

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)
Политехнический институт
факультет «Автотранспортный»
Кафедра «Колесных и гусеничных машин»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

к.т.н.(доцент)

З.В. Альметова

« _____ » _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н доцент

В.Н. Бондарь

« _____ » _____ 2019 г.

Повышение безопасности трактора МТЗ-80 путем установки
системы аварийной остановки двигателя

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЮУрГУ –
23.04.02.2019.029.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель

Д.Т.Н профессор

К. Т. Мамбеталин

« _____ » _____ 2019 г.

Автор работы

студент группы П-206 _____

К.В Гончаров

« _____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер (должность)

к.т.н (доцент)

В. И. Дуюн

« _____ » _____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Гончаров К.В. Повышение безопасности трактора МТЗ-80 путем установки системы аварийной остановки двигателя. – Челябинск: ЮУрГУ, П-206, 70 с., 8 ил., 5 табл., библиогр. список – 24 наим, 2 прил.6 чертежей.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрено увеличение безопасности трактора МТЗ-80 путем установки системы аварийной остановки двигателя .

В первом разделе был произведен анализ безопасности трактора, так же анализ систем защиты двигателя в аварийных ситуациях, рассмотрены параметры контролирующие работу двигателя и сделан вывод.

Во втором разделе была сформулирована математическая модель, произведен анализ конструкции приборов используемых в тракторе, по итогу была выбрана схема для аварийной остановки двигателя.

В третьем разделе описана конструктивная часть, в которой будут обоснована конструктивная часть, сформулировано описание предлагаемого устройства, следом выполнено обоснование исходных данных, проектирование и расчет элементов системы.

В четвертом разделе представлен расчет элементов конструкции, обоснование графических результатов испытания двигателя

В пятом разделе рассмотрены основные аспекты безопасности жизнедеятельности при управлении трактором.

В шестом разделе представлен организационно-экономический аспект работы.

По итогу вышеперечисленных разделов был сделан вывод.

					23.04.02.2019.029.00.00.ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Да-	. Повышение безопасности трактора МТЗ-80 путем установки системы аварийной остановки двигателя	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Гончаров К.В.						3	70
Провер.	Мамбеталин К.Т.							
Реценз.	Альметова З.В.							
Н.Контр.	Дуюн В.И.							
Утверд.	Бондарь В.Н.					ЮУрГУ Кафедра КГМ		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	
1.1 Анализ безопасности трактора.....	8
1.2 Анализ систем автоматической защиты двигателя в аварийных ситуациях.....	10
1.3 Параметры контролирующие работу двигателя.....	17
1.4 Вывод.....	24
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1 Разработка математической модели.....	25
2.2 Анализ конструкции приборов, используемых за работой.....	26
2.3 Обоснование(выбор) схемы для аварийной остановки двигателя	35
3. КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Обоснование конструктивной части.....	37
3.2 Описание предлагаемого устройства	39
3.3 Обоснование исходных данных, проектирование и расчет элементов системы.....	40
3.4 Кинематический анализ системы привода воздушной заслонкой.....	50
3.5 Силовой анализ привода заслонки.....	51
4. РАСЧЕТНЫЙ РАЗДЕЛ	
4.1 Расчет элементов конструкции.....	52
4.2 Обоснование графических результатов испытания двигателя.....	54
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	58
6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	69.
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	70.

ВВЕДЕНИЕ

Аварийные отказы приводят к потере работоспособности двигателя. Следовательно ухудшению конструктивной безопасности, а конкретно активной. Активная безопасность - свойство транспортного средства, снижающее вероятность ДТП (предотвращающее его возникновение). Анализ свойств активной безопасности позволяет с определенной степенью условности объединить их в следующие основные группы:

- свойства, в значительной степени зависящие от действий водителя по управлению транспортным средством (тягово-скоростные, тормозные, устойчивость, управляемость, информативность);
- свойства, не зависящие или зависящие в незначительной степени от действий водителя по управлению транспортным средством (надежность элементов конструкции, весовые и габаритные параметры);
- свойства, определяющие возможность эффективной деятельности водителя по управлению транспортным средством (рабочее место водителя и его обитаемость).

К числу наиболее характерных аварийных повреждений дизелей относятся повреждения, возникающие вследствие нарушений правил пуска, режима смазки, несоблюдения режима прогрева и охлаждения дизелей. Внезапные отказы деталей и сборочных единиц с аварийными повреждениями могут также быть следствием эксплуатации дизелей на износ, выражающемся в несоблюдении нормативных сроков технического обслуживания (ТО) и ремонта, в пренебрежении нормативными значениями износов деталей и зазоров в сборочных единицах по категориям ремонта, в отсутствии регулярного учета и анализа технического состояния элементов дизельной установки

Двигатель был выбран исходя из того, что большое распространение получил трактор МТЗ-80 и его производные, в которых установлен двигатель Д-240 и его модификации.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Базовый двигатель выполнен в виде рядного агрегата, укомплектован четырьмя вертикальными цилиндрами. Если сравнивать двигатель Д 240 и Д 245 отличия касались устройства вала, который фиксировался на пяти опорах, вместо трёх, как это было выполнено у предшественника. Впрыск топлива имел иной характер, за счет установки насоса для топлива с другими настройками. Объем дизеля остался неизменным, 4,75 литра, но параметры агрегата улучшились. Так, топливная экономичность не мешала выдавать 163 лошадиных силы и импульс 595 Нм. Габаритные размеры установки: длина 1000 мм, ширина 702 мм, высота 1080 мм, вес мотора без учёта масла и охлаждающей жидкости 560 кг. Двигатель Д-245, соответствующие стандартам «Евро 2» и «Евро 3» имели в аббревиатуре обозначение E2 и E3 соответственно. Такие силовые установки стоят на автомобилях ГАЗ-33104 («Валдай»), ГАЗ-331041, ГАЗ-331042, ГАЗ-331043 (Д-245.7E3, Д-245.7E2).

Двигатель пользовался популярностью: аппарат прост и надёжен, технически совершенен, мотор выпускается, по сей день. Сегодня на предприятии мотор изготавливают в семи вариантах. Последняя модель выпущена в 2016 году. Модификация носит аббревиатуру Д-245.35E5. Агрегат соответствует требованиям заказчика и соответствует экологическим нормам Евро-5.

Техническое состояние двигателя изменяется в процессе его эксплуатации. Состояние, когда при выполнении заданных функций значения установленных нормативно-технической документацией параметров нарушаются называют отказом.

Параметрами и качественными признаками нормального функционирования дизеля являются следующие факторы:

длительность пуска электростартером — не более 20 с, пусковым двигателем — не более 2 мин;

работа двигателя — равномерная, без перебоев, устойчивая на разных режимах:

- выпуск — бездымный, отсутствие стуков;
- мощность и удельный расход топлива — в установленных пределах (допускаемые отклонения $\pm 5\%$);

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- расход масла на угар — не более 3% от расхода топлива;
- давление в масляной магистрали при номинальной частоте вращения коленчатого вала 0,20...0,35 МПа;
- вращение ротора центрифуги после остановки дизеля должно прослушиваться в течение 30 с (не менее);
- температура охлаждающей жидкости при нормальной нагрузке дизеля — в пределах 95°С;
- расход газов из сапуна незначительный;
- пусковой двигатель должен запускаться электростартером не более чем с трех попыток;
- отсутствие течи охлаждающей жидкости, масла, топлива, попадания охлаждающей жидкости в масло (или наоборот).

В случае отклонения какого-либо из перечисленных параметров от допускаемых пределов или появления какого-нибудь из упомянутых признаков нарушения нормальной работы дизеля нужно выявить причину отказа или неисправности и устранить ее.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.

1.1 Анализ безопасности трактора

Безопасность транспортного средства включает в себя комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств, снижающих вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий, тяжесть их последствий и отрицательное влияние на окружающую среду. Различают активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность транспортного средства (рисунок. 1.1). Нормативные документы и законодательные акты в отношении различных элементов безопасности транспортных средств разрабатываются практически всеми странами, выпускающими автомобили. Учитывая международный характер требований безопасности, ряд стран (Германия, Франция, Италия, Англия и др.) подписали в 1958 г. Соглашение о принятии единообразных условий официального утверждения и о взаимном признании официального утверждения предметов, оборудования и частей моторных перевозочных средств. В соответствии с этим документом страны-участницы обязаны:

- разрабатывать и принимать единые рекомендации по требованиям к параметрам транспортных средств и отдельным его узлам, а также методикам испытаний;
- проводить испытания и проверки соответствия узлов или параметров автомобиля нормативным требованиям по разработанным методикам испытаний;
- присваивать знак официального утверждения транспортного средства по результатам испытаний;
- признавать на территории всех стран – участниц Соглашения международный знак официального утверждения, присвоенный страной, проводившей испытание.

Знак официального утверждения наносится на отдельные изделия, узлы автомобиля (фары, фонари и др.). Знак содержит сведения о том, в какой стране проводилось испытание данного узла, номер официального документа, в котором зарегистрированы результаты испытаний, номер Правил ЕЭК ООН, требованиям

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист 8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

которых удовлетворяет данный узел. В Правилах ЕЭК ООН перечислены требования к автомобильным осветительным приборам, светосигнальным приборам, к шуму транспортных средств, к тормозным системам и т.д [20].



Рисунок 1.1 – Вид и структура безопасности

1.2 Анализ систем автоматической защиты двигателя при аварийных ситуациях

В настоящее время все двигатели имеют определённую степень автоматизации. В нашей стране установлены четыре степени автоматизации:

1-я степень - поддержание нормальной работы после пуска и нагружения; при этом обеспечивается аварийно-предупредительная сигнализация и защита, автоматический подзаряд аккумуляторных батарей и автоматическое регулирование напряжения. Предусматривается также дистанционное управление. Оборудование двигателей контрольно-измерительными приборами осуществляют дизелестроительные заводы;

2-я степень - предусматривает все операции 1-й степени автоматизации, а также дистанционное автоматическое управление пуском, остановкой, предупредительными и послеостановочными операциями, частотой вращения и реверсирования. Кроме того 2-я степень автоматизации предусматривает автоматическое регулирование вязкости тяжелого типа, автоматизированный переход работы двигателя с одного топлива на другое, экстренный пуск и остановка двигателя, а также исполнительную сигнализацию;

3-я степень - включает все операции 2-й ступени и дополнительно автоматическое пополнение расходных баков топлива, масла, охлаждающей жидкости и сжатого воздуха, а также автоматическое управление вспомогательными агрегатами или отдельными операциями обслуживания двигателей;

4-я степень предусматривает автоматизацию всех операций по 3-й ступени и дополнительно операции централизованного управления и диагностирования технического состояния двигателя в целом и его отдельных частей.

В зависимости от необходимой мощности систем автоматизации и наличия той или иной системы энергопитания применяют различные системы автоматизации двигателей; электрические; пневматические, гидравлические и смешанные. На установках с небольшими двигателями применяют электрические системы автоматизации.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Аварийная защита и сигнализация входят в первую степень автоматизации. Автоматических систем аварийной защиты двигателя на современных тракторах и комбайнах нет, за исключением автоматических регуляторов числа оборотов двигателя. Но автоматические системы защиты есть на судовых двигателях, тепловозных, электростанциях. Рассмотрим принцип работы такой системы на примере унифицированной схемы аварийной сигнализации и защиты по трём параметрам с использованием релейных устройств, выполненной по типу развёрнутой схемы (рисунок. 1.2) [2]. Основной особенностью такой схемы является чёткое разграничение каждого соединительного канала и разделение релейных обмоток, а также контактов реле, поэтому каждый контакт обозначают цифровыми и буквенными кодами обмотки реле имеют порядковый номер, который проставляется за буквой К (например К1, К2 и т.д.). Контакты этих реле имеют порядковый номер, который пишется после обозначения номера обмотки, приводящей их в действие через двоеточие (например К1:1; К2:2 и т.д.). Каждое реле может иметь несколько контактов. Для удобства чтения схемы нумерация контактов соответствует определённой группе контактных устройств (например, контакты расшифровывающих ламп имеют номер 1; К1:1 ;К2:1 и т.д. контакты стоп устройства номер 2, К 1:2; К2:2 и т.д.); контакты зелёной лампы указывающую на нормальную работу двигателя - номер 3, К1 - 3; если есть опасность получения недостаточно устойчивого сигнала от преобразователей, например от преобразователя давления, при недостаточном уровне масла в картере двигателя на линию, соединяющую преобразователь, присоединяют элементы памяти - контакт, который включается параллельно с включающим устройством преобразователя.

