

1. Cel projektu

Nadrzędnymi celami projektu jest wykonanie badań eksperymentalnych i pogłębienie wiedzy na temat procesów intensyfikacji wrzenia podczas przepływu kilku płynów roboczych w pojedynczym minikanale o przekroju prostokątnym, zorientowanym pionowo, dla różnych powierzchni grzejnych: gładkich i zmodyfikowanych oraz dla zmiennej grubości powierzchni grzanej. Głównym tematem rozważań jest wyznaczenie lokalnych wartości współczynników przejmowania ciepła oraz sformułowanie jednowymiarowej i dwuwymiarowej metody obliczeniowej dla rozwoju wrzenia rozwiniętego pęcherzykowego przy konwekcji wymuszonej opisującej przepływ ciepła przez powierzchnię grzejną do przepływającego płynu. Dodatkowo analizowany będzie przepływ dwufazowy w minikanale wraz z rozpoznaniem lokalnych struktur przepływu w pojedynczym minikanale o wymiarach: głębokość w zakresie 1÷2 mm, szerokość - 16 mm i długość - 180 mm. Przeprowadzone badania pozwolą poznać efektywność i ograniczenia zastosowanych metod obliczeniowych oraz umożliwią porównanie wyników badań otrzymanych tymi metodami i ich ewentualne modyfikacje.

2. Badania realizowane w projekcie

W pracy zaplanowano przeprowadzenie nowatorskich badań eksperymentalnych dla wymiany ciepła podczas przepływu kilku płynów roboczych w pojedynczym minikanale prostokątnym, zorientowanym pionowo lub w różnych położeniach z zastosowaniem różnych zmodyfikowanych powierzchni grzejnych, jeszcze nie przebadanych dla takiej konfiguracji i z zastosowaniem różnego uzmiennienia ich grubości. Przewidziano wykonanie i przebadanie kilku nowych powierzchni zmodyfikowanych: z zastosowaniem elektroerozji oraz włóknistej kapilarno-porowatej z metalowych włókien, powierzchni teksturowania laserowo-wibracyjnego lub ewentualnie inne. Stanowisko pomiarowe składa się z: obiegu czynnika roboczego (obieg główny), systemu akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych, systemu zasilania i kontroli oraz oświetlenia. Główną częścią składową stanowiska badawczego jest moduł pomiarowy z pojedynczym minikanalem o przekroju prostokątnym z jednostronnie zmodyfikowaną powierzchnią grzejną od strony przepływu płynu w kanale. Z jednej strony modułu pomiarowego z gładką powierzchnią grzejną przeprowadzono pomiar pola temperatury powierzchni grzejnej z użyciem termowizji, czyli bezkontaktowej techniki pomiaru temperatury powierzchni. W tym samym czasie z drugiej strony modułu ze zmodyfikowaną powierzchnią grzejną, która ma bezpośredni kontakt z przepływającym płynem roboczym w kanale, obserwowano struktury przepływu dwufazowego. Do części modułu pomiarowego z pojedynczym minikanalem wlicza się: powierzchnię grzejną wykonaną ze stopu Hastelloy X/Haynes 230, płytę szklaną od strony płynu w minikanale, termopary typu K na wejściu/wyjściu z minikanalem. Na powierzchnię grzejną z gładką powierzchnią stykającą się bezpośrednio z otoczeniem nałożono warstwę czarnej farby podkładowej o znanym współczynniku emisyjności. Na tej powierzchni grzejnej zmierzono liniowo, w środkowej części kanału, temperaturę zewnętrznej powierzchni grzejnej za pomocą kamery termowizyjnej. Podczas przeprowadzania badań stopniowo zwiększano, a następnie zmniejszano strumień ciepła dostarczany do powierzchni grzejnej. W wyniku przeprowadzonych badań eksperymentalnych planuje się uzyskać obszerne dane pomiarowe, które pozwolą na skonstruowanie własnych krzywych wrzenia, wyznaczenie lokalnych współczynników przejmowania ciepła, stopnia suchości, a także przedstawienie graficzne struktur przepływu wraz z wyznaczeniem stopnia zapalenia. Planuje się również określenie wpływu wybranych parametrów cieplno-przepływowych i właściwości cieplnych płynu na proces wrzenia w przepływie dla kilku zmodyfikowanych powierzchni grzejnych. Wyniki temperatury powierzchni grzejnej (uzyskane za pomocą termowizji) i płynu roboczego (wyznaczone liniowo wzdłuż długości minikanalu) zostaną przybliżone za pomocą odpowiedniego wielomianu lub podobną metodą. W pracy wykorzystano dwie metody obliczeniowe (jedno- i dwuwymiarową) do wyznaczenia lokalnych współczynników przejmowania ciepła na styku powierzchnia grzejna - płyn roboczy z warunku brzegowego trzeciego rodzaju. Jednowymiarowa metoda uwzględnia jeden kierunek przepływu ciepła wzdłuż przepływu płynu w kanale, natomiast dwuwymiarowa oparta jest na funkcjach Trefftza i uwzględnia dwa kierunki przepływu: wzdłuż przepływu płynu w kanale oraz prostopadły do niego, odniesiony do grubości powierzchni grzejnej, szklanej przegrody i głębokości minikanalu.

