Аннотация.

1. Объем дипломного проекта:

а. Графическая часть – 12 листов, в том числе:

- Конструкторская часть - 9 листов.
- Технологическая часть – 3 листа.

б. Пояснительная записка - 100 листов

В записке представлены расчеты по всем частям проекта, а также необходимые схемы и рисунки, а по некоторым расчетам сводные таблицы.

2. В представленном мной дипломном проекте рассмотрена тема:

Участок диагностики и ремонта системы питания дизеля с разработкой стенда для диагностики ТНВД.

Конструкторский раздел содержит обоснования принятых мной технологических решений, технологические характеристики стенда диагностики систем питания дизельных двигателей.

Технологический раздел содержит разработанный мной процесс сборки ТНВД на автоматической линии. Приведено описание оборудования сборочной линии. Проведен расчет диаметра пневмоцилиндра для механизма надевания колец.

В разделе безопасность конструкции рассчитано искусственное освещение, противопожарная безопасность, категории производства, связанного с испарением горючих жидкостей.

В организационно-экономическом разделе мной рассчитаны капиталовложения, организация труда и зарплаты, общие расходы по эксплуатации зоны ТО и ТР, условно-годовой экономический эффект.

Содержание.

Аннотация……3
Раздел 1. Конструкторский. ……7
Введение……...8
Оборудование для проверки и настройки ТНВД. ……8
Обзор конструкций дизелей……8
1.1. Стенд для диагностики и регулировки топливной дизельной аппаратуры17
1.1.1. Обоснование технического решения……17
Общая характеристика математической модели топливоподачи. ……...19
1.1.2. Назначение стенда……...20
1.1.3. Конструкция и принцип работы стенда……21
Проверка и регулировка следующих параметров стенда……22
Технические характеристики……23
Приспособления для регулировки ТНВД……30
Оснастка для регулировки ТНВД. ……35
1.2. Расчет параметров стенда для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры на соответствие требованиям ГОСТ 10578-95 при испытании и регулировке ТНВД……...39
1.2.1. Введение……...39
1.2.2. Цель расчетов……..39
1.2.3. Определение мощности и крутящего момента для привода ТНВД…...40
1.2.4. Определение момента инерции маховика для привода ТНВД при полной нагрузке……41
1.2.5. Определение максимальной подачи ТНВД в зависимости от момента инерции маховика и частоты вращения……45
1.2.6. Определение жесткости и угла закручивания приводного вала стенда от приводного крутящего момента……46
1.2.7. Определение жесткости соединительной муфты стенда……47

1.2.8. Выводы……48
Раздел 2. Технологический……49
2.1. Введение……...50
2.2. Назначение сборочной единицы……50
2.3. Конструкция секции ТНВД мод. 33 ……..51
2.4. Компоновка сборочной линии……52
2.4.1. Устройство и принцип работы автоматической линии сборки секции ТНВД мод. 33……53
2.4.2. Перечень позиций автоматической линии сборки секции мод. 33……53
2.5. Транспортная система линии……..56
2.6. Описание оборудования сборочной линии……...58
2.6.1. Автомат установки верхнего уплотнительного кольца (описание)…...58
2.6.2. Блокировка……...60
2.7. Механизм перегрузки (описание)……..60
2.7.1. Работа механизма перегрузки «входного»……...61
2.7.2. Работа механизма перегрузки «выходного»……62
2.8. Расчетная часть……63
2.8.1. Расчёт диаметра пневмоцилиндра для механизма надевания колец….63
2.8.2 Нормирование времени……...64
2.9. Выводы……65
Раздел 3. Безопасность конструкции……...66
3.1. Введение……...67
3.2. Охрана окружающей среды……...68
3.3. Безопасность жизнедеятельности. ……70
3.3.1. Организация рабочего места. ……
70
3.3.2. Расчет искусственного освещения. ……..72
3.3.3. Противопожарная безопасность……74
3.3.4. Безопасность работ на испытательном стенде……74

3.3.5. Меры безопасности при очистке топливных систем……..75
3.3.6. Определение категории производства, связанного с испарением горючих жидкостей……..76
Раздел 4. Организационно-экономический……81
4.1. Введение……...82
4.2. Определение капитальных вложений……...84
4.3. Организация труда и зарплаты……..85
4.4. Определение общих расходов по эксплуатации зоны ТО и ТР……..87
4.5. Определение факторов экономической эффективности и процесса снижения себестоимости в результате организации поста……93
4.6. Расчет условно-годового экономического эффекта……96
4.7. Заключение……..97
Список использованных источников……...98

Раздел 1. Конструкторский.

Введение.

Оборудование для проверки и настройки ТНВД.

Давно канули в лету времена, когда дизельный двигатель ассоциировался только с трактором или большегрузным автомобилем. Современный легковой автомобиль, оснащенный дизелем, отнюдь не «бедный родственник» бензинового собрата. Любой значимый производитель автомобилей имеет в своей программе дизельные двигатели для оснащения своей продукции. Перечислять марки автомобилей, на которые устанавливаются дизели, можно очень долго, ограничимся лишь тем фактором, что даже отечественные заводы начали выпуск легковых дизельных автомобилей ВАЗ-210445 и ГАЗ-30221.

Обзор конструкций дизелей.

Существует много всевозможных мнений о дизельных автомобилях. Основная причина скорее всего кроется, в том, что многие привыкли видеть в дизели нечто "ужасное", которое движется в копоти и гари по нашим дорогам. Что они ужасно грязные в плане экологии, более медленные при разгоне и очень часто выходят из строя, очень дороги в обслуживании и ремонте. Как раз данную статью и хотелось бы посветить разговору о дизеле и по возможности выяснить плох или хорош дизель, а так же оборудованию необходимому при ремонте и диагностики. На первоначальном этапе необходимо разобраться в принципиальных отличиях работы дизельного двигателя от бензинового.

Принципы сгорания в дизельном двигателе

Дизельный двигатель является двигателем внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. Поскольку такие двигатели втягивают воздух,

то он сжимается в двигателе до уровня, который существенно выше, чем в двигателях с воспламенением от искры, в которых используется топливовоздушная смесь. Вдобавок ко всему, двигатели с воспламенением от искры очень чувствительны к детонации.

С точки зрения коэффициента полезного действия (КПД) дизельный двигатель является наиболее эффективным двигателем внутреннего сгорания. Низкооборотные двигатели большего рабочего объема могут иметь КПД в 50% и выше. В результате этого дизельные автомобили имеют низкий расход топлива и низкий уровень вредных выбросов в выхлопных газах, что можно отнести к преимуществу дизельных двигателей по сравнению с бензиновыми. В дизельном двигателе может использоваться четырех- или двухтактный цикл. В автомобильных двигателях практически всегда используется четырехтактный цикл.

Рабочий цикл

При первом такте движения поршня вниз втягивает воздух через открытый впускной клапан. При втором такте, так называемом сжатии, воздух, втянутый в цилиндр, сжимается поршнем, который движется вверх. Степень сжатия составляет от 14:1 до 24:1. При этом процессе воздух разогревается до температуры 8000С. В конце такта сжатия форсунка впрыскивает топливо в нагретый воздух при давлении до 1500 кгс/см2. К началу третьего такта (рабочего хода) мелко распыленное топливо самовоспламеняется и на протяжении всего такта сгорает в цилиндре почти полностью. Высвобождаемая при этом энергия давит на поршень. Поршень снова движется вниз, преобразуя химическую энергию в механическую работу. Во время четвертого такта (выпуска) отработавшие газы вытесняются движущимся вверх поршнем через открытый выпускной клапан. После этого двигатель снова начинает всасывать воздух для нового рабочего цикла.

Камеры сгорания и турбонаддув

В дизельных двигателях используются разделенные и неразделенные камеры сгорания (соответственно двигатели с предкамерами и непосредственным впрыском). Двигатели с непосредственным впрыском являются более эффективным, более экономичным, чем их аналоги с предкамерами. Исходя из этих соображений двигатели с непосредственным впрыском используются в грузопассажирских и грузовых автомобилях. С другой стороны, из-за более низкого уровня шума двигатели с предкамерами устанавливаются на легковых автомобилях. Вдобавок к этому, двигатель с предкамерой имеет более низкий уровень вредных В целом камеры сгорания дизельного двигателя можно разделить на несколько типов:
Системы с предкамерой: В системе с предкамерой используемой для легковых автомобилей, топливо впрыскивается в горячую предкамеру (дополнительную камеру). Здесь начинается дополнительное воспламенение, чтобы достичь образования качественной смеси и уменьшения задержки воспламенения основного процесса сгорания.
Система с вихревой предкамерой: В этой системе используемой в дизельных двигателях легковых автомобилей, сгорание также начинается в дополнительной камере. В процессе сгорания используется дополнительная камера сгорания в форме шара или диска (вихревая камера) с поверхностью горловины (выреза), расположенной тангенциально в основной камере сгорания.
Система с непосредственным впрыском: В системах с непосредственным впрыском, используемых главным образом в грузовых автомобилях и в стационарных дизельных двигателях всех размеров, образование смеси обходится без дополнительной вихревой камеры. Топливо впрыскивается непосредственно в камеру сгорания над поршнем.

Система непосредственного смешивания топлива с распылением по стенкам (М-система): В этой системе впрыска для стационарных дизельных двигателей теплосодержание (теплоемкость) стенок углубления в поршне используется для испарения топлива, и топливовоздушная смесь образуется с помощью управления воздухом для сжатия.

Выхлопные газы дизельных двигателей

При сгорании дизельного топлива образуются различные вещества. Их состав зависит от конструкции двигателя, его мощности и нагрузки. Полное сгорание топлива приводит к существенному уменьшению концентрации вредных веществ. Полное сгорание обеспечивается точным поддержанием состава топливовоздушной смеси, абсолютной точностью процесса впрыска и оптимальным завихрением топливовоздушной смеси. Главным образом образуется вода (H2O), безвредная двуокись углерода (CO2) и в относительно низкой концентрации следующие соединения: окись углерода (CO), несгоревшие углеводороды (HC или CH), окислы азота (NOx), окись серы (SO2) и серная кислота (H2SO4), частички сажи. Когда двигатель холодный, то состав выхлопных газов включает в себя не окисленные или окисленные лишь частично углеводороды, которые видны как белый или голубой дым с характерным запахом. На уменьшение расхода топлива и сокращение вредных выбросов влияют следующие параметры:

• Точная установка момента (начала) впрыска

• Точность при изготовлении форсунок

• Топливный насос высокого давления (ТНВД) с точной дозировкой топлива

• Модифицированные камеры сгорания

• Точная геометрия факела распыленного топлива и увеличения давления впрыска

Возможные неисправности работы дизельного двигателя Чаще всего владелец автомобиля обращается с неисправностью, касающейся неудовлетворительной работы двигателя, вызванной плохим техническим состоянием (недостаточная компрессия, потеря герметичности цилиндров), неисправности в электрических цепях (датчиках, исполнительных механизмах) или неправильной регулировкой начала впрыска топлива, плохой работой ТНВД и форсунок. Первым действием для оценки работы двигателя необходима косвенная информация об условиях в которых проявляется неисправность:

• Неисправность появляется всегда или периодически

• В каких условиях эксплуатации проявляется неисправность: при запуске двигателя, при ускорении или торможении двигателем, при движении с постоянной скоростью, при определенных оборотах двигателя, на холостом ходу, на холодном или горячем двигателе.

• Какой расход топлива

• Выдает ли двигатель требуемую мощность

• Дымит ли двигатель

Следующее действие это детальный осмотр двигателя и проведение диагностики. Рассмотрим некоторые признаки неисправности двигателя.

Признаки неисправности двигателя

Двигатель не запускается:

Подкачивающий насос не подает топливо

Слишком ранний или поздний впрыск

Неисправности форсунки

Неисправные свечи накаливания

Неисправности ТНВД

Потеря мощности двигателя: Слишком малая доза впрыска

Повреждение распылителя

Утечки топлива из трубок высокого давления

Стуки в двигатели: Слишком ранний впрыск

Слишком большее давление открытия форсунок

Люфт поршневых колец

Износ поршневых или шатунных вкладышей

Несоответствующая компрессия

Черный дым: Слишком поздний впрыск топлива

Слишком низкое давление открытия форсунок

Заклинивание иглы в распылителе

Лопнувшая пружина форсунки

Нагнетательный клапан ТНВД не закрывается

Слишком низкая компрессия

Неравномерная работа двигателя: Завоздушивание топливной системы

"льющий" распылитель

трещина в топливопроводе высокого давления

Лопнувшая пружина форсунки

Повышенное давление открытия форсунки

Износ газораспределительного механизма

Особенности топливной аппаратуры дизелей.

В подавляющем большинстве стран дизельное топливо стоит дешевле, чем бензин. Мало того, сам дизельный двигатель потребляет существенно меньше этой солярки. Такая экономия есть главная причина предпочтения покупателя при выборе между дизелем и бензиновым двигателем. Кроме того дизель более тяговит, его крутящий момент в меньшей степени зависит от числа оборотов. Это хорошо чувствуется, особенно при движении на низких оборотах. Но ни в коей мере дизель нельзя воспринимать как тихоходный автомобиль. Системы турбонаддува, которые устанавливаются практически на любой современный дизельный автомобиль, достигли такого совершенства, что автомобиль высшего класса с дизелем сохраняет ту же динамику, что и бензиновый. Автоматическая коробка передач на легковом автомобиле в последние годы так же не редкость, хотя пологая характеристика крутящего момента создает некоторые трудности при установке АКПП. Иными словами, достоинства автомобиля с дизелем вполне очевидны, чего нельзя сказать о недостатках. Они лежат в другой сфере, нежели конструктивные и эксплутационные особенности дизеля. А сфера эта - обслуживание или же сервис дизельных двигателей. Обслуживание дизельного автомобиля мало чем отличается от такого же бензинового: кузов, подвеска, тормоза и т.д. полностью идентичны. Да и конструктивно дизельный и бензиновый собрат схожи: в обоих случаях имеются блоки цилиндров, поршни, шатуны, коленвалы. Отличия обусловлены разными условиями образования и воспламенения рабочей смеси. Но, это как ' говорится, тема другого рассказа. Мы же отметим только, что сердце дизеля, -это его

система питания, обслуживание и диагностика которой требуют специфического оборудования и приборов. Можно даже сказать, что обслуживание дизелей - это ниша, где возможно расширение автосервисного бизнеса. Другой вопрос - это как и чем оснастить участок ремонта и обслуживания дизельных двигателей, и как грамотно проводить ремонт?