При поступлении сигнала от преобразователя замыкается контакт, который удерживает в замкнутом состоянии до отключения всей схемы чаще всего блокирующие контакты обозначают отдельной (буквой) цифрой, например - 4 (К1:4;К2:4). Одновременно с замыканием контактов, включающих красные расшифрованные лампы, реле своими контактами размыкают ли-

						ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист 11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

нию, питающую зелёную лампу в схеме. Наличие многих таких ламп затрудняет наблюдение за ними и не удобно для обслуживающего персонала. Аварийно-предупредительные системы сигнализации имеют систему стоп- устройства, которая включается одновременно с включением аварийного сигнала. Систему стоп-устройства можно при необходимости отключить выключателем S_p . Стоп-устройства К4 представляет собой электромагнит, воздействующий на устройство включения подачи топлива. Для удобства пользования системой стоп-устройства предусматривают возможность её отключения при помощи контактных клемм 2 и 3 и подсоединения к клеммам 1 и 10 звуковой сигнализации НА, который дублирует одинаковые сигналы. В системе предусмотрена возможность дистанционного отклонения стоп- устройства и звукового сигнала, а также подключение дистанционной сигнальной лампы, горение которой свидетельствует об отключении светового сигнала. Для включения дистанционного пульта необходимо к клеммам 1 и 10 , присоединить его клеммы 6 и 7, а к клеммам стоп-устройства 2 и 3 - клеммы 4 и 9 дистанционного пульта. В этом случае звуковой сигнал НА клеммами 11 и 12 подключают к клеммам 8 и 9 дистанционного пульта. Выключателем S2 можно дистанционно включить стоп-устройство, а выключателем S3 - звуковой сигнал МА или контрольную лампу Н25.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

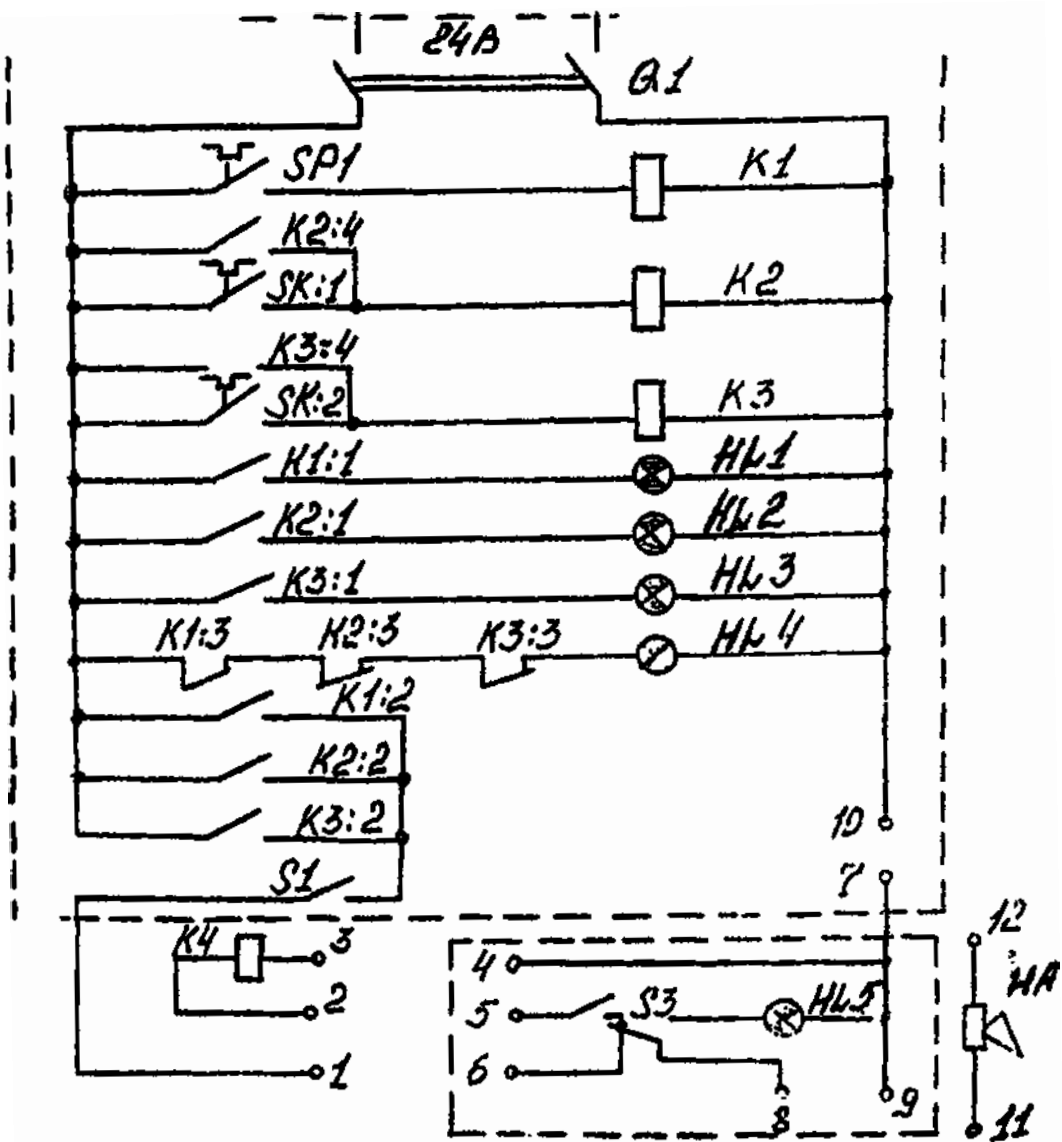


Рисунок 1.2 – Унифицированная схема системы аварийной и сигнализации

Q1 - выключатель питания схемы;

S1 и S2 - выключатели звуковой сигнализации и защиты;

S3 - выключатель звукового сигнала;

HL1 :HL5 красные сигнальные лампы;

HL4 - зеленая лампа;

HA звуковой сигнал;

K4 - электромагнитное стоп-устройство;

K1 - реле датчика снижения давления;

K2, K3 - электромагнитные реле;

K1:1-K1:3, K2:1-K2:3 и K3:1-K3:3 – контакты соответствующих реле;

SKI, SP1 – выключатели датчиков;

1:12 – клеммы.

В настоящее время на тракторах и комбайнах применяются системы защиты двигателя в аварийной ситуации с ручным управлением. На тракторах МТЗ-80, а также на комбайнах «Нива» и «Сибиряк» для остановки двигателя в аварийной ситуации используется декомпрессионный механизм. На тракторных дизелях используются различные схемы декомпрессионных механизмов: с поднятием короткого плеча коромысла; с нажатием на длинное плечо коромысла валиком; воздействием валика на толкатель и т.д. При нажатии рычага декомпрессора в кабине или непосредственного на двигателе механизм декомпрессора приоткрывает на 1-2 мм впускные клапаны, чем исключается нормальная работа циклов. Давление воздуха в цилиндрах снижается, то есть дизель декомпрессируется.

На двигателе Д-240(рисунок 1.3), трактора МТЗ-80, на впускном коллекторе установлена заслонка для аварийной остановки. При аварийной ситуации необходимо перевести заслонку в положение закрыто, воздух прекращает поступление двигатель глохнет. Привод заслонки осуществляется из кабины, где находится ручка, которая соединена тросом с рычагом заслонки



					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист 14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рисунок 1.3 – Двигатель Д-240: общий вид.

На двигателе Д-240, трактора МТЗ-80, на впускном коллекторе установлена заслонка для аварийной остановки. При аварийной ситуации необходимо перевести заслонку в положение закрыто, воздух прекращает поступление двигатель глохнет. Привод заслонки осуществляется из кабины, где находится ручка, которая соединена тросом с рычагом заслонки.

На двигателе ЯМЗ-240Б трактора Т-701 для этой цели используется система пневмопродувки топливного насоса высокого давления. В кабине есть кнопка аварийной остановки двигателя. При аварийной ситуации механизатор нажимает на эту кнопку, открывается путь воздуху из пневмосистемы в топливный насос.

В данном проекте разработана система обеспечивающая автоматическую остановку двигателя при аварийной ситуации. В системе используется в качестве исполнительного устройства, электромагнитный клапан. Он устанавливается в карбюраторе автомобилей ВАЗ-2108, ВАЗ-2109 для перекрытия доступа топлива по каналу системы холостого хода карбюратора. Электромагнитный клапан имеет неразборную конструкцию, отличается простотой, надёжностью и малой стоимостью.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Параметры, контролирующие работу автотракторных двигателей

Большинство происходящих аварий являются следствием какой-либо неисправности двигателя. Они могут быть результатом нарушения правил сборки и эксплуатации двигателя, появления усталостных трещин и разрушения деталей. Причиной аварии может быть деталь доступная или недоступная. Контроль работы двигателя «на слух» и на «ощупь» не даёт удовлетворительных результатов.

Большинству аварий предшествует предаварийное состояние, во время работы какой-либо параметр выходит за пределы допустимых значений. Своевременная остановка двигателя при наступлении предаварийной работы может предотвратить аварию и дать возможность обслуживающему персоналу ликвидировать причину вызванную ненормальную работу двигателя.

Рассмотрим, какие параметры контролируются на современных автотракторных двигателях. На тракторе К-701 установлен двигатель марки ЯМЗ-240Б. Для контроля за работой двигателя на щиток приборов поступает следующая информация:

- Давление масла - по манометру системы смазки двигателя;
- Температура масла - по термометру масла двигателя;
- Температура воды - по термометру температуры воды;
- Число оборотов - по тахоспидометру;
- Температура воды 100°C - по контрольной сигнальной лампочке;
- «Фильтр забит» - загорается контрольная лампа.

На тракторе МТЗ-80 установлен двигатель марки Д-240. Непосредственно на двигателе имеется щуп, который служит для измерения уровня масла в картере. В процессе эксплуатации масло постепенно теряет свои свойства из-за химических изменений и загрязнения продуктами износа и пылью. При проверке уровня смазки следует обращать внимание на чистоту масла, ни в коем

случае не допускается попадания абразивных частиц в картер. Для контроля за работой двигателя на щиток приборов поступает следующая информация:

- Давление масла - по манометру системы смазки двигателя;
- Число оборотов двигателя - по тахоспидометру;
- Температура масла - по термометру масла двигателя;
- Температура воды - по термометру воды двигателя;
- Уровень топлива - по указателю уровня.

На автомобиле «Бычок» установлен двигатель Д-245.12. Для контроля за работой двигателя на щиток приборов поступает следующая информация:

- Давление масла - по манометру масла двигателя;
- Температура воды - по термометру воды двигателя;
- Аварийная температура воды - загорается контрольная лампа.

Для конструирования системы аварийной защиты необходимо знать причины и последствия аварии. Например, в двигателе происходит разрушение подшипников скольжения, которое может быть вызвано следующими причинами:

- Недостаточная подача масла в подшипник;
- Несоответствие сорта масла, вследствие чего оно попадает в недостаточном количестве или выдавливается из него;
- Попадание твёрдых абразивных частиц;
- Дефекты сборки;
- Недопустимый износ подшипников, приводящий к росту динамических нагрузок в них, и к такому снижению давления масла в магистрали, при котором не создается несущий масляной слой.

Вследствие указанных причин возрастает сила трения в подшипниках, что приводит к увеличению количества выделяющейся теплоты и к повышению температуры подшипников. Повышение температуры может привести к размягчению и даже к расплавлению антифрикционного слоя подшипников. При выплавлении этого слоя возрастают динамические нагрузки в подшипниках, в ре-

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

зультате чего могут оторваться шатунные болты, сломаться коленчатый вал, и другие детали двигателя. Предавварийное состояние происходит из-за повышения температуры подшипников, прогрессирующим понижением частоты вращения вала при неизменной подаче топлива и нагрузке и падением давлением масла.

Давление масла зависит от износа деталей насоса. Это может быть вызвано засорением маслосборника, засорением или поломкой пружины редукционного клапана, износом корпуса насоса и других его деталей.

Давление масла в главной магистрали при частоте вращения коленчатого, соответствующий номинальной эксплуатационной мощности дизеля и температуре масла 80.. 95°C должно быть в пределах 0,3.. 0,5 Па.

Перегрев масла возникает из-за недостаточного масла и засоренности масляного радиатора. Согласно ГОСТ 12709-67 [22] рекомендуемая температура масла 80-90° - в высокооборотных двигателях: 40-50; 50-60; 60-70°C - для средне и малооборотных двигателях, где применяются менее качественные масла. При повышении температуры масла повышается соответственно и температура деталей, а значит, растет механический износ деталей в процессе трения деталей приводящий к потере к потере веса, изменению объема и размера текущей пары деталей. Так же происходит тепловой износ при котором происходит изменение механических свойств, размеров и формы деталей, которое происходит под длительным воздействием на материал детали высоких температур.

Под воздействием высоких температур увеличивается химическая активность материалов, изменяются механические свойства, происходят структурные изменения. Все это приводит к быстрому разрушению деталей. Детали обгорают, коробятся, образуют трещины и т.д., или сам материал детали становится негодным к дальнейшей работе, появляется рыхлость, хрупкость и т.д.

Наибольшему воздействию высоких температур, а, следовательно, и тепловому износу, подвергаются детали двигателя, соприкасающиеся с горячими

или горящими газами. К таким деталям относятся: поршни, головки цилиндров, клапаны, выхлопные трубы.

Перегрев охлаждающей жидкости происходит из-за недостаточного количества охлаждающей жидкости в системе, течи жидкости в соединениях трубопроводов через отверстия и щели в трубопроводах. Нарушения регулировки паровоздушного клапана. Больших отложений накипи. Так же при слабо натянутых, изношенных или оборванных ремней привода вентилятора. Нет циркуляции охлаждающей жидкости в радиаторе. Поэтому надо ежемесячно проверять уровень воды в радиаторе. Нельзя заливать холодную воду в систему охлаждения неостывшего двигателя, так как это может вызвать трещины в стенках блок-картера и головки цилиндров. По той же причине нельзя заливать зимой в холодный двигатель слишком горячую воду. Необходимо следить за тем, чтобы в системе охлаждения не было течи. При просачивании жидкости через сальник водяного насоса заменяют уплотняющие элементы сальника. Нормальное натяжение ремня вентилятора указывается в инструкции завода-изготовителя. Систему жидкостного охлаждения периодически промывают специальными растворами, чтобы удалить из неё илообразный осадок (шлак) и накипь.

