



Analiza termiczna termosu z uwzględnieniem rodzaju zastosowanej izolacji

M. Włodarski^a, M. Krzemiński^a, M. Smarzoch^a, A. Śliwa^b

^a Studenci Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny
email: włodarski.michal@o2.pl, mariusz.krzem@gmail.com

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
email: agata.sliwa@polsl.pl

Streszczenie: Celami przeprowadzonej analizy było określenie wpływu rodzaju gazów wypełniających ścianki na przewodność cieplną całego termosu oraz porównanie przewodności termosu z jedną i dwiema ściankami.

Abstract: The main aim and objectives of this study were: check what is the influence of different gases between the walls on the thermal conductivity of whole thermos and compare thermal conductivity of thermos flask with double walls with thermos flask with single wall.

Słowa kluczowe: termos, izolacja termiczna, symulacja komputerowa

1. WSTĘP

Termos jest to pojemnik używany do przechowywania ciepłych napoi. Jego zadaniem jest utrzymanie temperatury znajdujących się w nim rzeczy, wymagane jest więc zmniejszenie przepływu ciepła z wnętrza termosu na jego zewnątrz.

Ilość ciepła oddawanego w jednostce czasu można opisać zależnością [1]:

$$Q = \lambda S \frac{\Delta T}{d} \quad (1)$$

gdzie:

Q – ilość transportowanego ciepła w jednostce czasu,

λ – współczynnik przewodności cieplnej,

S – pole powierzchni,

d – grubość warstwy,

ΔT – różnica temperatur między dwiema ściankami.

Istnieje kilka możliwych rozwiązań które pozwolą na zmniejszenie ilości traconego ciepła. Można zwiększyć grubość termosu, co jednak nie jest ergonomiczne, albo zmniejszyć współczynnik przewodności cieplnej jego ścianek.

Zazwyczaj termosy składają się z dwóch pojemników osiowosymetrycznych, umieszczonych współosiowo, pomiędzy pojemnikami znajduje się przestrzeń w której (w zależności od jakości termosu) znajduje się gaz, pianka o strukturze zamknięto-komórkowej lub pusta przestrzeń (próżnia). Najlepsze są termosy próżniowe (najniższy współczynnik przewodności cieplnej), najgorsze zawierają między ściankami powietrze. Przykładowy termos przedstawiono na rysunek 1.



Rysunek 1. Termos aluminiowy z dwiema ściankami [2]

Figure 1. Thermos flask with double walls [2]

2. PODSTAWY FIZYCZNE ZAGADNIENIA

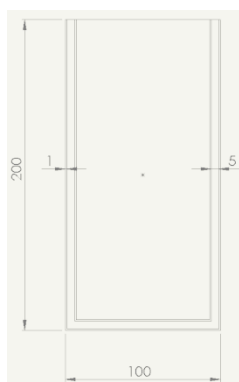
W analizowanym zjawisku transport ciepła ma miejsce na wskutek dwóch procesów: drgań cieplnych atomów ciała stałego (pojemniki termosu) oraz nieuporządkowanego ruchu i zderzeń cząsteczek wypełniających przestrzeń między ściankami termosu (konwekcja).

Gorący płyn znajduje się we wnętrzu termosu, poprzez przewodnictwo cieplne ciecz ogrzewa zbiornik wewnętrzny termosu, ciepło jest transportowane przez jego ściankę na zewnątrz ogrzewając ściankę zewnętrzną pojemnika wewnętrznego. Następnie cząsteczki gazu zderzając się ze ścianką zewnętrzną pojemnika wewnętrznego pobierają od niego ciepło i przekazują je dalej na wskutek konwekcji i kolejnych zderzeń do ścianki wewnętrznej pojemnika zewnętrznego, gdzie na zasadzie przepływu ciepło jest transportowane do ścianki zewnętrznej i jest usuwane do otoczenia.

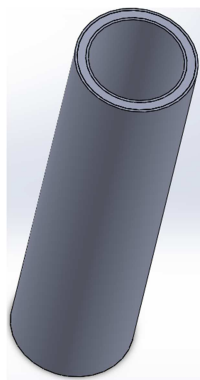
3. INFORMACJE O MODELU

Termos składa się z dwóch współosiowych walcowych pojemników, między którymi znajduje się gaz. Podstawowe wymiary zostały zawarte na rysunku 2, model 3D przedstawiono

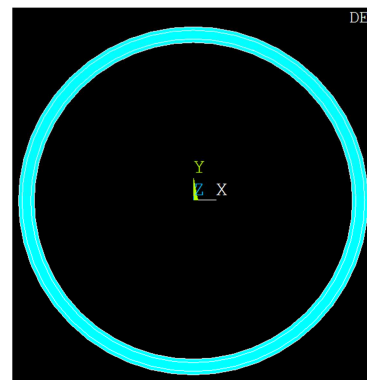
na rysunku 3, natomiast rysunek 4 przedstawia przekrój termosu w programie do analizy metodą elementów skończonych (FEA 2D model) [3].