Именно этот вопрос и явился побудительным мотивом для написания цикла статей о специфическом оборудовании и приборах, необходимых всем, кто сталкивается с дизельными двигателями, причем не только легковых автомобилей. Необходимо вспомнить особенности топливной аппаратуры дизельного двигателя и рассказать о наиболее частых ее болезнях. Основная часть дизельных двигателей оснащается топливной аппаратурой непосредственного действия. Имеются так же аккумуляторные системы, которые начали серийно устанавливаться на двигатели только после появления системы Common Rail. Но разговор о таких ТС заслуживает отдельной статьи. Широко применяемые ТС непосредственного действия, в свою очередь подразделяются на нераздельные (насос-форсунка) и раздельные (ТНВД-топливопровод-форсунки). Дизельные и бензиновые форсунки конструктивно схожи, а в процессе эксплуатации закоксовываются, и их необходимо очищать. В автомобильных дизелях в основном применяются раздельные ТС, ТНВД которых могут быть многоплунжерными или распределительными. Во-первых каждый цилиндр обслуживает свой цилиндр, а во вторых один или два плунжера подают топливо во все цилиндры. Сразу необходимо отметить: ТНВД и форсунки дизельных двигателей - это прецизионные и технологически сложные в производстве изделия. Их сопряженные нагнетательные пары и распыливающие участки изготавливаются с особой точностью, которая должна сохраняться во время эксплуатации. Эти требования в купе со все ужесточающимися требованиями по экологии

диктуют необходимость качественного ремонта и обслуживания. При эксплуатации дизеля достаточно часто нарушаются режимы его работы, к примеру, закоксовывание форсунок в результате длительной работы дизеля на холостом ходу. Двигатель начинает дымить, терять мощность, что ведет к перерасходу топлива. К тем же результатам приводит и ряд других причин: заправка некачественным топливом, нарушение равномерной подачи топлива в цилиндры, позднее или раннее его нагнетание, засорение топливных и воздушных фильтров, подсос воздуха и т.д. кроме того дизель не любит перегрева и переохлаждения и резкой остановки под нагрузкой. Одним словом «болезней» у дизеля может быть много...

1.1. Стенд для диагностики и регулировки топливной дизельной аппаратуры.

1.1.1. Обоснование технического решения.

Как уже отмечалось выше, производительность труда на автомобильном транспорте находится в прямой зависимости от технического состояния автомобилей, которое, в свою очередь зависит от организации, технологии и качества выполнения работ при их обслуживании и ремонте.

Знание этой зависимости, т.е. количественных и качественных характеристик закономерностей измерения параметров технического состояния узлов, агрегатов и всего автомобиля в целом позволяет управлять работоспособностью и техническим состоянием автомобиля в процессе эксплуатации, поддерживать и восстанавливать его работоспособность.

Своевременное и качественное выполнение ТО - основное средство поддержания автомобиля в его должном техническом состоянии. Применение и внедрение новейших средств диагностики, позволяющие контролировать техническое состояние по внешним признакам, без разборки, а также оборудования для обслуживания и ремонта, изготовленного по прогрессивным технологиям, позволяют существенно снизить себестоимость обслуживания и повысить качество обслуживания автомобилей.

Диагностирование позволяет выявить неисправности и определить ресурс безотказной работы автомобиля до частичной или полной утраты

его работоспособности. Она проводится на специализированных стендах с применением большого количества как встроенных, так и навесных датчиков с использованием большого количества электроники.

Первоначальный осмотр топливной системы заключается в выявлении мест, где наблюдается подтекание топлива.

Но как определить степень изношенности топливного насоса и форсунок, не демонтируя их с двигателя? Кроме того, как замерить точное значение топлива, которое расходует каждая форсунка? Приближенно расход топлива и степень изношенности ТНВД можно определить, ну а вдруг поломка застанет вас в пути? Понятно, что на организацию проверки по всем правилам ни денег, ни других возможностей не хватало. Поэтому проверка сводилась к чистой формальности: проверке дымности и измерению CO и CH. Если автомобиль более или менее укладывается в норму, то он считался исправным.

Однако с каждым годом экологические требования ужесточаются и диагностика топливной аппаратуры становится необходимым мероприятием. Возрастание числа автомобилей привело к увеличению плотности движения и возникновению появления необходимости использовать быстрый и точный метод оценки технического состояния автомобиля и, в частности, его топливной аппаратуры. Наиболее точные и подробные результаты измерений можно получить только на специальном стенде.

Стенды для диагностики ТНВД стационарные бывают двух типов - с гидроприводом или электроприводом. При использовании первых в качестве привода используется давление масла, нагнетаемое насосом. У вторых -установлен электромотор.

При диагностике ТНВД с гидроприводом измеряемые величины могут быть искажены за счет потерь на трение, которые обязательно

присутствуют в гидроприводах. К тому же стенд с гидроприводом требует больших затрат на его обслуживание.

Гораздо точнее диагностика ТНВД осуществляется на стенде с электроприводом, так как значительно меньше потерь приходится на привод стенда.

Там топливной насос приводится в действие электромотором, а за изменением частоты вращения следит электронный преобразователь частоты. Такой вид привода значительно эффективнее, так как не требуется применять дополнительный насос для нагнетания масла, трубопроводы, по которым это масло поступает, различные фильтры, так как требование к качеству масла, используемого в стенде, очень высокое. И в результате на выходе мы имеем более точное диагностирование и регулировку ТНВД.

Общая характеристика математической модели топливоподачи.

Расчеты топливоподачи давно стали практическим инструментом исследования и доводки топливоподающей аппаратуры. Но для расширения их возможностей потребовалось дополнение расчетных программ аппаратом оптимизации, современной сервисной оболочкой. В плане совершенствования математической модели топливоподачи стало необходимо повышение ее универсальности для исследования разнообразных систем, а так же повышение ее адекватности реальному процессу. В используемых сегодня методах расчета топливоподачи имеется немало допущений, многие из которых стали неприемлемыми в новых условиях топливоподачи. К ним относятся такие существенные явления как, тепловые эффекты, двухфазность, трение в условиях нестационарности, динамические явления в приводе, разночтения в оценке

упругих свойств топлив и неучет растворения и конденсации газовой фазы при сжатии топлива и т.д.

1.1.2. Назначение стенда.

Данный стенд предназначен для диагностики и настройки демонтируемых ТНВД мощностью двигателя до 400 л.с. и до 12 форсунок. Это универсальный стенд, в котором использован асинхронный двигатель мощностью 7,5 кВт с преобразователем частоты MITSUBISHI ELEKTRIKS, позволяющий производить регулировку всех марок ТНВД дизельных двигателей автомобилей следующих марок: КамАЗ, МАЗ, ЗиЛ645, «Бычок», КРАЗ, ЛАЗ, AVIA, Икарус, IVEKO, MAN, MERSEDES, DAF и др. Данный стенд должен удовлетворять требованиям международных стандартов ISD 4008/1,4008/2 и отечественного ГОСТа 10578-96 по всем значимым параметрам:

- диапазону стабильности поддержания скоростного режима испытаний;
- точности замера подаваемого топлива;
- точности отсчета ходов плунжеров;
- наличию беззазорной соединительной муфты и необходимой жесткости привода;
- оснащенности системой термостабилизации топлива или испытательной жидкости.

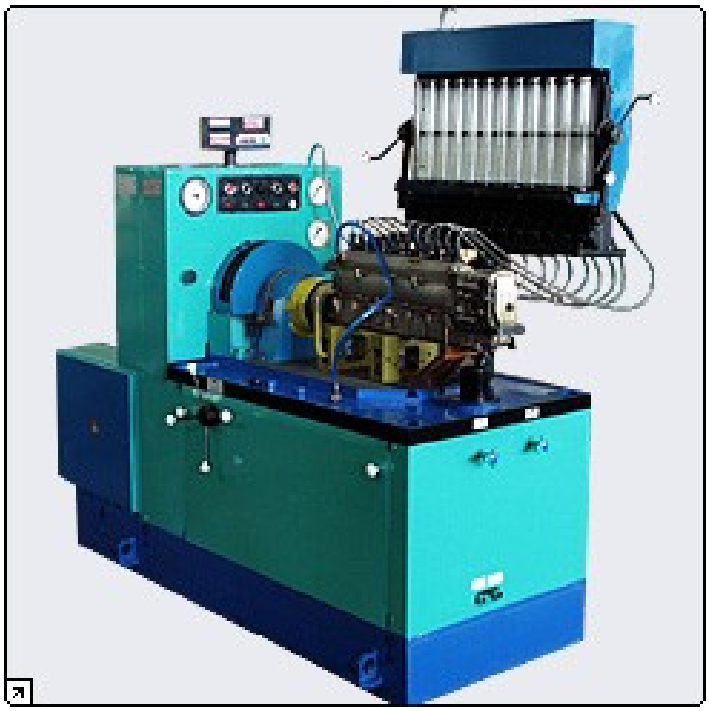
Для установки и фиксации различных типов ТНВД стенд комплектуется специальными кронштейнами и переходными муфтами.

Естественно стенды для проверки ТНВД должны оснащаться комплектом топливопроводов с форсунками. В качестве стендовых форсунок могут использоваться штатные отрегулированные форсунки, с которыми отрегулированный ТНВД будет работать на двигателе.

1.1.3. Конструкция и принцип работы стенда.

Стенд выполнен в виде стационарного устройства. Электромотор, мерный блок с преобразователем частоты и муфтой крепятся на станине размером 2600x970 мм, изготовленной из высокопрочной стали

Трехфазный асинхронный двигатель приводится в действие от сети переменного тока 380V.



ПРОВЕРКА и РЕГУЛИРОВКА следующих параметров и характеристик ТНВД:

- величина и равномерность подачи топлива насосными секциями;
- частота вращения вала ТНВД в момент начала действия регулятора.
- частота вращения вала ТНВД в момент прекращения подачи топлива:
- герметичность и давление открытия нагнетательных клапанов;
- угол начала нагнетания и конца подачи топлива по повороту вала ТНВД и чередование подачи секциями ТНВД;
- угол действительного начала и конца впрыскивания топлива;
- характеристика автоматической муфты опережения впрыска;
- испытание топливных фильтров на герметичность.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Тип	Стационарный
Количество одновременно испытываемых секций высокого давления , не более	12
Частота вращения приводного вала , об/мин	70…3000
Отсчет числа оборотов, об/цикл	1…9999
Угол разворота автоматической муфты , опережения впрыска ,град	-10…0…+10
Угол начала нагнетания и впрыска , град	0-360
Питание от сети переменного тока , В	380
Частота питающего напряжения , Гц	50
Потребляемая мощность электродвигателя , кВт	18,5
Общая мощность , кВт	22,6
Габаритные размеры , не более	2600x970x1540
Масса , кг	1520

На блоке управления установлен регулятор частоты вращения приводного вала стенда, регулятор температуры подаваемого в топливный насос высокого давления, тахометр, показывающий частоту вращения приводного вала, термометр, показывающий температуру топлива, и манометр, показывающий давление впрыскиваемого топлива. Электронный преобразователь установлен для изменения частоты вращения испытываемых насосов.

Диагностирование стендов начинается с установки и закрепления ТНВД на станине стенда. Далее к ТНВД подключаются трубопроводы, и, если в насосе требуется постоянная циркуляция масла, станция смазки. Она способна поддерживать давление до кгс/см кв. при расходе масла л/мин.

В качестве стендовых форсунок могут быть использованы штатные рабочие форсунки, с которыми отрегулированный ТНВД будет работать на двигателе. Форсунки предварительно регулируются на соответствующее давление впрыска топлива, закрепляются на соответствующей секции ТНВД и маркируются, что бы в таком же порядке быть установленными на двигатель, т.е. каждая секция настраивается на свою форсунку. Однако у такого подхода есть существенный недостаток.

Поскольку форсунки изготавливаются с определенным допуском по пропускной способности, любая неисправность и замена форсунки влечет за собой необходимость перерегулировки ТНВД.

Другой подход к регулировке ТНВД основывается на подборе стендового комплекта форсунок с использованием штатных распределителей из запасных частей. Согласно данному методу, из запасных частей берутся не менее 100 распылителей соответствующей марки, и в корпусе одной форсунки с одним топливопроводом определяется их пропускная способность. По результатам замера строится

гистограмма распределения распылителей по пропускной способности. Интервал разбивки по пропускной способности должен быть не выше 1 см куб. далее определяется среднеарифметическое значение пролива распылителей, и для стендового комплекта форсунок отбираются распылители, величина пропускной способности которых на 1,5-2,5 см куб. меньше среднеарифметического значения. Далее берутся топливопроводы из числа штатных по принципу пропускной способности.

Безусловно, одних регулировок ТНВД для оптимальной работы топливной системы дизельного двигателя недостаточно. Известно, что на двигатель должны устанавливаться форсунки, разность пропускных способностей которых не должна превышать 4%. Необходимо проверить иные параметры форсунок, распыления топлива, герметичность запирающего конуса иглы и гидравлическую плотность.

С помощью этого стенда производится проверка и регулировка следующих параметров:

- величина и равномерность подачи топлива насосными секциями;
- частота вращения вала ТНВД в момент начала действия регулятора;
- частота вращения вала ТНВД в момент прекращения подачи топлива;
- герметичность и давление открытия нагнетательных клапанов;
- угол начала нагнетания и конца подачи топлива по повороту вала ТНВД и чередование подачи секциями ТНВД.

Подготовка насоса к испытаниям приводится в соответствии с инструкцией по эксплуатации конкретной марки стенда. Установив ТНВД, его подключают к стендовой системе топливоподачи в соответствии со схемой данного насоса. При испытании насосов, оснащенных муфтой опережения впрыска топлива, расположенном на переднем участке кулачкового вала, на корпусе муфты закрепляется специальное хомут-кольцо с угловой шкалой, а на ведущей части или ее кулачке стрелка-указатель. Для контроля хода поршня автомата опережения впрыска

топлива насосов типа VE, со стороны противоположной пружины поршня автомата устанавливается приспособление с прозрачным корпусом и специальной шкалой.

В связи с постоянно растущими требованиями по снижению уровня токсичности и дымности выхлопных газов, а также из-за повышения топливной экономичности дизельных двигателей еще с середины 80-х годов прошлого века фирма Bosch начала оснащать свои топливные насосы типа VE электрическим управлением и электронным регулированием -системой EDC. В этой системе бортовой компьютер, получающий сигналы от датчиков, управляет подачей топлива, изменяя положение дозатора с помощью шагового двигателя. Управление углом опережения впрыска топлива осуществляется электромагнитным клапаном, скважность циклов работы которого задает компьютер. Такая схема позволяет устанавливать давление в цилиндре автомата опережения впрыска топлива, точно соответствующее углу опережения.

При испытаниях ТНВД необходимо строго следовать указаниям тест-планов по применению стендовых форсунок и топливопроводов, а также технологической жидкости в соответствии со стандартом ISD 4113.

