

На правах рукописи



Данилов Юрий Игоревич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ
ПО ТЕМПЕРАТУРЕ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ**

Специальность: 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания
в сельском хозяйстве

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань – 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Научный руководитель доктор технических наук, профессор
Денисов Александр Сергеевич.

Официальные оппоненты: **Картошкин Александр Петрович,**
доктор технических наук, профессор, ФГБОУ
ВО «Санкт-Петербургский государственный
аграрный университет», кафедра
«Автомобили, тракторы и технический
сервис», заведующий кафедрой;
Курбаков Иван Иванович,
кандидат технических наук, ФГБОУ ВО
«Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева», кафедра «Мобильных
энергетических средств» Института
механики и энергетики, старший
преподаватель.

Ведущая организация ФГБНУ «Российский научно-
исследовательский институт информации и
технико-экономических исследований по
инженерно-техническому обеспечению
агропромышленного комплекса»

Защита диссертации состоится «4» октября 2016г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д220.057.03, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» по адресу: 390044, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1, зал заседаний диссертационных советов.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», на сайте ФГБОУ ВО РГАТУ: <http://www.rgatu.ru> и сайте Минобрнауки РФ <http://vak.ed.gov.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета доктор технических наук, доцент



А.В. Шемякин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В сельском хозяйстве наметилась тенденция старения парка сельскохозяйственных машин, объясняемая состоянием экономики страны. Затраты на поддержание работоспособности двигателей превышают стоимость новых, достигают 12...15% себестоимости перевозок, до 30% из которых приходится на их технические обслуживания (ТО) и ремонты. При этом двигатели попадают в капитальный ремонт (КР) с не использованным на 35...45% ресурсом, что обусловлено несовершенством планово-предупредительной системы ТО и ремонта двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и несовершенством подхода к диагностированию.

Работа выполнялась в соответствии с НИР и программой по основным научным направлениям ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А.» – 12В «Разработка научных основ конструирования, технологий перевозок, обеспечения надежности и безопасности автотранспортных средств, строительных и дорожных машин».

Степень разработанности темы. В настоящее время диагностирование цилиндропоршневой группы (ЦПГ) ДВС осуществляется несколькими устройствами и способами. Самым распространенным устройством является компрессометр для измерения давления в камере сгорания, недостатком которого является высокая погрешность измерения (до 10%). Измерение пневмотестером расхода картерных газов используется при общей оценке ЦПГ, но имеются недостатки – не учитывающие утечку газов через сальниковые уплотнения. Виброакустический и органолептический методы дают предварительную оценку о техническом состоянии ЦПГ ДВС, но являются малоинформативными и субъективными. Трибодиагностика спектрометрами отличается точностью количественной оценки продуктов износа в моторном масле, но устройство и способ диагностики отличается высокой стоимостью и трудоемкостью. Все эти устройства и способы диагностики не учитывают очень важный, но теоретически не достаточно обоснованный параметр технического состояния ЦПГ – температуру в камере сгорания, который оказывает значительное влияние на точность и информативность диагностической информации. Поэтому, одной из задач исследования является разработка диагностического устройства ЦПГ по температуре в камере сгорания.

Цель исследований. Обеспечение работоспособности дизельного двигателя по результатам диагностирования.

Объект исследований. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания.

Предмет исследования. Закономерность изменения температуры в камере сгорания двигателя внутреннего сгорания в процессе эксплуатации.

Задачи исследования:

1. Теоретически обосновать способ диагностирования ЦПГ по температуре в камере сгорания ДВС.
2. Разработать устройство для диагностирования ЦПГ по температуре в камере сгорания.
3. Провести экспериментальные исследования диагностического устройства с обоснованием периодичности его использования.
4. Определить экономический эффект предлагаемых разработок.

Научная новизна диссертационной работы:

- математическая модель изменения температуры в камере сгорания без воспламенения в зависимости от износа гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца;
- обоснование проведения диагностирования, позволяющее снизить затраты на поддержание работоспособности ДВС за весь срок службы;
- усовершенствованный алгоритм и технология диагностирования ЦПГ с использованием предложенного диагностического параметра и средства его измерения.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретически и экспериментально определены интервальные (номинальное, допустимое, предельное) значения температуры в камере сгорания в зависимости от технического состояния сопряжения «поршень-кольцо-гильза» - износа гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца ДВС КАМАЗ-740.11-240.

