

ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Хатыпов И.А. Email: Khatypov1157@scientifictext.ru

Хатыпов Ильнур Альбертович – магистр,
кафедра электромеханики,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Аннотация: электрические системы зажигания являются одной из наиболее ответственных частей комплекса электрооборудования двигателей летательных аппаратов. Они используются для воспламенения топливовоздушной смеси при запуске газотурбинных двигателей как на земле, так и в воздухе, и от эффективности действия системы зажигания во многом зависит надежность запуска и работа двигателя. В статье разработана компьютерная модель импульсно-плазменной системы зажигания. Представлены осциллограммы разряда тока высоковольтного накопительного конденсатора, заряжающегося через выпрямитель от преобразователя и низковольтного конденсатора большой емкости, заряжающегося также через выпрямитель от преобразователя. Также представлена осциллограмма совмещенных токов разрядов высоковольтного накопительного конденсатора, заряжающегося через выпрямитель от преобразователя и низковольтного конденсатора большой емкости

Ключевые слова: импульсно-плазменная система зажигания, высоковольтный накопительный конденсатор, низковольтный конденсатор.

PULSE PLASMA IGNITION SYSTEM

Khatypov I.A.

Khatypov Ilnur Albertovich – Master,

DEPARTMENT OF ELECTROMECHANICS

FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION

UFA STATE AVIATION TECHNICAL UNIVERSITY, UFA

Abstract: electric ignition systems are one of the most crucial parts of the electrical system of aircraft engines. They are used to ignite the air-fuel mixture when starting gas turbine engines, both on the ground and in the air, and the reliability of the start and engine operation depend on the effectiveness of the ignition system. The article developed a computer model of a pulse-plasma ignition system. Oscillograms of the discharge of the current of a high-voltage storage capacitor charged through a rectifier from a converter and a low-voltage capacitor of a large capacity charged through a rectifier from a converter are presented. Also shown is an oscillogram of the combined currents of the discharges of a high-voltage storage capacitor charged through a rectifier from a converter and a low-voltage high-capacity capacitor.

Keywords: pulsed plasma ignition system, high-voltage storage capacitor, low-voltage capacitor.

УДК 621.314

Значительный рост скоростей и высот полета, увеличение мощности двигателей приводят к усложнению функций, выполняемых летательными аппаратами, и ужесточению требований, предъявляемых не только к силовым установкам, но и к сопутствующим устройствам, в том числе к электрическим системам зажигания. Основной недостаток широко применяемых в настоящее время емкостных систем зажигания вытекает из принципа действия и заключается в импульсном характере разрядов в свече, что может явиться причиной уменьшения воспламеняющей способности в случае, если стабилизация пламени в устройствах горения осуществляется не за счет аэродинамических свойств камеры сгорания, а за счет подвода энергии от свечи зажигания. В этом случае система зажигания может не обеспечить требуемой пусковой характеристики камеры сгорания или пускового воспламенителя [1].

Существенно иное положение складывается при применении плазменных систем зажигания с подводом энергии в виде плазменной струи обеспечивающей надежное воспламенение смеси даже в случае отсутствия эффективной аэродинамической стабилизации пламени. Однако в настоящее время плазменные системы зажигания не получили широкого применения в авиационных ГТД из-за необходимости использования мощных источников питания, обладающих значительными массой и габаритами, а также из-за низкого ресурса плазменных свечей зажигания.

В последние годы предпринимаются попытки по разработке импульсно плазменных систем зажигания, которые занимают промежуточное положение между импульсно емкостными и плазменными системами зажигания [1].

Принцип построения основан на следующем: на свече зажигания разряжаются два конденсатора. Один высоковольтный накопительный конденсатор, заряжающийся через выпрямитель от преобразователя. Второй низковольтный конденсатор большой емкости, заряжающийся также через выпрямитель от преобразователя.

Высоковольтный накопительный конденсатор обеспечивает пробой свечи зажигания разряжаясь через неуправляемый коммутирующий разрядник на свече, после этого второй низковольтный конденсатор большой емкости также разряжается.

В научно-технической литературе предполагается что такие системы зажигания могут быть более эффективными по сравнению с существующими.

