



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Grzegorz Dombek
Politechnika Poznańska

Stypendysta projektu pt. „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski”, Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

Wpływ wybranych czynników na właściwości cieplne cieczy elektroizolacyjnych

Przedmiotem pracy doktorskiej jest analiza wpływu wybranych czynników na właściwości cieplne i fizykochemiczne cieczy elektroizolacyjnych. Analizowanymi właściwościami są: przewodność cieplna, lepkość, gęstość, rozszerzalność cieplna oraz ciepło właściwe. Badanymi czynnikami wpływającymi na właściwości cieplne i fizykochemiczne cieczy, mogącymi w istotny sposób wpływać na ich zmianę są: rodzaj cieczy elektroizolacyjnej, temperatura, zawilgocenie, zesterzenie i zawartość produktów starzenia (szlamy i osady). Wpływ wymienionych czynników może być pozytywny lub negatywny. Wpływ ten będzie determinować efektywność oddawania ciepła do otoczenia przez urządzenia elektroenergetyczne, co istotnie określa żywotność tychże urządzeń oraz bezpieczeństwo ich użytkowania. W pracy zbadane zostaną również właściwości cieplne i fizykochemiczne mieszanin oleju mineralnego, estru syntetycznego oraz estru naturalnego. Pozwoli to określić optymalną proporcję oleju mineralnego z estrami, przez co zapewnione zostaną jak najlepsze właściwości chłodzące powstałej mieszaniny, nie pogarszając przy tym dobrych właściwości elektrycznych i izolacyjnych, którymi charakteryzuje się olej mineralny.

Jak wcześniej wspomniano realizowana praca doktorska dotyczy zagadnień związanych z wykorzystaniem powszechnie stosowanych olei mineralnych oraz alternatywnych (nowych) cieczy elektroizolacyjnych, do których zalicza się przede wszystkim estry naturalne oraz estry syntetyczne. Związane jest to bezpośrednio z doskonaleniem projektowania i budowy urządzeń elektroenergetycznych chłodzonych cieczami elektroizolacyjnymi, przez co w przyszłości pozwoli uniknąć błędów w obliczeniach i symulacjach komputerowych na etapie ich konstrukcji.

Aktualny stan wiedzy przedstawia jedynie informacje dotyczące właściwości cieplnych i fizykochemicznych nowych cieczy elektroizolacyjnych. Brak jest jakichkolwiek informacji

dotyczących wpływu czynników takich jak stopień zawilgocenia, stopień zesterzenia, proporcja mieszania poszczególnych cieczy elektroizolacyjnych na właściwości determinujące jej zdolność do transportu ciepła.

Tematyka realizowanej pracy doktorskiej szeroko wpisuje się w *Regionalną Strategię Innowacji dla Wielkopolski na lata 2010-2020*. Swoim zasięgiem obejmuje takie kierunki strategiczne z punktu widzenia Wielkopolski jak: fizyka, ochrona środowiska, inżynieria materiałowa, energetyka, elektrotechnika oraz budowa maszyn. Interdyscyplinarny charakter realizowanej pracy doktorskiej spełnia tym samym postulaty *Regionalnej Strategii Innowacji* dotyczące zwiększania innowacyjności i konkurencyjności Wielkopolski oraz zastosowania zielonych technologii.

Badania przeprowadzane w trakcie realizacji pracy doktorskiej prowadzone są w sposób umożliwiający wykazanie wpływu różnych czynników na właściwości cieplne i fizykochemiczne cieczy elektroizolacyjnych. Warunki badań w dużej mierze odpowiadają warunkom eksploatacyjnym wysokonapięciowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych (transformatorów).

Główne założenia pracy doktorskiej obejmują realizację czterech zadań, będących głównymi założeniami pracy doktorskiej. Zadania te zostały przedstawione w poniższych akapitach.

Pierwsze zadanie w realizowanej pracy doktorskiej dotyczy skompletowania i przetestowania układów pomiarowych niezbędnych do zbadania właściwości cieplnych i fizykochemicznych cieczy elektroizolacyjnych. W ramach zadania zaprojektowano, zbudowano i przetestowano układy pomiarowe do pomiaru przewodności cieplnej, lepkości, gęstości, rozszerzalności cieplnej oraz ciepła właściwego cieczy elektroizolacyjnych. Układy te pozwolą na określenie wpływu wybranych czynników na właściwości cieczy elektroizolacyjnych istotne z punktu widzenia transportu ciepła do otoczenia.

Kolejnym zadaniem w realizowanej pracy doktorskiej jest przygotowanie próbek cieczy elektroizolacyjnych wykorzystywanych do badań. Przygotowywane są próbki cieczy elektroizolacyjnych o różnym stopniu zesterzenia i zawilgocenia. Do badań wykorzystywane są również próbki cieczy elektroizolacyjnych o różnych procentowych stężeniach oleju mineralnego, estru syntetycznego i naturalnego. Wszystkie próbki cieczy elektroizolacyjnych przygotowywane są z zachowaniem warunków odpowiadającym warunkom eksploatacji cieczy elektroizolacyjnych w urządzeniach elektroenergetycznych (transformatorach).

