

Исследование распределения значений пробивных напряжений системы зажигания на холостом ходу ДВС

С.М. Францев, А.Ю. Кавторев

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Аннотация: Авторами проведены натурные исследования распределения значений пробивных напряжений системы зажигания ДВС модели F8CV автомобиля Daewoo Matiz при прогреве и на холостом ходу при минимальной частоте вращения коленчатого вала. Получена гистограмма распределения значений пробивного напряжения в межэлектродном зазоре свечи зажигания при данных режимах работы ДВС. Выявлено, что 50-63 % от всех значений пробивного напряжения приходится на диапазон 10,0-10,9 кВ. При прогреве ДВС 36 % от всех значений пробивного напряжения приходится на 10 кВ. На остальные 8 и 9 кВ приходится 50 % значений. Максимальный разброс цикловых значений пробивного напряжения составляет 20-40 % при среднем значении пробивного напряжения 10 кВ.

Ключевые слова: система зажигания, искровой разряд, двигатель внутреннего сгорания, свечи зажигания, пробивное напряжение, емкостный делитель напряжения, гистограмма.

Система зажигания служит для формирования в межэлектродном зазоре свечи зажигания двигателя внутреннего сгорания (ДВС) искрового разряда с последующим воспламенением топливно-воздушной смеси в камере сгорания [1, 2]. Искровой разряд включает рост вторичного напряжения, пробой межэлектродного зазора свечи, емкостную и индуктивную фазы разряда [3, 4].

Величина пробивного напряжения оказывает влияние на топливно-экономические и показатели токсичности отработавших газов ДВС [5-8]. Изучение распределения значений пробивных напряжений системы зажигания позволит оценить зависимость межциклового неидентичности рабочего процесса ДВС от вариаций пробивного напряжения [9], и осуществить диагностику системы зажигания.

Исследованием вариаций пробивного напряжения занимались многие исследователи. Так, Костычев В. Н. на режиме холостого хода двигателя

ВАЗ-21083 с частотой вращения 800 об/мин выявил, что коэффициент вариации равен 20 % при среднем значении пробивного напряжения 7 кВ. В работе Староверова В. В. утверждается, что в двигателях ВАЗ максимальный разброс цикловых значений пробивного напряжения, достигающий 30 % наблюдается при малых нагрузках и высокой частоте вращения коленчатого вала двигателя [9]. Как можно понять из данного источника информации, исследования проведены на карбюраторном ДВС ВАЗ.

В Автомобильно-дорожном институте проведены исследования на 3-х цилиндровом ДВС модели F8CV автомобиля Daewoo Matiz. Данный двигатель оснащен системой распределенного впрыска топлива и системой зажигания с индивидуальными для каждой свечи катушками зажигания, управляемыми МСУДД.

Величины вариаций пробивного напряжения получены при использовании микропроцессорной системы исследования распределения значений пробивных напряжений. Она включает в себя: емкостные делители напряжения и прибор обработки и вывода информации [10].

Делитель напряжения закреплен на высоковольтном проводе 1-го цилиндра ДВС. Опыты проведены на режиме прогрева ДВС и режиме холостого хода при минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя ($n = 650$ об/мин). Опыты проведены 15.04.2015 года.

На рис. 1 показана гистограмма распределения значений пробивного напряжения на свече зажигания после запуска ДВС на режиме прогрева. Частота вращения коленчатого вала ДВС не фиксировалась. Значение пробивного напряжения, например, 10 кВ на графике соответствует диапазону 10,0-10,9 кВ.

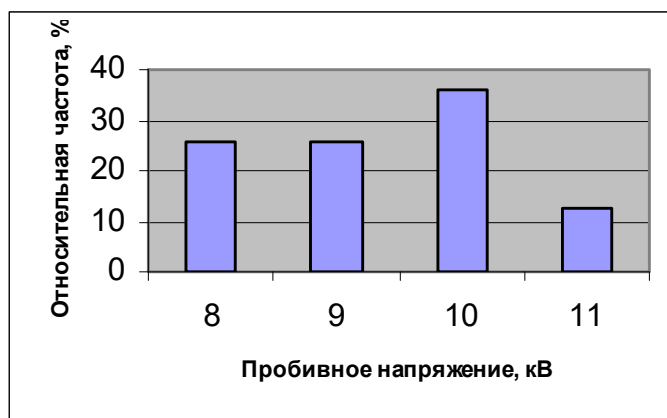


Рис. 1. – Гистограмма распределения значений пробивного напряжения на свече зажигания после запуска ДВС на режиме прогрева

Затем, после прогрева охлаждающей жидкости до рабочей температуры и снижения частоты вращения коленчатого вала до минимальной для холостого хода ($n = 650$ об/мин), проведены исследования распределения значений пробивного напряжения на свече зажигания, результаты которых приведены на рис. 2. Значение пробивного напряжения, например, 10 кВ на графике соответствует диапазону 10,0-10,9 кВ.



