

METODY KOMPUTEROWE W SPALANIU CIŚNIENIE I TEMPERATURA SAMOZAPŁONU



JAKUB KALINOWSKI

321014

MECHANIKA I PROJEKTOWANIE MASZYN

SPRAWDZAJĄCY:

dr inż. Mateusz Żbikowski

WARSZAWA, 2024

SPIS TREŚCI

1.	Wprowadzenie	3
2.	Model	3
3.	Model w języku Python	3
4.	Badane mieszanki	3
5.	Porównanie i omówienie wyników	4
6.	Wnioski	7
7.	Źródła i bibliografia	7

1. Wprowadzenie

Celem poniżej opisanego badania jest porównanie parametrów samozapłonu takich jak ciśnienie i temperatura dla różnych mieszanek. Do wykonania ćwiczenia użyto języka Python z biblioteką Cantera, służącą do badania reakcji chemicznych na szeroką skalę.

2. Model

Model, użyty w ćwiczeniu, to tłok sprężający mieszanę w cylindrze który jest schematycznym uproszczeniem silnika tłokowego działającego dla poniższych parametrów:

Prędkość obrotowa silnika – $n = 12 \frac{1}{s}$

Objętość skuteczna silnika – $V = 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

Stopień sprężania – 18

Średnica tłoka – 0.1 m

3. Model w języku Python

W języku Python, model badanego cylindra z tłokiem został poprzez funkcję `ct.Wall` zamieniony na poruszającą się ścianę o polu powierzchni równemu polu tłoka. Zdefiniowano gaz poprzez funkcję `ct.Solution` umieszczoną w Canterze i podano warunki dla wlotu, wylotu, paliwa i otoczenia, które przedstawiono w tabeli poniżej.

	Wlot	Wylot	Otoczenie	Paliwo
Temperatura	300 K	300 K	300 K	300 K
Ciśnienie	$1.3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	10^5 Pa	$1.2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$17 \cdot 10^6 \text{ Pa}$

Tabela 1 – warunki brzegowe, otoczenia i paliwa

Skład otoczenia to O_2 i N_2 w stosunki 1:3.76.

Skład paliwa, według badanej mieszanki z punktu 4.

4. Badane mieszanki

Badaniu poddano trzy mieszanki paliwa, które poddano spalaniu w stosunkach 1:1:

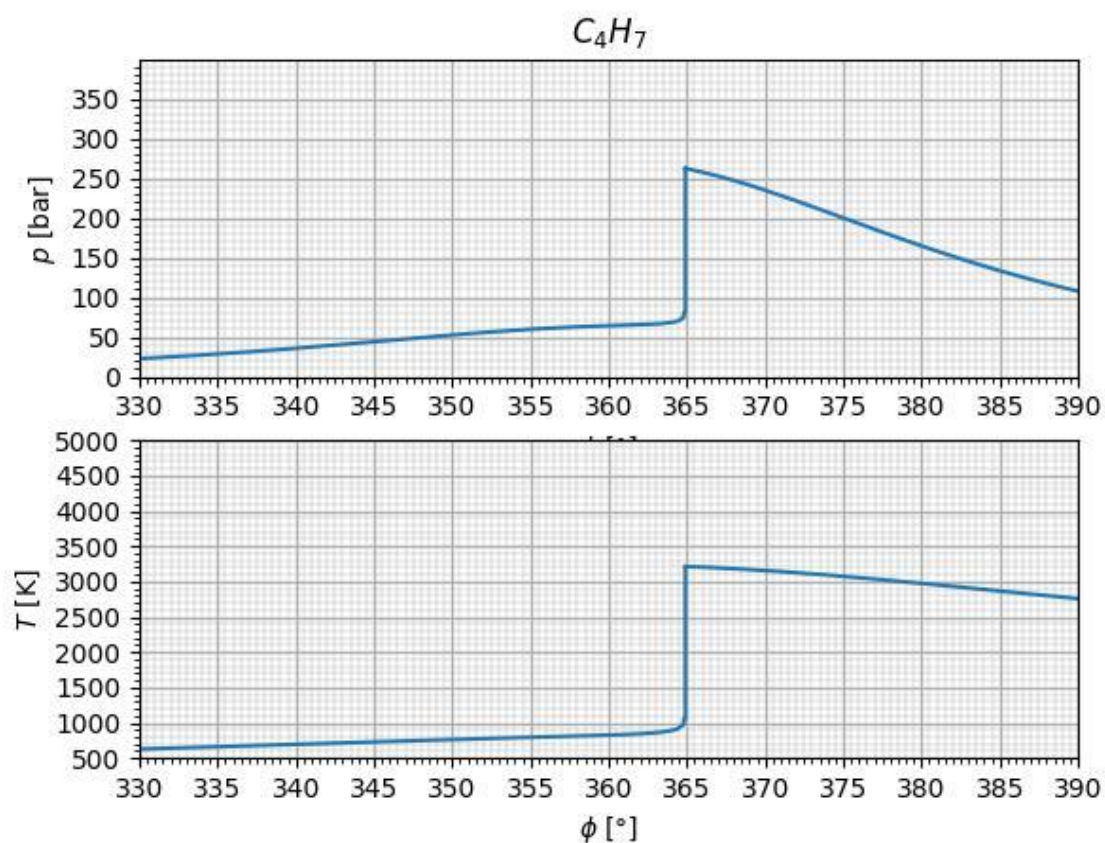
Mieszanka 1 (Butanol) – $\text{C}_4\text{H}_7 + \text{O}_2 + 3,76\text{N}_2$

