

Współcześnie w technice powszechnej jest dążenie do miniaturyzacji przy jednoczesnym zwiększaniu wydajności. Powoduje to ogromny wzrost ilości ciepła, które musi być odbierane z niewielkich powierzchni lub podlegać wymianie w niewielkich urządzeniach. Dla przykładu, w ciągu ostatnich 30 lat częstotliwości pracy mikroprocesorów komputerowych wzrosły tysiąckrotnie, podczas gdy wymiary tych układów i ich powierzchnie wymiany ciepła pozostały na tym samym poziomie. Przekłada się to obecnie na średnie gęstości strumienia generowanego ciepła od 2 do 4.5 MW/m² (nawet do 45 MW/m² lokalnie, na małych obszarach). Dla tranzystorów bipolarnych z izolowaną bramką (IGBT) występują gęstości strumienia ciepła od 6.5 do 50 MW/m². Węzły cieplne, w tradycyjnym wykonaniu zajmujące całe ściany pomieszczeń, mieszczą się obecnie w niewielkich skrzynkach. Podstawowa cecha, jakiej oczekuje się od domowych mikrośrodków ORC, to małe rozmiary. To przykłady urządzeń codziennego użytku, a jest jeszcze przemysł wysokich technologii, lotnictwo, branża kosmiczna, itp. W wielu przypadkach to właśnie trudność w zapewnieniu efektywnej wymiany ciepła stanowi barierę dalszego rozwoju, miniaturyzacji czy zwiększania wydajności. Tam, gdzie konwencjonalne a nawet kompaktowe wymienniki ciepła, wykorzystujące konwekcyjny przepływ jednofazowy, przestają wystarczać, uwaga badaczy skupia się na bardziej efektywnych mechanizmach wymiany ciepła, takich jak przepływy dwufazowe (wrzące/kondensacyjne) i wykorzystanie mini- i mikrogeometrii (minikanalów, miniszczelin). Ponieważ mechanizm wymiany ciepła podczas wrzenia w minigeometriach znajduje się w spektrum zainteresowania badaczy od dłuższego czasu i jest znany ze swojej wysokiej efektywności, podejmowane są próby wykorzystania go do konstrukcji wysoce kompaktowych i wysokowydajnych wymienników ciepła. To wnosi nową jakość, ale generuje także specyficzne problemy: a) stosunkowo duże opory przepływu, b) niestabilności przepływu, c) trudności w uzyskaniu równomiernego rozdziału czynnika w ramach struktury przepływowej, d) bardzo dużą wrażliwość na zanieczyszczenia czynnika.

Prace koncepcyjne, prowadzone w Katedrze Energetyki i Aparatury Przemysłowej WM PG wykazały, że problem nierównomiernego rozdziału czynnika pomiędzy mikrokanalami (ang. maldistribution) istotnie może mieć kluczowe znaczenie dla rzeczywistej efektywności cieplnej i przepływowej mikrokanalowego wymiennika ciepła i że może występować na znacznie szerszą skalę, niż to zakładano w rozważaniach teoretycznych. Cykliczna/pulsacyjna praca, która wystąpi w razie potencjalnej aplikacji wymiennika w niektórych rozwiązaniach termosyfonów odwróconych, z pewnością rangę tego zagadnienia znacząco podniesie. Wnioskodawca podjął próbę rozpoznania tego tematu i zamierza też poświęcić mu swoją rozprawę doktorską. Wstępnie przebadał dostępne w KEiAP geometrie minikanalowe i miniszczelinowe pod kątem dystrybucji czynnika roboczego w ich strukturach, w warunkach pracy cyklicznej właściwej dla termosyfonu odwróconego. Poczynione obserwacje doprowadziły do ciekawych konkluzji, jednak, ze względu na ograniczony warsztat, dotyczyły tylko adiabatycznego przepływu jednofazowego (bez doprowadzania ciepła) dla jednego czynnika roboczego (woda) i tylko badań eksperymentalnych.

Wnioskowany projekt miałby na celu rozwinięcie tego programu badań na szerszą skalę, dla różnych geometrii i dla różnych przepływów (jednofazowych/dwufazowych, ciągłych/pulsacyjnych), a także dla płynów innych, niż woda (w tym niezwilżających). Ma szansę powstać materiał wartościowy poznawczo w zakresie zagadnień podstawowych, związanych z działaniem mikrowymienników ciepła, co odpowiada na rosnące zainteresowanie ze strony branż takich jak mikroelektronika i mikroenergetyka. Ponadto, ma on szansę być atrakcyjny wizualnie ze względu na planowane szerokie wykorzystanie technik wizualizacyjnych (szybkie zdjęcia, termografia). Wnioskodawca zakłada kluczowe znaczenie kolektorów rozprowadzających i odprowadzających czynnika, dlatego ich optymalnemu ukształtowaniu zamierza poświęcić szczególną uwagę. Oprócz zagadnień przepływowych, wykonawcy skupią się na zagadnieniach wymiany ciepła i spadku ciśnienia, a także podejmą próbę powiązania ich ze sobą. Przewiduje się stworzenie modelu matematycznego wymiennika w środowisku Ansys, w którym wymiana ciepła podczas przepływu będzie sprzężona z materiałem wymiennika ciepła, co będzie czyniło zagadnienie bardzo oryginalnym projektem badawczym. Z dużym prawdopodobieństwem otrzymane wyniki znajdą swoje miejsce w dobrych czasopismach naukowych. Realizacja projektu z pewnością znacznie zwiększy kompetencje wnioskodawcy i będzie stanowić solidną podstawę jego przyszłej rozprawy doktorskiej, w której planuje zająć się szczegółowo zagadnieniem rozprawy czynnika w wymiennikach ciepła. Wpisze się także w szerszą tematykę badawczą, realizowaną w KEiAP WM PG. Na bazie projektu mają też szansę powstać interesujące ćwiczenia laboratoryjne dla studentów specjalności cieplno-przepływowych i energetycznych.