Обоснован диагностический параметр – температура в камере сгорания без воспламенения, обладающий однозначностью, чувствительностью, стабильностью и высокой информативностью.

Усовершенствован алгоритм диагностирования ЦПГ с разработанным устройством, обеспечивающий работоспособность своевременным ремонтом по результатам проведения диагностирования.

Рекомендации по совершенствованию алгоритма диагностирования ДВС для своевременного ремонта использовались при эксплуатации двигателей в ОАО «Совхоз-Весна», ОАО «Алтаец», а также при доводке и испытаниях в ПАО «КАМАЗ».

Методология и методы исследования. Исследования выполнены с использованием известных положений теории двигателей внутреннего сгорания, анализа методов и средств их диагностирования, а также, теоретических основ технической эксплуатации автомобилей, позволяющих усовершенствовать диагностический параметр, характеризующий техническое состояние ЦПГ. Экспериментальные исследования выполнены в соответствии со стандартными методами моторных и эксплуатационных испытаний.

Положения, выносимые на защиту:

- аналитические зависимости определения температуры в камере сгорания от технического состояния сопряжения «поршень-кольцо-гильза»;
- результаты экспериментальных исследований устройства диагностики;
- рекомендации по поддержанию ЦПГ ДВС в работоспособном состоянии по результатам диагностирования с использованием разработанного устройства;
- технико-экономические показатели результатов исследования.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность научных положений подтверждена достаточной сходимостью теоретических и экспериментальных данных, подтвержденных теоретическими исследованиями и практической реализации разработки в стендовых и производственных условиях. Усовершенствованный алгоритм диагностирования ЦПГ и устройство диагностики прошли производственную проверку и приняты к внедрению в ПАО «КАМАЗ» (г. Набережные Челны), ОАО «Алтаец», ОАО «Совхоз-Весна» (Саратовская область).

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях Саратовского ГТУ имени Гагарина Ю.А., Саратовского ГАУ, Тюменского ГНГУ, Пензенского ГУАС, Орловского ГТУ, Харьковского НАДУ, Башкирского ГАУ, МАДИ (ГТУ) 2009 – 2015гг, опубликованы в 21 научной работе, в том числе в 8 изданиях, рекомендованных ВАК РФ, патенте РФ на полезную модель.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении отражена актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследований, научная новизна диссертационной работы. Приведены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе «Состояние вопроса и задачи исследования» рассматриваются вопросы обеспечения работоспособности и способы диагностирования ДВС в России и за рубежом. На основе обзора технической литературы проведен анализ способов диагностирования дизелей, выявлены их достоинства и недостатки. Изучению этого вопроса посвящены работы Ф.Н. Авдонькина, Н.В. Бышова, С.Н. Борычева, Д.С. Буклагина, И.Г. Голубева, А.Л. Горелика, В.Я. Гольяпина, Ю.А. Гурьянова, И.К. Данилова, А.С. Денисова, И.Г. Дынга, Ю.И. Журавлева, Г.С. Игнатьева, А.П. Картошкина, И.И. Курбакова, Г.Д. Кокорева, В.Е. Колпакова, Р.А. Макарова, В.М. Михлина, В.В. Никифорова, Н.С. Пасечникова, В.Г. Рацбаума, Л.В. Тишкина, Т.Ю. Саловой, А.А. Симдянкина, А.В. Соколова, И.П. Терских, И.А. Успенского, В.Ф. Федоренко, С.Ф. Цвида, В.А. Чечета, В.В. Шварца и других ученых. При диагностировании двигателей целесообразно использовать комплекс диагностических устройств и параметров, характеризующих техническое состояние.

Во втором разделе «Теоретическое обоснование совершенствования диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильных двигателей сельскохозяйственного назначения» представлены результаты аналитического исследования зависимости температуры в камере сгорания дизеля КАМАЗ-740.11-240 от технического состояния ДВС. При износе сопряжения ЦПГ «поршень-кольцо-цилиндр» снижается температура в камере сгорания, что ведет к изменению процесса возгорания топливно-воздушной смеси по причине прорыва части смеси в картер двигателя.

