

Aleksander HORNIK, Piotr GUSTOF

KONCEPCJA WERYFIKACJI DOŚWIADCZALNEJ ZAMODELOWANYCH OBCIĄŻEŃ CIEPLNYCH WYBRANYCH ELEMENTÓW KOMORY SPALANIA DOŁADOWANEGO SILNIKA Z ZAPŁONEM SAMOCZYNNYM

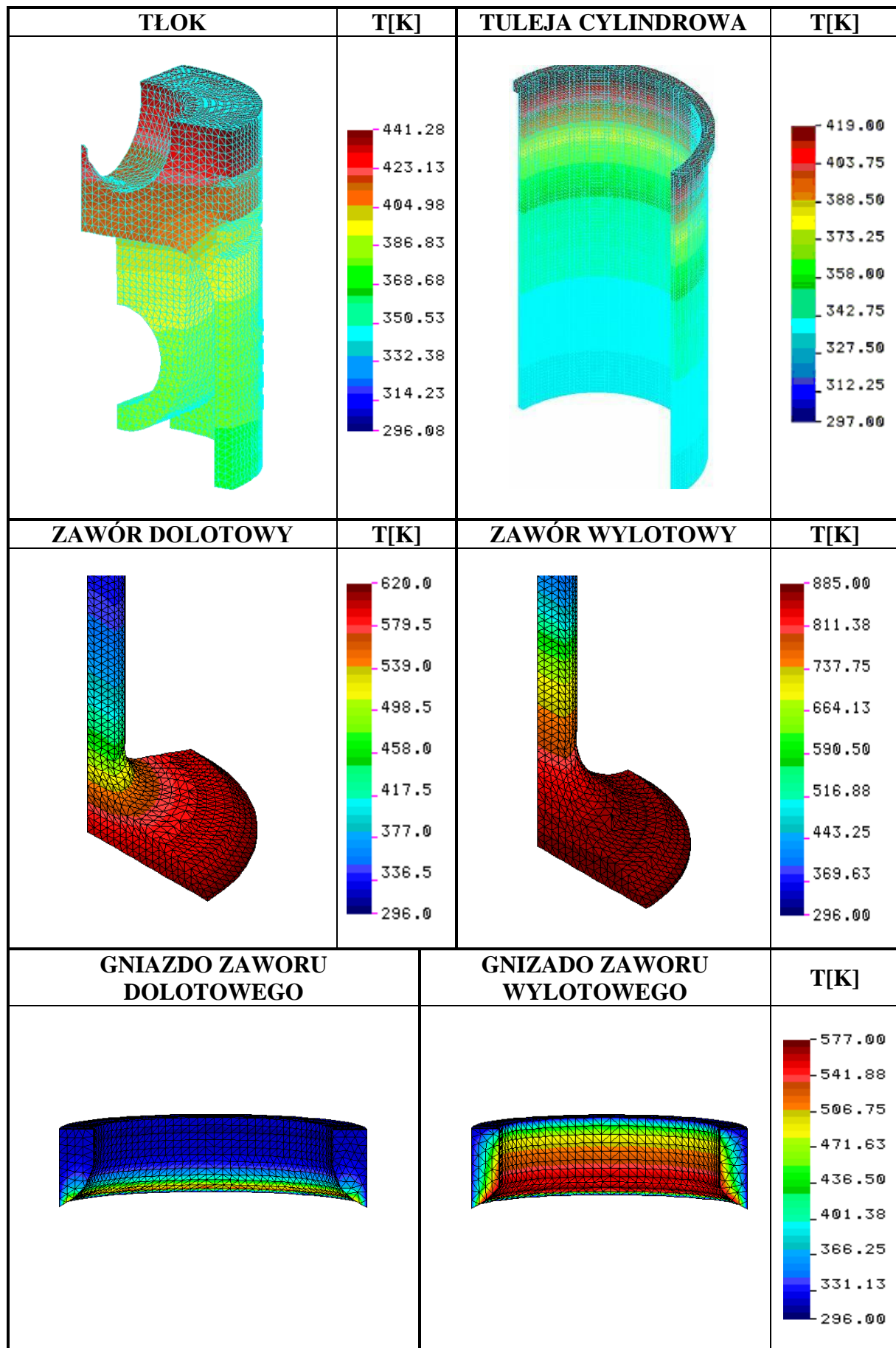
Streszczenie. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki matematycznego modelowania obciążeń cieplnych tłoka, tulei cylindrowej, zaworów i gniazd zaworowych, które uzyskano za pomocą dwustrefowego modelu procesu spalania [1], warunków brzegowych III rodzaju oraz metody elementów skończonych (MES). Ponadto w artykule opisano poszczególne etapy przygotowań obiektu badań do weryfikacji doświadczalnej otrzymanych wyników numerycznych wraz z koncepcją stanowiska pomiarowego.

