

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему «**Аналіз характеристик та надійності роботи свічок запалювання в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Буг Авто»»**

Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-18мз спеціальності
274 – Автомобільний транспорт
Ваколюк М.П.

Керівник: д.т.н., професор
Макаров В.А

Рецензент: _____

Вінниця – 2020 року

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 107 сторінок, у тому числі 49 рисунків, 18 таблиць, 14 літературних джерел.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є надійність функціонування свічок запалювання.

Робота складається з 5 розділів: 1. Аналіз аспектів функціонування СТО «Буг Авто»; 2. Розрахунок системи технічних впливів на СТО з урахуванням випадковості подій; 3. Аналітичне дослідження основних аспектів функціонування свічок запалювання на протязі життєвого циклу; 4. Формування напрямку розвитку надійного та екологічного функціонування свічок запалювання; 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження - свічка запалювання легкових автомобілів.

Метою роботи є оцінка напрямів розвитку структури свічок для забезпечення ефективного функціонування системи запалювання автомобіля з технічною підтримкою СТО.

В роботі виконаний аналіз впливу гофрованої кераміки на надійність роботи свічок запалювання.

ABSTRACT

Master's degree qualifying work consists of entry, 5 sections and general conclusions. The complete volume of work 107 p., including 49 pict., 18 tabl., 14 literary sources.

The subject of the master's qualification work is the reliability of the spark plugs.

The work consists of 5 sections: 1. Analysis of aspects of the operation of the service station "Bug Auto"; 2. Calculation of the system of technical influences at the service station, taking into account the randomness of events; 3. Analytical study of the main aspects of the operation of spark plugs during the life cycle; 4. Formation of the direction of development of reliable and ecological functioning of spark plugs; 5. Occupational Safety and Emergency Safety.

The object of study - a spark plug for cars.

The purpose of the work is to assess the directions of development of the structure of the spark plugs to ensure the effective functioning of the car ignition system with technical support of the service station.

The analysis of the influence of corrugated ceramics on the reliability of spark plugs is performed.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТО «БУГ АВТО».....	10
1.1 Особливості роботи станції.....	11
1.2 Основні параметри свічок та їх виробники.....	13
1.3. Висновки за розділом	23
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ НА СТО З УРАХУВАННЯМ ВИПАДКОВОСТІ ПОДІЙ.....	24
2.1 Розрахунок вхідного потоку вимог в СТО.....	24
2.2 Розрахунок числа вимог за нормативними показниками.....	26
2.3 Розрахунок продуктивності дії системи технічних впливів	27
2.4 Розрахунок терміну обслуговування (ремонту).....	29
2.5 Розрахунок параметрів ефективності функціонування системи.....	29
2.6 Визначення продуктивності системи	29
2.7 Розрахунок параметрів ефективності використання системи.....	32
2.8 Розрахунок технологічно необхідної кількості постів.....	35
2.9 Оптимізація роботи системи.....	36
2.10 Обґрунтування вартості втрат.....	37
2.11 Результати розрахунків.....	38
2.12 Висновки за розділом.....	42
РОЗДІЛ 3. АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ НА ПРОТЯЗІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ.....	43
3.1 Основні аспекти розвитку структури свічок запалювання.....	43
3.2. Умови роботи і характеристики свічок.....	53
3.3. Технічна експлуатація свічок запалювання.....	32
3.3.1 Технічний контроль свічок запалювання на стадії виготовлення й у ході випробувань.....	71

3.3.2	Виявлення передчасних відмов	73
3.3.3	Зняття із двигуна й установка свічок	75
3.3.4	Видалення зірваної різьбової частини свічі із кріпильного отвору	81
3.3.5	Установка свічок запалювання, виготовлених по Ве - Нех – технології	82
3.4	Висновки за розділом	84
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ НАПРЯМУ РОЗВИТКУ НАДІЙНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ		85
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ		93
5.1	Аналіз умов праці на електротехнічній ділянці	93
5.2	Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	93
5.2.1	Мікроклімат	94
5.2.2	Повітря робочої зони	95
5.2.3	Опалення та вентиляція	96
5.2.4	Освітлення	96
5.2.5	Шум і вібрація	97
5.3	Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи	99
5.3.1	Електробезпека	100
5.4	Пожежна безпека	101
5.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях	102
ВИСНОВКИ		104
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		106
ДОДАТКИ		108

ВСТУП

Свіча запалювання є швидкодіючим іскровим запалом паливоповітряної суміші в циліндрах двигуна внутрішнього згорання. Від досконалості її конструкції й правильного вибору в значній мірі залежить надійність роботи двигуна 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.

Історія свічі запалювання набагато довше історії автомобіля. Ще в 1860 р. Жан Жозеф Ленуар запатентував свічу для газового двигуна, а на початку ХХ сторіччя Готлиб Хонольд відкрив безбатарейне запалювання від магнето. Звичне ж натеper батарейне запалювання з'явилося тільки в 20-ті роки ХХ сторіччя.

У наш час в організаціях, що займаються технічним обслуговуванням та поточним ремонтом автомобілів, поставками й продажем автомобільних запчастин можна знайти й величезну кількість різноманітних свічок запалювання. Це багато в чому пов'язане зі збільшенням кількості автомобілів, завезених через кордон.

Свічі запалювання є елементами автомобіля, що витрачається. Вони мають певний термін експлуатації навіть при правильному їхньому виборі, тому їх періодично перевіряють і заміняють. Для їхнього правильного вибору необхідно знати не тільки призначення, принцип дії й особливості конструкції, але й рекомендації з установки, заміни й експлуатації свічок запалювання провідних світових фірм-виробників.

У світі не існує єдиних стандартів на свічі запалювання. Уся технічна інформація з даного питання носить специфічний характер і втримується в стандартах і номенклатурних довідниках мало доступних споживачеві.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності з науковим напрямом роботи кафедри «Автомобілі

та транспортний менеджмент» Вінницького національного транспортного університету «Покращення експлуатаційних властивостей автомобілів та методів їх дослідження».

Мета дослідження – оцінка напрямів розвитку структури свічок для забезпечення ефективного функціонування системи запалювання автомобіля з технічною підтримкою СТО.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- аналіз аспектів функціонування СТО «Буг-Авто»;
- визначення основних параметрів свічок та їх виробників, що сприяє ефективності процесу використання свічок запалювання технічною службою СТО;
- розрахунок параметрів функціонування зони ТО і ПР в умовах СТО;
- аналітичне дослідження основних аспектів функціонування свічок на протязі їх життєвого циклу;
- формування напрямку розвитку надійного та екологічного функціонування свічок;
- вирішення питань охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – свічка запалювання легкових автомобілів.

Предмет дослідження – надійність функціонування свічок запалювання.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є використання системного підходу, аналізу конструкції і принципу роботи свічок запалювання. Використані методи теорій діагностування, математичної статистики та ймовірності.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в аналізі впливу гофрованої кераміки на надійність роботи свічок запалювання.

Особистий внесок магістранта. Аналіз інформації про особливості новітніх свічок запалювання та дослідження з надійності їх функціонування.

Апробація результатів роботи. Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на XLIX Науково-технічній конференції факультету машинобудування та транспорту, Вінниця – ВНТУ, 2020.

Вірогідність отриманих результатів забезпечується: коректною постановкою задач дослідження, послідовним і чітким застосуванням математичних методів при їх рішенні; збігом результатів для окремих і граничних випадків з відомими з літератури рішеннями; узгодження між собою результатів, отриманих в різних розділах роботи.

Публікації. Макаров В.А. Аспект дії гофрованої кераміки свічок на функціонування системи запалювання / В.А. Макаров, О.В. Вдовиченко, М.П. Ваколюк // Матеріали XLIX Науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту – Вінниця, ВНТУ, 2020. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2020/paper/view/9589>.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТО «БУГ АВТО»

Найновітніші технології та матеріали, що застосовуються в сучасному автомобілебудуванні, дозволили компанії Hyundai створити надійні, економічні та привабливі автомобілі, які стануть надійними помічниками у щоденному житті. Співробітники компанії Hyundai прагнуть не тільки виробляти сучасні автомобілі, а й забезпечувати їм високоякісний сервіс. Досвідчені спеціалісти розвинутої в Україні сервісної мережі систематично проходять навчання, а для обслуговування і ремонтів використовують лише оригінальні запасні частини, спеціалізований інструмент та оригінальні діагностичні пристрої, рекомендовані виробником. Автомобіль є джерелом підвищеної небезпеки, тож його зберігання та експлуатація потребують особливої уваги.

Hyundai “Буг Авто” - це офіційний дилерський центр автомобільного бренду Hyundai у м. Вінниця та Вінницькій області. Головна ціль дилерського центру – забезпечення якості та надійності всього експлуатаційного циклу автомобіля Hyundai з моменту продажу до його повного обслуговування в офіційному сервісному центрі «Hyundai».

Буг Авто входить до групи компаній «Автомир», що відкриває додаткові можливості для своїх клієнтів. Це не просто автосалон з виставковими зразками автомобілів, це високопрофесійна станція технічного обслуговування авто з можливістю встановлення оригінальних запчастин від виробника та сучасних охоронних систем для автомобілів.

Також до послуг клієнтів представлений малярно-рихтувальний комплекс «Автомир Колор Центр», який ефективно виконує повний спектр робіт по малярно-кузовному ремонту, включаючи повний кузовний ремонт автомобілів. Маючи сучасне устаткування і новітню лабораторію підбору фарб і емалей, на комплексі в змозі рівномірно маскувати подряпини при

локальному фарбуванні, робити фарбування окремих деталей і усього кузова, дотримуючись суворих технологій фарбування.

Додатково можна отримати послуги з оформлення кредиту, страхуванню автомобіля і реєстрації в МРЕО ДАІ не виходячи з території салону. Буг Авто Hyundai має паркінг для клієнтів, комфортну зону відпочинку і очікування

1.1 Особливості роботи станції

Станція технічного обслуговування (СТО) працює у м. Вінниця, за адресою: Немирівське шосе, 94В (рисунок 1.1).

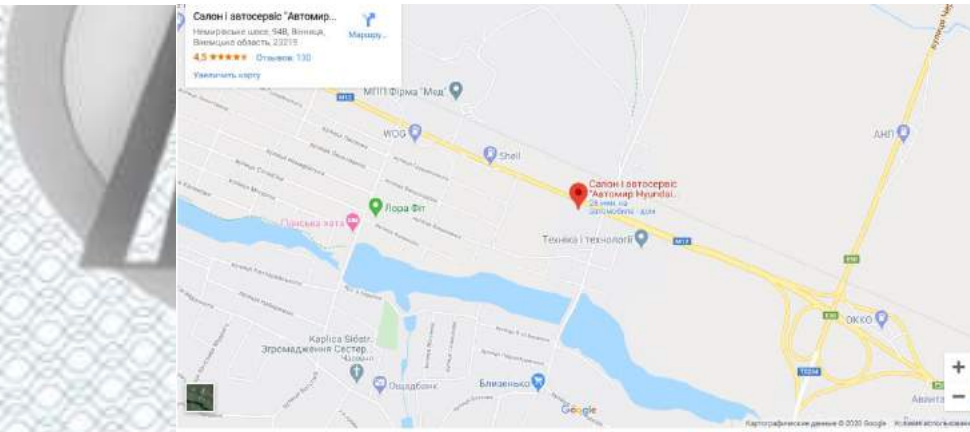


Рисунок 1.1 – Місце розміщення СТО

Загальний вигляд будинку СТО наведено на рисунку 1.2



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд будинку СТО

СТО надає повний спектр послуг, а саме: технічне обслуговування, діагностика і ремонт ходової системи, діагностика і ремонт двигунів та КПП, контроль і регулювання кутів установки коліс, установка протиугінних систем (сигналізації, замка КПП, замка капота), комплексна діагностика і ремонт електронних систем автомобіля, тюнінг (аудіо, освітлення, зовнішній декор), кузовний ремонт, фарбувальні роботи, поліровка авто, хімістка салонів. Спеціалісти проходять навчання та мають високий рівень кваліфікації.

Вигляд приміщень та обладнання СТО наведено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Вигляд внутрішнього приміщення



Рисунок 1.4 - Вигляд обладнання станції

1.2 Основні параметри свічок та їх виробники

Для забезпечення всього спектра бензинових двигунів свічками запалювання останні виготовляють із різними параметрами (рис. 1.5), які відбиваються в умовній позначці свічі (приводяться нижче).



Рисунок 1.5 – Основні параметри свічок запалювання

Зображені наступні габаритно-приєднувальні розміри: 1 – шестигранник (розмір під ключ); 2 – довжина різьбової частини; 3 – іскровий проміжок; 4 – діаметр різьбової частини.

Усі вони строго певні для кожного двигуна. У цей час міжнародними стандартами для автомобільних двигунів передбачене застосування свічок із різьбленням M10x1; M12x1.25; M14x1.25 і M18x1.5 і шестигранником під ключ 16.0; 19.0 і 21мм.

Російським і українським стандартами передбачені свічки із плоскою й конічною опорною поверхнею. За цими стандартами промисловість в цей час випускає свічки із плоскою опорною поверхнею й різьбленням на корпусі

M14x1.25; довжиною різьбової частини корпуса 9.5; 12.7; 19.0 мм і шестигранником під ключ 16.0; 19.0 і 21мм. Розміри свічок із конічною поверхнею, передбачені стандартом, наведені на рис. 1.6, рис. 1.7 і в табл.1.1.

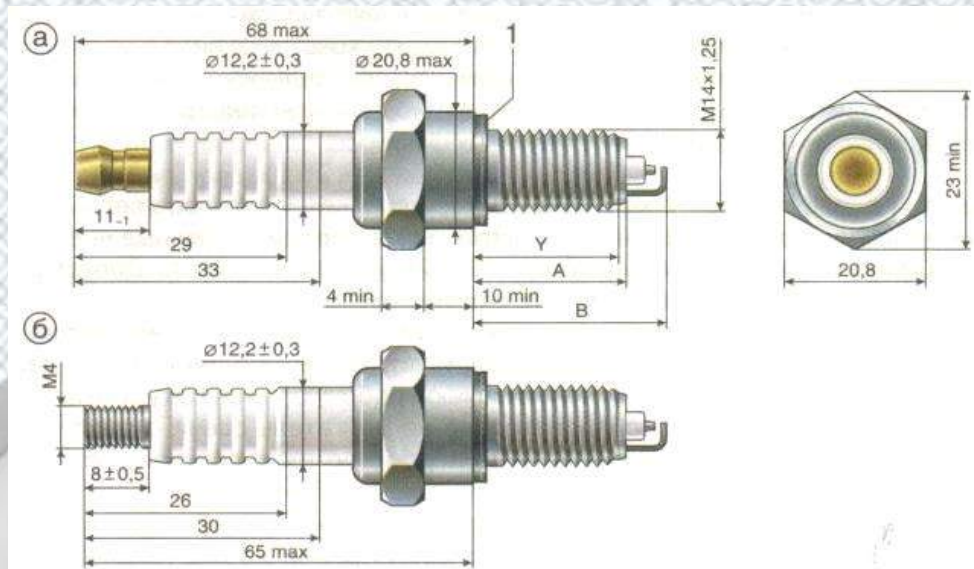


Рисунок 1.6 - Габаритні й приєднувальні розміри свічок M14x1,25 із плоскою опорною поверхнею й шестигранником під ключ 21мм: а - зі штировою контактною головкою; б - з різьбовою контактною головкою; 1 - ущільнювальне кільце

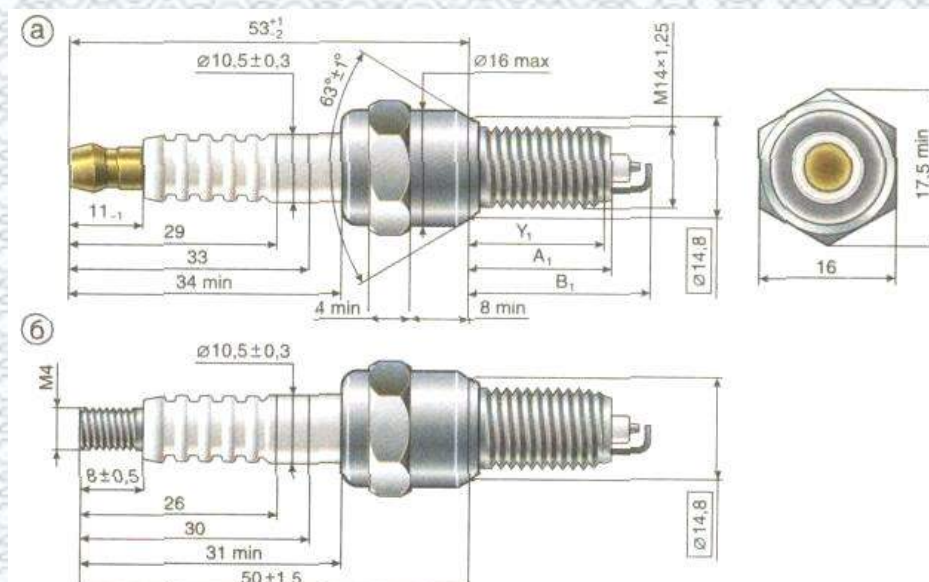


Рисунок 1.7 - Габаритні й приєднувальні розміри свічок M14x1,25 з конічною опорною поверхнею: а - зі штировою контактною головкою; б - з різьбовою контактною головкою

Таблиця 1.1 – Розміри свічок запалювання

Тип корпусу	Розміри, мм					
	A±0.2	A1±0.2**	B, не більш	B1 не більш**	Y±0.3	Y1±0.3**
Нормальний	12.7	11.2	21.0	19.0	11.7	10.2
Подовжений	19.0	17.5	27.0	25.0	18.0	16.5
Довгий	26.5	25.0	34.5*	32.5	25.5*	24.0

*Розміри для свічок із плоскою опорною поверхнею й шестигранником під ключ 16.0 мм.

**Розміри для свіч із конічною опорною поверхнею

Калильне число є показником теплових властивостей свічки (її здатності відводити тепло при різних теплових навантаженнях двигуна). Воно пропорційно середньому тиску, при якому в процесі випробувань свічі на моторній тарувальній установці в її циліндрі починає з'являтися калильне запалювання (некерований процес запалення робочої суміші від розпечених елементів свічі).

Свічі з невеликим калильним числом називають гарячими. Їхній тепловий конус нагрівається до температури 900°C (температура початку калильного запалювання) при відносно невеликому тепловому навантаженні. Такі свічки застосовуються на малофорсованих двигунах з невеликими ступенями стиску. У холодних свіч калильне запалювання виникає при більших теплових навантаженнях, і вони використовуються на високофорсованих двигунах.

Ряд закордонних фірм під калильним числом ухвалює величину, пропорційну часу, після закінчення якого свіча, установлена на спеціальний іспитовий двигун, що працює при певному режимі, починає давати калильне запалювання. У деяких випадках для оцінки свічок різних типів використовується показник – відносне калильне число свічі запалювання.

Цей показник є добутком довжини теплового конуса ізолятора свічі (у мм) на її калильне число.

Рідше в якості теплової характеристики використовується теплове число, яке являє собою відношення літрової потужності двигуна до площі поверхні нижньої частини ізолятора, що сприймає тепло. Така характеристика є заходом теплової напруженості свічі запалювання.

Російська промисловість випускає свічі запалювання з калильними числами 8, 11, 14, 17, 20, 23 і 26. За кордоном не існує єдиної шкали калильних чисел, тому ряди калильних чисел свіч запалювання деяких провідних світових фірм-виробників наведені в табл.1.2.

Таблиця 1.2 - Ряди калильних чисел свіч запалювання

Фірма, країна	Калильне число									
	«Гаряча свіча»					«Холодна свіча»				
Росія	8	10	14	17	20	23				
	26									
«Beru», «Bosch», Германія	13	12	11	10...3	2	1	09	08	07	
	06									
«Champion», Англія	25	24	23.....3				2	1		
«Ac Delco», США	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	0									
«Euyquem», Франція	30	32	42	52	58	62	72	82		
	96									
«NGK», Японія	2	4	5	6.....12					13	
	14									
«Denso», Японія	9	14	16	20	22	24	27	31	34	
	37									
«Brisk», Чехія	19	18	17	15	14	12	10			
	08									
Volker Iridium	10		9	8	7	6				
	5									

Строгої відповідності між калильними числами для свічок запалювання різних фірм-виготовлювачів не існує.

З табл.1.2 видно, що ряди калильних чисел зовсім довільні. У рядах відрізняються самі числа, їх кількість і розмірний крок. Німецькі фірми

використовують навіть дробові числа. Напрямок зростання калильного числа у різних фірм прийнято позначати також по-різному. Росія, Франція, Японія використовують зростаючий ряд, від гарячого до холодного стану свічі. Германія, США й Англія – убутний. Як наслідок неоднозначності калильних чисел, усі таблиці взаємозамінності, у тому числі й табл. 1.2, мають рекомендаційний характер. На рис. 1.7 наведені різні типи свічок запалювання, а в табл. 1.3 – характеристики гарячого й холодного типів.

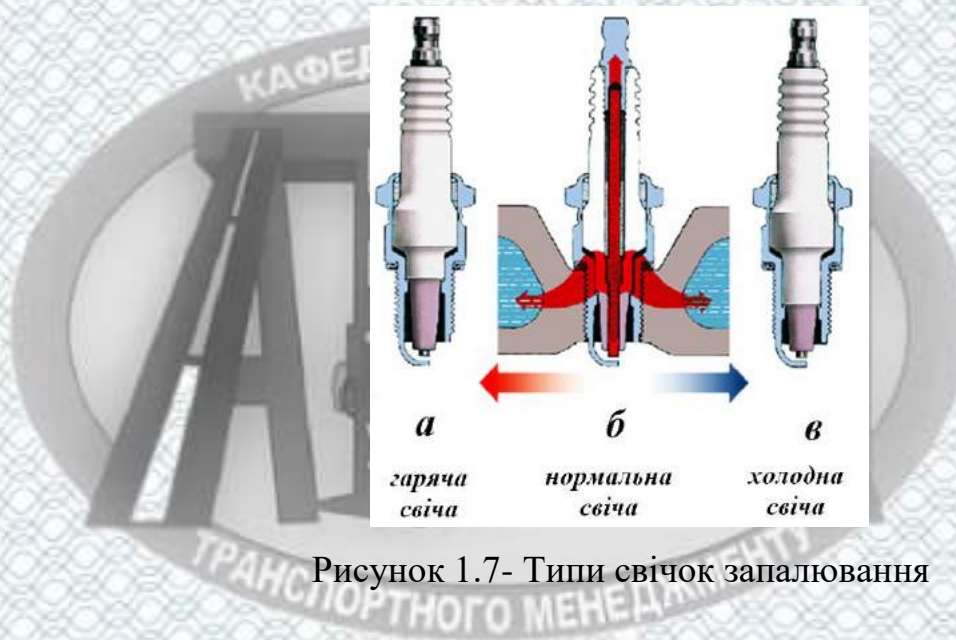


Рисунок 1.7- Типи свічок запалювання

Таблиця 1.3 – Характеристики свіч запалювання

Характеристика	Гарячий тип (для низьких швидкостей)	Холодний тип (для високих швидкостей)
Поверхня контакту з газами, що відробили	Більша поверхня контакту з вихлопним газом	Менша поверхня контакту з вихлопним газом
Інтенсивність розсіювання теплоти	Повільно	Швидко
Інтенсивність нагрівання ізолятора й електрода свічі	Нагріваються швидко	Ізолятор і електрод свічі не нагріваються

Поки тепловий конус не нагріється до 400°C , на ньому утворюється нагар, що приводить до витоків струму й порушенню іскроутворення. При досягненні цієї температури, він (нагар) починає згоряти, відбувається очищення свічі (самоочищення).