Шатунные и коренные шейки коленчатого вала изнашиваются неравномерно по окружности, в результате чего их сечение становится овальным. Это приводит к быстрому износу вкладышей подшипников. Увеличение зазоров в сопряжениях шейки вала - вкладыши подшипников вызывает стуки подшипников, которые хорошо слышны у прогретого двигателя при резком изменении частоты вращения коленчатого вала. Так же при изменении частоты вращения коленчатого вала. Так же при изменении частоты вращения коленчатого вала двигатель начинает стучать. Под крышками головок цилиндров слышен лёгкий металлический стук при малой частоте вращения коленчатого вала. Стук слышен из-за большого зазора между коромыслом и наконечником стержня клапана. В верхней части цилиндров слышен звонкий стук при резком изменении частоты вращения коленчатого вала, при этом изношены поршневые пальцы и

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

втулки верхних головок шатунов. Изношенную втулку верхней головки шатуна в условиях ремонтных мастерских заменяют ремонтной.

Рассмотрим, какие существуют контрольно-измерительные устройства на тракторах и автомобилях для контроля за параметрами работы двигателя.

Контрольно-измерительное устройство состоит из датчика, установленного в контролируемой среде, и соединённого с ним указателя.

Датчики указателей преобразуют изменения параметра (давления температуры) в пропорциональные им электрические сигналы, которые по проводам передаются в приёмное устройство указателя и отклоняют стрелку на угол соответствующий поступающим сигналам.

Магнитоэлектрический указатель давления масла (рисунок. 1.4.) состоит из реостатного датчика ММ-355 и логометрического приёмника УК-110. В корпусе датчика находится диафрагма 1 и рычажный механизм. Под действием давления масла диафрагма прогибается и через рычажный механизм перемещаются ползунки по обмотке реостата 2, изменяя его сопротивление.

Магнитоэлектрический указатель температуры охлаждающей жидкости (рисунок 1.4) состоит из датчика ТМ-100-А приёмника УК-105 логометрического типа. Основной элемент датчика - полупроводниковый терморезистор 1. Терморезистор находится в блоке, с помощью пружины 3 достигается контакт терморезистора с баллоном (массой) и выводом 4. Бумажный патрон 5 изолирует боковую поверхность терморезистора и пружины от корпуса баллона. Сопротивление терморезистора при повышении температуры понижается. В приёмнике расположены три катушки К1; К2; К3. Катушки К1 и К2 содержат по 850 витков провода ПЭЛ диаметром 0,1 мм. Их сопротивление 100 Ом. Катушка К3 содержит 400 витков её сопротивление 42 Ом.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

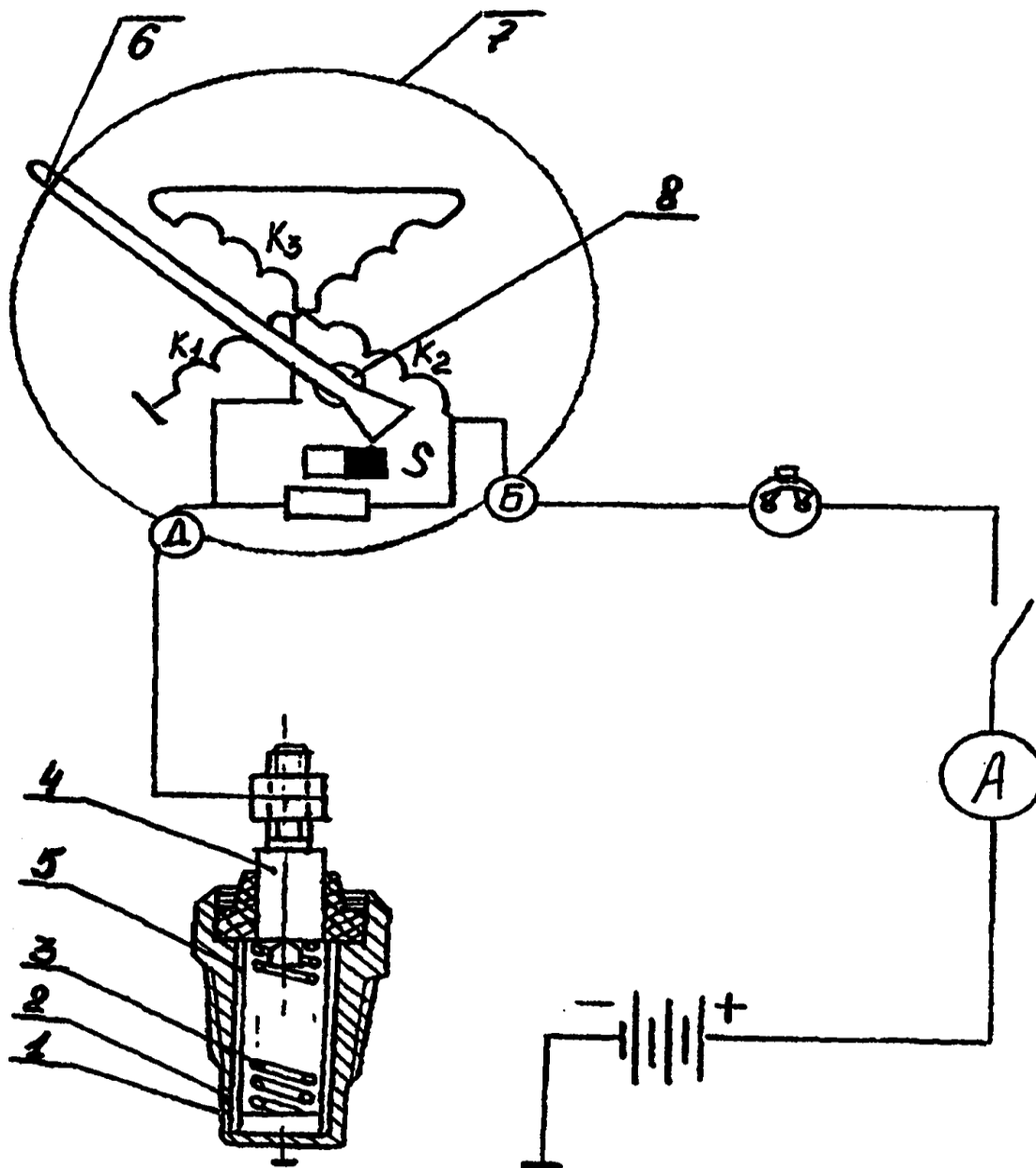


Рисунок 1.4 Магнитоэлектрический указатель температур

- 1- полупроводниковый терморезистор; 2- баллон; 3- пружина;
 4- вывод; 5- бумажный патрон; 6- стрелка;
 7- стальной магнитопровод (экран); 8- постоянный магнит;
 K₁, K₂, K₃ - катушки.

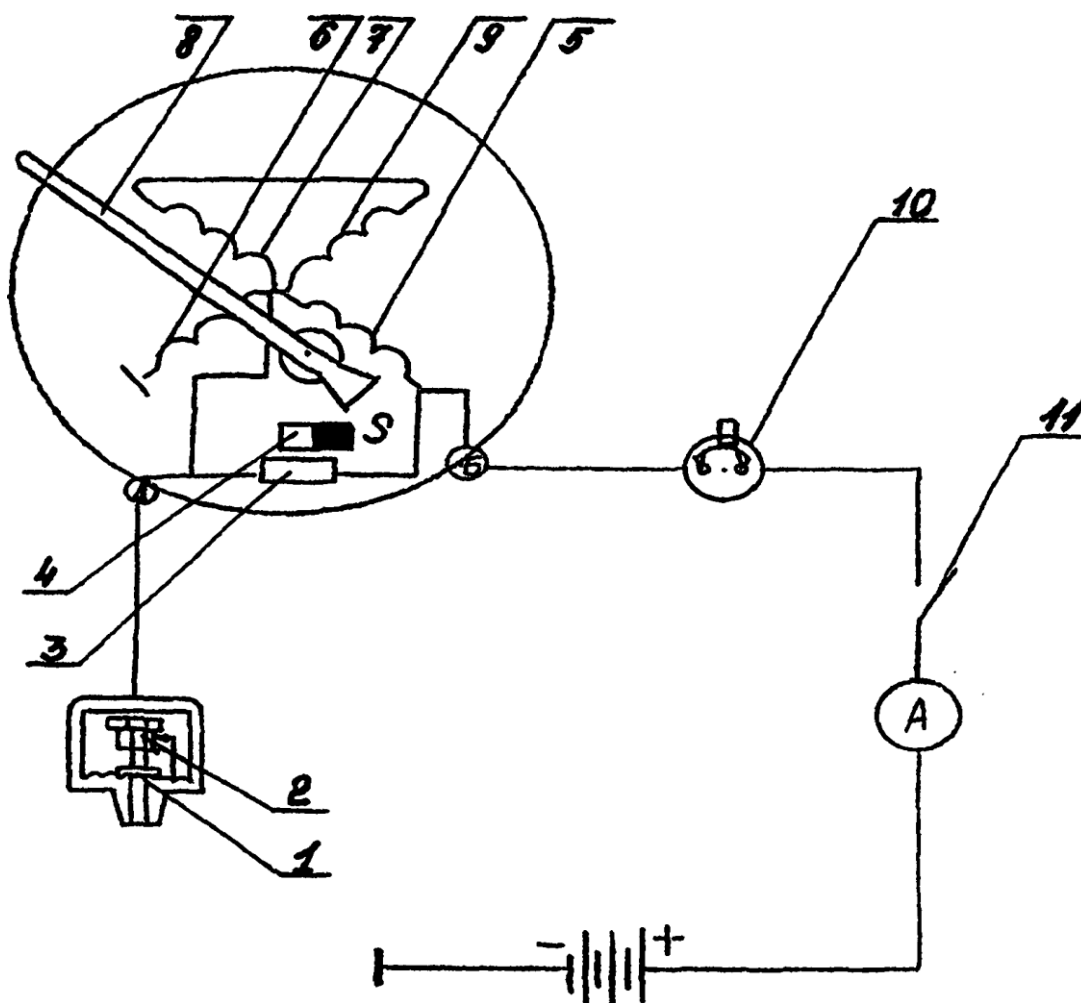


Рисунок 1.5 Магнитоэлектрический указатель давления

- 1- диафрагма датчика; 2 - переменный резистор;
 3- термокомпенсационный резистор; 4. - постоянный магнит
 5,6,7 и 9 - бумажный патрон; 8 - стрелка;
 9 - предохранитель; 10- выключатель зажигания.

1.4 ВЫВОД

В настоящей выпускной квалификационной работе производится подробный анализ существующих контролирующих систем защиты двигателей и разрабатывается автоматическая система защиты двигателей при аварийных ситуациях в результате отсутствия или снижения (недостаточном давлении) масла, а так же при превышении температуры воды и масла.

В настоящей выпускной квалификационной работе производится подробный анализ существующих контролирующих систем защиты двигателей и разрабатывается автоматическая система защиты двигателей при аварийных ситуациях в результате отсутствия или снижения (недостаточном давлении) масла, а так же при превышении температуры воды и масла.

Исходя из изложенного поставлены следующие задачи:

- Провести анализ системы автоматической защиты двигателя при аварийных ситуациях;
- Разработать систему аварийной остановки двигателя;
- Провести обоснование конструктивной части;
- Дать технико- экономическое обоснование проекта.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 разработка математической модели.

Трактора должны обладать надежностью. Надежностью называется свойство машины или ее составных частей выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих режимам и условиям их использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.[21]

Сформулируем математическую модель в виде выражения:

$$H=f(P_{сп}, B_{отк}, P_{пр}, C_{хр}), \quad (2.1)$$

Где $P_{сп}$ работоспособность ;

$B_{отк}$ безотказность;

$P_{пр}$ ремонтпригодность;

$C_{хр}$ сохраняемость.

Из этих факторов выберем, согласно теме работы, безотказность. Безотказность — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

Отказы, которые возникают, делятся на плановые и аварийные. Безотказность трактора зависит от конструктивного совершенства и конструкционных материалов, правил и режимов эксплуатации, своевременного проведения ремонтов и обслуживания. [21]

Исходя из этого можно сформулировать её математическую модель в виде выражения:

$$B_{отк}=f(K, Э, ТОиР) \quad (2.2)$$

K -конструктивное совершенство;

$Э$ -Эксплуатационный фактор;

$ТОиР$ -фактор технического обслуживания и ремонта.

Конструктивное совершенство обеспечивается ,в том числе, приборами которые осуществляют контроль за работой механизмов и узлов.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

2.2 Анализ конструкции приборов, используемых для контроля за работой

В настоящее время все двигатели имеют определённую степень автоматизации управления двигателем позволяет облегчить работу обслуживающего персонала, повышает надёжность работы двигателя и обеспечивает длительную безаварийную работу. Большая группа автоматических устройств предназначена для предотвращения аварий. Экономические расчёты показывают, что значительно выгоднее устанавливать устройство, предупреждающее или устраняющее возможность появления аварийного режима, чем допускать его возникновение и аварию двигателя.

Во всех системах автоматизации различают три основные группы устройств:

- первичные устройства или преобразователи, дающие первичную информацию;
- промежуточные устройства обработки информации и выдачи командного импульса;
- исполнительные устройства и показывающая аппаратура.