CONCEPTION OF THE EXPERIMENTAL VERIFICATION THE MODELING OF THE HEAT LOADS OF THE CHOSEN ELEMENTS OF A COMBUSTION CHAMBER OF THE TURBOCHARGED DIESEL ENGINE

Summary. In this paper was presented result of the mathematical modeling of the heat loads in the piston, cylinder sleeve, valves and valves-seats. In calculations used the two-zone combustion model [1] and finite elements method (FEM). Modeling was conducted by use of III kind of the boundary conditions. Moreover in the article were described individual preparation stages of the research object for the experimental verification of received the numerical results along with the concept of the measurements station.

1. MODELOWANIE OBCIĄŻEŃ CIEPLNYCH WYBRANYCH ELEMENTÓW KOMORY SPALANIA

Do zamodelowania obciążeń cieplnych zaworów dolotowego i wylotowego, gniazd zaworowych, tłoka oraz tulei cylindrowej zastosowano warunki brzegowe III rodzaju. Warunki te są charakteryzowane przez temperaturę czynnika roboczego, oraz współczynnik wnikania ciepła w komorze spalania. Temperaturę czynnika roboczego wyznaczono na podstawie zarejestrowanego przebiegu zmian ciśnienia indykatorowego przy zastosowaniu dwustrefowego modelu procesu spalania, natomiast współczynnik wnikania ciepła określono opierając się na modelu Woschniego uwzględniając także radiację płomienia wynikającą z pojawienia się w nim cząsteczek sadzy [1-7]. Analizę rozkładu pól temperatury przeprowadzono od zimnego rozruchu silnika do czasu, gdy zmieniał się on w niewielkim zakresie. Przykładowe wyniki obliczeń rozkładu i wartości temperatury na wybranych elementach komory spalania doładowanego silnika z zapłonem samoczynnym przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Przykładowe wyniki rozkładu i wartości temperatury w elementach komory spalania

Fig. 1. Example of results of the temperature distribution in the elements of a combustion chamber

2. OBIEKT BADAŃ

Obiektem badań, dla którego wykonano obliczenia numeryczne wybranych elementów komory spalania, był 5-cylindrowy, wysokoprężny silnik spalinowy wyposażony w turbosprężarkę oraz chłodnicę powietrza doładowującego o elektronicznie sterowanym bezpośrednim wtrysku paliwa do komory spalania (podstawowe dane techniczne przedstawiono w tabelicy 1).

Tablica 1

Parametry techniczne silnika badawczego

Pojemność skokowa silnika	2390 cm ³
Moc nominalna przy prędkości obrotowej	85 kW przy 4000 min ⁻¹
Maksymalny moment obrotowy przy prędkości obrotowej	265 Nm przy 1900 min ⁻¹
Liczba i układ cylindrów	R5
Stopień sprężania	20.2:1

Do weryfikacji doświadczalnej zostanie użyty ten sam typ silnika, jaki posłużył do pozyskania danych laboratoryjnych niezbędnych do przeprowadzenia obliczeń numerycznych (rys. 2).



