

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



***«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XI ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ***

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***

Астана, 2023

УДК 656+620.9
ББК 39+31
А43

Редакционная коллегия:

Председатель – Курмангалиева Ж.Д. Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н., профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Сакипов К.Е.– заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент; Жакишев Б.А.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент.

А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: XI Международная научно – практическая конференция, г. Астана, 16 марта 2023/Подгот. Ж.Д. Курмангалиева, У.Ш. Кокаев, Т.Т. Султанов – Астана, 2023. – 709с.

ISBN 978-601-337-844-2

В сборник включены материалы XI Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 16 марта 2023 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.



ПРЕДИАГНОСТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПОРШНЕЙ ДВС

Нуртаков Д., Забиева А.

E-mail: dias_1400@mail.ru, Aliya.zhakupovazabieva@mail.ru

¹Eurasian National University ,Kazhymukan 13, Astana, Kazakhstan,

Abstract . В статье рассматриваются результаты разработки метода диагностирования двигателей по давлению газов в картере. Представляется идея данного метода, оборудование, используемое для проведения исследования, методика комплексного диагностирования двигателей а также результаты оценки метода диагностирования двигателей по давлению в картере. Определены пути дальнейшего развития данного метода.

Ключевые слова: автомобильные двигатели, диагностика, средства диагностики, методы диагностирования, давление газов в картере

KEY WORDS: automobile engines, diagnostics, diagnostic tools, methods and technology of diagnostics, gas pressure in engine's carter.

1. Introduction. Важнейшей задачей организации технической эксплуатации автотранспорта является обеспечение высокой эффективности его использования. В современных условиях все более острый характер приобретают проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов и снижения токсичности отработавших газов автомобилей.

Среди основных факторов, определяющих эффективность технической эксплуатации, экономию ресурсов и снижение негативного влияния автомобиля на окружающую среду.

В настоящее время существует различные методы диагностирования ДВС каждый из которых имеет ряд своих недостатков ,зачастую они характеризуются трудоемкостью выполнения работ, сложностью и неоднозначностью диагностирования или требуют наличие дорого оборудования одни методы универсальные , другие трудоемкие, сложные и требуют дорогих оборудований. При проведении диагностирования двигателей техническое состояние цилиндро-поршневой группы оценивается обычно компресси и плотности ЦПГ. Оба метода имеют недостатки, такие как не позволяющие оценить состояние двигателя и нужно получить дополнительную информацию а для получение информации необходимо измерение давление в картере.

2. More Information. Диагностирование двигателей по давлению газов в картере.

Работоспособность цилиндропоршневой группы в основном определяется зазором между поршнем и гильзой, износом компрессионных и маслосъемных колец. Эти параметры связаны с входимым газом который прорывается в картер двигателя. Зазоры и неплотное соединение ЦПГ двигателя впоследствии повышение отработавших газов и повышенный износ двигателя.

Увеличение прорывающихся в картер газов снижает мощность и увеличивает расход топлива двигателя, повышается температура деталей ЦПГ, теряется упругость колец , и повышенный износ цилиндров поршней , отработавшие газы образуют осадки и нагар на деталях , буксование и потеря мощности в канавках поршня и поршневых кольцах приведет к ухудшению подвижности колец, ухудшается вентиляция и работа двигателя. Попадание отработавших газов в картер приводит окислению масла ухудшению свойств.

2.1. About Figures and Tables. Технология измерения картерных газов

Для проверки технического состояния ЦПГ по расходу картерных газов герметизируется сапун, горловина масломерного щупа, на маслозаливную горловину

устанавливается расходомер картерных газов двигатель выводится на постоянные номинальные обороты вращения коленчатого вала и проводится измерение. Предварительно прогреть двигатель до рабочей температуры. Далее проводится измерение избыточного давления в картере двигателя, которое характеризует техническое состояние системы вентиляции картера. Сапун разгерметизируется, взамен ротаметрической трубки устанавливается манометр на низкое давление, щель пробора плотно закрывается, измерение проводится на постоянных номинальных оборотах. Повышенное давление может свидетельствовать о забитом сапуне, который необходимо прочистить, во избежание дальнейшего повышения давления в картере и течи масла через уплотнители. Если давление в картере двигателя высокое и при прочищенном сапуне, то это свидетельствует об значительных износах цилиндропоршневой группы



Рисунок 1 - Измерение расхода картерных газов

Для оценки возможности диагностирования двигателей по давлению газов в картере была разработана методика, которая включает в себя следующие виды проверки.