Rysunek 2. Wymiary termosu
Figure 2. Dimensions of thermos flask



Rysunek 3. Model 3D
Figure 3. 3D Model



Rysunek 4. FEA model 2D
Figure 4. FEA 2D model

4. WŁASNOŚCI FIZYCZNE

Większość termosów jest wytwarzana z aluminium. Między ściankami znajduje się powietrze lub próżnia. Jednakże wykorzystanie próżni do analizy elementów skończonych byłoby trudne ze względu na problem z dobraniem odpowiedniej metody analizowania i doboru odpowiedniego typu elementu. Ze względu na tę trudność zamiast próżni został wykorzystany argon ze względu na najniższy współczynnik przewodności cieplnej ze wszystkich gazów [4].

W przypadku termosu jednościanowego zastosowany został polimer wysokiej gęstości, gdyż jest to popularny materiał do wytwarzania pojemników.

Wymagane własności materiałowe zostały przedstawione w tabelicy 1.

Tablica 1. Własności materiałowe analizowanych materiałów [4]

Table 1. Material properties of the analyzed materials

Materiał	Przewodność cieplna w 300K, $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	Przewodność cieplna w 600K, $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	Gęstość, kg/m^3	Ciepło właściwe w 300K, $J/kg \cdot K$	Ciepło właściwe w 600K, $J/kg \cdot K$
Powietrze	0,0262	0,0457	1,2	1005	616
Argon	0,016	-	1,784	520,33	-
Aluminium	177	186	2700	875	1042
Polimer wysokiej gęstości	0,4	-	940	1800	-

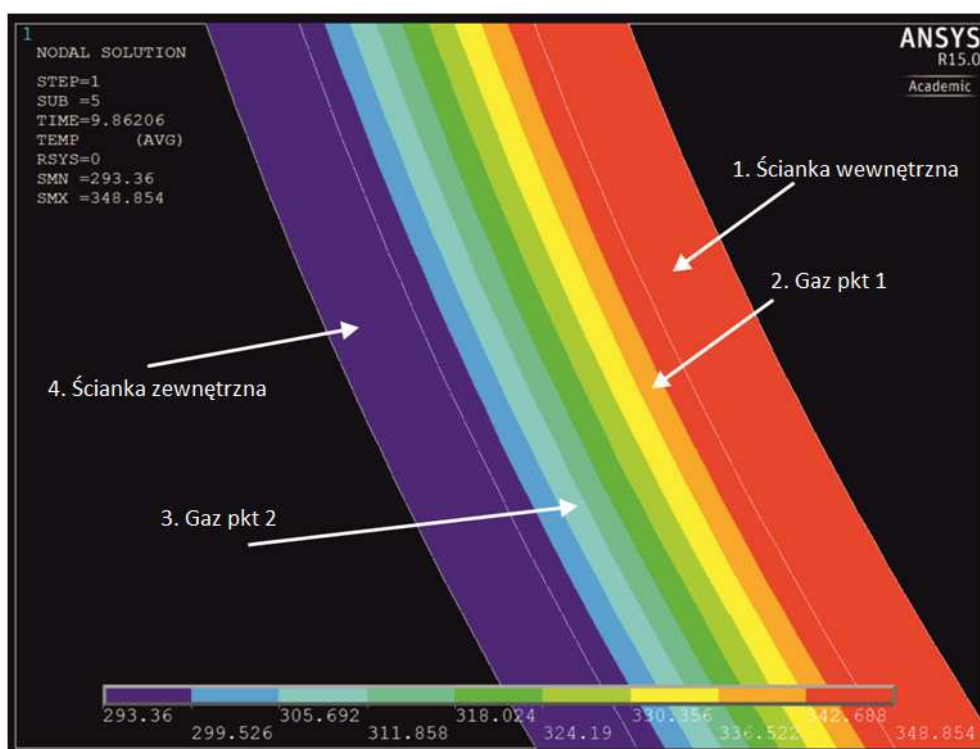
5. WARUNKI BRZEGOWE

- Współczynnik przenikania ciepła między ścianką a powietrzem: $200 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ [4],
- Współczynnik przenikania ciepła między ścianką a płynem: $1000 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ [4],

- Temperatura otoczenia: 293K,
- Temperatura płynu: 358K.

6. WYNIKI ANALIZY

Analizę termiczną wykonano dla 4 niezależnych punktów (rys. 5: ścianki wewnętrznej, zewnętrznej i dwóch punktów znajdujących się pomiędzy ściankami (dla termosu z dwiema ściankami) oraz w 4 punktach należących do ścianki termosu polimerowego z jedną ścianą.