Rys. 2. Silnik badawczy
Fig. 2. Test engine

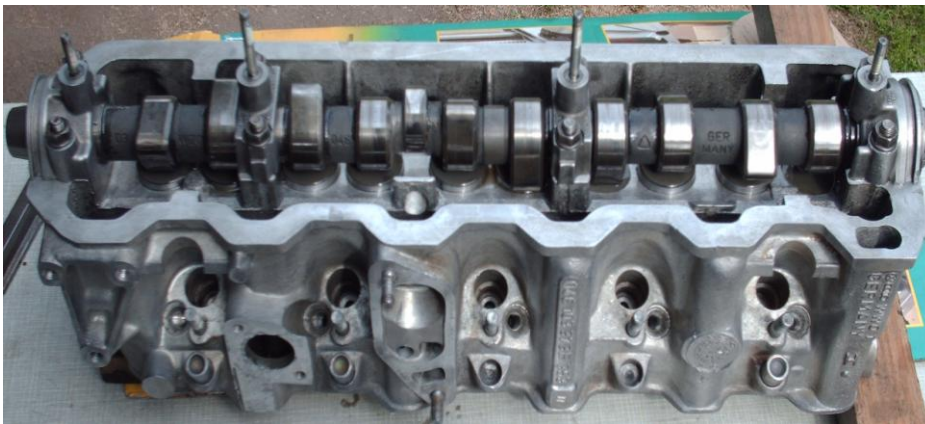
Wykonanie badań eksperymentalnych na stanowisku pomiarowym wymaga odtworzenia potencjału eksploatacyjnego pozyskanego silnika. W tym celu przeprowadzono naprawę główną, której zakres prac obejmował, regenerację m.in:

- bloku cylindrów,
- układu tłokowo-korbowego,
- głowicy wraz z grupą zaworową ,
- wtryskowego układu zasilania,
- osprzętu silnika.

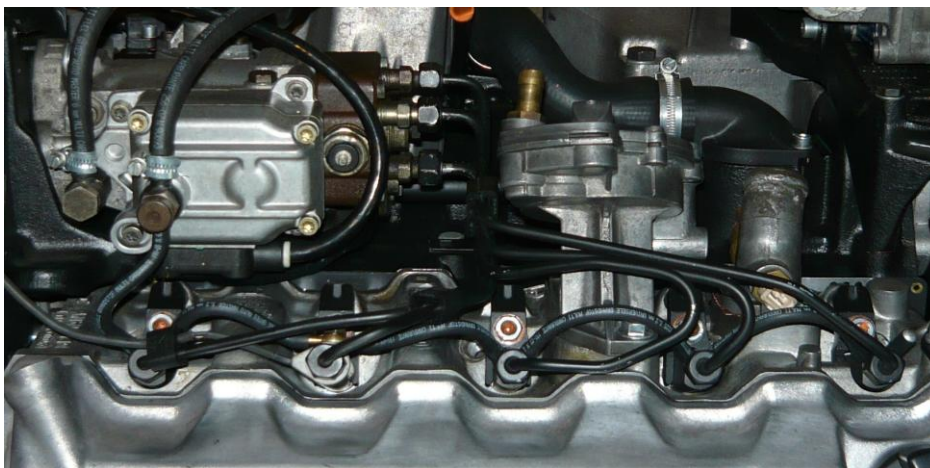
Poszczególne podzespoły silnika, po wykonanych czynnościach naprawczych, przedstawiono na rysunkach 3÷5. Dalsza część prac przygotowawczych polegać będzie na zainstalowaniu w wybranych punktach pomiarowych czujników temperatury.



