

CECHY OGÓLNE CHARAKTERYSTYK TEMPERATUROWYCH WŁASNOŚCI FIZYCZNYCH STALIWA

D. BARTOCHA¹, S. JURA²
Katedra Odlewnictwa Politechniki Śląskiej
ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice

STRESZCZENIE

Na podstawie analizy danych termofizycznych staliwa wykorzystywanych w programach symulacyjnych określono ich cechy charakterystyczne oraz zaproponowano prosty i jednolity sposób definiowania charakterystyk temperaturowych własności termofizycznych w zakresie temperatur 0 – 1000°C.

Key words: cast steel, thermal and physical properties, computer simulation

1. WPROWADZENIE

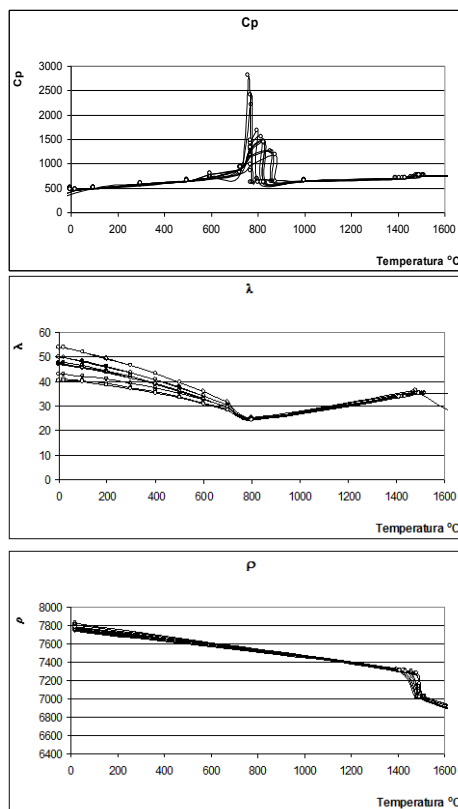
Większość odlewniczych programów symulacyjnych posiada „otwarte” bazy danych materiałowych. Pozwala to użytkownikowi na edytowanie istniejących danych, a także na wprowadzanie własnych danych termofizycznych zarówno metali (tworzyw odlewniczych) jak i materiałów pomocniczych (masa formierska, materiały izolacyjne egzotermiczne, materiały ochładzalników itp.). Bazy danych materiałowych uzupełniane są zazwyczaj danymi pochodzącymi z rozwiązań zadań odwrotnych na podstawie zarejestrowanych przebiegów procesów cieplnych zachodzących w rzeczywistych odlewach. Im bardziej złożony obiekt badań i skromniejszy aparat badawczy tym większe prawdopodobieństwo wyedytowania „sztucznych” danych sprawdzających się jedynie w symulacji tego szczególnego przypadku. Przykładem tego rodzaju danych może być zbiór danych termofizycznych zgromadzony w programie ColdCast w ciągu kilku lat użytkowania programu w Katedrze Odlewnictwa Politechniki Śląskiej (rys 7). Najczęściej generatorem błędów jest użytkownik

¹ dr inż., dariusz2@zeus.polsl.gliwice.pl

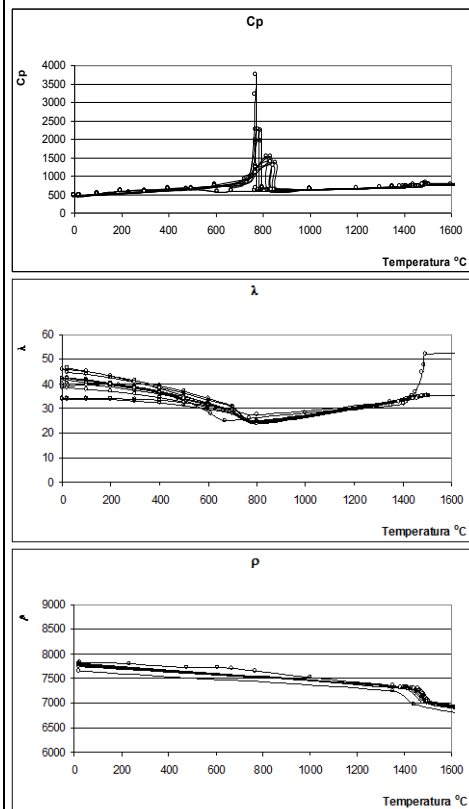
² prof., dr hab. inż.

