

Wpływ geometrii dysz stosowanych w strumieniowych układach chłodzenia na wymianę ciepła

Streszczenie

W badaniach związanych z niniejszą rozprawą analizowano wpływ geometrii dysz na wymianę ciepła podczas chłodzenia płyty o stałej oraz zmiennej temperaturze wzdłuż kierunku x układu współrzędnych. Przedstawione zagadnienia opisują proces chłodzenia płaskiej płyty z użyciem równomiernie rozmieszczonych dysz skierowanych prostopadle do powierzchni chłodzonej. Pod uwagę brane były cztery rodzaje geometrii dysz chłodzących: cylindryczne, cylindryczne wydłużone, zbieżne oraz rozbieżne. Równania opisujące przepływ płynu oraz wymianę ciepła rozwiązano numerycznie metodą objętości skończonych przy pomocy solvera Ansys CFX. Równania modelujące przepływ turbulentny płynu otrzymano poprzez czasowe uśrednianie równań Naviera-Stokesa (Reynolds-Averaged Navier-Stokes equations). Układ równań cieplno-przepływowych domknięty został poprzez wykorzystanie modelu turbulencji $k-\omega$ (*shear stress transport - SST*). Na ich podstawie wyznaczono wektorowe pola prędkości płynu, spadki ciśnienia w obszarach wypływu płynu z dysz oraz liczbę Nusselta na granicy obszaru przepływowego oraz chłodzonej płyty. Prędkość strugi powietrza $\mathbf{u} = (u_1, 0)$ przy wlocie do kanału dystrybucyjnego wynosiła 15 m/s oraz odpowiadała liczbie $Re = 4800$. Rozpatrywano przepływ stacjonarny płynu lepkiego i nieściśliwego. W celu sprawdzenia poprawności zastosowanej metody obliczeniowej porównano wyniki obliczeń numerycznych strumieniowego układu chłodzenia z wynikami otrzymanymi z badań eksperymentalnych.

W pierwszym etapie obliczeniowym zdefiniowana została najkorzystniejsza wartość odległości względnej $OW = Y/D$ oraz najkorzystniejsza wartość względnego rozmieszczenia dysz $WR = S/D$. W następnych badaniach rozpatrywano różne kształty geometryczne dysz chłodzących przy założeniu stałej temperatury chłodzonej płyty. Największa wartość średniej liczby Nusselta ($\overline{Nu} = 4,59$) uzyskana została dla dysz cylindrycznych.

W ostatnim etapie pracy wykonano badania przepływu płynu oraz ciepła w układach chłodzenia ze zmiennym strumieniem ciepła wzdłuż powierzchni chłodzonej z zakresu $q_w(x) = 0-5000 \text{ W/m}^2$. Najbardziej zbliżone rozkłady wartości liczby Nusselta uzyskano dla strumienia ciepła $q_w(x) = 5000-2500 \text{ W/m}^2$.

Kształt geometryczny dysz w sekwencji układu chłodzenia oraz odpowiedni rozkład temperatury płyty może prowadzić do redukcji naprężeń cieplnych obszarów chłodzonych.