

W ostatnich latach kontrola przepływu, w tym kontrola warstw przyściennych stała się ważnym obszarem badań w zakresie mechaniki płynów. Główną siłą napędową tych badań jest konieczność zmniejszenia zużycia paliwa, a tym samym emisji CO₂, co jest zwłaszcza istotne w przypadku transportu lotniczego, transportu drogowego, czy morskiego. W przypadku nowoczesnego samolotu, opór tarcia to około 60 procent całkowitego oporu, podczas gdy reszta jest głównie opór kształtu. W związku z tym badania zarówno w zakresie oporu tarcia, ale także oporu kształtu są niezbędne w celu zmniejszenia oporu całkowitego. Od szeregu lat testowane są różne metody kontroli przepływu, jednak większość z nich nie jest wystarczająco wydajna, przy czym wynika to często z braku wiedzy na temat podstaw fizycznych ich oddziaływania na przepływ. Dotyczy to zwłaszcza przepływu z możliwym oderwaniem, występującym min. w fazie startu samolotu, będącego efektem silnego gradientu ciśnienia (APG). Dodatkowo, współczesne modele numeryczne stosowane przy komputerowym projektowaniu maszyn przepływowych są wciąż niewystarczająco dokładne aby efektywnie i wydajnie optymalizować ich geometrię oraz prawidłowo przewidzieć pojawiające się oderwanie.

Głównym celem projektu jest zdobycie nowej wiedzy na temat turbulენტnej warstwy przyściennej w pobliżu oderwania, lub już oderwanej, dla szerokiego zakresu liczby Reynoldsa. Zagadnienie to stanowi obecnie bardzo ważny problem poznawczy w mechanice płynów a dodatkowo analizowany typ przepływu jest uważany za jedno z najtrudniejszych wyzwań dla zrozumienia i opisu zjawiska turbulencji. Wiadomym jest, że struktura przepływu w pobliżu omywanej powierzchni jest podyktowane dynamiką struktur wirowych. Ponieważ ten ruch zorganizowany odgrywa kluczową rolę w produkcji i dyssypacji energii kinetycznej w przepływie przyściennym, ich analiza jest niezbędna dla opracowania nowych strategii kontroli przepływu. W projekcie szczególny nacisk zostanie położony na badanie tzw. metod pasywnych. Oprócz klasycznych, pasywnych metod kontroli przepływu zostanie podjęta próba opracowania nowej oryginalnej metody opartej na niedawno uzyskanej wiedzy o zachowaniu struktur wirowych w turbulენტnych warstwach przyściennych (TBL), w tym zwłaszcza zjawiska oddziaływania dużych wirów na małe struktury wirowe znajdujące się tuż przy ścianie.

Proponowany projekt opiera się na wynikach uzyskanych w ramach poprzedniego projektu badawczego finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, w ramach którego został zaprojektowane oryginalne stanowisko badawcze umożliwiające badania zarówno oderwanej, jak i będącej w pobliżu oderwania turbulენტnej warstwy przyściennej. Celem projektu jest zbadanie wpływu liczby Reynoldsa oraz gradientu ciśnienia APG w szerokim zakresie tych parametrów aby można było uogólnić wyniki badań, w tym zwłaszcza te dotyczące wzajemnego oddziaływania struktur wirowych. Wyjaśnienie zachowania struktur wirowych w zadanych warunkach przepływowych pozwoli na lepsze poznanie fizyki przepływu w pobliżu oderwania dla przypadku z kontrolą i bez kontroli przepływu oraz usprawni proces modelowania.

Badania eksperymentalne turbulენტnej warstwy przyściennej będą przeprowadzane w Instytucie Maszyn Ciepłych PCz na stanowisku wyposażonym w otwarty tunel aerodynamiczny i sekcję pomiarową składającą się z płaskiej płyty o długości blisko 7000 mm. Badania eksperymentalne będą rozszerzone o badania numeryczne z wykorzystaniem kodu akademickiego SAILOR opracowanego w Instytucie Maszyn Ciepłych PCz. Kod ten wykorzystuje metodę LES (Large Eddy Simulation) w połączeniu z metodą tzw. zanurzonego brzegu (IBM).

Uzyskane wyniki badań eksperymentalnych i numerycznych mogą być szczególnie użyteczne w rozwoju nowych systemów kontroli przepływu oraz mogą przyspieszyć postęp naukowy i rozszerzyć wiedzę w zakresie przepływów przyściennych, w tym przepływów z oderwaniem. Wyniki te mogą być wykorzystane do oceny lub modyfikacji obecnych, jak i nowych rozwiązań konstrukcyjnych, np. dla aeronautyki.