

Streszczenie

W ramach badań objętych niniejszą pracą analizowano wpływ geometrii przeszkody smukłej umieszczonej na ściankach mikrokanalu na przepływ płynu i ciepła w aspekcie chłodzenia. Rozpatrywano przepływy płaskie, dwuwymiarowe ze względu na obszar zastosowań w chłodzeniu mikrouządzeń technicznych. Liczby Re są wówczas w zakresie $Re = 20 - 200$. Równania opisujące przepływy rozwiązano numerycznie metodą elementów skończonych za pomocą solvera Adina CFD&FSI oraz na ich podstawie wyznaczono profile prędkości, linie prądu, rozkład wektorów prędkości.

Najpierw należało sprawdzić jaki kształt przeszkody smukłej w aspekcie chłodzenia będzie najbardziej zasadny oraz określić jego geometrię. Przeszkoda smukła to taka, dla której stosunek $w/h \leq 0,5$ (gdzie h wysokość przeszkody, H wysokość mikrokanalu).

Analizowano, więc przepływy płynu w dwóch mikrokanalach a) na ściankach którego umieszczono smukłą przeszkodę o kształcie prostokątnym, b) na ściankach którego umieszczono smukłą przeszkodę o kształcie trójkątnym. Na podstawie analizy wyników numerycznych rozwiązań równań otrzymanych dla przepływów płynu w mikrokanalach z smukłą przeszkodą na ściance do dalszych badań wybrano przeszkodę, która bardziej zaburza przepływ tj. która kształtuje dłuższy obszar wirowości. Taką przeszkodą okazała się przeszkoda o kształcie prostokątnym.

Weryfikację eksperymentalną wyników numerycznych rozwiązań równań przepływowych wykonano metodą wizualizacji przepływu z wykorzystaniem mikroanometrii obrazowej (μ PIV). Wyniki eksperymentalne potwierdziły wnioski wysnute z wniosków uzyskanych przez numeryczne rozwiązanie równań przepływowych.

W odniesieniu do smukłej przeszkody elastycznej wyniki badań numerycznych pokazały dodatkowe możliwości wydłużania strefy wirowości.

W przypadku przepływów w kanałach z sekwencjami smukłych przeszkód prostokątnych umieszczonych na dolnej i górnej ściance mikrokanalu badano wpływ odległości i wysokości przeszkód na transport płynu i ciepła. Do rozwiązania równań przyjęto warunki cieplno -przepływowe z obszaru zastosowań mikrokanalów w układach chłodzenia elektroniki tj. temperaturę ścianki 60 C, temperaturę płynu 20 C, zakres prędkości w mikrokanale od 0,05 – 0,5 m/s. Oraz określono odległości s między przeszkodami smukłymi w mikrokanalach jako wielokrotność wysokości kanału, tj. $1H$; $1,5H$; $2H$; $2,5H$.

Dla takiej systematyki rozwiązano numerycznie równania cieplno – przepływowe w kanałach o sekwencji przeszkód smukłych prostokątnych dla różnej geometrii. Rozpatrywano 12 sytuacji cieplno – przepływowych. Z uzyskanych wyników rozwiązań równań wyznaczono: linie prądu, rozkłady wektorów prędkości, straty ciśnienia w kanałach.

Na podstawie analizy porównawczej otrzymanych wyników dla różnych kanałów sformułowano następujące wnioski:

- umieszczenie smukłych przeszkód na ściankach kanału, gdzie odległość między przeszkodami wynosi $s = 1H$ dla $h/H = 0,25$ (gdzie s odległość między przeszkodami, h wysokość przeszkody, H wysokość mikrokanalu) jest konfiguracją najbardziej efektywną pod względem wymiany ciepła i małych oporów ciśnienia (strat ciśnienia),
- umieszczenie smukłej przeszkody na ściance kanału o kształcie prostokątnym lub trójkątnym pokazuje, że prostokątny kształt przeszkody lepiej zaburza przepływ, niż kształt trójkątny przeszkody,