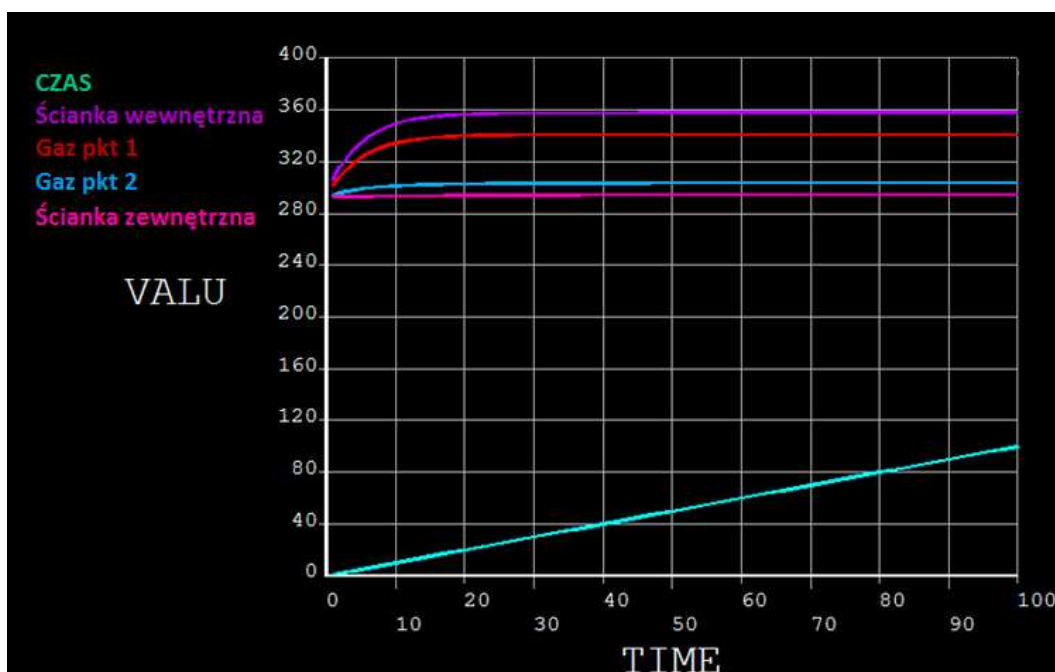
Rysunek 5. Punkty pomiarowe
 Figure 5. Measurement points

Rysunki od 6 do 8 przedstawiają zależność temperatury od czasu.

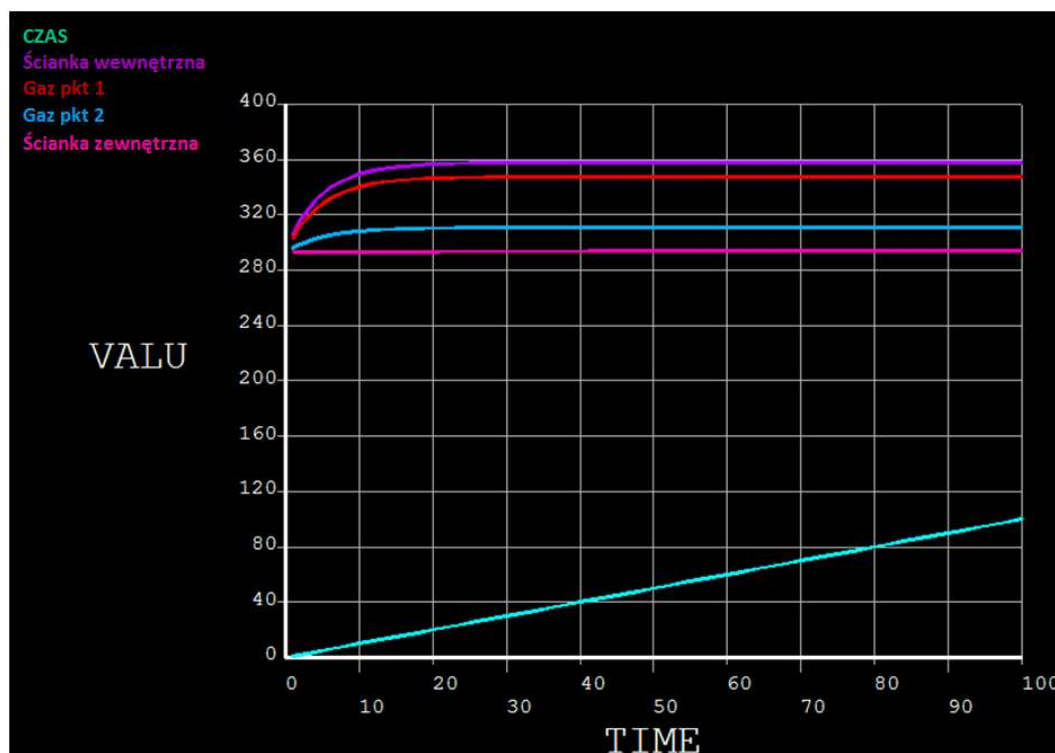
W termosie z argonem, temperatura ścianki wewnętrznej i punktu pomiarowego temperatury gazu 1 wzrastają przez około 20s, następnie utrzymują się na stałym poziomie.

