



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Robert Kłosowiak

Politechnika Poznańska / Katedra Techniki

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

Analiza przepływu strugi osiowosymetrycznej wpływającej do nieruchomego ośrodka z wykorzystaniem analiz numerycznych oraz badań eksperymentalnych

Badania prowadzone w pracy doktorskiej są ściśle związane z poprawą pracy maszyn i urządzeń cieploprzepływowych. Pompy, wentylatory, sprężarki, turbiny, wymienniki ciepła to urządzenia, które konwertują i przekształcają różne formy energii. Jakość pracy tych urządzeń określa się sprawnością, na której wartość wpływają procesy i zjawiska zachodzące podczas transportu lub konwersji energii. W swojej pracy doktorskiej zajmuję się analizą zjawisk zachodzących podczas przepływu strumienia płynu pod względem jakościowym i ilościowym mającym bezpośredni wpływ na przekazywanie energii w urządzeniach cieploprzepływowych. Podjęte badania symulują przepływ gazu występujący w wielu urządzeniach i maszynach cieploprzepływowych, między innymi w komorach spalania, kanałach przepływowych turbin i sprężarek. Nieodzownym elementem przepływu strugi jest chłodzenie lub nagrzewanie (palniki) i intensyfikacja zjawisk wymiany ciepła. Badania prowadzone w ramach rozprawy doktorskiej zostały zastosowane w projekcie „Wielkopowierzchniowego urządzenia myjącego” realizowanego przez Politechnikę Poznańską w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013.

Przepływy w mechanice płynów możemy podzielić na dwa rodzaje: laminarny i turbulentny. Kryterium określające rodzaj przepływu opisane jest liczbą Reynoldsa zdefiniowana jako stosunek sił bezwładności do sił tarcia wewnętrznego. Analizując dane literaturowe przedstawiające wyniki wieloletnich badań wiemy już, że sama liczba Reynoldsa, której używa się do określenia charakteru przepływu strugi, nie jest wystarczająca do pełnego opisu turbulencji, ponieważ nie daje nam informacji o wielkościach wirów decydujących o turbulentnych procesach transportu masy, pędu i energii. Dlatego w swojej pracy zająłem się opisem zjawiska turbulencji niezwiązanym z liczbą Reynoldsa, a

intensyfikację wymiany ciepła opisuję na podstawie rozkładów prędkości osiowej i promieniowej oraz ich fluktuacji.

Pionierskim i innowacyjnym przedsięwzięciem jest zastosowanie nowoczesnych materiałów w celu intensyfikacji wymiany ciepła w obszarze turbulentnego strumienia gazu. Nanorurki węglowe znakomicie przewodzą ciepło wzdłuż swojej struktury, wartość natężenia cieplnego (strumień ciepła) może wynosić nawet 5000 W/m^2 (aluminium 235 W/m^2 , miedź 400 W/m^2) wytrzymują wysokie temperatury i doskonale nadają się, jako materiał konstrukcyjny, ponieważ ich właściwości mechaniczne są lepsze niż większość stali. Jest to przedsięwzięcie, które do tej pory nie zostało opisane, a wstępne przeprowadzone analizy i badania w Katedrze Techniki Ciepłej wskazują na zmianę warunków brzegowych przy ścianie, co może wpłynąć na poprawę zjawisk wymiany ciepła.

Badania prowadzone w pracy doktorskiej zawierają analizy numeryczne oraz badania eksperymentalne i zasadniczo podzielone są na dwa etapy. Pierwszy z nich dotyczy analizy strugi osiowosymetrycznej wpływającej do cylindrycznego naczynia nazywanego komorą nawrotną. Do badań wytypowana została struga osiowosymetryczna, jako struktura najczęściej występująca w wielu maszynach i urządzeniach cieplnoprzepływowych (procesy spalania cieczy i gazu, układy tłokowe oraz wtryskowe w silnikach spalinowych, układy mieszalnikowe, palisady turbinowe i sprężarkowe, w procesach wytwarzania stali i tworzyw sztucznych do utrzymywania odpowiedniej temperatury podczas procesu). Drugi etap badań związany jest z intensyfikacją wymiany ciepła na ścianie uderzanej komory nawrotnej z zastosowaniem nanorurek węglowych. W celu wizualizacji zjawisk zachodzących w warstwie przyściennej planuje się użycie kamery termowizyjnej. Zastosowane analizy numeryczne również daje możliwość wizualizacji przepływu, które wykonane będą przy użyciu programu Ansys CFX, bazującego na metodzie objętości skończonych. Symulacje zostaną przeprowadzone dla warunków brzegowych uzyskanych w eksperymencie. Celem symulacji numerycznych jest jakościowe porównanie wyników z eksperymentem i wytypowania dalszych kierunków rozwoju. Badania eksperymentalne i analizy numeryczne, które prowadzę w ramach Działalności Statutowej dotyczą przepływu strugi spalin w części konwekcyjnej kotłów dają możliwości zwiększenia intensyfikacji wymiany ciepła. Zintensyfikowanie wymiany ciepła w części konwekcyjnej kotła pozwoli na obciążenie tej samej konstrukcji znacznie większą mocą cieplną. Natomiast w celu utrzymania stałego obciążenia cieplnego zostanie zaprojektowana nowa konstrukcja, w oparciu o wartości prędkości i ich fluktuacje, a nie o liczbę Reynoldsa. Sytuacja ta dotyczy również innych elementów kotła. Ze względów ekologicznych zwiększyć ma się ilość energii produkowanej ze źródeł odnawialnych między innymi z biomasy. Z tego względu nie ma możliwości wykluczenia tego typu kotłów z procesu przetwarzania energii, co wymusza na producentach tych urządzeń wprowadzenie procesu optymalizacji konstrukcji. Przyczyni się to do rozwój

nowych konstrukcji kotłów i wzrostu konkurencyjności zakładów kotlarskich z terenów Wielkopolski. Następstwem tego będzie stworzenia nowych miejsc pracy dla wykwalifikowanych specjalistów z zakresu małej energetyki cieplnej. Producenci kotłów w celu rozpowszechniania wiedzy dotyczącej ochrony środowiska mają możliwość znakowania kotłów, jako niskoemisyjne i bardziej ekologiczne. Przyczynia się to do wzrostu świadomości ekologicznej oraz konkurencyjności firm kotlarskich z terenu Wielkopolski. Wprowadzenie innowacyjnej technologii budowy kotła przyczyni się do umocnienia pozycji lidera w Polsce. .