Mieszanka 2 (Cykloheksan) – $\text{C}_6\text{H}_{12} + \text{O}_2 + 3,76\text{N}_2$

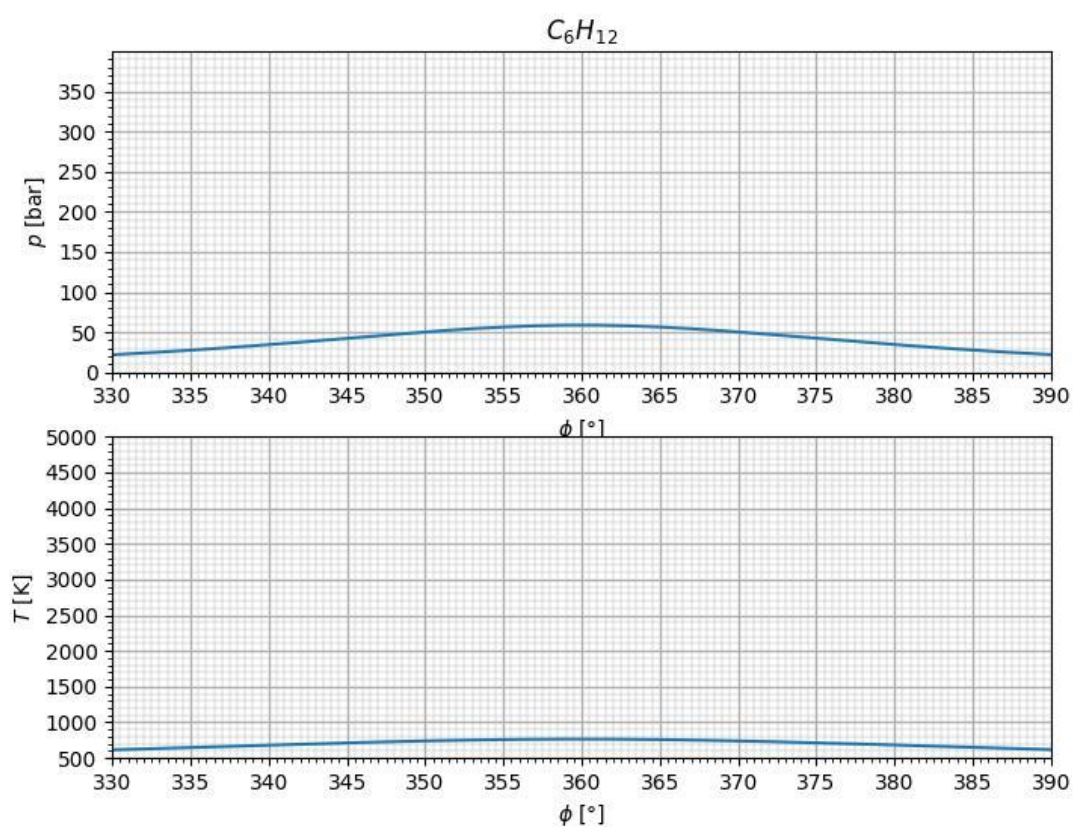
Mieszanka 3 (Dodekan) – $\text{C}_{12}\text{H}_{26} + \text{O}_2 + 3,76\text{N}_2$

