

Szybko postępująca miniaturyzacja oraz zwiększające się obszary zastosowań technologii skutkują koniecznością odprowadzania rosnących ilości ciepła z coraz mniejszej powierzchni na coraz to wyższych poziomach temperatur. Stawia to przed nauką wyzwanie w postaci opracowania efektywnych metod chłodzenia umożliwiających dyssypację ciepła o dużej gęstości w szerokim zakresie temperatur. Mikrosystemy wykorzystujące przemiany fazowe takie jak wrzenie są niezwykle korzystnym rozwiązaniem, ponieważ charakteryzują się dużymi wartościami współczynnika wnikania ciepła i przestrzenną równomiernością uzyskiwanego efektu chłodzenia. Większość badań dotyczących wrzenia w mikro kanałach przeprowadzona była dla temperatur nasycenia do 40°C. Uzyskiwane wyniki prezentują niespójne trendy, co uniemożliwia ostateczną identyfikację mechanizmów odpowiedzialnych za wymianę ciepła. Ponadto, wiedza uzyskana na tym poziomie temperatur nie może zostać bezpośrednio wykorzystana do modelowania wrzenia w zakresie temperatur powyżej 40°C, gdyż zwiększenie temperatury przekłada się często na istotne zmiany we właściwościach termodynamicznych stosowanych czynników roboczych. Modele o największej dokładności bazują na znajomości struktur przepływu dwufazowego w kanale, ponieważ zmianie struktury przepływu towarzyszy zmiana dominującego mechanizmu wymiany ciepła. Jednak w obszarze wysokich temperatur ilość dostępnych map pozwalających na identyfikację struktury przepływu jest ograniczona i wymaga poszerzenia o mikro kanały.

Ponadto, systemy wykorzystujące wrzenie w przepływie są podatne na występowanie niestabilności. Rozwiązaniem o potwierdzonej skuteczności jest zastosowanie mikro przewężeń na wlocie do mikro kanału, jednak większość badań dotyczy temperatur do 40°C. W zakresie temperatur wyższych niezbędna jest eksperymentalna weryfikacja celowości stosowania mikro przewężeń oraz zbadanie ich wpływu na wymianę ciepła.

Celem projektu jest więc identyfikacja dominującego mechanizmu wymiany ciepła i struktury przepływu podczas wrzenia przy przepływie przez mikro kanały w zakresie temperatur 40-90°C. Badane będą prostokątne mikro kanały o średnicy zastępczej 1 mm. Przeanalizowane zostaną różne geometrie wlotu - bez mikro przewężeń oraz z prostokątnymi mikro przewężeniami.

Do badań wybrano niskociśnieniowy czynnik R245fa ze względu na swoje korzystne właściwości w szerokim zakresie temperatur pracy. Struktura przepływu będzie identyfikowana na podstawie zdjęć pracy kanału wykonanych przy pomocy kamery szybkoobrotowej. Identyfikacja dominującego mechanizmu wymiany ciepła będzie przeprowadzona poprzez analizę zależności współczynnika wnikania ciepła od gęstości strumienia masy i ciepła, stopnia suchości pary i temperatury. Współczynnik wnikania ciepła będzie wyznaczany na podstawie zmierzonych temperatur ścianki kanału i czynnika oraz mocy dostarczanego ciepła. W konsekwencji możliwe będzie opracowanie map struktur przepływu i zidentyfikowanie towarzyszącego danej strukturze mechanizmu wymiany ciepła w funkcji gęstości strumienia masy, ciepła i temperatury nasycenia.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwolą zwiększyć bazę wiedzy naukowej dotyczącej wrzenia w mikro kanałach. Dostarczą informacji odnośnie wpływu mikro przewężeń na dynamikę wymiany ciepła i stabilizację procesu wrzenia. Dzięki temu możliwe będzie pełniejsze zrozumienie zjawisk towarzyszących wymianie ciepła podczas wrzenia w mikro kanałach i opracowanie teoretycznych modeli do przewidywania wartości współczynnika wnikania ciepła w szerokim zakresie warunków pracy i geometrii wlotu.

Wierzimy, że zdobyta w projekcie wiedza umożliwi lepszą kontrolę procesu wrzenia w skali mikro oraz jego wykorzystanie jako efektywnej metody chłodzenia pozwalającej odprowadzać ciepło o dużej gęstości strumienia przy niewielkim nakładzie czynnika roboczego. Uzyskana w ten sposób redukcja nakładów inwestycyjnych i eksploatacyjnych może się przyczynić do zrównoważonego rozwoju wielu kluczowych dziedzin nauki i techniki takich jak: elektronika, komunikacja, kosmonautyka czy awionika.