

Kielce, dn. 01.06.2022 r.

BADANIE TRWAŁOŚCI LASEROWO SPAWANYCH NAKŁADEK NA ELEKTRODY ŚWIEC ZAPŁONOWYCH SILNIKÓW ZASILANYCH PALIWAMI GAZOWYMI

Streszczenie

Świeca zapłonowa to jeden z głównych elementów układu zapłonowego silnika spalinowego o zapłonie iskrowym. Powszechne zastosowanie silników spalinowych w wielu gałęziach przemysłu implikuje duże zapotrzebowanie na ciągłe udoskonalanie elementów składowych tych obiektów technicznych. Niepozorna ze względu na wydawałoby się prostą pracę jaką wykonuje, świeca zapłonowa w rzeczywistości musi sprostać wielu nie lada wyzwaniom stawianym jej przez coraz to nowsze konstrukcje silnika spalinowego, w którym pracuje. Głównym wyzwaniem stawianym dla przemysłu energetycznego i motoryzacyjnego jest stosowanie nowych i bardziej efektywnych źródeł wytwarzania energii z jednoczesnym zachowaniem zmniejszania emisji związków szkodliwych i toksycznych. W ciągu ostatnich kilku lat zaobserwowano zmiany w konstrukcji silników spalinowych, będące odpowiedzią na wymagania prawne w Unii Europejskiej. Nie bez znaczenia jest rola konstruktorów silników, których nadrzędne zadanie stanowi optymalizacja przebiegu procesu spalania, aby maksymalnie wykorzystać energię zawartą w paliwie, ograniczając przy tym ilość gazów spalinowych wydzielanych przez silnik. W wyniku szybkiego rozwoju techniki nastąpił także wzrost wymagań, jakie stawiane są materiałom inżynierskim w zakresie właściwości mechanicznych, oddziaływania korozyjno-erozyjnego, jak również odporności na czynniki chemiczne oraz wysoką temperaturę.

Energia elektryczna wykorzystywana w przemyśle pochodzi w znacznej części ze spalania różnych rodzajów paliw w kotłach energetycznych, a także w komorach spalania silników generatorów prądotwórczych. W zastosowaniach energetycznych oraz do napędu dużych obiektów technicznych wykorzystuje się głównie silniki o zapłonie samoczynnym oraz silniki zasilane paliwem gazowym. Paliwo gazowe jest powszechnie stosowane do napędzania silników spalinowych i podobnie jak tradycyjna benzyna jest mieszane z powietrzem w kolektorze dolotowym, a następnie wtryskiwane do cylindra, gdzie następuje jego zapłon za pomocą świecy zapłonowej. Spalanie mieszanki gazowej jest tańsze w porównaniu z mieszanką benzynową, lecz powoduje szybsze zużywanie się elementów silnika spalinowego. Mechanizm ten ma znaczny wpływ na zanieczyszczenie środowiska naturalnego poprzez zwiększone zużycie materiałów niezbędnych do wyprodukowania elementów silnika oraz świecy zapłonowej.

Niniejsza rozprawa ma na celu zweryfikowanie opracowanej technologii produkcji pozwalającej na wytworzenie bardziej trwałej świecy zapłonowej przeznaczonej do pracy w silnikach zasilanych paliwami gazowymi. Założono, że możliwe jest zastosowanie laserowego spawania do przytwierdzenia nakładek z materiałów trudno topliwych na końcówki elektrod świec zapłonowych, zapewniające co najmniej dwukrotne zwiększenie jej trwałości eksploatacyjnej podczas pracy w silnikach zasilanych paliwami gazowymi, a w szczególności biogazem, w porównaniu do takich samych świec bez nakładek.

Wykonane świece zgodne z opracowaną technologią zostały zbadane w rzeczywistych warunkach eksploatacji oraz na specjalnie w tym celu zbudowanym stanowisku laboratoryjnym pozwalającym na przyspieszone badania, symulujące pracę w warunkach zbliżonych do rzeczywistych z możliwością zasymulowania warunków bardziej agresywnego środowiska pracy niż to, jakie jest w rzeczywistości. Wyniki przeprowadzonych badań zostały przedstawione w kolejnych rozdziałach niniejszej rozprawy.

Celem naukowym rozprawy jest rozszerzenie wiedzy z zakresu mikrospawania laserowego materiałów o zróżnicowanych geometriach i temperaturach topnienia oraz wiedzy dotyczącej zagadnień trwałości świec zapłonowych pracujących w silnikach zasilanych biogazem.

Celem praktycznym niniejszej rozprawy jest opracowanie skutecznego spawania nakładek na elektrody świec zapłonowych.

Wyznaczone zadania badawcze, które posłużyły do zrealizowania celów niniejszej rozprawy i potwierdzenia przyjętej tezy pracy były realizowane chronologicznie. Poszczególne zadania zostały w sposób szczegółowy przedstawione w kolejnych rozdziałach pracy. Zawierają one cele poszczególnych etapów, opis przyjętej metodologii badawczej oraz zastosowane układy pomiarowe, a także otrzymane wyniki i wynikające z nich wnioski.

Zakres pracy obejmuje:

- badania symulacyjne i eksperymentalne procesu spawania nakładek na świece zapłonowe,
- badania laboratoryjne zmian szczeliny międzyelektrodowej świecy w zależności od zasiarczenia paliwa ,
- badania trwałości świec zapłonowych w warunkach rzeczywistych.

W pierwszej kolejności przedstawiono przegląd problematyki badawczych, co zostało zawarte w rozdziale 2. Opisano w nim również zasadę działania świecy zapłonowej oraz określono czynniki wpływające na jej trwałość wraz z wymienieniem metod, dzięki którym możliwe jest zwiększenie trwałości świec zapłonowych. Rozdział 2 zawiera również informacje dotyczące możliwości wykorzystania lasera jako narzędzia do spawania nakładek z materiałów trudnotopliwych, które zwiększają trwałość świec zapłonowych. Rozdział 2 zakończono podsumowaniem dotyczącym zdiagnozowanych problemów badawczych. Zasadność podjęcia danej tematyki, tezę oraz zakres pracy przedstawiono w rozdziale 3. Następnie w rozdziale 4 zostały opisane założenia technologii laserowego spawania nakładek na elektrody świec zapłonowych wraz z badaniami symulacyjnymi pozwalającymi na weryfikację możliwości zastosowania proponowanej metody i wstępny dobór parametrów spawania laserowego. Rozdział 4 zawiera również charakterystykę procesu laserowego spawania nakładek. Ostatni etap pracy opisany w rozdziale 5 i 6 polegał na badaniach laboratoryjnych oraz eksploatacyjnych pozwalających na szersze poznanie procesów destrukcyjnych zachodzących podczas pracy świecy zapłonowej oraz ocenę jej trwałości w aspekcie zastosowanej technologii spawania laserowego. W tym celu wykorzystano dwa stanowiska badawcze – specjalnie w tym celu zbudowane stanowisko laboratoryjne oraz pracującą w warunkach rzeczywistych siłownię prądowórczą z silnikiem zasilanym biogazem. W rozdziale 7 zawarto wnioski z przeprowadzonych badań oraz określono dalsze kierunki badawcze. Ostatni rozdział zawiera spis literatury wykorzystanej w niniejszej rozprawie, a także spis rysunków i tabel.