

Микропроцессорная система исследования распределения значений пробивных напряжений системы зажигания ДВС

С.М. Францев, А.Ю. Кавторев

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Аннотация: Авторами разработан алгоритм, изготовлена микропроцессорная система исследования распределения значений пробивных напряжений в межэлектродном зазоре свечи зажигания. Микропроцессорная система включает в себя емкостные делители напряжения и прибор обработки и вывода информации. Прибор обработки и вывода информации состоит из следующих основных блоков: пиковый детектор, микроконтроллер и ЖК-индикатор. Проведены натурные исследования микропроцессорной системы на режиме холостого хода при минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя. Получена гистограмма распределения значений пробивного напряжения в межэлектродном зазоре свечи зажигания. Применение данной системы не только в лабораторных условиях, но и на автомобиле может дать ценную информацию о неисправностях в системе зажигания и оценить зависимость межцикловой неидентичности рабочего процесса двигателя от вариаций пробивного напряжения.

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

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС), являясь сложной технической системой, включает в себя ряд систем, одной из которых является система зажигания. Система зажигания служит для формирования в межэлектродном зазоре свечи зажигания искрового разряда и воспламенения топливовоздушной смеси в цилиндре [1, 2]. Искровой разряд включает в себя рост вторичного напряжения, пробой зазора, емкостную и индуктивную фазы [3, 4].

Величина пробивного напряжения оказывает влияние на топливно-экономические и показатели токсичности отработавших газов ДВС [5, 6, 7, 8]. Изучение распределения значений пробивных напряжений системы зажигания позволит оценить зависимость межцикловой неидентичности рабочего процесса ДВС от вариаций пробивного напряжения [9], и осуществить диагностику системы зажигания.

В ВолгГТУ была создана измерительная система исследования распределения значений пробивных напряжений системы зажигания двигателя внутреннего сгорания. Она включает в себя: делитель напряжения, измеритель цикловых значений пробивного напряжения, блок цифровых частотомеров, цифровой вольтметр и запоминающий осциллограф [10]. Однако, применение данной системы требует наличия большого количества измерительной аппаратуры и делает затруднительным использование ее на автомобиле.

Бурное развитие вычислительной техники предполагает автоматизацию измерений при одновременном упрощении устройства измерительной системы. Авторами в 2015 году разработан алгоритм, реализованный в программном обеспечении для микроконтроллера Microchip PIC16, изготовлена микропроцессорная система исследования распределения значений пробивных напряжений. Она включает в себя: емкостные делители напряжения и прибор обработки и вывода информации.

Высокая величина пробивного напряжения требует применения делителя напряжения. Наиболее простым является применение емкостного делителя напряжения, закрепленного на высоковольтном проводе.

Макетный образец делителя, в частности, для 3-х цилиндрового ДВС приведен на рис. 1. Применение такого делителя напряжения позволит получить значения пробивных напряжений системы зажигания для нескольких цилиндров.

Прибор обработки и вывода информации состоит из следующих блоков: пиковый детектор, разъем подключения емкостного делителя напряжения к нему, стабилизатор напряжения питания 5 В, микроконтроллер, ЖК-индикатор, и, как опция, модуль вывода информации посредством USART модуля микроконтроллера в COM порт персонального компьютера (рис. 2).

Питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи транспортного средства. Вывод информации осуществлялся на ЖК-индикатор в виде: диапазон пробивного напряжения (2,1-2,9 кВ, 3,0-3,9 кВ и т. д.) – число попаданий величин пробивного напряжения в данный диапазон. Кроме того, осуществляется вывод числа измеренных величин пробивных напряжений.



Рис. 1. – Макетный образец емкостного делителя напряжения для 3-х цилиндрического ДВС

