвечать эргономическим требованиям стандартов системы «Человек – машина»	Конструкция органов управления и их размещение обеспечивают безопасность управления оборудованием	Соответствует	
5	Все установленные контрольно - измерительные приборы должны проходить государственные испытания	Контрольно - измерительные приборы имеют клеймо госповерителя	Соответствует	

Продолжение таблицы 4.1

6	Оборудование должно иметь звуковую и световую сигнализацию в объеме, соответствующем нормам и правилам, утвержденным органами государственного надзора. Сигнализация должна включаться при выходе параметров за пределы, установленные стандартами и техническими условиями на конкретные виды оборудования	Оборудование оснащено звуковой и световой сигнализацией	Соответствует	
7	Предохранительные, сигнализирующие и блокировочные устройства должны срабатывать автоматически	Установленные средства автоматики обеспечивают безопасную работу компрессоров	Соответствует	
8	Общие размеры помещения должны удовлетворять условиям безопасного обслуживания и ремонта оборудования. Проходы в помещении должны обеспечивать возможность обслуживания электродвигателя и должны быть не менее 1,5 м, а расстояние между оборудованием и	Размеры помещения и проходов удовлетворяют условиям безопасного обслуживания и ремонта	Соответствует	



	стенами зданий (до их выступающих частей) - не менее 1 м			
9	Корпуса электродвигателей должны быть заземлены	Все оборудование заземлено	Соответствует	
10	Все установленные контрольно - измерительные приборы должны проходить государственные испытания в соответствии с требованиями Государственного комитета стандартов	На приборах имеется клеймо госповерителя	Соответствует	
11	Электрическая схема изделия должна исключать возможность его самопроизвольного включения и отключения	Электрическая схема станда исключает его самопроизвольное включение и отключение	Соответствует	
12	Изоляция частей изделия, доступных для прикосновения, должна обеспечивать защиту человека от поражения электрическим током	Токоведущие части изолированы и защищены от механических повреждений	Соответствует	
13	Болт (винт, шпилька) должен быть размещен на изделии в безопасном и удобном для подключения заземляющего проводника месте. Возле места, в котором должно быть осуществлено присоединение заземляющего проводника, должен быть помещен нанесенный любым способом (например, при помощи краски) нестираемый при эксплуатации знак заземления. Размеры знака должны соответствовать ГОСТ 21130	Знак заземления в месте присоединения заземляющего провода имеется	Соответствует	Контролировать исправность и наличие знака

Продолжение таблицы 4.1

14	Орган управления, которым осуществляется останов (отключение), должен быть выполнен из материала красного цвета	Кнопка "Стоп" красного цвета	Соответствует	
15	Установка станда должна обеспечивать возможность осмотра, ремонта и очистки с внутренней и наружной сторон	Установка станда обеспечивает его удобство обслуживания	Соответствует	
Раздел 2. Требования безопасности к инструментам и приспособлениям				
1	На рабочем месте должны быть: молоток, гаечные ключи и др. слесарный инструмент	Молоток, гаечные ключи и др. слесарный инструмент имеется, исправен	Соответствует	
Раздел 3. Требования к инструктажу и обучению по охране труда				
1	Все лица, впервые поступающие на работу или меняющие профессию, должны пройти обучение по безопасности труда с последующей сдачей экзаменов	обучение по безопасности труда проводится в должном объеме	Соответствует	
2	Журналы регистрации инструктажей на рабочем месте должны быть пронумерованы, прошнурованы, скреплены печатью и выдаваться	Журналы имеются, соответствующие записи своевременно производятся	Соответствует	

	руководителям подразделений под расписку			
3	Инструкция должна быть разработана и утверждена в соответствии с "Методическими указаниями по разработке правил и инструкций по охране труда"	Инструкции по охране труда разработаны в соответствии с "Методическими указаниями..."	Соответствует	
4	Сроки утверждения инструкций не должны быть нарушены	Сроки утверждения не нарушены	Соответствует	
5	В инструкции должны быть отражены безопасные приемы, порядок допуска к работе, перечислены опасные и вредные производственные факторы	Безопасные приемы, порядок допуска к работе отражены. Перечислены опасные и вредные производственные факторы	Соответствует	

### **Выводы:**

по разделу 1: Стенд соответствует требованиям Правил и ГОСТ 26104 ССБТ, ГОСТ 12.2.007ССБТ;

по разделу 2: инструменты, приспособления имеются;

по разделу 3: инструкция по эксплуатации имеется, требования по охране труда на автомобильном транспорте выполняются согласно ПОТ РМ-027-2003

Класс опасности – 2 (второй).

Эффективная защита работающих от неблагоприятного влияния шума требует осуществления комплекса организационных, технических и медицинских мер на этапах проектирования, строительства и эксплуатации производственных предприятий, машин и оборудования. В целях повышения эффективности борьбы с шумом введены обязательный гигиенический контроль объектов, генерирующих шум, регистрация физических факторов, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду и отрицательно влияющих на здоровье людей [13].

Эффективным путем решения проблемы борьбы с шумом является снижение его уровня в самом источнике за счет изменения технологии и конструкции машин. К мерам этого типа относятся замена шумных процессов бесшумными, ударных – безударными, например, замена клепки – пайкой,ковки и штамповки обработкой давлением; замена металла в некоторых деталях незвучными материалами, применение виброизоляции, глушителей,

демпфирования, звукоизолирующих кожухов и др. При невозможности снижения шума, оборудование, являющееся источником повышенного шума, устанавливают в специальные помещения, а пульт дистанционного управления размещают в малошумном помещении. В некоторых случаях снижение уровня шума достигается применением звукопоглощающих пористых материалов, покрытых перфорированными листами алюминия, пластмасс.

При необходимости повышения коэффициента звукопоглощения в области высоких частот звукоизолирующие слои покрывают защитной оболочкой с мелкой и частой перфорацией, применяют также штучные звукопоглотители в виде конусов, кубов, закрепленных над оборудованием, являющимся источником повышенного шума.

Большое значение в борьбе с шумом имеют архитектурно-планировочные и строительные мероприятия. В тех случаях, когда технические способы не обеспечивают достижения требований действующих нормативов, необходимо ограничение длительности воздействия шума и применение противошумов.

