

# BIBLIOTEKA FUNKCJI thmcd2008v1.dll

Z.Modliński, Zakład Kotłów i Turbin

Wrocław, czerwiec 2009

Spis treści:

## **1. Funkcje termodynamiczne wody**

Function Category: \_TABLICE PARY

## **2. Własności gazów**

Function Category: \_GAZY

## **3. Własności spalin**

Function Category: \_SPALINY

## **4. Współczynniki wymiany ciepła**

Function Category: \_WYMIANA CIEPŁA

# 1. Funkcje termodynamiczne wody

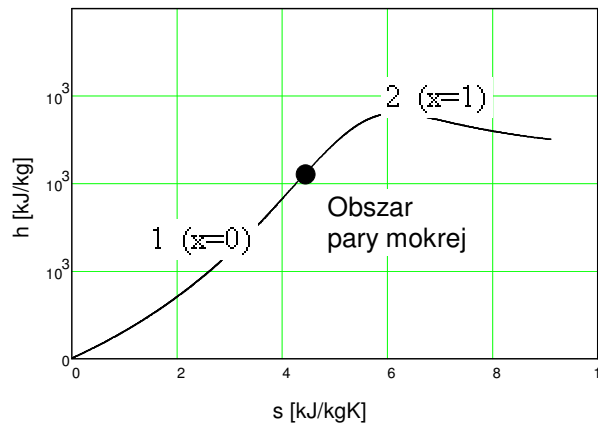
Function Category: \_TABLICE PARY

Jednostki podstawowe: m, kg, s, MPa, °C, kJ

Zakresy stosowalności funkcji: temperatura - (0,01-800 °C), ciśnienie - (0,0006 - 100 MPa)

Nazwy funkcji. Skrót *Sat* (Saturation) w nazwie określa funkcje wody w stanie nasycenia. Cyfry w nazwie określają funkcje: 1 – na linii wody ( $x=0$ ) i 2 – na linii pary ( $x=1$ ).

Wielkość Obliczana	Jednostka	Obszar pary mokrej		Bez obszaru pary mokrej	W całym obszarze	
Ciśnienie	MPa	pSat(t)				p_tv(t,v)
Temperatura	°C	tSat(p)			t_ps(p,s)	t_ph(p,h)
Entalpia wł.	kJ/kg	h1Sat(t)	h2Sat(t)	h_tp(t,p)	h_ps(p,s)	h_tv(t,v)
Entropia wł.	kJ/(kg·K)	s1Sat(t)	s2Sat(t)	s_tp(t,p)	s_ph(p,h)	s_tv(t,v)
Objętość wł.	m <sup>3</sup> /kg	v1Sat(t)	v2Sat(t)	v_tp(t,p)	v_ps(p,s)	v_ph(p,h)
St.suchości	-				x_ps(p,s)	x_ph(p,h)
Ciepło wł.	kJ/(kg·K)	Cp1Sat(t)	Cp2Sat(t)	Cp(t,p)		
Lepkość d.	Pa·s	Visc1Sat(t)	Visc2Sat(t)	Visc(t,p)		
Przew. ciep.	W/(m·K)	Lambda1Sat(t)	Lambda2Sat(t)	Lambda(t,p)		



1 ( $x=0$ )

## 2. Własności gazów

Function Category: \_GAZY

Wielkości wejściowe:

t - temperatura, °C

r - udział objętościowy H<sub>2</sub>O(para) w spalinach, -

Funkcja	Jednostka	Opis funkcji
CpAir(t)	kJ/(um <sup>3</sup> ·K)	Średnie ciepło właściwe 1 umownego m <sup>3</sup> gazu w zakresie temperatur (0 ÷ t) °C Funkcje dla powietrza, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> .
CpCO2(t)	kJ/(um <sup>3</sup> ·K)	
CpH2O(t)	kJ/(um <sup>3</sup> ·K)	
CpN2(t)	kJ/(um <sup>3</sup> ·K)	
CpO2(t)	kJ/(um <sup>3</sup> ·K)	
CpAsh(t)	kJ/(kg·K)	Średnie ciepło właściwe 1 kg popiołu w zakresie temperatur (0 ÷ t) °C

HAir(t)	kJ/um <sup>3</sup>	Entalpia 1 umownego m <sup>3</sup> powietrza w temperaturze t .
LambdaAir(t)	W/(m·°C)	Przewodność cieplna powietrza w temperaturze t .
PrAir(t)	-	Liczba Prandtla powietrza w temperaturze t .
ViscAir(t)	m <sup>2</sup> /s	Lepkość kinematyczna powietrza w temperaturze t .

LambdaGas(t)	W/(m·°C)	Przewodność cieplna spalin o przeciętnym składzie (11% H <sub>2</sub> O) w temperaturze t .
MLambda(t,r)	-	Mnożnik poprawkowy przewodności cieplnej spalin

PrGas(t)	-	Liczba Prandtla spalin o przeciętnym składzie (11% H <sub>2</sub> O) w temperaturze t .
MPr(r)	-	Mnożnik poprawkowy liczby Prandtla spalin

ViscGas(t)		Lepkość kinematyczna spalin o przeciętnym składzie (11% H <sub>2</sub> O) w temperaturze t .
MVisc(t,r)	-	Mnożnik poprawkowy lepkości kinematycznej spalin

\* 1 umowny m<sup>3</sup> gazu = 1 m<sup>3</sup> gazu w warunkach normalnych ( 0 °C, 0.101325 Mpa)

### 3. Własności spalin

Function Category: \_SPALINY

Wielkości wejściowe:

- tg - temperatura, °C  
 f - nadmiar powietrza, -  
 Fuel - wektor ze składem paliwa.