По данным профессора Ф.Н. Авдонькина, износ гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца в зависимости от пробега возрастает по затухающей экспоненциальной зависимости:

$$S = S_0 \cdot e^{-bl}, \quad \text{мкм}, \quad (1)$$

где S_0 – износ гильзы цилиндров в конце приработки, приведенный к началу эксплуатации, мкм;

b – коэффициент, характеризующий изменение интенсивности изнашивания на единицу пробега (коэффициент интенсификации изнашивания), 1/тыс. км.;

l – пробег, тыс. км.

С другой стороны, при увеличении зазоров в сопряжении уменьшается температура такта сжатия из-за снижения компрессионных свойств и увеличения утечек. Зависимость износа от температуры в камере сгорания, зависящей от температуры на поверхности трения является весьма сложной, однако, с достаточной для практических целей точностью ее можно принять линейной:

$$S = c \cdot T, \quad \text{мкм} \quad (2)$$

где c – коэффициент, учитывающий изменение износа гильзы цилиндра в поясе остановки верхнего компрессионного кольца на единицу температуры в камере сгорания, мкм/°С;

T – температура в камере сгорания, зависящая от температуры на поверхности трения гильзы цилиндра, °С.

Приравняв уравнения (1) и (2) относительно S получим:

$$c \cdot T = S_0 \cdot e^{-bl}. \quad (3)$$

Окончательно, температура в камере сгорания без воспламенения в зависимости от износа и с учетом утечек и пробега имеет экспоненциальный характер:

$$T = \frac{S_0}{c} \cdot e^{-bl}, \quad \text{°С}. \quad (4)$$

Диагностирование ЦПГ по температуре в камере сгорания без воспламенения позволяет оценить техническое состояние сопряжений.

Для учета утечек использовалось уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$P \cdot V = M \cdot R \cdot T, \quad (5)$$

где P – давление газов в камере сгорания, Па;
 V – объем камеры сгорания, м³;
 M – масса рабочего тела в цилиндре, моль;
 R – универсальная газовая постоянная, Дж/моль·К ($R=8,31$ Дж/моль·К);
 T – температура в камере сгорания, °К.

Определим температуру в такте сжатия в верхней мертвой точке с учетом утечки воздушно-масляной смеси без возгорания. Для этого прологарифмируем уравнение (5):

$$\ln(P \cdot V) = \ln(M \cdot R \cdot T). \quad (6)$$

Раскроем (7) и продифференцируем по температуре:

$$(\ln P + \ln V)' = (\ln M + \ln R + \ln T)' \quad (7)$$

Производная функции (7) будет иметь вид:

$$\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dt} + \frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{1}{M} \cdot \frac{dM}{dt} + 0 + \frac{1}{T} \cdot \frac{dT}{dt}. \quad (8)$$

Умножив равенство (8) на dt , получим дифференциальное уравнение изменения температуры в камере сгорания, учитывающее утечки через замки поршневых колец из-за износа гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца:

$$\frac{dT}{T} = \frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} - \frac{dM}{M}. \quad (9)$$

Тепловой расчет выполнялся в MatLab по формуле:

$$T_{к.с.} = T \cdot \varepsilon^{n_1-1}, \text{ К} \quad (10)$$

где $T_{к.с.}$ – температура газов в камере сгорания, °К;

ε – степень сжатия;

n_1 – показатель политропы сжатия (для дизелей $n_1=1,36$).

Степень сжатия:

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_x}, \quad (11)$$

где V_a – объем цилиндра и камеры сгорания, л ($V_a = 1,357$ л);

V_x – объем камеры сгорания и цилиндра при переменном угле поворота коленчатого вала, л:

$$V_x = \frac{\pi d^2 \cdot S_x}{4} + V_{к.с.}, \quad (12)$$

где S_x – перемещение поршня по углу поворота коленчатого вала ($S_x = 1 - \cos \varphi + \lambda/4(1 - \cos 2\varphi)$, здесь λ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна), $V_{к.с.}$ – объем камеры сгорания.

