



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки
та комп'ютерних технологій

Кафедра електропостачання
та енергетичного менеджменту

ВИПРОБУВАННЯ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ **АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ**

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
з дисципліни «Основи надійності та діагностування
енергетичного обладнання»

для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Харків
2024

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки
та комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ВИПРОБУВАННЯ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ
АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
з дисципліни «Основи надійності та діагностування
енергетичного обладнання»

для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
факультету енергетики,
робототехніки та
комп'ютерних технологій
Протокол № 4
від 29.01.2024 р.

Харків
2024

УДК 621.3: 621.3.019.3: 658.588.2

T77

Схвалено
на засіданні кафедри
електропостачання та енергетичного менеджменту
протокол № 7 від 26 січня 2024 р.

Рецензенти:

Н. Г. Косуліна, д-р техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету;

М. Л. Лисиченко, д-р техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету

T77 Випробування свічок запалювання автотракторних двигунів: метод. вказівки до виконання лаб. роботи з дисц. «Основи надійності та діагностування енергетичного обладнання» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочн. форм навч., спец.: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Держ. біотехнол. ун.-т; уклад.: І. М. Трунова., В. Г. Пазій. - Харків: [б. в.], 2024.- 16 с.

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни «Основи надійності та діагностування енергетичного обладнання». Видання включає теоретичну частину, алгоритм виконання лабораторної роботи, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури.

Методичні вказівки призначені здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

УДК 372.862

Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник, д-р техн. наук, проф.

© Трунова І. М., Пазій В. Г., 2024

© ДБТУ, 2024

ВИПРОБУВАННЯ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Мета роботи: вивчити будову, призначення, принцип дії свічок запалювання автотракторних двигунів, методику їх випробування.

ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

Свічка запалювання - важливий елемент системи запалювання двигунів внутрішнього згорання з примусовим запалюванням робочої суміші в циліндрі.

На карбюраторних і газових двигунах застосовують нерозбірні іскрові свічки запалювання [9], будова яких зображена на рис.1. Вони складаються із керамічного ізолятора 3, всередині якого розміщені контактний стрижень 2 та центральний електрод 8, і корпусу 4 з бічним електродом 9.

Ізолятор виготовляють з ураліту, боркорунду, хілуміну, сіноксалю та інших матеріалів, що мають високу електричну та механічну міцність за високих температур.

Центральний електрод і контактний стрижень герметизовані в ізоляторі струмопровідним склогерметиком 5. Між ізолятором і корпусом свічки встановлюють шайбу 7 для відведення теплоти, а часом — порошкоподібний герметик. Ущільнювальна прокладка 6 забезпечує герметизацію циліндра. Центральний електрод виготовляють із хромотитанової сталі, а бічний — з нікеле-манганової, контактний стрижень — з м'якої сталі.

На двигунах з екранованою системою запалювання застосовують нерозбірні екрановані свічки (див. рис. 1, в) типу СН443 з вмонтованим резистором 15 для погашення радіоперешкод. Ущільнювальне кільце 12 забезпечує герметичність внутрішньої частини екрана.

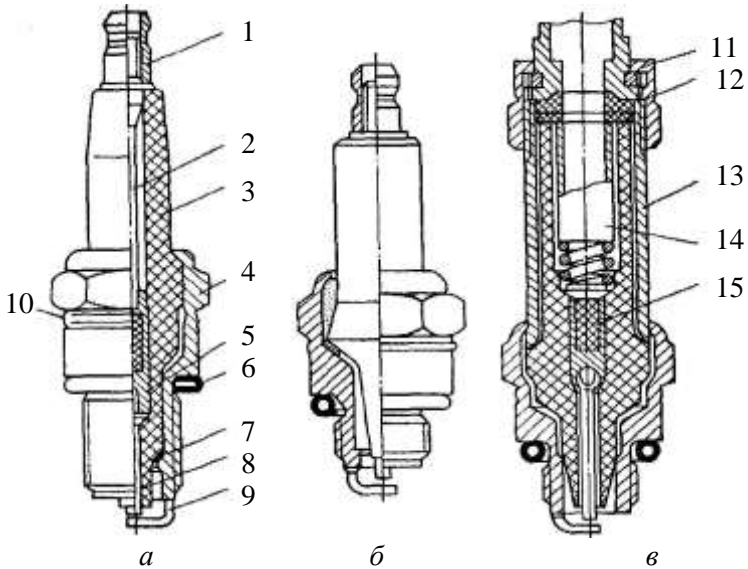


Рисунок 1- Іскрові свічки запалювання:

