

# 1. Badania procesu przejmowania ciepła w układzie absorbera płaskiego kolektora słonecznego

Prędkość przepływu czynnika grzewczego w kanałach roboczych układu absorbera, w zależności od ustawień wydajności pompy, liczby i wymiarów charakterystycznych kanałów roboczych, zawiera się w przedziale od 0.03 do 0.25 m/s. Podczas przepływu czynnik roboczy ogrzewany jest przez ścianki kanałów przepływowych i zmianie ulega szereg jego właściwości fizycznych, ściśle związanych ze zdolnością do przejmowania ciepła.

Wartość liczby Reynoldsa w kanałach roboczych, dla większości rozwiązań konstrukcyjnych kolektorów płaskich, nie przekracza wartości krytycznej wynoszącej  $Re_{cr} = 2300$ , co wskazuje na dominację przepływu laminarnego. Istnieje jednak gradient temperatury między warstwą przyścienną a rdzeniem strumienia przepływu, w następstwie którego może dochodzić do zaburzeń przepływu i pojawiania się składowych prędkości skierowanych prostopadle do ścian kanału. Dodatkowo przepływ energii cieplnej z płyty pochłaniającej do kanału roboczego odbywa się przez połączenie obejmujące jedynie fragment obwodu kanału, co sprzyja konwekcji naturalnej wewnątrz strumienia. Ogólnie można przyjąć, że przepływ cieczy w kanałach roboczych kolektora ma charakter uwarstwiony z występującymi prądami termicznymi, dla którego lokalną wartość liczby *Nusselta* wyznaczono z empirycznej zależności *Heatona* [2]:

$$Nu_f = Nu_\infty + \frac{a \left( Re Pr \frac{d_p}{L} \right)^m}{1 + b \left( Re Pr \frac{d_p}{L} \right)^n} \quad (1.1)$$

gdzie wartości współczynników  $Nu_\infty$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $m$ ,  $n$  dla kanałów o przekroju kołowym przyjęto na podstawie [2] i zestawiono w tabeli 1.1.

**Tabela 1.1.** Wartości współczynników równania (1.1).

$Nu_\infty$	$a$	$b$	$m$	$n$
4.4	0.00172	0.00281	1.66	1.29

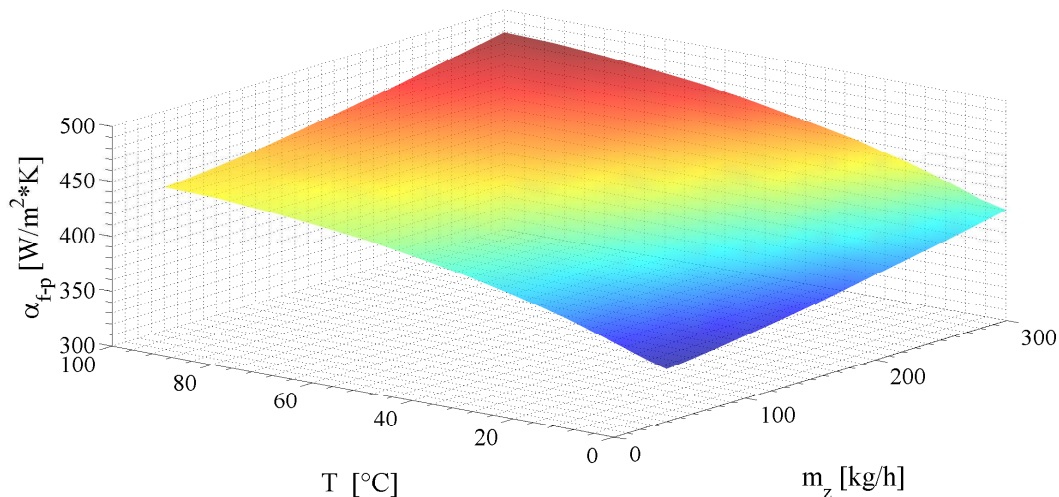
W równaniu (1.1) symbol  $Pr$  - oznacza liczbę Prandtla, zmieniającą się w zakresie  $13.7 \div 1.75$  ( $0 \div 100$  °C) oraz  $Re$  oznacza liczbę Reynoldsa, wyznaczoną z zależności [1]:

$$Re = \frac{v_f d_p}{\nu} \quad (1.2)$$

Do wyznaczenia wartości współczynnika wnikania ciepła  $\alpha_{f \rightarrow p}$  wykorzystano zależność kryterialną określającą liczbę Nusselta [1]:

$$\alpha_{p \rightarrow f} = \frac{Nu_f \lambda_f}{d_p} \quad (1.3)$$

Na podstawie powyższych zależności wyznaczono wartości współczynnika wnikania ciepła  $\alpha_{p \rightarrow f}$  dla temperatury cieczy  $T_f$  w zakresie  $0 - 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , oraz prędkości masowej przepływu cieczy przez kolektor w zakresie  $40 \div 300 \text{ kg/h}$ . Otrzymane wartości współczynnika wnikania ciepła  $\alpha_{p \rightarrow f}$  przedstawiono na wykresie 1.1.



**Rys. 1.1.** Wykres zmian wartości współczynnika wnikania ciepła cieczy roboczej w kanałach roboczych  $\alpha_{p \rightarrow f}$  w funkcji temperatury czynnika  $T_f$  i natężenia przepływu  $\dot{m}_z$ .

W trakcie obliczeń, lokalną wartość współczynnika wnikania dobierano poprzez interpolowanie liniowe wartości wyznaczonych na podstawie równania (1.3) do poszczególnych wartości temperatury i prędkości przepływu czynnika roboczego.

# Bibliografia

- [1] Bohdal T., Charun H., *Zasady transportu ciepła*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2012.
- [2] Duffie J. A., Beckman W. A., *Solar Engineering Of Thermal Processes - Second Edition*, John Wiley & Sons, New York 1980.