Противошумы – средства индивидуальной защиты органа слуха и предупреждения различных расстройств организма, вызываемых чрезмерным шумом. Их используют в основном тогда, когда технические средства борьбы с шумом не обеспечивают снижения его до безопасных пределов. Противошумы подразделяют на три типа: вкладыши, наушники и шлемы.

#### *Расчет реактивного многокамерного глушителя*

Исходные данные:

- рабочий объем двигателя  $V_h = 0,0018 \text{ м}^3$ ;
- диаметр трубопровода выхлопной системы двигателя  $d_{mp} = 0,04 \text{ м}$ ;
- число цилиндров двигателя  $i = 4$ ;
- длина глушителя  $l_{gl} = 3,5 \text{ м}$ ;
- количество камер в глушителе  $N = 4$ ;

- диаметр отверстий  $d = 0,04$  м, и их количество  $n = 1$ , соединяющих трубопровод с резонаторными камерами;

- температура отработавших газов  $T = 323$  К.

*Расчет:*

Объем глушителя, м<sup>3</sup> [16]:

$$V_{gl} = (1,5...2,5)V_{hi}, \quad (4.1)$$

$$V_{gl} = 2 \cdot 0,0018 \cdot 4 = 0,0144.$$

Диаметр глушителя, м [16]:

$$D_{gl} = \sqrt{4V_{gl} / \pi l_{gl}}, \quad (4.2)$$

$$D_{gl} = \sqrt{4 \cdot 0,0144 / 3,14 \cdot 3,5} = 0,072.$$

Расстояние между отверстиями в трубопроводе, между соседними камерами, м:

$$a = (0,5...0,8)l_{gl} / N, \quad (4.3)$$

$$a = 0,7 \cdot 3,5 / 4 = 0,613.$$

Объем каждой камеры, м<sup>3</sup>:

$$V_k = V_{gl} / N - \pi d_{tr}^2 l_{gl} / 4N, \quad (4.4)$$

$$V_k = 0,0144 / 4 - 3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 3,5 / 4 \cdot 4 = 0,00023.$$

Резонаторная частота одной камеры глушителя, Гц [16]:

$$f_p = c \sqrt{K_p / V_k / 2\pi}, \quad (4.5)$$

$$f_p = 378 \cdot \sqrt{0,038 / 0,00023 / 2 \cdot 3,14} = 1939,91.$$

где  $c$  – скорость звука в отработавших газах, м/с  $c = c_0 \sqrt{T / 273}$ ;

$c_0 = 344$  м/с – скорость воздуха при комнатной температуре;

$K_p$  – проводимость отверстий, м, соединяющих трубопровод с резонансной камерой (характеризует степень подвижности, т.е. инерционные свойства выхлопного газа в отверстиях) [16]:

$$K_p = (\pi d^2 n / 4) / (l + \pi d / 4 \varphi(\xi)), \quad (4.6)$$

$$K_p = (3,14 \cdot 0,04^2 / 4) / (0,03 + 3,14 \cdot 0,04 / 4 \cdot 1) = 0,038.$$

где  $l$  – толщина стенки трубопровода, м;

$\varphi(\xi)$  – функция, учитывающая зависимость поправки на присоединенную массу воздуха в отверстиях от их взаимного расположения  $\varphi(\xi) = 1$ .

Акустическая эффективность глушителя, дБ, т.е. снижение шума глушителем, составляет:

$$\Delta l = 8,69N \cdot \text{arch}[\cos(K_0 a f / f_p) + \frac{\sqrt{K_p V_k / 2A_{mp}}}{f / f_p - f_p / f} \sin(K_0 a f / f_p)], \quad (4.7)$$

$$\Delta l = 8,69 \cdot 4 \cdot \text{arch}[\cos(32,21 \cdot 0,613 \cdot 500 / 1939,91) + \frac{\sqrt{0,038 \cdot 0,00023 / 2 \cdot 0,0025}}{500 / 1939,91 - 1939,91 / 500} \times \sin(32,21 \cdot 0,613 \cdot 500 / 1939,91)] = 94,488$$

где  $K_0 = 2\pi f_p / c$ ,  $\text{м}^{-1}$ , волновое число  $K_0 = 32,21$

$A_{mp}$  – площадь поперечного сечения трубопровода выхлопной системы,  $\text{м}^2$ ;  $A_{mp} = 0,0025$ ;

$f$  – частота в диапазоне 100...1000 Гц, при которой определяются эффективность глушителя, Гц  $f = 500$ .

Полученная эффективность глушителя должна обеспечить снижение шума двигателя до норм внешнего шума автомобиля.

Результаты проведенного расчета показали, что акустическая эффективность глушителя, т.е. снижение шума, составит около 95дБ при толщине стенки глушителя 3мм, и его длине 3,5м.

### *Расчет ожидаемого уровня шума*

Исходные данные:

- объем помещения:  $V = 162,5 \text{ м}^3$ ;
- расстояние от источника шума до расчетной точки:  $r = 1 \text{ м}$ ;
- фактор направленности, для источников шума с равнонаправленным излучением  $\Phi = 1$ ;
- площадь воображаемой поверхности, на которую распределяется излучаемая энергия. Для источника, расположенного в двугранном углу, образованном ограждающими конструкциями,  $S = \pi r^2 = 7,065 \text{ м}^2$ .

Ожидаемые уровни звукового давления в помещении, где находится источник шума, определяются по формуле для диффузного звукового поля в зоне прямого и отраженного звука [17]:

$$L_p = L_w + 10 \lg\left(\frac{\Phi}{S} + \frac{4}{B}\right), \quad (4.8)$$

где  $L_w$  – октавный уровень звуковой мощности, дБ;

$B$  – постоянная помещения, м<sup>2</sup>, характеризует звукопоглощающие свойства помещения.

Постоянная помещения  $B$ , м<sup>2</sup> в октавных полосах частот [17]:

$$B = \mu \cdot B_{1000}, \quad (4.9)$$

где  $\mu$  – частотный множитель, определяемый по таблице;

$B_{1000}$  – постоянная помещения, м<sup>2</sup> на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяется в зависимости от объема  $V$ , м<sup>3</sup> и типа помещения; для цехов  $B_{1000} = V/20 = 8,125$ .