а і б — неекрановані відповідно з сіноксалевим та уралітовим ізоляторами; в — екранована; 1 — контактна головка; 2 — контактний стрижень; 3 — ізолятор; 4 — корпус; 5 — струмопровідний склогерметик; 6 — ущільнювальна шайба; 7 — шайба для відведення теплоти; 8 — центральний електрод; 9 — бічний електрод; 10 — термопосадковий поясок; 11 — гайка; 12 — ущільнювальне кільце; 13 — екран; 14 — контактний пристрій; 15 — резистор зменшення радіоперешкод

Умови роботи свічки запалювання досить напружені, отже, вона повинна витримувати високі теплові, механічні, електричні та хімічні навантаження. На працюючому двигуні свічка має контакт з продуктами горіння за температури до 2700°C і тиску до 5—6 МПа (50-60 кгс/м²). У камері згоряння температура газового середовища коливається від 70 до $2000\text{--}2700^{\circ}\text{C}$, а повітря, що оточує ізолятор, може мати температуру від -50° до $+100^{\circ}\text{C}$.

Нормальна робота свічки відбувається за температури теплового конуса ізолятора $400\text{--}900^{\circ}\text{C}$, який називають **тепло-**

вим діапазоном свічки. Саме в цьому діапазоні температур (400-500°C) відбувається згоряння нагару і самоочищення корпусу свічки.

За температури нижньої частини ізолятора менш як 400°C, навіть при нормальному складі робочої суміші, оптимальному рівні масла в картері двигуна та задовільному стані поршневої групи, на нижній частині ізолятора можливе відкладання нагару, який шунтує вторинну обмотку котушки запалювання і, відповідно, спричинює перебої в роботі двигуна. За температури нижньої частини ізолятора понад 900 °C відбувається передчасне запалювання робочої суміші від розжареного ізолятора до появи іскри (розжарювальне запалювання).

На температуру, до якої нагрівається ізолятор, впливає конструкція свічки (теплова характеристика, що залежить від площі нагрівання і тепловіддачі, яку називають **розжарювальним числом**). **Розжарювальне число** — це відокремлена величина, пропорційна середньому індикаторному тиску, її визначають на випробувальному пристрої з одноциліндровим двигуном, постійно підвищуючи теплове навантаження на свічки запалювання до моменту появи розжарювального запалювання. Умовно воно означає час у секундах, після якого на свічці виникає розжарювальне запалювання, тобто займання робочої суміші не від іскри, а від розжареного ізолятора, електродів, корпусу. Розжарювальне число вибирають з такого ряду чисел: 8; 10; 11; 13; 14; 17; 20; 23; 26.

Для двигунів, що мають високий ступінь стиску і велику частоту обертання, застосовують свічки з підвищеною тепловіддачею, які називають "**холодними**". Найбільш "холодні" свічки типу А23 та А26ДГ були необхідні для двигунів МеМЗ-968Н та дослідних роторних двигунів ВА3-311.

У двигунах з помірним тепловим режимом і низьким ступенем стиску встановлюють "**гарячі**" свічки з подовженою юбкою та широкою розточкою корпусу.

Маркування свічок запалювання означає:

- позначення нарізки на корпусі (А — нарізка М14 x 1,25; М — нарізка М18 x 1,5);
- друга літера характеризує особливості конструкції свічки:

К — з конічним ущільненням без прокладки, М — малогабаритна;

- цифри означають розжарювальне число;
- літерами після цифр позначено довжину нарізної частини корпусу (Н — 11 мм; Д — 19 мм); за їх відсутності довжина нарізної частини корпусу становить 12 мм;
- позначення виступу теплового конуса ізолятора за торець корпусу — В, відсутність виступу не позначають;
- позначення герметизації з'єднання ізолятор—центральний електрод термоцементом — Т. Герметизацію іншим герметиком не позначають.

Число за рискою після позначення означає порядковий номер конструкційної розробки.

Наприклад, свічка запалювання з позначенням на ізоляторі А17ДВ має нарізку на корпусі М14х1,25, розжарювальне число 17, довжину нарізної частини 19 мм, має виступ теплового конуса ізолятора за торець корпусу і герметизована у з'єднанні ізолятор—центральний електрод герметиком, але не термоцементом.

