

## АСПЕКТ ДІЇ ГОФРОВАНОЇ КЕРАМІКИ СВІЧОК НА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ

Вінницький національний технічний університет;

### Анотація

Виконаний аналіз дії міграції іонів на поверхні ізолятора свічки запалювання на її роботу

**Ключові слова:** запалювання, свічка, кераміка, гофр, якість

### Abstract

The effect of ion migration on the surface of the spark plug insulator was analyzed.

**Keywords:** ignition, candle, ceramics, corrugation, quality.

### Вступ

Сотні мільйонів транспортних засобів приводяться в дію так званими двигунами Отто, широко відомими як бензинові двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ). При цьому, у бензиновому ДВЗ, на відміну від дизельного, істотна роль приділяється свічці запалювання. Електроіскрова свіча є найважливішим компонентом будь-якої сучасної автомобільної системи запалювання. Свіча запалювання є швидкодіючим іскровим запалом паливоповітряної суміші в циліндрах ДВЗ. Від досконалості її конструкції й правильного вибору в значній мірі залежить надійність роботи ДВЗ із примусовим запаленням паливоповітряної робочої суміші. Найбільше поширення на автомобільних двигунах одержали іскрові свічі з повітряним зазором, що пояснюється їхньою високою надійністю, простотою конструкції й технологічністю виготовлення.

Кожний рік випуску автомобілів вимагає підвищення якості функціонування свічок запалювання. Мета роботи – аналіз впливу гофрованої кераміки свічок на якість роботи системи запалювання.

### Результати дослідження

Нижче розглянуто один з елементів свічі – керамічний ізолятор, який запобігає витоку електрики. Він виготовляється із глиноземної кераміки, яка має більший електричний опір і низьку теплопровідність. Докладні відомості про фізику процесів, пов'язаних з роботою свічок запалювання, мабуть, дозволяють удосконалювати не тільки пристрій свічок, але й усвідомлено контролювати роботу двигуна внутрішнього згорання під час ремонту й експлуатації автомобіля. Ці відомості, як правило, не обговорюються фірмами виготовлювачами. Розглядаються фізичні процеси на керамічній гофрованій поверхні свічі, що сприяють зниженню витоку електрики через поверхню ізолятора [1].

Очевидно, що граничні значення напруги, що приводять до появи більших витоків («короткого замикання»), добре ілюструють якість ізолятора. З табл. 1 видно, що свіча з п'ятьма гофрами, щодо цього, більш ефективна, чим свіча без гофрів.

Таблиця 1 - Значення граничної напруги  $U_{AB}$

Кількість гофрів	Напруга короткого замикання, кВ				
	15	20	25	30	35
Ізолятор з п'ятьма гофрами					
Ізолятор без гофрів					

На ізолятор свічі наноситься тонке склоподібне покриття – глазур для створення непроникувості стосовно навколишніх газів і парам води, а також збільшення механічної міцності ізолятора. Товщина глазурного шару у свічах різних виробників невелика (близько 1-3% товщини всього діелектрика). Внаслідок того, що глазур є гарним ізолятором і її шар має незначну товщину, виток електричного струму по її обсягу можна зневажити ( у порівнянні з витком струму за обсягом усього діелектрика).

Поверхні діелектрика, що мають гострі виступи (заусениці), у випадку досить сильної електризації, інтенсивно іонізує навколишнє повітря поблизу вістря, тому що щільність електрики близько вістря досить велика. Іони, заряджені однойменно з ізолятором, відштовхуються від вістря, а заряджені протилежно притягаються до нього.

Коефіцієнти термічного розширення глазури й ізолятора свічі повинні бути по можливості близькими. Температура плавлення глазури повинна відповідати температурі випалу керамічного ізолятора для того, щоб згодом не відбулося його відшаровування або розтріскування. Очевидно, що повільне охолодження після високотемпературного випалу, сприяє зняттю механічних напруг на неоднорідностях кераміки й глазури, а також поліпшує якість покриття – не тільки з погляду механічної міцності, але й по ізоляційних властивостях. На ділянках механічних напруг виникають перегони електронної щільності, які впливають на швидкість адсорбції навколишнього газу. До складу глазури входять різні компоненти:  $Al_2O_3$ ,  $Ir_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $B_2O_3$ , тощо.

Слід зазначити, що сучасні свічі мають досить якісні глазуровані поверхні. Тому, відносно поверхні, у найближчій перспективі, імовірно, не слід очікувати якісного стрибка по поліпшенню глазурованих поверхонь свіч запалювання, якщо не залучити до розв'язку питання нанотехнології. Можна, мабуть, знизити струм витoku, якщо на його шляху розташувати кільця з матеріалу, що має значну величину діелектричної проникності.