programu, zwykle popełniając błędy wynikające z niezajomości zakresu wartości w jakim może się poruszać.

W niniejszej pracy podjęto próbę określenia wspólnych cech własności termofizycznych staliwa i zaproponowano proste i jednolite definiowanie ich charakterystyk temperaturowych oraz określono granice w jakich można przypisywać wartości poszczególnym własnościom termofizycznym.



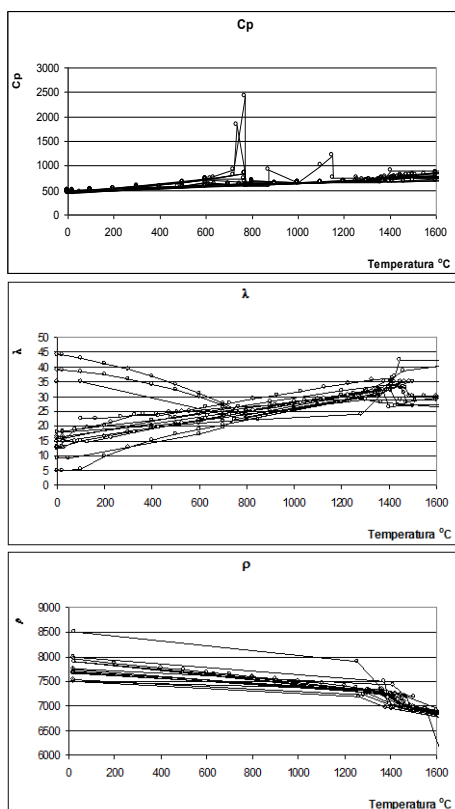
Rys. 1. Własności termo – fizyczne dziesięciu staliw węglowych – CastCAE
Fig. 1. Thermo-physical properties of ten carbon cast steel – CastCAE



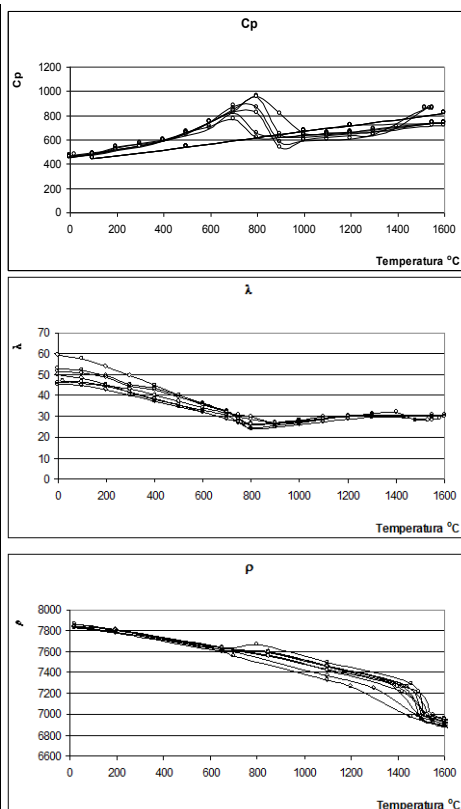
Rys. 2. Własności termo – fizyczne dwunastu staliw stopowych – CastCAE
Fig. 2. Thermo-physical properties of twelve carbon cast steel – CastCAE

