

УДК 621.43.04

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН СИСТЕМЫ ИСКРОВОГО ЗАЖИГАНИЯ ДВС

**Ф.И. Абрамчук, профессор, д.т.н., А.Н. Кабанов, доцент, к.т.н.,
Д.В. Швыдкий, аспирант, ХНАДУ**

Аннотация. Предложена методика измерения электрического тока и напряжения во вторичной цепи системы зажигания, на основе которых определяются мощность и энергия разряда на стадии горения искры. На примере двигателя БГЧН13/14 приведена реализация предложенной методики.

Ключевые слова: система зажигания, сила тока, напряжение, мощность, энергия зажигания.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН СИСТЕМИ ИСКРОВОГО ЗАПАЛЮВАННЯ ДВЗ

**Ф.І. Абрамчук, професор, д.т.н., О.М. Кабанов, доцент, к.т.н.,
Д.В. Швидкий, аспірант, ХНАДУ**

Анотація. Запропоновано методику вимірювання електричного струму та напруги у вторинному ланцюгу системи запалювання, на основі яких визначаються потужність і енергія розряду на стадії горіння іскри. На прикладі двигуна БГЧН13/14 наведено реалізацію запропонованої методики.

Ключові слова: система запалювання, сила струму, напруга, потужність, енергія запалювання.

METHOD OF ELECTRICAL QUANTITIES DETERMINATION IN THE ICE SPARK IGNITION SYSTEM

**F. Abramchuk, Professor, Doctor of Technical Science, O. Kabanov,
Associate Professor, Candidate of Technical Science,
D. Schvydkiy, postgraduate, KhNAHU**

Abstract. The method of electric current and voltage measurement in the ignition system secondary circuit on the basis of which the power and energy of discharge at the spark burning stage is determined.

Key words: ignition system, current, voltage, power, ignition energy.

Введение

В настоящее время появились системы зажигания ДВС с различными способами накопления энергии и коммутации тока. Эти системы позволяют управлять процессом искрообразования и моментом подачи искры. Они обладают высокими энергетическими показателями, положительно влияющими на процесс сгорания и тепловыделения. Однако увеличение энергии зажигания приводит к эрозии электродов свечи зажигания, сниже-

нию её ресурса. Энергия зажигания должна быть ровно такой, чтобы обеспечить надёжность воспламенения смеси и необходимый процесс сгорания.

Анализ публикаций

Определить с достаточной точностью энергию, которая выделяется между электродами свечи, всегда было трудной технической задачей. В работе [1] впервые предпринята попытка определить энергию электрической

искры косвенным путём – через необходимую энергию химической реакции, которая произойдёт при выделении энергии искры. В работах [2, 4–6] максимальная энергия зажигания определялась с помощью прямого эксперимента. Однако анализ методик постановки эксперимента в данных работах показал, что точность этого определения является недостаточной.

Цель и постановка задачи

Исходя из вышесказанного, целью данной работы является определение электрических параметров системы искрового зажигания при воспламенении топливовоздушных смесей газовых ДВС.

Методика измерения силы тока и напряжения во вторичной цепи. Расчёт мощности и энергии разряда

Для проведения экспериментального исследования системы зажигания разработана и реализована экспериментально схема измерения, представленная на рис. 1.

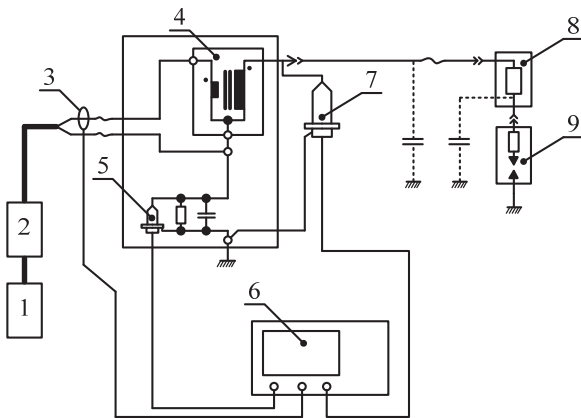


Рис. 1. Схема измерения электрических величин в системе зажигания ДВС: 1 – аккумуляторная батарея; 2 – ЭБУ; 3 – щуп для измерения силы тока *Fluke 80i-110s*; 4 – катушка зажигания; 5 – щуп для измерения напряжения *Tektronix P3010*; 6 – цифровой осциллоскоп *Tektronix TDS3014*; 7 – высоковольтный щуп для измерения напряжения *North-star PVM-5*; 8 – высоковольтное разъёмное соединение для свечи зажигания с интегрированным сопротивлением $R_1 = 5 \text{ кОм}$; 9 – свеча зажигания с интегрированным сопротивлением $R_2 = 5 \text{ кОм}$