Podobnie jak w przypadku ścianek wypełnionych argonem po około 20 sekundach ścianka wewnętrzna i gaz przy niej nagrzewają się, jednakże w tym przypadku gaz uzyskuje wyższą temperaturę.

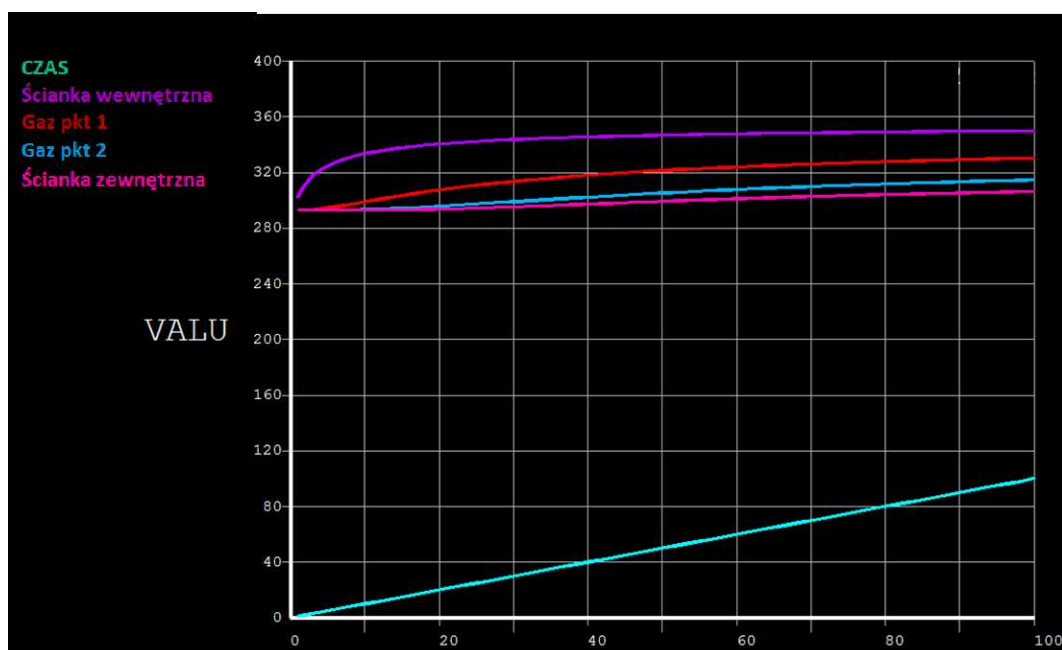
W odróżnieniu od termosu dwu-ścianowego analizowany termos zawiera tylko jedną ściankę. Temperatura gazu i ścianki zewnętrznej wzrastają płynniej, spowodowane jest to brakiem konwekcji gazu.



Rysunek 6. Argon 0 do 100s
 Figure 6. Argon from 0 to 100s



Rysunek 7. Powietrze 0 do 100s
 Figure 7. Air from 0 to 100s



Rysunek 8. Polimer 100s
 Figure 8. Polymer from 0 to 100s

7. WNIOSKI

Różnice między sprawnością termosu zawierającego argon oraz powietrze są na tyle niewielkie, że nie istnieje potrzeba wydawania pieniędzy na droższy gaz szlachetny, powietrze dobrze spełnia rolę izolatora.

Termos jednościenny okazał się również dobrym izolatorem, jednakże gorszym niż termos dwuścienny.

Kształt krzywych temperatury dla analizy z powietrzem i argonem może wskazywać na wystąpienie błędów analizy (zbyt mały wzrost temperatury ścianki zewnętrznej wraz z upływem czasu).

Analizy numeryczne są jedynie przybliżonymi szacowaniami realnych zjawisk, mogą służyć jako pomoc w analizie, lecz nie mogą zastąpić realnych badań.

LITERATURA

1. R. Resnick, D. Halliday, Fizyka, PWN, Warszawa, 1975.
2. strona internetowa: http://www.giftpol.pl/img/termosy/termos_m_m_051.jpg
3. strona internetowa: <http://www.mece.ualberta.ca/tutorials/ansys>
4. strona internetowa: <http://www.engineeringtoolbox.com>