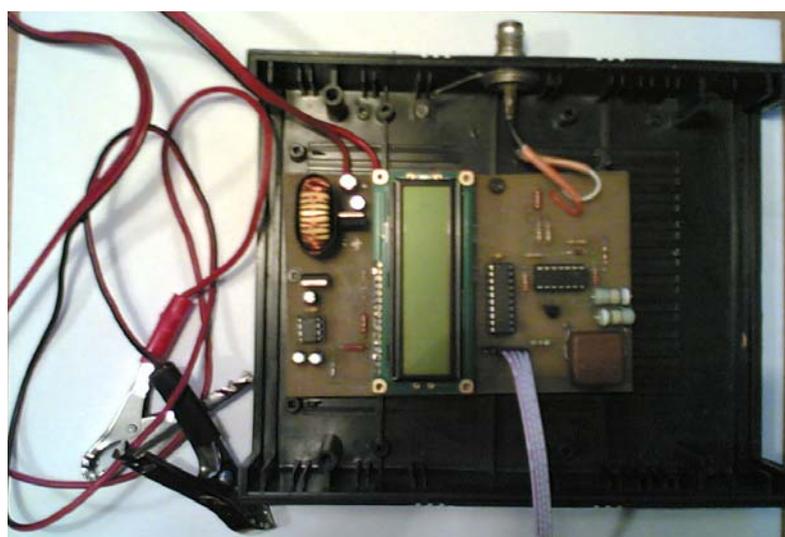


Рис. 2. – Фотография макетного образца прибора

Апробация микропроцессорной системы проведена на 3-цилиндровом ДВС модели F8CV автомобиля Daewoo Matiz. Данный двигатель оснащен системой распределенного впрыска топлива и многоканальной системой зажигания, управляемыми МСУДД.

Делитель напряжения закреплен одним из зажимов на высоковольтном проводе 1-го цилиндра ДВС. Опыты проведены на режиме холостого хода при минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя ($n = 650$ об/мин). На рис. 3 показана гистограмма распределения значений пробивного напряжения на свече зажигания, построенная на базе 1218 значений пробивных напряжений.

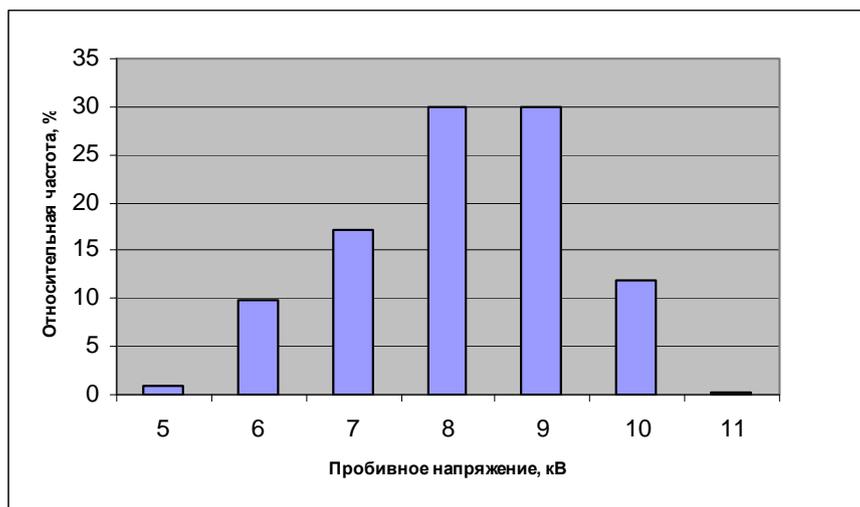


Рис. 3. – Гистограмма распределения значений пробивного напряжения на свече зажигания ДВС модели F8CV ($n = 650$ об/мин)

Из рис. 3 видно, что 60 % значений пробивного напряжения приходится на 8-9 кВ.

Таким образом, разработанная система позволяет автоматизировано провести измерения с выводом информации на ЖК-индикатор и обладает относительной простотой реализации и использования.

Микропроцессорная система исследования распределения значений пробивных напряжений системы зажигания ДВС на базе емкостного

делителя напряжения позволяет получить гистограмму распределения значений пробивного напряжения на свече зажигания двигателя.

Применение данной системы не только в лабораторных условиях, но и на автомобиле может дать ценную информацию о, например, неисправностях в системе зажигания и оценить зависимость межцикловой неидентичности рабочего процесса ДВС от вариаций пробивного напряжения.

Литература

1. Францев, С.М. Улучшение показателей газовых ДВС за счет рационального выбора параметров искрового разряда системы зажигания: дис... канд. техн. наук. : 05.04.02 / С.М. Францев. – Волгоград, 2009. – 128 с.
2. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей: учеб. для студентов вузов / В.Е. Ютт. – 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 / С.М. Францев, Г.И. Шаронов. – Пенза, ПГУАС, 2012. – 120 с.

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

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

References

1. Frantsev, S.M. Uluchshenie pokazateley gazovykh DVS za schet ratsional'nogo vybora parametrov iskrovogo razryada sistemy zazhiganiya: dis... kand. tekhn. nauk [Improvements in gas engine by choosing the parameters of the spark discharge ignition system. Dissertation for the degree of doctor of philosophy]: 05.04.02. Volgograd, 2009. 128 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. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №1, P.2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2842.

6. Frantsev, S.M., Kavtorev A.Yu. Inzhenernyj 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. Mezhsiklovaya 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. 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.