

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.:

Ocena możliwości zastosowania koncepcji wirnika cykloidalnego dla maszyn energetycznych

Autor: mgr inż. Tomasz Staśko
Promotor: dr hab. inż. Mirosław Majkut, profesor PŚ
Promotor pomocniczy: dr inż. Krystian Smółka

Streszczenie

Analiza różnych koncepcji wirnika cykloidalnego w celu rozpoznania, opisanie czy zoptymalizowania jego konstrukcji jest prowadzona już niemal od wieku. Rozwój obliczeniowych technik komputerowych oraz większy dostęp do różnych technik pomiarowych, w ostatnich dwóch dekadach spowodował wzrost zainteresowania ideą wirnika cykloidalnego. Ze względu na aspekt historyczny oraz popularność komercyjnego zastosowania, większość prac naukowych skupia się na zastosowaniu tej idei w formie napędu dla bezzałogowych pojazdów latających (zwanymi potocznie dronami) lub napędu dla jednostek pływających. W ostatnich latach zaczynają się pojawiać również opracowania naukowe próbujące zastosować tę koncepcję w turbinach wiatrowych czy wodnych konwerterach energii. Brak jest jednak prac opisujących zastosowania wirnika cykloidalnego w rozwiązaniach wentylacyjnych jako maszyny energetycznej służącej do transportu gazu.

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny możliwości zastosowania wirnika cykloidalnego w zastosowaniach instalacji energetycznych. W tym celu przeprowadzono badania numeryczne oraz eksperymentalne. Na podstawie podobnych rozwiązań dostępnych w literaturze, zaprojektowano, a następnie zbudowano stanowisko eksperymentalne wentylatora z wirnikiem cykloidalnym, który umieszczono w kanale aerodynamicznym. Oceniając popularność konstrukcji w różnych ośrodkach badań, zdecydowano się na skonstruowanie maszyny o kompaktowych rozmiarach, o średnicy 140mm i rozpiętości 250mm, wyposażonej w czterołopatkowy wirnik. Korzystając z aktualnych badań opracowano trzy różne stany pracy wentylatora, ze względu na realizowaną funkcję cykloidalną, którą poddano optymalizacji pod względem warunków pracy. Przeprowadzono badania dwóch wariantów wentylatora, każdy wyposażony w różne profile łopatkowe. Ze względu na znaczną liczbę publikacji, zdecydowano się na wybór symetrycznego profilu łopatkowego NACA 0012 oraz asymetrycznego CLARK Y. W celu ustalenia optymalnej metody pomiarowej, mogącej w przyszłości służyć do pomiaru wentylatora zabudowanego w tunelu aerodynamicznym, przeprowadzono badania eksperymentalne na stanowisku pomiarowym wykorzystując anemometrię stałotemperaturową (CTA) oraz laserową anemometrię dopplerowską (LDA). Ze względu na nieinwazyjny charakter oraz dokładność, jako główną metodę pomiarową wybrano technikę LDA. Dla każdego wariantu wentylatora i każdej amplitudy zmian kątów położenia profili, przeprowadzono pomiary rozkładów prędkości przepływu dla różnych prędkości obrotowych wirnika. W celu przeprowadzenia badań porównawczych danych eksperymentalnych z danymi otrzymanymi z analizy numerycznej, wykonano model wentylatora z wirnikiem cykloidalnym w oprogramowaniu Ansys CFX. Uzyskano zadowalającą zgodność modelu CFD z danymi eksperymentalnymi. Przeprowadzone badania wykazały nieznacznie większą wydajność wentylatora wyposażonego w asymetryczne łopatki. Symetryczny kształt profili łopatkowych, powodował większe zakrzywienie przepływu niż profil CLARK Y, dla takich samych warunków pracy. Przeprowadzono także próbę wyznaczenia sprawności dla wentylatora z wirnikiem cykloidalnym. Najwyższą sprawność uzyskano dla wariantu pracującego z najwyższą amplitudą i prędkością obrotową, wyposażonego w łopatki o profilu CLARK Y, dla którego wyniosła ona 25%. Dla analogicznego przypadku wyposażonego w symetryczny profil

sprawność wynosiła 24%. W pracy przedstawiono również propozycję poprawy efektywności pracy wentylatora cykloidalnego poprzez optymalizację funkcji cykloidalnej pod względem sprawności czy zmian konstrukcyjnych. Zaproponowano również przykładowe rozwiązanie dla typowo komercyjnego wykorzystania przemysłowego.