2. ANALIZA DANYCH MATERIAŁOWYCH

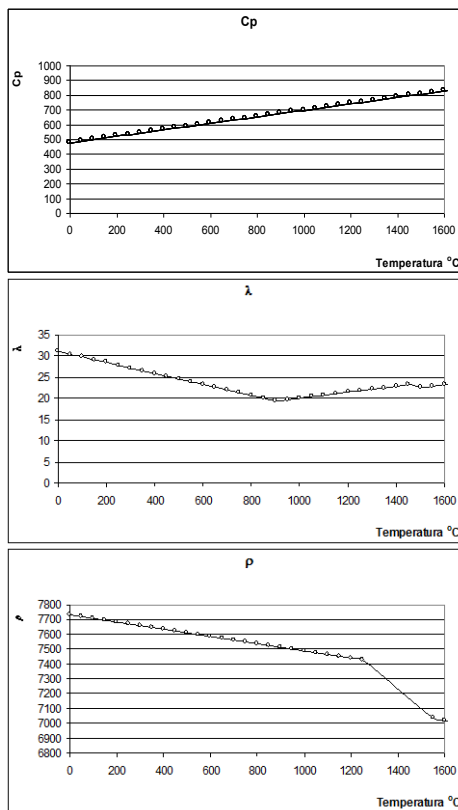
W celu określenia ogólnych cech charakterystyk temperaturowych własności fizycznych staliw, zebrano dane termofizyczne z baz danych materiałowych programów Novacast Flow&Solid, CastCAE i ColdCast, zbiór zebranych charakterystyk przedstawiono na rysunkach 1 – 7.



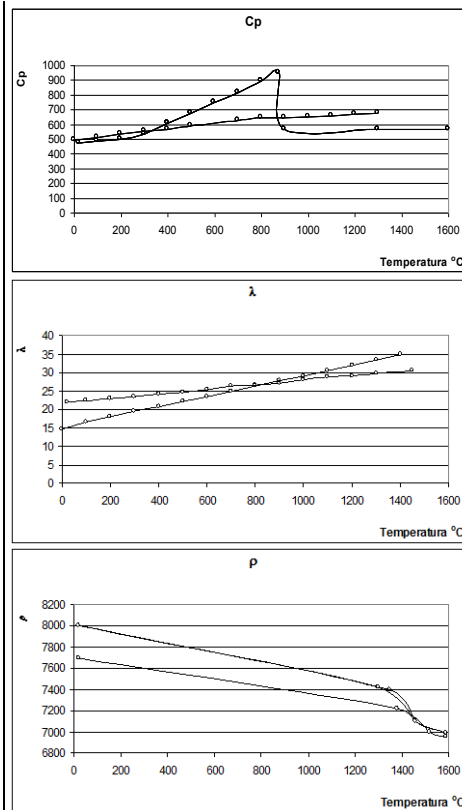
Rys. 3. Własności termo – fizyczne piętnastu staliw odpornych na korozję – CastCAE
Fig. 3. Thermo-physical properties of fifteen corrosion resistant cast steel – CastCAE



Rys. 4. Własności termo – fizyczne dziesięciu staliw węglowych – NOVA Flow&Solid
Fig. 4. Thermo-physical properties of ten carbon cast steel – NOVA Flow&Solid



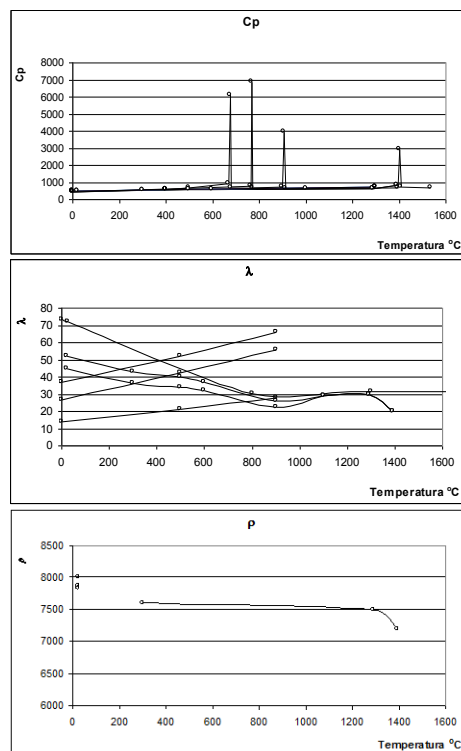
Rys. 5. Własności termo – fizyczne sześciu stali stopowych – NOVA Flow&Solid
 Fig. 5. Thermo-physical properties of six alloy cast steel – NOVA Flow&Solid