Считая источник шума равнонаправленным, определим ожидаемые уровни звукового давления  $L_p$ , дБ по формуле (4.8) для каждой октавной полосы частот. Округленные до целых значений результаты расчета запишем в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Исходные данные и результаты расчета

Обозначение параметра	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8
$L_w$ , дБ	99	105	103	98	97	92	84
$B$ , м <sup>2</sup>	6,1	5,7	6,5	8,1	11,4	14,6	20,3
$L_p$ , дБ	98	104	102	96	94	88	79
$L_{дон}$ , дБ	83	77	73	70	68	66	64
$\Delta L_{mp}$ , дБ	15	27	29	26	26	22	15

Графически изобразим спектр ожидаемого уровня звукового давления в помещении (рисунок 4.1), причем значения по оси  $X$  откладываем в

логарифмическом масштабе, т.е. через одинаковые отрезки. На этом же графике покажем предельный спектр для участка ( $L_{доп}$ ) по таблице 4.2 [17].

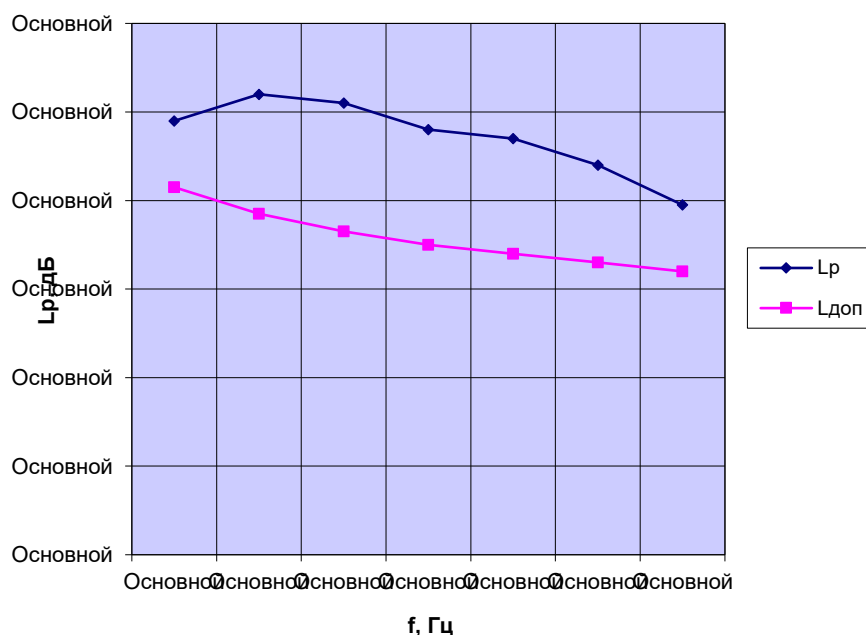


Рисунок 4.1 – Спектры шума

Таким образом, рассчитанный уровень звукового давления, дБ превышает допустимые нормы для участка и во всем частотном диапазоне требуемое снижение шума  $L_{тр}$ , дБ составляет от 15 до 29 дБ. Для снижения шума можно рекомендовать установку стенда на участке большего объема или разработать мероприятия по снижению шума.

### 4.3 Экологическая безопасность

Анализ влияния транспорта на окружающую природную среду подтверждает необходимость проведения широкомасштабной политики экологической безопасности. Ключевыми проблемами при этом являются: снижение загрязнений атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, земельных ресурсов, защита от транспортного шума и вибраций, предупреждение экологических последствий чрезвычайных ситуаций, обеспечение экологической безопасности населения, сокращения качества природной среды.

Специфика подвижных источников загрязнения окружающей среды, а именно автомобилей, проявляется в:

- высоких темпах роста численности автомобилей по сравнению с ростом стационарных источников;
- их пространственной рассредоточенности (автомобили распределяются по территории и создают общий повышенный тон загрязнения);
- сложности технической реализации средств защиты от загрязнений на подвижных источниках;
- низком расположении источника загрязнения от земной поверхности, в результате чего отработавшие газы автомобилей скапливаются в зоне дыхания людей и слабее рассеиваются ветром по сравнению с промышленными выбросами.

На участке диагностики, для уменьшения загрязнённости атмосферы устанавливают систему газоулавливания и газоочистки. Для обезвреживания цианосодержащих сточных вод применили щелочь (известковое молочко) и хлоросодержащие компоненты (жидкий хлор, гидрохлорид натрия, хлорную известь и др.). Для отстаивания сточных вод применили горизонтальные и вертикальные отстойники с продолжительностью отстаивания не менее 2-х часов. Защита от вредных выделений осуществляется очисткой вентиляционных выбросов и рассеиванием остаточных загрязнений. Очистка сточных вод в условиях дефицита воды осуществляется с обеспечением возврата воды и ценных продуктов в производство.

Для очистки вентиляционного выброса от газовой фазы применили установки каталитического дожигания.

Не допускается работа технологического оборудования в помещениях с пожаро - взрывоопасными производствами при неисправных гидрофильтрах, сухих фильтрах, пылеотсасывающих и других устройствах систем вентиляции.



Местные отсосы вентиляционных систем, удаляющих пожаро-взрывоопасные вещества (во избежание попадания в вентиляторы металлических или твёрдых), должны быть оборудованы защитными сетками или магнитными уловителями.

Системы противопожарной защиты и дымоудаления должны быть в исправном состоянии.

В производственных помещениях, в которых вентиляционные устройства транспортируют горючие и взрывоопасные вещества, все металлические воздуховоды, трубопроводы, фильтры и другое оборудование вытяжных установок должны быть заземлены.

## **РАЗДЕЛ 5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ**

### **5.1 Определение стоимости капитальных вложений**

Капитальные вложения на организацию работ состоят из следующих затрат:

1. Стоимость зданий и сооружений.
2. Стоимость основного и вспомогательного оборудования.
3. Стоимость зданий и сооружений определена по следующим нормативам и данным предприятия:

Количество работающих человек – 3.