За тепловими якостями свічі розділяються на "гарячі" - для двигунів з невисоким температурним навантаженням і "холодні" - для роботи з високою робочою температурою й ступенем стиску двигуна. Теплові якості позначаються числами на поверхні ізолятора свічі. Калильне число рівне середньому індикаторному тиску, при якому починається калильне запалювання. Чим більше це число, тем свіча більш стійка до високих температур, отже, більш "холодна". Калильне число свічі визначається на спеціальній установці по виникненню калильного запалювання. (на початку пункту це вже було).

Чим довше тепловий конус, тим більше його площа, тому він нагрівається до температури самоочищення при меншому тепловому навантаженні. До того ж, виступання цієї частини ізолятора з корпусу підсилюється її обдуванням газами, що додатково прискорює прогрів і поліпшує очищення від нагару. Збільшення довжини теплового конуса (рисунок 1.8) приводить до зменшення калильного числа (свіча стає "гарячою"). Щоб залишити його незмінним у конструкції застосовують біметалічні центральні електроди, що краще відводять тепло. Такі свічі (їх називають термоеластичними) швидше прогриваються до температури самоочищення (як гарячі), але викликають калильне запалювання при високих теплових навантаженнях (як холодні).

Калильне число свічі запалювання, чи є вона гарячою або холодною, визначають деякі особливості її конструкції.

У загальному випадку, тепла характеристика конкретної свічі запалювання залежить від:

- теплопровідності її центрального електрода й центрального ізолятора;
- площі й кривизни поверхні теплового конуса ізолятора;

- форми запальної порожнини, доступної для робочої суміші й інших факторів.

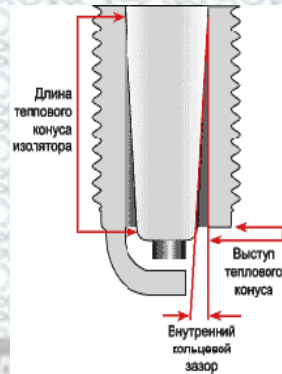


Рисунок 1.8 - Тепловий конус свічі

Змінюють теплову характеристику свічок, в основному, зміною довжини теплового конуса ізолятора й площі його зіткнення з корпусом.

Тепловий конус (спідниця ізолятора) - це відстань між запальним кінцем ізолятора й місцем його посадки в корпус (рис. 1.8). Чим воно більше, тем довше шлях, який повинне пройти тепло, щоб розсіятися («тепловий шлях»), а отже, тим більше тепла втримується. Довжина теплового конуса є ключовим чинником робочої характеристики свічі при холодному пуску. Чим довше тепловий конус, тим гарячища свіча.

Виступаюча частина теплового конуса - частина теплового конуса ізолятора, що виступає за торець корпусу, ізолятор може прохолджуватися вступники в циліндр порцією палива. Довжину виступу необхідно оптимізувати так, щоб вона відповідала ідеальному горінню.

Озгоряння робочої суміші. Зміна розміру теплового конуса спідниці міняє теплову характеристику свічі. Чим менше висота конуса ізолятора, тим холодніше свіча (рис. 1.9) і тим більше її калильне число. У свічі з більшим калильним числом тепло краще приділяється від теплового конуса центрального електрода, тому що в таких свічок відвід тепла йде по більш короткому шляхові. На жаль, така форма свічі, при якій вона швидко прохолджується, негативно впливає на інші властивості. Свічі стають чутливими до масла, яке при згорянні утворює місток між електродами й

перешкоджає утвору іскри. Утворюється, також, наліт і на внутрішній поверхні ізоляції, через який струм проходить краще, внаслідок меншого опору, чим між електродами свічі.

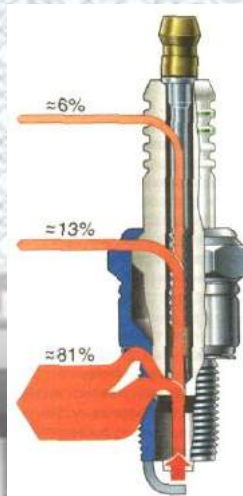


Рисунок 1.9 – Тепловий баланс свічі

Нижче розглянуті спеціальні свічі запалювання.

Крім розглянутих вище свічок, залежно від призначення, застосовують:

- повністю екрановані збурюючезахисні свічі в сталевому корпусі (наприклад, в Vip-Автомобілях);
- свічі для автомобільних і стаціонарних двигунів, що працюють на газі;
- вимірювальні свічі, використовувані на дослідницьких або контрольних двигунах, які наведені на рис. 1.10.

Існують особливості свічок для двигунів працюючих на газі.

Економічні й екологічні вимоги викликали необхідність пошуку нового виду палива. У якості альтернативного джерела енергії часто використовуються стислий або зріджений природний газ, а також зріджені суміші пропану й бутану.

Наслідком переустаткування двигуна з бензину на газ є зміна вимог до деяких компонентів двигуна:



Рисунок 1.10 - Спеціальні свічки запалювання: а - повністю екрановані збудуючезахищені свічки; б - свічки для автомобільних і стаціонарних двигунів, що працюють на газі; в – компактні свічі; г - вимірювальні свічі.

Для запалення газу необхідно більш висока напруга запалювання, чому для бензину. Наприклад, якщо для запалювання в бензинових двигунах досить напруги до 14кВ, то для надійного запалювання в газових двигунах необхідна напруга до 16кВ, за тих самих умов (рис. 1.11).

Використання газу як палива приводить до підвищення температур у камері згоряння. Підвищення напруги запалювання й температури в камері згоряння провокує більш інтенсивне зношування електродів свіч запалювання.

Необхідність у більш високій напрузі запалювання може бути компенсована блоком керування подачею газу, якщо він має можливість до більш раннього зсуву кута випередження запалювання (КВЗ)

У випадку застосування традиційних свіч для запалення газоподібного палива виникає цілий ряд проблем, таких як: утруднена іонізація газового палива в циліндрі; затримка процесу згоряння палива

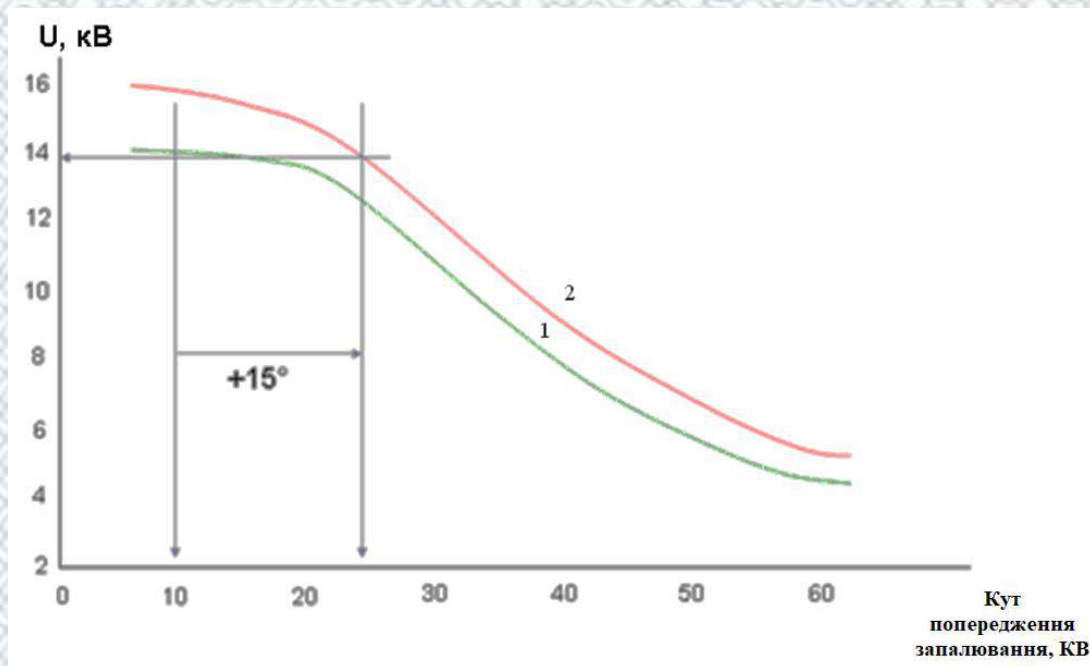


Рисунок 1.11 - Залежність напруги пробую від кута випередження запалювання у свічах для бензинових (1) і газових (2) двигунів

Тому в їхню конструкцію внесено багато змін:

- для полегшення іонізації й наслідків тривалого впливу полум'я на ізолятор і центральний електрод, зменшують зазор між електродами;
- для затримки згоряння газу в циліндрі, подовжують конус ізолятора з метою більш глибокого введення в камеру згоряння;
- більш точно підбирають значення теплових коефіцієнтів.

Спеціальні свічки для газоподібного палива забезпечують наступні переваги: полегшений пуск холодного двигуна і його тиху й плавну роботу; експлуатацію без обслуговування; правильну роботу каталізатора; поліпшення самоочищення конуса ізолятора (зменшення нагару); виключення несприятливих наслідків при зміні палива (газ/етильований бензин); зниження витрат при експлуатації автомобіля.

У випадку неможливості застосування спеціальних свічок під газ застосовують традиційні свічки запалювання.

При цьому необхідно пам'ятати, що у двигунах, переустаткованих під газоподібне паливо, такі свічки піддаються більш інтенсивному зношуванню, чим в бензинових, тому їх необхідно міняти суттєво частіше. Нормативний

інтервал заміни «газових» свічок становить 15 тис. км пробігу. Звичайно виготовлювачі наборів для переустаткування на газ не можуть указати підходящий тип свічки запалювання, тому що не знають, на які двигуни вони будуть установлюватися. Для автомобілів, що споконвічно працюють на стислому природному газі (СПГ), необхідні дані представляються їхніми виробниками. Свічки запалювання BOSCH, при дотриманні певних правил, відмінно відповідають вимогам газових двигунів. Насамперед, слід вибирати свічі з більш низькими калильними числами, щоб компенсувати підвищені робочі температури в камері згоряння. В інших випадках використовується свіча запалювання із зазором між електродами 0.7мм (при необхідності відстань регулюється). У цілому ,для газових двигунів підходять платинові свічі BOSCH, що відрізняються більшою зносостійкістю й більш тривалим терміном служби [1].

Існують компактні свічі запалювання. Вони спеціально сконструйовані для застосування: на малій сільськогосподарській техніці в польових умовах; ланцюгових пилах; у двигунах пристроїв для обрізки кущів; газонокосарок, а також стаціонарних приводних агрегатів.

Дані свічки забезпечують надійне функціонування, як на холостих обертах, так і при максимальних навантаженнях, що є характерним видом експлуатації для ланцюгових пилок. Вони не забруднюються відкладаннями, що виникають внаслідок горіння, і не приводять до samozапалювання з наступним вильотом палаючих іскор з вихлопної труби. Спеціальна конструкція забезпечує їхню низьку вагу й стійкість до вібрації.

1.3. Висновки за розділом

1. Виконаний опис особливостей роботи СТО “Буг Авто”.
2. Наведений аналіз основних параметрів свічок запалювання та їх виробники, що може бути корисним для підтримки на СТО їх властивостей, які сприяють поліпшенню показників ефективності та надійності.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ НА СТО З УРАХУВАННЯМ ВИПАДКОВОСТІ ПОДІЙ

Згідно спостережень, середня інтенсивність переміщення легкових АТЗ в зоні тяжіння СТО змінюється: 10, 20 і 25 автомобілів/добу. Для продовження дослідження слід попередньо виконати технологічний розрахунок системи ТО і ПР з урахуванням випадковості подій, що обумовлюють заїзд автомобілів на СТО.

Теорія масового обслуговування (ТМО) вибрана для розрахунку зони виконання технічних впливів СТО. Вона дозволяє сформулювати математичну модель для проведення аналізу ефективності рішень, що приймаються у частині вибору оптимального числа робочих постів. Виконаний аналіз виробничої діяльності СТО свідчить про те, що в їх систему ТО та ПР надходить випадковий потік вимог з випадковими відмовами, які вимагають для свого усунення технічних впливів випадкових за термінами виконання, що обумовлюють задіяння великої множини різних технічних рішень. Тому потік випадкових відмов формує випадковий потік технічних впливів [2,3].

Таким чином, процес надходження в систему технічного обслуговування і ремонту автомобільного потоку буде імовірнісним. Далі будемо вважати, що в результаті низки припущень, накладення визначених умов на вхідний потік, буде відповідати вимогам стаціонарності, ординарності та відсутності втрат, а система ТО і ПР, що проектується, буде віднесена до системи з очікуванням вимог без втрат.

2.1 Розрахунок вхідного потоку вимог в СТО

При стаціонарному процесі обслуговування і ремонту автомобілів, які поступають в систему, потік вимог є Пуассонівським (найпростішим), в

якому ймовірність надходження в проміжок часу $(0, t)$ K вимог визначається формулою:

$$P_K(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^K}{K!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \quad (2.1)$$

де $P_K(t)$ - ймовірність надходження K вимог за час $(0, t)$;

λ - щільність потоку вимог (середня кількість вимог, які надходять за одиницю часу).

Величина математичного очікування числа вимог, що надходять у систему, дорівнює:

$$M(K) = \lambda.$$

При $t = 1$ вираз (2.1) приймає наступний вигляд:

$$P(K) = \frac{\lambda^K}{K!} \cdot e^{-\lambda}. \quad (2.2)$$

Із формули (2.2) слідує, що для повного опису найпростішого потоку вимог на обслуговування або ремонт достатньо знати параметр щільності потоку вимог λ .

Згідно закону великих чисел, при великій кількості вимог на обслуговування або ремонт значення величини N_c (середньодобова кількість авто, які потребують обслуговування) наближається до її математичного очікування:

$$M(K) = \lambda_i \approx N_{ci}. \quad (2.3)$$

Таким чином, для того, щоб описати потік і мати його характеристику, достатньо розрахувати величину N_{ci} .

Дисперсія випадкової величини K , розподіленої по закону Пуассона, дорівнює її математичному очікуванню $D(K) = \lambda \approx N_c$.

Отже, значення середньоквадратичного відхилення випадкової величини K дорівнює $\sigma_K = \sqrt{N_c}$.

Таким чином, щільність потоку вимог, які надходять до системи, змінюється у межах :

$$\tilde{N}_c = N_c \pm \sqrt{N_c}. \quad (2.4)$$

Наприклад: якщо $N_c = 9$, то $\tilde{N}_c = 9 \pm 3$ або $\tilde{N}_c = 6-12$, потік буде змінюватися за величиною в два рази.

Для цього потоку необхідна відповідна організація робіт в зонах обслуговування і ремонту і достатня для цього виробнича потужність.

2.2 Розрахунок числа вимог за нормативними показниками

Цей розрахунок проводиться, при відсутності статистичних даних, по параметрам надійності і є менш точним, ніж розрахунок з урахуванням показників дослідження, що може бути проведено.

Як вже відмічалось, загальний потік автомобілів, що надходять на автотранспортний комплекс СТО за добу N_c , розраховується в залежності від інтенсивності руху автомобілів N на автомобільній дорозі, яка знаходиться в області тяжіння станції.

Потік вимог, які надходять на СТО, орієнтовно розподіляються наступним чином: на ТО – 10% ($N_{ТО}$), на поточний ремонт – 80% ($N_{ПР}$), на діагностування технічного стану авто біля 10% ($N_{Д}$):

$$N_C = N_{ТО} + N_{Д} + N_{ПР}. \quad (2.5)$$

2.3 Розрахунок продуктивності дії системи технічних впливів

Продуктивність системи обслуговування і ремонту, в першу чергу залежить від тривалості часу, що витрачається бригадою робітників у складі P_n виконавців на виробництво робіт по обслуговуванню і ремонту автомобілів. По різних причинах (різний вид і важкість відмов, різноманітний технічний стан автомобілів та їх тип тощо) час, який витрачається на обслуговування або ремонт, є також випадковою величиною, закони розподілення якої можуть бути виявлені різними статистичними методами.

Згідно вимог теорії масового обслуговування, пропускна здатність системи СТО залежить, головним чином від розміру математичного очікування часу обслуговування або ремонту t_i . Характер закону розподілення часу здійснює суттєвий вплив на пропускну здатність системи. Тому задаються показовим законом розподілу часу обслуговування або ремонту, функція якого має наведений нижче вигляд:

$$F(t) = L - \ell^{-\mu t}, \quad (2.6)$$

де μ_i - інтенсивність і-того виду обслуговування або ремонту (середня продуктивність робочої бригади СТО).

Щільність розподілу часу виконання технічного впливу дорівнює:

$$f(t) = \mu \cdot e^{-\mu \cdot t}. \quad (2.7)$$

Математичне очікування часу обслуговування (ремонту) дорівнює:

$$M(t) = t_i^* = \frac{1}{\mu_i}, \quad (2.8)$$

Звідси випливає:

$$\mu_i = \frac{1}{t_i^*}, \frac{1}{\sigma D}.$$

При вибраному показовому законі розподілу дисперсія тривалості (часу) обслуговування або ремонту на універсальних постах дорівнює:

$$D(t) = \frac{1}{\mu_i^2} = [t_i^*]^2; \quad (2.9)$$

$$\sigma(t) = \sqrt{D(t)} = t_i^*.$$

Таким чином, загальний час виконання технічного впливу, з урахуванням дисперсії, буде дорівнювати:

$$\tilde{t}_i^* = t_i^* \pm t_i^* \quad \text{або} \quad 0 \leq \tilde{t}_i^* \leq 2t_i^*. \quad (2.10)$$

Проведення обслуговування або ремонту з таким великим розкидом часу відносно математичного очікування потребує формування високої організації робіт на постах і достатніх резервів робітників і обладнання. Можливі великі розкиди часу потребують особливо ретельних технологічних параметрів системи виконання технічних впливів [4,5].

2.4 Розрахунок терміну обслуговування (ремонту)

Час, затрачується на обслуговування або ремонт АТЗ, може визначатися на підставі отриманих дослідних даних із виразу:

$$\bar{t}_i^* = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_j^*, \text{ год.}, \quad (2.11)$$

де \bar{t}_i^* - тривалість j -го обслуговування або ремонту в i -ому виді впливу;
 n - загальна кількість технічних впливів.

Якщо статистичні дані відсутні, то в якості орієнтовної величин для визначення часу тривалості обслуговування або ремонту можуть бути з визначеним припущенням, використані значення нормативної трудомісткості обслуговування або ремонту - t_i .

2.5 Розрахунок параметрів ефективності функціонування системи

Під ефективністю роботи системи слід розуміти характеристики рівня виконання завдань. Розглядається система обслуговування і ремонту, яка складається з обмеженого числа однотипних постів X , в якій згідно з умовою стаціонарності потоку, приймається, що обслуговування або ремонт вважаються закінченими одразу ж після проведення робіт, і автомобіль залишає систему. Час на транспортування автомобілів з посту на піст і якість роботи при цьому не розглядаються.

2.6 Визначення продуктивності системи

Розрізняють абсолютну та відносну продуктивність системи. Перша з них характеризує середню кількість заявок (автомобілів), які обслуговуються або відновлюються в одиницю часу, і числено дорівнює:

$$W_a = \mu \cdot x, \quad (2.12)$$

де X - кількість робочих постів.

Друга характеризує середнє значення відношення числа автомобілів, що пройшли обслуговування або ремонт, до числа автомобілів, що прийшли до системи в одиницю часу:

$$W_{\text{отн}} = \frac{\mu \cdot x}{N_c}. \quad (2.13)$$

Пропускна здатність системи виконання впливів може бути визначена з зіставлення параметрів потоку вимог, що надходить, і-го виду і абсолютною продуктивністю:

$$\tilde{N}_c = \chi \cdot \tilde{\mu}_i \cdot x_i. \quad (2.14)$$

Якщо виконується умова $\tilde{N}_c \geq \tilde{\mu}_i \cdot x_i$, то система не впорається з об'ємом робіт, в результаті цього створюється постійна (зростаюча) черга очікуючих обслуговування (ремонт) автомобілів.

Для ефективності роботи системи необхідно виконання умови:

$$\tilde{N}_c \leq \tilde{\mu}_i \cdot x_i. \quad (2.15)$$

Різниця $\tilde{\mu}_i - \tilde{N}_c$ дає величину надлишку виробничої потужності m_i , яка повинна бути оптимальною, а пов'язані з цим витрати C_u - мінімальними.

Необхідна умова виражається наступним чином:

$$m_i = \tilde{\mu}_i \cdot x_i - \tilde{N}_c, \quad (2.16)$$

$$m_i \rightarrow OPT, C_u \rightarrow \min .$$

В якості додаткової умови роботи системи може бути прийняте припущення, при якому відносна продуктивність буде в наступних границях $1 < W_{отн} < 2$.

Для приблизної оцінки роботи системи використовується нерівність (2.15). Після ділення правої та лівої частини на параметр μ_i і прийняття для подальших розрахунків відношення $N_{ci} / \mu_i = \rho_i$, отримаємо:

$$x_i \succ \rho_i, \quad (2.17)$$

де ρ_i - приведена щільність потоку вимог.

Фізичний сенс ρ_i - це середнє число вимог, які поступають в систему за середній час обслуговування однієї вимоги.

Мінімальна кількість постів X_T в системі, при якій черга вимог, які очікують, не буде зростати, обмежується наступною нормуючою умовою:

$$x_T \succ \rho_i; \quad 0,2 \leq x_T - \rho \leq 1,0. \quad (2.18)$$

При цих умовах система буде мати максимально можливу продуктивність при мінімальній кількості одиниць постів. Слід звернути увагу на нижню границю цього обмеження [4].

$x_T - \rho \geq 0,2$ тому, що при менших значеннях різко збільшується довжина черги і загруженість системи. Робота з мінімальною кількістю постів буде нестійкою.

