

Исследование распределения значений пробивных напряжений системы зажигания на различных режимах работы ДВС

С.М. Францев, А.Н. Никонов

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Аннотация: Авторами проведены моторные исследования распределения пробивных напряжений в системе зажигания ДВС F8CV автомобиля Daewoo Matiz на холостом ходу при частоте вращения коленчатого вала 650 об/мин и 2840 об/мин. Приведены гистограммы распределения пробивного напряжения в свече зажигания. Выявлено, что на холостом ходу распределение цикловых значений пробивных напряжений подчиняется нормальному закону распределения при разбросе значений в 6-15 кВ. При повышенной частоте вращения распределение цикловых значений пробивных напряжений отличается от нормального закона распределения и составляет 3-4 кВ.

Ключевые слова: искровой разряд, транзисторная система зажигания, свеча зажигания, двигатель внутреннего сгорания, гистограмма пробивного напряжения, напряжение пробоя.

Система зажигания формирует искровой разряд в зазоре свечи зажигания двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с последующим воспламенением топливно-воздушной смеси в камере сгорания [1-4]. Величина и вариации пробивного напряжения оказывают влияние на показатели ДВС [5-8].

Приходьковым К. В. на одноцилиндровом ДВС были проведены исследования влияния вариаций цикловых значений пробивных напряжений на межцикловую неидентичность рабочего процесса или, по-другому, на межцикловую нестабильность процесса сгорания в цилиндре. Выявлено, что параметры пробивного напряжения оказывают заметное влияние на межцикловую неидентичность рабочего процесса. Моисеев Ю.И. рассмотрел влияние на величину пробивных напряжений и их вариации множества факторов (параметры топливовоздушной смеси, ее состав, содержание в рабочей смеси остаточных газов, интенсивность турбулентности) и установил, что распределение цикловых значений пробивных напряжений

подчиняется нормальному закону распределения. Справедливость нормального закона подтверждена также Костычевым В.Н. на режиме холостого хода двигателя ВАЗ-21083. Доказано, что уровень неидентичности может заметно влиять на показатели ДВС только на граничных режимах, например, на режиме холостого хода [9]. Из выводов работы следует, что исследования проведены на карбюраторном ДВС.

Так, в работе поставлена задача выявления гистограммы пробивного напряжения в свече зажигания в зависимости от режима работы ДВС, оснащенного впрыском топлива и многоканальной системой зажигания, управляемыми от микропроцессорной системы управления двигателем – 3х цилиндровый ДВС модели F8CV автомобиля Daewoo Matiz.

Опыты проведены на базе микропроцессорной системы исследования распределения значений пробивных напряжений, подробно описанной в [10].

Вначале проведены исследования на холостом ходу при $n = 650$ об/мин. На рис. 1 приведена гистограмма распределения пробивного напряжения, полученная при обработке зафиксированных прибором 998 значений.

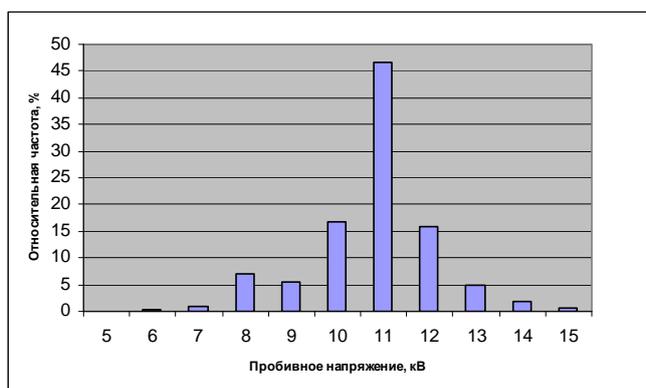


Рис. 1. – Гистограмма распределения значений пробивного напряжения на свече зажигания ДВС F8CV на режиме холостого хода при $n = 650$ об/мин

Величина пробивного напряжения на графике, например, 11 кВ соответствует диапазону 11,0-11,9 кВ.

На диапазон 11 кВ приходится 46,7 % значений пробивного напряжения. Можно сделать вывод, что распределение цикловых значений пробивных напряжений подчиняется нормальному закону распределения.

Затем проведены исследования на холостом ходу при частоте вращения коленчатого вала 2840 об/мин. На рис. 2 показана гистограмма значений пробивного напряжения в свече зажигания, построенная при обработке 998 отметок пробивных напряжений.

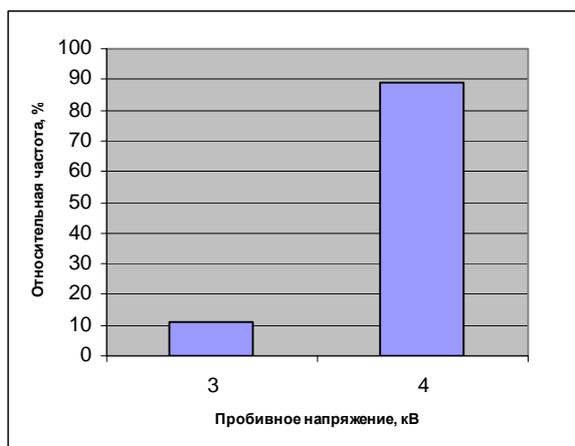


Рис. 2. – Гистограмма распределения пробивного напряжения в свече зажигания ДВС F8CV после запуска при $n=2840$ об/мин

Из рис. 2 видно, что на 4 кВ выпадает 89 % значений пробивных напряжений, а на 3 кВ – 11 % значений. Распределение не подчиняется нормальному закону распределения. Наиболее частой величиной пробивного напряжения является 4 кВ (относительное количество попаданий в диапазон 4,0-4,9 является 89 %). И на меньшую величину 3 кВ приходится 11 % попаданий.

Так, распределение цикловых значений пробивного напряжения на холостом ходу подчиняется нормальному закону распределения. Данный вывод полностью совпадают с выводами, сделанными в ВолгГТУ для исследованного ДВС ВАЗ [9].

С повышением частоты вращения коленчатого вала исследованного ДВС с 650 до 2840 об/мин при холостом ходу значение пробивного напряжения снижается с 6-15 кВ до 3-4 кВ. Это можно объяснить улучшением условий для пробоя в межэлектродном зазоре свечи зажигания. Так как вариации пробивного напряжения резко снижены, то, вероятно, они будут оказывать малое влияние на уровень межциклового неидентичности и, соответственно, на показатели ДВС.

Литература

1. Злотин Г. Н., Федянов Е.А. Начальный очаг горения при искровом зажигании гомогенных топливовоздушных смесей в замкнутых объемах: монография / ВолГТУ. – 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. 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. Frantsev S.M., Kavtorev A.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4824.