

Silniki spalinowe o zapłonie iskrowym oraz o zapłonie samoczynnym stanowią główne źródło napędu pojazdów i maszyn roboczych. Naukowcy i inżynierowie ciągle doskonalą silniki aby sprostać rosnącym wymaganiom odnośnie emisji gazów, sprawności oraz emisji spalin. Niestety obecne oczekiwania dotyczące emisji spalin są poza zakresem osiągalnym dla samych silników. Wymusza to stosowanie wielu dodatkowych układów oczyszczania spalin. Szczególnie kłopotliwa jest eliminacja ze spalin cząstek stałych oraz tlenków azotu. Niskotemperaturowe spalanie w silnikach HCCI (ang.: Homogeneous Charge Compression Ignition) jest nową koncepcją, pozbawioną wad jakie posiadają silniki o zapłonie iskrowym oraz silniki Diesla. Ponieważ w komorze spalania nie występuje front płomienia typowy dla klasycznych silników, temperatura spalania jest znacząco niższa. Dzięki temu ten system spalania charakteryzuje się bardzo małą emisją tlenków azotu (nawet 99% mniejszą niż w silnikach o zapłonie iskrowym). Ze względu na jednorodną mieszankę, zwykle z nadmiarem powietrza spalanie jest tak samo bezdymne. Szybko spalania kontrolowana jest przez kinetykę reakcji chemicznych i w związku z tym dostarczanie ciepła do obiegu jest izochoryczne. Dodatkowo, zmniejszone straty pompowania, gdy obciążenie silnika regulowane jest przez ilość paliwa, a nie ilość mieszanki. W związku z tym nie występuje dławienie przepływu przez przepustnicę. Dzięki powyższym cechom silnik z systemem spalania HCCI ma dużą sprawność cieplną, szczególnie w zakresie małych obciążenie.

Pomimo niebываłych zalet tego systemu spalania, ciągle znajduje się on w fazie badań. Dzieje się tak, ponieważ nie zidentyfikowano jeszcze fundamentalnych zależności związanych z procesami tworzenia mieszanek palnych i samego spalania. Procesy robocze znanych od 150 lat silników o zapłonie samoczynnym oraz o zapłonie iskrowym są dobrze rozpoznane i wytyczone są kierunki rozwoju tych silników. Natomiast w silnikach HCCI procesy wymiany ładunku oraz spalania przebiegają w odmienny sposób. W związku z tym istnieje potrzeba prowadzenia badań, aby zrozumieć fundamentalne zależności pomiędzy poszczególnymi parametrami procesów wewnątrztrzyliniowych. Wyniki uzyskane dzięki realizacji projektu dostarczą nową wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących w komorze spalania silnika HCCI.

Celem ogólnym projektu jest rozpoznanie czynników wpływających na przebieg niskotemperaturowego spalania w tłokowym silniku w warunkach związanych z obciążeniem. Na podstawie badań wstępnych zaobserwowano, że w warunkach związanych z obciążeniem następuje pogorszenie właściwości emisyjnych silnika, co stanowi jedną z głównych barier uniemożliwiających motoryzacyjne zastosowania silników HCCI. Jest to związane ze wzrostem temperatury spalania oraz nadmiernie szybkości wywoływania się ciepła przy dużych ilościach energii doprowadzonej do cylindra wraz z paliwem. Należy podkreślić, że problemy związane ze sterowaniem procesem roboczym doładowanego silnika HCCI oraz ograniczenia uzyskiwania dużych obciążenie są inne niż w znanych dotychczas silnikach. Zagadnienia objęte tematyką projektu nie są jeszcze dostatecznie rozpoznane. Dostępne są publikacje na ten temat, lecz ciągle wiedza jest szczątkowa i nie pozwala na dokonanie uogólnionego opisu zjawisk mających miejsce w komorze spalania.

W ramach realizacji projektu planowane są szeroko zakrojone badania empiryczne i modelowe. Eksperymenty laboratoryjne będą prowadzone na unikatowym silniku badawczym znajdującym się na nowoczesnym, w pełni wyposażonym stanowisku dynamometrycznym. Wykonawcy posiadają dostęp do aparatury do precyzyjnego sterowania silnika, układów pomiarowych ciśnienia w cylindrze oraz emisji optycznej spalania, systemy rejestracji danych itd. Wysoki poziom prowadzonych badań umożliwi zgromadzenie danych o dużej wartości naukowej. Równocześnie nie prowadzone badania modelowe dostarczą danych dotyczących uwarstwienia termicznego ładunku i innych niemierzalnych zjawisk.

Szczegółowe rozpoznanie zjawisk występujących w komorze spalania pozwoli na zrozumienie związków pomiędzy termodynamicznymi i chemicznymi właściwościami mieszaniny palnej i przebiegiem spalania. Realizacja proponowanego projektu pozwoli na dokonanie ilościowego opisu zależności pomiędzy parametrami związanymi z procesem wymiany ładunku oraz tworzeniem mieszanki paliwowo-powietrznej a przebiegiem samozapłonu i procesu wywoływania się ciepła. Realizacja projektu może przybliżyć środowisko naukowe do opracowania metod skutecznej kontroli nad przebiegiem procesów roboczych w silnikach HCCI. Brak tej możliwości stanowi obecnie barier uniemożliwiający praktyczne zastosowanie tego systemu spalania. Aplikacja silników HCCI stanowiłaby przełom w dziedzinie systemów napędowych. Warto jest więc, aby również w polskim ośrodku naukowym prowadzono badania w tym zakresie. Należy podkreślić, że poziom oraz zaawansowanie badań realizowanych na Politechnice Lubelskiej stanowi wiatrak czołówek w tej dziedzinie.