В статье представлены результаты компьютерного моделирования разрядных процессов в импульсно плазменной системе зажигания.

Принципиальная схема импульсно плазменной системы зажигания показана на Рисунке-1. По сравнению с классической емкостной системой зажигания данная схема при сопоставимой потребляемой мощности обеспечивает достижение следующих положительных эффектов. Во-первых, снижаются потери накопленной энергии по причине отсутствия в основной разрядной цепи коммутирующего элемента, во-вторых, сочетание в свече двух разрядов разной мощности улучшает условия воспламенения топливовоздушной смеси и, в-третьих, как отмечалось выше, снижение скорости подвода энергии искровых разрядов

в свече ведет к расширению пусковой характеристики устройства горения при определенных условиях организации процессов стабилизации пламени. Основной недостаток описанной схемы связан с общей низковольтностью, такая система зажигания рассчитана на использование свечей с невысоким пробивным напряжением, например, полупроводниковых свечей.

Существует несколько пакетов схемотехнического моделирования: LTspice, Micro Cap, CAD, Multisim и т. п. Эти пакеты в основном ориентированы на разработку электронных схем, включая проектирование печатных плат. Мы будем работать в программе LTspice так как эта программа проста, универсальна. Данные для создания компьютерной модели приведены в Таблице 1.

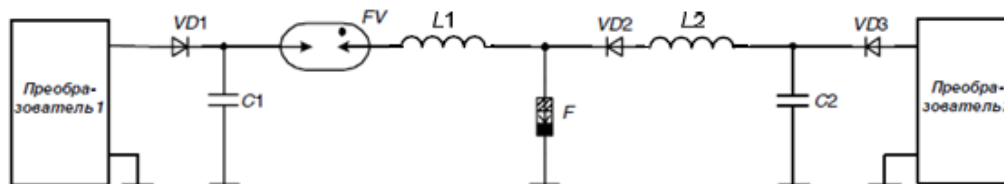


Рис. 1. Импульсно-плазменная система зажигания

Таблица 1. Данные для создания компьютерной модели

| Параметры | Значения |
|---|----------|
| Напряжение заряда высоковольтного накопительного конденсатора U1, В | 3000 |
| Напряжение заряда низковольтного конденсатора U2, В | 200 |
| Емкость высоковольтного накопительного конденсатора. C1, мкФ | 1 |
| Емкость низковольтного конденсатора. C2, мкФ | 60 |
| Индуктивность цепи разряда высоковольтного накопительного конденсатора L1, мкГн | 40 |
| Индуктивность цепи разряда низковольтного конденсатора L2, мкГн | 400 |
| Активное сопротивление свечи зажигания, Ом | 1,5 |

На рисунке 2 приведена компьютерная модель импульсно-плазменной системы зажигания

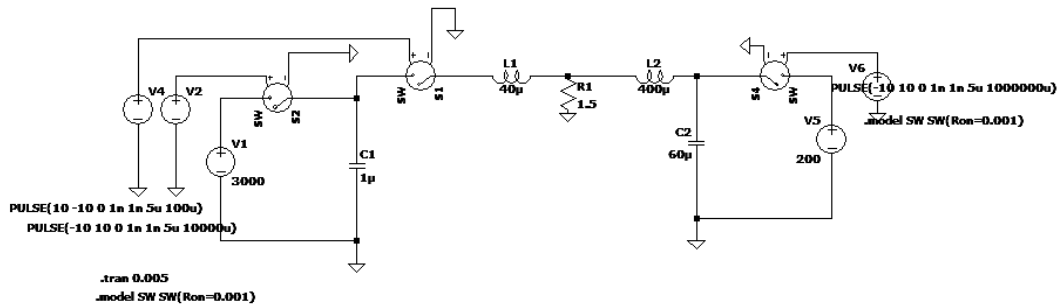


Рис. 2. Компьютерная модель импульсно-плазменной системы зажигания

На рисунке 3 показаны токи разряда высоковольтного накопительного конденсатора C1(1) и низковольтного конденсатора большой емкости C2(2).

