**Департамент образования и науки города Москвы**

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение города Москвы**

**Колледж градостроительства, транспорта и технологий № 41**

**(ГБПОУ КГТиТ №41)**

**Исследовательский проект**

**ВТОРАЯ «ЖИЗНЬ» СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ.**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМ ЭЛЕКТРОДОВ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСКРОВОГО РАЗРЯДА И РАБОТУ ДВС.**

2020 г.

Введение.

Лист

2

Воспламенение рабочей смеси является одним из важнейших моментов рабочего процесса ДВС. От надежности поджига топливного заряда во многом зависят экономические, динамические и экологические характеристики двигателя. Одним из путей решения задачи улучшения технических характеристик ДВС является дальнейшее совершенствование процесса воспламенения рабочей смеси в цилиндре двигателя.

Чтобы зажечь рабочую смесь, искровой разряд должен сообщить ей такое количество энергии, которое бы обеспечило условия для воспламенения и самостоятельного распространения фронта пламени. Соответствующие исследования должны быть направлены на изучение и изменения тех свойств искрового разряда, от которых зависит его воспламеняющая способность, т.е.

параметров искрового разряда, обеспечивающих более эффективное воспламенение рабочей смеси. Циклы с пропусками воспламенения или с неполным сгоранием приводят к неустойчивой работе двигателя, потери мощности, увеличению расхода топлива и росту концентрации несгоревших углеводородов в отработавших газах.

Целью работы является исследование возможности продление срока службы свечей зажигания и восстановление их работоспособности после воздействия неблагоприятных факторов путем изменения форм электродов.

Для достижения цели исследования поставлены следующие задачи:

- изучить существующие литературные данные о параметрах искрового разряда и их влияние на работу бензинового двигателя;  
- исследовать зависимость пробивного напряжения воздушного межэлектродного промежутка от формы электродов;

- определить формы и полярность электродов, при которых пробивное напряжение минимально;

- исследовать влияние свечей зажигания при электродах с минимальным пробивным напряжением на работу двигателя при различных нагрузочных режимах и на эксплуатационные показатели автомобиля в целом;

- улучшить показатели свечей зажигания с предельным ресурсом путем изменения форм электродов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Лист

3

**1. Исследование зависимости пробивного напряжения от формы и полярности электродов.**

Оборудование:

- источник импульсного высокого напряжения (прибор Э203-П).

- разрядник.

- набор электродов (игла-2 шт.; шар (d= 4 мм.) –2 шт.; плоскость (d = 12 мм.) – 2 шт.).

- штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89.

Условия проведения эксперимента:

- атмосферное давление: 756 мм.рт.ст.

- относительная влажность: 67%.

- температура воздуха: 21 0С.

- частота высоковольтных импульсов: 50 Гц.

Ход проведения эксперимента:

- устанавливаем в разрядник электроды.

- подключаем высоковольтный провод прибора Э 203- П к одному из электродов разрядника.

- подключаем « - » провод прибора Э 203- П ко второму электроду.

- включаем прибор Э 203- П и наблюдаем за разрядом.

- увеличиваем расстояние между электродами до момента исчезновения пробоя.

- отключаем прибор Э 203- П.

- производим замер межэлектродного промежутка.

- повторяем эксперимент меняя электроды и их полярность.

- данные замеров фиксируем в таблицу 1.

Таблица 1. Значения минимальной величины воздушного зазора прекращения пробоя при различных формах и полярности электродов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Анод | Катод | Величина воздушного зазора между электродами при электрическом пробое, мм | | | | | |
| 1 замер | 2 замер | 3 замер | 4 замер | 5 замер | Принимаемое значение |
| 1 | Игла | Игла | 22 | 24 | 24 | 22 | 21 | 23 |
| 2 | Шар | Шар | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | Плоскость | Плоскость | 19 | 19 | 22 | 22 | 22 | 21 |
| 4 | Игла | Плоскость | 26 | 27 | 26 | 27 | 27 | 27 |
| 5 | Игла | Шар | 22 | 22 | 25 | 24 | 23 | 23 |
| 6 | Шар | Плоскость | 22 | 23 | 22 | 19 | 19 | 21 |
| 7 | Шар | Игла | 20 | 22 | 19 | 20 | 20 | 20 |
| 8 | Плоскость | Шар | 17 | 17 | 16 | 17 | 17 | 17 |
| 9 | Плоскость | Игла | 17 | 15 | 16 | 16 | 14 | 16 |

Лист

4

Пробивное напряжение воздушного 10-ти мм. промежуткам между плоскими пластинами при нормальных атмосферных условиях (температура воздуха – 20 0С, атмосферное давление – 760 мм. рт. ст.) принято считать равным 30 кВ. Исходя из этого, напряжение пробоя 10-ти мм. зазора с различными электродами и при различной полярности можно вычислить по формуле:

Uпр = Епр \* 10/h

где:

- Uпр – напряжение пробоя;

- Епр – напряжение пробоя при 10-ти мм. зазоре;

- h – межэлектродный зазор (мм.)