1) Проверяется состояние системы зажигания, анализируются осциллограммы напряжения во вторичной цепи (в том числе напряжение пробоя искрового промежутка свечи, время накопления катушкой энергии, длительность горения дуги и др.). Известно, что чем ниже компрессия в цилиндре, тем ниже напряжение пробоя искрового промежутка свечи зажигания (при прочих равных условиях). Пример осциллограммы вторичного напряжения показан на рис. 3. В четвертом цилиндре с низкой компрессией напряжение пробоя занижено.

2) Производится оценка состояния двигателя по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя. В процессе прокрутки двигателя стартером (без запуска двигателя) регистрируется осциллограмма потребляемого стартером тока. Чем герметичнее надпоршневое пространство цилиндра – тем больше максимальное давление сжимаемого при прокрутке двигателя стартером воздуха (смеси) – тем больше сопротивление вращению двигателя, когда данный цилиндр находится в фазе сжатия, – тем больший ток потребляет стартер для проворачивания коленчатого вала. Для цилиндров двигателя с одинаковой компрессией, характерна одинаковая амплитуда пульсаций стартерного тока. При снижении компрессии в отдельных цилиндрах, наблюдается соответственное уменьшение амплитуды пульсаций тока. Измерение тока производится с помощью преобразователя тока. Осциллограмма тока, потребляемого стартером при прокрутке двигателя, представлена на рис. 4.

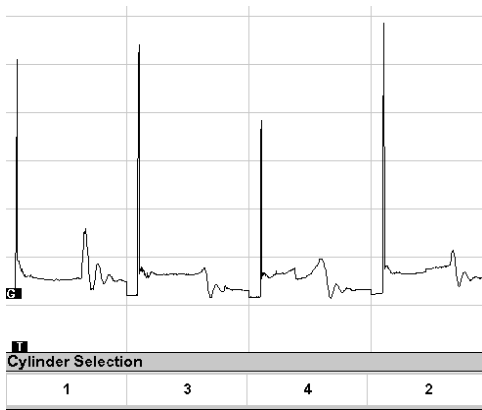


Рис. 3. Осциллограмма вторичного напряжения: причиной заниженного напряжения пробоя является плохая герметичность камеры сгорания

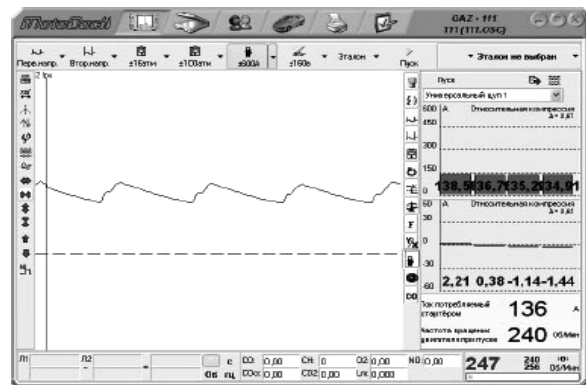


Рис. 4. Осциллограмма тока, потребляемого стартером при прокрутке двигателя

3) Кроме измерения тока, потребляемого стартером, регистрируется падение напряжения на клеммах аккумуляторной батареи при прокрутке двигателя стартером. Осциллограммы пульсаций напряжения с нормальной и уменьшенной компрессией, например, в первом, втором, пятом и шестом цилиндрах шестицилиндрового двигателя приведены на рис. 5.

