

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Aneta Nycz

Tytuł rozprawy: Wpływ parametrów konstrukcyjnych wirnika z łopatką szczelinową na pracę pompy wirowej o niskim wyróżniku szybkobieżności

Dziedzina: Nauki inżynierijno-techniczne

Dyscyplina: Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka

Promotor: dr hab. Janusz Skrzypacz, prof. PWr

Promotor pomocniczy: dr inż. Przemysław Szulc

Rozprawa doktorska dotyczy wpływu parametrów konstrukcyjnych wirnika z łopatką szczelinową na charakterystyki pracy pompy odśrodkowej o niskim wyróżniku szybkobieżności. Podjęta tematyka wynika z faktu, że w pompach wolnobieżnych uzyskanie wysokiej sprawności jest szczególnie trudne ze względu na duży udział strat tarcia tarcz wirujących, objętościowych, hydraulicznych i mechanicznych. Analiza literatury wykazała, że mimo rosnącego zainteresowania wirnikami szczelinowymi nadal brakuje systematycznych badań eksperymentalnych, które pozwalałyby jednoznacznie określić wpływ geometrii szczeliny na wysokość podnoszenia, sprawność oraz zakres efektywnej pracy pompy.

Celem dysertacji było określenie wpływu postaci geometrycznej łopatki szczelinowej na charakterystyki pracy pompy odśrodkowej o niskim wyróżniku szybkobieżności oraz sformułowanie zaleceń projektowych dotyczących stosowania tego rozwiązania. W pracy przyjęto tezę, że istnieje taka postać geometryczna łopatki szczelinowej, której zastosowanie w wirniku pompy krętnej o niskim wyróżniku szybkobieżności prowadzi do wzrostu wysokości podnoszenia i/lub sprawności. Weryfikację tezy przeprowadzono na podstawie badań eksperymentalnych, analiz statystycznych oraz obliczeń numerycznych CFD.

Badania zrealizowano dwuetapowo. W pierwszym etapie wykonano badania wstępne, których celem była ocena zasadności stosowania łopatki szczelinowej i wybór kierunku dalszych analiz. W etapie zasadniczym geometrię szczeliny opisano trzema parametrami: szerokością E_{gap} , promieniem położenia R_{1gap} oraz długością L_{gap} . Program badań zaplanowano z wykorzystaniem centralnego planu kompozycyjnego CCD, a następnie opracowano modele regresyjne opisujące zależność wysokości podnoszenia i sprawności od geometrii szczeliny oraz wydajności. Interpretację wyników eksperymentalnych uzupełniono analizą jakościową – zwalidowanymi obliczeniami numerycznymi przepływu.

W ramach badań zasadniczych przeanalizowano dwa zestawy wirników, charakteryzujące się identyczną geometrią łopatek szczelinowych i różniące się jedynie szerokością wirnika b_2 . W zestawie Z1 przyjęto $b_2 = 2$ mm, natomiast w zestawie Z2 $b_2 = 1$ mm. Uzyskane wyniki potwierdziły, że odpowiednio dobrana geometria szczeliny może korzystnie wpływać na parametry pracy pompy o niskim wyróżniku szybkobieżności. Dla badanych zestawów wirników o $n_q = 12,46$ oraz $n_q = 9,90$ w większości przypadków odnotowano wzrost wysokości podnoszenia i sprawności względem wirnika referencyjnego, przy nieco zmienionej mocy na wale. Maksymalny przyrost sprawności wyniósł 2,78 punktu procentowego dla zestawu Z1 oraz 4,91 punktu procentowego dla zestawu Z2. Zaobserwowano również przesunięcie obszaru najwyższej sprawności w kierunku większych wydajności oraz wypłaszczenie charakterystyki $\eta(Q)$, co oznacza poszerzenie zakresu pracy. Jednocześnie wykazano, że nie każda konfiguracja szczeliny jest korzystna – szczególnie niekorzystne okazały się warianty o zbyt małym promieniu położenia szczeliny.

Istotnym wynikiem pracy było także wyznaczenie granicy stosowalności analizowanego rozwiązania. W przypadku granicznym odpowiadającym wartości $n_q = 15,63$ nie odnotowano poprawy parametrów energetycznych, dlatego na podstawie uzyskanych wyników, przy uwzględnieniu ograniczeń stanowiskowych, przyjęto, że granica stosowalności szczelin w łopatkach mieści się w zakresie wartości wyróżnika szybkobieżności $n_q \approx 13\text{--}15$. Obliczenia CFD wykazały ponadto, że korzystne warianty szczeliny sprzyjają wyrównaniu rozkładu prędkości oraz bardziej równomiernemu przyrostowi ciśnienia w kanale międzyłopatkowym, co prowadzi do ograniczenia lokalnych stref strat i poprawy organizacji przepływu.

Przeprowadzone badania pozwoliły potwierdzić tezę rozprawy oraz sformułować wnioski o znaczeniu poznawczym i praktycznym. Wykazano, że łopatka szczelinowa może stanowić skuteczną modyfikację konstrukcyjną wirnika pompy odśrodkowej o niskim wyróżniku szybkobieżności, pod warunkiem właściwego doboru jej parametrów geometrycznych. Otrzymane wyniki stanowią podstawę do dalszych prac projektowych i aplikacyjnych w zakresie zwiększania sprawności pomp wolnobieżnych.



data i podpis doktoranta