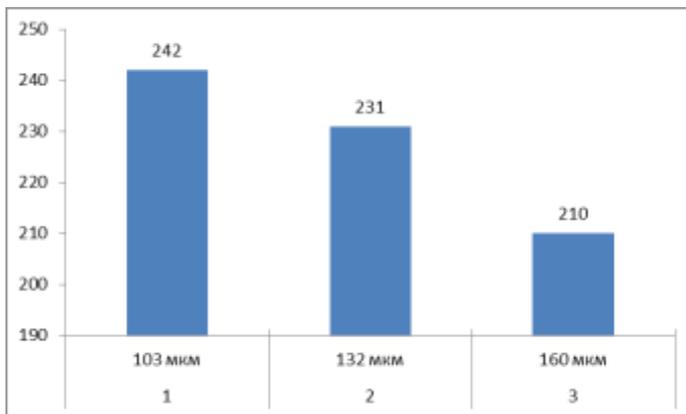
Окончательно, расчетная формула:

$$T_{к.с.} = \left(\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} - \frac{dM}{M} \right) \cdot \left(\frac{V_a}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot \left(1 - \cos \varphi + \frac{\lambda}{4}(1 - \cos 2\varphi) \right) + V_{к.с.}} \right)^{0,36} \quad (13)$$

Результаты теплового расчета без воспламенения топливо–воздушной смеси дизеля КАМАЗ 740.11-240 приведены на рисунке 1: 1 – для ДВС с номинальным значением диагностического параметра; 2 – для ДВС с допустимым значением диагностического параметра; 3 – для ДВС с предельным значением диагностического параметра.

Таким образом, проведенные аналитические исследования показывают, что использование температуры воздушно-масляной смеси в камере сгорания без воспламенения учитывает основные факторы, обуславливающие техническое состояние цилиндропоршневой группы. Теоретические расчеты подтверждены экспериментальными исследованиями, при этом сходимость составляет 95%.

T, °C



S, мкм

Рисунок 1 – Температура в камере сгорания ДВС КАМАЗ-740.11-240 от износа гильзы цилиндров в поясе останова верхнего компрессионного кольца (в плоскости качания шатуна): 1 – ДВС с номинальным значением диагностического параметра; 2 – ДВС с допустимым значением диагностического параметра; 3 – ДВС с предельным значением диагностического параметра

В третьем разделе «Методика экспериментального исследования» представлены программа, общие и частные методики экспериментов. Программа работ включала лабораторные и стендовые испытания. При этом экспериментально измерялось давление манометром, размещенным в верхней части устройства и герметично связанным с камерой сгорания каналом. Температура в камере сгорания измерялась встроенной в устройство виброустойчивой термопары модели ТХА-К.305-2-2-1-С10-3-10/900 (диапазон измерений: $-40...+900^{\circ}\text{C}$) и преобразованием сигнала - измерителем технологическим, одноканальным модели Б-ИТ-УН-И, заводской №10170, изготовленным Ижевским заводом ОАО НПО «Вакууммаш». В момент поворота кривошипа коленчатого вала на такте сжатия достигается максимальное среднее значение измеряемых величин – давления и температуры. Испытания проводились в лаборатории кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» СГТУ имени Гагарина Ю.А. на двигателе №028874,

а также в лаборатории испытаний Завода двигателей ПАО «КАМАЗ» на двигателе № 045782. Испытательный стенд укомплектован приборами: компрессометром, пневмотестером, анализатором герметичности цилиндра, термопарой.

Эксплуатационные исследования проводились в ОАО «Автоцентр КАМАЗ» г. Саратова по двигателям КАМАЗ-740.11-240 трех групп: не отремонтированные (25 единиц); прошедшие КР (22 единицы); прошедшие по результатам диагностирования ТР (21 единица). Система сбора и обработка информации соответствовала требованиям ГОСТ17509-2003, методика стендовых испытаний по плану испытаний - ГОСТ 14846-2003. Сбор статистических данных по наработке на отказ деталей ЦПГ проводили в отделе рекламаций ОАО «Автоцентр КАМАЗ» г. Саратова.

В четвертом разделе «Разработка средства диагностирования ДВС» представлено теоретическое обоснование возможности диагностирования по температуре в камере сгорания на дизеле без воспламенения, как показателя более точного и информативного, что позволило разработать устройство и алгоритм диагностирования. Разработанное устройство для определения износа цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания, включающее блок регистрации и обработки информации, связанное с термопарой, закрепленной на корпусе с возможностью размещения термопары в камере сгорания двигателя, при этом соединение корпуса устройства с камерой сгорания двигателя выполнено герметично (патент на полезную модель №95827).