Подібні позначення мають свічки фірми "Bosch". Перша латинська літера W відповідає українській А, буква D—М, далі може бути літера, що означає виконання свічки (R — з вмонтованим резистором), потім число, яке характеризує її теплові характеристики (чим воно менше, тим менше розжарювальне число). Далі позначають довжину нарізки (D відповідає 19 мм) і в кінці позначення літерами — кількість бічних електродів, якщо їх більше двох (D— два, T — три, Q — чотири, а також матеріал, з якого виготовляють центральний електрод: P — platinum, платина; S—silber, срібло; C — cuprum, мідь).

Для контактної системи запалювання рекомендують, щоб зазор між електродами свічки становив 0,6—0,75 мм, а для систем з високою енергією вторинної обмотки — 0,7—1,0 мм.

Оптимальні умови експлуатації свічок запалювання можуть бути порушені:

- неправильним регулюванням зазору в контактах переривника, неточним моментом запалювання, несправністю авто-

матів випередження;

- виходом з ладу конденсатора, котушки запалювання, проводів, кришки та ротора переривника-розподільника;
- зміною зазорів між електродами свічки;
- несправностями системи живлення, надмірним збідненням або збагаченням робочої суміші;
- несправностями внаслідок спрацювання двигуна та тривалої експлуатації систем запалювання й живлення.

За зовнішнім оглядом технічного стану справної свічки можна визначити умови згоряння робочої суміші. Так, сухий чорний нагар на свічці свідчить про збагачену робочу суміш, несправні контакти переривника, пробій ізоляції високовольтних проводів, тривалу роботу двигуна з невеликим навантаженням, за якої свічки недостатньо прогріваються. Чорний масляний нагар означає потрапляння на свічку масла, що проникає через маслосніжні ковпачки |впускних клапанів у камеру згоряння, або спрацьовані поршневі кільця.

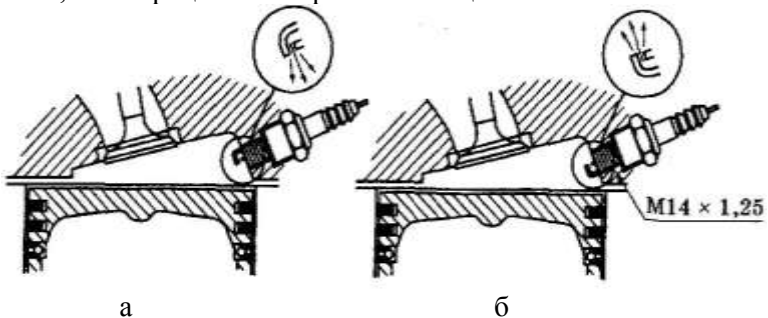


Рисунок 2 - Нераціональне (а) і раціональне (б) положення свічки запалювання

Білуватий чи світло-сірий колір теплового конуса ізолятора і значне обгоряння електродів свідчать про перегрівання свічок внаслідок неправильного встановлення моменту запалювання, низьке октанове число палива, бідний склад робочої суміші, тривалий час роботи двигуна з великою частотою обертання.

Як показує практика, на процес згоряння робочої суміші певною мірою впливає і розміщення електродів свічки запалювання в камері згоряння. Якщо бічний електрод знаходиться в

положенні, як показано на рис.2, а, то нагар темного кольору вкриває всі стінки камери згоряння. В іншому положенні (рис. 2, б) нагар відкладається переважно на краю днища поршня, що сприятливіше впливає на стійку роботу двигуна на холостому ходу, його потужність та економічність.

Встановити бічний електрод у раціональніше положення можна, позначивши фарбою його розміщення на верхній частині корпусу свічки. Вибір положення свічки при її затягуванні визначається допустимим моментом 30,7—39 Н-м (3,1—4 кгс-м).

Окремі фірми (наприклад, "Bosch") випускають свічки запалювання з трьома бічними електродами 1, що забезпечує іскроутворення у вигляді іскрового кільця (рис. 3) і на цій основі стійку рівномірну роботу двигуна за нижчої частоти обертання колінчастого вала та вищу економічність двигуна.