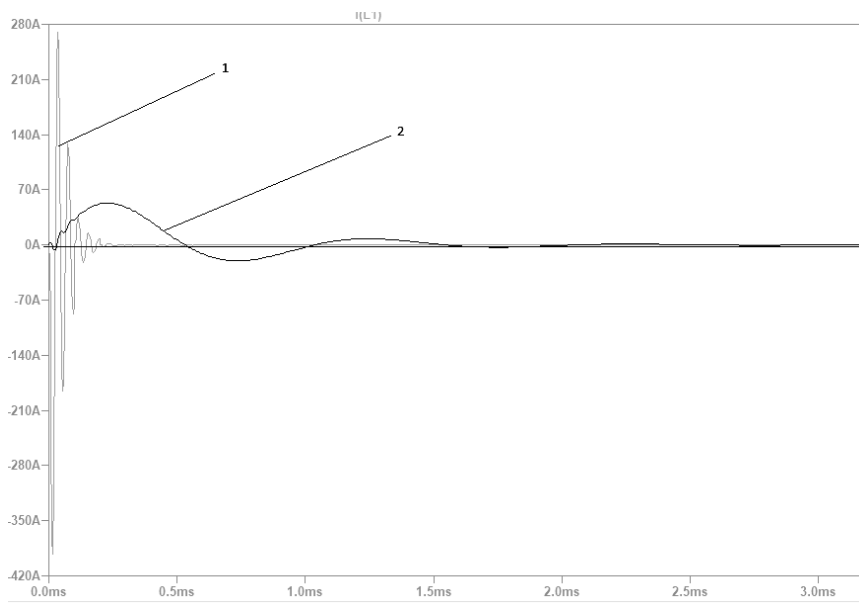


Рис. 3. Осциллограмма разряда импульсно-плазменной системы зажигания

На рисунке 4 показаны совмещенные токи разряда высоковольтного накопительного конденсатора C1 и низковольтного конденсатора большой емкости C2.

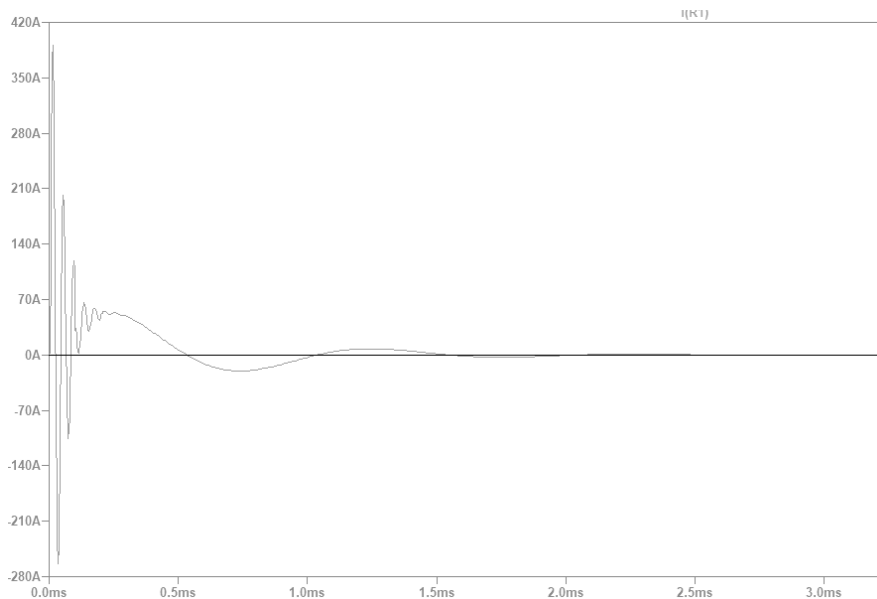


Рис. 4. Осциллограмма разряда импульсно-плазменной системы зажигания

Таким образом, суммарная осциллограмма тока через полупроводниковую свечу в качественном и количественном плане соответствует процессам в импульсно-плазменной системе зажигания. Разработанная модель может быть использована в ходе исследований закономерности разрядных процессов без проведения сложных экспериментальных исследований.

Список литературы / References

1. *Гизатуллин Ф.А.* Емкостные системы зажигания. Уфа:УГАТУ, 2002. 249 с.