Общий вид устройства для диагностирования ЦПГ представлен на рисунке 2. Устройство содержит термопару 1, закрепленную в корпусе 2. В качестве корпуса может быть использован корпус штатной форсунки ДВС, что обеспечивает легкоъемное, но герметичное крепление к двигателю. При этом термопара крепится к части корпуса устройства, находящейся в камере сгорания 3 ДВС.

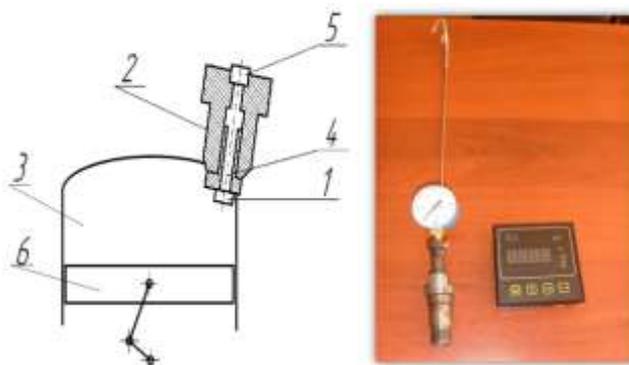


Рисунок 2 – Устройство для диагностики ЦПГ: 1 – термопара; 2 – корпус; 3 – камера сгорания; 4 – канал; 5 – блок регистрации; 6 – поршень

Термопара 1 с помощью подсоединенного к ней провода, связана с

блоком регистрации 5, размещаемом в любом удобном для обозрения месте (рисунок 2). Блок регистрации включает цифровой преобразователь сигнала от термопары в единицы температуры с точностью измерения до $0,1^{\circ}\text{C}$. На место форсунки устанавливают устройство диагностирования, введя термопару в камеру сгорания ДВС без соприкосновения с деталями двигателя. При диагностике, прогретый до рабочих температур двигатель КАМАЗ запускают в режиме холостого хода (850 мин^{-1}). Установлено, что на прогретом ДВС, в зависимости от величины износа сопряжения «поршень-кольцо-гильза», воздушно-масляная смесь имеет температуру от 205 до 242°C .

Результаты изменения температуры в камере сгорания без воспламенения (диагностический параметр) в зависимости от пробега и износов гильз цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Связь диагностического параметра – температуры в камере сгорания, пробега со структурным – износом гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца

T, °C	238-242	234-237	228-231	221-224	210-212
L, тыс. км.	105	117	141	148	163
S, мкм	98-103	113-115	129-132	143-146	158-160

Установлено, что предельное состояние цилиндропоршневой группы наступает при температуре в камере сгорания 210°C (без воспламенения), что соответствует величине износа гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца 160 мкм . Распределение значений диагностического параметра позволило определить коэффициенты экспоненциального закона изменения температуры в камере сгорания от износа гильзы цилиндра. Температура в камере сгорания без воспламенения от пробега ДВС экспоненциально убывает (рисунок 3). Исследовалась вероятность работы двигателей по температуре в камере сгорания. За основу взят предельный износ гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца. Наблюдение в эксплуатации проводилось за 63 ДВС в ОАО «Автоцентр КАМАЗ» (г. Саратов).

