

Cel projektu: W ostatnich dziesięcioleciach szybki rozwój społeczny i technologiczny zwiększył zapotrzebowanie na energię, znacznie uszczuplił rezerwy paliw kopalnych oraz spowodował zanieczyszczenie i ogólne zakłócenie globalnego klimatu. Aby zapobiec deprecjacji standardów życia, należy skupić się na bezpiecznych, wydajnych i niedrogich rozwiązaniach w zakresie energii odnawialnej. W nowoczesnych społeczeństwach prawie połowa energii zużywana jest na chłodzenie (zwłaszcza na komfort cieplny, produkcję, dystrybucję i przechowywanie żywności oraz leków), a zapotrzebowanie z pewnością będzie rosło. Dlatego w celu zmniejszenia zużycia energii bardzo ważne jest przestawienie się z instalacji chłodniczych zasilanych energią elektryczną na zasilane ciepłem, wykorzystujące przyjazne dla środowiska czynniki robocze (zwłaszcza wodę). Niestety wydaje się, że wydajność urządzeń cieplnych osiągnęła granicę możliwości operacyjnych. Teraz ważniejsze niż kiedykolwiek jest odsunięcie na bok zagadnień aplikacyjnych (jak np. projektowanie wymienników ciepła i systemów cieplnych) i ponowne skupienie się na badaniach podstawowych, w tym analiz przemian fazowych (tu: wrzenia) oraz wydajności cieplnej naturalnych czynników roboczych.

Niniejszy wniosek skupia się na mało zbadanym aspekcie zjawiska wrzenia objętościowego wody – na **wymianie ciepła podczas tworzenia i odrywania się pęcherzyków z wiązki rur w warunkach termodynamicznych w pobliżu punktu potrójnego**. W konfiguracjach z pęczkami rurek oczekuje się, że pęcherze rosnące i odrywające się od dolnych rurek będą ślizgać się po powierzchni górnych rurek, sprzyjając zarówno aktywacji dodatkowych miejsc nukleacji, jak i odparowywaniu cienkiej warstwy przegrzanej cieczy uchwyconej u podstawy pęcherzyków. Z drugiej strony, duże pęcherze typowe dla niskich ciśnień mogą uniemożliwiać przechłodzonej cieczy dotarcie do powierzchni sąsiednich rurek i ograniczyć wymianę ciepła. **Który z tych efektów dominuje przy niskim ciśnieniu i dlaczego? To są interesujące pytania naukowe, na które zamierzamy odpowiedzieć w tym projekcie**. Nasze badania eksperymentalne wypełnią lukę w wiedzy na temat wrzenia niskociśnieniowego na rurkach, pozwolą nakreślić reżimy wrzenia dla różnych warunków pracy i dostarczą nowych danych do stworzenia prawidłowych korelacji współczynnika przenikania ciepła (HTC).

Badania przeprowadzone w projekcie: W ramach projektu zamierzamy wykazać, jak geometria pęczka rur wpływa na wrzenie wody pod niskim ciśnieniem wykorzystując do tego analizę cieplną i rejestrację wizualną dynamiki pęcherzyków na pojedynczej rurze oraz na standardowych konfiguracjach pęczków. Badanie geometrii pęczków rurek ujawni wpływ układów rurek oraz odstępów pomiędzy rurami na charakterystykę wymiany ciepła podczas wrzenia w ograniczonych przestrzeniach między rurami. Istotną część naszych badań będzie dotyczyć wpływu ciśnienia hydrostatycznego oraz wykazania różnic między wrzeniem niskociśnieniowym na pęczku rur w parowniku częściowo i całkowicie zalany. Co najważniejsze, zgromadzone dane eksperymentalne zostaną wykorzystane do opracowania korelacji wymiany ciepła zoptymalizowanych pod kątem pęczków rur oraz warunków niskociśnieniowych.

Powody wyboru tematu badań: Istniejące technologie wymiany ciepła są tak zaawansowane, że ich dalszy rozwój może nastąpić jedynie dzięki prowadzeniu badań podstawowych. Naukowcy rozumieją ogólne zasady zjawiska wrzenia i byli w stanie wyprowadzić przydatne korelacje empiryczne. Mimo to proces, choć wydaje się być w pełni zrozumiały pod ciśnieniem atmosferycznym, wymaga dalszych prac badawczych w warunkach zbliżonych do próżni. W poprzednich akapitach wskazane zostały najbardziej interesujące pytania i luki wiedzy, które ma wypełnić niniejszy wniosek.

Rezultaty naszego projektu dostarczą danych niezbędnych do optymalizacji termodynamicznej, redukcji rozmiarów i urządzeń niskociśnieniowych wykorzystujących naturalne czynniki robocze. Nowe korelacje wymiany ciepła miałyby znaczenie nie tylko dla badaczy wymiany ciepła, ale także dla inżynierów, którzy projektują i optymalizują wymienniki ciepła do warunków podciśnienia. Wyniki mogą przyczynić się do dalszego rozwoju systemów cieplnych wykorzystywanych w produkcji energii, zarządzaniu komfortem cieplnym, chłodnictwie, konserwacji żywności, przechowywaniu i dystrybucji leków i wielu innych. Oczekiwane przyszłe korzyści to obniżenie kosztów inwestycyjnych i operacyjnych, nowe innowacyjne zastosowania, lepsze możliwości magazynowania i transportu energii cieplnej, zmniejszenie zależności od nieodnawialnych źródeł energii, redukcja emisji dwutlenku węgla, a w konsekwencji spowolnienie zmian klimatu oraz kryzysu energetycznego.