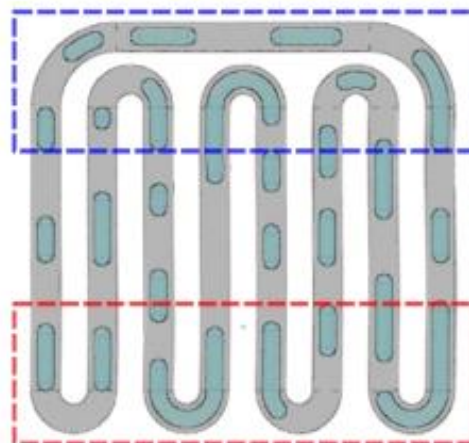


Procesy industrializacji zachodzące na całym świecie stawiają przed inżynierami nowe wyzwania. Mechanizacja produkcji wymaga zaawansowanych systemów sterowania, często opartych na technologiach elektrycznych, w celu zwiększenia wydajności produkcji. Istotną kwestią w tym kontekście jest efektywne odprowadzanie ciepła z procesorów w celu utrzymania optymalnej temperatury i maksymalizacji wydajności obliczeniowej. Rośnie również zainteresowanie systemami łączności dla przestrzeni kosmicznej, w tym orbity ziemskiej i przestrzeni międzyplanetarnej, szczególnie z inicjatywy agencji kosmicznych, takich jak NASA, które zachęcają prywatnych inwestorów do udziału w dużych kontraktach. Jednak zarówno od agencji jak i prywatnych firm wymaga się jednak spełnienia rygorystycznych norm bezpieczeństwa i niezawodności oraz optymalizacji modułowości sprzętu w celu obniżenia kosztów i skrócenia czasu przyszłych misji.

Wyzwania związane z niezawodnością i wydajnością termiczną dotyczą zarówno systemów na Ziemi, jak i w przestrzeni kosmicznej. Jednym z rozwiązań pasywnego chłodzenia są Pulsacyjne Rurki Ciepła (ang. PHP), które wykorzystują mikrokanały. W przeciwieństwie do systemów aktywnych, PHP nie mają ruchomych części, są lżejsze i łatwiejsze w produkcji. Najprostszą wersją PHP jest zamknięta pętla kapilarna częściowo wypełniona czynnikiem chłodniczym. W tradycyjnych rurkach cieplnych ciecz i para przepływają w oddzielnych kanałach, co ułatwia analizę zjawisk wewnętrznych, podczas gdy w PHP ciecz i para przepływają jednocześnie, w zależności od zjawisk zachodzących na granicach faz.

Zazwyczaj PHP składa się z zamkniętej rurki kapilarnej częściowo wypełnionej czynnikiem roboczym (np. wodą), jak pokazano na rysunku 1. Niestety, kilka problemów związanych z PHP pozostaje nierozwiązanych. Największym obecnie wyzwaniem jest zjawisko całkowitego odparowania (wyschnięcia; w obszarze zaznaczonym na czerwono). Gdy to nastąpi, cały system gwałtownie traci zdolność wymiany ciepła, a temperatura wzrasta. Główną przyczyną całkowitego odparowania jest stopniowe zanikanie warstwy cieczy, a dotychczasowe badania koncentrowały się na jej grubości w przepływie o stałej prędkości. Jednak przepływ w PHP jest bardzo dynamiczny, a grubość warstwy cieczy nie jest stała.



Rysunek 1 - Pulsacyjna rurka ciepła.

Co więcej, planowane zastosowanie w technologiach kosmicznych sprawia, że zakres badań w przyszłości będzie mógł być rozszerzany a tema tematyka jest w zakresie dynamicznie rozwijającego się obszaru. Właśnie m.in. wcześniejsze badania autora pokazują, jak ważne jest prowadzenie badań nad przepływami dwufazowymi, w tym PHP, których zastosowanie można znaleźć od temperatur kriogenicznych do chłodzenia elektroniki w przestrzeni kosmicznej.

W ramach projektu planowane jest prowadzenie badań przepływu w kontrolowanych warunkach prędkości, kąta nachylenia, różnych średnic kanału i czynników roboczych oraz częstotliwości oscylacji. Badany w ten sposób film cieczowy oraz recyrkulacje w obszarze cieczy będą nowością ze względu na eksperyment wykonany dla dynamicznie zmieniających się przepływów oscylacyjnych w kapilarach. Pozwoli to na opracowanie korelacji korekcyjnych dla aktualnych modeli empirycznych jak również numerycznych, dzięki czemu będzie można w precyzyjniejszy sposób uwzględnić dynamikę przepływu na etapie projektowania. Efektem projektu będą wyniki badań, które w przyszłości przyczynią się do optymalizacji projektowania przepływowych systemów dwufazowych z występującym dynamicznym przepływem, co za tym idzie zmniejszenia kosztów systemów wymiany ciepła.