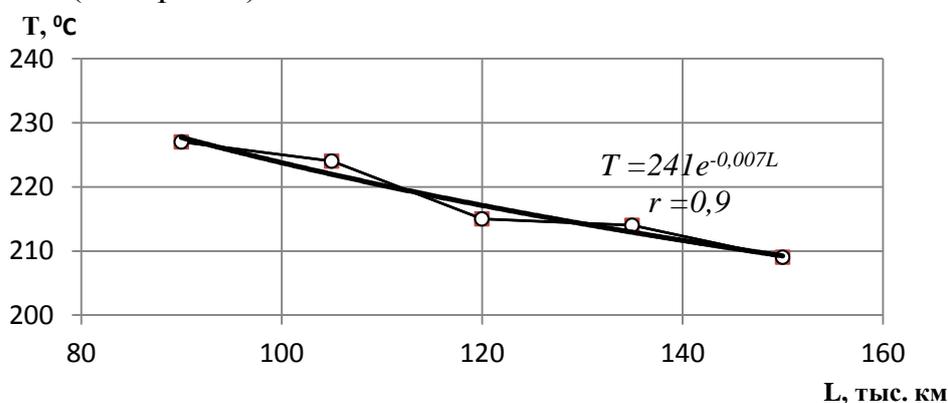


Рисунок 3 – Зависимость температуры в камере сгорания

без воспламенения от пробега

Для анализа связи диагностического показателя (температуры в камере сгорания) и структурного (износ гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца) проводились эксплуатационные и лабораторные испытания. На основе измерений получены величины параметров линейной зависимости диагностического параметра от структурного (рисунок 4), которые характеризуют высокой корреляцией (0,9) аналитических и экспериментальных данных.

В пятом разделе «Анализ результатов экспериментальных исследований» приведены результаты расчета периодичности диагностирования, изменения суммарных удельных затрат, алгоритм диагностирования и расчет экономической эффективности от предлагаемого диагностирования.

Расчет периодичности диагностирования.

Для определения периодичности диагностирования разработанным способом использовался технико-экономический критерий, основанный на минимизации средних суммарных удельных затрат на ТО и ТР за весь срок службы ДВС. Проведенными расчетами установлено, что оптимальная периодичность диагностирования предложенным способом составляет от 24,7 до 25,5 тыс. км. С целью определения влияния промежуточного диагностирования на показатели надежности были проведены экспериментальные исследования двигателей КАМАЗ-740.11-240 двух групп – до КР и прошедших КР. Распределение причин снятия двигателей ДВС (1 группа – 23 единицы, 2 группа – 21 единица) в КР показало, что после КР возрастает количество ДВС, снятых по причинам аварийных отказов, напротив, эксплуатация без КР проведением ТР по результатам диагностирования способствует увеличению ресурса ДВС. Ресурс двигателей, которые проходили диагностирование увеличился на 12...13%, а вероятность безотказной работы ДВС приблизилась к значениям, имеющимся после КР.

Алгоритм и технология диагностирования ДВС КАМАЗ-740.11-240. Усовершенствованный алгоритм диагностирования представлен на рисунке 4 и предусматривает диагностирование существующими и разработанным устройством. Отличается алгоритм проведением диагностической операции 2 разработанным устройством. Пятиугольником на рисунке 2 обозначены подготовительные операции; ромбом – диагностические; прямоугольником – регулировочные и ремонтные, после которых ДВС снова возвращается на следующие диагностические операции и в эксплуатацию.

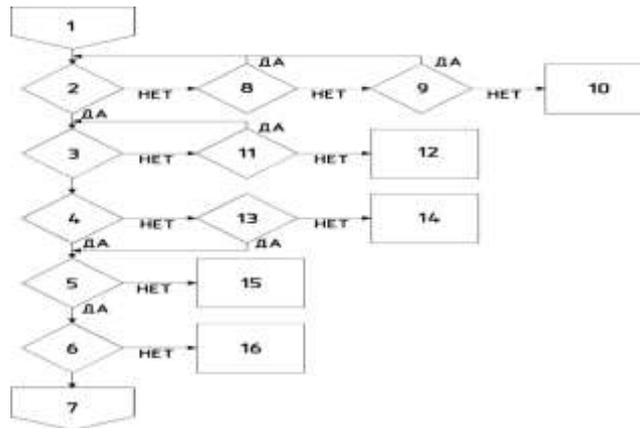


Рисунок 4– Алгоритм диагностирования двигателей КамАЗ-740.11-240: 1 – внешний осмотр, прослушивание ДВС; 2 – температура в камере сгорания; 3 – дымность выхлопных газов; 4 – давление в системе смазки; 5 – прогиб шатунных вкладышей; 6 – суммарное перемещение поршня в ВМТ; 7 – эксплуатация; 8 – герметичность ЦПГ; 9 – зазоры в клапанном механизме; 10 – ТР ЦПГ и газораспределительного механизма; 11 – угол опережения и давление впрыска; 12 – ТР топливной аппаратуры; 13 – производительность масляного насоса; 14 – ТР системы смазки; 15 – ТР шатунных подшипников; 16 – ТР подшипников коленчатого вала со снятием двигателя.