Необходимо точно соблюдать последовательность операций, указанных в конкретном тест-плане, и не допускать длительной работы испытуемого насоса (более 15 мин.) при одном и том же значении напряжения обратной связи. Нарушение указаний тест-плана ведет к недопустимым нарушениям в настройке ТНВД и отказам в работе после установке его на автомобиль.

Топливная экономичность (удельный расход топлива) во многом зависит от установленного момента впрыска топлива и продолжительности подачи его дозы в цилиндры. Чтобы обеспечить эти показатели у ТНВД, установленного на стенд, определяют угол начала нагнетания (впрыскивания) насоса. Необходимая интенсивность (объемная

скорость) подачи топлива плунжером насоса в форсунку напрямую связана с этим параметром. От него так же зависит давление впрыскивания, качество распыливания и продолжительность подачи дозы топлива в камеру сгорания. У ТНВД с кулачковым валом симметричного профиля этот параметр определяется измерением угла поворота вала от момента перекрытия плунжером впускного окна втулки до ВМТ плунжера. Наиболее точно этот угол измеряется методом пролива или при помощи моментоскопа (капиллярной стеклянной трубки) с использованием круговой шкалы, нанесенной на маховик стенда.

Давление топлива, необходимое для открытия нагнетательных клапанов, создается стендовым подкачивающим насосом. Например, для рядных ТНВД типа РЕ фирмы BOSCH размерность Р его значение должно быть не менее 3,0 МПа. Ось симметрии кулачка находят методом измерения двойного угла, вращая вал сначала в одну, затем в другую сторону. В случае не симметричного профиля кулачкового вала начало нагнетания топлива определяют по величине подъема плунжера от его крайнего нижнего положения до момента перекрытия впускного окна. Для этого стенды комплектуются индикаторными приспособлениями, которые в зависимости от марки испытуемого насоса имеют два конструктивных исполнения.

Момент перекрытия соответствует прекращению вытекания технологической жидкости из сливной трубки приспособления. У некоторых моделей насосов, например ТНВД типа PES фирмы BOSCH, ход плунжера измеряют при определении положения рейки.

Не менее важное значение для обеспечения необходимых мощностных и экономических показателей дизельного двигателя имеет другой фазовый параметр - чередование подачи топлива секциями ТНВД. Чередование

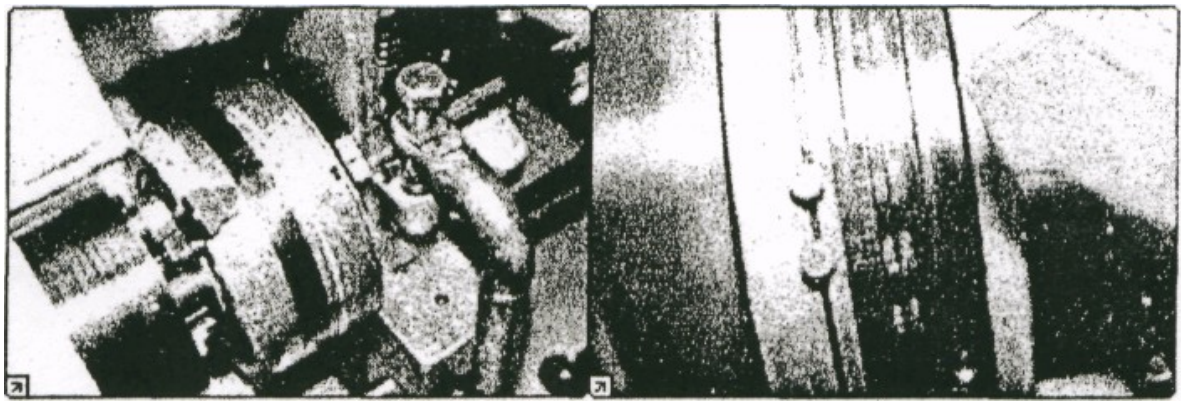
измеряют, приняв за базу отсчета начало нагнетания топлива первой, по порядку работы секцией насоса. Начало нагнетания у других секций должно происходить в определенной последовательности через установленные угловые интервалы с допуском не более 30 градусов. Контроль чередования так же производят методом пролива, моментоскопом или с помощью стробоскопа, входящего в штатную комплектацию стенда. Стробоскоп необходим для контроля МОВ, с использованием ранее описанного приспособления. Углы разворота полумуфт МОВ измеряют на различных скоростных режимах, освещая стробоскопом шкалу приспособления.

Для настройки хода рейки рядных ТНВД, например, моделей 60, 80 ЯЗДА типа РЕ, размерности М, MW, Р и производства фирм BOSCH и ZEXEL, необходимо специальное приспособление, позволяющее измерять и фиксировать ход рейки. При регулировки ТНВД очень важно правильно настроить моменты начала и конца срабатывания положительного и отрицательного корректоров. От этих параметров зависят мощностные и экономические показатели дизельного двигателя и его дымность особенно на переходных режимах. Значительно облегчить регулировочные работы позволяет индикаторное приспособление, с помощью которого можно определить момент начала движения рейки насоса в момент начала действия регулятора. Для проверки и настройки рядных ТНВД BOSCH, ZEXEL и ряда других, оснащенных двухрежимными регуляторами RQ и RQV, в соответствии с тест-планом требуется установить рычаг управления регулятором в определенную угловую позицию относительно горизонтальной плоскости. Для этого необходимо специальное приспособление с угловым сектором. Углоизмерительное приспособление для настройки положения рычага управления необходимо так же для настройки насосов типа VE.

Для настройки цикловой подачи на оборотах холостого хода некоторых ТНВД, например, для двигателей производства ЯМЗ, необходимо специальное приспособление. Наличие у него винта позволяет точно выставить положение топливной рейки при необходимой величине цикловой подачи (10-15 ММх3/цикл).

Приспособления для регулировки ТНВД.

Подготовка к испытаниям насоса проводится в соответствии с инструкцией по эксплуатации конкретной марки стенда. Установив ТНВД, его подключают к стендовой системе топливоподачи в соответствии со схемой данного насоса. Если ТНВД оснащен пневматическим корректором по наддуву, то к его входу подключается пневмотестор ДД-3200, который может также подключаться к вакуумному регулятору насосов типа РЕМ фирмы Bosch. При испытании насосов, оснащенных муфтой опережения впрыска топлива (МОВ), расположенной на переднем участке кулачкового вала (например, ТНВД модели 33 для автомобилей КамАЗ), на корпусе муфты закрепляются специальное хомут-кольцо с угловой шкалой, а на ведущей части или ее кулачке стрелка-указатель - (рис.1). Приспособление изготавливается ОАО "МОПАЗ" и входит в штатную комплектацию стенда. Для контроля хода поршня автомата опережения впрыска топлива насосов типа VE, со стороны противоположной пружине поршня автомата устанавливается приспособление с прозрачным корпусом и специальном шкалой.



В связи с постоянно возрастающими требованиями по снижению уровня токсичности и дымности выхлопных газов, а также из-за

повышения топливной экономичности дизельных двигателей (в первую очередь, легковых автомобилей) еще с середины 80-х годов прошлого века фирма Bosch начала оснащать свои топливные насосы типа VE электрическим управлением и электронным регулированием - системой EDC (Electronic Disel Control). В этой системе бортовой компьютер, получающий сигналы от датчиков, управляет подачей топлива, изменяя положение дозатора с помощью шагового двигателя. Управление углом опережения впрыска топлива осуществляется электромагнитным клапаном, скважность циклов работы которого также задает компьютер. Такая схема позволяет устанавливать давление в цилиндре автомата опережения впрыска топлива, точно соответствующее углу опережения. Для испытания таких насосов ОАО "МОПАЗ" предлагает EDC-тестер, при проверке и регулировке выполняющий функции бортового компьютера . EDC-тестер не только управляет исполнительным механизмом подачи топлива и электромагнитным клапаном автомата опережения впрыска, но и позволяет реализовать функцию обратной связи.

Тестер комплектуется промежуточным кабелем для подключения к разъему управления, а для соединения с управляющим разъемом испытуемого насоса выбирается соответствующий переходной соединительный кабель. Информация о номенклатуре соединительных кабелей содержится в инструкциях фирмы Bosch (System instruction manuals и KH Service Tools Catalogue). При необходимости к соответствующему разъему тестера подключается кабель от электромагнитного клапана, регулирующего угол опережения впрыска топлива. При испытаниях ТНВД необходимо строго следовать указаниям тест-планов по применению стендовых форсунок и стендовых топливопроводов, а также технологической жидкости в соответствии со стандартом ISD 4113. Необходимо точно соблюдать последовательность операций, указанных в конкретном тест-плане, и не допускать длительной

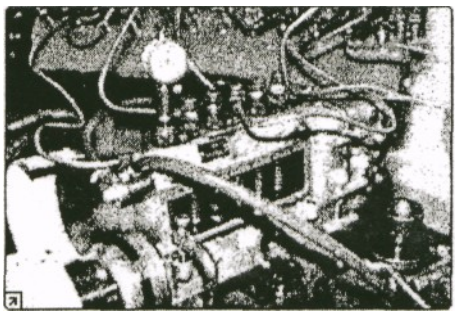
работы испытуемого насоса (более 15 мин) при одном и том же значении напряжения обратной связи. Нарушение указаний тест-плана ведет к недопустимым ошибкам в настройке ТНВД и отказам в работе после установки его на автомобиль. Указанный EDC-тестер по своим функциональным возможностям полностью соответствует комплексу приборов EPS 865 и EPS 910 фирмы Bosch.

Топливная экономичность (удельный расход топлива) во многом зависит от установленного момента впрыска топлива и продолжительности подачи его дозы в цилиндры.

Чтобы обеспечить эти показатели у ТНВД, установленного на стенд, определяют угол начала нагнетания (впрыскивания) насоса. Необходимая интенсивность (объемная скорость) подачи топлива плунжером насоса в форсунку напрямую связана с этим параметром. От него также зависит давление впрыскивания, качество распыливания и продолжительность подачи дозы топлива в камеру сгорания. У ТНВД с кулачковым валом симметричного профиля этот параметр определяется измерением угла поворота вала от момента перекрытия плунжером впускного окна втулки до ВМТ плунжера. Наиболее точно данный угол измеряется методом пролива или при помощи моментоскопа (капиллярной стеклянной трубки) с использованием круговой шкалы, нанесенной на маховик стенда.

Давление топлива, необходимое для открытия нагнетательных клапанов, создается стендовым подкачивающим насосом. Например, для рядных ТНВД типа РЕ фирмы Bosch размерности Р его значение должно быть не менее 3,0 МПа. Ось симметрии кулачка находят методом измерения двойного угла, вращая вал сначала в одну, а затем в другую сторону. В случае несимметричного профиля кулачкового вала начало нагнетания топлива определяют по величине подъема плунжера от его крайнего нижнего положения до момента перекрытия впускного окна. Для этого стенды (ЗАО "МОПАЗ" комплектуются (по заказу) индикаторными

приспособлениями (рис. 3), которые в зависимости от марки испытуемого насоса имеют два конструктивных исполнения.

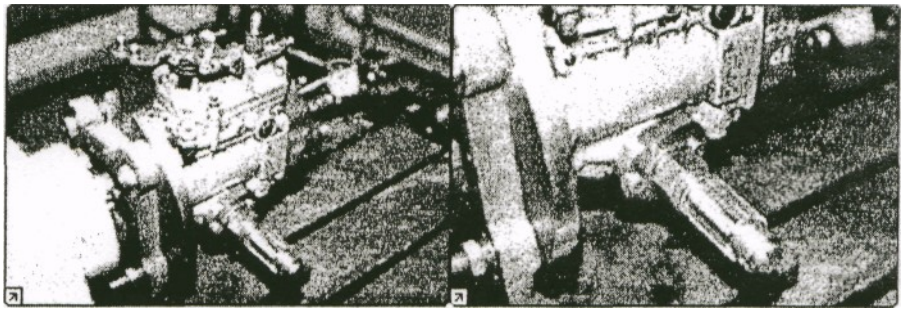


Момент перекрытия соответствует прекращению вытекания технологический жидкости из сливной трубки приспособления. У некоторых моделей насосов. например, ТНВД типа PES фирмы Bosch, ход плунжера определяют при измерении положения рейки.

Не менее важное значение для обеспечения необходимых мощностных и экономических показателей дизельного двигателя имеет другой фазовый параметр - чередование подачи топлива секциями ТНВД. Чередование измеряют, приняв за базу отсчета начало нагнетания топлива первой, по порядку работы, секции насоса. Начало нагнетания у остальных секций должно происходить в определенной последовательности через установленные угловые интервалы с допуском не более _30о. Контроль чередования производят также методом пролива, моментоскопом или с помощью стробоскопа, входящего в штатную комплектацию стендов ОАО "МОПАЗ". Стробоскоп необходим и для контроля МОВ, с использованием ранее описанного приспособления (рис.1). Углы разворота полумуфт МОВ измеряют на различных скоростных режимах, освещая стробоскопом шкалу приспособления.

Для настройки хода рейки рядных ТНВД, например, моделей 60, 80 ЯЗТА типа РЕ, размерности М, MW, Р и производства фирм Bosch и Zexel, необходимо специальное приспособление, позволяющее измерять и фиксировать ход рейки (рис.4). При регулировке ТНВД очень важно правильно настроить моменты начала и конца срабатывания

положительного и отрицательного корректоров. От этих параметров зависят мощностные и экономические показатели дизельного двигателя и его дымность, особенно на переходных режимах. Значительно облегчить регулировочные работы позволяет индикаторное приспособление, с помощью которого можно определить момент начала страгивания рейки насоса при настройке начала действия регулятора. Для проверки и настройки рядных топливных насосов Bosch, Zexel и ряда других, оснащенных двухрежимными регуляторами RQ и RQV, в соответствии с тест-планом требуется установить рычаг управления регулятором в определенную угловую позицию относительно горизонтальной плоскости. Для этого необходимо специальное приспособление с угловым сектором, которое по спецзаказу может быть приобретено в ОАО "МОПАЗ". Углоизмерительное приспособление для настройки положения рычага управления необходимо также (рейки насосов типа V.E.)



для настройки цикловой подачи топлива на оборотах холостого хода некоторых ТНВД, например, для двигателей производства ЯМЗ, необходимо специальное приспособление. Наличие у него винта позволяет точно выставить положение топливной рейки при необходимой величине цикловой подачи (10-15 мм3/цикл).

Оснастка для регулировки ТНВД.

Только в странах СНГ и Балтии имеется более 10 производителей, выпускающих многообразную гамму топливной аппаратуры, начиная от столбиковых ТНВД одноцилиндровых дизелей и кончая топливными насосами тепловозных дизелей.

Кроме того, в нашей стране в настоящее время эксплуатируется большое количество зарубежной техники, оснащенной дизельными двигателями (от мини-тракторов и легковых автомобилей до карьерных самосвалов). Топливную аппаратуру для них производят фирмы Bosch (Германия), Lucas-CAV (Великобритания), Zexel и Nippon-Dense (Япония), Stanadyne Disel (США) и другие.