Измерение силы тока I_1 (щуп 3, рис. 1) и напряжения U_1 (щуп 5, рис. 1) в первичной цепи позволяет определить мощность P_1 и энергию E_1 тока на выходе из ЭБУ

$$P_1 = I_1 \cdot U_1, \quad (1)$$

$$E_1 = \int P_1 \cdot dt. \quad (2)$$

Напряжение во вторичной цепи U_{sec} измеряется при помощи высоковольтного измерительного щупа *North-star PVM-5* (щуп 7, рис. 1). Ток во вторичной цепи I_{sec} измеряется в высоковольтном разъёмном соединении 8 (рис. 1). Ток на электродах свечи равен

$$I_{spark} = I_{sec} - I_p, \quad (3)$$

где I_p – ток в интегрированном сопротивлении (на этапе горения искры $I_p \ll I_{sec}$).

Поскольку ток I_p в сопротивлении R_2 значительно меньше тока между электродами свечи на этапе горения искры, то мы этим током пренебрегаем ($I_p \approx 0$, следовательно, сила тока на электродах свечи $I_{spark} \approx I_{sec}$).

Напряжение разряда на электродах свечи определяется из выражения

$$U_{spark} = U_{sec} - I_{sec} (R_1 + R_2). \quad (4)$$

Мощность разряда на этапе горения искры

$$P_{spark} = U_{spark} \cdot I_{spark} \approx U_{spark} \cdot I_{sec}. \quad (5)$$

Энергия разряда на этапе горения искры

$$E_{spark} = \int P_{spark} \cdot dt. \quad (6)$$

Результаты экспериментального исследования

Предложенная методика измерения силы тока и напряжения во вторичной цепи, а также определения мощности и энергии искрового разряда была реализована на газовом двигателе 6ГЧН13/14. Этот двигатель оснащён ёмкостной системой зажигания, датчиками и измерительной аппаратурой согласно схеме,

приведенной на рис. 1. Цифровой осциллоскоп Tektronix TDS3014 регистрировал силу тока и напряжение в первичной и вторичной цепях. На рис. 2 приведена копия экрана осциллоскопа с одиночным искровым разрядом.

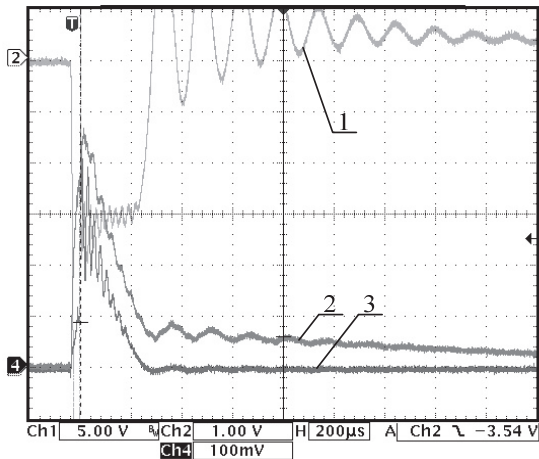


Рис. 2. Копия экрана осциллоскопа Tektronix TDS3014: 1 – напряжение на вторичной обмотке; 2 – сила тока в первичной обмотке; 3 – сила тока на свече зажигания

На рис. 3 приведена осциллограмма параметров тока во вторичной цепи.