Таблица 2. Приведенные значения пробивного напряжения при зазоре 10 мм.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Анод | Катод | Величина пробивного напряжения при зазоре  10 мм (Uпр), кВ |
| 1 | Игла | Игла | 13 |
| 2 | Шар | Шар | 15 |
| 3 | Плоскость | Плоскость | 14,3 |
| 4 | Игла | Плоскость | 11,1 |
| 5 | Игла | Шар | 13 |
| 6 | Шар | Плоскость | 14,3 |
| 7 | Шар | Игла | 15 |
| 8 | Плоскость | Шар | 17,7 |
| 9 | Плоскость | Игла | 18,8 |

Анализ полученных результатов.

Лист

5

Полученные результаты свидетельствуют о том, что максимальное пробивное напряжение – 18,8 кВ, соответствует электродам – анод- плоскость, катод- игла, минимальное пробивное напряжение 11,1 кВ при анод- игла, катод- плоскость. Из этого следует, что если при изготовлении свечей зажигания центральный положительный электрод будет выполнен в виде иглы, то удастся снизить пробивное напряжение до 11кВ при межэлектродном зазоре 0,8 мм. (согласно закону Пашенапробивное напряжение Uпр = f (P\*h), следовательно, зазор 0,8 мм. при давлении в цилиндре двигателя 12 атм. будет соответствовать 10 мм. при атмосферном давлении).

Таким образом, изменив только форму центрального электрода свечи зажигания, можно добиться значительного снижения пробивного напряжения и как следствие увеличить длительность и интенсивность индуктивной фазы искрового разряда.

**2. Исследование диаграмм вторичного напряжения системы зажигания автомобиля Lada Granta при использовании свечей с различными формами электродов.**

Оборудование:

- анализатор К 518.

- свечи зажигания.

- автомобиль Lada Granta.

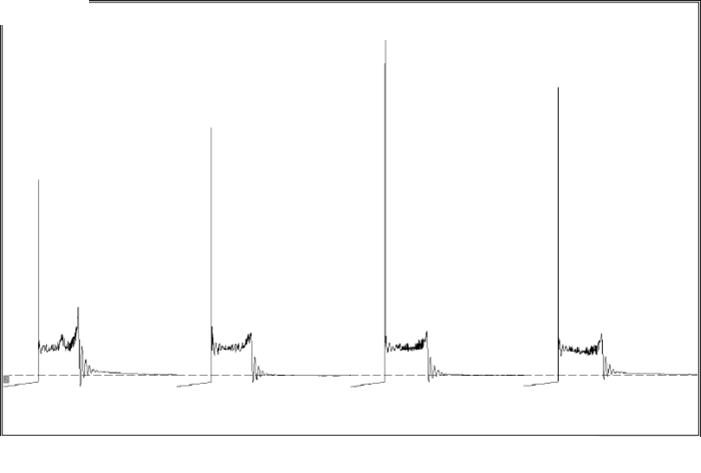
Ход проведения эксперимента:

- устанавливаем в двигатель автомобиля свечи с измененными формами электродов (анод - игла, катод – неизмененный электрод; анод - игла, катод – игла; анод - неизмененный электрод, катод – игла; неизмененные электроды).

- подключаем к системе зажигания автомобиля анализатор К 518.

- запускаем двигатель.

- фиксируем осциллограмму вторичного напряжения.



Лист

6

№1 № 2 № 3 № 4

Рисунок 2. Диаграмма вторичного напряжения системы зажигания.

Анализ полученных результатов.

Полученная диаграмма вторичного напряжения системы зажигания показывает, что на свече № 1 (анод - игла, катод – неизмененный электрод) пробивное напряжение наименьшее, индуктивная фаза и разряда увеличилась по сравнению со свечей № 4 (неизмененные электроды). Максимальное пробивное напряжение и наименьшая продолжительность индуктивной фазы у свечи № 3 (анод - неизмененный электрод, катод – игла).

**3. Исследование влияния свечей зажигания с положительным электродом в виде иглы и неизмененного отрицательного электрода на работу двигателя и тягово- экономичных показателей автомобиля.**

Оборудование:

- автомобиль Lada Granta;

- газоанализатор «Инфралит».

Ход проведения эксперимента:

- устанавливаем в двигатель свечи зажигания с измененным центральным электродом;

- запускаем двигатель;

- визуально оцениваем работу двигателя на холостом ходу;

- проверяем работу двигателя на переходных режимах на предмет «провалов» и динамичности увеличения частоты вращения коленчатого вала;

- проверяем работу двигателя на переходных режимах на предмет «провалов» и динамичности увеличения частоты вращения коленчатого вала при обедненной рабочей смеси (0,3 % СО в отработавших газах);

Лист

7

- проверяем автомобиль в движении на различных нагрузочных режимах;

- результаты эксперимента фиксируем в протокол (таблица 3).