Наш стенд, оснащенный мерным блоком и частотно - регулируемым электроприводом типа FR E54D, фирмы Mitsubischi Elektric мощностью *7,5* кВт позволяет проверять и регулировать ТНВД дизелей мощностью от 5 до 400 л.с.

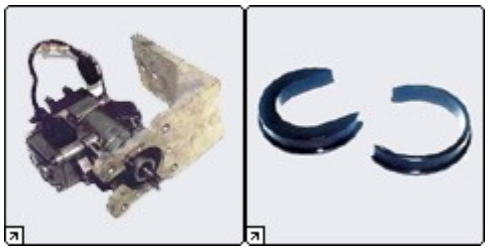
С помощью специальных технологических приспособлений со встроенными кулачковыми валами на него могут устанавливаться одно-, двух-, трех- и четырехплунжерные насосы столбикового типа, не имеющие собственного привода, например, четырехплунжерные ТНВД KF 805095 фирмы Zexel для дизелей погрузчиков Bobcat. Аналогичные ТНВД (одно- и двухплунжерные) производят Ярославский, Вильнюсский и Чугуевский заводы топливной аппаратуры.

На стенде также удобно устанавливать и регулировать топливные насосы распределительного типа ЫД21/2-4 производства Вильнюсского и

НД22/6 Чугуевского заводов топливной аппаратуры, для чего существуют специальные кронштейны (фото 1).



Распределительные топливные насосы типа VE и рядные ТНВД РЕМ, РЕА производства Bosch, Zexel и Nippon-Denso, а также распределительные роторные насосы типа DPA, DPC. DPS и EPIC производства Lucas-CAV устанавливаются в кронштейны для ТНВД ГТД 21/2-4 через специальные переходные полукольца (фото 2, 3), Полукольца имеют внутренние диаметры 50 или 64 мм и выбираются в зависимости от посадочного диаметра корпуса ТНВД.



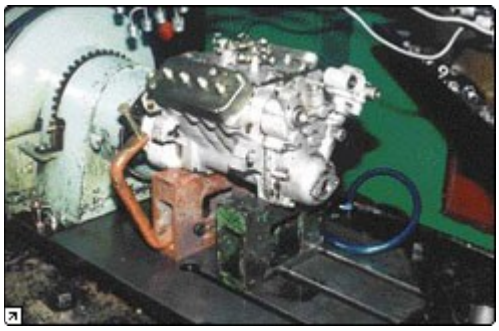
Для соединения вала испытуемого ТНВД стенды комплектуют переходными полумуфтами с отверстиями под шлицевую втулку (фото 4) для ТНВД типа НД 21/2-4 и 4 УТН Ногинского завода топливной аппаратуры или коническими отверстиями с диаметрами большего основания конуса 17 или 20 мм. Мерный блок стендов, благодаря многошарнирному вращающемуся кронштейну, может устанавливаться в непосредственной близости от испытуемого ТНВД, что позволяет использовать короткие стендовые топливопроводы высокого давления (ТВД).

Для некоторых модификаций ТНВД типа VE длина ТВД в соответствии с ISO 4093 должна быть 450 мм.



При помощи штатных кронштейнов на стенде удобно устанавливается отечественная топливная аппаратура рядного типа 36, 77 Ярославского завода дизельной аппаратуры (ЯЗДА), типа 60, 80 Ярославского завода топливной аппаратуры (ЯЗТА), 4ТН, 6ТН и ЛСТН, производимые в Барнауле и на Харьковском тракторном заводе.

При помощи откидных скоб легко и быстро устанавливаются V-образные ТНВД моделей 33-02 и 33-10 производства ЯЗДА (фото 5).



При диагностики ТНВД используется способ, которым пользуется весь цивилизованный мир, - это использование специальных стендовых форсунок-калибров. Дозирующий элемент такой форсунки - шайба с калиброванным отверстием (фото 7). В соответствии с ISO 7440 изготавливается типоразмерный ряд шайб со следующими диаметрами отверстий: 0,4; 0,5; 06; 0,7 и 0,8 мм, которые позволяют регулировать всю гамму ТНВД.



Наиболее употребительны форсунки, маркируемые индексами А41, А51, А61 и А81, где первая цифра указывает диаметр калиброванного отверстия в десятых долях миллиметра. Для регулировки некоторых марок ТНВД типа VE и роторных ТНВД фирмы Lucas может использоваться стендовая форсунка со штифтовым распылителем EFEP (0681 443 014-51600), которая обозначается 7440 А11 (фото 8) и регулируется на давление 150 или 172 бар. Форсунки с калиброванными шайбами А41 и А61 также регулируются на давление 172 бар, а форсунки А51 и А81 - на давление 207 бар.



В тест-планах на регулировку конкретного ТНВД указывается номер стендовой форсунки, диаметр жиклера, давление, на которое форсунка отрегулирована, температура испытательной жидкости по ISO 4413 на входе в ТНВД, длина и внутренний диаметр стендового топливопривода по ISO 4093. Стендовые топливопроводы по ISO 4093 также могут поставляться ОАО «МОПАЗ». Так, например, для регулировки рядных ТНВД типа PE фирмы Bosch (размерности P, MW, ZW, P9) и насосов фирмы Zexel для тракторов Kamazu необходимы топливопроводы с внутренним диаметром 3 мм и длиной 600 мм или 1000 мм. Для регулировки насосов VE и PE размерности M накидные гайки топливопроводов с одной стороны должны иметь резьбу М12х1,5.

1.2. Расчет параметров стенда для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры NC- 128 на соответствие требованиям ГОСТ 10578-95 при испытании и регулировке ТНВД.

1.2.1. Определение параметров расчетов.

В 1997 году введен ГОСТ 10578-95 « Насосы топливные дизелей. Общие технические условия » в котором введены новые технические требования к стендам для испытания дизельной топливной аппаратуры:

П.7.2 Циклическое изменение мгновенной частоты вращения приводного вала <1% от пика к пику;

П.7.3 Приводной вал стенда под действием приводного крутящего момента не должен закручиваться более чем но 0,02 градуса;

П.7.4. Соединительная муфта под действием пикового крутящего момента не должна деформироваться более чем на 0,1 градуса.

1.2.2. Цель расчетов.

..1. Определение мощности и крутящего момента для привода ТНВД

..2. Определение момента инерции маховика для привода ТНВД при полной нагрузке (номинальный режим).

..3. Определение максимальной подачи ТНВД в зависимости от частоты вращения и момента инерции маховика стенда NC-128.

..4. Определение жесткости приводного вала стенда NC-128 от крутящего момента привода для ТНВД.

1.2.3. Определение мощности и крутящего момента для привода ТНВД.

Исходные данные для расчета.

Диаметр плунжера- d(мм)

Ход плунжера- h(мм)

Количество секций- z(шт)

Частота вращения вала ТНВД(ном)- n(мин-1)

Цикловая подача(ном)-Vц(мм3/цикл)

Максимальное давление впрыска(у штуцера)-Pn(кгс/см2)

По графикам (рис1) из каталога BOSH определяем потребную мощность при частоте вращения n=1400 (мин-1) для одной секции ТНВД N(1сек)=f(Vц; Pn).

По графику K=f(n) (рис1) определяем поправочный коэффициент на частоту вращения K.

Мощность потребную для привода ТНВД определяем по ф-ле1

$$N_н=N(1сек)*Z*K \quad (1)$$

Где Z- число секций ТНВД.

1. Крутящий момент на привод ТНВД опр-ем по ф-ле 2.

$$M_{кр}=974N_н/n \quad (2),$$

Где Мкр- крутящий момент, кгс*м;

Nн- мощность привода ТНВД, КВт;

n- частота вращения, мин-1.

2. По графику Mn=F(dn,Pn) (рис1) определяем максимальный (пиковый) момент создаваемый ТНВД.

3. Средний крутящий момент Мм определяем по формуле (3), приведенной в международном стандарте iso 4008/I

Мп = Мм π/2 откуда Мм = 2Мп/π (3),

Где Мп – максимальный (пиковый) момент, кгс*м;

Мм – средний крутящий момент действующий на 10 градусах, кгс*м.

8. Результаты расчета мощности необходимой на привод ТНВД и крутящего момента сведены в таблицу 1.

На рис. 2 приведена внешняя характеристика привода стендов NC-128, NC-129 с нанесенными характеристиками потребной мощности на привод ТНВД на номинальном режиме.

Мощность привода стенда NC-128 достаточна для испытания ТНВД.

1.2.4. Определение момента инерции маховика для привода ТНВД.

при полной нагрузке (номинальный режим) с обеспечением неравномерности вращения в течение одного оборота не более δ = 0,01.

1. Исходные данные для расчета:

Максимальное давление впрыскивания топлива Pn, кгс/см2.

Диаметр плунжера dпл, мм.

Угол соответствующий периоду впрыска Д = 10 градусов.

2. График момента сопротивления в зависимости от угла поворота кулачкового вала близка к полусинусойде и по стандарту iso 4008/I приводится связь между пиковым (максимальным) моментом сопротивления Mn и средним моментом Мм по формуле (3).

На рис. 3 в координатах M=f(φ) построен график Мс = f(φ) для ТНВД.

Определение необходимого для привода стенда момента инерции маховика определяется по формуле (4)

$$Ум = Ут = \frac{S\varphi(Мкр-Мс)d\varphi}{\omega ср-\delta} \quad (4)$$

Где Ум – момент инерции маховика, кгс*м*сек2;

Мкр – крутящий момент привода, кгс*м;

Мс – момент сопротивления вала, рад;

ωср – средняя угловая скорость, сек-1;

ωср = πn/30 n-частота вращения, мин-1;

δ - коэффициент неравномерности вращения вала стенда (по ГОСТ 10578-95 δ=0,01)

Выражение в числителе отражает избыточную работу

$\int\varphi$ (Мкр-Мс)dφ=$\int\varphi\nabla$MdφАизб.

На рис 3 избыточная работа А изб выделена штриховкой, которая определяется как разность площадей полусинусойды Мс и Мкр за угол поворота φ2 - φ1, т.е. А изб=(Мкр – Мм)(φ2 - φ1)(5).

В общем виде при расчете маховика момент инерции для привода ТНВД с продолжительностью впрыска топлива Д = 10 градусам поворота кулачкового вала формула (4) примет вид:

Ум = ((Мкр – Мм)10/57,3)/(πn/30)кв*δ = (Мкр – Мм)*10/0,011n кв. 57,3* δ = (Мкр – Мм/n кв * δ)*15,86 (6)

Пример расчет Ум для ТНВД 33-02

Ум = ((1,1 – 6,3) *15,86/1300 кв * 0,01 = -0,0049 кгс*м*сек кв = -0,0049/0,102 = - 0,048 кгс * м кв.

Для ТНВД 337-40

Ум = ((1,96 – 15) *15,86)/1000 кв *0,01 = -0,015 кгс*м*сек кв = -0,148 кгс*м кв.

Для ТНВД 334

Ум = ((1,38 – 7,5)* 15,86)/1300 – 0,01 = -0,0057кгс* м* сек кв = -0,56 кгс* м кв.

Для ТНВД 323

Ум = ((1,96-15) * 15,86)/1000 кв – 0,01 = - 0,0207 кгс*м*сек кв = -0,203 кгс*м кв.

Для ТНВД 773-30

Ум = ((0,82-8,9)*15,86)/900 кв – 0,01=-0,0158 кгс*м*сек кв =-0,155 кгс*м кв.

Определяем ширину маховика стенда для диаметра маховика (300 мм)(как у стенда NC-128) по ф-ле (7).

Ум= 1260 $г^4$ *h (7) откуда

h= Ум / 1260*2 ^{4}

Ум=1260 r h (7), откуда h=Ум/1260*r 2

Где Ум-момент инерции маховика, кгс*м*сек

r-радиус маховика(м).

h-ширина маховика (м).

Результаты расчета ширины маховика сведены в таблицу 2:

Модель ТНВД	Расчетный момент инерции Ум(кгс*м*сек кв)	Диаметр маховика (м)	Ширина маховика (м)
33-02	0,0049	0,3	0,0077
334	0,0057	0,3	0,0089
337-40	0,015	0,3	0,0235
323	0,0207	0,3	0,0325
373-30	0,0158	0,3	0,0248

4

Ширина маховика стенда NC-128 равна 55 мм.Ум=1260-0,15*0,055=

0,035 кгс*м*сек кв.

Определяем минимальную частоту вращения стенда NC-128, при которой неравномерность вращения не превышает 1% для ТНВД 33-02:

n=√(((Мм-Мкр)*15,86)/Ум*)=√(((6,3-1,1)*15,86)/(0,35*0,01))=

485 об/мин.

Для ТНВД 337-40 n=723 об/мин.

323 n=768 об/мин

773-30 n=605 об/мин.

1.2.5. Определение максимальной подачи ТНВД в зависимости от момента инерции маховика и частоты вращения.

Связь между максимальной подачей ТНВД при полной нагрузке и подачей ТНВД приведена в международном стандарте ISO 4008/1 и ГОСТ 10578-95.

max=Ум*n /480. (8).

Где max - максимальная подача ТНВД при полной нагрузке, мм в кубе/цикл.

Ум - момент инерции маховика стенда, кгс*м .

n- частота вращения, об/мин.

1.2.6. Определение жесткости и угла закручивания приводного вала стенда NC-128 от приводного крутящего момента.

Расчет угла закручивания:

Угол закручивания приводного вала стенда определяем по формуле:

 =(M*l)/(G*Yp) (9).

Где: - угол закручивания приводного вала, рад.

M- момент на валу, кгс*см.

l- длина вала, см. 4

Ур- полярный момент инерции, см .

Ур=(M*l)/ * G

Для ступенчатого вала момент инерции определяем отдельно для каждого участка, а результаты суммируем.

ас= ав+ вс .

Эквивалентная максимальная подача в зависимости от жесткости вала стенда NC-128 для ТНВД 33-02 рассчитываем по формуле 10.

max =Sd/28. (10).

Где: Sd- жесткость приводного вала стенда, Н*м/град.

Sd= M/ (-угол закрутки вала, град., М-момент, Н*м.)

max - максимальная цикловая подача при полной нагрузке, мм куб/цикл.

Для ТНВД 33-02 max =73 (мм куб/цикл.).

1.2.7. Определение жесткости соединительной муфты стенда.

Расчет жесткости соединительной муфты стенда сложен из-за наличия в муфте крепежных деталей .

Действительную жесткость соединительной муфты стенда можно определить с помощью приспособления к стенду. Общий вид приспособления приведен в международном стандарте ESO 4008/1.

1.2.8. Выводы.

