

STRESZCZENIE PRACY DOKTORSKIEJ
ANALIZA ZJAWISK CIEPLNYCH I PRZEPLYWOWYCH PRZY WYLADOWANIU KORONOWYM

autor: **mgr inż. Rafał Galek**

promotor: dr hab. inż. Piotr Strzelczyk, prof. PRz

słowa kluczowe: przepływ elektrohydrodynamiczny, wyładowanie koronowe, wymiana ciepła

W pracy przedstawiono metody i wyniki badań zjawiska przepływu generowanego wyładowaniem koronowym oraz jego wpływu na wymianę ciepła przy chłodzeniu uderzeniowym. Dokonano przeglądu aktualnego stanu wiedzy o badanych zjawiskach, nakreślono cele i zakres pracy, a także przedstawiono fizyczne podstawy wyładowania koronowego i spowodowanej nim siły elektrohydrodynamicznej. Jako przedmiot badania wybrano elektrohydrodynamiczny generator przepływu o konfiguracji elektrod typu igła-cylinder. W celu przeprowadzenia symulacji numerycznych zjawiska sformułowano uproszczony model matematyczny ze szczególnym uwzględnieniem warunku brzegowego iniekcji ładunku, dla którego zaproponowano modyfikację w stosunku do używanej dotychczas metodyki. Wyniki symulacji w postaci pola prędkości pozwoliły zaobserwować charakterystyczne cechy przepływu elektrohydrodynamicznego w badanej geometrii. Badania eksperymentalne przepływu obejmowały rejestrację promieniowych profili prędkości na wylocie generatora za pomocą termooanemometru stałotemperaturowego. Uzyskane eksperymentalnie profile prędkości porównano z wynikami obliczeń numerycznych uzyskując zadowalającą zgodność dla większości badanych konfiguracji parametrów generatora. Mając na uwadze potencjalne praktyczne zastosowanie przepływu elektrohydrodynamicznego do chłodzenia uderzeniowego komponentów elektronicznych lub innych niewielkich części urządzeń wykonano pomiary rozkładu współczynnika przejmowania ciepła na powierzchni chłodzonej strugą elektrohydrodynamiczną. Wyniki posłużyły do zidentyfikowania konfiguracji generatora najbardziej przydatnej pod kątem chłodzenia punktowego, jak również chłodzenia większych powierzchni. Dane eksperymentalne przedstawione w postaci liczb bezwymiarowych pozwoliły na sformułowanie zależności średniej liczby Nusselta i liczby Nusselta w punkcie stagnacji od parametrów generatora. Zależności te wykorzystane być mogą do oceny przydatności elektrohydrodynamicznego generatora przepływu do chłodzenia uderzeniowego w konkretnych praktycznych zastosowaniach.

Rzeszow University of Technology

Rzeszów, 27.04.2021

DOCTORAL THESIS ABSTRACT
ANALYSIS OF THERMAL AND FLOW PHENOMENA IN CORONA DISCHARGE CONDITIONS

author: **Rafał Galek, MSc**

supervisor: Associate Professor Piotr Strzelczyk, PhD, DSc

keywords: electrohydrodynamic flow, corona discharge, heat transfer

The thesis presents methods and results of the investigation of the flow induced by corona discharge and its effect on the heat transfer in impingement cooling conditions. The current state of knowledge in regard to the investigated phenomena has been reviewed which served as a basis to formulate the aim and scope of the work. A physical foundations of the corona discharge theory and the electrohydrodynamic force generation have also been presented. An electrohydrodynamic flow generator of the needle-cylinder type has been chosen as investigation subject. In order to conduct numerical simulations of the phenomena, a simplified mathematical model has been formulated with a particular regard to the charge injection boundary condition. A modification of the commonly used form of this boundary condition has been proposed. The results of the simulations in the form of the velocity field allowed the observation of the characteristic features of the electrohydrodynamic flow in investigated geometry. Experimental study of the flow consisted in the measurement of the velocity profiles at the outlet of the generator with constant temperature anemometer. Experimental profiles have been compared with the numerical results and the satisfactory agreement has been observed between those datasets for most of the investigated configurations of the generator. Considering a potential application of the electrohydrodynamic flow for impingement cooling of the electronic components or other small parts of various devices a measurement of the heat transfer coefficient distribution at the surface cooled with an electrohydrodynamic jet has been performed. The results have been used to identify the best configurations of the generator for the point- and surface-cooling applications. Experimental data in nondimensional form were used to formulate the expressions describing dependence of the mean Nusselt number and stagnation point Nusselt number on the generator parameters. These formulas may found their practical use in assessment of the applicability of the electrohydrodynamic flow generator for impingement cooling purposes.