К группе первичных устройств относятся преобразователи. Преобразователь - это первичный прибор, воспринимающий изменение контрольного параметра и включающий при достижении последним определённого значения устройства первичной системы передачи изменяющий силу тока в первичной сети пропорционально входному параметру. В электрических цепях преобразователей и в их контактных устройствах применяют электрический ток низкого напряжения или рабочее тело с небольшим давлением. В электрических системах автоматизации преобразователь объединяют с контактным устройством (микровыключателем), включающим или выключающим первичную цепь тока, или с рекордом изменяющим силу тока.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Преобразователи, применяемые в двигателестроении, дают информацию о температуре, давлении, уровне жидкостей, частоте вращения, наличие струи жидкости, качестве сгорания.

Преобразователи температуры служат для измерения температуры воды, масла, газов, а также деталей двигателя и включения первичной цепи тока или открывания клапана пневматической системы при достижении определённого значения температуры. Включение первичной цепи тока или открытие клапана производится непосредственно подвижной деталью преобразователя или путём воздействия на переключающий механизм переключателя. На двигателях нашли применение следующие преобразователи температуры: биметаллические, динамометрические, манометрические, термопары и термисторы.

Принцип работы биметаллического преобразователя основан на изгибе сваренной из двух различных металлов пластины вследствие неодинакового их расширения при нагревании. Металл с большим температурным коэффициентом линейного расширения при нагревании. Металл с большим температурным коэффициентом линейного расширения удлиняется при нагреве больше, что приводит к изгибу пластины. Угол поворота пластины прямо пропорционален её длине и приращению температуры. На величину изгиба пластины влияют разность температурных коэффициентов линейного расширения и соотношения толщины полосок металлов, из которых сварена пластина. Замыкание электрической сети производится пластиной или специальным контактным устройством. Основной недостаток биметаллических преобразователей - недостаточная стабильность моментов замыкания цепи. Вследствие появления остаточных деформаций в пластине при значительном переходе температур. Для устранения этого недостатка следует применять металлы, температурные коэффициенты которых различаются незначительно и увеличивают длину пластины. Однако, при увеличении длины пластины повышается чувствительность преобразователя к вибрации. На рисунке. 2.1 показана схема биметаллического преобразователя [2].

Диаметрические преобразователи работают по принципу измерения разности удлинения двух стержней из различных металлов. В отличие от биметаллического преобразователя стержни сворены только концами. При нагревании один из стержней (обычно внешний в виде трубки), изготовленной из металла с большим температурным коэффициентом линейного расширения, удлиняется больше, чем другой. Перемещение свободного конца одного из стержней относительно другого используется для размыкания или замыкания электрических контактов. В конструкции преобразователя обычно предусматривают возможность регулирования момента его срабатывания. На рисунке. 2.2 показана схема диаметрического преобразователя [2].

Принцип действия манометрических преобразователей температуры основан на измерении давления пара легкокипящей жидкости, помещённой в замкнутом объёме.

В этом случае порциональное давление паров жидкости прямо пропорционально их температуре. Удобство манометрических преобразователей заключается в наличии гибкой дистанционной капиллярной трубки, позволяющей располагать электрическое контактное устройство на некотором расстоянии и не подвергать его воздействию вибрации. На рисунке. 2.3 показана схема манометрического преобразователя [2].

Термометры используют для контроля текущих значений высоких температур.

Для измерения температуры малогабаритных деталей применяют (термометры) термисторы. Электросопротивление выпускаемых промышленностью термисторов уменьшается примерно на 5% при нагревании их на 1 к. Использование термисторов возможно только при применении слабых токов, не приводящих к нагреву преобразователя. Температуру определяют путём измерения электрического сопротивления. На рисунке. 2.3 показан преобразователь с двумя термисторами для измерения двух температур [2].

Преобразователи давления служат для измерения давления масла, топлива, воды, воздуха и газов. По конструкции преобразователи давления бывают

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

пружинно-поршневые, мембранные, сильфонные, с манометрической трубкой и гидростатические (рисунок.2.1) [2].

Пружинно-поршневые преобразователи в настоящее время применяются редко, так как их нормальная работа легко нарушается при попадании грязи в зазор между поршнем и цилиндром. Широкое распространение получили мембранные и сильфонные преобразователи, имеющие большой срок службы. Приёмная часть у сильфонных преобразователей такая же как и у манометрических, что дает возможность унифицировать по конструкции и выполнять в одном блоке с преобразователями температуры.

С помощью гидростатических преобразователей можно измерять достаточно точно малые переходы давлений, что позволяет применять их, например, для определения разрежения в картере двигателя. При наличии разрежения подкаменная вода оголяет один из заделанных в трубку контактов электрической цепи. В случае уменьшения разрежения контакты покрываются водой и электрическая цепь замыкается. Такой преобразователь устанавливают на двигателях для предотвращения аварии от взрыва паров масла и топлива в картере.

Преобразователи частоты вращения служат для подачи импульса в систему сигнализации или в автоматической системы при достижении определённой частоты вращения двигателя. Автоматический контроль необходим для предотвращения «разноса» отключения пусковых систем после пуска двигателя, разрешения на приём нагрузок при достижении определённой частоты вращения и поддержания её на нужном уровне, если это требуется. В зависимости от степени автоматизации двигателя применяют одно- и многоцелевые преобразователи.

При 1-й степени автоматизации предусматривают установку предупредительной сигнализации и противоаварийной защиты при «раскесе». В этом случае применяют одноцелевые преобразователи предельной частоты вращения, которые могут быть расположены в ободке маховика или на любом вращающемся валу двигателя. Остановка двигателя происходит независимо от количества впрыскиваемого топлива и регулятора скорости вследствие перекры-

тия трубопровода под действием пружины расположенной во впускном патрубке.

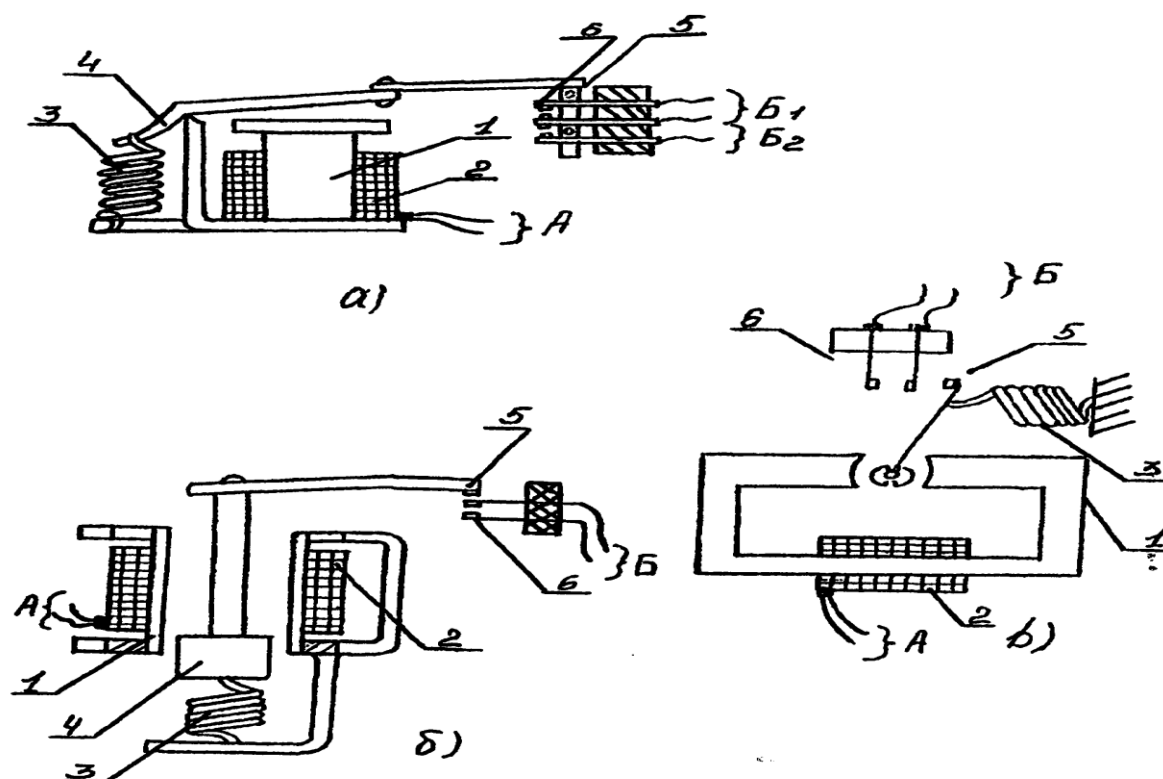


Рисунок 2.1 Схемы электромагнитных реле

а) с качающимся якорем; б) с вытягивающим якорем; в) с поворотным якорем; А - первичная цепь; Б, Б₁ Б₂ - вторичная цепь; 1 - сердечник; 2 - обмотка; 3 - пружина; 4 -якорь; 5 - толкатель; 6 - контакты

Преобразователи уровня служат для контроля за уровнем жидкости и при понижении его ниже допустимого передают импульс в систему сигнализации или исполнительное устройство, управляющей доливкой топлива или другой жидкости. При заполнении баков до уровня меры передают импульс на прекращение доливки.

Конструктивно большая часть уровнемеров имеет поплавков, соединённый с передающим устройством (рычагом, тросом, стержнем). Уровнемеры могут быть с угловым нажатием рычага, соединённым с поплавком (рис. 2.2) и с вертикальным перемещением поплавка [2].

Кроме поплавковых применяют гидростатические уровнемеры (рисунок. 2.1), которые определяют положение уровня по гидростатическому давлению в нижней части блока, измеряемому преобразователем давления [2].

Принцип работы ёмкостных уровнемеров (рисунок. 2.2) основан на изменении ёмкости конденсатора, образованного изолированными от массы и друг друга штырём 1 и схватывающей его трубкой 2 с отверстием для свободного прохода жидкости, погружении в диэлектрическую жидкую среду (например масло или топливо). При заполнении зазора между штырём и трубкой диэлектрической жидкостью изменяется электрическая ёмкость и частота колебаний тока в электрическом контуре, в который включена ёмкость. Изменение ёмкости конденсатора обуславливается срабатыванием электронного усилителя.

Преобразователь наличия струи жидкости применяют для защиты двигателя от аварий, происходящих при прекращении циркуляции жидкости в системе охлаждения. Преобразователи наличия струи делят на преобразователи открытого и закрытого типа.

Рассмотрим работу и устройство сигнализатора «фильтр забит» трактора К-701. Он устанавливается в перепускном клапане масляного фильтра тонкой очистки. Представляет собой контактный датчик и предназначен для контроля за загрязнением фильтрующих элементов. Сигнализатор состоит из корпуса, пружины, истока, контакта с изоляцией. К винту присоединён провод, соединённый с сигнальной лампой, которая в свою очередь соединена с источником тока и массой двигателя. Эта электрическая цепь постоянно разомкнута из-за зазора между истоком и контактом сигнализатора. При увеличении разницы давления масла на входе и выходе из фильтра начинает перемещаться перепускной клапан вправо, как только разность давлений для данного фильтра достигает $2,5-3 \text{ кгс/см}^2$, откроется перепускной клапан. При движении клапана, в том

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

же направлении перемещается и исток сигнализатора. В момент открытия перепускного клапана или несколько раньше исток замыкает цепь и загорается сигнальная лампочка. При возвращении клапана в первоначальное положение цепь размыкается и лампа гаснет.

На современных автотракторных двигателях устанавливаются сигнализаторы аварийной температуры охлаждающей жидкости. Сигнализатор служит для предупреждения водителя (механизатора) о недопустимом повышении температуры жидкости в системе охлаждения двигателя. Рассмотрим принцип работы схемы сигнализатора аварийной температуры охлаждающей жидкости (рисунок. 2.3). Датчик расположен в верхней части бочка радиатора, а контрольная лампа вынесена на щит приборов. При низкой температуре жидкости контакты разомкнуты и цепь сигнальной лампы также разомкнута. С повышением температуры выше $+ 100^{\circ}\text{C}$ нагревается патрон и биметаллическая пластина, которая изгибаясь замыкает контакты. При этом срабатывает цепь и лампа загорается.

Сигнализатор аварийного давления масла предупреждает оператора о недопустимом понижении его в системе смазки двигателя. Датчик 1 (рисунок. 2.3) сигнализатора устанавливают на корпусе двигателя (или масляном фильтре), и сигнальную лампу 2 располагают на щитке приборов. При нормальном давлении в системе масло, действуя на диафрагму 7, размыкает контакты 8 датчика и сигнальная лампа не горит. С понижением давления в автомобильных двигателях ниже 0,04 - 0,08 МПа или при его полном отсутствии контакты замыкаются и загорается контрольная лампа.