Стоимость единицы площади:

- а) Производственных помещений – 2800 руб/м<sup>2</sup>.
- б) Бытовых помещений – 4600 руб/м<sup>2</sup>.

4. Стоимость основного и вспомогательного оборудования определена по данным предприятия. Расчеты представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Стоимость основных средств

№	Наименование средств	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Производственные помещения	м <sup>2</sup>	130	2800	164000
2	Бытовые помещения		30	4600	13800

	Итого:		160		177800
3	Основное оборудование			По данным предприятия	1550000
4	Производственный инструмент				150000
5	Оргоснастка				25000
	Итого:				1725000
	Всего:				1902800

## 5.2 Определение заработной платы работающих

Заработная плата производственных рабочих:

а) тарифная заработная плата рабочих определяется по формуле:

$$Z_{тар} = F_g \cdot l_2 \cdot n \cdot K_n, \quad (5.1)$$

где  $F_g$  – действительный фонд времени рабочего в году, час.,

$l_2$  – среднечасовая ставка рабочего по разряду,

$n$  – количество рабочих, чел.,

$K_n$  – коэффициент перевыполнения норм выработки – 1,2.

$$Z_{тар} = 1800 \cdot 25 \cdot 3 \cdot 1,2 = 162000 \text{ руб.}$$

б) основная заработная плата состоит из тарифной и доплат (40%):

$$Z_{осн} = Z_{тар} \cdot 1,4 = 162000 \cdot 1,4 = 226800 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата состоит из основной и дополнительной:

$$Z_{полн} = Z_{осн} \cdot 1,1 = 226800 \cdot 1,1 = 249480 \text{ руб.}$$

Доплаты из ФМП принимаем 15 %.

в) полная заработная плата с доплатами из ФМП составит:

$$Z_{полн с ФМП} = Z_{полн} \cdot 1,3 = 249480 \cdot 1,3 = 324324 \text{ руб.}$$

г) отчисления на социальные нужды составят 36,5%:

$$Z_{соц.н.} = Z_{полн с ФМП} \cdot 0,365 = 324324 \cdot 0,365 = 118378,2 \text{ руб.}$$

д) среднемесячная заработная плата составит:

$$Z_{ср. мес.} = \frac{324324}{36} = 9009 \text{ руб.}$$

## 5.3 Определение затрат на выполнение работ

Таблица 5.2 - Калькуляция себестоимости работ

№	Статьи затрат	По базовому варианту	По проекту	Примечание
1	2	3	4	5
1	Стоимость сырья и материалов, руб.	181440	181440	80% п.3
2	Стоимость энергии, руб.	130000	130000	50% п.3
3	Основная заработная плата, руб.	260000	226800	расчет
4	Полная заработная плата, руб.	286000	249480	расчет
5	Отчисления на соц. нужды	76362	66611,1	26,7% п.4
6	Затраты на техническую подготовку, руб.	260000	226800	100% п.3
7	Общепроизводственные расходы, руб.	390000	340200	150% п.3
8	Общехозяйственные расходы, руб.	260006	226800	100% п.3
	Итого: производственная себестоимость	1843802	1648131	сумма
9	Коммерческие расходы	36876,04	32962,6	2% суммы
	Итого: полная себестоимость	1880678	1681093,6	сумма

#### 5.4 Расчет цены на выполнение работ

Цена на выполнение работ определена по методу: средние издержки плюс прибыль.

Расчеты представлены в таблице.

Таблица 5.3 Цена на производство работ, руб.

№	Наименование показателей	По базе	По проекту	Обоснование
1	2	3	4	5
1	Полная себестоимость	1880678	1681093,6	таблица
2	Норматив рентабельности	15%	28%	по базовому предприятию
3	Прибыль	282101,7	481686,1	расчет
4	Исходная цена	2162779,7	2162779,7	п.1 + п.3
5	НДС	389300,3	389300,3	18% п. 4
6	Полная цена	2552080	2552080	п.5 + п.4

#### 5.5 Определение безубыточности производства

Безубыточность производства определяют по графику безубыточности. Для построения графика безубыточности необходимо рассчитать следующие показатели:

1. Общий объем производства диагностических услуг = 2552080 руб.

2. Постоянные расходы (ст. 6+ст. 7+ст. 8+ст. 9) = 826762,6 руб.
3. Переменные расходы (ст. 1+ст. 2+ст. 3+ст. 4+ст. 5) = 627531,1 руб.
4. Прибыль = 481686,1 руб.

Для построения графика выбирается масштаб – 1см – 200000 руб.

Определяем рассчитываемые величины в масштабе:

1. Общий объем производства диагностических услуг = 13 см.
2. Постоянные расходы = 4,14 см.
3. Переменные расходы = 3,14 см.
4. Прибыль = 2,41 см.

На основе рассчитанных величин построим график безубыточности и определим безубыточный объем производства и обслуживания.