Наявність нерівності $x \succ \rho$, хоч і свідчить про працездатність системи обслуговування і ремонту автомобілів, однак це ще не гарантує того, що система буде працювати достатньо ефективно. Може статися, що такі

параметри, як час простою в черзі перед початком обслуговування (ремонту) або довжина черги автомобілів, будуть занадто великі, а резерви виробничих потужностей не забезпечать стійку роботу системи. Тому для оцінки системи обслуговування або ремонту використовуються додаткові параметри, які дозволяють більш детально визначити ефективність її роботи з різних сторін.

Ефективність роботи розглядаємо системи оцінюється по величині параметрів, умовно розділених на дві групи.

Перша група дозволяє оцінити роботу системи по ступеню використання її виробничих потужностей, друга – по відносним можливостям виробничої системи.

2.7 Розрахунок параметрів ефективності використання системи

Імовірність того, що усі пости обслуговування вільні:

$$P_c = \left[\sum_{k=0}^{x-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^x}{(x-1)!(x-\rho)} \right]^{-1}, \quad (2.19)$$

де x - кількість постів в системі (підсистемі);

k - кількість заяв, яки надходять у систему.

Імовірність того, що всі пости обслуговування (ремонту) зайняті:

$$P = P_c \frac{\rho^x}{(x-1)!(x-\rho)}. \quad (2.20)$$

Імовірність P одночасно характеризує й такі показники, як імовірність відмов в обслуговуванні або ремонті черговій вимозі (автомобілю) із-за зайнятості всіх постів; час повного завантаження системи роботою; коефіцієнт використання робочого часу.

Імовірність Π може задаватися, виходячи із технологічних умов, в наступних границях $\Pi = 0,7 - 0,85$.

Далі розглянута характеристика ефективності використання постів, призначених для виконання технічних впливів.

Середня кількість вільних постів:

$$X_B = P_0 \sum_{k=0}^{x-1} \frac{\rho^k}{k!} (x-k). \quad (2.21)$$

З достатньою для аналізу системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів точністю значення X_B може бути визначено по виразу:

$$X_B = x - \rho. \quad (2.22)$$

Знаючи середню кількість постів можна визначити такий параметр як коефіцієнт простоювання постів:

$$K_n = \frac{X_B}{x}. \quad (2.23)$$

Коефіцієнт зайнятості постів:

$$K_3 = \frac{X_3}{x} = \frac{\rho}{x}. \quad (2.24)$$

Ступінь використання постів хоч і є одним з показників якості функціонування обслуговуючої (ремонтної) системи, однак не слугує єдиним критерієм цілі. Не менш важливо з точки зору техніко-економічної ефективності СТО здійснювати швидке обслуговування (ремонт) автомобілів з мінімальним часом простоювання, маючи при цьому невелику чергу і час очікування початку обслуговування (ремонту).

Тому використовуються наступні показники:

Імовірність того, що час очікування початку обслуговування T_x більше будь-якого завданого напері часу t_x :

$$J = P\{T_x > t_x\} = \Pi e^{-\mu(\rho - \rho)t_x}. \quad (2.25)$$

Величина параметру $P\{T_x > t_x\}$ визначається ступенем стійкості роботи системи при виконанні нею робіт по обслуговуванню і ремонту. Чим менше її абсолютне значення, тим вища стабільність роботи системи. Виходячи з технологічних умов роботи системи величина J приймається рівною 0,02 – 0,04.

Величина часу очікування в черзі t_x може задаватися з урахуванням наступних нормуючих умов:

а) суми часу, який витрачається на виробництво робіт по обслуговуванню (ремонту) - t_i^* і на очікування в черзі t_x , не повинна перевищувати тривалості часу роботи системи

$$T_T = T_{зм} \cdot C,$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, год;

C - число змін роботи.

б) величина часу очікування в черзі перед початком обслуговування t_x , яка задається, як правило, не повинна перевищувати час, який витрачається на виробництво робіт по обслуговуванню або ремонту:

Середня довжина можливої черги вимог (автомобілів), які очікують обслуговування (ремонту):

$$M_x = \frac{\Pi \rho}{x - \rho}. \quad (2.26)$$

При визначенні середньою довжини черги автомобілів, які очікують на обслуговування або ремонту, слід мати на увазі, що нерівність $\tilde{N}_{ci} < \tilde{\mu}_i \cdot x_i$ є основою побудови моделі і як би виключає появу черги, тому що потік, що входить, по величині менший, ніж абсолютна продуктивність системи.

Не дивлячись на це, передбачається поява середньою черги довжиною M_X імовірністю Π .

Ця обставина обумовлюється тим, що автомобілі мають різне напрацювання на відмову і імовірність безвідмовної роботи.

Загальне число вимог, які надходять у систему:

$$M_o = M_x + M_{об} = M_x + \rho. \quad (2.27)$$

Середній можливий час простоювання автомобіля у черзі в очікуванні обслуговування або ремонту

$$J_x = \frac{\Pi}{\mu(x - \rho)} = \frac{\Pi t_i^*}{x - \rho}. \quad (2.28)$$

При наявності черги середній час очікування в черзі являє собою витрати робочого (транспортного) часу автомобілів.

2.8 Розрахунок технологічно необхідної кількості постів

Системи обслуговування або ремонту можуть розраховуватися по заданим критеріям ефективності J , Π або середнім значенням t_x і t_i^* .

В цьому випадку кількість постів, яка відповідає досягненню цієї мети, може бути визначена з допомогою виразу, що розраховується, як сума двох складових:

$$X_k = \rho + \frac{t^*}{t_x} \ln \frac{\Pi}{J} = \rho + \frac{t_i^*}{t_x} \ln e^{-X_B A}, \quad (2.29)$$

де

$$A = \frac{t_x}{t_i^*}.$$

Параметри ρ і t_i^* визначаються у порядку, який вказаний вище, а параметри J і Π можуть задаватися виходячи з технологічних умов роботи системи, що розглядається (наприклад: $\Pi = 0,7 - 0,85$; $J = 0,02 - 0,04$). Величина часу, що задається, t_x визначається з урахуванням нормуючих умов.

В цьому випадку вираз середньої довжини черги приймає вигляд:

$$M_x = \frac{\Pi \rho A}{\rho - X_B A}. \quad (2.30)$$

2.9 Оптимізація роботи системи

Оптимізація роботи системи в загальному випадку забезпечується шляхом зіставлення рішень, що приймаються, або по мінімуму витрат, або по максимуму питомих доходів.

Порівняльну економічну оцінку роботи системи обслуговування (ремонт) СТО, яка дозволяє вибрати оптимальний варіант, найкраще робити по величині мінімуму витрат, які пов'язані з простоюванням автомобілів в черзі і простоюванням постів обслуговування (ремонт).

Цільова функція величини цих витрат має вигляд:

$$C_U(x) = M_x Z_1 + X_B Z_2 \rightarrow \min \quad (2.31)$$

де C_U - загальна сума втрат в зоні обслуговування або ремонту, грн./год.;

Z_1 - вартість втрат, які пов'язані з простоюванням одного автомобіля в черзі в одиницю часу, грн./год.;

Z_2 - вартість простоювання одного поста в одиницю часу, грн./год.

Орієнтовно можна прийняти величину $Z_1 = 1 - 10$ грн./год., $Z_2 = 1 - 4$ грн./год.

Система з оптимальним числом постів повинна забезпечити мінімум витрат при роботі зон обслуговування і ремонту автомобілів.

2.10 Обґрунтування вартості втрат

Визначення кількості постів по мінімальним сумарним втратам відносяться до економічних методів управління. Розрізняють три групи матеріальних інтересів: загальнонародні, колективні й особисті. До перших належать інтереси суспільства в цілому, до колективних – інтереси окремого виробничого колективу, до особистих – інтереси окремої людини.

Усі ці види інтересів властиві кожному членові суспільства. Кожен зацікавлений не тільки в результатах своєї особистої праці, а й у результатах праці свого колективу.

Основними економічними методами управління є планування, господарський розрахунок, матеріальна зацікавленість, ціноутворення. Поєднання економічних методів це міцний механізм управління.

Кожний з економічних методів передбачає і непряму дію, а також може розглядатися як позитивний, так і негативний (наприклад, матеріальна зацікавленість може виступати як позитивний і як негативний метод).

Базою для економічних методів є техніко-економічний аналіз. Механізмом реалізації є господарський розрахунок і планування. Орієнтація всієї системи економічних методів управління спрямована на підвищення ефективності та якості продукції (обслуговування).

У даному разі втрати обґрунтовуються з урахуванням системних витрат.

2.11 Результати розрахунків

Характерною рисою виробничої діяльності сучасних спеціалістів є те, що вольові рішення інтелектуальних робітників автомобільного транспорту зведені до мінімуму. В процесі виробництва інженер формулює проблеми та вирішує будь-які складні задачі шляхом аналізу різної розрахункової інформації з посиленою комп'ютерною підтримкою.

У зв'язку з ускладненням конструкції автомобілів, зростанням їх кількості та продуктивності використання, раціональне вирішення таких задач стає все більше трудомістким. При цьому, часто необхідно розглядати велику кількість спроб, на результат яких впливають багато причин, зв'язаних між собою невизначеними функціями. Використання у таких випадках детермінованих методів, іноді, буває корисним, однак вони виявляються обмеженими, негнучкими та недостатньо ефективними у тих випадках, коли треба враховувати вплив дії великої кількості факторів. В таблиці 2.1 наведені основні результати розрахунків оптимальної кількості постів.

При проектуванні вартість простоювання одного автомобіля та робочого посту повинні прийматися обґрунтовано з урахування типу автомобілів, що обслуговуються, і рівня витрат при простоюванні одного посту.

На підставі отриманих даних будуємо залежності сумарних витрат та числа АТЗ в черзі від кількості універсальних постів ТО і ремонту (рис. 2.1 - 2.4). Можна побачити, що мінімальні сумарні витрати забезпечуються при кількості постів, яка дорівнює: у першому варіанті – 5, у другому варіанті – 6, у третьому варіанті – $\frac{3}{4}$, у четвертому варіанті – 7. Для розглядаемого СТО вибрано 5 постів (відповідно до матеріально-технічної бази).

Таблиця 2.1 – Розрахунок кількості постів за мінімумом сумарних витрат

Параметри	Числові значення											
	20			25			20			10,5		
Потік АТЗ на СТО, од./добу	20			25			20			10,5		
Число постів для аналізу, од.	4	5	6	5	6	7	3	4	5	6	7	8
Імовірність зайнятості всіх постів	0,5	0,2	0,1	0,84	0,44	0,22	0,44	0,17	0,06	0,39	0,2	0,09
Середнє число вільних постів, од.	1	2	3	0,3	1,3	2,3	1	2	3	1,6	2,6	3,6
Коефіцієнт простою постів	0,25	0,4	0,5	0,08	0,26	0,38	0,33	0,5	0,6	0,27	0,37	0,45
Оптимальне число постів, од.	5			6			3/4			7		
Черга АТЗ, од.	0,35			1,26			0,9/0,2			0,3		
Час зміни, год.	8			8			12			8		
Число виконавців на посту, осіб.	2			2			2			1		

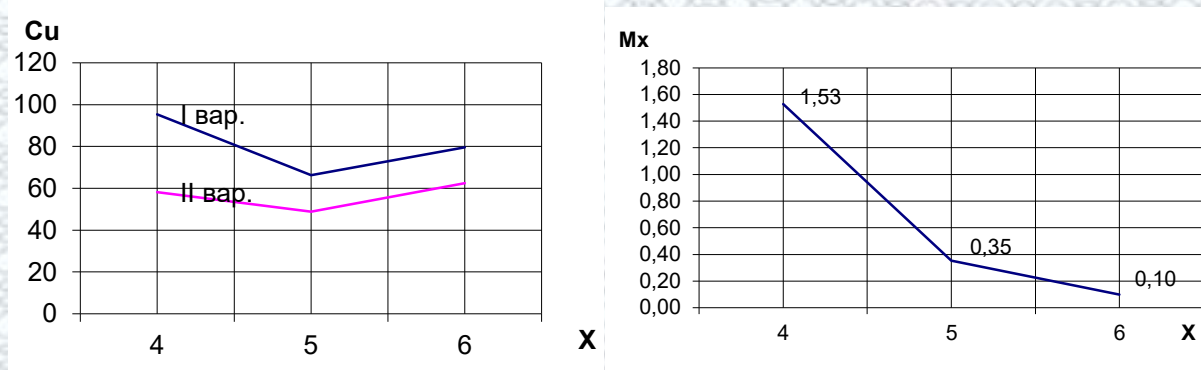


Рисунок 2.1 – Залежності сумарних витрат та довжини черги від кількості постів (варіант 1)

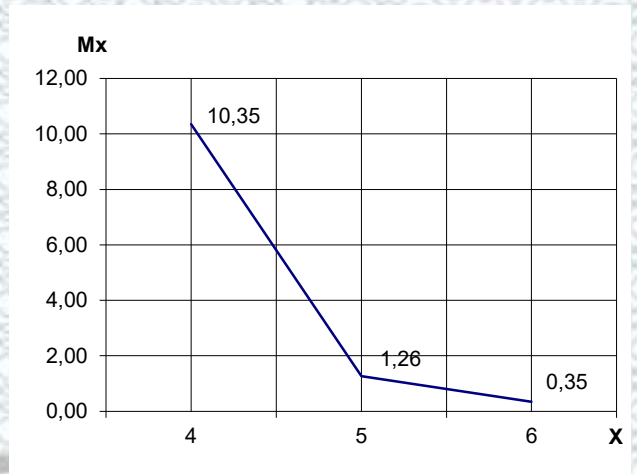
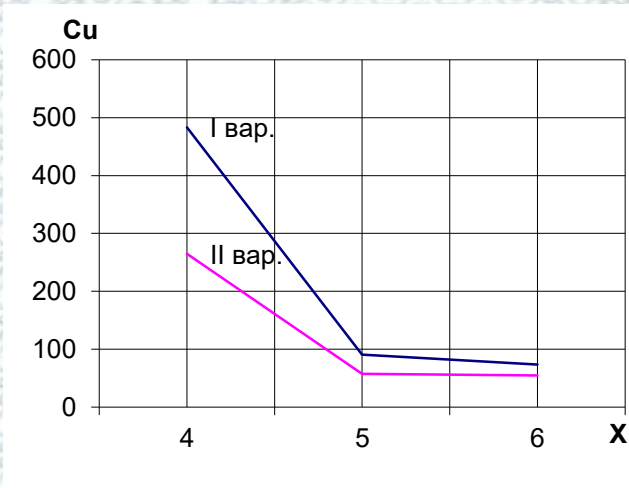


Рисунок 2.2 – Залежності сумарних витрат та довжини черги від кількості постів (варіант 2)

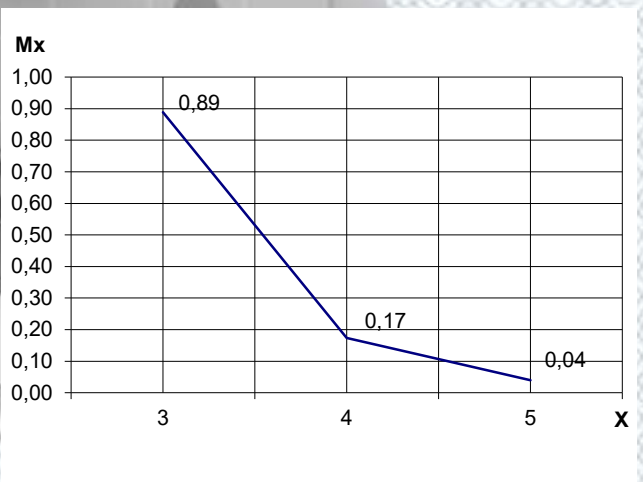
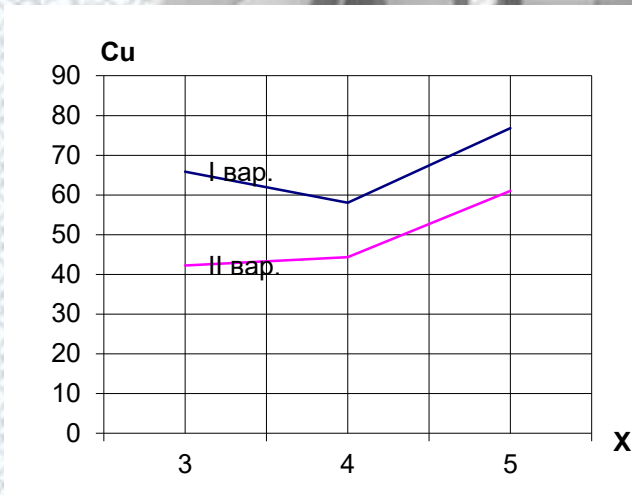


Рисунок 2.3 – Залежності сумарних витрат та довжини черги від кількості постів (варіант 3)

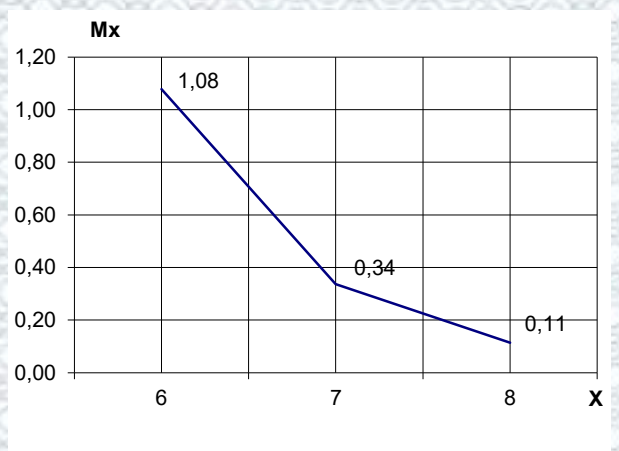
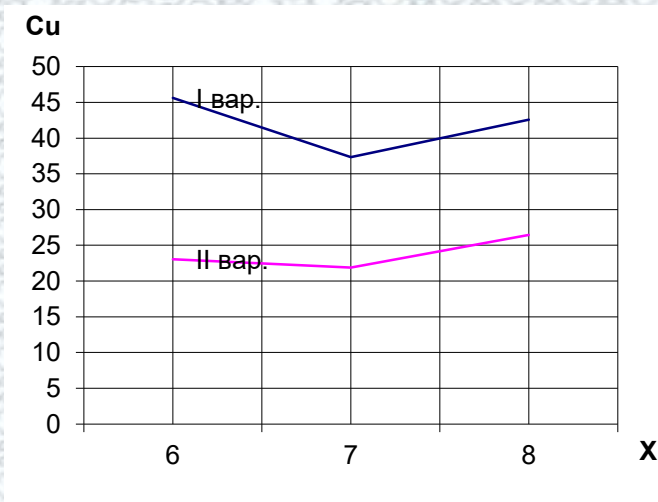


Рисунок 2.4 – Залежності сумарних витрат та черги від кількості постів (варіант 4)

Технологічну організацію виробничих підрозділів проведемо на основі розрахункових показників кожного виду робіт ТО і ПР, що наявні на даній СТО в такій послідовності:

- визначаємо види постових робіт ТО і ПР;
- проведемо об'єднання постів ТО і ПР автомобілів в виробничі підрозділи за призначенням;
- визначаємо загальний перелік необхідних підрозділів для виконання всіх видів постових робіт ПР;
- визначимо загальну схему виконання робіт по ТО і ПР автомобілів на підприємстві, методи виконання технічного обслуговування та поточного ремонту та загальний технологічний процес виконання робіт в зоні ТО і ПР.

Організація робочих місць у зоні ТО і ПР проводиться на основі прийнятої кількості постів ТО і ПР, вибраної форми організації і методу виконання робіт та загального виробничого процесу у цьому підрозділі. Послідовність організації робочих місць постових робіт ТО і ПР описана нижче.

1. Кількість постів у зоні ТО і ПР становить 5 постів. Необхідно розділити весь обсяг робіт ТО і ПР між постами.
2. Попередньо скласти відомість технологічного обладнання зони ТО і ПР.
3. Визначити кількість і розташування робочих місць, а саме:
 - робочі місця у межах кожного поста (зверху, знизу і збоку автомобіля), на яких виконують роботи безпосередньо з автомобілем. На цих робочих місцях можуть застосовувати пересувне технологічне обладнання, тому, безпосередньо біля кожної одиниці такого обладнання, робочі місця не передбачають і воно може використовуватись на декількох постах;
 - робочих місць поза межами постів в зоні ТО і ПР немає.

4. Визначити перелік і обсяги робіт, які планується виконувати на кожному робочому місці. При цьому можна користуватись розробленими типажми зон ТО і ПР.

5. При розподілі робітників між постами і робочими місцями необхідно врахувати, що один робітник може бути закріпленим як за одним постом, так і виконувати окремий вид робіт на декількох постах. У випадку, коли один робітник працює на декількох постах, число робітників, закріплених за одним постом, може бути нецілим, а загальна кількість робітників у відповідній зоні повинна бути цілою.

2.12 Висновки за розділом

В даному розділі здійснено технологічний розрахунок СТО, з урахуванням мінливості господарських та суспільних умов:

- чисельність штатних працівників – 10 осіб на постах;
- середня розрахункова кількість постів – 5.

Аналіз результатів дозволяє визнати наступне:

- отримане число постів, що може задовольнити персонал СТО і клієнтів-автомобілістів за ціною та привабливістю до заїзду на станцію;
- імовірність зайнятості всіх постів для оптимуму від 0,06 до 0,22, що в основному добре сприймають клієнти;
- коефіцієнт простою постів не більше 0,5, що припустиме для СТО;
- керівництву СТО можна управляти виконавцями в залежності від зміни інтенсивності ТПА: є оцінка числа постів для виконання послуг; часу зміни; кількості робітників на посту.

При цьому ураховуються зміни зовнішніх і внутрішніх умов.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ НА ПРОТЯЗІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

3.1 Основні аспекти розвитку структури свічок запалювання

Натепер усе більше свічок запалювання випускається з біметалічним електродом. Це дозволяє, крім поліпшення термоеластичності, підвищити їхню надійність і довговічність.

Росте обсяг виробництва свічок запалювання з виступанням теплового конуса ізолятора з металевого корпусу, що забезпечує поліпшене самоочищення від нагару.

З метою збільшення строку експлуатації, що не вимагає регулювання іскрового зазору, випускають свічі запалювання з декількома бічними електродами.

Натепер поширення одержали багатоелектродні свічки. При цьому необхідно відзначити, що скільки не було електродів - два, три або чотири, створений у котушці запалювання високовольтний імпульс викличе одну єдину іскру, яка виникає між центральним і бічним електродом у тому іскровому зазорі, електричний опір якого в цей момент менше, чим інших, а оскільки опір щораз змінюється, то іскра впливає на електроди по черзі.