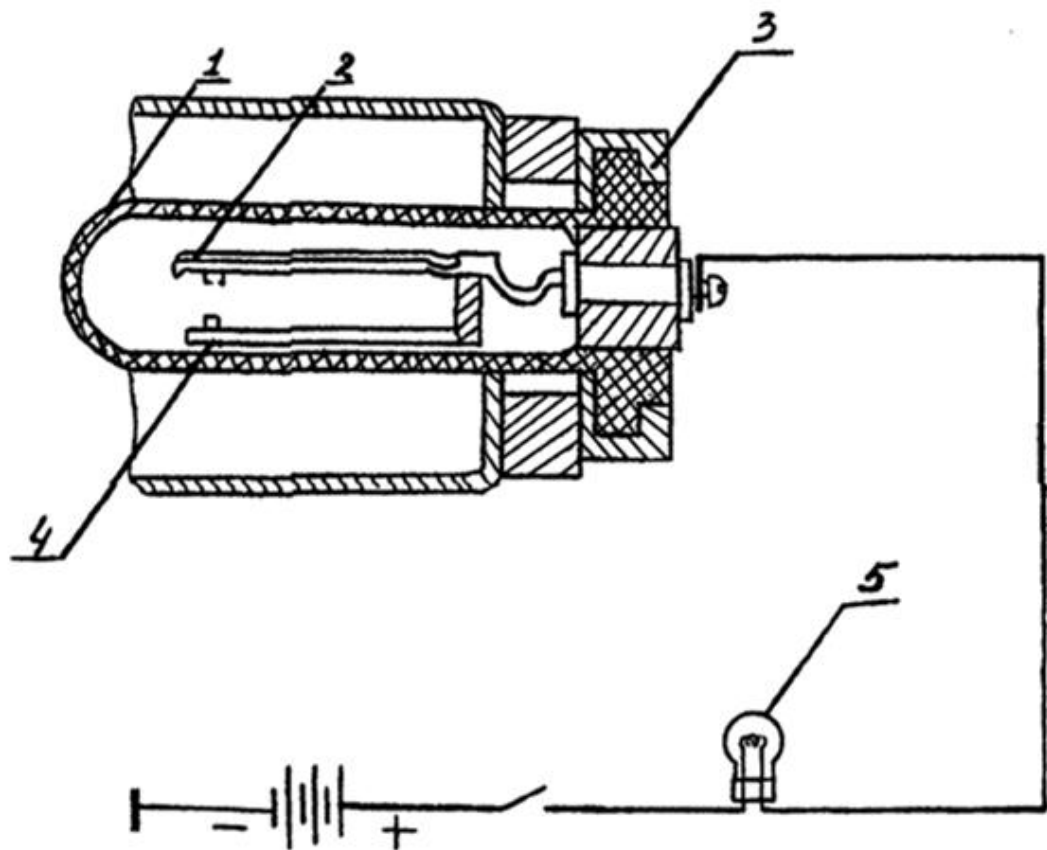


Рисунок 2.2 – Схема сигнализатора аварийной температуры охлаждающей жидкости

- 1 – латунный патрон;
- 2 – биметаллическая пластина;
- 3 – корпус;
- 4 – неподвижный контакт;
- 5 - контрольная лампа

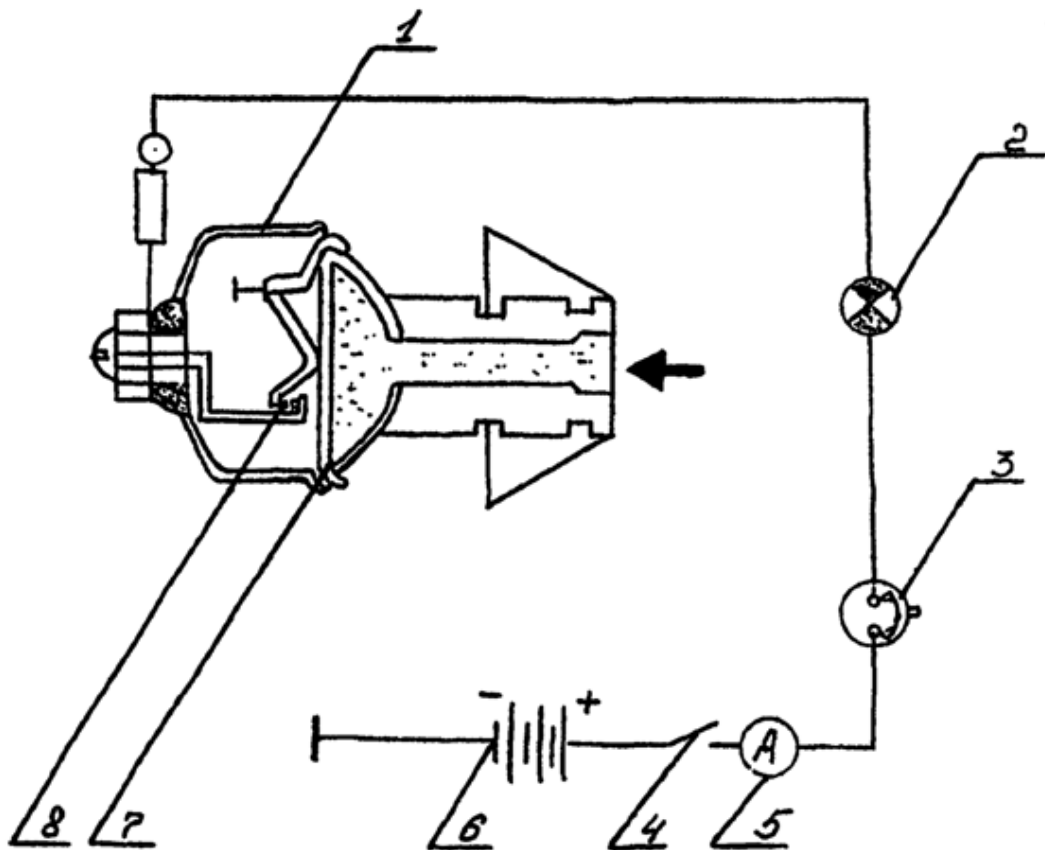


Рисунок 2.3 – Сигнализатор аварийного давления масла

- 1 – датчик;
- 2 – контрольная лампа;
- 3 – предохранитель;
- 4 – выключатель зажигания;
- 5 – указатель токов;
- 6 – аккумуляторная батарея;
- 7 – мембрана;
- 8 – контакты.

Датчики сигнализаторов в дизельных двигателях отрегулированы на давление, при котором допускается работа двигателя на холостом ходу 0,13 ... 0,28 МПа, ниже этого давления срабатывает контрольная аварийная лампа. Заданное давление включения сигнальной лампы устанавливают подгибанием пластины нижнего контакта.

2.3 Обоснование (выбор) схемы для аварийной остановки двигателя

На основании обзора приведённых выше устройств по защите и контролю за работой двигателя можно сделать вывод, что наибольшую опасность представляет внезапное падение давления масла в главной магистрали.

Для остановки двигателя при сложившейся аварийной ситуации можно воздействовать или на подачу топлива - переместить рейку топливного насоса в положение «выключено» или перекрыть воздушный поток в цилиндры двигателя. Оба способа требуют изменения конструкции двигателя.

При реализации первого способа требуется обеспечить кинематическую связь между исполнительным механизмом системы аварийной защиты двигателя, рейкой топливного насоса и регулятора частоты вращения. Причём, исполнительный механизм системы защиты двигателя не должен вносить изменений в систему регулирования и топливоподачи при нормальной работе двигателя. Принимая во внимание огромное влияние системы регулирования и топливоподачи на показатели работы двигателя целесообразно использовать второй способ остановки двигателя в аварийных ситуациях.

При реализации второго способа необходимо дополнить воздушный тракт двигателя воздушной заслонкой, которая перекрыла бы подачу воздуха в цилиндры в аварийной ситуации. Воздействие на заслонку может быть осуществлено электромагнитным включателем.

При конструировании устройства остановки двигателя при недостаточном или отсутствии давления масла в главной магистрали необходимо иметь датчик давления масла (рисунок. 2.2). Для управления электромагнитным реле системы, обеспечивающей автоматическую остановку двигателя при аварийных ситуациях. Датчик давления должен быть электрического типа [22].

Кроме этого необходимо иметь датчик температуры воды (рисунок. 2.2). Для этой цели можно взять одинаковые датчики электрического типа, поскольку они имеют одинаковые действия. Чувствительным элементом датчиков является биметаллическая пластина. При недостаточном или полном отсутствии давления масла в магистрали или же повышенная температура охлаждающей

жидкости выше $+100^{\circ}\text{C}$ контакты датчиков замкнутся и будет передан сигнал на реле стартера РС-502 (рисунок. 2.3), который в свою очередь переключая свои контакты подаёт сигнал на электромагнитный включатель, который при появлении сигнала вытягивает шток и тем самым закрывает заслонку, которая перекрывает поток воздуха во впускной коллектор.

Рассмотрим устройство температурного биметаллического датчика. Основной частью биметаллического датчика является тонкая двухслойная пластинка (термопара), выполненная из двух слоёв металлов с разными значениями температурного коэффициента линейного расширения, соединённых методом плакирования. Активный слой имеет большой коэффициент линейного расширения и выполняется обычно из инвара, пассивный, с меньшим коэффициентом линейного расширения, - из хромоникелевой или молибденовой стали. При нагреве биметаллическая пластинка прогибается в сторону пассивного слоя тем сильнее, чем больше температура окружающей среды.

Обязательным элементом датчика давления является мембрана - плоская или гофрированная пластина, выполненная из бронзы или какого-либо иного эластичного материала, жестко зажатая по краям. В большинстве случаев мембрану снабжают жёстким центром, на котором укрепляют устройство, связывающее мембрану с передающим механизмом. С изменением давления мембрана прогибается и её жёсткий центр перемещается.

Нужно предусмотреть ещё, что при запуске двигателя, чтобы исполнительное устройство не закрывало заслонку, из-за малого давления, предусмотрена кнопка, которая отключает реле от исполнительного устройства. В предполагаемую автоматическую систему защиты двигателя при аварии необходимо также включить сигнальные предупредительные лампы, вынесенные на основной щиток приборов, которые позволяют водителю сразу определить причину аварийной остановки двигателя. Во втором разделе данного дипломного проекта представлены результаты расчетов основных элементов предполагаемой системы, обеспечивающей автоматическую остановку двигателя Д-240 установленного на тракторе МТЗ-80.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

3 КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

3.1 Обоснование конструктивной части

Согласно заданию, система, обеспечивающая автоматическую остановку двигателя должна срабатывать при падении давления масла, при повышении температуры воды. Однако, если при закипании воды в системе охлаждения двигатель будет остановлен, то произойдёт резкое повышение давления пара в системе охлаждения и выбрасывание воды через горловину радиатора. Следовательно, система, обеспечивающая автоматическую остановку двигателя, должна в этом случае обеспечивать работу двигателя на холостом ходу, без нагрузки. Это возможно при неполном закрытии воздушной заслонки. Если же остановка двигателя будет производиться из-за падения давления масла, то при неполном прикрытии воздушной заслонкой произойдёт резкое снижение частоты вращения коленчатого вала (если двигатель работает под нагрузкой) из-за неполного сгорания топлива, а возросшие механические потери из-за недостатка смазки вызовут затухание двигателя. Количество воздуха необходимое при работе двигателя без нагрузки с частотой вращения коленчатого вала $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ (т.е. для того случая обеспечения работы перегретого двигателя) определим из соотношения:

$$\alpha \equiv G - b / G_T - L_0 \quad (3.1)$$

где $G - b$ – количество воздуха поступающего в цилиндры;

L_0 – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания топлива – 14,3.

G_T - часовой расход топлива.

$$G_b = \alpha \cdot L_0 \cdot G_T = 1,2 \cdot 14,3 \cdot 4 = 60 \text{ кг/час} \quad (3.2)$$

Удовлетворительное протекание процесса сгорания может быть обеспечено при составе смеси $a = 1,0 - 1,2$.

Количество топлива расходуется двигателем при работе на холостом ходу определим, используя зависимость вида:

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$g_i = \frac{1000 \cdot G_T}{N_i}; \quad (3.3)$$

где g_i — удельный расход топлива при прогревом двигателе;

N_i — индикаторная мощность двигателя

$$N_i = N_1 + N_{мп}; \quad (3.4)$$

где $N_{мп}$ — мощность механических потерь для двигателя, работающего без нагрузки;

N_i - эффективная мощность;

$$N_i = N_{мп} \quad (3.5)$$

$$N_{мп} = \frac{P_{мп} \cdot V_h \cdot i \cdot n}{30\tau} \quad [20] \quad (3.6)$$

$$P_{мп} = a + b \cdot n = 0,05 + 0,94 \cdot 10^{-4} \cdot n = 0,5 + 0,94 \cdot 10^{-4} \cdot 1500 = 0,17 \quad (3.7)$$

$$\text{тогда } N_{мп} = N_i = \frac{P_{мп} \cdot V_h \cdot n}{30\tau} \quad (3.8)$$

$$N_{мп} = \frac{0,17 \cdot 4,15 \cdot 1500}{30 \cdot 4} = 20 \text{ кВт} \quad (3.9)$$

Следовательно, при работе двигателя без нагрузки с частотой вращения коленчатого вала 1500 об/мин часовой расход топлива составит:

$$G_T = \frac{g_i \cdot N_i}{1000} = \frac{200 \cdot 20}{1000} = 4 \text{ кг/час} \quad (3.10)$$

Количество воздуха составит:

$$G_b = \alpha \cdot L_0 \cdot G_T = 1,2 \cdot 14,3 \cdot 4 = 60 \text{ кг/час} \quad (3.11)$$

Допускается, что расход воздуха находится в прямой зависимости от площади проходного сечения, вычислим проход сечения при закрытой заслонки

$$\frac{f}{F_{\text{мс}}} = \frac{Gb}{Gb_{\text{нор}}}; \quad (3.12)$$

$$f = \frac{F_{\text{мс}} \cdot Gb}{Gb_{\text{нор}}} = \frac{62 \cdot 60}{360} = \frac{1}{6} \cdot \frac{\pi 6,2^2}{4} \quad (3.13)$$

Если обеспечить эту площадь путём неполного закрытия воздушной заслонки, то в конструкции необходимо предусмотреть регулировки (построения этого проходного сечения). Для исключения регулировок можно срезать края заслонки пропорционально диаметру на холостом ходу. Можно отрегулировать экспериментальным путем подбора на работающем двигателе.