5. Porównanie i omówienie wyników

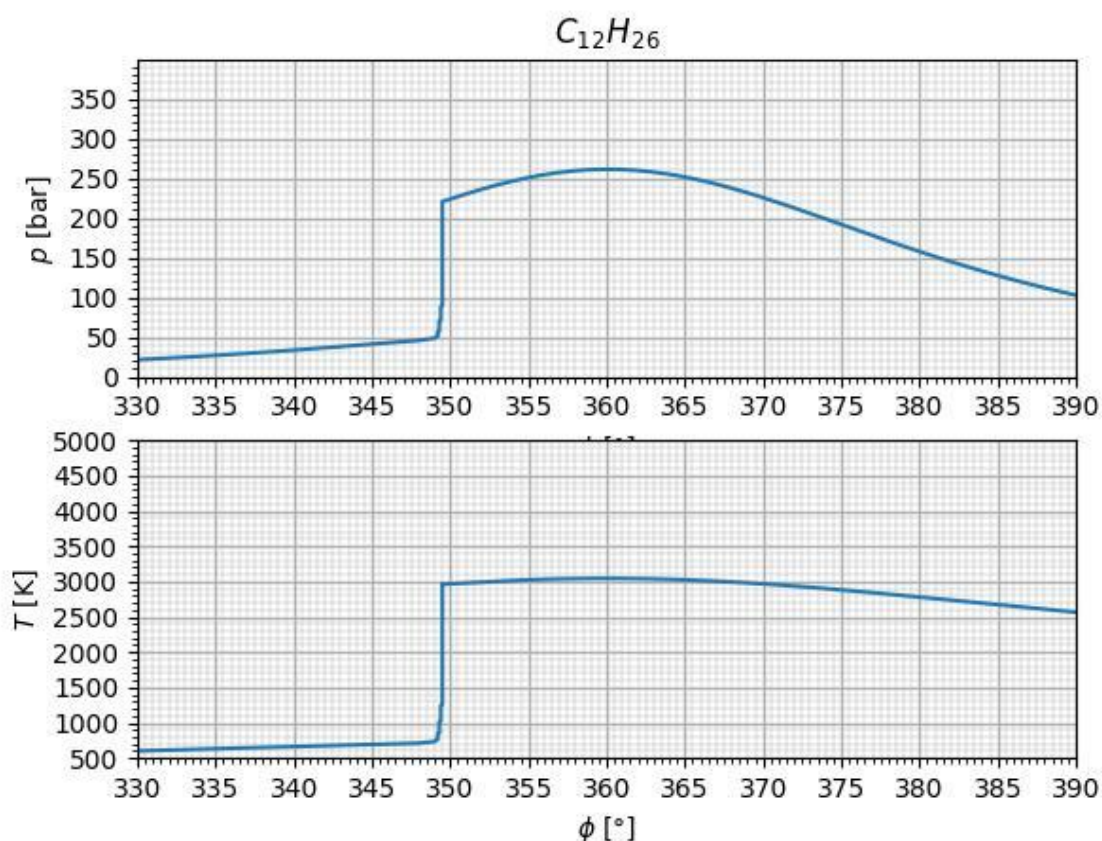
Porównano, 3 wymienione w poprzednim punkcie mieszanki i otrzymano wyniki przedstawione na zdjęciach poniżej.



Zdjęcie 1 – Temperatura i ciśnienie w mieszance 1 w zależności od kąta obrotu tłoka.



Zdjęcie 2 – Temperatura i ciśnienie w mieszance 2 w zależności od kąta obrotu tłoka.



Zdjęcie 3 – Temperatura i ciśnienie w mieszance 3 w zależności od kąta obrotu tłoka.

Jak widać, mieszanka C_6H_{12} , okazała się być niepalna. Charakter wykresów pozostałych dwóch mieszanek pokazuje, że zachodzi w nich do samozapłonu.

W tabeli poniżej zestawiono wartości ciśnień i temperatur samozapłonu obliczonych przez program i ich porównanie z wartościami z literatury.

Nr. Mieszanki	T wyliczona przez program [K]	T z literatury [K]	p wyliczone przez program [Pa]	p z literatury [Pa]
1	956	618	71	57
3	793	473	52	45

Tabela 2 – porównanie T i p samozapłonu dla mieszanek palnych

6. Wnioski

Jak widać z wykresów i tabeli, temperatury samozapłonu w symulowanych warunkach się różnią od wartości z literatury. Jest to spowodowane przybliżeniami w modelu zadanymi w programie Python poprzez bibliotekę Cantera. Kąt obrotu tłoka, przy którym następuje samozapłon dla mieszanek 1 i 3, jest zbliżony, jednak dla tej pierwszej następuje po Górnym Martwym Położeniu, a w tej drugiej, przed nim. Mieszanka 2 jest mieszką niepalną, co udowadnia nam kształt i charakter wykresu na rysunku 2.

7. Źródła i bibliografia

1 / Przykład kodu: https://cantera.org/examples/python/reactors/ic_engine.py.html

2 / Temperatury i ciśnienia samozapłonu: https://www.draeger.com/pl_pl/Substances/710