3. Powody podjęcia tematyki badawczej

W dostępnej literaturze dotyczącej procesu wymiany ciepła podczas wrzenia w przepływie przez minikanale prostokątne istnieją pewne niezgodności. Zauważalny jest brak skrupulatnych i sumiennych badań na temat wpływu modyfikacji i zmienności grubości powierzchni grzejnej oraz korelacji parametrów cieplno-przepływowych i lokalnych struktur przepływu dwufazowego na uzyskane wartości lokalnych współczynników przejmowania ciepła. Brak jest określenia wpływu ciśnienia oraz ograniczeń z nim związanych na proces wymiany ciepła podczas przepływu płynów roboczych w minikanalach. Niewystarczająco poznany jest również wpływ modyfikacji powierzchni grzejnej na proces zwiększonej wymiany ciepła przy wrzeniu w przepływie. Nie jest również określone optymalne zmodyfikowanie powierzchni dla której współczynnik przejmowania ciepła osiąga najwyższe wartości w porównaniu z powierzchnią gładką. W projekcie będą przeprowadzone nowatorskie badania dla pojedynczego minikanalu (w poprzednich projektach w których byłam uczestnikiem – badania były realizowane dla różnej liczby kanałów), gdzie będą przebadane różnie zmodyfikowane nowatorskie powierzchnie grzejne oraz wybrana optymalna z nich. Badania wymiany ciepła podczas wrzenia w przepływie będą wykonywane dla różnych płynów roboczych również tych jeszcze nie badanych, różnych grubości kanałów oraz parametrów cieplno-przepływowych w konfiguracjach dotąd nie przebadanych. Ten projekt badawczy nie będzie się pokrywał z obecnie realizowanym, ponieważ w tym projekcie badania będą prowadzone tylko dla pojedynczego kanału w konfiguracji dotąd nie badanych w obecnie realizowanym projekcie. Dodatkowo projekt obecnie realizowany pt: „Wpływ rozwiniętych powierzchni grzejnych na wymianę ciepła przy wrzeniu w przepływie przez mini przestrzenie”, ID 215879, wg harmonogramu winien się zakończyć 06.03.2017. Zgodnie z informacją od kierownika projektu, zadania badawcze dotyczące badań i analizy wyników otrzymanych na module z minikanalami prostokątnymi, planuje się zakończyć w ciągu bieżącego roku kalendarzowego, a realizowane w przyszłym roku badania dotyczyć będą mini przestrzeni pierścieniowej. Zatem nie wystąpi pokrycie realizacji podobnych tematów i zadań obu projektów, w przypadku otrzymania pozytywnej oceny recenzentów niniejszego wniosku.