Багатоелектродні свічі дорожче звичайних, тому автовиробники застосовують їх тільки у двигунах дорогих автомобілів. Багатоелектродні свічі збільшують ресурс. У рідких випадках, залежно від форми камери згоряння, розташування клапанів і так далі, збільшення кількості електродів може небагато поліпшити характеристики двигуна [8, 9]. Для поліпшення процесу іскроутворення (запалювальної здатності іскри) розробляють свічі зі збільшеним іскровим зазором, змінюють форму й профіль електродів, а на їхній поверхні наносять платину (рис. 3.1).

Росте виробництво свічок запалювання з використанням поверхневого розряду (у яких немає електрода "маси", а іскра йде від центрального електрода до корпусу по поверхні ізолятора). У табл. 3.1 наведені нові типи свічок запалювання.



Рисунок 3.1 - Розташування електродів багатоелектродних свічок:

а – симетричне; б – асиметричне

Таблиця 3.1 - Нові типи свічок запалювання

Тип розряду	Тип з додатковим іскровим проміжком	Тип переривчастого розряду
		
		
Широкий іскровий проміжок свічі з типом розряду поліпшує здатність до запалення суміші й має більш низьку чутливість до напруги, а також випалює нагар на ізоляторі, що поліпшує іскроутворення.	Іскровий розряд у додатковому іскровому проміжку випалює нагар на ізоляторі, що поліпшує іскроутворення.	Переривчастий іскровий розряд у повітряних іскрових проміжках випалює нагар на ізоляторі, що поліпшує іскроутворення.

Для зниження рівня перешкод радіоприйманню усе більше свічок запалювання забезпечуються вбудованим резистором.

Матеріал електродів повинен мати високу корозійну й ерозійну стійкість, жароміцність, добре проводити тепло. Таким умовам відповідають сплави з більшим змістом нікелю й хрому. Крім того, нікель при високих температурах сприяє іонізації іскрового проміжку, що трохи знижує напругу пробую між електродами свічі. Однак при використанні в паливі антидетонаційних добавок (наприклад, тетраетилсвинця) корозія електродів зі сплаву на основі нікелю прискорюється. У цьому випадку краще себе зарекомендував сплав на основі хрому. Вплив кількості електродів і їх матеріалів на довговічність свічі наведено на рис. 3.2.

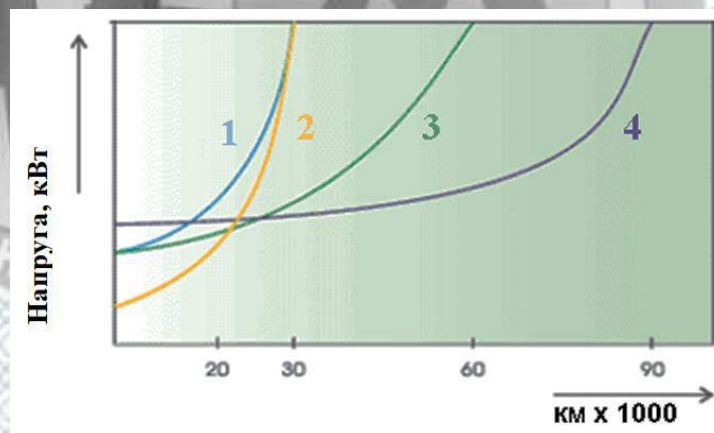


Рисунок 3.2 - Вплив матеріалу й кількості електродів на строк експлуатації свічі: 1 - срібний, 2 - мідний, 3 - багатоелектродна свіча, 4 – платиновий

Для форсованих двигунів спортивних автомобілів свічі запалювання виготовляються зі срібним центральним електродом. Серед металів срібло має найвищу теплопровідність, це дає можливість виготовити центральний електрод більш тонким, що полегшує доступ горючої суміші до іскрового проміжку й, тим самим, знижується ймовірність пропусків запалення. Однак свічі зі срібним електродом мають менший строк експлуатації.

У сучасній свічі запалювання між її центральним електродом і ізолятором передбачається довгастий повітряний канал, наявність якого запобігає руйнуванню ізолятора через розширення електрода. Розширення електрода відбувається не тільки під дією високих температур у камері згоряння, але й за рахунок хімічної реакції між нікелем, що втримуються в сплаві електродів, із сіркою, що утворюється при згорянні палива. У результаті високотемпературної хімічної реакції утворюється сірчистий нікель, який збільшує діаметр центрального електрода. Це може привести до ушкодження ізолятора, якщо посадка електрода в ізоляторі була б щільною (без зазору). Однак слід помітити, що зазначений повітряний канал погіршує тепловідвід від самої гарячої частини центрального електрода й це негативно позначається на тепловій характеристиці свічі.

Високі експлуатаційні властивості мають свічі запалювання із платиновим електродом, який спікається безпосередньо з керамічним ізолятором (рис. 3.3). На рис. 3.4 наведена залежність зміни зазору від пробігу в процесі експлуатації: 1 - стандартна свіча запалювання; 2 - зі збільшеним строком експлуатації.

У таких випадках повітряний канал не потрібний. Завдяки високій корозійній і ерозійній стійкості платини центральний електрод робиться дуже тонким, що забезпечує гарний доступ горючої суміші в іскровий проміжок і гарантує її надійне запалення.

Малі розміри центрального електрода із платини в комбінації із загостреною формою бічного електрода, а також каталітична дія платини, сприяє зниженню напруги пробією між електродами.



Рисунок 3.3 - Конструкція свічі із платиновим електродом

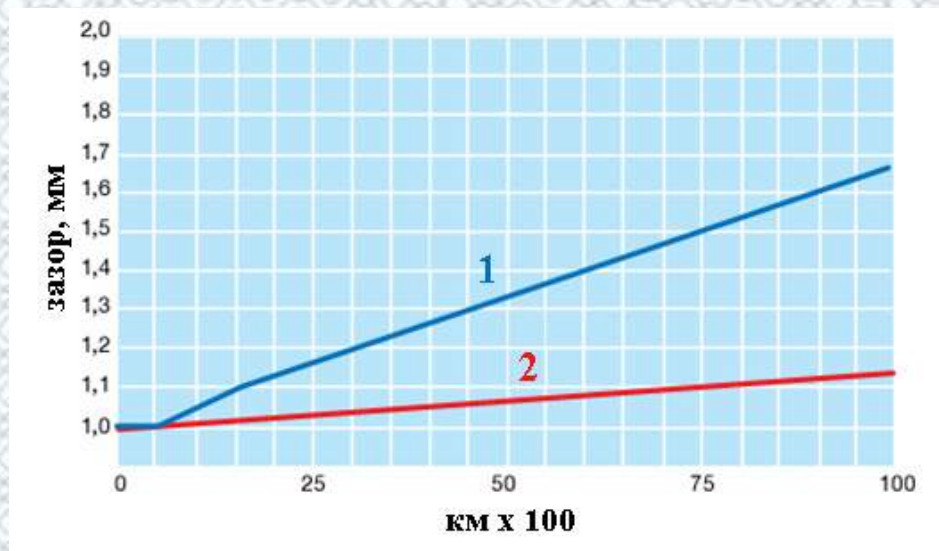


Рисунок 3.4 - Збільшення зазору в процесі експлуатації

Для свіч із платиновим центральним електродом характерно надійне іскроутворення протягом усього строку експлуатації й гарні пускові властивості.

Свічі з V- Образною канавкою наведені на рисунку 3.5.

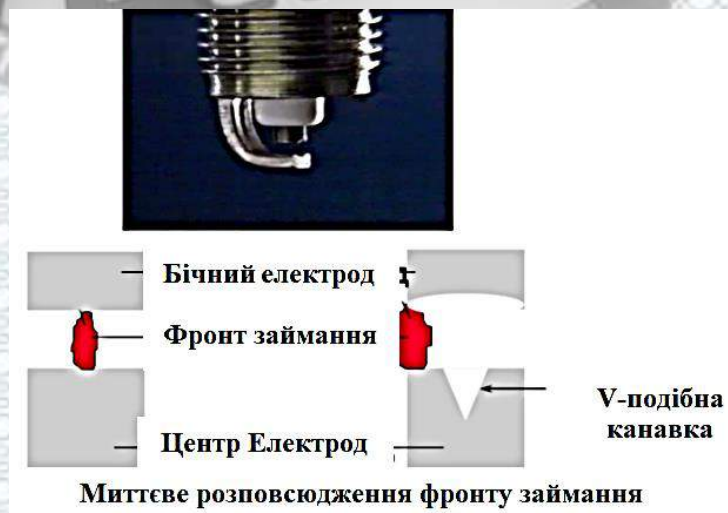


Рисунок 3.5 - Конструкція електродів свічі

Однак висока надійність і довговічність таких свічок сполучаються з підвищенням їх вартості (в 4-5 раз вище в порівнянні зі звичайними свічами).

Свічі з V- Образною канавкою на наконечнику центрального електрода для поліпшення займистості (рис. 3.6), є розробкою фірми NGK. Її принцип дії полягає в наступному. V-Образна канавка в 90° на наконечнику

центрального електрода поліпшує утворення іскор на зовнішніх крайках електрода. При цьому ядро полум'я виникає поблизу периметра електрода й зростає, що поліпшує займистість. Така конструктивна особливість забезпечує наступне:

- зазначена свіча, поряд з поліпшенням займистості, забезпечує якісну роботу при пуску й прискоренні, а також стійкість обертів холостого ходу;
- сприяє зниженню витрати палива.

Вплив конструкції електрода на деякі характеристики двигуна наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Вплив конструкції електрода на характеристики двигунів

Тип свічі	Відношення повітря до палива в межах займистості				Напруга (кВ)	
	18	19	20	Хор	←-Хорошо	10 15
З V- Образною канавкою						
Стандартна						

Подальшим напрямком удосконалювання свічок «V-Лінії» є свічі «типу VX». Даний тип свіч має тонкий наконечник центрального електрода із платини для поліпшення займистості. Наконечник заземлюючого електрода скошений.

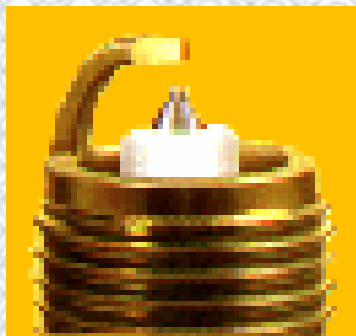


Рисунок 3.6 - Свіча типу VX

При цьому досягаються легкий пуск, швидке прискорення, стійкість холостого ходу, а також економія палива й підвищена теплопровідність, яка сприяє поліпшенню займистості.

У табл. 3.3 наведені характеристики двигунів при установці свічок із різними електродами.

Таблиця 3.3 - Характеристики двигунів при установці свічок із різними конструкціями електродів

Напруга (кВ)		
Тип свічі	Відношення повітря до палива в межах займистості	Напруга (кВ)
		← Хорошо 10 15
VX	18 19 20 Хорошо	
Стандартний		

Нижче розглянуті умови роботи і характеристики свічок запалювання.

Сучасні поршневі двигуни внутрішнього згорання працюють по чотиритактному або двотактному робочому циклу. Автомобільні двигуни, за рідкісним винятком, працюють по чотиритактному циклу, здійснюваному за два повні оберти колінчатого вала й чотири ходи поршня рис. 3.7.

Двигуни різного призначення особливо малого робочого обсягу працюють по двотактному циклу рис. 3.8. У двотактних двигунах усі робочі цикли (процеси впуску паливної суміші, випуску відпрацьованих газів, продувки) відбуваються протягом одного оберту колінчатого вала за два основні такти. У двигунів такого типу відсутні клапани (як у чотиритактних ДВЗ), їхня роль виконує поршень, який при своєму переміщенні закриває впускні, випускні й продувні вікна. Тому вони більш прості в конструкції.

Навантаження на свічу при роботі на двотактному двигуні більше, чим на чотиритактному, що суттєво зменшує строк її експлуатації.

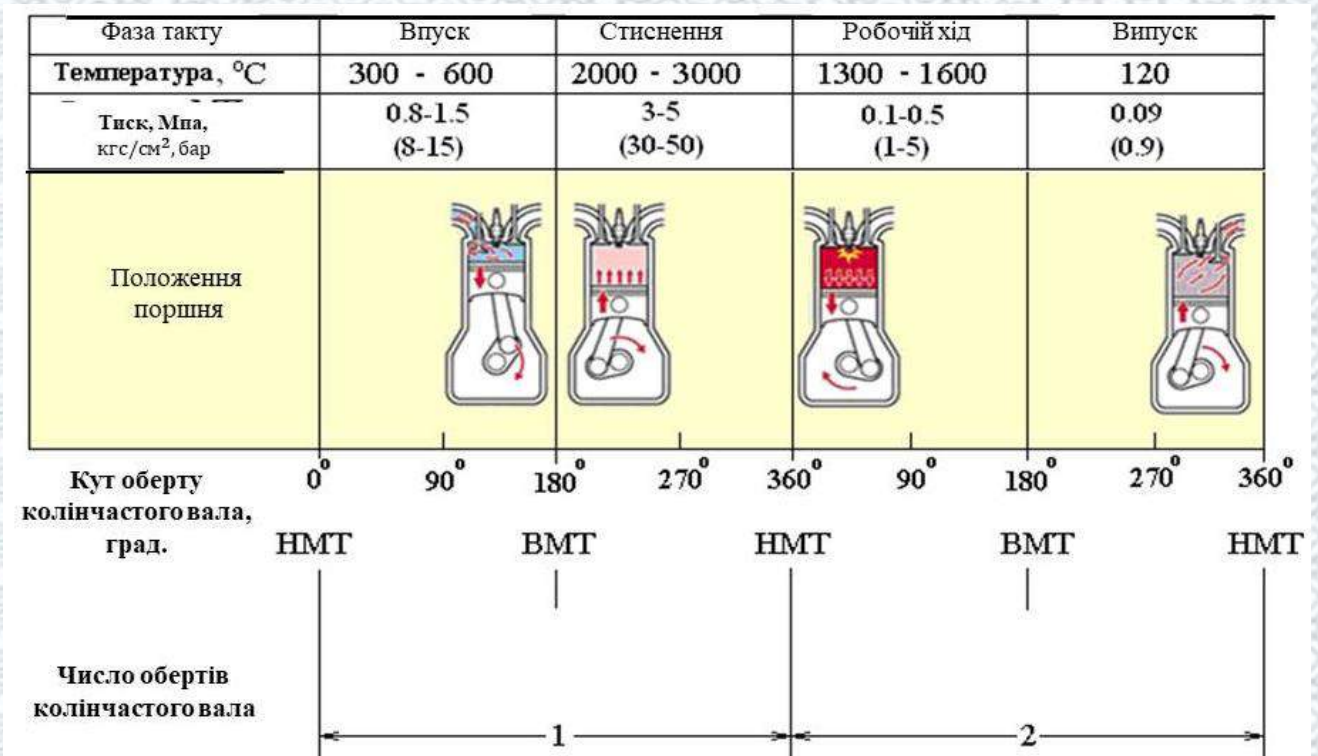


Рисунок 3.7 - Цикл роботи чотиритактного двигуна

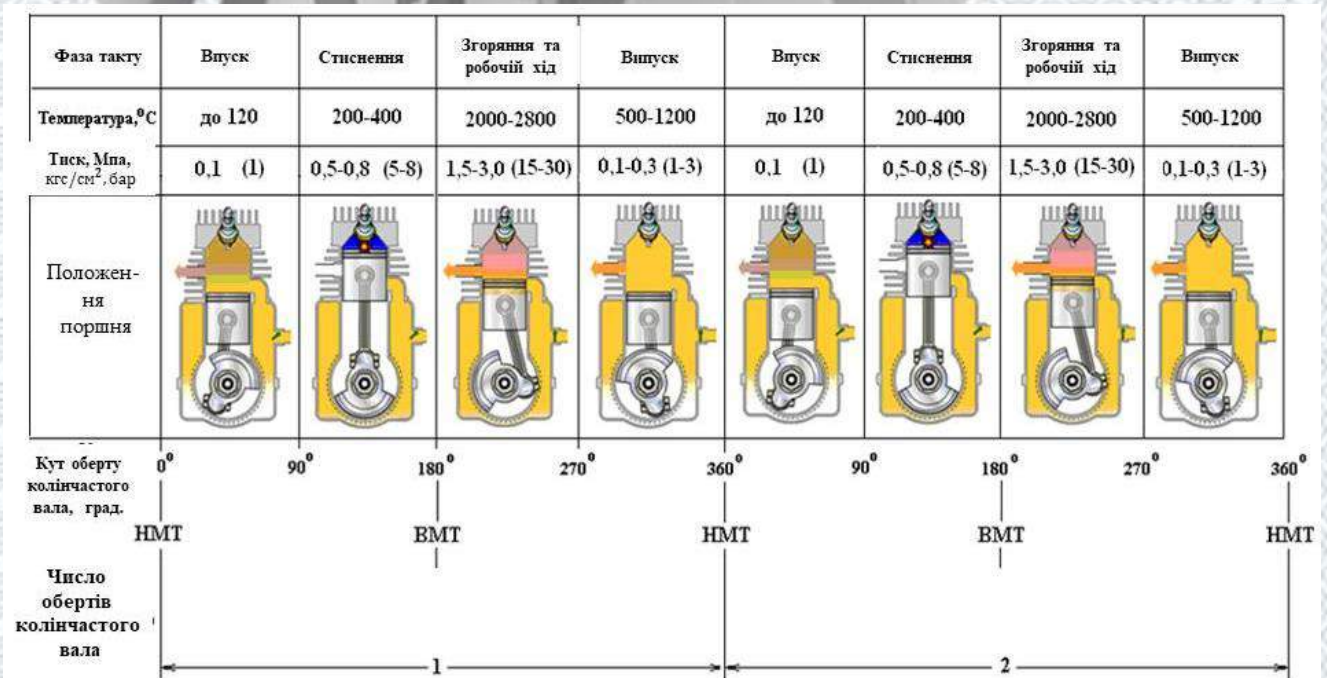


Рисунок 3.8 - Цикл роботи двотактного двигуна

У процесі роботи двигуна на свічі впливають змінні електричні, теплові, механічні й хімічні навантаження із частотою, пропорційною частоті обертання колінчастого вала [10].

Теплові навантаження. Свічу встановлюють у головці блоку циліндрів так, що її робоча частина перебуває в камері згоряння, а контактна - у подкапотному просторі. Температура газів у камері згоряння змінюється від декількох десятків при впуску до 2000-3000^{оc} при згорянні. Температура під капотом автомобіля може досягати 150^{оc}.

На багатьох автомобілях, і тим більше на мотоциклах, не виключена можливість влучення вологи на свічу при експлуатації й обслуговуванні, особливо при мийці, що може привести до ушкодження ізолятора.

Через нерівномірність нагрівання температура в різних перетинах свічі може відрізнятись на сотні градусів, що приводить до теплових напруг і деформацій. Це збільшується тим, що ізолятор і металеві деталі значно відрізняються по величині коефіцієнта теплового розширення.

Механічні навантаження. Тиск у циліндрі двигуна змінюється від тиску нижче атмосферного на впуску до 5МПа і вище при згорянні. При цьому свічки додатково зазнають вібраційним навантаженням.

Хімічні навантаження. При згорянні утворюється цілий ряд хімічно активних речовин. Здатних викликати окиснення навіть досить стійких матеріалів, тим більше що робоча частина ізолятора й електродів може мати робочу температуру до 900^{оc}.

Електричні навантаження. При іскроутворенні, тривалість якого може становити до 3мс, ізолятор свічі виявляється під впливом імпульсу високої напруги, максимальне значення якого залежить від тиску й температури в камері згоряння й величини іскрового зазору. У деяких випадках напруга може досягати 20-25кВ (амплітудне значення). Деякі типи систем запалювання можуть створювати напругу значно вище до 50кВ, але його обмежує напруга пробою в іскровому зазорі або напруга поверхневого перекриття ізолятора.

У дуговій фазі розряду протікання сильного струму приводить до появи гарячих катодних плям на електроді. Електрична дуга не може існувати без електронів, випромінюваних гарячими катодними плямами.

Температура плям досягає 3000°K , що вище температури плавлення будь-якого матеріалу електродів. Це приводить до неминучого мікроскопічного випару матеріалу електрода з кожної новою іскрою. Швидкість електричної ерозії пропорційна енергії іскрового розряду й температурі електрода.

Розглянуті платинові довговічні свічі запалювання.

Термін експлуатації стандартних свічок запалювання може бути продовжений до 60 тис. км, якщо застосувати кілька електродів. Для збільшення сервісних інтервалів, були розроблені платинові свічі запалювання, які підтримують ефективні експлуатаційні показники до 100 тис. км, при цьому:

- створюється могутніша іскра запалювання в порівнянні зі звичайними;
- потрібно більш низька напруга, через тонкий центральний електрод, результатом чого є менша ймовірність пропуску запалення;
- зберігається постійний зазор протягом усього строку експлуатації, що приводить до постійних експлуатаційних показників;
- відзначається менша ймовірність пропуску запалення: означає більш чисте й ефективне згоряння й підвищує економію палива.

Проведений розгляд свічі запалювання з напівповерхневими зазорами.

Регулярні короткі поїздки з непрогрітим двигуном можуть приводити до появи нагару на ізоляторі свічі запалювання, тому що не досягається температура, необхідна для самоочищення свічі. Ця технологія гарантує надійне запалювання й захист каталітичного конвертера (рис.3.9).

Оскільки умови, при яких свіча повинна працювати, постійно змінюються, забруднення свічі все-таки може відбутися. У цій ситуації іскра запалювання виявиться між ізолятором і кожухом, випалить нагар, після чого іскра знову виявиться між електродами .

Свічі запалювання з напівповерхневим зазором підходять для автомобілів, використовуваних у сильно мінливих умовах: швидкісна їзда й короткі поїздки - для всього підходить один тип свічі запалювання.



Рисунок 3.9 - Свічі запалювання з напівповерхневим зазором

3.2. Умови роботи і характеристики свічок

Нормальне згоряння робочої суміші відбувається зі швидкістю декількох десятків метрів у секунду й супроводжується відносно плавним наростанням температури й тиску в циліндрі двигуна. У результаті іскрового запалювання утворюється первинне вогнище запалення, потім формується фронт полум'я, який поширюється по всьому обсягу камери згоряння. Незгоріле паливо догоряє вже за фронтом полум'я, у пристеночних зонах, у зазорах між поршнем і циліндром.

При деяких умовах нормальний процес згоряння може порушуватися, що відбивається на надійності й терміні служби свічі. До таких порушень слід віднести наступне.

Пропуски запалення. Можуть виникнути через перезбідніння горючої суміші, пропусків іскроутворення або недостатньої енергії іскри. При цьому підсилюється процес утворення нагару.