1. Мощность на привод ТНВД производства ЯЗДА составляет от 0,8 до 2,8 кВт.

2. Стенд для испытания и регулировки ТА NC-128 по мощности привода обеспечивает испытание всей номенклатуры серийных ТНВД выпускаемых ЯЗДА.

3. Стенд NC-128 с маховиком ф300*55 мм обеспечивает выполнение требований ГОСТ 10578-95 п.7.5 по неравномерности вращения □=0,01 при полной нагрузке ТНВД(номинальный режим).

4. Стенд NC-128 обеспечивает выполнение требований ГОСТ 10578-95 п.7.5 по максимальной подаче в зависимости от момента инерции маховика и частоты вращения при полной нагрузке.

5. Стенд NC-128 по жесткости приводного вала обеспечивает выполнение требований ГОСТ 10578-95 п.7.5.2 (максимальная подача ТНВД в зависимости от жесткости вала не должна превышать 73 мм куб/цикл.

6. Расчет соединительной муфты затруднен и по этому действительную жесткость муфты необходимо определить на приспособлении схема которого приведена в стандарте ISO 4008/1.

Раздел 2. Технологический.

2.1. Введение.

Рассматриваемая сборочная линия разработана в АО НиитАвтопром». В качестве объекта сборки выбрана секция топливного насоса высокого давления двигателя КамАЗ.

Сборка секции осуществляется на автоматизированной линии сборки . Линия скомпонована на базе горизонтально-замкнутого несинхронного транспорта. Для сборки секции топливного насоса используются :транспортёр несинхронный, автоматы для сборки отдельных элементов секции , механизмы фиксации, перегрузки.

2.2. Назначение сборочной единицы.

Данная сборочная единица предназначена для подачи топлива в камеру сгорания двигателя. Конструкция секции топливного насоса обеспечивает равномерную подачу строго дозированных порций топлива в каждый цилиндр двигателя в определённый момент и в течении определённого промежутка времени под высоким давлением.

Топливо из бака поступает в топливоподкачивающий насос через фильтры грубой и тонкой очистки и поступает к впускной полости насоса высокого давления. Из топливного трубопровода высокого давления топливо непосредственно подаётся в цилиндры двигателя.

ТНВД должны обеспечивать:

1. Надёжную работу при высоком давлении подаваемого топлива.

2. подачу за каждый цикл определённого количества топлива в короткий промежуток времени , соответствующий повороту коленчатого вала дизеля на угол 20-30 градусов.
3. подачу топлива в каждый цилиндр дизеля в одинаковом количестве (разность не более 3…6 % при номинальной частоте вращения коленчатого вала) и в последовательности ,соответствующий порядку работы цилиндров.
4. Изменение цикловой подачи топлива в соответствии с нагрузкой дизеля , ограничение максимальной подачи во избежание его перегрузки.
5. Некоторое увеличение максимальной цикловой подачи и её более позднего начала в период пуска для улучшения пусковых качеств двигателя.

2.3. Конструкция и описание работы секции ТНВД мод 33.

Каждая насосная секция представляет собой узел, состоящий из корпуса секции, втулки, нагнетательного клапана. Корпус секции имеет фланец, который крепится к корпусу насоса двумя шпильками. Уплотнение корпуса насосной станции в корпусе насоса высокого давления обеспечивается с помощью колец , выполненных из масло-бензиностойкой резины. Втулки и плунжеры изготовлены из хромолибденовой стали с высокой точностью и спарены с друг другом методом селективной сборки. Поэтому замена в комплекте одной детали на одноимённую из другого комплекта не допускается. В верхней части плунжера сделаны два отверстия и пазы с винтовой кромкой. Втулка секции имеет впускное и отсечное боковое отверстия , которые соединены с соответствующими полостями корпуса насоса. Поворот плунжера относительно втулки для изменения количества подаваемого топлива осуществляется рейкой топливного насоса через шип плунжера. Правильное положение втулки относительно корпуса обеспечивается

штифтом. На верхнем конце втулки устанавливается нагнетательный клапан , который прижат к седлу пружиной. Клапан при работе перемещается в отверстии седла , которое является направляющей для хвостовика клапана.

Седло нагнетательного клапана прижато к втулке плунжера торцевой поверхностью штуцера через уплотнительную текстолитовую прокладку.

Внутри штуцера выполнена полость , в которой расположены хвостовик седла нагнетательного клапана. Верхняя часть штуцера заканчивается резьбовым хвостовиком для крепления деталей , соединяющих внутреннюю полость штуцера с топливопроводом.

2.4. Компоновка сборочной линии.

Техническая характеристика линии сборки секции ТНВД мод. 33.

Производительность линии при 100% загрузке ,
шт./ч._____270

Производительность линии при 80% загрузке ,
шт./ч. _____360

Максимальный цикл работы автоматических позиций ,
с._____10

Количество рабочих позиций ,
шт._____17

В том числе :

Автоматических_____8

Ручных_____5

Резервных _____4

Габариты линии в плане ,
мм_____15000Х8000

В состав автоматической линии входят:

- транспортная система линии
- система управления линей
- технологические позиции

2.4.1. Устройство и принцип работы автоматической линии сборки секции ТНВД мод. 33.

Автоматическая линия предназначена для секции ТНВД мод. 33. Линия скомпонована на базе горизонтально-замкнутого несинхронного транспорта размером спутника.

В состав оборудования сборочной линии входят:

- транспортёр несинхронный
- автомат запрессовки штифта в корпус 5128
- автомат установки верхнего уплотнительного кольца в корпус 5123
- автомат сборки плунжерной пары с уплотнительным кольцом 5124
- автомат для сборки клапана 5127
- автомат сборки штуцера секции 5126
- автомат для смазки корпуса секции перед установкой штуцера 512

2.4.2. Перечень позиций автоматической линии сборки секции мод. 33.

Операция 1. установка на спутник базовых деталей секции.

Детали, устанавливаемые на данной продукции

- корпус секции с фланцем;
- плунжерная пара;
- клапан нагнетательный;
- штуцер.

Оператор вынимает из тары корпус секции и устанавливает его на спутник. Вынимает из тары плунжерную пару , нагнетательный клапан в сборе, штуцер, и также у устанавливает их на спутник.

Операция 2. Запрессовка штифта в корпус.

Спутник фиксируется на позиции с помощью механизма фиксации. Запрессовка осуществляется автоматом запрессовки штифта 5128. штифт подаётся из вибробункера под действием сжатого воздуха от пневмоцилиндра. Запрессовка осуществляется прессом.

Операция 3. установка верхнего уплотнительного кольца в корпус.

Операция осуществляется автоматом для надевания колец 5122.

Пневмооборудование обеспечивает:

- подачу кольца в патрон-перегрузчик;
- подачу патрона-перегрузчика на позицию перегрузки и контроль наличия кольца на секции;
- подачу сборочного патрона (вертикальная подача)
- зажим кольца в патроне;
- перемещение сборочного патрона на позицию сборки (горизонтальная подача)

Операция 4. Установка нижнего уплотнительного кольца в корпус.

Осуществляется автоматом для надевания колец 5123.

Операция 5. сборка плунжерной пары с уплотнительным кольцом.

Осуществляется автоматом для надевания колец 5124.

Операция 6. Сборка клапана секции.

Осуществляется автоматом для надевания колец 5127.

Операция 7. Сборка корпуса с плунжерной парой и поворотной втулкой.

Операция 8. Резервная.

Операция 9. Сборка корпуса с плунжерной парой и поворотной втулкой.

Операция 10. Резервная.

Операция 11. Сборка штуцера секции.

Осуществляется автоматом сборки штуцера 5126.

По сигналу осуществляется подача упора по пневмотранспорту в штуцер. Дали осуществляется подача пружины.

Операция 12. Смазка корпуса секции перед установкой штуцера.

Осуществляется автоматом для нанесения смазки 5127

Операция 13. Сборка секции с клапаном и штуцером.

Операция 14. Резервная.

Операция 15. Завёртывание штуцера в секцию с контролем усилия затяжки.

Операция 16. Резервная.

Операция 17. Сборка секции с пружиной толкателя.

2.5. Транспортная система.

Транспорт линии – несинхронный, горизонтально-замкнутый.

Ориентировочные габариты спутника250Х250.

В состав транспортной системы входят:

1. Рабочий транспортёр (6 участков)
2. Механизмы фиксации спутников 17 ед.
3. Механизмы остановки спутников 42 ед.
4. Механизмы перегрузки спутников 10 ед.
5. спутник для установки и транспортировки секции и её деталей 65 ед.

Транспортное устройство линии.

Транспортная система обеспечивает:

- работу всех позиций линии в независимом режиме;
- остановку и фиксацию спутников на рабочих позициях;
- возможность накопления спутников между позициями;
- отсекание последующего спутника перед рабочей позицией во время её работы;
- базирование спутника на рабочих позициях с точностью не ниже 0.15 мм по каждой из трёх координат;
- перемещение спутников по транспортёру со скоростью 12 м/мин.

Работа транспортной системы.

Приспособление спутник (ПС) в автоматическом режиме перемещайся по трассе транспортёра.

На технологических позициях линии (ручных и автоматических) ПС автоматически останавливается и фиксируется. При этом последующее ПС отсекается от технологической позиции.

За счёт хода механизма фиксации ПС с установленным на неё изделием поднимается над транспортирующими роликами цепи.

После завершения рабочего цикла автоматической позиции и возращение всех механизмов позиции в исходное положение, подаётся команда на расфиксацию ПС и затем на отключение механизма остановки на позиции и отсекающего механизма остановки перед позицией.

На ручных позициях линии команду на расфиксацию ПС подаёт оператор нажатием кнопки. Отключение механизма остановки осуществляется автоматически.

В конце главной линии транспортёра осуществляется перезагрузка ПС на поперечный транспортёр механизмом перегрузки , установленным на главном транспортёре. В конце поперечного транспортёра осуществляется перегрузка ПС на главный транспортёр.

Когда ПС доходит до механизма перегрузки на поперечный транспортёр участка исправление дефектов (после позиции испытания редуктора) , по положению сигнальных элементов на ПС определяется наличие на нем дефектного изделия. ПС с качественным изделием продолжает своё движение по главному транспортёру , а ПС с дефектными изделиями механизмом перегрузки перегружается на поперечный транспортёр участка исправления дефектов.

После исправления дефектов ПС возвращается на главный транспортёр и повторно проходит через позицию контроля герметичности и позицию испытания редуктора.

На спутнике предусмотрена возможность размещения кодоносителя. При наличие на спутнике сигнала о бракованной детали спутник должен проходить через позиции без выполнения операций.

В общей сложности на транспортной линии используется 16 электродвигателей , 60 пневматических цилиндров , 100 концевых выключателей.

2.6. Описание оборудования сборочной линии.

2.6.1. Автомат установки верхнего уплотнительного кольца в корпусе 5122.

Устройство.

Автомат состоит из двух сварных подставок 1 и 2 , пристыкованых друг к другу , на которых установлены механизм подачи патрона 3 , механизм подачи перегрузчика 4 , механизм подачи кольца 5 и вибробункер 6.

На подставке 2 установлен механизм фиксации 7 , соединённый с трассой транспортёра линии. На трассе транспортёра линии установлены механизмы остановки приспособлений – спутников.

Пневмооборудование.

Пневмооборудование предназначено для выполнения следующих операций:

- Подача кольца в патрон перегрузчик Ц2.
- Подача патрона-перегрузчика в позицию перегрузки и контроль наличия кольца на секцииЦ3.
- Подача сборочного патрона (вертикальная подача) Ц1.
- зажим кольца в патроне Ц4.

- перемещение сборочного патрона на позицию сборки (горизонтальная подача) Ц5.

Описание режимов работы.

Данный станок входит составной частью в электрооборудование линии сборки секции. Всё управление станком осуществляется от программируемого контролера NS905 фирмы «TESLA».

Сигналы с датчиков и пульта управления поступают на входные модули контролера , а с выходных модулей контролера сигнал поступает на исполнительный механизмы.

На станке , как и на всех других позициях линии, предусмотрено 3 режима работы: наладочный , автоматический и позиция отключена.

В режиме «наладка» управление механизмами производится от кнопок с пульта. Сигнал с кнопок поступает в контролер , обрабатывается в программе с учётом блокировок и выдаётся сигнал на исполнительный механизм.

В режиме «Позиция отклонена» выключается входной и выходной отсекатели , пропуская спутники через позицию не обрабатывая. Все выходы заблокированы.

В режиме «Автомат» цикл работы автомата начинается когда на позиции нет спутника и при исходном положении всех механизмов.

Цикл начинается с подачи кольца на патрон-перегрузчик. Механизм подачи кольца захватывает кольцо в лотке и укладывает его на приёмную платформу патрона-пергрузчика и возвращается в исходное положение. При этом SQ5 размыкается , SQ6 и при обратном ходе наоборот , SQ6 размыкается , а SQ5 замыкается.

Даётся команда на вертикальную подачу свободного патрона , SQ9 размыкается , SQ10 замыкается. После захвата кольца механизм вертикальной подачи поднимается SQ10 размыкается , SQ9 замыкается.

Даётся команда на перемещение сборочного патрона в горизонтальном направлении SQ7 размыкается, SQ5 замыкается.

Станок готов к приёму спутника. При приходе спутника к позиции и при отсутствии спутника на позиции , входной отсекатель опускается , спутник вкатывается на позицию. При срабатывании датчика SQ3 , контроля спутника на позиции , механизм фиксации поднимается. Срабатывает датчик контроля верхнего положения механизма SQ4.

Механизм подачи сборочного патрона опускается , SQ10 замыкается. Корпус секции входит в сборочный патрон и он освобождает кольцо, SQ12 размыкается , SQ11 замыкается. Кольцо попадает в канавку на корпусе секции.

Механизм подачи сборочного патрона поднимается , SQ9 размыкается и перемещаться в горизонтальном направлении в исходное положение , замыкается SQ7.

Срабатывает механизм подачи контрольной вилки, размыкается SQ13. Вилка доходит до корпуса секции , если кольцо оделось , то SQ14 не замыкается. В случае отсутствия кольца SQ14 замыкается. После 3-х срабатываний подряд SQ14 станок останавливается, включается реле времени КТ1, по истечении работы которого он возвращается в исходное положение. Механизм фиксации опускается , срабатывает датчик SQ2 , включается выходной отсекатель , спутник с рабочей позиции перемещается по транспортёру дальше , освобождая место следующему спутнику. Следующий цикл обрабатывается аналогично описанному выше. Монтаж станка выполняется как самостоятельная конструктивная единица с выходной коробкой , через которую осуществляется связь с системой управления линией.

2.6.2. Блокировка.

В схему включена следующая блокировка : подача спутников на позицию производится при отсутствии спутников на ней , при исходном

положении механизма фиксации , механизма подачи сборочного патрона , механизма подачи контрольной вилки.