Крім того, на двигунах з наддуванням і з великою потужністю застосовують свічки запалювання з центральним електродом, виготовленим з платиновий або срібним напиленням. Зокрема, фірма "Bosch" випускає свічки з платиновим електродом Bosch platinum, який повністю закривають ізолятором, залишаючи лише тонкий канал між центральним та бічним електродами. Такі свічки працюють у режимі самоочищення (400°C) вже на холостому ходу двигуна і нагріваються не вище за 800°C, отже є довговічнішими,

У США запатентована свічка Split Fire з широким бічним електродом, розділеним на дві частини V-подібним розрізом. Гострі кінці роздвоєного бічного електрода поліпшують умови іонізації більшого об'єму робочої суміші, інтенсифікуючи початкову фазу процесу згоряння.

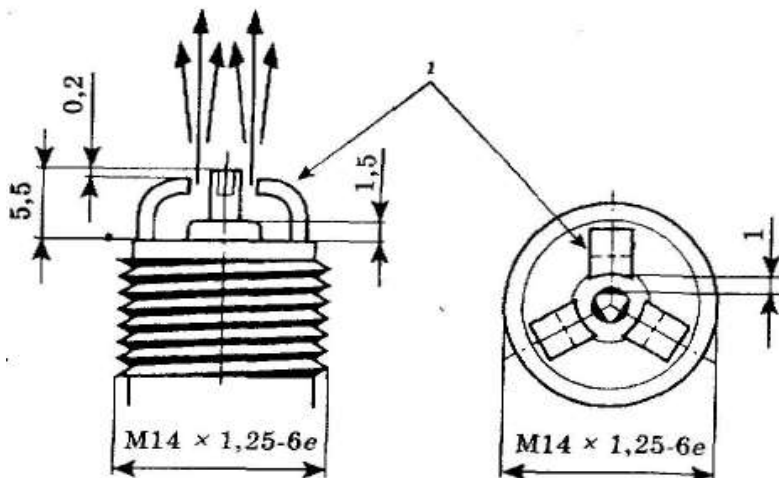


Рисунок 3 - Свічка W7DHC з трьома бічними електродами (1)

Чеська фірма "BRICK" приступила до виробництва свічок Platinum D14ZC, у яких як бічний електрод використовується внутрішня кільцева поверхня нарізної частини корпусу свічки. На ізолятор нанесено дві струмопровідні доріжки, що спричинюють поділ іскри на три частини і запалювання робочої суміші в трьох місцях одночасно.

В таблицях 1 і 2 наведено технічні характеристики та взаємозамінність деяких вітчизняних і закордонних свічок запалювання.

Таблиця 1 - Технічні характеристики свічок запалювання

Марка свічки	Розжарувальне число	Нарізка, мм	Зазор між електродами, мм	Довжина нарізної частини, мм	Застосування
A10H, A10HT	10	M14x1,25	0,8— 0,9	11	ГАЗ-53

Продовження табл.1

Марка свічки	Розжарювальне число	Нарізка, мм	Зазор між електродами, мм	Довжина нарізної частини, мм	Застосування
A11, A11У	11	M14x 1,25	0,85— 1,0	12	ЗІЛ-130, ЗІЛ-431410, ГАЗ-24-01, ПД-10УД, П-350
A11Н	11	M14x1,25	0,7— 0,85	12	УАЗ-469
A13Н	13	M14x1,25	0,6— 0,75	11	ЗАЗ-965, -966
IA14Д	14	M14x1,25	0,8— 0,85	12	ЗМЗ-4022.10
A17В	17	M14x1,25	0,8— 0,85	12	ГАЗ-24Д
IA17ДВ ; IA17ДВ -10	17	M14x1,25	0,8— 0,95	19	ВАЗ
A20ДВ	20	M14x 1,25	0,8— 0,95	19	М-2140
IA23	23	M14x1,25	0,75— 0,8	12	МеМЗ-968, -969А
M8Т	8	M18X1.5	0,7— 0,85	24	Пускові двигуни

Таблиця 2 - Взаємозамінність деяких вітчизняних і закордонних свічок запалювання

Марка свічок	"Bosch", Німеччина	"Champion", Англія	"Motorkraft", США	"Magneti", "Marelli", Італія	"NGK", Японія
All	W8A; W9A; W8AP; W9AP; W8AC; W9AC	L88A; L88	AB52	CW3N	V5HS
A14Д	W8CC	N5	AG3; AG31	CW5L	—
A17ДВ	W7DC; W7DP; WR7DC;WR7DP	N10Y	AG252	CW7LP	BP6ES
A17ДВ-10	W7DC; W7DP; W7DTC;WR7DP; WR7DC	N9Y	AG252	CW7LP	BP6ES
A20Д1, A20Д2	W6CC	N3	AG4	CW7L	B7ES
A23	W5A; W5AP; WR5AC	LW81; LW82	AE2; AE3 CW7N1	CW7N;	B7HS

ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1.Зробити огляд кожної свічки, призначеної для випробування. Розшифрувати маркування.