Калильне запалювання. Розрізняють передчасне, до появи іскри поява, що супроводжує, іскри й запізніле запалення горючої суміші, викликане перегрітими ділянками поверхонь випускного клапана, поршня, циліндра, свічі. Крім того, передчасне запалення може бути викликане тліючими

частками нагару. При передчасному калильному запалюванні мимовільно збільшується кут випередження запалювання.

Це приводить до збільшення швидкості збільшення тиску й температури, збільшується їхнє максимальне значення, деталі двигуна перегріваються й кут випередження запалювання ще більше збільшується. Процес ухвалює прискорювальний характер до моменту, коли кут випередження запалювання стане таким, що потужність двигуна почне стрімко падати.

При калильному запалюванні ймовірні ушкодження випускного клапана, поршня, поршневих кілець, верхнієї циліндра й прокладки головки блоку циліндрів. У свічі можуть повністю або частково згоріти електроди, а в деяких випадках може також оплавитися ізолятор.

Детонація. Це явище виникає при недостатній детонаційній стійкості палива в найбільш вилученому від свічі місці в гарячих поверхнях, у результаті стиску ще не згорілої горючої суміші основним фронтом полум'я. Детонація поширюється зі швидкістю 1500-2500 м/с, що перевищує швидкість звуку. Ударні хвилі багаторазово відбиваються від стінок і викликають вібрацію й локальний перегрів циліндра, поршня, клапанів і свічі. Можливі ушкодження при калильному запалюванні, оскільки перегріті деталі стають нездатними витримувати зростаюче навантаження. На ізоляторі свічі можуть утворюватися відколи й тріщини, електроди можуть оплавитися й навіть повністю вигоріти. Характерними ознаками детонації є металеві стукачі, вібрація й втрата потужності двигуном, збільшення витрати палива й іноді поява чорного диму з випускної труби.

Особливістю детонації є деяка затримка за часом від моменту настання необхідних умов до її виникнення. Затримка необхідна для перетворення активних речовин, що сприяють виникненню підривного процесу. У зв'язку із цим, детонація найбільш імовірна при відносно невеликій частоті обертання колінчатого вала й повному навантаженню. Найбільш імовірний вихід на цей режим при русі автомобіля на підйомі при

повністю натиснутій педалі газу. Якщо при цьому потужність двигуна виявляється недостатньою, швидкість автомобіля й частота обертання колінчатого вала зменшуються. При недостатньому в даних умовах октановому числі палива виникає детонація, яка супроводжується дзвінким металевим стуком.

Для усунення детонації досить перейти на знижену передачу й побільшати оберти двигуна.

Безумовним є вимога - використовувати тільки паливо, відповідне до двигуна по октановому числу.

Дизелинг. У деяких випадках виникає вкрай нерівномірна некерована робота бензинового двигуна з виключеним запалюванням при дуже малій частоті обертання колінчатого вала. Це явище виникає через samozapalювання горючої суміші при стиску, подібно тому, як це відбувається в дизелях. У російській технічній літературі «дизелинг» є порівняно новим терміном, узятим з англійської мови (dieseling).

На двигунах, переважно карбюраторних, де не виключена можливість подачі палива в циліндр при вимиканні запалювання, дизелинг виникає при спробі зупинити двигун. При вимиканні запалювання двигун продовжує працювати з дуже малими обертами й украй нерівномірно. Це може тривати кілька секунд, іноді довше, потім двигун мимовільно зупиняється. Найпростіше пояснити це явище калильним запалюванням від перегрітої свічі, але вона повністю непричетна.

Причина дизелинга - в особливостях камери згоряння й у якості палива (низька стійкість до запалення при стиску). Свічі не можуть бути причиною цього явища, тому що їхня температура при малих обертах явно недостатня для запалення горючої суміші. Калильне запалювання виникає при температурі електродів і ізолятора $850-900^{\circ}\text{C}$, такої величини вони можуть досягти тільки при роботі двигуна з максимальною потужністю. При зупинці двигуна температура цих деталей не перевищує 350°C . Свіча в цих умовах не

причина, а наслідок, тому що через неповноту згоряння підсилюється процес утворення нагару.

Якість палива й моторного мастила. Для забезпечення нормальної роботи свічок автомобільне паливо повинне мати достатню детонаційну стійкість, мінімальний корозійний вплив і не мати схильності до відкладань.

Детонаційна стійкість палива залежить від його хімічного складу й структури вуглеводнів, отриманих при переробці нафти. Здатність протидіяти появі детонації залежить від молекулярної маси – чим вона вище, тем нижче стійкість палива до детонації й навпаки. Стійкість бензину до детонації, характеризується так званим октановим числом і визначається в лабораторних умовах моторним і дослідницьким методом на спеціальній моторній установці, шляхом порівняння стійкості випробуваного бензину й ізооктану в суміші з гептаном. Октанове число ізооктану ухвалюють рівним 100. Додаток гептану, нестійкого до детонації, знижує октанове число суміші.

Промислове виробництво бензину включає первинну й вторинну переробку нафти з наступним змішуванням різних компонентів для одержання необхідних властивостей.

При первинній переробці нафти (прямій перегонці) одержують 10-25% бензину невисокої якості з октановим числом 4-50. При вторинній переробці нафти на великих нафтопереробних заводах її піддають складній технологічній обробці з метою розщеплення великих молекул на дрібні, стабілізації хімічного складу й видалення шкідливих домішок, особливо сіри, то таким чином, вихід бензину збільшується до 60%. Потім, шляхом змішування продуктів первинної й вторинної переробки з додаванням різних присадок одержують товарні бензини. Автомобільні бензини однієї марки, які проводяться на різних підприємствах, у зв'язку з різницею в технології, мають відмінності.

Для підвищення октанового числа в бензин додають антидетонатори – хімічні сполуки, що пригнічують детонацію. Для видалення з камери

згоряння продуктів згоряння при застосуванні антидетонаційних присадок у паливо додають, так звані, видалителі – хімічні речовини, що сприяють видаленню продуктів згоряння. Проте, умови роботи свічі при використанні антидетонаторів суттєво погіршуються.

Повністю вилучити продукти згоряння не вдається, і на електродах і тепловому конусі ізолятора утворюється нагар. Під впливом температури ці відкладання можуть стати електропровідний й викликати частковий або повна відмова в іскроутворенні.

Невеликі фірми одержують високооктанові бензини АИ-95 і АИ-98 шляхом добавки в бензини АИ-92 і АИ-95 до 12-15% мітив-тре-бутилового ефіру, при цьому бензин має необхідна якість. Досить широко використовуються різні залізовмісні антидетонатори й традиційний антидетонатор на основі тетраетилсвинця (ТЕС). У бензин додають барвник, тому що ТЕС отруйний. На жаль, несумлінні виробники виготовляють сурогатний бензин з низькооктанових бензинів, додаючи антидетонаційні присадки понад діючі норми.

Наднормативне використання (більш 37 мг Fe/л) утримуючих залізо антидетонаторів, наприклад Ферроз, ФК-4 або АПК викликають відкладання струмопровідного нагару червоного кольору на свічах. Цей нагар практично неможливо вилучити, він приводить до повного й необоротного їхньої відмови.

Більшість моторних мастил мають нафтове походження й містять присадки: конфронтуючі зношування, що стабілізують, антикорозійні, що миють тощо. При згорянні масла, що потрапив у камеру згоряння, утворюються зольні залишки, які, як і продукти неповного згоряння палива, можуть утворювати нагар на свічах.

Корозійний вплив бензину визначається змістом кислот, лугів і сірчистих з'єднань. Сильний корозійний вплив на метали мають мінеральні кислоти й лугу, їх наявність у бензині неприпустимо. Сірчисті з'єднання мають високу корозійну активність і сприяють утвору нагару, однак

повністю позбутися їх непросто, особливо при переробці сірчистої нафти(рис.3.10).



Рисунок 3.10 – Нагар і витік електричного струму

Утворення нагару й самоочищення. Нагар на свічі – це тверда вуглецева маса із шорсткуватою поверхнею, що утворюється при температурі поверхні 200° С і вище.

Властивості, зовнішній вигляд і колір нагару залежать від умов його утворення, складу палива й моторного масла.

Електричний струм високої напруги, що виникає на котушці запалювання, протікає через нагар (рис. 3.12), що може викликати нестабільність іскроутворення й, отже, нестійку роботу й скрутний пуск двигуна.

У міру нагромадження нагару зменшується опір ізоляції свічі запалювання й знижується виникаюче на котушці запалювання напруга (рис. 3.11). Коли ця напруга знижується нижче необхідного для свічі запалювання (необхідна напруга для утворення іскри в іскровому проміжку), пригнічується іскроутворення. У деяких випадках, особливо на двотактних двигунах, нагар може утворювати в іскровому зазорі електропровідний місток і викликати коротке замикання у вторинному ланцюзі системи запалювання.

Якщо свічу очистити від нагару, то її працездатність відновлюється. Тому одне з найважливіших вимог до свічі – здатність самоочищатися від

нагару. Багато в чому ступінь досконалості її конструкції визначається саме цією властивістю.

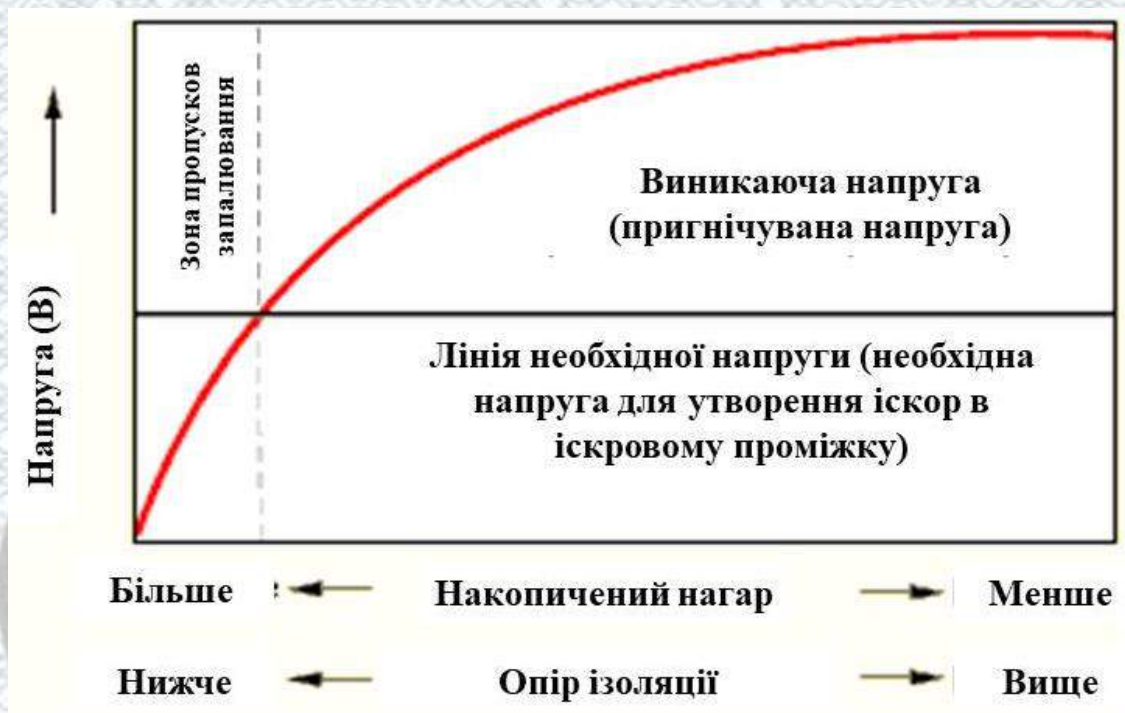


Рисунок 3.11 - Залежність опору ізоляції від величини напруги, що виникає на котушці запалювання

Видалення нагару, якщо в продуктах згоряння немає неспалених речовин, відбувається при температурі 300 - 350° С – це нижня температурна межа працездатності свічі. Ефективність самоочищення від нагару залежить від того, як швидко тепловий конус ізолятора нагріється до цієї температури після пуску двигуна. Із цього погляду довжину теплового конуса ізолятора необхідно виконувати як можна більшої, а сам тепловий конус доцільно висувати в камеру згоряння. Те ж саме потрібно для запобігання витоків струму й, відповідно, для зниження втрат енергії запалювання.

Існують три основні стани теплового конуса ізолятора табл. 3.4.:

- перегрів;
- нормальне;
- нагар.

Границя між зоною утворення нагару й зоною оптимальної роботи (870° С) називається температурою самоочищення свічі. При такій температурі накопичені відкладання починають випалюватися й свіча виробляє свій ресурс повільніше.

Таблиця 3.4 - Причини перегріву й заходи їх усунення

Причини	Заходи усунення
Багата паливо-повітряна суміш: - неправильне регулювання карбюратора; - несправність заслінок; - несправність системи упорскування палива.	Необхідно відрегулювати карбюратор, заслінки й систему упорскування палива.
Несправність електричної системи: - ненадійне з'єднання високовольтного кабелю	Необхідно відрегулювати електричну систему
Невідповідна умова роботи: - тривалий холостий хід; - безперервна робота на низькій швидкості.	Періодично переходити на більш високу швидкість (близько 80км/ч)
Занадто холодна свіча запалювання. Засмічення повітряного фільтра.	Використовувати більш гарячу свічу запалювання, очистити або замінити повітряний фільтр

Вплив температури електрода й обертів двигуна на працездатність свічі наведено в табл. 3.5.

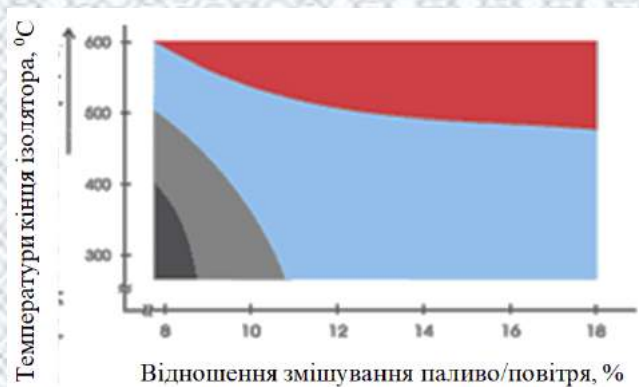
І на правильно підібрану, з погляду температурного значення, свічу впливають процеси забруднення й самоочищення кінчика ізолятора. Осідання відкладань горіння на кінчику ізолятора відбувається через недосконале згоряння через «багату» суміш повітря й палива. З іншого боку

відкладання, що з'явилися в результаті горіння, згорять, як тільки температура кінчика ізолятора стане більш 500 С.

Таблиця 3.5 - Причини втрати працездатності свічі

Температурна діаграма свічі	Зовнішній вигляд	Ефект
	ПЕРЕГРІВ	Може викликати передчасне запалення (калильне запалювання)
	ДОБРЕ	
	НАГАР	Може привести до утворення нагару на ізоляторі й електродах, а також до зниження працездатності свічі

Діапазони забруднення й самоочистки залежать від співвідношення кількості повітря й палива, а також від температури кінчика ізолятора (рис. 3.12).



- Діапазон забруднення невипаруваним паливом
- Діапазон забруднення сухими опадами горіння
- Інертний діапазон
- Діапазон самоочистки

Рисунок 3.12 - Діапазони забруднення й самоочистки кінчика ізолятора

Діапазон забруднення невиваруваним паливом – у цьому діапазоні свічі запалювання найбільше забруднюються. Використовується багата суміш. Розсіювання (атомізація) палива є малою й паливо горить у своєму рідкому стані. Створення відкладань є значним. Більше того, кінчик ізолятора є вологим від невиваруваного палива. опір, що знижується, ізоляції кінчика ізолятора своїм наслідком має іноді відмова роботи запалювання. Запуск холодного двигуна й часті поїздки транспортного засобу в холодну пору року прискорюють забруднення кінчика ізолятора.

Діапазон забруднення м'якими відкладаннями – робота двигуна транспортного засобу на холостих обертах або його мале навантаження сприяють відкладанню м'яких (сухих) відкладань горіння на кінчику ізолятора, хоча паливо не горить у рідкому стані.

Діапазон інертний – у даному діапазоні не відбувається ні осідання відкладань у результаті горіння на кінчику ізолятора, ні самоочищення. Відкладання не осідають на поверхні кінчика ізолятора й у тому випадку, якщо температура кінчика опуститься нижче 500°C. Нова свіча запалювання не забруднюється, а вже забруднена свіча не очищається.

Діапазон самоочистки – у даному діапазоні відкладання, що осіли, процесу горіння на кінчику ізолятора згорять, а ізоляційна стійкість кінчика ізолятора повернеться до свого звичайного значення. Переміщення в діапазон самоочистки звичайно відбувається при акселерації й при більш високих швидкостях транспортного засобу. Різні стани свічі наведені на рис. 3.13.



А



Б



В

Рисунок 3.13 - Нагароутворювання і його очищення: а – забруднення невиваруваним паливом; б - забруднення сухими відкладаннями в процесі горіння; в – самоочистка

Теплова характеристика свічі – це залежність температури теплового конуса ізолятора або центрального електрода від режиму роботи двигуна.

Відмінність у теплових характеристиках свічок досягають в основному за рахунок зміни довжини теплового конуса ізолятора.

Подовження теплового конуса ізолятора приводить до збільшення підведення тепла у свічу й до росту її робочої температури. Максимальне значення температури не може перевищувати 850 - 900° С, тому що при цьому виникає калильне запалювання. Ця величина є верхньою температурною межею працездатності свічі.

Температурні межі працездатності свічі незмінні на будь-якому двигуні, незалежно від його питомої потужності й особливості конструкції.

Натепер ще не створена економічно обґрунтована й технологічно здійсненна, у масовому виробництві, свіча, яка могла б працювати на будь-якому двигуні, підтримуючи робочу температуру в припустимих межах. Для забезпечення цієї умови на двигунах, що відрізняються тепловий напруженістю, свічі виготовляють із різними тепловими характеристиками. Безперервний ріст питомих потужностей двигунів при жорсткості норм токсичності газів, що відробили, вимагає поліпшення теплових характеристик свічок. Найпоширеніші методи їх поліпшення наведені нижче (рис. 3.14).

1. Складання свічок здійснюють із мінімально можливими зазорами між деталями. Повністю усунути зазори не вдається через відмінність коефіцієнтів теплового розширення ізолятора й металевих деталей.

2. Центральний електрод виготовляють біметалічним: з міді з жаростійкою оболонкою зі сплаву на основі Ni –Cr- Fe.

3. Тепловий конус ізолятора роблять виступаючим з корпуса на 1.5-2.0мм.

Перші два методи забезпечують високу теплопровідність свічі в цілому, дозволяють суттєво побільшати довжину теплового конуса ізолятора без збільшення його максимальної робочої температури й, отже, поліпшити теплову характеристику. Виступання ізолятора за торець корпусу прискорює прогрів теплового конуса в зоні нижньої температурної межі.

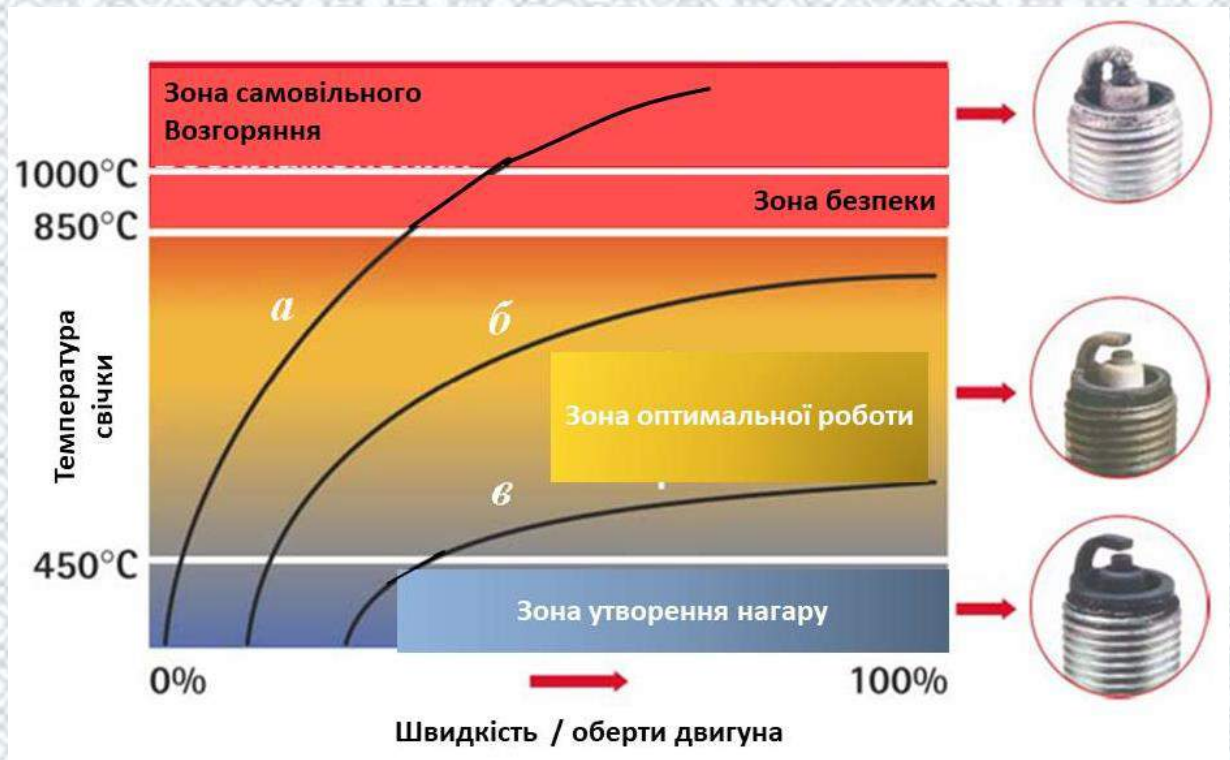


Рисунок 3.14 - Залежність температури свічки від числа обертів двигуна при різній довжині теплового конуса ізолятора

Виступання теплового конуса ізолятора за торець корпусу рекомендується тільки для тих двигунів, де це не приводить до перегріву в зоні верхньої межі. У деяких випадках, наприклад на форкамерних або двотактних двигунах тепловий конус, що виступає, ізолятора може виявитися в потоці горючої суміші, перезбагаченої паливом або моторним маслом, що приводить до посилення нагароутворення.

Чим менше шестигранник і діаметри корпусу й ізолятора, й чим більше довжина цоколя, тим краще охолодження свічки на двигуні. У зв'язку із цим, найбільше поширення одержали свічки із плоскою опорною поверхнею,

різьбленням на корпусі М14 x 1.25 мм, довжиною різьбової частини 19.0 мм і шестигранником під ключ 16.0 або 21.0 мм. При таких розмірах ізолятор ще має достатню електричну й механічну міцність, а розміри електродів дозволяють забезпечити необхідну довговічність без застосування дорогих матеріалів. Свічі з конічною опорною поверхнею дозволяють додатково зменшити діаметр корпуса. Їхнє застосування на російських автомобілях обмежується механічною міцністю, меншої чим у свічок із плоскою опорною поверхнею. Забруднення поверхні кінчика ізолятора відкладаннями, що утворюються в процесі горіння, знижує електричний опір ізоляції. При падінні опору ізоляції, поряд із цим, відбувається падіння електричної напруги, подаваної на свічу запалювання від системи запалювання.

