

**Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego**  
**Wydział Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa**  
**Instytut Techniki Lotniczej**  
**Zakład Aerodynamiki i Termodynamiki**

**Streszczenie pracy doktorskiej**

**mgr inż. Maciej Majcher**

**„NUMERYCZNA ANALIZA TRÓJWYMIAROWYCH PRZEPIYWÓW  
W KLUCZOWYCH ELEMENTACH WENTYLATORÓW OSIOWYCH”**

**Promotor: dr hab. inż. Stanisław Wrzesień**

**Promotor pomocniczy: mjr dr inż. Michał Frant**

Celem pracy było opracowanie metodyki badań przepływów w kluczowych elementach konstrukcyjnych pozwalających na analizę skutków „niewłaściwej aerodynamiki” takich elementów rzutujących na niską sprawność wentylatorów osiowych.

Realizując założony cel wykonano projekty analityczne dwóch wentylatorów oraz przeprowadzono szereg badań doświadczalnych oraz numerycznych a pracę podzielono na sześć rozdziałów.

W rozdziale pierwszym pracy krótko omówiono historię rozwoju maszyn przepływowych z ukierunkowaniem na wentylatory osiowe. Przedstawiono podział wentylatorów, ich główne zastosowanie oraz podstawowe charakterystyki. Dokonano przeglądu metod analizy przepływów w wieńcach łopatkowych wentylatorów osiowych do których należą: metody analityczne, doświadczalne i numeryczne. W zakresie metod numerycznych szczególną uwagę poświęcono metodzie objętości skończonych. Wyszczególniono wady i zalety powyższych metod jak i przedstawiono problematykę związaną z modelowaniem turbulencji. Dokonano przeglądu aktualnego stanu zagadnień projektowania wentylatorów osiowych. Rozdział zakończono postawieniem tezy pracy, która brzmi: *„Numeryczna analiza pól przepływu czynnika roboczego w kluczowych elementach wentylatorów osiowych pozwala na skuteczną eliminację obszarów niewłaściwych struktur przepływu wpływających na sprawność wentylatorów”*

W rozdziale drugim pracy przedstawiono syntetyczny algorytm projektowania wentylatorów osiowych bazujący na modelu palisady prostoliniowej oraz algorytmach prezentowanych szerokiej literaturze przedmiotu. Podano metodykę wyznaczania teoretycznych charakterystyk wentylatorów jak również pokazano efekt końcowy analitycznego projektowania w postaci danych liczbowych dla dwóch wentylatorów w układzie wieniec wirnikowy - wieniec kierownic o założonych parametrach pracy.

W rozdziale trzecim omówiono budowę stanowiska doświadczalnego do badania wentylatorów osiowych, zbudowanego w oparciu o zapisy zawarte w normie PN-EN ISO 5801:2008 *„Wentylatory przemysłowe – Badania charakterystyk działania na stanowiskach*

znormalizowanych”. Zaprezentowano autorskie rozwiązanie sondy do pomiaru ciśnienia całkowitego i statycznego w przekroju pomiarowym ww. stanowiska. Omówiono również metodykę wyznaczania charakterystyk wentylatorów osiowych na stanowisku doświadczalnym. Zaprezentowano algorytm obliczania charakterystyk wentylatorów osiowych na podstawie uzyskanych danych eksperymentalnych uzyskanych na podstawie przeprowadzonych badań doświadczalnych.

Rozdział czwarty pracy stanowi najobszerniejszy rozdział pracy. Omówiono w nim budowę modeli oraz siatek obliczeniowych na potrzeby przeprowadzenia serii badań numerycznych. Pokazano numeryczną analizę wpływu ilości elementów siatki na wyniki symulacji przepływu. Dokonano analizy wyników wpływu wybranych parametrów geometrycznych wieńców łopatkowych na charakterystyki wentylatorów osiowych. Analizy obejmowały wpływ na parametry pracy wentylatorów:

- wartości szczeliny wierzchołkowej;
- grubości krawędzi spływu łopatki wirnikowej;
- profilowania łopatek kierowniczych;
- grubości względnej profilu łopatek wirnikowych;
- liczby łopatek wieńca wirnikowego.

Wyniki podano w postaci przebiegu charakterystyk jak również w postaci wykresów rastrowych a ich analizy przeprowadzono pod kątem jakościowym i ilościowym.

Rozdział piąty pracy poświęcono porównaniu wyników symulacji numerycznych z wynikami obliczeń analitycznych oraz z wynikami badań doświadczalnych, przeprowadzonych na stanowisku omówionym w rozdziale trzecim. Omówiono również wyniki badań końcowych wentylatora lutniowego o oznaczeniu WL, który został zaprojektowany w trakcie trwania projektu UOD-DEM-1-407/001 „Wysokowydajne wentylatory lutniowe nowej generacji dla górnictwa podziemnego i odpylaczy suchych z mechanicznym systemem regeneracji filtrów oraz odpylacz suchy z mechanicznym systemem regeneracji filtrów”. Analizy uzyskanych wyników przeprowadzono pod kątem ilościowym jak i jakościowym.

Rozdział szósty pracy zawiera wnioski końcowe. Dotyczą one między innymi zaproponowanego algorytmu analityczny projektowania wentylatorów osiowych, który okazał się skutecznym narzędziem do wykonywania projektów wstępnych co wskazuje, iż z powodzeniem może stanowić punkt wyjścia dalszych prac mających na celu uzyskanie zakładanych poziomów sprawności wentylatorów osiowych. Potwierdzono rolę analizy porównawczej charakterystyk analitycznych, doświadczalnych i numerycznych w procesie projektowania wentylatorów osiowych. Podkreślono również kluczową rolę numerycznej analizy trójwymiarowych przepływów w kluczowych elementach wentylatorów osiowych oraz sformułowano ważne szczegółowe wnioski i zalecenia dotyczące kluczowych zasad projektowania wentylatorów osiowych nowej generacji charakteryzujących się stosunkowo wysoką sprawnością. Sformułowano również wnioski dotyczące dalszych prac rozwojowych w obszarze analitycznego projektowania wentylatorów osiowych oraz w obszarze numerycznej symulacji przepływu.