Если обеспечить эту площадь путём неполного закрытия воздушной заслонки, то в конструкции необходимо предусмотреть регулировки (построения этого проходного сечения). Для исключения регулировок можно срезать края заслонки пропорционально диаметру на холостом ходу. Можно отрегулировать экспериментальным путем подбора на работающем двигателе.

3.2 Описание предлагаемого устройства

Система обеспечивающая автоматическую остановку двигателя Д-240 предназначена для остановки двигателя при низком (отсутствии) давления масла в главной магистрали, а также превышение температуры воды.

Автоматическая система состоит из таких основных узлов: электромагнитное реле, рычаг заслонки, воздушная заслонка, ось заслонки, две втулки оси заслонки, фиксатор удерживающий заслонку в открытом положении, пружина для моментального закрытия заслонки, ограничитель рычага, корпус из алюминиевого сплава, электрические приборы и провода.

Электромагнитное реле завинчивается по резьбе в отверстие на корпусе. Корпус крепится на двух фланцах между впускным патрубком, идущему от воздухоочистителя к впускному коллектору.

Рычаг заслонки и ось соединяются между собой с помощью шпонки. На оси крепится воздушная заслонка двумя винтами 0 2,5 мм.

Ось заслонки вводится в приливы корпуса и закрепляется с одной стороны заглушкой, а с другой ставится втулка с буртиками для плотного соединения и предотвращения прохода воздуха в корпус.

В приливе где заглушка тоже помещается втулка из пластмассы, которая тоже предотвращает проход воздуха в корпус.

Пружина одним концом зацепляется за сквозное отверстие в рычаге заслонки, другой конец крепится за палец, который установлен в отливе и зафиксирован шплинтом.

На другом конце рычага установлен фиксатор который состоит из следующих элементов: шток фиксатора, пружина фиксатора, головка фиксатора и втулка, которая плотно сидит в рычаге, а шток свободно перемещается в ней. Шток фиксатора входит на расстояние от 2 до 5 мм в корпусный отлив для удержания штока. Головка крепится к штоку с помощью шплинта.

Технический уход за разработанной системой автоматической остановки двигателя при аварийных ситуациях заключается в периодическом осмотре

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

элементов системы, проверке надёжности крепления, в надёжности герметичности оси воздушной заслонки на корпусе.

Регулировка автоматической системы двигателя заключается в проверке натяжения пружины для открытия заслонки и пружины фиксатора.

На другом конце рычага установлен фиксатор который состоит из следующих элементов: шток фиксатора, пружина фиксатора, головка фиксатора и втулка, которая плотно сидит в рычаге, а шток свободно перемещается в ней. Шток фиксатора входит на расстояние от 2 до 5 мм в корпусный отлив для удержания штока. Головка крепится к штоку с помощью шплинта.

Технический уход за разработанной системой автоматической остановки двигателя при аварийных ситуациях заключается в периодическом осмотре

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Продолжение таблицы 3.1

<p>Режим срабатывания</p>	<p>Автоколебания заслонки недопустимы. при возникновении аварийной ситуации время срабатывания механизма д.б min, открытое положениезаслонки должно контролироваться визуально</p>	<p>Исключаются потери мощности ДВС из-за ухудшения наполнения. Предотвращение дальнейших поломок двигателя. Облегчается поиск возникающих неисправностей.</p>	<p>Используется фиксатор удерживающий заслонку в открытом положении, и пружина возвратная для незамедлительного срабатывания механизма аварийной остановки двигателя</p>
<p>Фиксатор и электромагнитное реле</p>	<p>Шток фиксатора должен находится в пазу корпуса заслонки не более чем на 5 мм. Шток должен выдвигаться из корпуса заслонки на величину достачную для перевода в положение «закрыто» шток тягового реле должен фиксироваться в корпусе реле</p>	<p>Обеспечивается четкая фиксация заслонки в положении «открыто» обеспечивается практически мгновенное закрытие воздушной заслонки. Исключается выпадение штока из корпуса реле</p>	<p>Шток фиксатора должен входить в отверстие корпуса без перекосов и заеданий. Необходимо строгое соблюдение технических условий при ихготовлении и сборке механизма аварийной остановки ДВС.</p>

Заслонка устанавливается в корпусе, диаметр которого равен диаметру впускного коллектора. Корпус крепится на фланцах к впускному коллектору и трубопроводу. Если заслонку изготовить в виде круга толщиной 1-2 мм, поворачивающуюся вместе с осью \varnothing 6-8 мм дополнительными аэродинамическим сопротивлением можно пренебречь и корпус вместе установки заслонки можно не увеличивать в диаметре или увеличить на немного.

Корпус изготавливается методом литья из алюминиевого сплава с толщиной стенок 2-2,5 мм. Для установки заслонки и герметизации её оси необходимо корпус выливать с наличием приливов.

Размеры приливов принимаем конструктивно.

Для функционирования разработанной в проекте системы, обеспечивающей автоматическую остановку двигателя, необходимо доработать двигатель следующими элементами:

- исполнительно устройство для прикрытия воздушной заслонки;
- электромагнитные реле для подачи напряжения на исполнительное устройство;
- воздушной заслонкой для перекрытия воздуха в цилиндры двигателя;
- фиксатором для прикрытия воздушной заслонки и удерживании её в «открытом» положении.

Анализируя конструкцию впускного тракта двигателя Д-240 видно, что местом установки воздушной заслонки может быть участок между переходным патрубком и впускным коллектором.

Достоинством этого участка является более близкое расположение заслонки к цилиндрам двигателя, которая сокращает время остановки двигателя. Ось заслонки при её закрытом положении испытывает нагрузку, создающую воздушным потоком. В качестве расчётной схемы нагружения воздушной заслонки

можно принять, что ось заслонки работает на изгиб, как балка на двух опорах (рис. 3.1) сосредоточенной в центре нагрузкой.

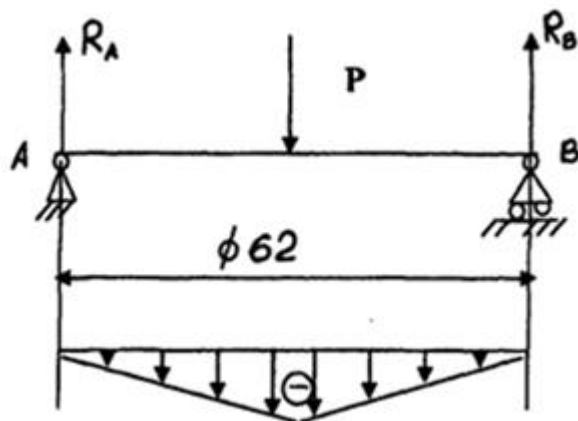


Рисунок 3.1 нагрузка на ось заслонки.

Определим силу действующую на заслонку:

$$P = P_k \cdot F_{засл} \quad (3.14)$$

Где $F_{засл}$ площадь заслонки

P_k давление воздуха на заслонку

Максимальное избыточное давление воздуха на заслонку создаваемое турбокомпрессором не превышает 0,065 МПа (0,65 кг/см²) [19].

Тогда:

$$P_k \cdot F_{засл} = P_k \frac{\pi D^2}{4} = 0,65 \cdot \frac{3,14 \cdot 6,2^2}{4} \approx 19,9 \text{ кгс} \quad (3.15)$$

Принимаем $P = 19,6 \text{ кгс} = 16,6 \cdot 9,81 = 192 \text{ Н}$

Условие прочности для балки записывается в виде:

$$\sigma = \frac{M_H}{W_o} \leq [\sigma_H]; [16] \quad (3.16)$$

Где M_H максимальный изгибающий момент;

W_o осевой момент сопротивления;

σ_H допустимое напряжение материала для заслонки, изготовленной из стали ст5
 $=1600 \text{ кг/см}^2$ (15).

$$M_H = P \frac{D}{2} = 122 \cdot \frac{6,2}{2} = 61 \text{ кг} \cdot \text{см} \quad (3.17)$$

$$W_o = \frac{M_H}{[\sigma_H]} = \frac{61}{1600} = 0,04 \text{ см}^2 \quad (3.18)$$

Поскольку на оси должна быть закреплена заслонка, то сечение оси принимаем в виде полукруга и для закрепления заслонки на оси берём винты М 2,5. В качестве электромагнитного реле используем электромагнитный клапан который используется в автомобилях ВАЗ-2108, 2109, перекрывая доступ топлива по каналу системы холостого хода карбюратора.

С целью более быстрого и плотного перекрытия воздуха воздушной заслонкой применяем пружину которая при закрытом положении воздушной заслонки должна быть немного натянута для того, чтобы рычаг с фиксатором не подвергался колебаниям. Рассчитываем винтовую цилиндрическую одножильную пружину из проволоки круглого сечения при максимальной деформации:

$$F_3 = 3,08 \text{ кгс} = 30,3 \text{ Н}. \quad (3.19)$$

$$F_3 = 1,3 F_2 \cdot \text{Н} \quad (3.20)$$

откуда:

$$F_2 = \frac{30,3}{1,3} = 23,3 \text{ Н} \quad (3.21)$$

сила при рабочей деформации:

$$F_1 = 0,4 F_2 = 0,4 * 23,3 = 9,3 \text{ Н} \quad (3.22)$$

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист 45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сила при предварительной (5) деформации.

Изготовление пружины предусматривает из стальной проволоки первого класса по ГОСТ 9389-75 [23]. Полагая, что диаметр проволоки пружины равен 1-2 мм, ориентируясь на кривую 4 графика рис. 20.4, стр. 349 [15], принимаем допустимое напряжение для проволоки $[1] = 560$ МПа, что соответствует рекомендации ГОСТ 13769-68 [24].

Принимаем индекс пружины $C = 9$ [15].

Коэффициент влияния кривизны витков $k = 1,16$.

Диаметр проволоки пружины

$$d = 1,6 \sqrt{k \cdot c \cdot F_3 / [\tau]}_{\text{мм}} \quad (3.23)$$

$$d = 1,6 \sqrt{1,16 \cdot 9 \cdot 30,3 / 560} = 1,2 \text{ мм} \quad (3.24)$$

В соответствии с ГОСТ 9389-60 [23] окончательно принимаем $d = 1$ мм. Следовательно, предварительно принятое значение $[\tau]$ соответствует графику 20,4 стр. 349 [15] и значения C и K приняты правильно.

Средний диаметр пружины:

$$D_{\text{cp}} = c \cdot d, \text{ мм} \quad (3.25)$$

$$D_{\text{cp}} = 9 \cdot 9 \text{ мм} \quad (3.26)$$

Наружный диаметр пружины

$$D_n = D + d, \text{ мм} \quad (3.27)$$

$$D_n = 9 + 1 = 10 \text{ мм} \quad (3.28)$$

Подберём пружину по ГОСТ 13766-68 [24]. Ближе всего подходит пружина первого класса, первого разряда № 240. Для этой пружины: $P_3 = 2,8$ кгс = 27,4 Н сила пружины при максимальной деформации; $d = 1$ мм. $D_n = 10$ мм, жёсткость одного витка $C_1 = 1,372$ кгс/мм², наибольший прогиб одного витка $b_3 = 2,041$ мм. Уточним средний диаметр:

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист 46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$D_{\text{ср}} = D_n - d, \text{ мм} \quad (3.29)$$

$$D_{\text{ср}} = 10 - 1 = 9 \text{ мм} \quad (3.30)$$

Проверим выбранную пружину по C_1 и d_3 :

$$C_1 = \frac{10^4 \cdot d}{C^3}, \text{ Н / мм} \quad (3.31)$$

$$C_1 = \frac{10^4 \cdot 1}{9^3} = 1,3 \text{ кгс / мм}^2 = 13,4 \text{ Н} \quad (3.32)$$

Приемливо, жесткость пружины C определяем:

$$C_1 = \frac{F_2 - F_1}{h}, \text{ Н / мм}, \quad (3.33)$$

$$C_1 = \frac{23,3 - 9,3}{80} = \frac{14}{80} = 0,18 \text{ Н / мм}; \quad (3.34)$$

Число рабочих витков пружины:

$$n = \frac{C_1}{C}; \quad (3.35)$$

$$n = \frac{13,4}{0,18} = 74 \quad (3.36)$$

Максимальная деформация пружины:

$$d_3 = \frac{F_3}{C} \quad (3.37)$$

$$d_3 = \frac{30,3}{0,18} = 168 \text{ мм} \quad (3.38)$$

$$d'_3 = \frac{d_3}{n} \quad (3.39)$$

$$d_3' = \frac{168}{74} = 2,27 \text{ мм}, \text{ что почти совпадает с табличными}$$

значениями d_3 по ГОСТу.

Полное число витков пружины:

$$n = n_1 + n_2 \quad (3.40)$$

где $n_2 = 1, 5 \dots 2$ число опорных витков:

$$n_2 = 74 + 2 = 76$$

Шаг пружины :

$$d = d_3 + d_3'$$

(3.41)

$$D = 2,27 + 1 = 3,27 \text{ мм}$$

Высота пружины при максимальной деформации:

$$L_3 = (n_1 + 1 - n_2) * d \quad (15) \quad (3.42)$$

$$L_3 = (76 + 1 - 2) * 1 = 75 \text{ мм}$$

Высота пружины в свободном состоянии:

$$L_0 = L_3 + d_3 \quad (3.43)$$

$$L_0 = 75 + 168 = 243 \text{ мм}$$

Длина развернутой пружины

$$L \approx 3,2 D_{EP} n_i \quad (3.44)$$

3.4 Кинематический анализ системы привода воздушной заслонкой

Кинематический анализ системы привода воздушной заслонкой дизеля позволяет составить расчётную схему, приведённую на рис. 3.2.