Экономический эффект определялся снижением расходов из-за уменьшения КР двигателей и увеличением расходов на проведение диагностирования, текущие ремонты по результатам ПД. Ориентировочно определена стоимость диагностического устройства – 3800 рублей. Годовой экономический эффект составит 19329 рублей на 1 двигатель в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Теоретически обоснован способ диагностирования цилиндропоршневой группы по новому диагностическому параметру – температуре в камере сгорания без воспламенения. Предложена математическая модель теплового расчета процесса изменения температуры (14) при отсутствии воспламенения в камере сгорания, адаптированная для вычисления на ЭВМ.

2. Разработано устройство для определения износа цилиндропоршневой группы, отличающееся блоком регистрации температуры в герметичной камере сгорания термопарой, представляющее собой корпус форсунки; усовершенствован алгоритм диагностирования, повышающий точность диагностирования на 5,5% по сравнению с существующими способами диагностирования компрессометром. Установлено, что предельное состояние цилиндропоршневой группы наступает при температуре в камере сгорания 210°C, что соответствует износу гильзы цилиндров в поясе остановки верхнего компрессионного кольца 160 мкм.

3. Предложена и обоснована периодичность диагностирования цилиндропоршневой группы ДВС (через ТО-2 или 24 тыс. км.), применение которой, как показали эксплуатационные испытания, увеличивает ресурс двигателей на 12...13% и позволяет обойтись без капитального ремонта за весь срок службы ДВС.

4. Проведенный расчет экономического эффекта показал, что устранение неисправностей по результатам диагностирования с обоснованной периодичностью позволит получить экономический эффект в размере 19329 рублей на один двигатель в год.

Рекомендации производству

1. При проведении ТО-2 алгоритм диагностирования необходимо дополнить измерением через одно ТО-2 температуры в камере сгорания предлагаемым устройством.

2. При диагностировании ЦПГ ДВС следует использовать рекомендации по периодичности и объему работ, а также учитывать табличные значения других диагностических параметров.

Перспективы дальнейшей разработки темы

1. Разработать рекомендации по наличию и количеству устройств диагностики на СТО, БЦТО и других обслуживающих предприятиях в зависимости от их производственной программы.

2. Определить оптимальный перечень диагностических устройств для оценки технического состояния ДВС по ГОСТИрованным диагностическим параметрам.

Положения диссертации и полученные результаты отражены в следующих основных публикациях:

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Данилов, Ю.И. Диагностирование технического состояния двигателей КамАЗ бесконтактным индикатором / Ю.И. Данилов, И.К. Данилов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2008. – №35. – С. 22–26.– ISSN 1999–8341.

2. Данилов, Ю.И. Бесконтактный индикатор технического состояния дизелей / И.К. Данилов, Ю.И. Данилов // Автомобильная промышленность. – 2009. – №10. – С. 31–32. – ISSN 0005–2337.

3. Данилов, Ю.И. Устройство для безразборной оценки износа деталей ЦПГ дизелей / И.К. Данилов, К.Л. Слитников, Ю.И. Данилов, Д.А. Бондарев// Автомобильная промышленность. – 2011. – №8. – С. 27–28.– ISSN 0005–2337.

4. Данилов, Ю.И. Аналитическое обоснование и разработка устройства для оценки износа цилиндропоршневой группы дизелей / И.К. Данилов, К.Л.

Слитников, Ю.И. Данилов // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – №2 (36). – С.15–19.– ISSN 2073–7432.

5. Данилов, Ю.И. Совершенствование планирования эксплуатационно-ремонтных циклов двигателей внутреннего сгорания / Ю.И. Данилов, А.С. Денисов, И.К. Данилов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – №69. – С. 230–234.– ISSN 1999–8341.

6. Данилов, Ю.И. Оценка трудоемкости ремонта ДВС сетевыми методами / И.К. Данилов, К.Л. Слитников, Ю.И. Данилов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – №2(71). – С. 73–75.– ISSN 1999–8341.

7. Данилов, Ю.И. Аналитическое исследование и обоснование комплексной оценки технического состояния ДВС / А.С. Денисов, Ю.И. Данилов // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – №1(44). – С. 11–14.– ISSN 2073–7432.

8. Данилов, Ю.И. Об эффективности промежуточных диагностирований ДВС /Ю.И. Данилов // Известия ТулГУ. Научное издание. Выпуск 6. Часть 1. Тула 2015. С.145–147.

