

## **„Zjawiska elektrohydrodynamiczne (EHD) w ośrodkach gazowych z powierzchniowym wyładowaniem barierowym”**

Tematem eksperymentalnych badań niniejszego projektu są zjawiska elektrohydrodynamiczne (EHD) w ośrodkach gazowych generowane przez powierzchniowe elektryczne wyładowanie barierowym, zwane wyładowaniem SDBD (Surface Dielectric-Barrier Discharge). Aktualnie tym zagadnieniem zajmuje się wiele poważnych ośrodków akademickich i przemysłowych na świecie, m.in. pod kątem zastosowania zjawiska EHD z wyładowaniem SDBD (lub innymi wyładowaniami elektrycznymi) do kształtowania i kontroli przepływu powietrza wokół skrzydeł samolotów. Obecnie obserwuje się pewne zahamowanie postępu w aplikacjach aerodynamicznych wyładowania SDBD. Szansę na wyjście z tej stagnacji upatruje się w głębszym zrozumieniu podstaw fizycznych wyładowań elektrycznych i ich zdolności do generowania przepływów EHD. Celem niniejszych badań było poszerzenie interdyscyplinarnej wiedzy o fizyce i mechanizmach zjawisk EHD generowanych przez wyładowanie SDBD w jedno- (np. w powietrzu) i dwufazowych przepływach gazowych (np. w mieszaninie powietrze-mikrocząstki). Przy tak postawionym celu nieuniknione było wykonanie badań podstawowych samego wyładowania SDBD. Podczas realizacji powyższych badań okazało się, że powinny one zostać uzupełnione wybranymi badaniami wyładowania koronowego i towarzyszących mu zjawisk EHD w powietrzu i ośrodku dwufazowym powietrze-mikrocząstki. Potrzeba ta wynikała z ewentualnych korzyści, jakie może przynieść analiza podobieństw istniejących między oboma wyładowaniami. Wykonane przez nas badania wyładowania koronowego i towarzyszących mu zjawisk EHD ułatwiły nie tylko interpretację wyników badań wyładowania SDBD, ale także zaowocowało nowymi wynikami naukowymi w dziedzinie zjawisk EHD generowanych przez wyładowanie koronowe oraz informacjami o jego potencjale do generacji przepływów EHD.

W zakresie materialnym niniejszego projektu badawczego powstała infrastruktura eksperymentalna i diagnostyczna do zaawansowanych badań elektryczno-optycznych plazmy i wyładowań elektrycznych oraz towarzyszących im przepływów EHD w powietrzu i ośrodku dwufazowym powietrze-mikrocząstki. W obszarze naukowym zainicjowany został nowy kierunek badań dotyczący wyładowań elektrycznych w ośrodkach dwufazowych (np. powietrze-mikrocząstki). Osiągnięciem projektu są zarówno wyniki dotyczące wizualizacji oraz opis morfologii i właściwości wyładowania SDBD w powietrzu, jaki i wyniki eksperymentalnych badań właściwości elektrycznych wyładowania SDBD w ośrodku dwufazowym powietrze-mikrocząstki oraz badania przepływu EHD tych mikrocząstek. Wykazana została możliwość użycia wyładowania SDBD do elektrofiltracji gazowych ośrodków dwufazowych. Oprócz pionierskich badań właściwości wyładowania SDBD i przepływów EHD w ośrodku dwufazowym powietrze-mikrocząstki osiągnięciem projektu są wyniki podobnych badań dla przypadku wyładowania koronowego.

Wyniki badań zrealizowanych w projekcie są wkładem do lepszego zrozumienia fizyki generacji wyładowań SDBD i koronowego i towarzyszących im przepływów EHD. Umożliwią one postawienie nowych hipotez teoretycznych. Nasza propozycja ukierunkowania badań podstawowych (a także aplikacyjnych) wyładowań elektrycznych na ośrodki dwufazowe poszerza obszar działalności dyscypliny „wyładowania elektryczne”.