2. Заміряти повітряний іскровий проміжок в кожній свічці за допомогою щупа. Впевнитися, що він знаходиться в допустимих межах (див.табл.1).

3. Виміряти за допомогою мегаомметра опір ізоляції. Опір повинен бути не менше паспортного значення (не менше 10 МОм).

4. Виміряти за допомогою тестера опір резистора свічки запалювання. Він має бути в межах від 2 до 8 кОм залежно від марки свічки.

5. На стенді (рис.4) виміряти струм витікання при напрузі 1кВ та пробивну напругу. Для цього закріпити свічку (див.рис.4); скласти схему випробування. Піднявши напругу до 1кВ, записати струм витікання (при напрузі 1 кВ струм витікання повинен бути не більше 10 мкА). Потім підняти напругу до пробою і записати її значення (напруга пробою повинна бути не менше 1,8 кВ).

5. Оформити протокол випробування.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАНЯ

1. Яка будова, призначення та принцип дії свічок запалювання?

2. Що таке “тепловий діапазон свічки запалювання”?

3. Що означає розжарювальне число свічки запалювання?

4. Чим відрізняються “холодні” та “гарячі” свічки розжарювання?

5. Що означає маркування свічок запалювання?

6. Внаслідок чого можуть бути порушені оптимальні умови експлуатації свічок запалювання?

7. Як здійснити випробування свічок запалювання автотракторних двигунів?

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

Устрою _____
/зазначити тип і заводський номер/

Бригада в складі _____

за схемою (додається) провела такі випробування:

1. _____
2. _____
3. _____

Назва	Сис-тема	Заводський номер	Номінальні величини	Клас точності	Прим.
Мегаомметр					
Мегаомметр					
Кіловольтметр					
Мікроамперметр					

Результати випробувань та дослідні характеристики:

1. _____
2. _____
3. _____

Висновок _____
(вказати назву та тип енергетичного обладнання та кон-
статувати, чи відповідає технічним вимогам чи ні це обладнання)

Дата _____ Підписи: _____ П. І. Б.)

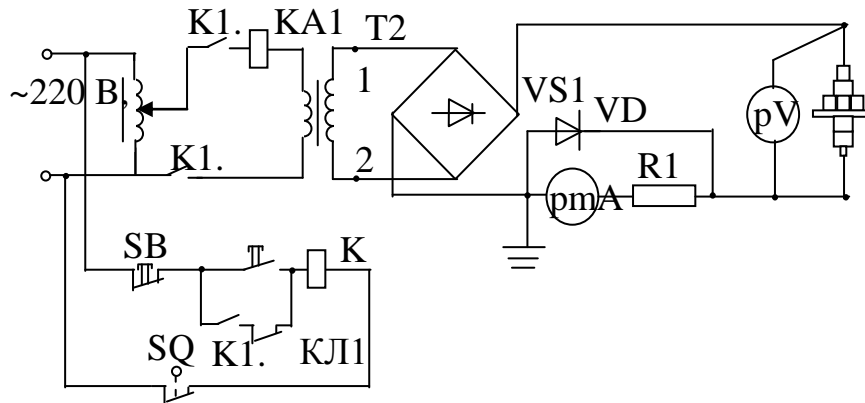


Рисунок 4 - Схема випробування свічок запалювання автотракторних двигунів

Список використаних джерел

1. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – Харків: Форт, 2017. – 376 с.
2. Норми випробування електрообладнання: СОУ-Н ЕЕ 20.302:2020.– К.: ПАТ НЕК «Укренерго», 2020. – 243 с.
3. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: ДНАОП 0.00-1.21-98.–К.: Основа, 1998. – 380 с.
4. Лут М. Т. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК/ М. Т. Лут, О. В. Мірошник, І. М. Трунова. - Харків: Факт, 2008. – 438 с. – Бібліогр.: с. 431-437.
5. Бойко М. Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання: Навч.посіб. – К.: Вища освіта, 2001. – 243 с.

Навчальне видання

ВИПРОБУВАННЯ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи

Автори-укладачі:
ТРУНОВА Ірина Михайлівна,
ПАЗІЙ Володимир Григорович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 0,93.

Наклад ___ пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44