Trzecim głównym założeniem pracy doktorskiej są pomiary właściwości cieplnych i fizykochemicznych cieczy elektroizolacyjnych, warunkujących skuteczność oddawania ciepła przez ciecz do otoczenia. Przy wykorzystaniu układów pomiarowych wykonanych w ramach zadania pierwszego oraz próbek cieczy elektroizolacyjnych przygotowanych w ramach zadania drugiego prowadzone są badania przewodności cieplnej, lepkości, gęstości,

rozszerzalności cieplnej oraz ciepła właściwego przygotowanych próbek cieczy elektroizolacyjnych. Wszystkie badania wykonywane są dla temperatury: 25°C, 40°C, 60°C i 80°C, przez co możliwe będzie określenie zdolności poszczególnych cieczy elektroizolacyjnych w różnych warunkach jej eksploatacji.

Ostatnie założenie realizowanej pracy doktorskiej obejmuje wyznaczenie zdolności cieczy elektroizolacyjnych do transportu ciepła. Zdolność ta rozumiana jest jako przyrost temperatury między uzwojeniami transformatora a jego obudową. Przewiduje się wyznaczenie zdolności do transportu ciepła w dwojaki sposób, tzn. analitycznie (na podstawie wzorów) oraz na podstawie symulacji komputerowej pola temperaturowego. Otrzymane wyniki, dotyczące poszczególnych spadków temperatury w różnych cieczach elektroizolacyjnych odniesione zostaną do analogicznych wyników dotyczących spadków temperatury w transformatorze wypełnionym olejem mineralnym. Jeżeli spadki temperatury w alternatywnych cieczach elektroizolacyjnych (estry naturalne, estry syntetyczne) i mieszaninach cieczy elektroizolacyjnych oraz izolacji stałej nimi zaimpregnowanej okażą się mniejsze oznaczać to będzie, że ciecze te posiadają lepsze właściwości chłodzące w odniesieniu do mineralnych olejów transformatorowych.

Zrealizowanie treści głównych założeń pracy doktorskiej może w bardzo dużym stopniu przysłużyć się potencjalnym przedsiębiorcom, zajmującym się projektowaniem i budową transformatorów energetycznych oraz układów izolacyjnych, działających w branży elektroenergetycznej na terenie województwa wielkopolskiego. W związku z tym, że w dostępnej literaturze brak jest informacji dotyczących wpływu analizowanych w pracy czynników na właściwości cieplne i fizykochemiczne cieczy elektroizolacyjnych, wyniki badań otrzymanych w ramach realizacji pracy doktorskiej przyczynią się do uzupełniania tych informacji stanowiąc element nowej wiedzy dotyczącej transportu ciepła przez ciecz. Wiedza ta pozwoli przedsiębiorcom związanym z branżą elektroenergetyczną na terenie województwa wielkopolskiego uniknąć błędów w obliczeniach i symulacjach komputerowych już na etapie konstrukcji transformatora i układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych. Przyczyni się to w znacznym stopniu do ograniczenia kosztów i awaryjności urządzeń elektroenergetycznych, przez co bezpośrednio wpłynie na jakość i konkurencyjność produktu oferowanego przez firmy z Wielkopolski.

Ponadto, wdrożenie wyników badań nad estrami naturalnymi i syntetycznymi (ciecze niepalne i biodegradowalne), stanowiącymi również obiekt badań w pracy doktorskiej pozwoli na zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorców z branży elektroenergetycznej z terenów województwa wielkopolskiego. Tym sposobem realizowana praca doktorska oferuje województwu wielkopolskiemu nowoczesny i funkcjonalny produkt, który może konkurować zarówno z rozwiązaniami krajowymi, jak i międzynarodowymi. Z punktu widzenia odbiorców polityka oparta na innowacyjnych rozwiązaniach proponowanych przez wytwórców urządzeń

elektroenergetycznych będzie deklaracja, że firma z terenów województwa wielkopolskiego dąży do zaspokojenia ich potrzeb i oczekiwań, a także nadąża za tendencjami wynikającymi z coraz bardziej rygorystycznych przepisów i dyrektyw Unii Europejskiej dotyczących ochrony środowiska naturalnego.

Unikatowym efektem realizowanej pracy doktorskiej będzie zaoferowanie przedsiębiorcą z terenów województwa wielkopolskiego wykwalifikowanej kadry o niekonwencjonalnych i nowatorskich umiejętnościach. Zatrudnienie wykwalifikowanej kadry (specjalistów w branży elektroenergetycznej) skutkować będzie zwiększeniem udziału innowacyjnych produktów wielkopolskiej gospodarki w rynku polskim, co bezpośrednio przełoży się na tworzenie trwałych i lepszych miejsc pracy.