Dla paliwa stałego Fuel=(Wr,Ar,Cr,Hr,Or,Sr,Nr,Aun), gdzie Wr, Ar, Cr, Hr, Or, Sr, Nr – udziały masowe (kg/kg) : wilgoci, popiołu, pierwiastków C, H, O, S, N.

$$\sum (Wr,Ar,Cr,Hr,Or,Sr,Nr) = 1$$

Aun – współczynnik unosu, część masowa popiołu unoszona ze spalinami (np. 0.9)

Dla paliwa gazowego Fuel=( H2,CH4,C2H4,C2H6,C3H6,C3H8,C4H10,N2,CO,CO2,O2).

Elementami wektora są udziały objętościowe (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) gazów.

$$\sum (H2,CH4,C2H4,C2H6,C3H6,C3H8,C4H10,N2,CO,CO2,O2) = 1$$

Funkcja	Jednostka	Opis funkcji
CAsh(f, Fuel)	kg/um <sup>3</sup>	Koncentracja popiołu w 1 umownym m <sup>3</sup> spalin. (Dla paliwa stałego).
CpGas(tg, f, Fuel)	kJ/(kg·K) kJ/(um <sup>3</sup> ·K)	Średnia pojemność cieplna spalin z 1 kg paliwa stałego lub 1 umownego m <sup>3</sup> paliwa gazowego w zakresie temperatur (0 ÷ t) °C
HGas(tg, f, Fuel)	kJ/kg kJ/um <sup>3</sup>	Entalpia cieplna spalin z 1 kg paliwa stałego lub 1 umownego m <sup>3</sup> paliwa gazowego w temperaturze t °C

rCO2(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	Udział objętościowy CO <sub>2</sub> w spalinach
rH2O(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	Udział objętościowy H <sub>2</sub> O w spalinach
rN2(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	Udział objętościowy N <sub>2</sub> w spalinach
rO2(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	Udział objętościowy O <sub>2</sub> w spalinach
rSO2(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	Udział objętościowy SO <sub>2</sub> w spalinach

V0Air(Fuel)	um <sup>3</sup> /kg um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza w warunkach normalnych na 1 kg paliwa stałego lub 1 umownego m <sup>3</sup> paliwa gazowego.
VGas(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /kg um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	Ilość spalin w warunkach normalnych z 1 kg paliwa stałego lub 1 umownego m <sup>3</sup> paliwa gazowego
VCO2(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /kg um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	Ilość gazowego składnika spalin w warunkach normalnych z 1 kg paliwa stałego lub 1 umownego m <sup>3</sup> paliwa gazowego
VH2O(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /kg um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	
VN2(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /kg um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	
VO2(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /kg um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	
VSO2(f, Fuel)	um <sup>3</sup> /kg um <sup>3</sup> /um <sup>3</sup>	

## 4. Współczynniki wymiany ciepła

Function Category: \_WYMIANA CIEPŁA

### Wielkości wejściowe:

- tsp1, tsp2 – temperatury spalin na końcach wymiennika (pęczka), °C  
 t1, t2 – temperatury wody na końcach wymiennika (pęczka), °C  
 tg - średnia temperatura spalin w wymienniku,  $tg=0.5(tsp1+tsp2)$ , °C  
 t - średnia temperatura wody w wymienniku,  $t=0.5(t1+t2)$ , °C  
 tsurf - temperatura na powierzchni zewnętrznej pęczka, temp. metalu lub popiołu, °C
- p - średnie ciśnienie wody w wymienniku, MPa  
 n - liczba biegów w poprzecznie omywanym pęczku rur
- emis - emisyjność spalin, -
- vel - średnia szybkość gazu omywającego pęczek (w tzw. przekroju wolnym),  
 lub średnia szybkość czynnika w rurach pęczka, m/s  
 r - udział objętościowy H<sub>2</sub>O(para) w spalinach, -
- dz - średnica zewnętrzna rur pęczka, m  
 dw - średnica wewnętrzna rur pęczka, m  
 s1 - podziałka poprzeczna w pęczku rur, m  
 s2 - podziałka podłużna w pęczku rur, m  
 z2 - liczba rur w pęczku w kierunku przepływu, -

Funkcja	Jednostka	Opis funkcji
Alfa1c(tg, vel, r, dz, s1, s2, z2)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Omywanie poprzeczne spalinami pęczka rur w układzie korytarzowym. Współczynnik wnikania ciepła od spalin do pęczka.
Alfa1s(tg, vel, r, dz, s1, s2, z2)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Omywanie poprzeczne spalinami pęczka rur w układzie szachownicowym. Współczynnik wnikania ciepła od spalin do pęczka.
Alfa1sAir(tair, vel, dz, s1, s2, z2)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Omywanie poprzeczne powietrzem pęczka rur w układzie szachownicowym. Współczynnik wnikania ciepła od powietrza do pęczka
Alfa2(t, p, vel, dw)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Przepływ wody w rurach pęczka. Współczynnik wnikania ciepła między wodą a ścianką rury.
Alfa2Gas(tg, vel, r, dw)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Przepływ spalin w rurach pęczka. Współczynnik wnikania ciepła między spalinami a ścianką rury.
Alfar(tg, tsurf, emis)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Współczynnik promieniowania
dtCoflow(tsp1, tsp2, t1, t2)	°C	Logarytmiczna różnica temperatur dla idealnego wymiennika współprądowego.
dtCounterflow(tsp1, tsp2, t1, t2)	°C	Logarytmiczna różnica temperatur dla idealnego wymiennika przeciwprądowego.
dtCross(n, tsp1, tsp2, t1, t2)	°C	Logarytmiczna różnica temperatur dla poprzecznie omywanego pęczka rur.
FiCross(n, tsp1, tsp2, t1, t2)	-	Współczynnik korekcyjny dla poprzecznie omywanego pęczka rur.