Rys. 6. Własności termo – fizyczne ośmiu stali chromowych – NOVA Flow&Solid
 Fig. 6. Thermo-physical properties of eight chromium cast steel – NOVA Flow&Solid

3. WYNIKI

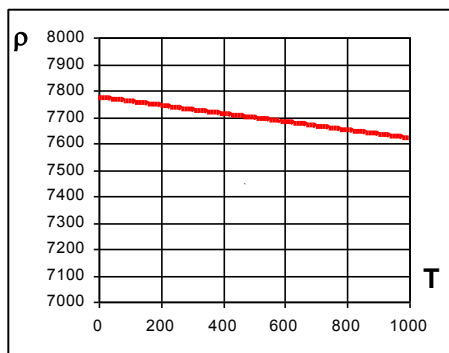
Po analizie szeregu przedstawionych na rysunkach 1 – 7 charakterystyk temperaturowych własności fizycznych stali o różnym składzie chemicznym założono: liniowy przebieg charakterystyki temperaturowej zmian gęstości rysunek 8, liniowy przebieg zmian współczynnika przewodzenia ciepła w funkcji temperatury od



Rys. 7. Własności termo – fizyczne siedmiu staliw – program ColdCast

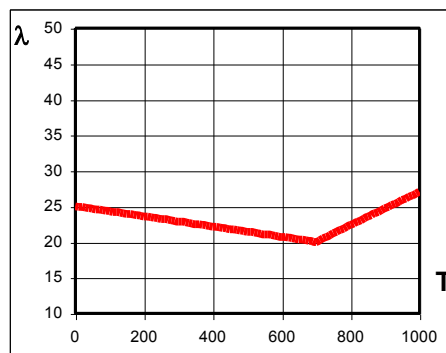
Fig. 7. Thermo-physical properties of seven cast steel – ColdCast

temperatury 0°C do temperatury przemiany, w temperaturze tej założono punkt zmiany monotoniczności charakterystyki i dalszą liniową zmianę współczynnika przewodzenia ciepła od temperatury przemiany do temperatury 1000°C , rysunek 9. Charakterystykę zmian wartości ciepła właściwego w zależności od temperatury rozbito na dwie składowe: liniową charakterystykę temperaturową zmian ciepła właściwego rysunek 10 oraz charakterystykę wydzielania się ciepła przemiany w funkcji temperatury rysunek 11. Jako najbardziej optymalny przyjęto „trójkątny” charakter wydzielania się ciepła przemiany. Jednocześnie zakres wartości na osi wartości jest zakresem wartości jakie mogą przyjmować poszczególne dane z zachowaniem ogólnych cech charakterystyk.



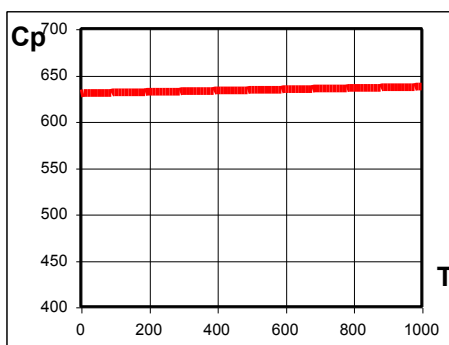
Rys. 8. Założony charakter zmian gęstości staliwa w funkcji temperatury