Mimo niewątpliwie podstawowego charakteru zrealizowanych badań, odnoszą się one do wielu zagadnień praktycznych, m.in. do budowy mikroelektrofiltrów do usuwania zanieczyszczeń pyłowych i mikrobiologicznych w niewielkich pomieszczeniach, np. pokojach szpitalnych.

Wyniki uzyskane w niniejszym projekcie zostały już rozpropagowane poprzez opublikowanie ich w poważnych czasopismach naukowych jako jedna z form naszego wkładu do postępu w dziedzinie „wyładowania elektryczne w jedno- i dwufazowych ośrodkach gazowych”.

## **“Electrohydrodynamic (EHD) phenomena in gaseous media with surface dielectric barrier discharge”**

In this project electrohydrodynamic (EHD) phenomena in the gaseous media, which are generated by the surface dielectric barrier discharge (SDBD) has been investigated experimentally. At present this subject is studied in many academic and industrial research centres. The majority of these studies is focused on the application of the so called SDBD plasma actuators for modifying and controlling the airflow around air-plane wings. However, despite the substantial efforts made in the recent years there is not any essential progress in the practical improvement of SDBD plasma actuators in terms of the actuator effectiveness for the aerodynamic applications. It is a common opinion that the behaviour of the SDBD on the dielectric surface is a key point for improving the performance of SDBD plasma actuators, and that this stagnation can be overcome if the better knowledge on the physical fundamentals of electric discharges and their capability of producing the EHD flow is gained. Therefore, our project has been aimed at enhancing the interdisciplinary knowledge of the physical fundamentals and mechanisms of EHD phenomena induced by the SDBD in single- (e.g. in air) and two-phase gaseous flows (e.g. in mixtures of air and microparticles). Ensuring such an objective necessitates a deeper study of the fundamentals of SDBD. When performing the research on the SDBD and EHD flow induced by it, we realized that our tasks had to be complemented with the selected research on the corona discharge and EHD flow induced in air and two-phase medium: air-microparticles. We expected that such an approach gives useful information due to close similarity of both discharges, the SDBD and corona. As it appeared, the results of our studies on the corona discharge and the EHD phenomena induced by it were helpful in the interpretation of the results obtained when studying the SDBD. Moreover, our study of the corona discharge resulted in new data in the field of EHD phenomena generated by the corona discharge. One of them is the potential of corona discharge for generation of relatively strong EHD flows.

This project resulted in experimental and diagnostic infrastructures for advanced studies of the electrical and optical properties of electric discharge plasmas and the induced EHD flows in air and two-phase medium: air-microparticles. In terms of scientific achievements, a new research field, which pertains to the electric discharges in gaseous two-phase media has been initiated. The essential achievements of the projects are the results on visualisation and description of the morphology and characteristics of the SDBD in air as well as in the two-phase medium: air-microparticles. Also the results on EHD flow structures of the microparticles are an important achievement. No less important is the demonstration that the SDBD can be employed for the electrofiltration of two-phase gaseous media. In addition to the frontier research on the SDBD and EHD flow induced by it in the two-phase gaseous medium, also the similar research on the corona discharge and EHD flow, accompanying it, has brought important results.

The new fundamental knowledge gained in this project is a valuable contribution to better understanding the physics of generation of the SDBD and corona discharge and EHD flows induced by them. This new knowledge is expected to be useful for the validation of the existing models and the proposal of more realistic models of the EHD phenomena generated by the electric discharges. Our proposal to give rise to a new research direction: “electric discharges in two-phase media” increases the activity field of the electric discharges.

Despite the undoubtedly fundamental character of our research, they refer to the practical applications of electric discharges, among others to the manufacturing of microelectrofilter for collecting dust and microbiological hazards in small rooms, e.g. in hospitals.

The results obtained in this projects have been already disseminated through publishing them in recognised and respected journals. This is one form of our contribution to the progress in the field of “electric discharges in single- and two-phase media”.