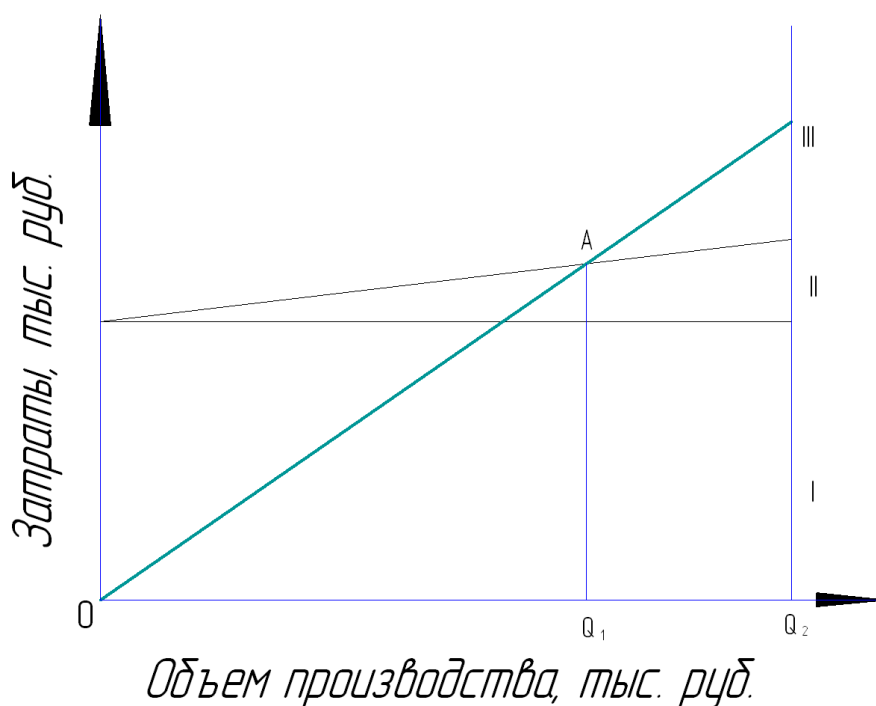


Рисунок 5.1 – График безубыточности

I постоянные расходы

II переменные расходы

III прибыль

Q – Q<sub>1</sub> – убыточный объем – 1600000 руб.

Q<sub>1</sub> – Q<sub>2</sub> – безубыточный объем – (1600000 – 2552080) руб.

A – точка безубыточности.

Таблица 5.4 – Финансовые результаты

№	Наименование показателей	Прибыль, руб.	Убыток, руб.	Примечание
1	2	3	4	5
1	Выручка от реализации	2552080		полная цена
2	Налог НДС		459374,1	таблица 18%п.1
3	Выручка без НДС	209270,6		исходная цена
4	Затраты на производство		1681093,6	таблица
5	Прибыль от реализации	481696,1		таблица
6	Доходы по ценным бумагам	510416		20% п.1
7	Расходы по кредитам		127604	5% п.1
8	Балансовая прибыль	864508		п.5 + п.6 – п.7

Таблица 5.5 – Использование прибыли, руб.

№	Наименование показателей	Сумма, руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Балансовая прибыль	864508,1	таблица
2	Налог на прибыль	276642,5	35% п.1
3	Чистая прибыль	587865,6	п.1 - п.2
4	Резервный фонд	88179,8	15% п.3
5	Фонд накопления	264539,5	45% п.3
6	Фонд потребления	176359,6	30% п.3
7	Благотворительные фонды	44089,9	5% п.3
8	Другие фонды	44089,9	5% п.3

Таблица 5.6 – Техничко-экономические показатели предприятия

№	Наименование показателей	Ед. изм.	По базовому варианту	По проекту	$\frac{\text{Производство}}{\text{База}} \cdot 100\%$
1	2	3	4	5	6
1	Объем производства	руб.	2552080	2552080	100
2	Затраты на производство	руб.	1880678	1681093,6	90
3	Прибыль	руб.	282107	481696,1	171
4	Чистая прибыль	руб.	-	587865,6	-
5	Производственная площадь	м <sup>2</sup>	200	160	80

6	Количество рабочих	чел.	4	3	75
7	Среднемесячная заработная плата	руб.	8060	9000	12
8	Среднемесячный доход	руб.	8130	10300	12
9	Выработка на работающего	руб.	638020	850693,3	130
10	Рентабельность	%	15	28	186
11	Капитальные вложения	руб.	-	1902800	-
12	Окупаемость затрат	лет	5	3	64

Вывод: на участке комплексной диагностики легковых автомобилей, за счет применения более прогрессивной технологии, производительность труда увеличилась на 130%. Себестоимость работ сократилась на 10%, увеличилась рентабельность с 15% до 28%.

Затраты окупятся в течение 3 лет. Таким образом, проект является экономически целесообразным.

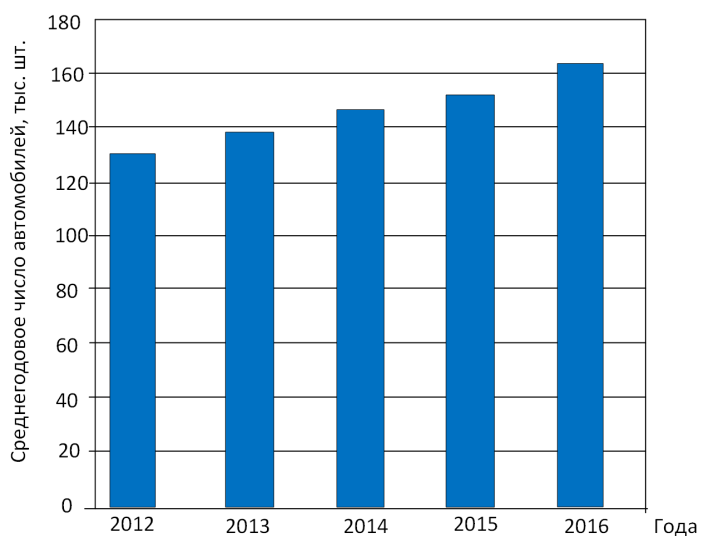
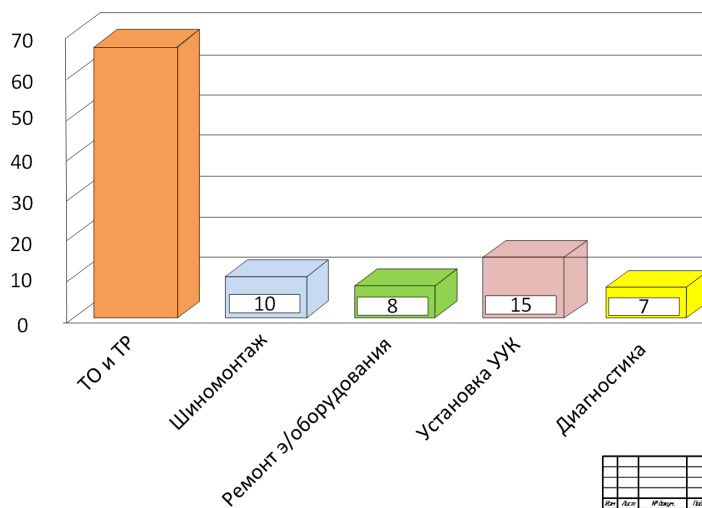
## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, в организационно-технологическом разделе дипломного проекта был произведён технологический расчёт ООО «Пенза-Авто», подобрано оборудование для проведения операций технологического процесса диагностирования тягово-экономических показателей легковых автомобилей на участке комплексной диагностики, а также разработан технологический процесс диагностирования тягово-экономических показателей автомобиля Рено.