Fig. 8. Assumed changes of cast steel density in function of temperature



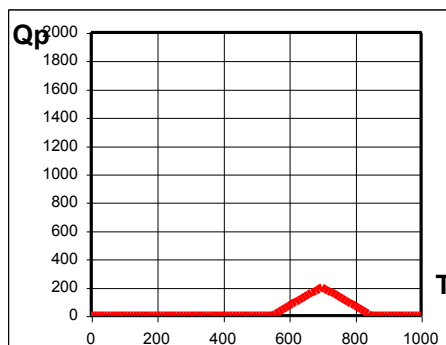
Rys. 9. Założony charakter zmian współczynnika przewodzenia ciepła staliwa w funkcji temperatury

Fig. 9. Assumed changes of cast steel heat conductivity coefficient in function of temperature



Rys. 10. Założony charakter zmian wartości ciepła właściwego staliwa w funkcji temperatury

Fig. 10. Assumed changes of cast steel specific heat in function of temperature



Rys. 11. Założony charakter wydzielania się ciepła przemiany staliwa w funkcji temperatury

Fig. 11. Assumed way of heat realizing during phase transformation of cast steel in function of temperature

4. WNIOSKI

Powyższe założenia upraszczające charakterystyki temperaturowe zmian własności fizycznych zastosowane w badaniach umożliwiają przede wszystkim prostą analizę porównawczą tych danych, gdyż poszczególne własności termo – fizyczne w

przedziale temperatury $<0;1000>^{\circ}\text{C}$ reprezentowane są przez stosunkowo niewielką liczbę charakterystycznych wartości. Do określenia charakteru zmian gęstości w funkcji temperatury wystarczą: wartość gęstości w temperaturze 0°C i wartość gęstości w temperaturze 1000°C , podobnie wartości ciepła właściwego w tych charakterystycznych temperaturach wystarczą do określenia przebiegu charakterystyki w całym przedziale. Do określenia charakterystyki zmian współczynnika przewodzenia ciepła w funkcji temperatury oprócz wartości brzegowych w temperaturze 0°C i 1000°C określić należy współrzędne punktu przebiegu charakterystyki, czyli temperaturę przemiany i wartość współczynnika przewodzenia ciepła w tej temperaturze. Natomiast, aby określić charakterystykę wydzielania się ciepła przemiany wystarczy wyznaczyć współrzędne wierzchołka trójkąta charakterystyki, to znaczy temperaturę przemiany i wartość jednostkowego ciepła wydzielanego w tej temperaturze oraz podstawę trójkąta charakterystyki, czyli wielkość temperaturowego przedziału wydzielania się ciepła przemiany.

LITERATURA

- [1] J. Miettinen: *Calculation of solidification related thermophysical properties for steels*. Metalurgical and Materials Transactions vol. 28B, 1997, 281.
- [2] J. Miettinen: *Simple semiempirical model for prediction of austenite decomposition and related heat release during cooling of low alloyed steels*. Ironmaking and Steelmaking vol. 23 no 4 1996, 346.
- [3] J. Miettinen, S. Louhenkirpi: *Calculation of thermophysical properties of carbon and low alloyed steels for modeling of solidification processes*. Metalurgical And Materials Transaction, vol. 25B, 1994, 909.
- [4] D. Bartocha, S. Jura: *A simply method determination data indispensably for computer simulation of hardened*. KMiS vol. 2, no 44, 2000, 23.
- [5] S. Ochęduszek: *Teoria maszyn cieplnych. Tablice*. PWT W-wa 1959.
- [6] <http://www.novacast.se>, <http://www.castech.fi>, <http://www.calcom.ch>.

GENERAL FEATURE OF TEMPERATURE CHARACTERISTIC OF CAST STEEL PHYSICAL PROPERTIES

SUMMARY

Basis on analysis of cast steel thermo-physical data using in simulating programs, their general features have been worked out. The simply and uniform way of defining temperature characteristic of thermo-physical properties in range $0 - 1000^{\circ}\text{C}$ has been suggested.

Recenzowała Prof. Ewa Majchrzak