Расчетная схема привода воздушной заслонкой дизеля

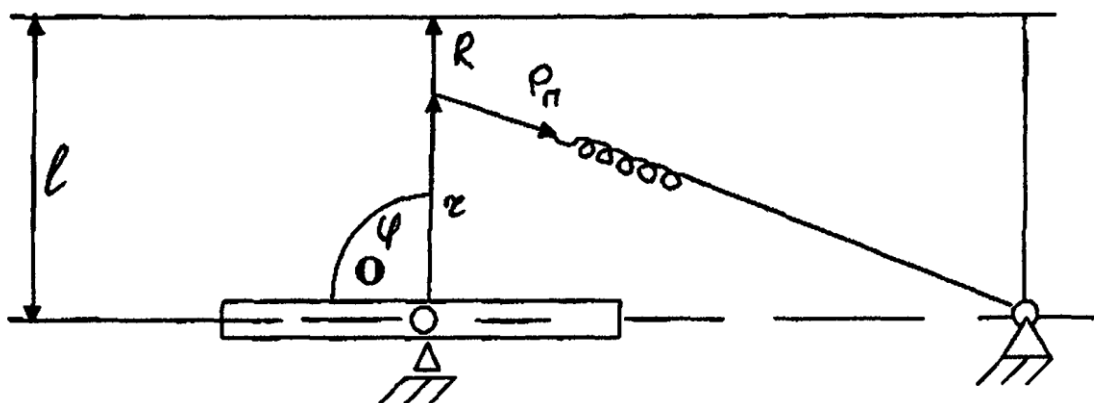


Рисунок 3.2 – Расчетная схема привода воздушной заслонки дизеля

Принятые обозначения:

- т. О – ось воздушной заслонки;
- R – радиусы, описываемые центром оси воздушной заслонки и рычага, а также местом присоединения пружины к рычагу;
- l – длина рычага;
- φ – угол между плоскостью заслонки в положении «открыто» и осью рычага;
- R_p – сила пружины при рабочей деформации, Н.

3.5 Силовой анализ привода заслонки

Характеристика пружины и момент, создаваемый пружиной на оси заслонки.

Перевод воздушной заслонки из открытого положения в закрытое будет возможен, если выполняется следующее условие:

$$M_{п} > M_{т} + J * \varphi, \quad (3.45)$$

где $M_{п}$ – момент, создаваемый пружиной;

J – момент инерции подвижных деталей привода воздушной заслонкой, приведённый к оси заслонки;

φ – угловое ускорение рычага привода воздушной заслонки.

Так как ось заслонки закреплена на втулках, то сила трения в подвижных сопряжениях будет невелика, и ей можно пренебречь.

Перевод воздушной заслонки из положения «открыто» в положение «закрыто» возможен, если усилие на штоке исполнительного устройства будет выше усилия пружины фиксатора. Но так как пружина фиксатора предназначена для того, чтобы шток фиксатора не вылетал из втулки вместе с головкой фиксатора, то есть для удержания штока и завода штока в корпус исполнительного устройства.

Уравнение момента на оси заслонки создаваемое пружиной

$$M_{п} = P_{п} * r, \text{ Н-м} \quad (3.46)$$

Соответственно, это будет момент, закрывающий заслонку:

$$M_{п} = 23,3 * 0,038 = 0,885, \text{ Н-м}$$

4 РАСЧЕТНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчет элементов конструкции

Расчёт моментов инерции, приведённых к оси воздушной заслонки.

Определим момент инерции } подвижных деталей привода воздушной заслонки, приведённый к оси заслонки:

$$J=(J_0+J_3+J_p)+(m_{ш}+m_p+m_n)*R^2 \quad (4.1)$$

где J_0 - момент инерции оси заслонки, относительно её оси вращения;

J_3 и J_p - соответственно моменты инерции заслонки и рычага, приведенные к оси заслонки;

$m_{ш}$ m_p m_n - соответственно массы штока фиксатора, пружины и рычага.

В общем случае момента инерции тела массой M выражается интегралом по объёму V :

$$J=\int r^2 dm = \rho \int r^2 dV; \quad (4.2)$$

Где ρ -плотность тела

Для цилиндрических сплошных валов диаметром d :

$$J_0=\rho J_p l = \rho \frac{\pi}{32} \cdot d_o^4 \cdot l; \quad (4.3)$$

Для воздушной заслонки , выполненной в форме круга диаметром D и толщиной h :

$$J_3=\rho J_x h = \rho \frac{\pi D^4}{64} h; \quad (4.4)$$

Для рычага заслонки выполненного в виде прямоугольника шириной b , высотой h и толщиной I :

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$J_p = \rho \frac{b \cdot h^3}{3} l \quad (4.5)$$

Пусть шток фиксатора представляет собой цилиндрическое тело из стали с диаметром $d_{ш} = 6$ мм и длиной $L_{ш} = 37$ мм. Тогда масса штока составит:

$$m_{ш} = \rho \cdot V = \rho \frac{\pi d_{ш}^2}{4} \cdot l_{ш} = 7800 \frac{\pi \cdot 0,006^2}{4} \cdot 0,037 = 0,008 \text{ кг} \quad (4.6)$$

Масса рычага из листа стали толщиной 5 мм и длиной 70 мм:

$$m_p = \rho \cdot b \cdot h \cdot l = 7800 \cdot 0,07 \cdot 0,005 \cdot 0,016 = 0,044 \text{ кг} \quad (4.7)$$

Примем в массу пружины массу головки фиксатора, шплинта, втулки Фиксатора:

$$m_n = 0,021 \text{ кг}$$

Тогда, согласно уравнению (2.21) получим

$$J = \left(7800 \frac{\pi}{32} \cdot 0,006^4 \cdot 0,089 + 7800 \frac{\pi}{64} \cdot 0,062^4 \cdot 0,002 + 7800 \frac{0,016 \cdot 0,005}{3} \cdot 0,07 \right) + (0,008 + 0,044 + 0,021) \cdot 0,038 = 0,017 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (4.8)$$

На основании принятых допущений уравнение 2.19 можем записать в виде:

$$\varphi \leq \frac{M_n}{J} = E \quad (4.9)$$

4.2 Обоснование графиков результатов испытания двигателя

На основании лабораторных исследований, было установлено, что время остановки двигателя Д- 240 МТЗ колеблется от 3,1 до 4,2 секунд (на холостом ходу). Так как при помощи маховика осуществляются вывод деталей кривошипно-шатунного механизма из мёртвых точек, накопление во время такта расширения кинетической энергии, необходимой для вращения коленчатого вала течения трёх подготовительных тактов, уменьшение неравномерности вращения коленчатого вала. Маховик за счёт запасённой им энергии облегчает работу двигателя при разгоне машинно-тракторного агрегата и преодолении кратковременных перегрузок. Увеличение числа цилиндров снижает неравномерность вращения коленчатого вала, поэтому чем больше цилиндров имеет двигатель, тем легче его маховик. Количество кинетической энергии, которое запасает маховик, повышается с увеличением частоты его вращения, следовательно, чем быстрее вращается двигатель, тем легче его маховик [22]

Определим условное среднее давление механических потерь:

$$P_{м.п.} = a + b \frac{S \cdot n}{30}, \text{ МПа} \quad (4.10)$$

где S — ход поршня, м.

n - число оборотов коленчатого вала.

Мощность механических потерь:

$$N_{м.п.} = \frac{P_{м.п.} \cdot V_{ци} \cdot n}{30 \cdot \tau}, \text{ кВт}, \quad (4.11)$$

где $V_{ци}$ — объём цилиндров двигателя

τ - время остановки двигателя

Часовой расход топлива:

$$G_T = g_i \cdot N_i, \text{ кг/ч} \quad (4.12)$$

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Где g_i удельный индикаторный расход топлива, г/ кВт ч

N_i – средняя индикаторная мощность, $N_i = N_{м.п}$

Расчеты занесем в таблицу 4.2

Таблица 4.2. - Результаты испытаний двигателя Д-240

	Частота вращения коленчатого вала				
	1400	1600	1800	2000	2200
Рм.П.	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
Нм.П.	9,4	10,1	11,1	12,5	13,8
G_T	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6
τ	3,1	3,5	3,8	4	4,2

В приложении указана подробная характеристики холостого хода двигателя Д - 240.

Из таблицы видно, что с увеличением числа оборотов коленчатого вала увеличивается время остановки двигателя, условное давление механических потерь и мощность механических потерь.

Мощность, развиваемая в цилиндре двигателя, не может быть полностью использована для выполнения полезной работы. Часть этой мощности расходуется на трение в сопряженных движущихся деталей двигателя и приведение в действие вспомогательных механизмов и систем. Этим обуславливается мощность механических потерь.

При малой частоте вращения коленчатого вала мощность двигателя невелика. По мере увеличения частоты вращения коленчатого вала среднее эффективное давление увеличивается за счёт улучшения условий сгорания смеси. Однако, этот рост по мере дальнейшего увеличения частоты вращения начинает замедляться вследствие уменьшения среднего эффективного давления за счёт уменьшения коэффициента наполнения и увеличения механических потерь.

Механические потери уходят на преодоление сопротивления в механизмах трансмиссии.

Часовой расход топлива G_T пропорционален частоте вращения и коэффициенту наполнения. При уменьшении коэффициента наполнения часовой расход топлива начинает падать.

Процесс впуска в двигателях предназначен для наполнения цилиндра горючей смесью в двигателях с внешним смесеобразованием или одним воздухом - в двигателях с внутренним смесеобразованием.

Основой этого процесса является создание условий, при которых в цилиндр двигателя будет введено наибольшее возможное количество горючей смеси или воздуха. В этом случае при хорошем протекающем процессе сгорания можно увеличить мощность двигателя и улучшить его экономичность.

Количество горючей смеси или воздуха, поступающее в цилиндр за время его наполнения, зависит от ряда факторов, основными из которых являются: гидравлическое сопротивление трубопроводов при впуске и выпуске; подогрев горючей смеси или воздуха от соприкосновения с горячими деталями двигателя.

Качество процесса впуска принято определять по величине коэффициента наполнения. Коэффициентом наполнения η_v называют отношение действительного количества свежего заряда, поступившего в цилиндр двигателя, M_1 к тому количеству, которое могло бы заполнить рабочий объем V_n при давлении и температуре окружающей среды M_0 $\eta_v = M_1/M_0$.

На коэффициент наполнения влияют следующие факторы: коэффициент остаточных газов γ_r , зависящий от величины степени сжатия E и отношения давления P_r/P_a ; степени понижения давления в цилиндре к концу хода наполнения P_r/P_a и величины подогрева поступившей горючей смеси или воздуха P_0 от нагретых внутренних поверхностей цилиндра.

Из опытных данных известно, что коэффициент наполнения практически при изменении степени сжатия и меняются условия протекания наполнения цилиндра двигателя, но при этом влияние отдельных факторов на η_v взаимно компенсируется.

Для увеличения коэффициента заполнения необходимо увеличить диаметр цилиндра, что даёт возможность разместить клапаны большего диаметра, которые позволят уменьшить скорость заряда при впуске. Повышение η_v может быть достигнуто за счёт применения клапанов с верхним расположением и правильным выбором фаз газораспределения. Величина η_v при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей максимальной мощности двигателя колеблется в пределах у дизельных двигателей 0,75 - 0,9 [5].

Для увеличения коэффициента заполнения необходимо увеличить диаметр цилиндра, что даёт возможность разместить клапаны большего диаметра, которые позволят уменьшить скорость заряда при впуске. Повышение η_v может быть достигнуто за счёт применения клапанов с верхним расположением и правильным выбором фаз газораспределения. Величина η_v при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей максимальной мощности двигателя колеблется в пределах у дизельных двигателей 0,75 - 0,9 [5].

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности- это наука о сохранения здоровья и безопасности человека в среде обитания, призванная: 1)выявлять опасные и вредные факторы, 2) разработать методы и средства защиты человека опасных и вредных факторов.

В Российской Федерации ежегодно случаются 150-180 тысяч несчастных случаев, в том числе производственных около 8 тысяч. Травмируется 140-150 тысяч человек.