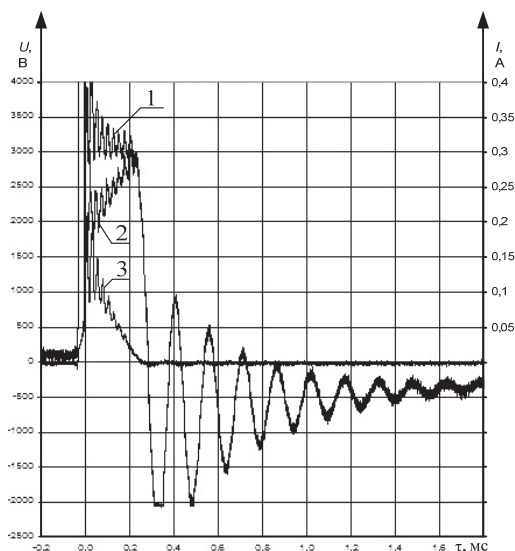


Рис. 3. Осциллограмма параметров тока вторичной цепи: 1 – напряжение во вторичной обмотке, В; 2 – напряжение на свече зажигания, В; 3 – сила тока во вторичной обмотке, 10-мА

Сохранённые выборки осциллограммы в виде текстовых файлов обрабатывались с по-

мощью приложения Microsoft Excel. При этом мощность и энергия разряда определялись с помощью зависимостей (5) и (6) соответственно.

Обработка результатов экспериментальных исследований показала, что при одиночном искровом разряде мощности тока во вторичной цепи изменяются следующим образом (рис. 4).

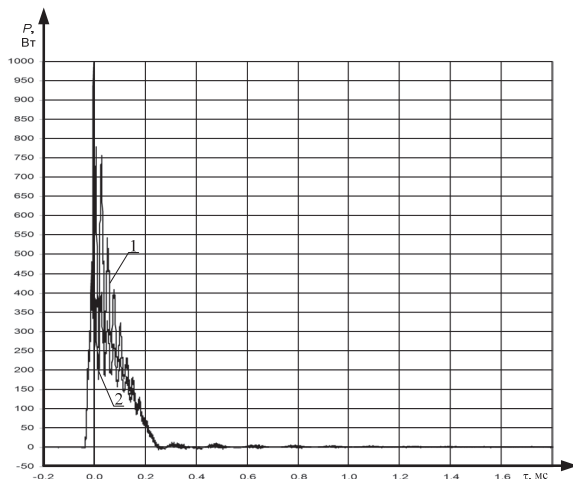


Рис. 4. Изменение мощностей тока во вторичной цепи в процессе одиночного искрового разряда: 1 – мощность тока на катушке зажигания, Вт; 2 – мощность тока на свече зажигания, Вт

Эксперимент показал, что для случая на рис. 4 энергия, переданная вторичному контуру катушкой зажигания, составляет 75 мДж, при этом энергия непосредственно на свече зажигания составляет 51 мДж.

Таким образом, изменение мощности по времени и общая величина энергии разряда могут служить критериями эффективности системы зажигания, так как они характеризуют способность воспламенения смеси посредством дугового искрового разряда.

Выводы

Разработан метод измерения силы тока и напряжения во вторичной цепи системы зажигания с целью экспериментального определения эффективности искрового разряда.

Разработана методика обработки результатов экспериментального измерения силы тока и напряжения во вторичной цепи системы за-

жигания, позволяющая с максимальной точностью определить показатели, характеризующие эффективность работы системы зажигания, – мощность и энергию искрового разряда свечи зажигания.

Литература

1. Зельдович Я.Б. К теории искрового воспламенения газовых взрывчатых смесей / Я.Б. Зельдович, Н.Н. Симонов // Журнал физической химии. – 1949. – Т. XXIII, № 11. – С. 1361–1374.
2. Коритченко К.В. Моделивання розвитку іскрового каналу у класичній системі запалювання ДВЗ / К.В. Коритченко // Вісн. націон. універс. «Львівська політехніка». Оптимізація вироб. процесів і техн. контроль у маш. і приладобудуванні. – 2008. – № 613. – С. 15–19.
3. Пойда А.Н. Электронные устройства двигателей внутреннего сгорания. Ч. 1. Системы зажигания: учебн. пособие / А.Н. Пойда. – К.: ИСХО, 1993. – 88 с.
4. Lewis B. Combustion, Flames and Explosions of Gases: 2-nd edition / B. Lewis, G. Elbe. – New York: Academic Press, 1961. – 740 p.
5. Bane S. Spark Ignition: Experimental and Numerical Investigation With Application to Aviation Safety: PhD thesis: 115.01.02 / S. Bane. – California Institute of Technology, 2010. – 284 p.
6. Беспалов В.Е. Блок электронного зажигания / В.Е. Беспалов // Радио. – 1987. – № 1. – С. 25–28.

Рецензент: А.Н. Врублевский, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 27 июня 2013 г.