## Количество зарегистрированных транспортных средств в г. Пензе

Транспортные средства	01.01.2012	01.01.2013	01.01.2014	01.01.2015	01.01.2016	01.01.2017
Мото	1806	1814	1796	1811	1849	1831
Легковые	125 172	133 878	142 780	149 003	155 526	162 883
Грузовые	9962	9915	9953	9917	9929	9942
Автобусы	2676	2781	2802	2786	2762	2753
Итого	139 616	148 388	157 331	163 517	170 066	177 409

## Динамика изменения количества легковых автомобилей в г. Пенза

Анализ поступления заявок от клиентов на СТО  
ООО "Пенза-Авто"

125101						Автом.	Ремонт	Прочее
Итого	Автом.	Ремонт	Прочее	Итого	Автом.	Ремонт	Прочее	
Итого	Автом.	Ремонт	Прочее	Итого	Автом.	Ремонт	Прочее	
Итого	Автом.	Ремонт	Прочее	Итого	Автом.	Ремонт	Прочее	
Итого	Автом.	Ремонт	Прочее	Итого	Автом.	Ремонт	Прочее	

Анализ обслуживания клиентов  
СТО ООО "Пенза-Авто"

Итого: 70 заявок

Итого: 70 заявок

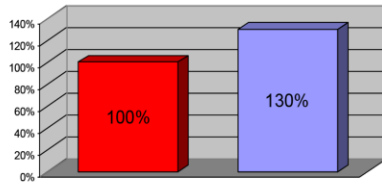
Итого: 70 заявок

Итого: 70 заявок

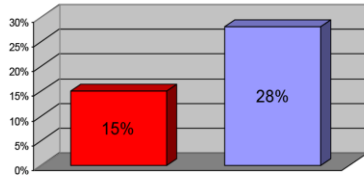




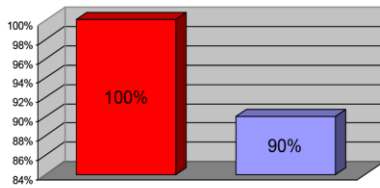
**Производительность**



**Рентабельность**



**Себестоимость продукции**



**Условные обозначения**

■ - по базе      ■ - по проекту

Финансовые средства предприятия, руб.