Rys. 3. Blok silnika po naprawie
Fig.3. Block of the engine after repair



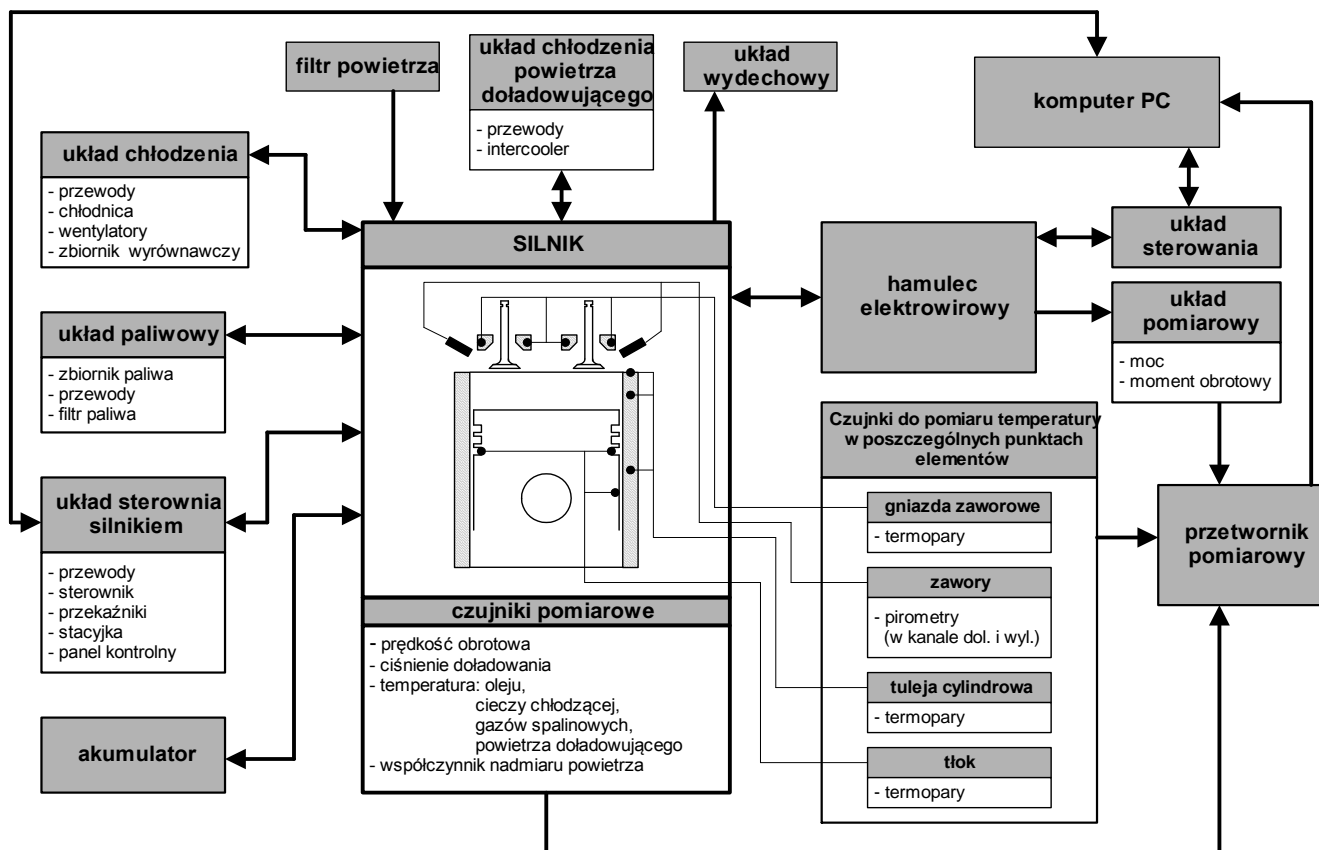
Rys.4. Głowica silnika po naprawie
Fig. 4. Head of the engine after repair



Rys.5. Układ wtryskowy silnika
Fig. 5. Injection system of the engine

3. STANOWISKO POMIAROWE

Przygotowany silnik badawczy zostanie zainstalowany na stanowisku pomiarowym, którego schemat blokowy przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Schemat blokowy stanowiska pomiarowego

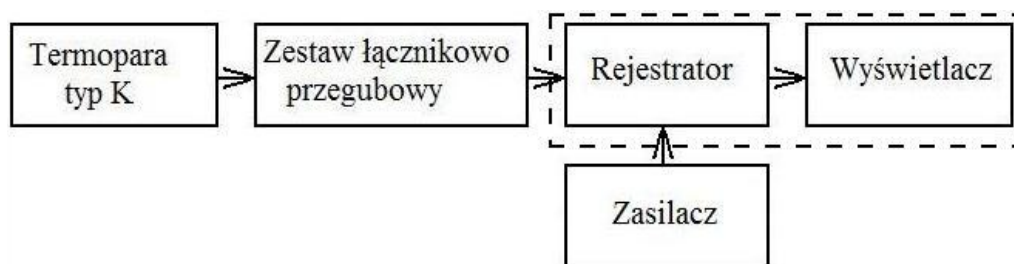
Fig. 6. Block diagram of measurements station