2.7. Механизм перегрузки.

Механизм перегрузки включает в себя плиту , закреплённую на трассе транспортёра. На плите установлен пневматический цилиндр Цп-1 (D 63) , шток которого соединён с кареткой , на которой установлен ведущий вал со звёздочками и направляющие ролики цепи. Каретка снабжена скалками, перемещающимися в направляющих втулках в плите. С противоположной от каретки стороны на скалках закреплена платформа с мотор-редуктором. Мотор-редуктор цепной передачей связан с ведущем валом каретки. Перед механизмом перегрузки (по ходу перемещения ПС) на трассе транспортёра установлен механизм остановки ПС (Цп-2).

Механизм перегрузки «входной» и «выходной» конструктивно не отличаются друг от друга.

2.7.1. Работа механизма перегрузки «входного».

В исходном положении каретка поднята , конечный выключатель (КВ) 32 разомкнут , цепь механизма перегрузки расположена на одном уровне с цепью поперечного транспортёра (выше уровня цепи главного транспортёра) «коромысло» , установленное на трассе главного транспортёра опущено , S3 замкнут.

ПС перемещаясь по поперечному транспортёру 1 или 2 доходят до механизма остановки и останавливается , замыкается S1. если S2 разомкнут , а S3 замкнут подаётся команда на включение Цп-2 механизма остановки и на включение мотор-редуктора МР. ПС перемещается далее по поперечному транспортёру , S1 размыкается , подаётся команда на отключение Цп-2 , механизм остановки пружиной возвращается в исходное положение. Повторное срабатывание Цп-2 возможно только после отработки цикла механизмом перегрузки ПС.

ПС перемещается далее по поперечному транспортёру , переходит на цепь механизма перегрузки и перемещается до упора в направляющие главного транспортёра , отжимая при этом «коромысло» , S3 размыкается. Подаётся команда на выключение МР и на опускание каретки Цп-1. каретка опускается , замыкается S2 ПС ложится на цепь главного транспортёра и далее перемещается по главному транспортёру. По мере перемещения ПС по главному транспортёру он выходящий из зоны действия»коромысла» и оно под действием пружины возвращается в исходное положение , замыкается S3 , подаётся команда на подъём каретки механизма перегрузки Цп-1. каретка поднимается , размыкается S2. цикл завершён.

2.7.2. Работа механизма перегрузки «выходного».

В исходном положении каретка опущена, конечный выключатель S2 замкнут, мотор-редуктор выключен. Цепь механизма перегрузки находится ниже уровня опорной поверхности ПС , перемещающегося по главному транспортёру 1 и 2.

ПС перемещаясь по главному транспортёру доходит до механизма остановки и останавливается , замыкается S1. Если S2 замкнут , подаётся команда на выключение Цп-2, ПС перемещается далее по главному транспортёру , S1 размыкается , подаётся команда на отключение механизма остановки Цп-2. Механизм остановки пружиной возвращается в исходное положение. Повторное срабатывание Цп-2 возможно только после отработки цикла перегрузки ПС.

ПС перемещаясь далее по главному транспортёру доходит до упора на каретке механизма перегрузки и останавливается , замыкается S3. Если S4 разомкнут, подаётся команда на подъём Цп-1 каретки и на выключение МР. При подъёме каретки ПС ложится на цепь механизма перегрузки и поднимается вместе с ней , отрываясь вместе с ней от цепи главного транспортёра. Нижняя плоскость ПС поднимается на один

уровень с опорными роликами цепи поперечного транспортёра. ПС перемещается механизмом перегрузки на поперечный транспортёр, ложится на его цепь и далее перемещается по поперечному транспортёру.

По ходу перемещения ПС замыкает S4, подаётся команда на опускание каретки механизма перегрузки и на выключение МР. Каретка опускается и замыкается S2.. Цикл закончен.

2.8. Расчётная часть.

2.8.1. Расчёт диаметра пневмоцилиндра для механизма надевания колец.

Исходные данные:

$d = 34мм$

$d_0 = 22мм$

$D = 35мм$

Материал кольца – резина.

$E_2 = 7.9кг/мм^2$; $\mu = 0{,}46$

$$C_2 = \frac{D^2 = d^2}{D^2 - d^2} + \mu_2 = \frac{35^2 + 34^2}{35^2 - 34^2} + 0.46 = 34.97$$

Материал охватываемой детали – сталь.

$C_1 = 39.30$, т.к. $\frac{d}{D} = \frac{34}{35} = 0.97$ (табл. 30 Новиков «основы технологии сборки машин и механизмов»)

$E_1 = 22000кг/мм^2$.

Удельное давление *p* на поверхности контакта :

$$p = \frac{1}{d}\frac{\delta 10^{-3}}{\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right)} = \frac{1}{34}\frac{3.7}{\left(\frac{39.30}{22000} + \frac{34.97}{7.9}\right)} = 0.02\,кгс/мм^2$$

Наибольшая сила запрессовки *P*:

$p = f_{зап} \pi p d L$; P=0.83*3.14*0.02*34*65=115.19 *кгс*

Определение диаметр цилиндра :

$p = 4...6 кгс / см^2$

$Dц = \sqrt{\frac{4*115,19}{3,14*6*0,95}} = 5см$

Стандартное значение : 50мм (Горошкин «Приспособление для металлорежущих станков»)

Расчёт оптимальной массы для механизма перегрузки.

Исходные данные:

Давление в пневмосети $4..6 кгс / см^2$

Dц=6,3см

Рассчитываем выходное усилие на штоке пневматического цилиндра.

$Q = \frac{\pi Dц^2}{4} p - (Tk \pi Dц + q)$

Тк=0,5 (график рис.20 Горошкин)

$Q = \frac{3.14*6.5^2}{4} * 6 - (0.5*3.14*6.3 + .5 + 3.14*6.3*1.2) = 186.94 - (9.891 + 11.87) = 165.18 кгс.$

$q = Tk \pi Dцц$; *к=1,2*

Т.О. масса каретки и спутника с изделием меньше максимальной массы приводимой в движение штоком пневмоцилиндра. Максимальная масса которую может поднять шток пневмоцилиндра 165,18 *кг.*

2.8.2. Нормирование времени.

σ - скорость патрона при установке кольца на корпус секции.

σ=6 *м/мин*

h=80 *мм* – ход патрона.

Определение штучного времени на позиции

$$t_{шт} = t_{от} + t_{всп} + t_{то} + t_{фо} + t_{перерыв.}$$

$t_{от} = \frac{h}{\sigma} = \frac{0.080}{6} = 0.8c$

$t_{всп} = 7c.$

$t_{опер} = t_{от} + t_{всп} = 0,8 + 7 = 7,8c.$

$t_{од} = 6\% t_{оп} = 0,47c.$

$t_{то} = 8\% t_{оп} = 0,62c.$

$t_{пер} = 2\% t_{оп} = 0,16c$

$t_{шт} = 0,8 + 7 + 0,62 + 0,47 + 0,16 = 9,05c.$

$t < \tau$

2.9. Выводы.

Полученные параметры пенвмоцилиндров обеспечивают нормальную работу оборудования автоматической линии в установленном режиме. Нормирование времени на операции установки кольца показала, что на данной операции обеспечивается выпуск изделия с заданным тактом.

Раздел 3.

Безопасность конструкции.

3.1. **Введение**.

Неуклонный рост парка автомобилей приводит к увеличению объемов работ, связанных с их техническим обслуживанием и ремонтом. Наличие широкой сети автотранспортных предприятий, транспортных цехов на машиностроительных и других предприятиях ставит на одно из первых мест по численному составу такую профессию, как слесарь по ремонту автомобилей.

Слесарь по ремонту автомобилей должен владеть безопасными приемами выполнения основных слесарных операций, уметь пользоваться механизмами, строго выполнять правила и требования безопасности труда, правильно применять средства защиты при выполнении отдельных операций.

Основными факторами, влияющими на окружающую среду, животный и растительный мир, в том числе и на человека, являются отработавшие газы автомобиля, которые содержат окиси углерода, а также окислы свинца.

Наряду с отработавшими газами вредное действие на окружающую среду оказывает шум и вибрация, возникающие при движении автомобиля и работе станции технического обслуживания.

Общая система мероприятий по безопасности труда при ремонте автомобилей должна соответствовать ГОСТ 12.3.017—79 “Ремонт и техническое обслуживание автомобилей”, ГОСТ 12.2.003—74 “Оборудование производственное”, ГОСТ 12.3.002—75 “Процессы

производственные”, СН 1042—73 “Санитарным правилам организации технологических процессов и гигиеническим требованиям к производственному оборудованию”, а также требованиям Правил по охране труда на автомобильном транспорте.

3.2. Охрана окружающей среды.

Токсичность отработавших газов двигателя автомобиля - одна из важнейших проблем, связанных с загрязнением окружающей среды вредными веществами.

Основными источниками вредных веществ автомобиля являются: отработавшие газы, картерные газы и топлива. Автомобиль загрязняет атмосферу окисью углерода, окислами азота, углеводородами, сажей, соединениями свинца, бензапиреном, альдегидами и многими другими.

Наибольший интерес представляют те вредные вещества, на которые установлены ограничительные стандарты. Такими вредными веществами являются окись углерода, окислы азота и углеводороды.

Окись углерода является сильно действующим ядовитым сильно бесцветным газом без запаха, может вызвать острые и хронические отравления. Острые отравления часто кончаются смертью; хронические-вызывают головную боль, головокружение, тошноту, сердцебиение.

Окислы азота также могут вызвать острые отравления (отёк легких, удушье, остановка дыхания) и хронические отравления (катар верхних дыхательных путей, бронхит, нервные расстройства).

Углеводороды могут поражать нервную систему (неврастения, истерия, раздражительность) и при больших вдыхаемых концентрациях могут приводить к смертельному исходу.

Для снижения количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, на проектируемом посту диагностики применяю электрическую очистку. Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, передаче заряда ионов частицами примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах.

Аэрозольные частицы, поступающие в зону между коронирующим 1 и осадительным 2 электродами, адсорбируют на своей поверхности ионы, приобретая электрический заряд, и получают тем самым ускорение, направленное в сторону электрода с зарядом противоположного знака. Процесс зарядки частиц зависит от подвижности ионов, траектории движения и времени пребывания частиц в зоне коронирующего заряда. Время зарядки аэрозольных частиц невелико и измеряется долями секунды. Движение заряженных частиц к осадительному электроду происходит под воздействием аэродинамических сил и силы взаимодействия электрического поля и заряда частицы.

Определение эффективности очистки газа в электрофильтрах проводят по формуле Дейча : $\eta = 1 - e^{-W_э F_{уд}}$,

где Wэ – скорость движения частицы в электрическом поле, м/с;

Fуд – удельная поверхность осадительных элементов к расходу очищаемых газов, $м^2*с/м^3$.

3.3. Безопасность жизнедеятельности.

3.3.1. Организация рабочего места.

Рабочим местом называют ограниченную зону, рассчитанную на одного или нескольких человек, занятых выполнением одной работы или операции.

При организации рабочего места следует руководствоваться ГОСТ 12.2.032, ГОСТ 12.2.033, ГОСТ 12.2.049, ГОСТ 12.2.061, ГОСТ 12.4.026, межотраслевыми и отраслевыми рекомендациями по их обустройству.

Рабочие места должны быть расположены вне зоны перемещения механизмов, тары и движения грузов и обеспечивать удобство наблюдения за протекающими операциями и управления ими. Расположение рабочих мест должно предусматривать свободное пространство для перемещения работников при эксплуатации оборудования.

Организация и состояние рабочих мест, а также расстояние между рабочими местами должны обеспечивать безопасное передвижение работника и транспортных средств, удобные и безопасные действия с запасными частями и тарой, а также техническое обслуживание, ремонт и уборку производственного оборудования.

Рабочее место должно быть обеспечено достаточной площадью для рационального размещения вспомогательного оборудования, инвентаря, тары, быть удобным для работника.

Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в удобных рабочих позах в пределах зоны досягаемости моторного поля в горизонтальной и вертикальной плоскостях и не затруднять движений работника.

Все необходимые инструменты и инвентарь должны храниться в ящиках производственного стола, настенных шкафчиках, на стеллажах, установленных рядом с рабочим местом.

Не допускается загромождать проходы и рабочие места товаром и тарой.

Размещение инструментов и инвентаря должно обеспечивать удобства в работе, предотвращать излишние переходы, движения рук и туловища. Инструменты и инвентарь должны иметь постоянные, закрепленные за ними места расположения.

Размеры оборудования должны учитывать антропометрические показатели. Высота рабочей поверхности должна соответствовать ГОСТ 12.2.032 и ГОСТ 12.2.033.

Высота рабочей поверхности стола для пользователей персональных компьютеров должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм, при отсутствии такой возможности она должна составлять 725 мм, пространство для ног должно быть высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм и оборудовано подставкой для ног, которая имеет ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

3.3.2. Расчёт искусственного освещения.

Задачей расчета является определение потребной мощности электрической осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности.

Проектируя осветительную установку необходимо решить ряд вопросов:

1) Выбрать тип источника света.

Для освещения производственных помещений применяют газоразрядные лампы, но так как на разрабатываемом участке температура воздуха может быть менее $+5^0$C и напряжение в сети переменного тока падать ниже 90% номинального, то для местного освещения следует отдавать предпочтение лампам накаливания.

2) Определить систему освещения.

Выбирая систему освещения, необходимо учитывать, что в гигиеническом отношении система общего освещения более совершенна, так как создает равномерное распределение световой энергии.

3) Выбрать тип светильников.

Для лампы накаливания наиболее распространенными являются светильники прямого света, в открытом или защищенном положении «Астра», УПД, УПМ-15.

4) Распределить светильники и их количество.

Светильники могут располагаться рядами. Обеспечение равномерного распределения освещенности достигается в том случае, если отношение расстояния меду центрами светильников L и высоте их подвеса

над рабочей поверхностью Нр для светильников УПМ-15 составит 1,5. Расстояние между центрами светильников L = 3м. Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью Нр = 5,5 м.

5) Определить норму освещенности на рабочем месте.

В соответствии с выбранной системой освещения и источником света определяю минимальную нормируемую освещенность. Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока (коэффициента использования), учитывающий световой поток ламп Фл.

Показатель освещения: $I = AB / (Hp * (A + B))$,

где А – длина помещения, м;

В – ширина помещения, м;

Нр – высота светильников над рабочей поверхностью, м.

$I = 5 * 9 / (5,5* (5 + 9)) = 45 / 77 = 0,58.$

Определяю световой поток ламп:

$Фл = (100 * Ен * S * z * k) / (N * \eta)$,

где Ен – нормированная минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, $м^2$;

k – коэффициент запаса;

N – количество светильников в помещении;

η – коэффициент использования светового потока;

z – коэффициент минимальной освещенности.

