

Cel projektu:

Współczesny rozwój społeczny i technologiczny napędza globalne zapotrzebowanie na energię w bezprecedensowym tempie. Dlatego przy obecnym niedoborze i drastycznym wzroście cen kopalnych źródeł energii pierwotnej rośnie potrzeba korzystania z niedostępnych wcześniej odnawialnych źródeł energii cieplnej. Systemy umożliwiające odzysk ciepła są wymagane nawet przy niewielkich różnicach temperatur lub na niskich poziomach temperatury. Wnioskowany projekt dotyka właśnie tego zagadnienia.

Celem naukowym jest zwiększenie wydajności termicznej przekazywaczy ciepła poprzez powlekanie *in situ* powierzchni parownika. Wcześniejsze badania na Politechnice Wrocławskiej dostarczyły dowodów na to, że wrzenie zawiesziny zawierającej nanocząstki o wielkości od 10 do 100 nm zmienia powierzchnie grzewcze i umożliwia osiągnięcie tego celu. Uzyskane wyniki wskazują na zmianę zwilżalności powierzchni i znaczne zmniejszenie przegrzania, co otwiera możliwość poprawy wydajności wymiany ciepła podczas wrzenia objętościowego w warunkach w innym przypadku niemożliwych. Jednak fizyka procesów wrzenia na powierzchniach porowatych jest złożona i skomplikowana. Konieczne są dalsze badania, a nasuwające się pytania doprowadziły do sformułowania zadań naukowo-badawczych na poziomie pracy doktorskiej, które stanowią fundament niniejszego wniosku.

Wcześniejsze wyniki wykazały, że zamiast poprawiać właściwości termodynamiczne cieczy, **podczas wrzenia nanocząstki preferują osadzanie się na powierzchni grzewczej i wpływają na jej właściwości.** Istotnym odkryciem było to, że w **przypadku niektórych nanomateriałów efekt wydaje się trwały**, co wzbudziło nasze zainteresowanie opracowaniem nowej metody powlekania *in situ*, która jest przedmiotem niniejszego wniosku.

Badania przeprowadzone w projekcie:

Zaplanowane jest badanie trzech specjalnie wyselekcjonowanych zawieszin nanocząstek: dwutlenku krzemu (SiO_2) oraz dwóch innych, które zostaną określone w pierwszym roku badań. Wybrano SiO_2 , ponieważ wykazuje hydrofilowość, co prowadzi do powstania porowatej warstwy na powierzchni grzewczej i poprawia współczynnik przenikania ciepła podczas wrzenia. Jakość warstwy zależy od warunków wrzenia, a do uzyskania powtarzalnych powierzchni porowatych o wysokiej jakości konieczne jest określenie sposobów kontrolowania procesu wrzenia.

Eksperymenty będą prowadzone przy pomocy specjalnie zaprojektowanego termosyfonu. W poprzednich badaniach badaliśmy proces wrzenia w podobnym urządzeniu. Opracowaliśmy mapy, których można teraz używać do poruszania się między stabilnymi i pseudo-stabilnymi reżimami wrzenia. Obecnie planowane jest wykorzystanie tych informacji do kontrolowania zachodzącego procesu i potencjalnie uzyskania najwyższej możliwej jakości warstwy. Każda zawieszina przed i po wrzeniu będzie scharakteryzowana w celu oceny różnic we właściwościach i zawartości nanocząstek. Samo urządzenie zostanie rozmontowane, a jego wewnętrzne powierzchnie zostaną dokładnie przeanalizowane w różnych skalach (od standardowej obserwacji mikroskopowej, poprzez skanowanie mikroskopem konfokalnym, po fotografię SEM), aby ocenić stan powierzchni parownika i charakter warstwy nanocząstek. Dodatkowo po eksperymentach związanych z wrzeniem zawieszin z nanocząstkami nastąpi badanie wrzenia czystej cieczy bazowej, aby sprawdzić, czy (i w jakim stopniu) przeważa intensyfikacja wymiany ciepła spowodowana depozycją nanocząstek.

Pierwsza seria eksperymentów pozwoli sporządzić listę czynników kontrolnych i zakłóceń oraz zaprojektować plan eksperymentu. Druga seria eksperymentów w połączeniu z analizą statystyczną (metoda Taguchi'ego) przyniesie ilościowy i jakościowy opis nowej metody powlekania *in situ*.

Powody wyboru tematu badań:

Odpowiednio kontrolowane osadzanie nanocząstek pozwoliłoby na usprawnienie pracy urządzenia cieplnego w sposób niemożliwy do osiągnięcia inną metodą. Powszechne wdrożenie tego typu urządzeń cieplnych znacząco wpłynęłoby na rozwój gospodarczy i społeczny poprzez znaczne oszczędności energii. Oszczędności, które przekładają się na mniejsze rozmiary sprzętu, lepszą wydajność, szerszy zakres temperatur pracy, a w efekcie mniejszy wpływ na środowisko. Wysokowydajne systemy ciepłne wzbogacone nanocząstkami dają możliwości rozwoju i innowacji w wielu dziedzinach, szczególnie tych, które mają wysokie zapotrzebowanie na energię (np. HVAC, przechowywanie żywności). Proces *in situ*, który zamierzamy rozwijać i badać w tym projekcie, oferuje niedrogi sposób do skutecznego powlekania wewnętrznej powierzchni parowników o dowolnej geometrii. Konsekwencją będzie zmniejszenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych, a także mniejsze zużycie i lepsza alokacja zasobów nieodnawialnych, takich jak paliwa kopalne. Wyniki naszej pracy znacząco przyczynią się do rozwoju zrównoważonego i bardziej świadomego ekologicznie społeczeństwa, zasilanego wysokowydajnymi systemami zielonej energii, zgodne z zasadami określonymi w Celach Zrównoważonego Rozwoju ONZ.