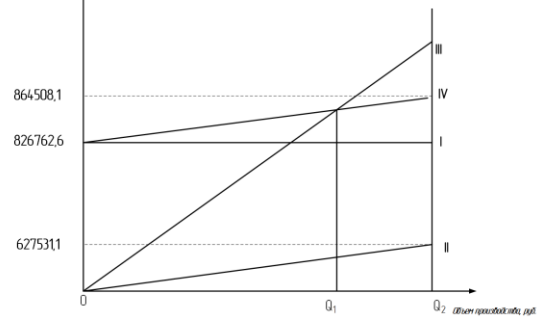


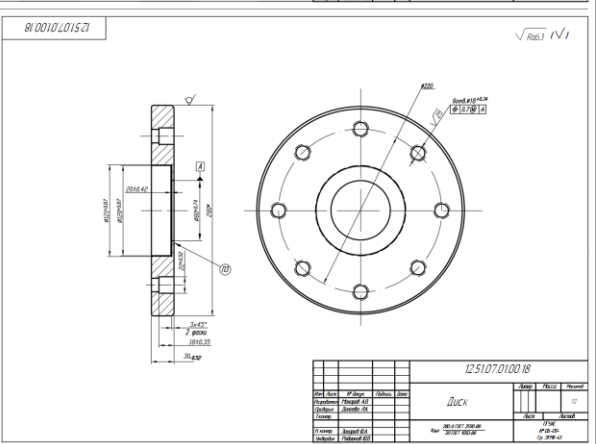
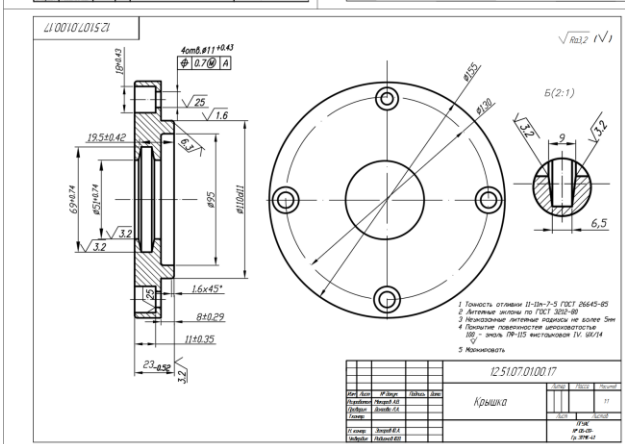
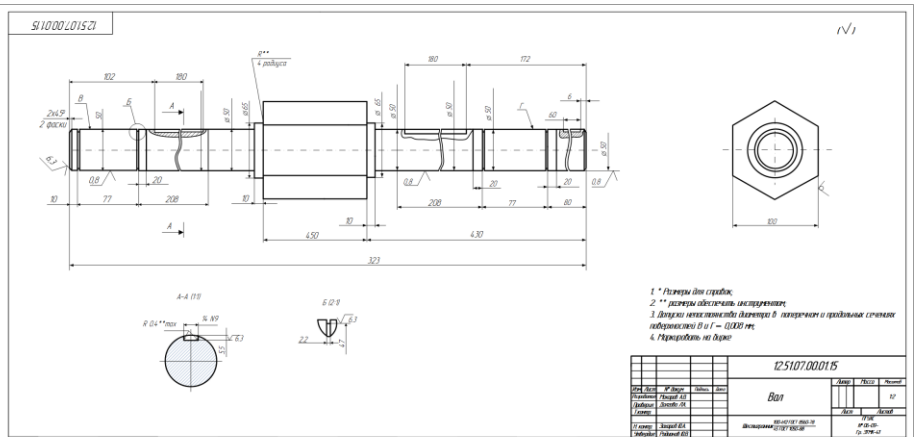
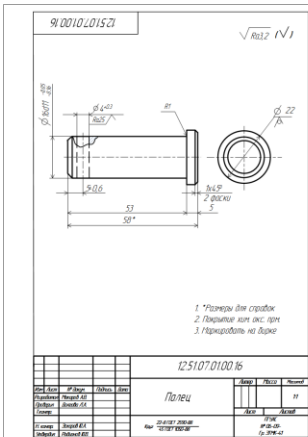
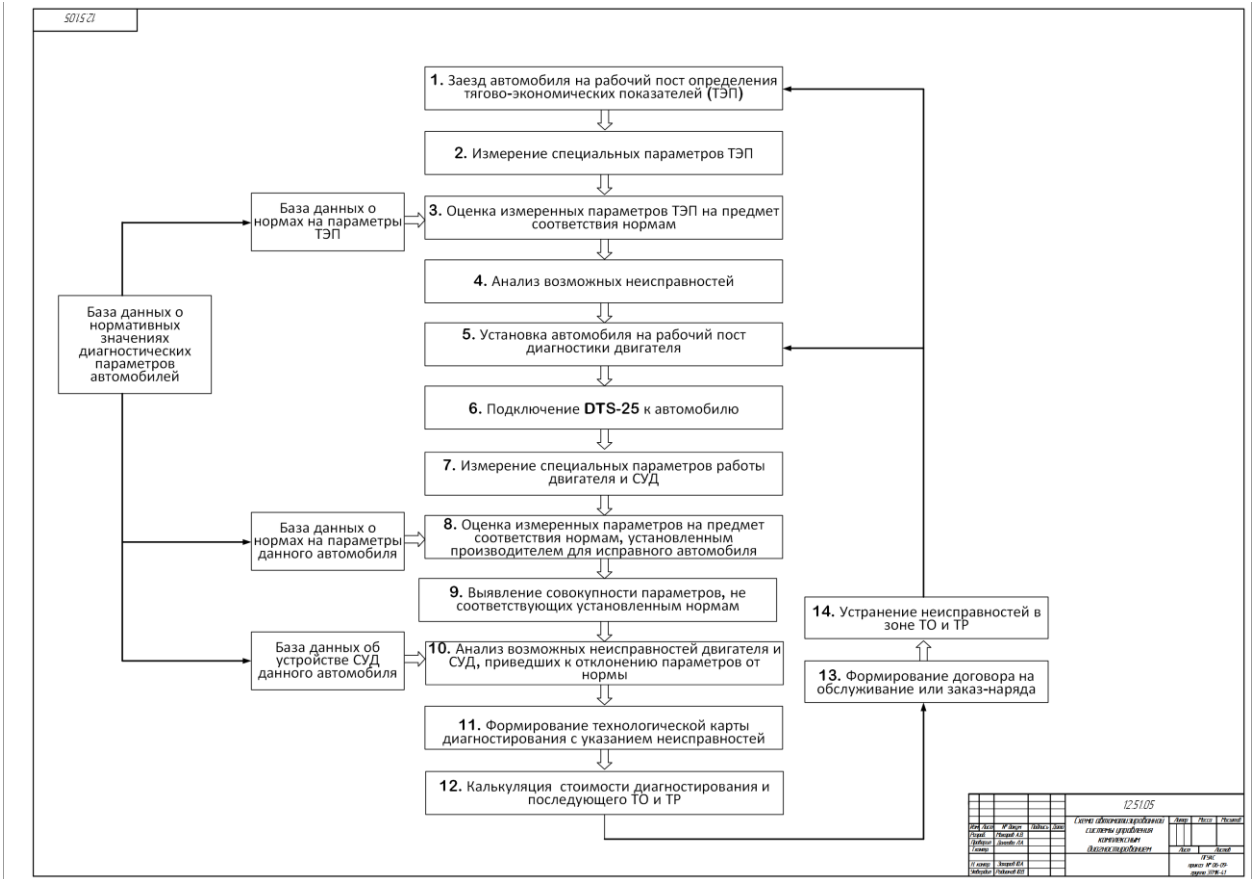
График безубыточности  
 I – Постоянные издержки  
 II – переменные издержки  
 III – доход  
 IV – Полные издержки  
 A – точка безубыточности  
 Q – Q<sub>1</sub> – Убыточный объем – 1600000 руб.  
 Q<sub>1</sub> – Q<sub>2</sub> – Безубыточный объем – 1600000 – 2552080 руб.