Патенты на изобретения и полезные модели:

1. Устройство для определения износа цилиндропоршневой группы ДВС: пат. № 95827 Рос. Федерация, МПК51 /Данилов И.К., Данилов Ю.И.; заявитель и патентообладатель СГТУ имени Гагарина Ю.А. – №2010104122; заяв. 10.02.2010; опубл. 10.07.2010, Бюл. №19. – 3с.: 1 ил.

В других изданиях:

1. Данилов, Ю.И. Обоснование диагностирования технического состояния ДВС КамАЗ бесконтактным индикатором / Ю.И. Данилов // Молодые ученые – науке и производству: Материалы конференции молодых ученых / Саратовский государственный технический университет – Саратов, 2008. – С. 41–43.

2. Данилов, Ю.И. Диагностика двигателей внутреннего сгорания без разборки /Ю.И. Данилов, К.Л. Слитников, И.К. Данилов // Сборник материалов 9 российской научно-практической конференции – Оренбург, 2009. – С. 14–15.

3. Данилов, Ю.И. Устройство безразборной диагностики двигателя внутреннего сгорания /Ю.И. Данилов // Пятый Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций. Часть 1. – Саратов, 8–10 февраля 2010. – С. 160–161.

4. Данилов, Ю.И. Диагностика без разборки / И.К. Данилов, Ю.И. Данилов // Инновации плюс паблисити: материалы первой Всерос. науч.-техн. конф. / Саратовский государственный технический университет – Саратов, 2010. №3. – С. 9–11.

5. Данилов, Ю.И. Устройство для оценки износа ЦПГ дизелей /И.К. Данилов, Ю.И. Данилов, К.Л. Слитников // Технологические и

организационные проблемы сервиса машин и пути их решения: межвузовский сб. науч. статей. – Саратов: Саратовский гос. техн. университет, 2010. – С.107–109.

6. Данилов, Ю.И. Разработка устройства для оценки износа цилиндропоршневой группы дизелей / И.К. Данилов, Ю.И. Данилов, К.Л. Слитников, А.П. Беликов// Сб. статей 10 всерос. науч.- практич. конф. / Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург, 2011. – С. 64–66.

7. Данилов, Ю.И. Аналитическое исследование и разработка устройства для оценки износа цилиндропоршневой группы дизелей /Ю.И. Данилов // «Молодые ученые за инновации: создавая будущее» Материалы международной научно-практической конференции в рамках Международного интернет-фестиваля молодых ученых 2011. – Саратов, 2011. – С. 62–66.

8. Данилов, Ю.И. Обоснование и разработка устройства оценки износа цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания / И.К. Данилов, К.Л. Слитников, Ю.И. Данилов // Научно-информационное издание: Наука 21 век. 2012. №1.– С. 44–49.

9. Данилов, Ю.И. Обоснование способа и разработка устройства для оценки технического состояния цилиндропоршневой группы ДВС / И.К. Данилов, Ю.И. Данилов, К.Л. Слитников // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы 7 международной научно-практической конференции – Пенза, 2012. – С. 421–425.

10. Danilov, Yu.I. Research and diagnostics of the cylinder piston group diesels / A.S. Denisov, Yu.I. Danilov // Integration processes and innovative technologies – Kharkiv, 2013. P.196–201.

11. Данилов, Ю.И. Обоснование комплексной оценки технического состояния ДВС / А.С. Денисов, Ю.И. Данилов // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. науч. тр. – М.: МАДИ (ГТУ), 2014. – С. 108–113.

12. Danilov, Yu.I. Monitoring Engines Health at Automobile Operating Companies / A.S. Denisov, Yu.I. Danilov, A.P. Belikov// Integration processes and innovative technologies – Kharkiv, 2015. P.167–169.

Данилов Юрий Игоревич

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ ПО
ТЕМПЕРАТУРЕ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ

Автореферат

Подписано в печать 17.08.2016
Бум.офсет. Усл. печ. л. 1,0 (1,0)
Тираж 100 экз.

Формат 60x84 1/16
Уч.-изд. л. 1,0
Заказ 48

ООО «Издательский Дом «Райт-Экспо»
410031, Саратов, Волжская ул., 28
Отпечатано в ООО «ИД «Райт-Экспо»
410031, Саратов, Волжская ул., 28, тел. (8452) 90-24-90