$Фл = (100 * 150 * 45 * 1,15 * 1,3) / (5 * 11) = 18.347$ лм .

По таблице подбирают ближайшую стандартную лампу и определяю электрическую мощность всей системы. В практике допускается отклонение потока выбранной лампы от рассчитанного от -10% и до +20%.

Определяю лампу накаливания Г215-225-1000, Фл = 19.600 лм.

Диапазон допустимых значений 215 – 225 В, мощность всей системы 1000 Вт.

3.3.3. Противопожарная безопасность.

Испытательный стенд должен оборудоваться эффективными средствами пожаротушения. Помимо обычных средств пожаротушения (огнетушители, ящики с песком), могут применяться стационарные и передвижные установки пено- и газотушения. Для тушения пожара на дизеле или одежды на обслуживающем персонале, на стенде должна иметься кошма. С целью быстрого удаления паров пролитого топлива, особенно легкоиспаряющегося, а также для обеспечения надлежащих санитарных условий, необходимо создать принудительную приточно-вытяжную вентиляцию, исключающую возможность образования взрывоопасных концентраций смеси паров топлива с воздухом. Производительность вытяжной вентиляции, как правило, должна быть выше приточной для обеспечения некоторого разряжения в вентилируемом помещении.

3.3.4. Безопасность работ на испытательном стенде.

Вредные выделения паров и газов, имеющие место при проведении испытаний и подготовке к ним, не должны превышать в помещении стенда предельно допустимых концентраций.

Ввиду повышенной шумности при испытании дизелей, необходимо на испытательной станции широко применять шумопоглощающие устройства и проводить специальные мероприятия по звукоизоляции, снижающие уровень шума.

3.3.5. Меры безопасности при очистке топливных систем.

Работы на установке для очистки топливных систем связаны с большой опасностью. Необходимо соблюдать указания по обеспечению мер безопасности:

1) к работе с установкой ОФ-1 допускаются только квалифицированные специалисты, ясно представляющие себе работу систем впрыска дизельных

эксплуатации установки, и прошедшие инструктаж по соблюдению правил техники безопасности;

2) так как очищающая жидкость (сольвент) является легко воспламеняющейся, на посту прочистки форсунок должны быть приняты меры противопожарной безопасности;

3) запрещается эксплуатация установки при наличии утечек очищающей жидкости в соединениях;

4) запрещается использовать установку под давлением 8 кг/см^2;

5) установка предназначена только для работы совместно со специальными очищающими жидкостями «Wynn’s Injection System Purge» и «Wynn’s System Purge» производства фирмы «Wynn’s» (Бельгия). Такие очищающие жидкости имеют высокую токсичность и активность. Поэтому их необходимо хранить в плотно закрытой упаковке. При заливке очищающей жидкости использовать резиновые перчатки и соблюдать особую осторожность. Работы по наполнению жидкостью необходимо проводить вдали от открытых источников огня и от нагретых частей двигателя. При попадании на кожу или в глаза тщательно промыть водой.

3.3.6. Определение категории производства, связанного с испарением горючих жидкостей.

Требования пожарной безопасности определяют порядок выполнения работ по организации постов ТО-1, ТО-2 и ТР производственной зоны. Они зависят от соотношения величин допустимого объема помещения (Vд) и свободного объема (Vо).

Допустимый объем помещения характеризует объем, в котором при воспламенении газовой смеси расчетное избыточное давление взрыва не превышает 5 кПа.

Свободный объем помещения (Vо) определяют как разность между его геометрическим (строительным) объемом (Vг) и суммарным

объемом, занимаемым технологическим оборудованием (Vт) и подвижным составом (Vпс).

$Vo = Vг – (Vт + Vпс)$,

где $Vг = 200$ м^3, $Vт = 4,65$ м^3, $Vпс = 8,1$ м^3,

$Vo = 200 – (4,65 + 8,1) = 187,3$ м^3 .

Расчетный свободный объем зон участков АТП определяют по строительному объему с коэффициентом 0,8 (80%), учитывающим объем, занимаемый строительными конструкциями, подвижным составом и оборудованием. В случае сложности определения геометрического объема, занимаемого технологическим оборудованием и подвижным составом, свободный объем помещения (Vо) допускается принимать равным 0,8 геометрического объема помещения Vг.

$Vop = 0,8\ Vг$,

$Vop = 0,8 * 200 = 160$ м^3 .

Расчетный свободный объем помещения, в 5-ти % объема которого может образоваться взрывоопасная концентрация (Vож) при поступлении 1 л жидкости и полном её испарении, определяют по формуле:

Vож = 1,5 *(Gг / Cн) * 20 ,

где 1,5 – нижний коэффициент запаса;

Gг – количество жидкости, поступающей из емкости АТС в помещение, г;

Cн – нижний концентрационный предел воспламенения газовоздушной смеси, г/м^3;

20 – коэффициент, учитывающий образование взрывоопасной концентрации в 5-ти % свободного объема помещения.

Взрывоопасная смесь представляет собой газовоздушную смесь, концентрация которой находится между нижним и верхним концентрационными пределами распространения пламени (соответственно НКРП и ВКРП). Взрывоопасная концентрация представляет собой концентрацию горючего газа в воздухе помещения более 20% от КРП.

Масса горючей жидкости, поступающей в помещение с образованием 5-ти % горючей смеси, можно определить из выражения

Gг = Qг * $\rho_г$,

где Qг – масса горючей жидкости, л;

$\rho_г$ – плотность жидкости, г/л.

Gг = 60 * 850 = 51.000 г,

Vож = 1,5 * (51.000 / 43,8) * 20 = 34.931 .

Если величина Vож не превышает 5-ти % свободного объема помещения (Vo), то производство не является взрывоопасным. Если величина (Vo) превышает 5-ти %, то дополнительно рассчитывают продолжительность испарения жидкости.

Продолжительность испарения горючих жидкостей определяют по формуле:

$$Ти = \frac{0{,}18 * Си * Vo}{U * p * \sqrt{M * Fж}},$$

где Ти – продолжительность испарения, ч;

U – коэффициент, учитывающий влияние скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения без учета работы аварийной вентиляции, равный 1;

р – давление паров при температуре 30°С, мм.рт.ст.;

М – молекулярная масса жидкости;

Fж – площадь испарения жидкости, равная 1 м^2;

Си – НКРП, г/м^3.

$$Tu = \frac{0{,}18 * 43{,}8 * 187{,}3}{1{,}0 * 0{,}93 * \sqrt{172 * 1{,}0}} = 0{,}2 \text{ ч.}$$

Если Ти <1ч, то производство относится к взрывопожароопасным.

Основные параметры горючих жидкостей, принятые для расчетов взрывопожароопасности производственных помещений, приведены таблице 4.1.

Таблица 4.1. Параметры горючих жидкостей.

Наименование параментров	Обозначение	Размерность	Параметры жидкостей					
			Бензин	ДТ	Керосин	Уайт-спирит	Сольвент	Ксилол
Температура впышки	t°всп	°С	36	35	24	33	34	24
Молекулярная масса	М	°С	98,2	172	154	147,3	108	106
Плотность жидкости	ρ	г/л	730	850	800	770	750	855
НКРП	Си	г/м^3	45,0	43,8	41,8	43,0	58,2	44,5
Давление паров жидкости, Т=330°К	Р	мм. рт.ст.	250	0,93	3,29	5,13	250	14,3
Удельная масса взрывооп. вещества	Nуд	г/м^3	2,37	551,9	145,2	95,65	3,03	46,3

Расчетный объем помещения, определенный по формуле, составляет:

для бензина – 308 м^3;

для дизельного топлива – 1,54 м^3;

для керосина – 5,51 м^3;

для ксилола – 18,48 м^3;

для сольвента – 247 м^3;

для уайт-спирита – 8,05 м^3;

Удельная масса горючих жидкостей может быть представлена зависимостью:

Nуд = (Gг / Vож) ,

где Nуд – удельное количество жидкости, г/м^3;

Gг – количество жидкости, поступающей в помещение, г;

Vож – расчетный свободный объем помещения, м^3.

Nуд = (51.000 / 34.931) = 1,46 г/м^3.

Удельное количество взрывопожароопасных жидкостей, различных лакокрасочных материалов, содержащих растворители (например, ксилол, сольвент, уайт-спирит при их количестве менее 70% по массе), следует увеличить в 2 раза, т.к. величина испарения по формуле Nуд = (Gг / Vож) составляет F = 0,5 м^2.

Применение в технологическом процессе взрывопожароопасных жидкостей в количестве, превышающих значения таблицы 4.1., в зависимости от температуры вспышки паров жидкостей, определяю,

категорию взрывопожароопасности «А» или «Б». Если удельная масса жидкости меньше значений, указанных в таблице, то производство относят к невзрывопожароопасным.

К взрывопожароопасной группе отнесены склады для хранения лакокрасочных материалов, склады для хранения горюче-смазочных материалов и др. Упомянутые производства без расчета отнесены к взрывопожароопасным категориям «А» или «Б» в зависимости от температуры вспышки паров.

Вывод: по расчетам рассматриваемы в дипломном проекте «Пост диагностики топливной аппаратуры дизельных двигателей», площадью 45 $м^2$, относится к категории зданий «Г» и является невзрывопожароопасным.

Раздел 4.

Организационно-экономический.

4.1. Введение.

Автосервис – отрасль деятельности, непосредственно связанная с удовлетворением потребностей людей. Современные экономические условия объективно изменяют отношения между производителем и потребителем. Эти изменения, обусловленные необходимостью, могли бы быть более эффективными и быстрыми, если бы базировались на опыте и знаниях. Однако ни того, ни другого наша рыночная практика еще не имеет.

Продукция автосервиса – достаточно широкое понятие. Анализ процесса удовлетворения потребностей потребителя позволяет увидеть «колоритность» продукции автосервиса, разнообразия ее форм и содержания.

«Качество жизни» автомобиля определяется качеством его инфраструктуры. Как качество жизни человека определяется уровнем его экономических возможностей, качеством физической и культурной среды, так и «качество жизни» автомобиля определяются условиями, обеспечивающими возможность реализовать социально-экономическую функцию автомобиля, т.е. качеством подсистемы торговли, поддержанием работоспособности и восстановления, эксплуатации, использования, обеспечения безопасности и устранения вредных последствий.

Определяющими для развития инфраструктуры является парк автомобилей и тенденция его прироста. Закономерности развития автомобильного парка в России уже сегодня чем-то схожи с

закономерностями развития парка и рынка в странах с развитой автомобильной промышленностью.

К факторам успеха на современном автомобильном рынке следует отнести точное прогнозирование объемов и структуры продаж, завоевание новых рынков и сокращение времени обновления моделей.

Автосервис в узком понимании слова – это подсистема поддержания работоспособности и восстановления автомобиля в течении всего срока эксплуатации. Ее составляющие: информационная система о клиентуре и для клиентуры; подсистема управления запасами; подсистема обслуживания клиентуры; подсистема продажи автомобилей, запчастей и материалов; подсистема технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Требования к автосервису как инфраструктуре автомобильного транспорта вытекают из социально-экономической функции автомобиля: инфраструктура должна обеспечить самое полное использование его возможностей. Качество автосервиса и в широком и в узком смысле оценивается конкурентоспособностью производителей автомобилей, эффективностью использования автомобилями их владельцев, развитием транспортных возможностей общества со всеми положительными последствиями, которые вытекают из этого, обеспечением безопасности движения и устранением вредных последствий, эффективной работой предприятий автосервиса и получением ими дохода.

Экономическая эффективность автомобильного транспорта состоит в том, что он экономит время и способствует ускорению экономических процессов. Автомобиль является не только средством передвижения, но и фактором социальной трансформации. Он обеспечивает комфорт, престиж, приносит удовольствие. Задача автосервиса – обеспечить возможность использования функций автомобиля, не снижая их.

4.2. Определение капитальных вложений.

В состав капительных вложений на организацию зоны, участка, отделения включается:

1) Стоимость здания

$$Сздан = См * F,$$

где См – стоимость $1м^2$ в ценах на момент строительства здания,

F – площадь здания.

$F = 9 * 5 = 45 м^2$,

См = 5000 руб,

Сздан = 5000 * 45 = 225000 руб.

2) Стоимость оборудования и оснастки.

Наименование Оборудования	Кол-во	Цена за ед. в руб.	Стоим., тыс. руб.	Мощн., кВт/ч	Норма аморт., %	Сумма аморт., тыс.руб.
Стенд для диагностики и регулировки дизельной топливной аппаратуры	1	150000	150,0	7,5	10	15
Тахо счетчик	1	25000	25,0	-	10	2,5
Стробоскоп автомобильный	1	5000	5,0	-	10	0,5
Станция смазки для насосов ТНВД	1	25500	25,5	1,1	11	2,805
Верстак	1	2500	2,5	-	2	0,05
Дополнительное диагностическое	1	45580	45,58	12	15	6,837

оборудование						

3) Затраты на доставку и монтаж оборудования и оснастки, которые определяются в размере 20% от стоимости оборудования:

Сдост.монт. = (Собор + Стех.осн. + Сорг.осн.) * 0,2

Сдост.монт. = 253.580 * 0,2 = 50.716 руб.

4) Определяем общие капитальные вложения на организацию зон, участков, отделений:

$КВ_2$ = Сздан + Собор + Стех.осн. + Сорг.осн. + Сдост.монт. ,

$КВ_2$ = 225000 + 253580 + 50716 = 529296 руб.

Принимаем, что $КВ_2$ составляет 60-80% от $КВ_1$

$КВ_1$ =$КВ_2$ * 0,7,

$КВ_1$ = 529296 * 0,7 = 370507 руб.

Определение дополнительных капитальных вложений.

Квдополн = $КВ_2$ – $КВ_1$,

Квдополн = 529926 - 370507 = 159419 руб.

4.3. Организация труда и зарплаты.

1) Режим труда и отдыха.

1.1) Сменность работ.

2 человека через смену по 10 часов.

Ввиду небольшой загрузочной способности.

Смена с 9^{00} до 20^{00}.

Обеденный перерыв с 14^{00} до 15^{00}.

2) Кооперация и распределение работ – распределение рабочих по профессиям и разрядам.

№	Количество рабочих	Разряд работ	Часовая тарифная ставка, руб./час	Профессия

1.	2 человека	4	91	Механик-моторист

Часовая тарифная ставка.

Из расчета 10.000 руб. в месяц.

По 22 рабочих дня в месяц.

По 10 часов.

Ч= 10.000 / (10 * 11) = 91 руб./час.

Всего в месяц на зарплату – 20.000 руб.

Организация труда – индивидуальная.

4.4. Определение общих расходов по эксплуатации зоны ТР, ТО.