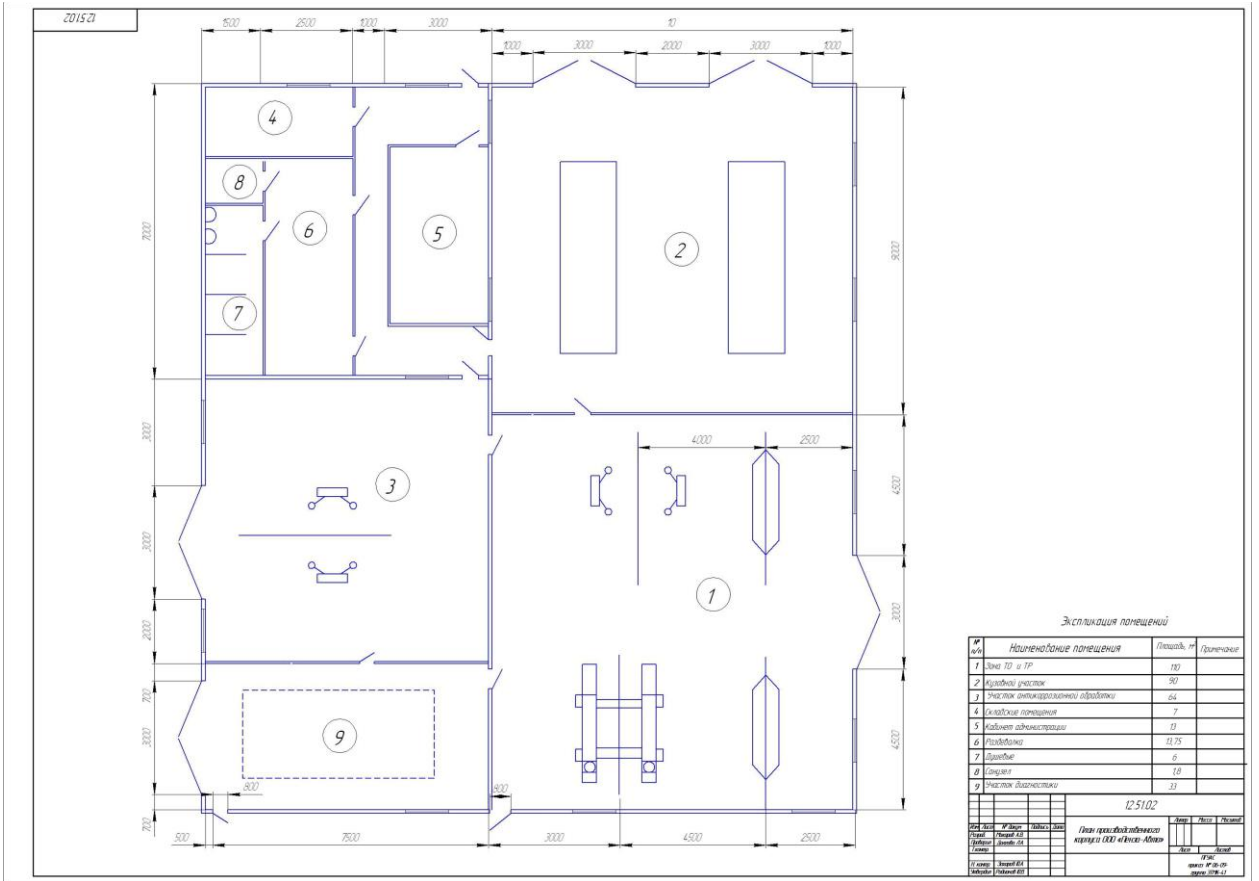
				12.51.06	
№ п/п	№ докум.	Наименование	Дата	Ввод	Выход
1	12.51.06.01	Договор подряда на изготовление			
2	12.51.06.02				
3	12.51.06.03				
4	12.51.06.04				
5	12.51.06.05				
6	12.51.06.06				
7	12.51.06.07				
8	12.51.06.08				
9	12.51.06.09				
10	12.51.06.10				

**Наименование работ – контрольно-диагностические**  
**Общая трудоемкость – 17,6 чел-мин.**  
**Количество исполнителей – 2 чел.**  
**Разряд – 4**

№ п/п	Наименование операции	Оборудование, материалы и инструмент	Трудоемкость, чел-мин	Технические условия
1	Подготовить стенд к работе	Стенд СДМ2-3500.200	1,03	Ролики стенда должны быть чистыми, вращаться без заедания
2	Установить автомобиль ведущими колесами на беговые барабаны стенда, закрепить автомобиль	Стенд СДМ2-3500.200, упорные башмаки	1,03	Не допускается перемещение автомобиля
3	Присоединить отборник отработавших газов к глушителю автомобиля	Ключ 10x12, устройства вытяжки отработавших газов	0,7	Не допускается прорыва отработавших газов через соединение отборника и глушителя
4	Установить вентилятор перед радиатором на расстоянии 1–1,5 м.	Стенд СДМ2-3500.200	0,7	-
5	Прогреть двигатель автомобиля до рабочей температуры 80 °С	Стенд СДМ2-3500.200, пробоотборник постоянного объема	0,3	-
6	Определить тяговую силу на ведущих колесах автомобиля	Стенд СДМ2-3500.200, пробоотборник постоянного объема	0,15	Замер тяговой силы производить на прямой передаче при полном открытии дроссельной заслонки
7	Определить время разгона автомобиля	Стенд СДМ2-3500.200, пробоотборник постоянного объема, секундомер	0,3	-
8	Определить время выезда автомобиля	Стенд СДМ2-3500.200, пробоотборник постоянного объема	0,35	Замер производится на нейтральной передаче до полного останова колес автомобиля
9	Заглушить двигатель	Стенд СДМ2-3500.200,	0,1	-
10	Отсоединить отборник отработавших газов	Ключ 10x12	0,7	-
11	Убрать упорные башмаки. Запустить двигатель и вывести автомобиль со стенда	Стенд СДМ2-3500.200, упорные башмаки	1,03	-

					12.51.05		
Изм.	Чел.	Минут	Втор.	Дан.	Карта		
Разработчик	Результат	АВ			Автом.	Результ	Результ
Проверен	Данные	С/А			технологическая		
Состав					Автом.	Результ	
Исполн.	Эксперт	Е.А.			ИЗР		
Зав.цехом	Результ	В.В.			ИЗР.05		
					Гр. ЭРЖ-41		





## Методы диагностирования автомобилей

**По выходным параметрам эксплуатационных свойств**

**По геометрическим параметрам (зазор, люфт, свободный ход, углы установки управляемых колес)**

**По параметрам сопутствующих процессов**

**Тягово-экономические показатели (сила тяги на ведущих колесах, выбег, расход топлива)**

**Тормозная эффективность (тормозные силы, время срабатывания привода, тормозной путь)**

**Ходовые свойства (боковые силы на управляемых колесах)**

**Вредное влияние на окружающую среду (токсичность отработавших газов, дымность, шумность)**

**Герметичность рабочих объемов**

**Интенсивность тепловыделения**

**Параметры колебательных процессов**

**Изменение напряжения в электроцепях**

**Уровень вибрации**

**Пульсация давления в трубопроводах**

**Физико-химический состав отработавших эксплуатационных материалов**

					12.5101			
Изм.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	<b>КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ОБОРУДОВАНИЙ</b>	Автом.	Ремонт	Ремонт
Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.		Автом.	Ремонт	Ремонт
Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.		Автом.	Ремонт	Ремонт
Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.		Автом.	Ремонт	Ремонт
Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.				