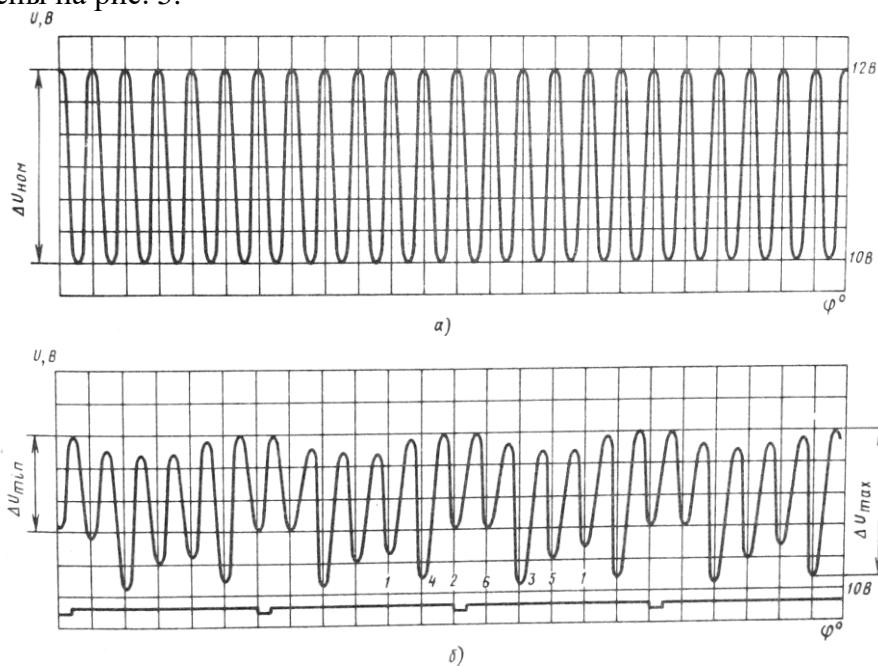


Рис. 5. Осциллограммы пульсаций напряжения на клеммах аккумуляторной батареи при прокрутке двигателя стартером: а) – при нормальной компрессии в цилиндрах; б) – при уменьшенной компрессии в цилиндрах: 1, 2, 5 и 6

4) Производится проверка отработавших газов. Определяется количество оксидов углерода CO , углеводородов CH , кислорода O_2 , количество CO_2 . Оксид углерода CO является основным показателем состава смеси. Чем выше концентрация CO , тем богаче смесь.

Углекислый газ CO_2 является индикатором эффективности сгорания, CO_2 достигает максимума при коэффициенте избытка воздуха, равном примерно единице, и уменьшается при бедных или богатых смесях.