Якщо в результаті сильного забруднення кінчика ізолятора опір ізолятора знизиться аж до того, що подаване від системи запалювання електрична напруга стане більш низькою, чим напруга, необхідне для свічки запалювання, то відбудеться пропуск перескакування іскри між електродами свічки запалювання й це приведе до перебою в роботі двигуна.

Зменшення опору ізоляції під впливом витoku електроенергії на поверхні кінчика ізолятора наведено на (рис. 3.15).

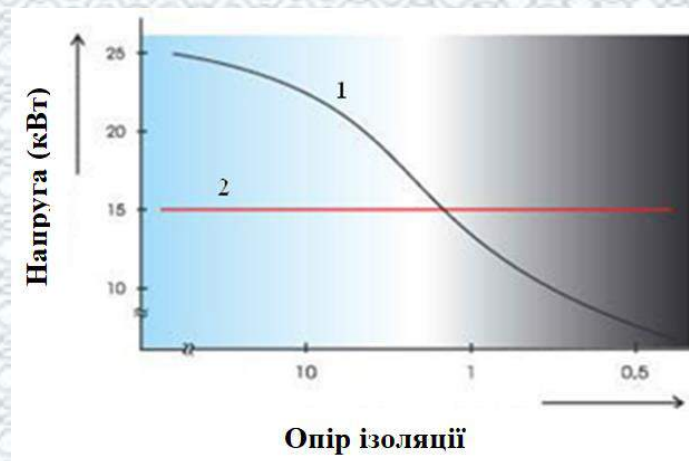


Рисунок 3.15 - Залежність опору ізоляції від витoku електроенергії на поверхні кінчика ізолятора: 1 - напруга, що подається системою запалювання; 2 - напруга, необхідна для свічки запалювання

Залежність електричної напруги (необхідної для свічки запалювання й електричної напруги, подаваної системою запалювання) від швидкості руху автомобіля наведено на (рис. 3.16).



Рисунок 3.16 - Залежність електричної напруги від швидкості автомобіля: 1 - напруга, необхідна для свічок запалювання (нова); 2 - напруга, необхідна свічки запалювання (колишня у вживанні); 3 - напруга, що подавати системою запалювання; 4 - недостатня напруга, що слід подавати системою

Співвідношення між подаваним системою запалювання електричною напругою й параметрами свічі запалювання наведені на рис. 3.17.

Для того, щоб між електродами свічі запалювання міг відбутися розряд, необхідно, щоб системою запалювання була створена електрична напруга певної величини.

Якщо вимога свічі запалювання до напруги, що подавати системою запалювання, перевершить можливості системи, то проскакування іскри не відбудеться. Як правило, трапляється так, що вимога свічі запалювання до електричної напруги збільшується при збільшенні відстані між електродами й при прискоренні автомобіля.

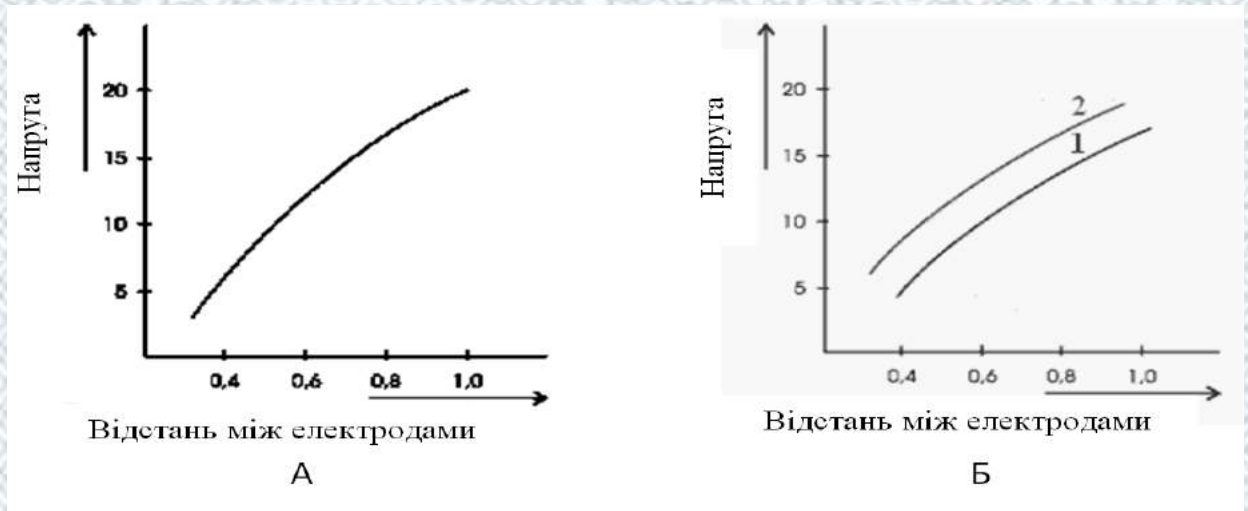


Рисунок 3.17 - Співвідношення між подаваним системою запалювання електричною напругою й параметрами свічі запалювання:
 а - залежність між відстанню між електродами й необхідною напругою; б - залежність між зношенням свічі й необхідною напругою:
 1 – нова свіча; 2 – зі зношеними електродами

Електрична напруга, подавана системою запалювання, знижується при старті, при низькій температурі навколишнього середовища й при високих обертах двигуна. Необхідна напруга залежить від діаметра центрального електрода (рис. 3.18).

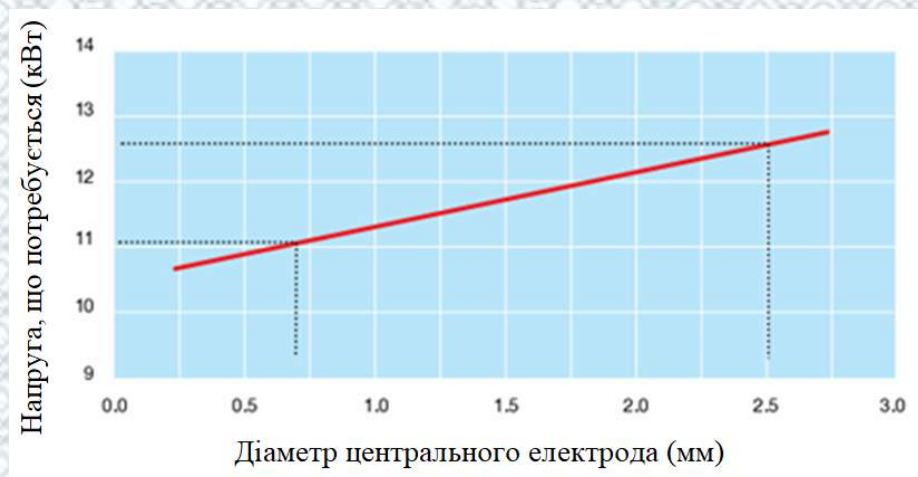


Рисунок 3.18 - Залежність напруги від діаметра електрода

3.3. Технічна експлуатація свічок запалювання

Порядок використання свічок встановлена стандартами, технічними умовами, інструкціями для експлуатації й іншої технічною документацією. У процесі експлуатації необхідно проводити ТО й планову заміну свічок, що виробили ресурс. Крім того виникає, необхідність у прогнозуванні відмов і перевірці працездатності свічок.

Відповідно до ДСТ 37.003.081 – 98 виготовлювач свічі забезпечує гарантії при дотриманні споживачем умов експлуатації, монтажу, транспортування й зберігання, зазначених у стандарті.

Гарантійний строк експлуатації свічок – 18 місяців при пробігу автомобіля не більш 30 тис. км із класичною системою запалювання й 20 тис. км – з електронною.

Гарантійний строк зберігання свічок, що поставляються в запасні частини – 3 року, для ринкової торгівлі – 1 рік. Гарантійний строк зберігання свічок, законсервованих для зберігання – 5 років.

В інших випадках гарантійні строки встановлюються за узгодженням зі споживачами й вказуються в технічній документації.

Свічки повинні встановлюватися тільки на ті двигуни, для яких вони призначені. Двигуни повинні перебувати в технічно справному стані. При цьому слід застосовувати тільки те паливо й моторне масло, які зазначені в інструкції для експлуатації. У випадку відмови свічок через нагароутворення необхідно знайти й усунути причину.

Розконсервація повинна здійснюватися залежно від використаного варіанта захисту. Якщо нові свічки покриті консерваційним змащенням, їх необхідно протерти й промити в розчиннику (бензині), а потім просушити. Свічі в густому консерваційному змащенні можна прокип'ятити у воді й повністю просушити.

Перед установкою свічки на двигун слід перевірити її комплектність. При необхідності очистити забруднені поверхні й відрегулювати іскровий зазор. Наявність забруднень і масел у робочій камері, на тепловому конусі ізолятора й в іскровому зазорі неприпустимо.

Свічу в головку блоку циліндрів слід ввертати від руки й затягувати ключем з моментом, що не перевищують 20-30Н м (2-3 кгс м), а для свічок із кінцевою опорною поверхнею 10-20Н м (1-2 кгс м).

Під час роботи свічки необхідно охороняти від ударів і влучення на них вологи.

При проведенні ТО двигуна слід очищати свічки від нагару й робити регулювання іскрового зазору. Транспортувати свічки можна тільки в закритому транспорті, крім можливості влучення на них атмосферних опадів. Зберігати свічі слід тільки в приміщенні в упакованні підприємства-виготовлювача.

При недотриманні споживачем перерахованих вище умов претензії до параметрів роботи свічок виготовлювачем не приймаються.

У процесі роботи на двигуні під впливом іскрового розряду, полум'я й розпечених газів електроди зношуються. Коли іскровий зазор зростає до гранично припустимої, для даної системи запалювання, величини, починаються перебої в іскроутворенні, при цьому виникає небезпечність неповного згоряння. Через це, у свою чергу, значно збільшуються витрати палива й викид токсичних речовин. На автомобілях випущених у країнах Євросоюзу встановлюються термічні каталізатори газу. При цьому в результаті перебоїв іскроутворення неспалене паливо попадає в каталізатор, догоряє там і нагріває основу каталізатора.

При більш частих перебоях іскроутворення каталізатор може відмовити – і тоді може збільшитися викид токсичних речовин.

Тому не варто заощаджувати на незначній сумі, необхідної для своєчасної заміни свіч запалювання, і замість цього йти на великі витрати по заміні й монтажу нового каталізатора.

Крім того, свіча поступово покривається продуктами, що утворюються в процесі роботи двигуна й осідаючих на тепловому конусі ізолятора й електродах. Тонкий шар нальоту ясно-сірого або ясно-коричневого кольору свідчить про те, що двигун перебуває в технічно справному стані й свіча відповідає йому по тепловій характеристиці. При цьому витрата палива, моторного масла й токсичність газів, що відробили, відповідають діючим нормам.

У зв'язку з неминучим зношуванням і легким забрудненням свічі, у якості попереджувальних заходів, з певною періодичністю необхідно проводити ТО, яке полягає в регулюванні іскрового зазору й очищенню від нагару.

Довговічність свічі залежить від багатьох факторів, і насамперед від умов застосування. На двотактному двигуні спортивного мотоцикла в умовах змагань свіча може виробити свій ресурс усього за кілька годин. На тихохідному двигуні, наприклад пересувної електростанції, свічі можуть працювати тисячу й більш годин.

На сучасному автомобілі, навіть із потужною електронною системою запалювання, в умовах звичайної експлуатації зношування іскрового зазору відбувається зі швидкістю не більш 0.015 мм за 1000 км пробігу автомобіля. При настановному зазорі 1.0 мм і гранично припустимому 1.3 мм допуск на зношування електродів рівний 0.3 мм. При зазначеній вище швидкості зношування розрахунковий ресурс свічки до регулювання становить 20 тис. км. При класичній системі запалювання розрахунковий ресурс приблизно на третину більше.

Реальна довговічність свічки в 2-3 рази більше, тому що зазор, що збільшується, можна відрегулювати, а нагар вилучити. Але багато виробників автомобілів не прагнуть ризикувати й рекомендують замінити свічі при електронній системі запалювання через кожні 20 тис. км, а при класичній через кожні 30 тис. км.

На інших двигунах, крім автомобільних, установлюють свою періодичність обслуговування, вимірювану або в кілометрах пробігу, або в моточасах.

3.3.1 Технічний контроль свічок запалювання на стадії виготовлення й у ході випробувань

На заводах фірми NGK контроль готових свічок - 100%. Спочатку це перевірка опору. Потім кожна свіча проходить «флюорографію» у двох проєкціях. Рентгенівські знімки, відображені на екрані, рівняються із шаблоном: вихід за рамки – брак. При такому способі контролю негідними виявляються 180 свіч із кожного мільйона. У технічному центрі NGK Spark Plug Europe у м.Ратинген (Німеччина) у ході випробувань свічі піддають періодичному контролю. Електронний проєктор (рис. 3.19), порівнюючи свічу із шаблоном, обчислює величину ерозії.



Рисунок 3.19 - Електронний проєктор

Починаючи з 1990 р. при виробництві виробів на фірмі "BRISK Tabor" використовується комп'ютерна підтримка конструювання. Основу становить програма "Autodesk Mechanical Desktop 4.0", яка в інших підрозділах поповнюється пов'язаної з нею програмами "Autocad 2000" і "Autocad LT 2000". Завдяки такому оснащенню підрозділу фірми, що займаються розробками, здатні за допомогою формату обміну STEP здійснювати комунікацію із програмами "Pro/Engineer", "CATIA" і поруч інших програм. Усі робочі місця приєднані до комп'ютерної мережі підприємства з можливістю доступ до Internet.

Обчислювальна техніка також використовується на етапі перевірки конструкції за допомогою розрахунків міцності й симуляції за допомогою методу кінцевих елементів. На рис. 3.20 представлений іспитовий стенд фірми "BRISK Tabor". У цей час використовується програма COSMOS/M версія 1.75, яка оцінює для окремих критичних вузлів зміна температур і механічна напруги як при експлуатації, так і при окремих технологічних операціях на етапі виробництва.

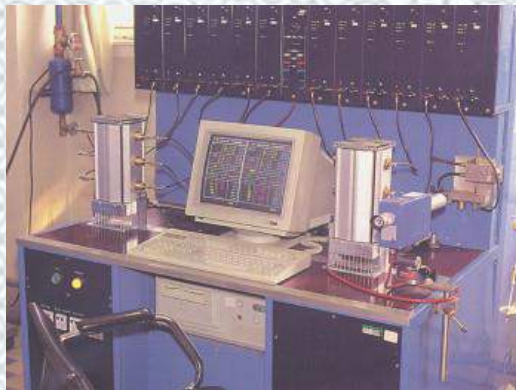


Рисунок 3.20 - Іспитовий стенд фірми "BRISK Tabor"

Крім комп'ютерної підтримки конструкторської роботи використовується також підтримка етапу технічної підготовки виробництва, де застосовується система "SYSKLASS", яка поєднує в собі всі види діяльності передвиробничих етапів. Система навмисно вишукує подібні за

формою складові частини, і за допомогою подібності технологічних процесів їх виробництва, знижує витрати на етапі підготовки виробництва. Наступною функцією даної системи є її використання як інформаційної база даних конструкторських і технологічних даних. У даний момент проходить впровадження комп'ютерної підтримки керування дослідницькими проектами за допомогою програми "Microsoft Project 98". У процесі розробки відповідно до прийнятих стандартів ISO 9001, VDA 6.1 і QS-9000 при контролі порядку роботи звичайно використовуються методики.

Методики QFD, FMEA і DOE, які найближчим часом також будуть здійснюватися з комп'ютерною підтримкою. "BRISK Tabor" при розробці нових виробів тісно співробітничав із професійними кафедрами вищих навчальних закладів (Чеський технічний університет у Празі, Технічний університет у Брно), рядом науково-дослідних інститутів і провідними закордонними фірмами (наприклад, "Degussa").

3.3.2 Виявлення передчасних відмов

Відмовою в роботі свічі вважають часткове або повне припинення іскроутворення в іскровому зазорі. Відмови, які відбулися в гарантійний період або між ТЕ, установленими в інструкції для експлуатації, вважають передчасними. Найбільш імовірні відмови свіч через утворення на поверхні теплового конуса ізолятора струмопровідного нагару в кількості, що приводить до перебоїв в іскроутворенні. Можливі різні ушкодження свічі в результаті аномальної роботи двигуна.

Значно рідше відбуваються відмови через порушення правил експлуатації: застосування свіч неправильно укомплектований, що не відповідають по характеристиках і розмірам двигуну, закоксуванню зазору й навіть робочої камери в результаті поганого очищення від змащення й бруду перед установкою.

Зустрічаються випадки ушкодження свічі при монтажі й демонтажі: руйнування або деформація головки й ізолятора, ушкодження корпусу й зрив різьблення. Якщо, при установці, навіть злегка вдарити свічу про тверду поверхню, то бічний електрод може погнутися, і іскровий зазор поменшає, що згодом приведе до відмови.

Крім того, можливі відмови через виробничі дефекти, не виявлені перед установкою на двигун: тріщини на ізоляторі, відсутність герметичності й неякісна закріплення електродів.

Окремі пропуски в іскроутворенні можна визначити тільки на СТО з використанням необхідного діагностичного встаткування. Більш доступної може бути звичайна перевірка токсичності газів, що відробили. При збільшеному змісті токсичних компонентів, особливо вуглеводнів, їсти підстава вважатися, що є пропуски в іскроутворенні. Якщо вчасно не виявити й не усунути причину, пропуски наростають, що приводить до погіршення пуску й нестійкій роботі двигуна, особливо помітної на холостому ході. У цьому випадку момент виявлення дефекту визначається кваліфікацією й уважністю водія. Крайній випадок – повна відмова при пуску двигуна, особливо ймовірний у холодну пору року.

Щоб переконатися в тому, що порушене безперебійне іскроутворення свічі, не знімаючи її із двигуна, можна скористатися іскровим п'єзоелектричним пробником «Тест - М» 120.338.002 ТУ виробництва ТОВ «Аврора Биниб» (рис. 3.21).

При певній навичці за допомогою пробника можна визначити свічі, що відмовили через нагар, не знімаючи їх із двигуна.

Перевірка проводиться в наступному порядку:

- зняти зі свічі наконечник з високовольтним проведенням і на його місце встановити наконечник високовольтного проведення пробника;
- підпружинений контакт пробника пригорнути до «маси» двигуна;
- кілька раз нажати й відпустити клавішу пробника.

Спалаху лампи при натисканні свідчать про наявність іскроутворення. Відсутність спалахів, при натисканні, свідчить про відсутність іскроутворення. У цьому випадку свічу необхідно демонтувати й оцінити її технічний стан. Потім очистити від нагару й перевірити її працездатність.

На двигунах із класичною системою запалювання деякі досвідчені водії радили робити перевірку шляхом послідовного зняття наконечників з високовольтним проведенням зі свіч на працюючому двигуні. При відключенні працездатної свічі у двигуна знижуються оберти, при відключенні, що відмовила його робота не змінюється. Така перевірка небезпечна, а на двигунах з електронними системами запалювання категорично заборонена, тому що може привести до дорогого ремонту електронних блоків.

Візуальний огляд свічі досвідченим фахівцем дозволить зробити вивід про те, наскільки добре функціонує двигун. На рис. 3.22 представлений збільшувальний перевірочний ліхтарик, який дозволяє:

- одержувати зображення великим планом, для ретельного огляду, за допомогою потужного світла в комбінації зі збільшенням;
- виявляти масляні речовини, ознаки забруднення, деформовані або розколоті часточки;
- шляхом 10-кратного збільшення розширити глибину огляду;

Живлення ліхтарика здійснюється від 2 батарейок. На ліхтарик установлені стандартні, легко замінні лампи 2.5В, 3А.



Рисунок 3.21 - Іскровий п'єзоелектричний пробник



Рисунок 3.22 - Перевірочний ліхтарик

3.3.3 Зняття із двигуна й установка свічок

Установка звичайних свіч запалювання наведена нижче.

Свічу слід знімати із двигуна в наступному порядку:

- зняти наконечник проведення високої напруги, при цьому не можна тягти за проведення;
- очистити поверхню в поглибленні головки циліндра навколо свічі стисненим повітрям і пензликом, щоб частки бруду не потрапили в циліндр і тільки після цього вивернути свічу.

Після зняття свічі необхідно:

- перевірити наявність ущільнювального кільця на цоколі корпусу свічі; у деяких випадках при демонтажі ущільнювальне кільце може залишитися на двигуні;
- провести ретельний огляд, особлива увага звернути на ізолятор (чи немає механічних ушкоджень), робочу камеру й електроди;
- перевірити, чи немає містка в іскровому зазорі, іноді він буває малопомітний.

Установлюють свічі на двигун у наступному порядку:

- оглянути уважно свічу: чи немає механічних ушкоджень, перевірити наявність ущільнювального кільця й контактної гайки (якщо вона потрібна);
- перевірити по маркуванню відповідність свічі двигуну, на який вона встановлюється;
- перевірити, і при необхідності, відрегулювати іскровий зазор на величину, зазначену в інструкції для експлуатації двигуна;
- загорнути від руки до упору й затягти спеціальним свічковим ключем моментом, зазначеним в інструкції для експлуатації; різьблення перед установкою не слід покривати графітом або яким-небудь іншим мастильним матеріалом.

Загортати й відвертати свічу впливає тільки за допомогою свічкового ключа зі стандартним воротком. Використовувати вороток більшої довжини

не рекомендується, тому що при затягуванні або відверненні надмірно затягнутої свічі її можна ушкодити. У випадку використання свічі з конусною опорною поверхнею корпусу можна ушкодити не тільки свічу, але й посадкове гніздо в головці блоку циліндрів.