У зв'язку з тим, що повітря завжди є трохи іонізованим, завдяки явищу електростатичної індукції, навіть незаряджені провідники й діелектрики притягають вільні електричні заряди поблизу їх. Це приводить до неминучих втрат в електричному колі [2]. Так, наприклад, сили притягання заряду  $+q$ , що перебуває поблизу незарядженої плоскої поверхні металу або діелектрика відповідно рівні

$$f_1 = k \frac{q^2}{(2a)^2} \quad \text{або} \quad f_2 = k \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 1} \cdot \frac{q^2}{(2a)^2}, \quad (1)$$

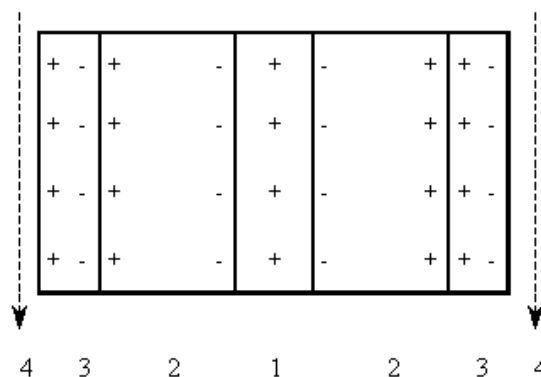
де  $a$  – відстань від заряду до поверхні металу або діелектрика;

$\varepsilon$  – діелектрична постійна діелектрика;

$k$  – коефіцієнт пропорційності в законі Кулона.

Діелектрична постійна повітря прийнята за одиницю. Очевидно, що при  $\varepsilon \gg 1$  значення  $f_1$  і  $f_2$  стають близькими.

При подачі високовольтної напруги на клему свічі запалювання відбувається поляризація діелектрика (рис. 1).



Рису. 1 - Схема поляризації циліндричного ізолятора свічі запалювання при подачі високовольтної напруги:

1- металевий електрод; 2 - ізолятор; 3 – глазур; 4- напрямок витoku електрики по поверхні ізолятора

Негативні іони, притягаючись із газової фази до поверхні ізолятора, розташовуються на циліндричній поверхні свічі із практично рівномірною щільністю (внаслідок взаємного

відштовхування й однакової кривизни поверхні). Негативні іони по поверхні ізолятора мігрують до позитивного полюса (рис. 2).

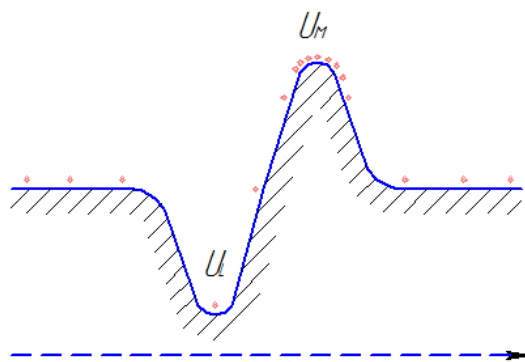


Рис 2 - Схема розподілу щільності електричних зарядів на поверхні гофра

Стрілка 4 на цьому малюнку показує умовний напрямок струму витoku ( від плюса до мінуса). З появою іскри в іскровому проміжку, напруга на електроді падає по відомій закономірності, поляризація діелектрика зменшується, але поверхневі заряди, мабуть, не можуть за короткий проміжок часу зникнути з поверхні.

На вершинах гофрів підвищена щільність зарядів стосовно підстави така, що різниця потенціалів відповідних ділянок рівна 0,73 кВ/гофр, що приводить до втрати енергії рівної 0,73 кДж при проходженні одиниці електричного заряду.

Відомо, що вільні електричні заряди на поверхні провідника, відштовхуючись друг від друга, розташовуються так, що їх щільність більше там, де більше кривизна поверхні. По поверхні діелектрика електричні заряди звичайно не перемішаються, але особливий стан ізолятора свічі запалювання дозволяють мігрувати негативним іонам, адсорбованим на поверхні з газової фази у бік позитивного електрода. На ділянках великої кривизни (M) щільність поверхневих зарядів, мабуть, максимальна, а на ділянках L – мінімальна. З рис. 2 видно, що при міграції через гофри, іони будуть долати енергетичний бар'єр  $\Delta_1 = U_M - U_L$ , що для свічі з п'ятьма гофрами становить приблизно 0,73 кВ/гофр.

#### Висновки.

Міграція адсорбованих з газової фази негативних іонів на поверхні ізолятора свічі запалювання (струм витoku) ускладнюється при наявності гофрів на поверхні через нерівномірну щільність розподілу зарядів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ottomotor-Management/Bosch. [Hrsg.: Robert Bosch GmbH. Chef –Red.:Horst Bauer.Autoren: H.Schwarz...]. – Aufl.- Braunschweig: Wiesbaden: Vieweg, 1998. – 370s.
2. Басс Б.А. Свечи зажигания. Краткий справочник. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. - 120с.

**Макаров Володимир Андрійович** — д.т.н., професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [tomamakarova@ukr.net](mailto:tomamakarova@ukr.net).

**Вдовиченко Олександр Володимирович** — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [avtomuzeum@ukr.net](mailto:avtomuzeum@ukr.net).

**Ваколюк Максим Петрович** — студент групи ІАТ-18м, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [service1@buhavto.vin.ua](mailto:service1@buhavto.vin.ua).

**Makarov Vladimir A.** — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [tomamakarova@ukr.net](mailto:tomamakarova@ukr.net).

**Vdovichenko Oleksandr V.** - Assistant, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [avtomuzeum@ukr.net](mailto:avtomuzeum@ukr.net).

**Vakolyuk Maksim P.** - student of ІАТ-18m group, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [service1@buhavto.vin.ua](mailto:service1@buhavto.vin.ua).