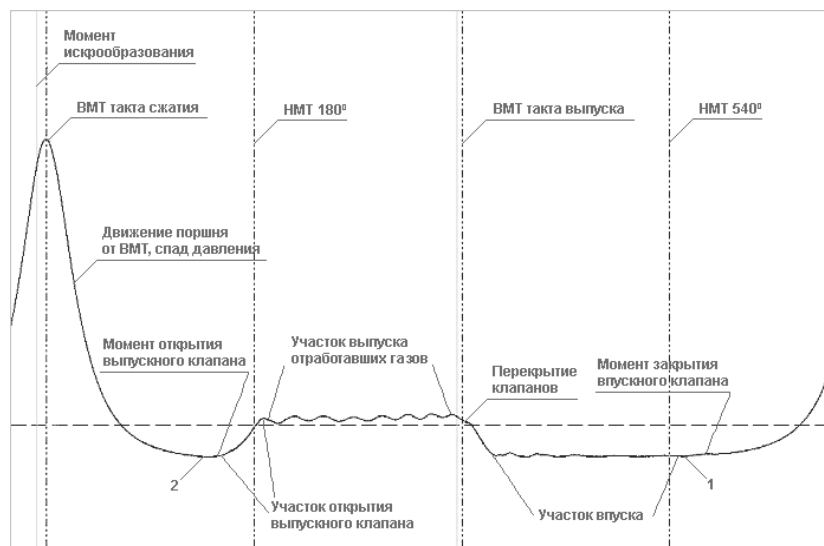


Рис. 6. Осциллограмма давления в цилиндре двигателя

Углеводородные соединения СН содержатся в выпускных газах в виде продуктов неполного окисления и разложения топлива и в виде паров топлива при всех режимах работы двигателя, включая режимы его наилучшей экономичности. Уменьшение количества углеводородов может быть достигнуто посредством: правильного сгорания топлива в камере сгорания; правильной регулировки угла опережения зажигания; использования нейтрализатора. Высокое содержание СН часто вызвано проблемами в системе зажигания.

Кислород O_2 отражает количество газа, остающегося в выхлопном тракте после того, как произошел процесс сгорания. При оптимальных условиях работы двигателя процент кислорода, присутствующего в выхлопных газах, должен быть ниже 2 %. Высокое содержание O_2 обусловлено нарушением герметичности камеры сгорания, неисправностями в системе зажигания и др.

Таким образом, проведя анализ количества различных компонентов в отработавших газах можно сделать общее заключение о состоянии двигателя, процессах смесеобразования и сгорания.

5) Производится проверка компрессии с использованием компрессометра.

6) Производится проверка герметичности камеры сгорания с использованием пневмотестера.

7) Производится измерение давления в цилиндре при работе двигателя на холостом ходу и на повышенной частоте вращения (2500 об/мин) с использованием датчика давления 16 атм, который устанавливается вместо свечи зажигания проверяемого цилиндра. Пример осциллограммы давления в цилиндре показан на рис. 6.

Осциллограмма давления в цилиндре позволяет определить реальный угол опережения зажигания, состояние механической части двигателя, правильность установки распределительных валов впускных и выпускных клапанов, проходимость выпускной системы, значение разрежения во впускном коллекторе на такте впуска и др.

8) Производится измерение пульсаций давления в картере. Датчик давления подключается вместо щупа для измерения уровня масла. Режимы проверки при измерении давления в картере включают в себя измерения на холостом ходу, на холостом ходу с дополнительной нагрузкой (обогрев заднего стекла, дальний свет фар), измерение на повышенной частоте вращения (1300 об/мин, 1800 об/мин, 2200 об/мин, 2700 об/мин).

Затем производится поочередное отключение каждого из цилиндров и измерение давления в картере на режимах холостого хода и повышенной частоте вращения (2500 об/мин).

Целью представленной методики диагностирования двигателей является всесторонняя оценка герметичности камеры сгорания, оценка состояния ЦПГ, плотности

прилегания клапанов, правильности процесса сгорания смеси. Все данные анализировались в совокупности и сопоставлялись с давлением в картере.

Калибровка измерительной шкалы

$$t_{\text{ост}} = t_i \left[\left(\frac{|U_{\text{нд}} - U_{\text{н}}|}{|U_{\text{сп}} - U_{\text{н}}|} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (1)$$

где $t_{\text{ост}}$ - остаточный ресурс ДВС;

t_i - величина наработки с начала эксплуатации, $t_i = 2700$ мото-ч

$U_{\text{сп}}$ - предельно допустимое значение расхода картерных газов, $U_{\text{сп}} = 85$ л/мин;

$U_{\text{н}}$ - номинальное значение расхода картерных газов.

$$U_{\text{н}} = 27 \text{ л/мин.} \quad (2)$$

где α - показатель степени (зависит от свойств, структуры и геометрических параметров объекта диагностирования) для расхода картерных газов.

$$t_{\text{ост}} = 2700 \cdot \left[\left(\frac{|85 - 27|}{|39 - 27|} \right)^{\frac{1}{1,3}} - 1 \right] = 3180 \text{ мото - ч.}$$

3. Conclusions. Обзор сделан на «совершенствование технологии ДВС» автором работы Максим.М. в статье представлены разные методики использования для измерения картерных газов в ДВС. Первоначальные результаты оценки метода диагностирования двигателей по давлению в картере говорят о возможности его применения в практике.

