

Łódź, 24.03.2016 r.

mgr inż. Krzysztof Olasek  
Instytut Masz Przepływowych  
Politechnika Łódzka

Streszczenie pracy doktorskiej pt.:  
**„Bezinwazyjna metoda wyznaczania obciążeń aerodynamicznych na  
podstawie pomiarów PIV”**

Podstawowym celem dysertacji było opracowanie eksperymentalnej metody wyznaczania sił działających na profile aerodynamiczne (siła nośna i oporu) dzięki zaawansowanej analizie pól prędkości otrzymanych metodą anemometrii obrazowej PIV (Particle Image Velocimetry). Proponowana metoda ma charakter bezinwazyjny ze względu na optyczny pomiar pól prędkości przepływu. W związku z tym, możliwe jest odizolowanie obiektu badań od aparatury pomiarowej lub elementów stanowiska, które wprowadzone do przepływu zaburzają go oraz stanowią dodatkowe źródło błędu pomiaru mierzonych wielkości fizycznych.

Opierając się na fundamentalnych równaniach mechaniki płynów można wykazać, iż w celu wyznaczenia siły nośnej i oporu wystarczająca jest jedynie informacja o rozkładzie prędkości wokół badanego obiektu. Z uwagi na to, przyjęto, iż pomiar pola prędkości (PIV) stanowi wystarczające źródło informacji do wyznaczenia sił aerodynamicznych. Algorytm wyznaczania siły nośnej użyty w pracy opiera się na obliczeniach cyrkulacji prędkości uzyskanej poprzez całkowanie pola prędkości po zamkniętej krzywej wokół badanego profilu aerodynamicznego. Istotnym elementem opracowanej metody jest autorski algorytm określający optymalny rozmiar krzywej całkowania. W celu wyznaczenia siły oporu wykorzystano analizę zmiany pędu płynu w objętości kontrolnej zawierającej badany profil aerodynamiczny. W pracy zaproponowany został algorytm rekonstrukcji pola ciśnienia statycznego wyłącznie na podstawie pola prędkości co pozwoliło na dobór relatywnie małych objętości kontrolnych przy zachowaniu zadowalającej dokładności pomiaru siły.

W początkowym etapie prac przeprowadzono gruntowną modernizację stanowiska pomiarowego (tunel aerodynamiczny IMP PŁ). Sekcja testowa została przystosowana do optycznych pomiarów prędkości przepływu oraz przeprowadzono dokładną oceną jakości przepływu (pomiaru poziomu turbulencji oraz rozkładu prędkości). Docelowe pomiary pól prędkości metodą PIV wykonano dla opływu profili aerodynamicznych z rodziny NACA. Do analizy uzyskanych pól prędkości wykorzystano autorskie oprogramowanie stworzone od podstaw w ramach realizowanej pracy w środowisku MATLAB. W celu weryfikacji i kalibracji implementowanych modeli obliczeniowych użyto referencyjnych wyników symulacji CFD uzyskanych w programie ANSYS CFX dla opływu profilu NACA0012 w warunkach odpowiadającym wykonanym badaniom eksperymentalnym.

Efektom przeprowadzonych badań było uzyskanie charakterystyk współczynników siły nośnej oraz siły oporu w funkcji kąta natarcia dla dwóch przebadanych profili aerodynamicznych oraz dwóch wartości prędkości przepływu (odpowiadających liczbom Reynoldsa  $Re=0,7 \cdot 10^5$  i  $Re=1,4 \cdot 10^5$ ). Uzyskano wyjątkową dobrą zgodność wyznaczonych eksperymentalnie charakterystyk siły nośnej z wynikami referencyjnymi (rozbieżności na poziomie ok. 5%) oraz zadowalającą zgodność w przypadku charakterystyk sił oporu (max. rozbieżności poniżej 20%).