Таблица 3. Протокол испытания автомобиля Lada Granta, использующий свечи с измененным положительным электродом.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № параметра | Параметр | Результат |
| 1 | Работа двигателя на холостом ходу | Работает ровно без вибрации, обороты стабильные. |
| 2 | Работа двигателя на переходных режимах | Обороты набирает без задержек и «провалов». |
| 3 | Работа двигателя на обедненной смеси (0,3 % СО в отработавших газах) на холостом ходу и переходных режимах. | Работает ровно без вибрации, обороты стабильные. Обороты набирает без задержек и «провалов». |
| 4 | Начало движения автомобиля | Ровное, без рывков |
| 5 | Разгон автомобиля | Интенсивный без рывков |
| 6 | Движение автомобиля на различных передачах | Стабильно ровное |
| 7 | Результаты проверки тех же параметров через 20000 км без изменений. | |
| 8 | Результаты проверки тех же параметров через 40000 км без изменений. | |
| 9 | Эксплуатационный расход топлива снизился на 8% | |

Анализ полученных результатов.

Использование в двигателе свечей зажигания с положительным электродом в виде иглы улучшает стабильность работы двигателя на всех нагрузочных режимах, сохраняется стабильность работы при обедненной рабочей смеси (0,3 % СО в отработавших газах), снижается эксплуатационный расход топлива на 8%.

Заключение

Лист

8

Результаты исследований показали:

- пробивное напряжение межэлектродного промежутка зависит от формы и полярности электродов.

- наименьшее пробивное напряжение наблюдается у свечей зажигания с положительным электродом в виде иглы.

- у свечей зажигания с положительным электродом в виде иглы увеличивается продолжительность индуктивной фазы разряда.

- использование в двигателе свечей зажигания с положительным электродом в виде иглы улучшает стабильность работы на всех нагрузочных режимах.

- использование свечей зажигания с положительным электродом в виде иглы сохраняет стабильность работы на всех нагрузочных режимах при обедненной рабочей смеси (0,3 % СО в отработавших газах).

- использование свечей зажигания с положительным электродом в виде иглы снижает эксплуатационный расход топлива на 8%.

- ресурс свечей зажигания увеличивается на 100% при условии регулировки межэлектродного зазора через 10000 км (износ электродов в следствии термоэлектронной эмиссии).

- снижение пробивного напряжения уменьшает нагрузку на высоковольтные части элементов системы зажигания и вероятность электрического пробоя, а также исключает перебои воспламенения из-за нагара на свечах зажигания.

Исходя из результатов исследований, автовладельцам рекомендуется при неудовлетворительной работе свечей зажигания в результате воздействия неблагоприятных факторов (закоксованности изолятора электродов) или выработки ресурса свечей, придать положительному (центральному) электроду форму иглы (заточить при помощи надфиля или другого напильника). Работоспособность свечи восстановится, повысится качество сгорания топлива и как следствие улучшатся динамические и экономические показатели двигателя.

Список литературы.

Лист

9

1. Д. Соснин, А. Фещенко. Автомобильные свечи зажигания. Ремонт&Сервис,№7, 2017 г., с.44-51.

2. Труды НИИАЭ, 2017 г., вып. 70.

3.Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей / Ю. И. Боровских и др.–М.: Высшая школа, издательский центр «Академия», 2016 г.

4. Autoelektrik, AutoelektrikamOttomotor/R. Bosch – Dusseldorf^ VDI – Verlag, 2018 г.

5. Б. А. Басс.Авто. Свечи зажигания. Краткий справочник, ISBN: 978-5-9698-0185-1, Издательство "За рулем".

6. Важов В. Ф., Лавринович В. А., Ловаткин С. А. Техника высоких напряжений/ курс лекций для бакалавров направления 140200 «Электроэнергетика» - Томск: Издательство ТПУ, 2017 г.

7. Ушаков В. Я. Импульсный электрический пробой жидкостей. М.: Издательство МГУ, 2017 г.

Интернет - ресурсы.

1. http://raceportal.ru/race-theory-and-practice/item/624-svechi-zazhiganiya.html

2. <http://altay-krylov.ru/ch_avto_svechi.html>

3. <http://www.avtodiagnostika.info/svechi-zazhiganiya-kratkij-spravochnik/3/>

4. <https://blamper.ru/auto/wiki/dvigatel/svecha-zazhiganiya-2827>

5. <http://ftemk.mpei.ru/ctlw/pubs/etm_ee/brkf/05.06.htm>

6. <http://libraryno.ru/9-2-4-proboy-dielektrikov-material_bashkov_2010/>

7. <http://www.websor.ru/proboi_dielektricov.html>