Плюсами данного метода являются:

- универсальность (метод позволяет проводить проверку как для двигателей с искровым зажиганием, так и для дизельных двигателей);
- простота реализации (не требуется проводить никаких разборочных работ);
- экономия времени при определении состояния деталей цилиндро-поршневой группы (для некоторых двигателей проверка с использованием компрессометра и пневмотестера является трудоемкой);
- полученная с использованием данного метода информация может быть использована для подтверждения или опровержения диагноза, поставленного с использованием других методов диагностирования.

Недостатками данного метода (на данном этапе исследования) является сложность оценки состояния двигателя при различных неисправностях в различных цилиндрах (в случаях, если имеются проблемы как с деталями цилиндро-поршневой группы, так и с деталями газораспределительного механизма). Дальнейшая работа должна проводиться в следующих направлениях:

- необходим сбор статистических данных давления в картере для различных автомобилей с различным пробегом и состоянием ЦПГ;
- подбор более чувствительной аппаратуры для измерения давления в картере;
- необходима регистрация осциллограмм давления в картере на различных скоростных и нагрузочных режимах;
- необходимо проводить измерение количества газов, прорвавшихся в картер

References

1. Мигаль В.Д. Основы технической диагностики автомобилей учебное пособие // Харьков изд-во «Майдан»- 2019.-372 с.
2. Akhilendra P S. 2020. Simulations and Optical Diagnostics for Internal Combustion Engines: Current Status and Way Forward (Energy, Environment, and Sustainability) 1st ed. 2020 Edition 177p (in English)
3. 3. Махатов.М.М «Своершенствовоание технологии ДВС» статья [https://omgpru.ru/newsimages > proekt_mahata](https://omgpru.ru/newsimages/proekt_mahata)
4. Б.Л.Охотников Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания учебное пособие //Екатеринбург 2018 -144 с.

УДК 629.331.1

АНАЛИЗ МЕТОДА МОДЕРНИЗАЦИИ ХОДОВОГО КОЛЕСА ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ МОСТОВОГО КРАНА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ МЕХАНИЗМА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ КРАНА

Нурмехаметов Султан Нурмехаметович

Sultan_98.12@mail.ru

Транспорт, транспортная техника и технологии
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Аннотация. В данной статье дается обзор работы по модернизации ходовых колес грузовой тележки мостового крана путем применения резиновых вставок изготовленных из смеси резины 7-7130. Далее выполняются диагностические работы где проводится сравнение стандартного ходового колеса и модернизированного при помощи специализированного оборудования анализатор спектра ZET 017-U2 для снятия показаний вибрации возникающих при движении грузовой тележки. Анализатор позволяет отображать зарегистрированный сигнал не только в режиме реального времени с последующим масштабированием, но и выполнять оцифровку сигнала с последующей возможностью обработать полученные результаты в различных стандартах. Полученные результаты указывают на целесообразность использования колес модернизированной конструкции на грузовой тележке мостового крана.

Ключевые слова: вибрация, колесо ходовое, грузовая тележка, мостовой кран, резиновая вставка, динамические нагрузки.

Вступление. Среди большого числа различных средств механизации особое место занимают мостовые краны, включенные в различные технологические операции и циклы. Мостовые краны предназначены для обслуживания технологических грузопотоков, выполнения погрузочно-разгрузочных транспортных операций на промышленных объектах, а также для транспортировки готовых строительных конструкций в заводских стационарных условиях. Часто бывает так что краны выходят из строя по причине износа ходовых колес. В настоящее время современное оборудование позволяет нам выявить причины износа и найти решение данной проблемы.

Вибрация – враг любой техники. Вибрация (лат. vibratio – колебание, дрожание) возникает в самых разнообразных технических устройствах вследствие их несовершенства, неправильной эксплуатации или внешних условий. Вибрация в общем случае представляет собой сложный процесс, который математически описать достаточно непросто. Вредное воздействие вибрации машин выражается в снижении их надежности и долговечности,