

**Karta zgłoszenia tematyki badawczej  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
dla kandydatów do Szkoły Doktorskiej  
w roku akademickim 2024/2025**

Proponowana tematyka doktoratu
<b>Badanie wpływu cieczy z dodatkiem materiału PCM na pracę urządzeń wymiany ciepła</b>
Dyscyplina naukowa ( <i>niewłaściwe skreślić</i> )
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA, ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE INŻYNIERIA LĄDOWA, GEODEZJA I TRANSPORT INŻYNIERIA MECHANICZNA
Proponowany promotor
dr hab. inż. Krzysztof Dutkowski, prof. PK Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki; Katedra Energetyki ul. Raclawicka 15-17; budynek C; pokój: 213 e-mail: krzysztof.dutkowski@tu.koszalin.pl; tel.: 94 34 78 228

Krótki opis tematyki badawczej ze wskazaniem problematyki naukowej (max. 350 słów)
Konieczność wymiany coraz większych ilości ciepła (lub jego magazynowania w okresie nadwyżki podaży) wymaga poszukiwania nowych rozwiązań również w obszarze płynnych nośników energii cieplnej. Ostatnio, coraz większym zainteresowaniem badaczy cieszą się materiały ulegające zmianie stanu skupienia (ang. Phase Change Material – PCM). Materiał PCM w postaci drobnych cząsteczek może stanowić wypełnienie zasobnika ciepła lub krążyć w instalacji. Aby zapobiec łączeniu się roztopionych cząstek materiału PCM zamyka się w kapsułkach, wielkości rzędu mikro- i nanometrów. Powszechnym materiałem PCM jest parafina. Parafina krążąca z cieczą roboczą ma za zadanie odbierać ciepło tak długo, aż ulegnie roztopieniu, a następnie (w innym miejscu obiegu) oddać to ciepło ulegając ponownemu zestaleniu. W efekcie temperatura płynu roboczego, mimo doprowadzenia znacznych ilości ciepła, może zmieniać się nieznacznie, co zapobiega, między innymi, stratom ciepła do otoczenia. Trwają liczne badania, których celem jest: 1) wyznaczenie własności (fizycznych, reologicznych, itp.) cieczy zawierającej dodatki mikrokapsułkowanego PCM; 2) badanie wpływu nowej cieczy roboczej na wymianę ciepła oraz opory przepływu w instalacjach; 3) badanie wpływu dodatków do cieczy bazowej na efektywność działania pomp ciepła, instalacji słonecznych, magazynów energii pozyskanej z OZE, itp. Potencjalny obszar zastosowania cieczy z dodatkiem mikrokapsułkowanego PCM jest nieograniczony i wynika jedynie z pomysłowości naukowca, zaś poszerzenie wiedzy w tej materii wymaga prowadzenia szeroko zakrojonych badań.

Uzasadnienie celowości podjęcia tematyki badawczej (max. 150 słów)
Postęp technologiczny sprawił, że możliwe jest otrzymywanie cząstek ciała stałego rozmiarów nanometrów, czy nawet pojedynczych atomów. Dodanie tak małych cząstek do cieczy, sprawia, że problemy techniczne typu sedimentacja przestały istnieć. Zyski wynikające z zastosowania dodatków do cieczy krążącej w układach wymiany ciepła stały się bardzo wymierne. Z jednej strony możliwe jest transportowanie większych ilości ciepła w układach tego wymagających. Z drugiej strony istnieje możliwość zmniejszenia wymiarów instalacji, gdzie zwiększenie transportu energii cieplnej nie jest wymagane. Ciągłe pojawianie się nowych materiałów sprawia, że wciąż aktualne są problemy badawcze, w tym, w obszarze inżynierii mechanicznej.
Proponowane tematy prac doktorskich w ramach zgłaszanej tematyki badawczej (do 3 tematów)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Badanie wpływu mikrokapsulek wypełnionych materiałem zmieniającym stan skupienia na efektywność cieplną cieczowego kolektora słonecznego</li> <li>2. Badanie możliwości wykorzystania parafiny do magazynowania ciepła z instalacji słonecznej</li> <li>3. Badanie wpływu materiału zmieniającego stan skupienia na parametry pracy wybranego elementu instalacji słonecznej</li> </ol>
Źródła finansowania tematyki badawczej (tematyka realizowanych obecnie grantów naukowych finansowanych ze źródeł zewnętrznych lub w ramach subwencji)
Środki wewnętrzne na działalność badawczą - subwencja
Potwierdzenie możliwości zapewnienia dostępu do aparatury naukowej oraz oprogramowania niezbędnego do realizacji proponowanej tematyki badawczej ( <i>niewłaściwe skreślić</i> )
W PEŁNI / CZĘŚCIOWO / BRAK
W przypadku odpowiedzi CZĘŚCIOWO lub BRAK proszę wskazać rodzaj brakującej aparatury naukowej i/lub oprogramowania oraz źródła finansowania dostępu do nich
-

Wykaz ważniejszych publikacji (maksymalnie 5), związanych z proponowaną tematyką badawczą, publikowanych w czasopismach indeksowanych w Web of Science lub Scopus za okres ostatnich 3 lat (z uwzględnieniem współczynnika wpływu czasopisma oraz punktacji MEiN)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dutkowski K., Kruzel M., Kaczmarek D., Nalepa B., Zajączkowski B., Valíček J., Harničárová M.: Influence of the Physical State of Microencapsulated PCM on the Pressure Drop of Suspension in a Circular Channel, <i>Materials</i> 2022, 15, 6719. <a href="https://doi.org/10.3390/ma15196719">https://doi.org/10.3390/ma15196719</a>, (IF 3,623; 140 pkt.)</li> <li>2. Kruzel M., Bohdal T., Dutkowski K., Radchenko M.: The Effect of Microencapsulated PCM Slurry Coolant on the Efficiency of a Shell and Tube Heat Exchanger, <i>Energies</i> 2022, 15, 5142. <a href="https://doi.org/10.3390/en15145142">https://doi.org/10.3390/en15145142</a> (140 pkt.)</li> <li>3. Bohdal, T.; Dutkowski, K.; Kruzel, M.: Experimental Studies of the Effect of Microencapsulated PCM Slurry on the Efficiency of a Liquid Solar Collector, <i>Materials</i> 2022, 15, 4493. <a href="https://doi.org/10.3390/ma15134493">https://doi.org/10.3390/ma15134493</a> (140 pkt.)</li> <li>4. Dutkowski, K.; Kruzel, M.; Bohdal, T. Experimental studies of the influence of microencapsulated phase change material on thermal parameters of a flat liquid solar collector, <i>Energies</i>, 14, 5135, 2021 (IF: 3.004; 140 pkt MEiN)</li> <li>5. Dutkowski K., Kruzel M.: Experimental investigation of the apparent thermal conductivity of microencapsulated phase-change-material slurry at the phase-transition temperature, <i>Materials</i>, 14, 4124, 2021 (IF: 3.004; 140 pkt MEiN)</li> </ol>

Wykaz grantów naukowych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz European Research Council, w których promotor brał udział w okresie ostatnich 5 lat

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju - Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014-2020, Szybka Ścieżka 6/1.1.1/2019: *Zasobnik wody ciepłej bez PCM i z zawartością PCM*

Wykaz usług badawczych realizowanych na rzecz przemysłu związanych z proponowaną tematyką badawczą za okres ostatnich 5 lat

-