Przygotowanie stanowiska badawczego wiąże się z dużymi nakładami finansowymi ze względu na wysokie koszty zakupu urządzeń kontrolno-pomiarowych. Ponadto należy zdawać sobie sprawę z trudnych warunków, w jakich przyjdzie pracować układom pomiarowym stanowiska (wpływ temperatury, agresywne działanie gazów, oleju, drgania silnika). Z tego powodu przy realizacji projektu stanowiska i układów kontrolno-pomiarowych wzięto pod uwagę:

- trwałość układu pomiarowego,
- odporność jego poszczególnych elementów na wysokie temperatury,
- odporność na działanie oleju silnikowego,
- odporność na drgania emitowane przez silnik,
- zapewnienie ciągłości pomiaru,
- dokładność pomiaru do 1 K,
- możliwie najmniejsze rozmiary zastosowanych czujników pomiarowych.

Oprócz tego układ pomiarowy nie powinien także zaburzać procesu spalania i przepływu ciepła w poszczególnych elementach silnika, gdyż wpływa to na dokładność uzyskiwanych wyników badań.

Przykład realizacji układu pomiarowego temperatury w elementach silnika przedstawiano na rys. 7.



Rys. 7. Schemat blokowy układu pomiarowego temperatury w elemencie silnika

Fig. 7. Block diagram of the temperature measurement system in the engine

4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzenie weryfikacji doświadczalnych wartości i rozkładu temperatury w wybranych elementach komory spalania doładowanego silnika wysokoprężnego, uzyskanych za pomocą zaproponowanej, autorskiej metody obliczeń numerycznych, wymaga wieloetapowych prac przygotowawczych. Ich zakres obejmuje przygotowanie obiektu badawczego, tj. przywrócenie parametrów fabrycznych jednostce napędowej, zainstalowanie w określonych miejscach czujników temperatury, a także zaprojektowanie i wykonanie stanowiska pomiarowego.

Zadanie to wiąże się z dużymi nakładami finansowymi wynikającymi zarówno z kosztów związanych z przygotowaniem samego obiektu do badań, co już zostało poczynione, jak i z zakupem niezbędnych przyrządów kontrolno-pomiarowych. Stąd ważną kwestią wydaje się również dogłębna analiza założeń projektowych, jakim muszą podlegać urządzenia w celu uzyskania zadawalających wyników z prowadzonych w przyszłości badań.

Bibliografia

1. Gustof P.: Wyznaczanie przebiegu temperatur ładunku dla pełnego cyklu roboczego w cylindrze doładowanego silnika o zapłonie samoczynnym. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport z. 43, Gliwice 2001.
2. Kwaśniewski S., Sroka Z., Zabłocki W.: Modelowanie obciążeń cieplnych w elementach silników spalinowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999.
3. Wiśniewski S.: Wymiana ciepła. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1987.
4. Jaskólski J.: Zagadnienia optymalizacji obciążeń cieplnych tłoków silników spalinowych. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2001.
5. Sygniewicz I., Leyko J., Wajand J.A. i in.: Zwiększenie sprawności mechanicznej silników spalinowych przez optymalizację współpracy zespołu tłok-cylinder-pierścienie tłokowe. Model uszczelnienia tłoka. Opracowanie 1-136-86. Politechnika Łódzka, Łódź 1986.
6. Wiśniewski S.: Obciążenia cieplne silników tłokowych. WKiŁ, Warszawa 1972.
7. Parczewski K.: Metoda doświadczalno-analityczna wyznaczania współczynników przejmowania ciepła przez ścianki kanałów chłodzących silników spalinowych. Motoryzacyjny Kwartalnik Naukowo-Techniczny, Auto-TM 1/92, Warszawa 1992.