1) Расчет годового фонда зарплаты ремонтных рабочих при повременно-премиальной системе оплаты труда.

1.1) Определяем средне-часовую тарифную ставку ремонтных рабочих по формуле средне-арифметической взвешенной.

$Сср.час = (C_1*T_1+C_2*T_2+\ldots+C_N*N_N) / N_{PP}$,

где С – часовая тарифная ставка соответствующего разряда;

N – количество ремонтных рабочих по каждому разряду;

N_{PP} – общая численность ремонтных рабочих.

Сср.час = (91 * 2) / 2 = 91 руб.

1.2) Определяется средний ремонтный разряд.

$n_{ср.р} = (n_1*N_1+n_2*N_2+\ldots+n_N*N_N) / N_{PP}$,

где n – разряд работ;

N – количество ремонтных рабочих по каждому разряду;

$n_{ср.р} = 4$.

1.3) Фонд заработной платы ремонтных рабочих по тарифу определяется, исходя из объема работ в человеко-часах и уровня среднечасовой тарифной ставки.

$ФЗПтар = С_{ср.час} * Фр.в. * Np.p.$,

где $С_{ср.час}$ – средняя часовая тарифная ставка, руб;

Фр.в – фонд полезного времени ремонтного рабочего, час;

Np.p. – количество ремонтных рабочих, чел.

ФЗПтар = 91 * 11 * 10 * 2 = 20.020 руб.

1.4) Фонд премирования ремонтных рабочих

где Кprem - коэффициент премирования;

ФЗПпрем = 20.000 * 0,5 = 10.010 руб.

1.5) Доплата за руководство бригадой. Так как метод работы не бригадный, то расчет не производится.

1.6) По выходным и праздничным дням не работаем.

1.7) Доплата за вредные условия труда.

На работах с вредными и тяжелыми условиями труда – 8%. Конкретные размеры доплат определяются на основе аттестации рабочих мести и оценки условий труда, поэтому в разделе организации труда в части «условия труда» указывается %-доплата за вредные условия труда и каким профессиям ремонтных рабочих.

ФЗПвред = Счас * Квред * Nрр * Фрв ,

где Счас – часовая тарифная ставка,

Квред – принятый коэффициент доплат за вредные условия,

Квред = 0,08.

ФЗПвред = 91 * 0,08 * 0,2 * 11 *10 * 12 = 19.219,2 руб.

1.8) Сумма доплат за работу в вечерние и ночные смены.

ФЗПвеч = Сср * Твч * Nвч * Квч * Двч ,

ФЗПночн = Сср * Тнч * Nнч * Кнч * Днч ,

ФЗПвеч = 91 * 4 * 2 * 0,3 * 200 = 13.680 руб.,

ФЗПночн = 91 * 4 * 2 * 0,4 * 200 = 58.240 руб.

1.9) Фонд основной заработной платы ремонтных рабочих

ФЗПосн = ФЗПтар + ФЗППрем + ФЗПбр + ФЗППр + ФЗПноч + + ФЗПвред ,

ФЗПосн = 20.020 + 10.010 + 58.240 + 0 + 43.680 + 19.219 = 11.950 руб.

1.10) Зарплата за нерабочее время.

Дотп = 24 дня.

Рассчитываем количество рабочих дней в году одного ремонтного рабочего

Драб = Дк – Двых –Дпр –Дотп – Дув.пр. ,

Драб = 365 – 90 – 5 – 24 – 10 = 236 ,

Фонд дополнительной заработной платы определяется в процентах от основной заработной платы (ФЗП).

%ДПЗ = (Дотп / Драб) * 100% + 1% = ФЗП ,

ФДЗП = (ФЗПосн * %ДЗП) / 100% ,

ФЗПдоп = 14.778,4 руб.

1.11) Общий фонд заработной платы.

ФЗПобщ = ФЗПосн + ФЗПдоп.

ФЗПобщ = 131.950 +14.778 = 146.728 руб.

1.12) Определяем среднемесячную зарплату ремонтных рабочих.

ЗП = ФЗПобщ / (Nрр * 12) ,

ЗП = 146.728 / (2 * 12) = 6.200 руб.

1.13) Начисления на фонд заработной платы составляет 26% от общего фонда заработной платы.

ФНЗ = ФЗПобщ * Кнз ,

где Кнз = 0,26;

ФНЗ = 146.728 * 0,26 = 38.149 руб.

1.14) Определяем фонд заработной платы с начислениями

ФЗПобщ.нач = ФЗПобщ + ФНЗ,

ФЗПобщ.нач = 146.728 + 56.490 = 203.218 руб.

2) Расчет расходов на материальные и запасные части.

2.1) По материалам на ТО.

$С_{ТО-1}$ = ($Н_{МТО-1}$ * Lобщ) / 1000 ,

$С_{ТО-2}$ = ($Н_{МТО-2}$ * Lобщ) / 1000 ,

$С_{СО}$ = ($Н_{МСО}$ * Lобщ) / 1000 ,

где $Н_{МТО-1}$ – норма затрат на материалы на ТО-1 на 1000 км пробега;

$Н_{МТО-2}$ – норма затрат на материалы на ТО-2 на 1000 км пробега;

$Н_{МСО}$ – норма затрат на материалы на СО на 1000 км пробега;

$С_{ТО-1}$ = 12.000 руб.,

$С_{ТО-2}$ = 18.000 руб.,

$C_{СО}$ = 15.000 руб.,

2.2) Сумма затрат на материалы и запасные части в целом на АТП на текущий ремонт

Смат = 25.000 руб,

Сзап.ч = 100.000 руб.

3) Расчет накладных расходов.

3.1) Затраты на электроэнергию

Ас = Nс * Кс * Тс ,

где Nс - установленная мощность силовых электроприемников, кВт;

Кс – коэффициент одновременности (0,3-0,6);

Тс – годовое количество часов использования силовой нагрузки.

Ас = 20,6 * 0,3 * 236 * 5 = 7292 кВт/ч;

Для целей освещения

Аосв = Nосв * Тосв ,

где Nосв = Nм * Fм ,

где Nм – освещенность 1 $м^2$ площади, равная от 16 до 20 Вт;

Nосв = 18 * 45 = 810,

Аосв = 0,81 * 10 * 236 = 1911 кВт.

Общие затраты на электроэнергию

Собщ = (Асил + Аосв) * Ц ,

где Ц – цена 1 кВт/ч , равная 4,18 руб ,

Собщ = (7292 + 1911) * 4,18 = 38468, 54руб.

3.2) Амортизационные отчисления по основным фондам.

№	Группы основных фондов	Стоимость, тыс. руб.	Норма амортизационных отчислений, %	Сумма амортизационных отчислений, тыс.руб.
1.	Здания	225,0	5	11,25
2.	Оборудование			
	Стенд для диагностики и регулировки дизельной топливной аппаратуры	150,0	10	15,0
	Тахосчётчик	25,0	10	2,5
	Стробоскоп автомобильный	5,0	10	0,5
	Станция смазки для насосов ТНВД	25,5	11	2,805
	Верстак	2,5	2	0,05
	Дополнительное диагностическое оборудование	45,58	15	6,837
Итого:				27,692

3.3) Смета накладных расходов.

№	Группы основных фондов	Сумма, тыс.руб.
1.	Затраты на электроэнергию	30,480
2.	Затраты на амортизацию	27,692
3.	Прочие накладные расходы	45,0
Итого:		103,172

4) Определение себестоимости

Смета затрат.

№	Статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Удельный вес, %.
1.	Заработная плата основная и дополнительная с начислениями	203,218	47,12
2.	Затраты на материалы	25,0	5,79
3.	Затраты на запасные части	100,0	23,18
4.	Накладные расходы	103,172	23,91
Итого затрат С2общ:		431,390	100 %

4.1) Себестоимость 1 км пробега.

Sкм = Собщ / Lобщ.

Sкм = 431390 / (20.000 * 100) ,

где 20.000 – пробег автомобиля;

100 – количество автомобилей.

Sкм = 0,21 руб.

4.2) Себестоимость одного обслуживания определяется:

$S_{ТО-1}$ = Собщ / $N_{ТО-1}$; $S_{ТО-2}$ = Собщ / $N_{ТО-2}$; $S_{ЕО}$ = Собщ / $N_{ЕО}$;

$S_{ТО-1}$ = 431390 / 100 = 4313 руб;

$S_{ТО-2}$ = 431390 / 100 = 4313 руб;

$S_{ЕО}$ = 431390 / 200 = 2156,95 руб;

4.5. Определение факторов экономической эффективности и процента снижения себестоимости в результате организации поста.

Экономическая эффективность – это мера целесообразности принятия экономических решений в отношении способов использования материальных трудовых и финансовых условий ресурсов.

Факторы экономии трудовых ресурсов для зон, участков, отделений.

1) Снижение трудоемкости работ за счет повышения производительности труда.

Тсниж = $Т_1$ – $Т_2$,

$Т_1$ = Х - трудоемкость до организации зоны, участка, отделения;

$Т_2$ = 100% - трудоемкость после организации зоны, участка, отделения.

$Т_1$ = (Т * 100%) / 90% .

Экономия от снижения трудоемкости

Этр = ((ЗПср.м * 1,385) / (Фрв : 12)) * Тсниж ,

где 38,5% - начисления на зарплату – отчисления на социальное страхование.

Условное высвобождение численности ремонтных рабочих в связи с ростом производительности на 5,0% - Эчел (баланс рабочего времени), за месяц Фрв:12.

Эчел = Тсниж / (фрв * К) ,

где К = 1,1;

Фрв = 12;

Эчел = 10 / (12 * 1,1) = 0,76.

Этр = ((6.200 * 1,385) / (12 : 12)) * 10 = 8.587 / 1.440 = 596 руб.

2) Определение производительности труда ремонтных рабочих в километрах общего пробега.

2.1) Производительность труда после организации зоны (участка).

W_2 = Lобщ / N_2 ,

где N_2 – производительность ремонтных рабочих участка;

W_2 = 2.000.000 / (2.100 * 2) = 476.

2.2) Производительность труда до организации зоны, участка, отделения.

W_1 = Lобщ / N_1 ,

N_1 = N_2 + Эчел ,

N_1 = 4.200 + 596 = 4.796 ,

W_1 = 2.000.000 / 4.796 = 417 ,

W = (W_1 / Wt) * 100% ,

W = (417 / 502,5) * 100% = 82,9% .

Факторы экономии материальных ресурсов.

а) для зоны ЕО экономия воды от повторного ее использования в пределах 10% от общего расхода воды.

Эвред = C_1 – C_2 ,

где C_1 – стоимость воды до организации (х);

C_2 – стоимость воды после организации (100%).

х = (C_2 * 100%) / 90% = C_1 .

Для автосервиса в целом Эуч = 5.000 руб.

б) Для зоны ТО-1 и ТО-2 экономия на материалы в пределах 10%.

Эмат = C_1 – C_2 ,

где C_1 – затраты на материалы до организации,

C_2 = 100% - затраты на материалы после организации.

х = (C_2 * 100%) / 90% = C_1 .

C_1 = (25.000 * 100%) / 90% = 27.778 .

Эмат = 27.778 – 25.000 = 2.778 руб.

в) для зоны ТР или участка экономия по материалам и запчастям в пределах 10%.

Экономия по материалам.

Эмат = $С_{М1} – С_{М2}$,

где $С_{М1}$ – затраты на материалы до организации,

$С_{М2}$ = 100% - затраты на материалы после организации.

х = ($С_{М2}$ * 100%) / 90% = $С_{М1}$.

$С_{М1}$ = (25.000 * 100%) / 90% = 27.778 .

Эмат = 27.778 – 25.000 = 2.778 руб.

Экономия по запасным частям.

Эз/ч = $Сз/ч_1 – Сз/ч_2$,

где $Сз/ч_1$ – затраты на запчасти до организации,

$Сз/ч_2$ = 100% - затраты на запчасти после организации.

х = ($Сз/ч_2$ * 100%) / 90% = $Сз/ч_1$.

$Сз/ч_1$ = (100.000 * 100%) / 90% = 111.111 .

Эз/ч = 111.111 – 100.000 = 11.111 руб.

г) Участок по обслуживанию и диагностики систем питания двигателей.

Экономия горючего в пределах 0,5-1,0% от общего расхода топлива.

Определение общего расхода горючего:

Q = (Lобщ * Н) / 100 ,

где Н – норма расхода топлива на 100 км,

Q = (2.000.000 * 9) / 100 = 180.000 л.

Стоимость горючего

Сгор = Цл * Q ,

Сгор = 33,91 * 180.000 = 6.103.800 руб.

Экономия на горючем

Эгор = 6.103.800 * 0,05 = 305.190 руб.

4.6. Расчет условно-годового экономического эффекта.

Определение срока окупаемости капитальных вложений, т.е. времени, за которое капитальные вложения окупятся за счет экономии от снижения себестоимости.

$О = (КВ_2 – КВ_1) / (С_1 – С_2) = Квдоп / Эобщ.$

При определении годовой величины экономической эффективности капитальных вложений их приводят в сопоставимый вид с производственными затратами через нормативный коэффициент капитальных вложений Ен, представляющих собой величину, обратную нормативному сроку окупаемости и равна 6,7 года.

$Ен = 1 / О = 1 / 6,7 = 0,15 ,$

где О = 6,7.

О = (529926 - 370507) / 356.857 = 0,4 ≈ 1 год.

Годовой экономический эффект

$Э = (З_1 – З_2) * L_2$

$З_1 = (S_1 + КВуд_1 * Ен)$

$КВуд_1 = КВ_1 / L_1общ ,$

$З_2 = (S_2 + КВуд_2 * Ен)$

$КВуд_2 = КВ_2 / L_2общ ,$

$КВ_2 = 529926$ руб.

$КВ_1 = 370507$ руб.

$КВуд_1 = 370507 / 2.000.000 = 0,185$ (руб/км).

$КВуд_2 = 529926 / 2.000.000 = 0,264$ (руб/км).

$З_2 = (0,20 + 0,264 * 0,15) = 0,26$ руб/км.

$З_1 = (0,20 + 0,185 * 0,15) = 0,245$ руб/км.

Э = (0,26 – 0,245) * 2.000.000 = 30.000 руб.

Общий эффект за год.

Эо.год = Ээк + Эгор + Эзч + Эмат.тр + Эмат.то + Эуч ,

Эо.год = 30.000 + 305.190 + 11.111 + 2.778 + 2.778 + 5.000 ,

Эо.год = 356.857 руб,

Общий эффект за срок окупаемости.

Эок = 356.857 * 6,7 = 2390941,9 руб.

Заключение.

Срок окупаемости – 1 год.

Снижение себестоимости – 85.889 руб.

Экономия затрат – 30.000 руб.

Экономический эффект – 356.857 руб.