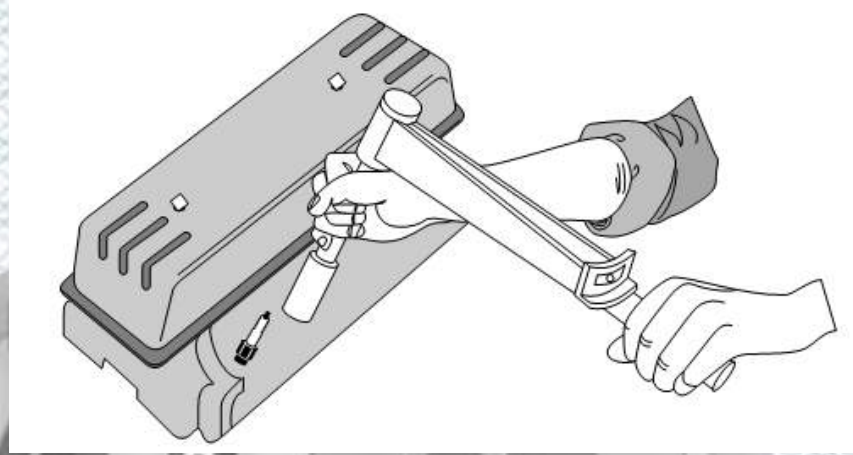


Рисунок 3.23 - Затягування свічі за допомогою динамометричного ключа

Для затягування свічок краще використовувати динамометричний ключ (рис. 3.23), дотримуючи рекомендований моменту затягування табл. 3.6, який залежить від розміру різьблення, виду опорної поверхні корпусу свічі й матеріалу головки блоку циліндрів. Якщо під час установки різьблення свічі змазується графітовим змащенням, то момент затягування слід зменшити від рекомендованих значень на 20-25%. Нові фірмові свічі в змащенні не мають потреби.

При відсутності динамометричного ключа надходять у такий спосіб. Загортають свічу із чистим різьбленням рукою до упору. Далі, використовуючи штатний свічковий ключ, слід максимально затягти нову свічу з ущільнювальним кільцем на чверть оберту приблизно на 90° (рис. 3.24). Він перебував раніше в експлуатації. Свічу з ущільнювальним кільцем, максимально затягти на 30° (тому що ущільнювальне кільце вже стиснуте). Свічу з конічною ущільнювальною поверхнею загорнути тільки на 15° (рис. 3.25).

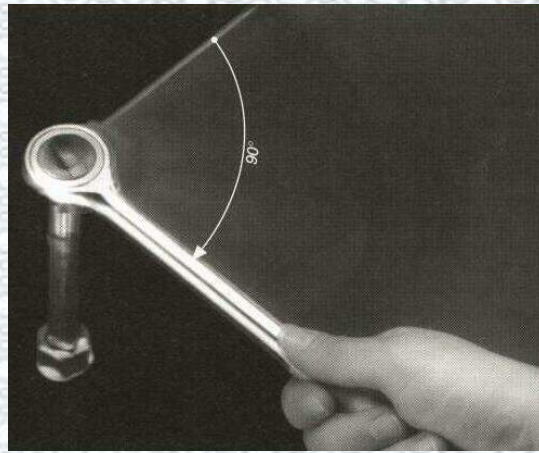


Рисунок 3.24 - Додаткове затягування свічі без динамометричного ключа із плоскою ущільнювальною поверхнею

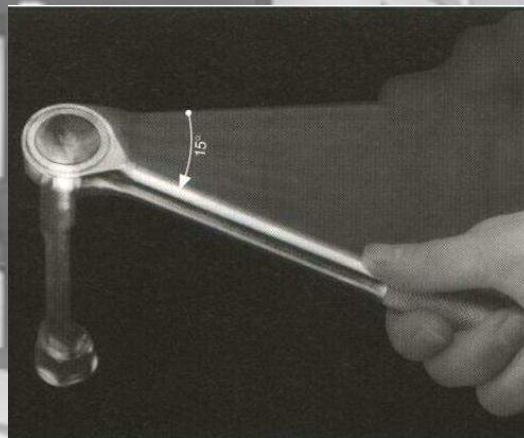


Рисунок 3.25 - Додаткове затягування свічі без динамометричного ключа із конічною ущільнювальною поверхнею

Затягування свічок при установці слід виконувати з певним крутним моментом.

Примітка. Для свічок запалювання зазначених виробників, у знаменнику зазначені моменти затягування у фунт - сила • футах. Довідка: фунт - сила • фут • 1.356 = 1 Н•м

Надмірне затягування може привести до руйнування різьблення, деформації й ушкодженню металевому корпусу або до втрати герметичності.

Недостатнє затягування викликає перегрів. Особливо важливо затягти свічу запалювання під певним кутом і з відповідним крутним моментом.

Таблиця 3.7 - Рекомендовані моменти затягування (Н·м) свічок

Виробник	Опорна поверхня корпусу	Різьба	Матеріал блоку цупіння		Додаткова затяжка
			Чавун	Алюмінієвий сплав	
1	2	3	4	5	6
BOSCH	Плоска	M10x1	10-15	10-15	нова 1/4 оберту (90°) б/е - 1/12 оберту (30°)
		M12x1.25	15-25	15-25	
M14x1.25		20-40	20-30		
M18x1.5		30-45	20-35		
	Конусна	M14x1.25	20-25	15-25	1/24 оберту (15°)
M18x1.5		20-30	15-23		
BERU	Плоска	M10x1	10-15	10-15	нова 1/4 оберту (90°) б/е - 1/12 оберту (30°)
		M12x1.25	15-25	12-20	
M14x1.25		20-35	15-30		
M18x1.5		30-45	20-35		
	Конусна	M14x1.25	15-25	12-20	1/24 оберту (15°)
M18x1.5		15-30	15-25		
CHAMPION*	Плоска	M 8	-	8-12	нова ¼ оберту (90°) б/е - 1/12 оберту (30°)
			-	5.8-7.2	
		M10x1	10-15	10-12	
			7.2 - 10.8	7.2-8.7	
		M12x1.25	15-25	15-20	
		M14x1.25	10.8-18	10.8-14.5	
	25-35 18-25.3		25-30 18-21.6		
	M18x1.5	35-45	35-40		
		25.3 - 35.2	25.3 - 28.9		
	Конусна	M14x1.25	15-25	10-20	1/24 оберту (15°)
10.8-18 20-30			7.2-14.5 20-30		
	M18x1.5	14.5-21.6	14.5-21.6		
NGK	Плоска	M18x1.5	35-45	35-40	нова від 1/2 до 2/3 оберту (180-240°) б/е - 1/12 оберту (30°) нова 1/2 оберту (180°) б/е - 1/12 оберту (30°)
		M14x1.25	25-35	25-30	
		M12x1.25	15-25	15-20	
		M10x1	10-15	10-12	
		M8	-	8-10	1/3 оборота (120°) б/у - 1/12 оборота (30°)
	Конусна	M18x1.5	20-30	20-30	1/12 оборота (30°)
		M14x1.25	15-25	10-20	

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
DENSO	Плоска M, L типи J, K, P, Q, S, W типи X, XU типи тип U	M18x1.5 M14x1.25 M12x1.25 M10x1	40-49 25-30 15-20 10-15	30-39 20-25 15-20 10-15	1/4 – 1/2 оберту (90-180°)
	Y тип	M8	-	8-10	
	Конусна	M18x1.5	21-28	21-28	1/16 оборота (22.5°)
	T, PT тип	M14x1.25	10-20	10-20	
ENKER	Плоска	M10x1 M12x1.25 M14x1.25 M18x1.5	10-15 15-25 20-40 30-50	10-15 15-25 20-30 30-40	нова 1/4 оберту (90°) 6/e – 1/24 оберту (15°)
	Конусна	M14x1.25 M18x1.5	10-20 20-30	10-20 15-23	1/24 об. (15°)
	Плоска	M10x1 M14x1.25 M18x1.5	14 35 40	14 28 35	нова 1/4 оберту (90°)
		Конусна	M14x1.25 M18x1.5	20 30	20 20
BRISK	Плоска	M10x1 M12x1.25 M14x1.25	10-15 15-20 20-40	10-15 15-25 20-30	нова 1/3 оберту (120°) 6/e – 15°
	Конусна	M14x1.25 M18x1.5	10-20 20-30	10-20 20-30	1/24 об. (15°)
		Плоска	M10x1 M12x1.25	10-15 20-25	10-15 20-25
VOLKER IRIDIUM Autolite, Motorcraft, AcDelco*	Конусна	M14x1.25	10-20	10-20	1/24 об. (15°)
	Плоска	M10x1	10-15 7-11	10-15 7-11	1/4 оберту (90°)
		M12x1.25	15-25	15-25	3/8 оберту (135°) 1/2 оберту (180°)
			11-19	11-19	
			M14x1.25	35-40 26-29	
	M18x1.5	43-52 32-38	38-46 28-34		
	Конусна	M14x1.25	9-20 7-15	9-20 7-15	1/16 об. (22,5°)
M18x1.5		20-27	20-27		
Свічки запалювання заводів Росії	Плоска	M14x1.25	20-30		нова 1/4 оберту (90°) 6/e – 1/12 оберту (30°)
	Конусна	M14x1.25	10-20		1/24 об. (15°)

Наслідки неправильної установки свічок запалювання наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 - Наслідки неправильної установки

	Пошкодження початку різьби (1 та 2 витки)	Пошкодження металевого корпусу	Пошкодження ізолятора
Опис проблеми	 Пошкодження різьби	руйнування вирізьбленої частини  руйнування верхньої частини 	Поломка вирізьбленої частини  Руйнування гофр  
Наслідок	Свічка була вставлена під ухилом	Надмірна затяжка	Застосування ключа під кутом
Засоби попередження	Спочатку закрутити свічку вручну, без викор. ключа	Затягнути зі стандартним обертовим моментом під кутом	Використати патронний гайковий ключ, що попереджує сповзання

Порядок видалення ушкоджених свічок запалювання наведений у наступному підрозділі .

3.3.4 Видалення зірваної різьбової частини свічі із кріпильного отвору

На рис. 3.26 показані правильні й неприпустимі способи установки свічок запалювання. Не допускається встановлювати свічку без ущільнювального кільця або із двома ущільнювальними кільцями. Це приводить до порушення герметичності з'єднання свічі з головкою блоку циліндрів. Якщо різьблення має більшу довжину, то свіча занадто виступає в камеру згоряння, що може привести до її перегріву. Виступаючі витки різьблення на корпусі покриються нагаром і при спробі демонтажу можливе ушкодження різьблення головки блоку циліндрів.

Категорично забороняється установка під свічі запалювання трубок, що подовжують (футорок).

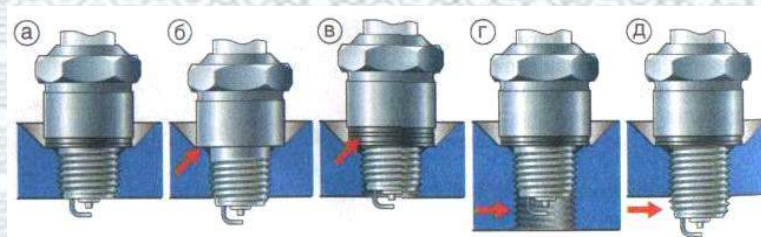


Рисунок 3.26 - Правильні й неприпустимі способи установки свічі: а - правильна установка; б - немає ущільнювального кільця; в - два ущільнювальні кільця; г - різьбова частина коротка; д - різьбова частина довга

Якщо різьблення коротке, то свіча недостатньо виступає в камеру згоряння. Це погіршить запалення горючої суміші, нижні витки різьблення головки блоку циліндрів покриються нагаром і встановити свічу з більш довгою різьбовою частиною буде важко.

Деякі водії застосовують свічі з укороченою різьбовою частиною з метою переходу на більш низькооктанове паливо. Це невірно, тому що ступінь стиску при цьому практично не міняється.

3.3.5. Установка свічок запалювання, виготовлених по Ве - Нех – технології

Нова генерація свічок запалювання М10 - М12 через зменшений діаметр різьблення й подовженого посадкового місця до 26,5мм виставляє нові вимоги й до установки свічок [10]. Необхідність заміни свічок , виникає, саме пізніше, після пробігу 60 тис. км.

При заміні таких свічок особливо важливо використовувати дванадцятигранний гайковий ключ відповідної довжини й із шириною ключа 14 мм. Тому не можна забувати про правильний момент затягування. При цьому діє правило: якщо момент затягування занадто великий, то це може ушкодити свічу. Занадто малий – є причиною поганого ущільнення й веде до погіршення тепловідводу.

Моменти затягування різняться по діаметру різьблення, щільності посадки й матеріалу головки блоку циліндрів. Дані по правильному моменту затягування ставляться тільки до свіч запалювання із сухим різьбленням. Якщо застосовувати його до змазаного різьблення, то свіча запалювання затягається занадто сильно. Можливий наслідок - ушкоджене ущільнення.

Для правильного й професійного монтажу свічі запалювання з довгою або коротким різьбленням необхідно враховувати те, що не повинне потрапити в камеру згоряння забруднення навколо посадкового місця свічі запалювання (у жодному разі). Тому виконують наступні операції:

- відвернути свічу на кілька обертів;
- очистити шахту свічі щіткою й/або продути стисненим повітрям;
- повністю вивернути свічу запалювання.



Рисунок 3.27 -Подовжений рукав

Нові двигуни ставлять перед фахівцями СТО додаткові завдання при заміні свічок запалювання, наприклад, через глибоко сидячі в головці блок циліндрів свічок запалювання або штекерів. При знятті й установці свічок із подовженням з'являється небезпека того, що ключ піде навскіс і тим самим зруйнує свічу. Щоб уникнути цього в програмі виробників є допомога в установці свічок запалювання практично для всіх моделей автомобілів. Фірма BERU рекомендує встановлювати свічі запалювання 3/8" або за допомогою, так званого, "подовженого рукава" , або за допомогою спеціальної напрямної втулки й подовженого ключа.

Рукав, який є гнучким інструментом, при монтажі й демонтажі установлюється на ізолятор.

3.4 Висновки за розділом

Система компонентів автомобілів, що має в якості значущих дієвих елементів свічки запалювання, є складною і визначає працездатність АТЗ.

В структурі означеної системи зв'язки між її елементами складні і залежать від дії десятків факторів.

Аналітичне дослідження системи вимагає розгляду палітри умов роботи та особливостей свічок, вникання в сукупність конструкцій та сумісність дії елементів.

Тільки обізнаний і творчий шлях через терни системи, з розглядом різних ситуаційних сценаріїв функціонування АТЗ, обумовлює стійку роботу сукупності свічок запалювання.

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ НАПРЯМУ РОЗВИТКУ НАДІЙНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ

Найбільше поширення на автомобільних двигунах внутрішнього згоряння одержали іскрові свічі з повітряним зазором, що пояснюється їхньою високою надійністю й простотою конструкції. Навіть при правильному виборі свічок вони мають різний строк експлуатації. У світі не існує стандартів на свічі запалювання, тому що вони постійно удосконалюються по вимогах різних виробників автомобілів для конкретних двигунів.

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 устрій свічок, але й усвідомлено контролювати роботу двигуна внутрішнього згоряння під час ремонту й експлуатації автомобіля. Ці відомості, як правило, не обговорюються фірмами виготовлювачами.

У цьому підрозділі наведені результати систематичних досліджень фізики процесів, що відбуваються в керамічних ізоляторах, і оцінка їх впливу на якість роботи свічок запалювання. Розглядаються фізичні процеси на керамічній гофрованій поверхні свічі, що сприяють зниженню витоку електрики через поверхню ізолятора.

Під час запалювання горючої суміші висока напруга додається до свічі запалювання. Частина електричного заряду йде (губиться) безпосередньо через внутрішню частину діелектрика й по його поверхні, особливо, якщо ця поверхня забруднена. У момент відсутності іскри, різниця потенціалів може досягати максимального значення й цього проміжку часу може бути цілком достатньо, щоб витік привів до відсутності очікуваної іскри. Часто такий

витік називають «коротким замиканням». Але, навіть і при відсутності «короткого замикання», витік зарядів значно погіршує роботу двигуна.

Для зниження витоку електрики по поверхні свічі багато виробників роблять гофри (ребра) на поверхні ізолятора. На рис. 4.1 зображена свіча з п'ятьма гофрами. Саме таку кількість гофр часто виготовляють багато сучасних виробників свічок запалювання. Зустрічаються також свічки й із шістьма гофрами.



Рисунок 4.1 Конструкція свічі запалювання з п'ятьма гофрами

Очевидно, що граничні значення напруги, що приводять до появи більших витоків («короткого замикання»), добре ілюструють якість ізолятора. З табл. 4.1 видно, що свіча з п'ятьма гофрами, щодо цього, більш ефективна, чим свіча без гофрів.

На ізолятор свічі наноситься тонке склоподібне покриття – глазур для створення непроникності стосовно навколишніх газів і пару 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, витоком електричного струму по її обсягу можна зневажити (у порівнянні з витоком струму за обсягом усього діелектрика).

Таблиця 4.1 - Значення граничної напруги U_{AB}

Кількість гофрів	Напруга короткого замикання, <i>кВ</i> <input data-bbox="732 488 1050 517" type="text"/>
Ізолятор з п'ятьма гофрами	<input data-bbox="820 595 1050 624" type="text"/>
Ізолятор без гофрів	<input data-bbox="820 701 948 730" type="text"/>

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 глазурі й ізолятора свічі повинні бути по можливості близькими. Температура плавлення глазурі 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 глазурі, 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 глазурі 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 свічок 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. Так, наприклад, сили притягання заряду $+q$, що перебуває поблизу незарядженої плоскої поверхні металу або діелектрика відповідно рівні

$$f_1 = k \frac{q^2}{(2a)^2} \quad \text{або} \quad f_2 = k \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 1} \cdot \frac{q^2}{(2a)^2}, \quad (4.1)$$

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

ε – 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. 4. 2).

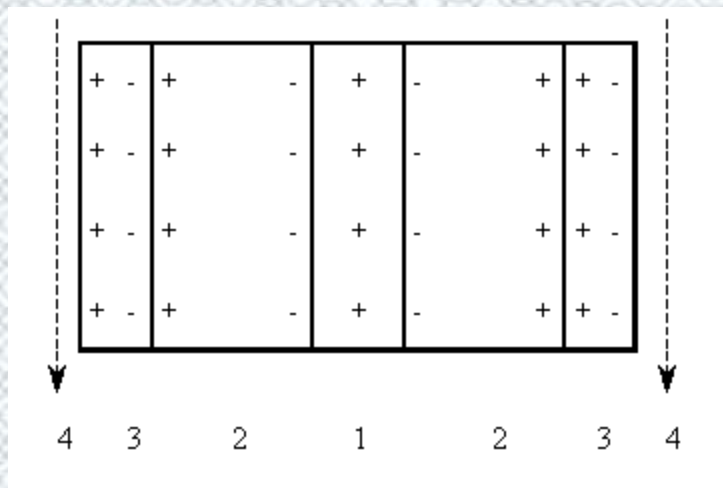


Рисунок 4.2 - Схема поляризації циліндричного ізолятора свічі запалювання при подачі високовольтної напруги:

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.4 2). Стрілка 4 на цьому рисунку показує умовний напрямок струму витоку (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.

Керамічні ізолятори для свічок запалювання виготовляють із глиноземної кераміки. В основі ізолятора часто використовують корунд, легований деякими домішками – для стабілізації електронної складової електропровідності. Інтерес до властивостей корунду (Al_2O_3) обумовлений широким застосуванням керамік на основі цього оксиду в якості високотемпературних конструкційних матеріалів. Мала величина електропровідності $\alpha - Al_2O_3$ пояснюється тим, що состав оксиду близький до стехіометричного й концентрація крапкових дефектів, у результаті цього, мала. Електропровідність $\alpha - Al_2O_3$ має гексагональне щільне впакування іонів кисню, а іони алюмінію перебувають тільки в октаедричних порожнечках (вузлах) займаючи 2/3 порожнеч по певній закономірності. Параметри кристалічних ґрат $a=b=4,7589 \cdot 10^{-10}$, $c=12,991 \cdot 10^{-10}$. Відношення $c/a=2,72$, що значно відрізняється від теоретичного значення $c/a=1,633$ для щільнішого кульового впакування іонів кисню. Така збільшена відстань між іонами, мабуть, може позначатися на величині відхилення іонів O_2^- , і Al^{3+} при дії зовнішнього електричного поля від положень рівноваги. Тобто, може мати місце значна поляризація діелектрика $\alpha - Al_2O_3$ (див. рис. 4 2). Це підтверджується теоретичними розрахунками. Дійсно, поляризуємість діелектрика полягає в загальному випадку з 4-х частин: електронної, іонної, дипольної й об'ємно-зарядної. Усі ці види поляризованности позначається на величині діелектричної проникності

$$\varepsilon = \varepsilon_e + \varepsilon_i + \varepsilon_d + \varepsilon_s. \quad (4.2)$$

Ізолятор свічі запалювання виготовлений на основі оксиду $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Диполів у ньому немає й $\varepsilon_d=0$. Час устанавлення електронного зсуву порівнянне з періодом світлових коливань (10-14 – 10-15 с) і, тому ε_e близька із квадратом показника переломленням світла [7]. Тоді, при 577 нм, величина $\varepsilon_e=1,13$; час устанавлення поляризацій іонного зсуву порівнянне з періодом власних коливань іона близько положення рівноваги (10^{-12} - 10^{-13} с). При відсутності вільних зарядів кристалів маємо $\varepsilon_i = \varepsilon - \varepsilon_e$, де $\varepsilon=12,3$ при 293°C (слабко залежить від частоти) [7]. Тоді, при температурі 293°C , величина $\varepsilon_i=12,3-1,13=11,17$. Значна величина іонної поляризації в $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ пояснюється тим, що він складається з іонів з більшим зарядом (Al^{3+} O^{2-}), а іони алюмінію перебувають у відносно просторах октаэдрических порожнечах у порівнянні з тетраэдричними порожнечами не зовсім щільного гексагонального впакування іонів кисню. Іони алюмінію розташовуються між шарами іонів кисню, тому, при поляризації діелектрика, адсорбовані на поверхні іони притягаються до ділянок знаходження позитивних зарядів і можуть мігрувати стрибками по поверхні діелектрика. Докладний механізм виникнення струму витоку є предметом обговорення наступної статті.

Нижче наведений аналіз впливу гофрів на роботу свічок запалювання. Фірми виготовлювачі свіч запалювання у своїх каталогах часто відзначають, що гофри на ізоляторах свічі збільшують відстані для проходження поверхневого струму витоку, що приводить до збільшення опору даного ділянки. Перевіримо це, майже очевидне твердження, використовуючи дані таблиці 4.1. Припускаємо, що поверхневі опори струму витоки прямо пропорційні довжині ділянок. Ретельний вимір (на збільшених зображеннях довгі поверхні lb) для свічок запалювання показали, що відношення довжин $lb/l_A=1,162$ (рис. 9.3). Тобто, застосування 5 гофров дає збільшення на 16,2 %. Виграна величина напруги (див. табл. 1) становить 52,6%, тому що $29/19=1,5263$. Є додатковий, від збільшення довжини, позитивний ефект

52,63-16,2 \approx 36,4%, що значно перевершує погрішність змін. Отже, має місце ще фізичне явище, пов'язане з гофрами, яке приводить до росту опору струму витоку на 36,4% від величини $\Delta=29-19=10$ кВ, тобто $\Delta_5=3,64$ кВ. Припускаючи, у першому наближенні, лінійну залежність Δ_5 від числа гофрів, можна оцінити (приблизно) внесок одного гофра як $3,64/5=0,728\approx 0,73$ кВ/гофр.