Рис. 2. – Гистограмма распределения значений пробивного напряжения на свече зажигания после запуска ДВС на режиме холостого хода при минимальной частоте вращения коленчатого вала ($n = 650$ об/мин)

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. ДВС, оснащенный системой впрыска топлива характеризуется тем, что 63 % от всех значений пробивного напряжения приходится на диапазон 10,0-10,9 кВ (рис. 2). В других условиях эксперимента на том же ДВС он мог снижаться до 50 %. Данные [1, 9] свидетельствуют о 20-30 %. Это различие можно объяснить тем, что у впрыскового ДВС лучше смесеобразование, смесь более однородная, что уменьшает вариации пробивного напряжения и большая доля приходится на одно значение, в данном случае, – на 10 кВ.

2. При прогреве ДВС 36 % от всех значений пробивного напряжения приходится на 10 кВ. На остальные 8 и 9 кВ приходится 50 % значений (рис. 1). При прогреве ДВС частота вращения коленчатого вала выше, а топливно-воздушная смесь богаче. При данных параметрах пробивное напряжение оказывается ниже и увеличивается разброс значений в меньшую сторону. С повышением частоты вращения величина пробивного напряжения снижается.

3. Максимальный разброс цикловых значений пробивного напряжения, при данных условиях эксперимента составляет 20 % при среднем значении пробивного напряжения 10 кВ. В других условиях эксперимента на том же ДВС он мог достигать 30-40 %.

Литература

1. Злотин Г. Н., Федянов Е.А. Начальный очаг горения при искровом зажигании однородных топливовоздушных смесей в замкнутых объемах: монография / ВолгГТУ. – Волгоград, 2008. – 152 с.

2. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей: учеб. для студентов вузов / 2-е изд. – М.: Транспорт, 1995. – 304 с.

3. Maly R., Vogel M. Initiation and propagation of flame fronts in lean CH₄ - air mixtures by the three modes of the ignition spark // 17th Symp. (Int.) on Combust. – 1979. – PP. 821–831.

4. New aspects on spark ignition / Albrecht H. et al. – SAE Techn. Pap. Ser. – 1977. – No. 770853. – 11 p.

5. Францев С.М., Кавторев А.Ю. Исследование длительности и энергии искрового разряда транзисторной системы зажигания на нагрузочном режиме работы двигателя // Инженерный вестник Дона, 2015, №1, Ч.2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2842.

6. Францев С.М., Кавторев А.Ю. Исследование характеристики выделения энергии в межэлектродном зазоре свечи зажигания на холостом ходу двигателя // Инженерный вестник Дона, 2015, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2863.

7. Францев, С.М., Кавторев А.Ю. Обеспечение бесперебойности искрообразования в межэлектродном зазоре свечи зажигания // Интернет-журнал “Науковедение”. – 2014. – № 4 (23). URL: naukovedenie.ru/PDF/34TVN314.pdf.

8. Францев, С.М., Шаронов Г.И. Теоретико-экспериментальные исследования параметров систем зажигания высокой энергии для газовых двигателей: монография. – Пенза, ПГУАС, 2012. – 120 с.

9. Федянов Е. А. Межцикловая неидентичность рабочего процесса в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным зажиганием: монография / ВолгГТУ. – Волгоград, 2014. – 112 с.

10. Францев С.М., Кавторев А.Ю. Микропроцессорная система исследования распределения значений пробивных напряжений системы зажигания ДВС // Инженерный вестник Дона, 2018, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4824.

References

1. Zlotin G. N., Fedyanov E. A. Nachal'nyy ochag goreniya pri iskrovom zazhiganii gomogennykh toplivovozdushnykh smesey v zamknutykh ob'emakh: monografiya [The initial source of combustion during spark ignition of

homogeneous fuel-air mixtures in closed volumes. Monograph]. VolgGTU. Volgograd, 2008. 152 p.

2. Yutt, V.E. Elektrooborudovanie avtomobiley [Electrical equipment of automobiles]. M.: Transport, 1995. 304 p.

3. Maly R., Vogel M. 17th Symp. (Int.) on Combust.1979. PP. 821–831.

4. Albrecht H. et al. SAE Techn. Pap. Ser.1977. No. 770853. 11 p.

5. Frantsev S.M., Kavtorev A.Yu. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №1, P.2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2842.

6. Frantsev S.M., Kavtorev A.Yu. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2863.

7. Frantsev S.M., Kavtorev A.Yu. Internet-zhurnal “Naukovedenie”. 2014. № 4 (23). URL: naukovedenie.ru/PDF/34TVN314.pdf.

8. Frantsev, S.M., Sharonov G.I. Teoretiko-eksperimental'nye issledovaniya parametrov sistem zazhiganiya vysokoy energii dlya gazovykh dvigateley: monografiya [Theoretical and experimental investigation of the parameters of high-energy ignition systems for gas engines. Monograph]. Penza, PGUAS, 2012. 120 p.

9. Fedyanov E. A. Mezhtsiklovaya neidentichnost' rabocheho protsessa v porshnevnykh dvigatelyakh vnutrennego sgoraniya s prinuditel'nym zazhiganiem: monografiya [Intercycle non-identity of the working process in internal combustion engines with spark ignition. Monograph]. VolgGTU. Volgograd, 2014. 112 p.

10. Frantsev S.M., Kavtorev A.Yu. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4824.