при подготовке трактора к работе. Запрещается пускать в работу трактор с неисправными или плохо отрегулированными механизмами, в особенности рулевым механизмом, тормозом и механизмами ходовой системы, муфты сцепления. Нельзя допускать посторонних лиц к пуску двигателя, доверять им управление трактором. Перед пуском двигателя следует убедиться в том, что рычаг коробки передач стоит в нейтральном положении. Запрещается производить пуск перегретого двигателя. При прицепке или навеске орудий надо подъезжать к ним задним ходом па малой скорости и без рывков. При этом между трактором и орудием не должно быть никого. Все операции технического ухода можно проводить только при неработающем двигателе. Нельзя находиться под трактором при работающем двигателе. Запрещается находиться под навесной машиной, поднятой в транспортное положение. Во время работы на тракторе. Перед троганием с места надо убедиться в отсутствии людей между трактором и агрегатируемой машиной и впереди трактора. Во время движения запрещается сходить с трактора и садиться на него, переходить с трактора на сельскохозяйственную машину и обратно. При поворотах убедиться, что нет людей или препятствий в пределах досягаемости навесного орудия. Воспрещается очень круто поворачивать трактор. Нельзя переезжать железнодорожные пути в неразрешенных местах, а также при приближении поезда, при открытом семафоре и на большой скорости. Не следует уходить от трактора, не заглушив двигатель. При одновременном переезде нескольких агрегатов рекомендуется выдерживать интервал между ними не менее 20 м. Соблюдать правила

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

безопасности работы с приводным шкивом и валом отбора мощности. Запрещается открывать без рукавиц или тряпок крышку радиатора неохлажденного двигателя. При отъеме крышки нужно держать лицо как можно дальше от горловины радиатора и стоять не против ветра. Соблюдать осторожность при спуске горячей воды из системы охлаждения. При переездах через мосты, плотины, броды и т. д. нужно предварительно убедиться в возможности переезда. Кроме этих общих правил, трактористы обязаны строго выполнять все правила техники безопасности, составленные для работы на каждой сельскохозяйственной машине. Правила противопожарной безопасности Подъезжать к месту заправки разрешается только с подветренной стороны. Оставлять трактор на месте заправки запрещается. Чтобы избежать взрывов, запрещается отвертывать пробки железных топливных бочек ударами металлических предметов и подходить с открытым пламенем к бочкам или баку трактора. Не допускается работа без искрогасителя на тракторе при уборке урожая. Нельзя допускать работу системы электрооборудования с неисправными контактами и проводами» Запрещается работать на тракторе или находиться около него во время грозы. Промасленную одежду и обтирочный материал хранят вдали от огня. В случае воспламенения топлива пламя нужно засыпать песком, землей, прикрывать войлоком или брезентом.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Работа посвящена разработке устройства, защищающего двигатель в аварийной ситуации (снижение или отсутствие давления масла, а также превышение температуры воды и масла). Устройство автоматически прекращает подачу воздуха в цилиндры двигателя останавливает его и тем самым предотвращает аварию, выход двигателя из строя. Устройство устанавливается на впускной патрубке, идущий от воздухоочистителя к впускному коллектору.

Предполагаемое устройство характеризуется простотой конструкции, надёжностью работы, позволяет осуществлять автоматическую остановку двигателя и предотвращать аварии по названным выше причинам.

По данным инженерной службы СТО ремонт двигателя Д-240 ММЗ обходится в 31500 рублей. В него входит: разборка и сборка двигателя, замена коренных и шатунных вкладышей, шлифование коленчатого вала, при необходимости замена поршневых колец.

С целью предотвращения аварий двигателей необходимо каждый двигатель оборудовать предполагаемым устройством. Установка на двигатель системы требует дополнительных затрат, для расчета которых необходимо составить калькуляцию и определить стоимость реконструкции одного двигателя при оснащении его автоматическим устройством для аварийной остановки.

Размер капиталовложений на реконструкцию в расчёте на один двигатель составит:

$$K_{\text{констр}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{изг}} + C_{\text{проч}} \quad (6.1)$$

$$K_{\text{констр}} = 3410 + 624,53 + 2214,69 = 6249,22 \text{ руб}$$

где $C_{\text{пр}}$ - затраты на приобретение деталей:

$$C_{\text{пр}} = \sum N_i \cdot C_i \cdot TP \quad (6.2)$$

$$C_{\text{пр}} = (17 \cdot 2866) 7\% = 3410,5 \text{ руб}$$

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист 59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где N_i - количество i -й детали;

$C_{i,j}$ - цена i -й детали;

ТР - транспортные расходы.

Затраты на приобретение деталей представлены в таблице 6.1.

$C_{изг}$ - затраты на изготовление деталей автоматической системы остановки двигателя:

$$C = K_n \sum C_{xj} \tau_i \quad (6.3)$$

$$C_{изг} = 1,73 \cdot 361 \cdot 1 = 624,53 \text{ руб}$$

где τ - трудоёмкость j -операции, чел-час;

C_x - тарифная ставка работника на выполнение j -операции, руб/час;

K_n - коэффициент начислений на заработную плату.

$$K_n = 1,15 \cdot 1,391 \cdot 1,084 = 1,73 \quad (6.4)$$

где 1,15- уральский коэффициент;

1,391 - ЕСН и налог на доходы физических лиц;

1,084 - резерв начислений на отпуск.

Затраты на изготовление деталей представлены в таблице 6.2.

$C_{проч}$ - прочие расходы, принимаем равными 60% от затрат на приобретение и изготовление:

$$C_{проч} = 0,6 \cdot (C_{пр} + C_{изг}) \quad (6.5)$$

$$C_{проч} = 0,6 \cdot (3066,62 + 624,53) = 2214,69 \text{ руб}$$

Занесем данные в таблицу

Таблица 6.1 Затраты на приобретение деталей

Наименование детали	Ед. измерения	Кол-во	Цена за 1 ед.	Сумма, руб.
1.Корпус	шт	1	900	900
2.Заслонки	шт	2	145	290
3.Рычаг оси	шт	1	100	100
4.Ось заслонки	шт	1	90	90
5.Головка фиксатора	шт	1	118	118
6.Шток фиксатора	шт	1	85	85
7.Втулка оси	шт	1	54	54
8.Втулка фиксатора	шт	1	86	86
9.Втулка оси (с буртиками)	шт	1	63	63
10.Реле электромагнитное	шт	1	700	700
11 .Пружина	шт	1	80	80
12.Пружина (фиксатора)	шт	1	60	60
13.Метизы	шт	4	60	240
Итого: 2866				
Транспортные расходы 7% 200,62				
Всего: 3066,62				

Таблица 6.2 Затраты на изготовление деталей автоматической системы защиты двигателя

Виды работ	Трудоемкость чел/час	Часовая тарифная ставка, руб/час	Затраты, руб
1.Заготовительные	1	51,0	51
2.Инструментальные	1	51,0	51
3.Фрезерные	1	51,0	51
4.Сверлильные	1	51,0	51
5.Токарные	1	54,0	54
6.Шлифовальные	1	58,0	58
7.Сборочные (слесарно сборочные)	1	45,0	45
Итого: 361			

Наименование деталей	Количество деталей (комплектов)	Цена, руб.	Сумма
1. Поршней комплект	1	12000	12000
2. Кольца	1	3500	3500
3. Поршневые пальцы	1	1500	1500
4. Вкладыши	1	4800	4800
5. Сальники	1	970	970
7. Прокладка поддона	1	460	460
8. Прокладка головки блока	1	400	400
Итого:			
Транспортные расходы 7%			1654,1
Всего: 23630			

Таблица 6.3 Затраты на изготовление деталей и комплектующих двигателя

Вид работ	Трудоемкость чел/час	Часовая тарифная ставка	Сумма на оплату труда
1. Заготовительная	4	51	204
2. Инструментальная	2	51	102
3. Разметочная	4	51	204
4. Шлифованья	12	51	204
5. Слесарная	8	54	432
6. Сборочная	4	45	180
Итого:			1326

$$C_{\text{опл}} = C_x K_y \sum H \quad (6.6)$$

$$C_{\text{опл}} = 1326 \cdot 1,15 \cdot 1,391 = 2121,13 \text{ руб}$$

где $C_{\text{опл}}$ - оплата труда с начислениями;

C_x - затраты на изготовление деталей и комплектующих двигателя;

K_y - уральский коэффициент.

Накладные расходы составляют 17% от затрат на детали и комплектующие $23630 \cdot 0,17 = 4017$ руб.

Таблица 6.4 Статьи расходов

Статьи расходов	Затраты руб.
Детали и комплектующие	23630
Оплата труда с начислениями	2121,13
Накладные расходы	4017
Итого:	23768,13

При внедрении данной системы аварийной остановки двигателя получаем снижение себестоимости ремонта одного двигателя на 10%.

$$\Delta C = 0,1 \text{ CP} = 0,1 \cdot 23768 = 2376,8 \text{ руб.}$$

Определим срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_0 = K_k / \Delta C = 6249,22 / 2376,8 = 2,6 \quad (6.7)$$

Рассмотрев экономическую часть проекта можно сделать следующие выводы:

– Данное устройство для автоматической остановки двигателя при аварийных ситуациях позволяет вовремя остановить двигатель, выявить неисправность и устранить её. Исключаются и более серьёзные поломки двигателя, удастся избежать дополнительных затрат на ремонт двигателя.

– Предлагаемая конструкция окупается за 2,6 года. Данная система автоматической остановки двигателя позволяет водителю более комфортно себя чувствовать и больше внимания уделять работе, что способствует повышению уровня безопасности труда. Уменьшается утомляемость водителя

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании теории массового обслуживания, с учетом стоимости простоев транспортных средств и затрат на содержание поста, обосновано экономически целесообразное количество постов. Таким образом, обоснованное количество постов минимизирует затраты связанные с простоем автомобиля в очереди и на содержание постов. Следствием этого является снижение затрат и получение прибыли от деятельности предприятия.

Энергонасыщенность современных тракторов и автомобилей неуклонно растёт как за счёт формирования по частоте вращения так и по среднему эффективному давлению. Используемые на тракторах средства для контроля за работой систем двигателя являются сигнализирующими. Системы же автоматической остановки используются только на мощных судовых, тепловозных двигателях и дизельных генераторах.

Разработанная система автоматической остановки двигателя позволяет без вмешательства водителя остановить двигатель в аварийной ситуации путём перекрытия воздушной заслонки впускного такта двигателя.

При использовании разработанной системы автоматической защиты, остановка двигателя происходит за 3,1-4,2 с. Это исключает появление существенных поломок деталей двигателя и увеличивает конструктивную безопасность.

Разработаны правила техники безопасности при работе с трактором.

Возможный экономический эффект, при внедрении разработанной системы автоматической остановки двигателя, составляет 2376 рублей на один двигатель.

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлин, А.С., Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей/ Орлин А.С., Круглов М. Г - Москва Издат-ство.:Машиностроение, 1990 - 288 с.:, ил.
2. Васильев, Ю. А., Романов Н. А. Проектирование рабочих мест на АТП и СТОА. Приложение к методическим указаниям по выполнению курсового проекта «Технологическое проектирование АТП и СТОА». Челябинск 1999г.
3. Агеев, А.Е . Сверхмощные тракторы сельскохозяйственного назначения./ Агеев А.Е -Л.:г.Москва, издат-ство Агропромиздат, 1981 -415 с,
4. Взоров, Б.А.. Тракторные дизели/ Взоров Б.А.: г.Москва. Издат-ство Машиностроение, 1981 - 535 с, .
5. Лопатина, О.Ф. Экономика сельского хозяйства. - / Лопатина О.Ф., Оболевский К.П. Москва. Издат-ство: Экономика, 1977 - 367 с.
6. Вайштейн, М.А . Дизели. / Вайштейн, М.А., Иванченко, Н.В., Москва- Л.:Издат-ство Машиностроение 1977-480 с,
7. Зотов, Б. И.,Безопасность жизнедеятельности на производстве./ Зотов Б. И., Курдюмов В. И., Москва.:Издат-ство КолосС, 2003. - 432 с.:, .
8. Анурьев, В.И.. Справочник конструктора машиностроителя/ Анурьев В.И. - Москва.:издат-ство Машиностроение, 1978-559с.
9. Госсе, Н.П. Каталог-справочник/ Госсе Н.П.,. Кислухин С.В. Москва. Издат-ство Машиностроение, 1966 г.
10. Гольдин, В.А. Электрооборудование автомобилей./ Гольдин В.А Москва , издат-ство Транспорт, 1983 г.234с
11. Гузенков, П.Г.. Детали машин/ Гузенков П.Г. Москва, Издат-ство Машиностроение, 1982 - 559 с, .
12. Анурьев, В.И.. Справочник конструктора машиностроителя/ Анурьев В.И, книга 2. -Москва.:Издат-ство Машиностроение, 1973 - 415 с,

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист 65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

13. Зубова, Е.В. Методические указания техникоэкономические показатели дипломного проекта. Москва. ФГОУ ВПО 2004г. 375с

14. Методические указания к выполнению работы по курсу «Основы теории, конструкций и расчёта автотракторных двигателей». -Челябинск, 1979г.

15. Гуревич, А.М.. Тракторы и автомобили Гуревич А.М., Сорокин Е.М / .Москва, Издат-ство М.: Колос 1979-479 с, ил.

16. Кутьков, Г. М.. Тракторы и автомобили/ Кутьков Г. М. - Москва: Издат-ство КолосС, 2004. - 504 с:

17. Чижков, Ю. П., Электрооборудование автомобилей./ Чижков Ю. П.,. Акимов С.В Москва.: Издат-ство «За рулём», 1999 - 384 с,

18. Роговцев, В.Л.. Автомобили и тракторы/ Роговцев В.Л. - Москва: издат-ство Транспорт, 1986 - 311 с,

19. Табель оборудования и оснастки для станций технического обслуживания автомобилей. -Москва..ГОСНИТИ, 1976г.

20. Юхименко, В.Ф. безопасность транспортных средств/ Юхименко В.Ф. Яценко А.А.. Владивосток, Издат-ство ВГУЭС 2009, 205с

21. Баженов, Ю.В. основы теории надежности машин / Баженов Ю.В. Владимир ,издат-ство МИР, 2006, 287с

22. ГОСТ 12709-67 Дизели стационарные, судовые и тепловозные. Системы автоматического регулирования температуры и терморегуляторы) Госстандарт России, 19.04.1993

23. ГОСТ 9389-75 Проволока стальная углеродистая пружинная УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета стандартов России от 17.07.94 N 1830

24. ГОСТ 13769-86 пружины винтовые цилиндрические сжатия 1 класса, разряда 4 из стали круглого сечения УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета России по стандартам от 19.12.93

					ЮУрГУ 23.03.2019.029.00.00	Лист 66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		