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 убік позитивного електрода. На ділянках великої кривизни (M) щільність поверхневих зарядів, мабуть, максимальна, а на ділянках L – мінімальна. З рис. 4.3 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.

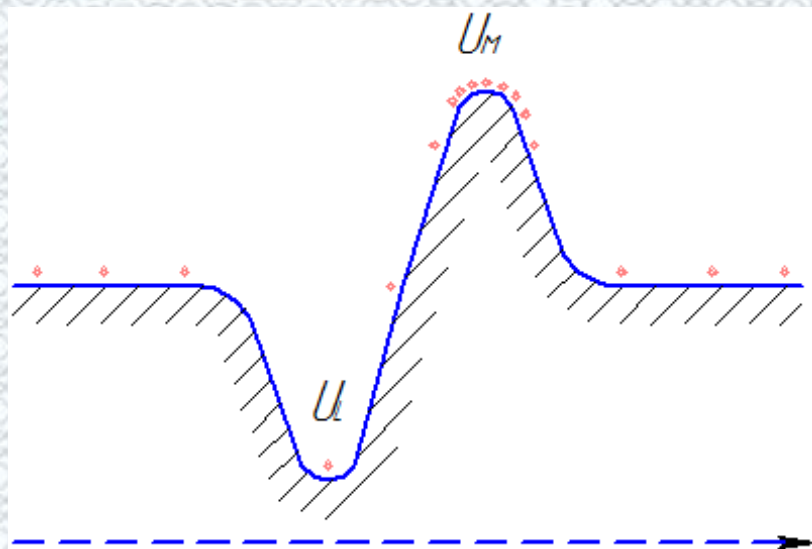


Рисунок 4.3 - Схема розподілу щільності електричних зарядів на поверхні гофра

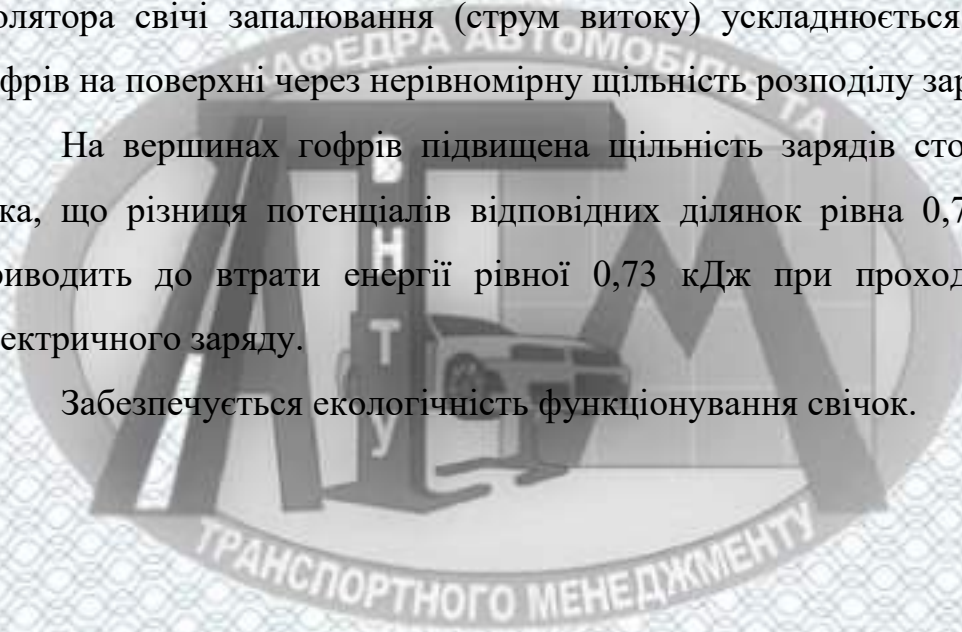
(Щільність зарядів зображена умовно крапками. Пунктиром показаний напрямок потоку іона).

Висновки за розділом

В результаті наведеної вище інформації слід зробити наступні висновки. Міграція адсорбованих з газової фази негативних іонів на поверхні ізолятора свічі запалювання (струм витоку) ускладнюється при наявності гофрів на поверхні через нерівномірну щільність розподілу зарядів.

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.

Забезпечується екологічність функціонування свічок.



5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці на електротехнічній дільниці

Фізичні небезпечні виробничі фактори: рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, деталі та елементи матеріалів; підвищена температура поверхонь обладнання та матеріалів (внаслідок різання та тертя); недостатнє освітлення робочої зони; підвищена або понижена температура робочої зони (температура підвищується за рахунок теплообміну між нагрітими частинами і нагрітими вузлами); підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці (виникає внаслідок роботи верстатів та обладнання); гострі кромки, заусенці та шорсткість на поверхнях деталей що обробляються.

Хімічні фактори: загально-токсичні; загально-подразнюючі – фактори виникають внаслідок застосування у роботі ЗОР для нормальної роботи ріжучого інструменту;

Існують психофізіологічно небезпечні та шкідливі фактори, а саме нервово-психічні та фізичні навантаження. Біологічні фактори на ділянці відсутні.

5.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Об'єм приміщення на одного працюючого:

$$V = V_{\text{прим}} \cdot \frac{K}{N}$$

де $V_{\text{прим}}$ - об'єм приміщення, м².

K - коефіцієнт об'єму, який враховує об'єм обладнання

$$V = 131,25 \cdot \frac{6}{1} = 787,5$$

Площа приміщення, що приходить на одного працюючого:

$$S = \frac{(f_{\text{прим}} - f)}{N}$$

де $f_{\text{прим}}$ - площа приміщення, м².

$f_{\text{заг}}$ - площа горизонтальної проекції, м²

$$S = \frac{(37,5 - 8,02)}{2} = 14,74 \text{ м}^2/\text{люд.}$$

Згідно санітарних норм $V_n = 15 \text{ м}^3$, $S_n = 4,5 \text{ м}^2$ на одного робітника.

5.2.1 Мікроклімат

Оптимальні та допустимі параметри метеоумов для робочої зони виробничих приміщень наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Допустимі норми температур, відносної вологості, швидості руху повітря в робочій зоні електротехнічної дільниці.

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, ε		Відносна вологість		Швидкість руху, м/с		Температура повітря зов. роб. місць	
		Діюче	Норм.	Діюче	Норм.	Діюче	Норм.	Діюче	Норм.
Теплий	Середньої важкості 2 б	24-27	Небільше 28	40-60	При 25°C < 70	0,4	0,2- 0,6	18-26	28
Холодний	Середньої важкості 2 б	18-21	15-21	40-60	75	0,2	0,4	16-20	13-24

Теплове опромінення на працюючих незначне, що не перевищує нормативного значення 100 Вт/м^2 при опроміненні не більше ніж 25% поверхні тіла. До роботи з агрегатами і вузлами приступають коли температура їх не менше за 45°C . Температура на дільниці коливається в межах 5°C . Це підтримується опаленням взимку та вентиляцією в будь-яку пору року. Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного обладнання освітлювальних пристроїв не повинні перевищувати 100 Вт/м^2 при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

5.2.2 Повітря робочої зони

Шкідливі речовини, що найбільш часто зустрічаються на дільниці, і їх гранично допустимі концентрації і порівняння з діючими значеннями наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Гранично-допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Назва речовини	ГДК мг/м ²	В повітрі роб. зони	Клас небезпеки
Алюміній та його сплави	2	0,1	3
Мідь	1/0,5	0,1	2
Бензин	100	86	4
Мастила мінеральні	5	46	3
Свинець та його неорг. сполуки	0,01/0,005	0,005	1
Спирт етиловий	100	10	4
Толуол	50	41	3
Епоксидні смоли	1	0,3	2

5.2.3 Опалення та вентиляція

В приміщенні дільниці по ремонту по обслуговуванню електрообладнання передбачаються системи опалення, вентиляції, внутрішнього водопроводу, каналізації та повітрязабезпечення.

Система опалення виконується із умов забезпечення температури повітря в приміщенні в холодний та перехідний періоди року на рівні $+16^{\circ}\text{C}$.

Опалення центральне, з місцевими нагрівними приладами, в якості теплоносія використовується гаряча вода з параметрами від 70 до 90°C .

Джерелом тепlopостачання є котельня, що знаходиться на території підприємства.

Для забезпечення нормуємих параметрів повітряного середовища встановлених виконується приточно витяжна вентиляція з механічним та природнім сполуканням. Швидкість руху повітря передбачається не менше 1 м/с. Витяжна вентиляція індивідуальна. Незалежна від інших вентиляційних систем АТП. З верхньої зони приміщення передбачається природня витяжка в об'ємі не менше одноразового повітреобміну в годину.

5.2.4. Освітлення.

Кількісні та якісні характеристики освітлення регламентовані “Природне і штучне освітлення. Норми проектування”.

Таблиця 5.3 - Нормативні значення освітлення в робочій зоні

Приміщення	Площина нормування освітленості та її висота від підлоги, м	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк при загальному (комб.) освітленні	
			Норм.	Діюче
По ремонту електрообладнання	0,8	4 а	300 (750)	200 (600)

Природне освітлення на розряд зорової роботи 4а забезпечується подвійними вікнами, штучне освітлення в приміщеннях АТП повинно задовільнити вимоги.

Коефіцієнт природнього освітлення.

$$E^4 = E_n^3 \cdot M \cdot C_k$$

де E_n^3 - нормативне значення коефіцієнтів природнього освітлення.

M - коефіцієнт світлового клімату.

C_k - коефіцієнт сонячності клімату, 50% Пн. ш. з вікнами розташованими на захід.

$$E_4 = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,013\%$$

5.2.5. Шум і вібрація

В робочій зоні електротехнічної дільниці має місце широкополосний шум, що виходить від роботи обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску рівні звуку і еквівалентні рівні звуку в дБ на робочих місцях наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Допустимі рівні шуму

Рівні звукового тиску, дБ в октавних полосах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ (А)	
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Норм.	Діюче
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	73

Пониження шуму досягається використанням звукопоглинаючих матеріалів звукова енергія поглинається ними і перетворюється в теплову. Звукопоглинаюча облицовка стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6..8 дБ.

Санітарні норми одночисельних показників вібраційного навантаження на оператора при тривалості зміни 8 годин приведені в табл. 5.5.

Звукопоглинаюче облицювання стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6-8 дБ, що відповідає зниженню його гучності в 1,5-1,8 раз. Оптимальні показники звукоізоляції досягаються при облицюванні 60% поверхні стін і стелі звукоізоляційною огорожею встановлюються всі корпуси машин і агрегатів.

Найкращі звукоізоляційні властивості мають сталь листова (середня звукоізоляція при товщині сталі 2 мм дорівнює 33 дБ), лінолеум (товщина 0,5 см – 25...30 дБ), скло (3-4 мм – 25 дБ).

Таблиця 5.5 - Норми показників вібраційного навантаження на робітника.

Вид вібрації	Категорія вібрації по сан. нормам	Напрямок дії	Нормативні, коректовані по частотам і еквівалентні коректованні значення			
			Вібропропускання		Віброшвидкість	
			$m \cdot c^{-2}$	дБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	дБ
Локальна	-	Xn, Yn, Zn	2,0	126	2,0	112
Загальна	“за”	Y0, X0, Z0	0,1	100	0,2	92

В якості акустичних засобів від шуму на ділянці застосовуються засоби звукоізоляції, засоби звукопоглинання (звукопоглинаюче облицювання), засоби віброізоляції (віброізоляційні упори, пружні прокладки, засоби демпфування).

Висновок: рівень звуку на робочих місцях ділянці знаходиться в межах допустимого. Рівень вібрації знаходиться в межах допустимого.

При роботі з механічним обладнанням на ділянці по ремонту електрообладнання виникає мінімальний рівень вібрації, передбачений для даного виду обладнання і не діючий шкідливо на організм людини.

5.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

Загальні вимоги техніки безпеки до приміщення і обладнання.

Електротехнічна ділянка розташовується поряд із зоною ТО. На ділянці забороняється застосування відкритого вогню. Джерело освітлення, проводка, та силові двигуни надійно ізолювані.

Допуск живлення магнітних пускачів та кнопок управління стендами при напрузі до 220 В при дотриманні слідуючих вимог пристрою механічного і електричного блокування магнітних пускачів, заземлені апаратури.

Забороняється експлуатація несправного обладнання та технологічного інструменту.

Забороняється паління та застосування відкритого вогню, а також саморобних нагрівальних пристроїв.

Робітники повинні забезпечуватись справними інструментами та пристроями, що відповідають умовам безпеки.

Перед початком роботи слід перевірити весь інструмент, несправний замінити.

Відходи виробництва, відпрацьовані матеріали повинні прибиратись після закінчення робочої зміни.

Відпрацьовані легкозаймисті горючі матеріали повинні бути негайно видалені.

Забороняється знаходження сторонніх осіб на робочих місцях, виконуються роботи з підвищеною небезпекою.

Для миття та знежирення деталей повинні застосовуватись негорючі суміші, пасти, розчинники та емульсії, а також ультразвукові та інші безпечні у пожежному відношенні установки.

Перед початком роботи на верстаті необхідно перевірити справність та наявність усіх огорожень та пристроїв, надійність закріплення різального інструменту, а також випробувавши верстат на холостому ході.

Після закінчення робіт і при залишенні робочого місця (навіть короткочасного) верстат необхідно вимкнути.

Нормативні метеорологічні умови на ділянці забезпечуються наступними основними організаційними та інженерно-технічними міроприємствами: механізацією; застосування засобів особистої гігієни; правил пожежної безпеки при використанні горючих речовин, при мийних та ремонтних роботах: статичний і атмосферний струм, і т. д.

5.3.1 Електробезпека

Приміщення ділянки по ремонту електрообладнання відноситься до другого класу – приміщення з особливою небезпекою. Характеризується: наявністю струмоведучої підлоги, наявністю одночасного дотику працівників до металевих конструкцій приміщення, що мають з'єднання з землею та із металевими корпусами обладнанн.

Для захисту працівників від ураження електричним струмом передбачено: занулення усіх неструмоведучих частин обладнання; встановлення захисного вимикання; ізоляція та прокладення всіх електрокабелів в металевих трубах;

Робітники повинні здавати один раз у квартал інструктаж з техніки безпеки та електробезпеки.

Під час роботи з машинами без подвійної ізоляції для захисту працюючих від ураження електричним струмом використовують захисно-відключаючі пристрої, які автоматично відключають машину у випадку витікання струму.

5.4 Пожежна безпека

За ступенем вогнестійкості приміщення відноситься до I ступені - приміщення з несучими і огорожуючими конструкціями з природних чи штучних матеріалів, бетону, залізобетону з використанням листових чи плитних перегороджуючих матеріалів.

Пожежі на виробничих підприємствах являють собою велику небезпеку для працюючих і можуть спричинити велику матеріальну шкоду. Можливими причинами виникнення пожеж можуть бути: несправність системи опалення і вентиляції, несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження), несправність запираючої арматури. У відповідності з ОНТП 24-86 дільниця відноситься до категорії Д - виробництво, в якому є негорючі речовини і матеріали в холодному стані (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5 – Визначення категорії приміщення

Категорія приміщення	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості	Площа поверхів в межах пожежного відділення, м ²
Д	6	1	не обмежується

Границі вогнестійкості наведені в таблиці 5.6.

При проектуванні приміщень передбачаємо безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі у відповідності з СНиП 2.01.02.-85: висота від підлоги донизу виступаючих конструкцій перекриття повинна бути не менше 2,2 (м); висота від підлоги донизу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного надходження людей і на шляхах евакуацій не менше 2(м), а в місцях нерегулярного приходу людей - не менше 1,8 (м).

Таблиця 5.6 – Мінімальні границі вогнестійкості і максимальні границі розповсюдження вогню, см.

Стіни				Коло ни	Поверхові площадки, косовури, балки	Ненесучі конструкції перекрыть	Елементи покриття
Несучі	Само- несучі	Зовні- шні не несучі	Внутрішні не несучі				
2,5/0	1,25/ 0	0,5/0	0,5/0	2,5/0	1/0	1/0	0,5/0

Кількість евакуаційних виходів не повинна складати менше двох з кожного поверху. Евакуаційні виходи повинні розташовуватись окремо. Кількість людей на 1(м) евакуаційного виходу (дверей) для приміщень І ступені вогнестійкості категорії Д - 260 чоловік.

В приміщенні встановлюємо заходи гасіння пожежі із розрахунку: 1 вогнегасник на 100 (м²) площі цеха - 8 вогнегасників ОХП-10.

5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для проведення контролю радіоактивного забруднення притягують групи (ланки) спеціальної і загальної розвідки, що входять в склад рятувальних формувань.

Ланки радіометричного контролю проводять роботи на пунктах спеціальної обробки (ПуСО), санітарно – обмиваючих пунктах (СОП).

Пункт спеціальної обробки ПуСО призначається для проведення повної санітарної обробки особового складу і населення, повної дезактивації, дезінфекції озброєння, техніки, дезактивації і дезінфекції обмундирування, одягу, взуття і засобів захисту.

Під дезактивацією будемо розуміти видалення (зниження концентрації) радіоактивних речовин з забруднених поверхонь (доріг, обладнання, техніки,

транспортних засобів)) і різних середовищ (повітря, води до допустимих норм).

Пункт спеціальної обробки розгортається на незараженій місцевості близько або безпосередньо в районі дії сил ЦО, що підлягають спеціальній обробці.

Станція обеззаражування транспорту (СОТ) створюється для проведення повного обеззаражування техніки і автотранспорту невоснізованих формувань ЦЗ. СОТ формується на базі автомобільних колон, гаражів, міських автогосподарств, станцій технічного обслуговування автомобілів, трамвайних і троллейбусних депо.

ПуСО включає в себе: контрольно-розподільчий пункт (КРП); майданчик спеціальної обробки автотранспорту (МСОА); майданчик технічного обслуговування і повторної обробки (МТО); майданчик санітарної обробки (МСО); вихідний пункт дозиметричного контролю обробленого транспорту (ВПДК); майданчик відстою сильно забрудненого автотранспорту (МВЗТ).

На кожному з цих перелічених майданчиків виконуються роботи по очищенню вузлів і агрегатів автомобіля.

Обробка транспорту з розбиранням займає дуже багато часу і її проведення для різних видів транспорту специфічна. Тим не менш така тривала процедура обходиться дешевше, чим випуск нової техніки. Тому при зараженні виникає необхідність у створенні ПуСО.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи були вирішені наступні задачі.

1. Виконаний аналіз особливостей роботи СТО “Буг Авто”. Наведений опис основних параметрів свічок запалювання та їх виробники, що може бути корисним для підтримки на СТО їх властивостей, що сприятиме поліпшенню показників ефективності та надійності.

2. Проведений розрахунок СТО, з урахуванням мінливості господарських та суспільних умов. Визначені чисельність штатних працівників, кількість постів тощо. Аналіз результатів показав, що отримане число постів може задовольнити персонал СТО і клієнтів-автомобілістів за ціною та привабливістю. Імовірність зайнятості всіх постів для оптимуму від 0,06 до 0,22, що в основному добре сприймають клієнти. Коефіцієнт простою постів не більше 0,5, що припустиме для СТО. Керівництву СТО можна управляти виконавцями в залежності від зміни інтенсивності ТПА.

3. Проведений аналіз розвитку свічок запалювання, досліджений вплив ізолятора на надійність роботи свічок та розглянуті характеристики приладів для перевірки означених виробів. Усі три види роботи дозволили зробити наступні висновки. Конструкції та експлуатаційні характеристики свічок запалювання, що виробляються різними фірмами відрізняються значним різноманіттям. Немає стандартів, які об'єднують світових виробників. Натепер вироби різних фірм характеризуються показниками надійності роботи, що значуще відрізняються один від одного. Розкрита фізична сутність, що пояснює вплив форми ізолятора свічки (гофрів) на механізм її роботи. Показано, що є обладнання та сукупність свічок запалювання, які дозволять в подальшому проводити дослідження.

4. В четвертому розділі показано, що міграція адсорбованих з газової фази негативних іонів на поверхні ізолятора свічки запалювання (струм витоку) ускладнюється при наявності гофрів на поверхні через нерівномірну щільність розподілу зарядів. 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. Забезпечується екологічність функціонування свічок.

5. Розглянуті питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Проведений аналіз умов праці. Виконані питання виробничої санітарії, яка включає питання, пов'язані з мікрокліматом та освітленням. Приділена особлива увага техніці безпеки.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басс Б.А. Свечи зажигания. Краткий справочник. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. - 120с.: ил., табл.
2. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник / О. А. Лудченко. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с. : іл.
3. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – К. : Знання, 2004. – 478 с.
4. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. ; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
5. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс
6. Соснин Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: Учебное пособие. М.: СОЛОН-Р, 2001, С.87-100.
7. Макаров В.А. Аспект дії гофрованої кераміки свічок на функціонування системи запалювання / В.А. Макаров, О.В. Вдовиченко, М.П. Ваколюк // Матеріали XLIX Науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту – Вінниця, ВНТУ, 2020. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2020/paper/view/9589>.
8. Richard van Basshuysen, Fred Schäfer: *Handbuch Verbrennungsmotor. Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven*. 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Friedrich Vieweg & Sohn Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2005, ISBN 3-528-23933-6
9. Horst Bauer (Hrsg.): *Kraftfahrtechnisches Taschenbuch*. Herausgegeben von der Robert Bosch GmbH. 25. überarbeitete und

erweiterte Auflage. Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden 2003, ISBN 3-528-23876-3.

10. Max Bohner, Richard Fischer, Rolf Gscheidle: *Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik*. 27. neubearbeitete Auflage. Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 2001, ISBN 3-8085-2067-1

11. Robert Bosch GmbH (Hrsg.): *Ottomotor-Management*. 3. überarbeitete und ergänzte Auflage. Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2005, ISBN 3-8348-0037-6

12. Peter Gerigk, Detlev Bruhn, Dietmar Danner: *Kraftfahrzeugtechnik*. 3. Auflage, 4. Druck. Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig 2000, ISBN 3-14-221500-X

13. Jan Trommelmans: *Das Auto und seine Technik*. Motorbuch-Verlag, Stuttgart 1992, ISBN 3-613-01288-X

14. Ottomotor-Management/Bosch. [Hrsg.: Robert Bosch GmbH. Chef – Red.: Horst Bauer. Autoren: H. Schwarz...]. – Aufl.- Braunschweig: Wiesbaden: Vieweg, 1998. – 370s.



ДОДАТКИ