

## Streszczenie

### **Charakterystyki śmigła obudowanego ze sterowaniem ciągiem za pomocą pierścienia o zmiennej geometrii**

Praca zawiera przegląd dotychczasowego stanu techniki w zakresie napędów otunelowanych stanowiących motywację do podjęcia niniejszej pracy. W pracy zamieszczono opis koncepcji i realizacji układu dyszowego o zmiennej geometrii opartego o rozwiązanie biomimetyczne. Istotną część pracy stanowi opis stanowiska doświadczalnego i badań eksperymentalnych, W pracy przedstawiono wyniki badań modelu, wyniki 32 różnych konfiguracji geometrii obudowy śmigła. Wyniki dla śmigła otunelowanego porównano z z charakterystykami śmigła otwartego o tej samej geometrii co wirnik obudowany. Przedstawiona zastała dogłębna analiza wyników eksperymentu połączona z analizą błędów. W części numerycznej omówiono przygotowanie modelu geometrycznego, dobór typu i generowanie siatek obliczeniowych, dobór modeli turbulencji. Obliczenia numeryczne przeprowadzono dla dwóch przypadków geometrii pierścienia. Wyniki obliczeń porównano z danymi doświadczalnymi.

W ramach badań objętych niniejszą pracą potwierdzono dwie tezy. Pierwszą z nich była praktyczna możliwość zbudowania obudowy śmigła o zmiennej geometrii, która dla małych posuwów będzie posiadała cechy śmigła obudowanego z dyszą przyspieszającą, natomiast po zmianie konfiguracji będzie posiadała cechy śmigła obudowanego z dyszą opóźniającą. Drugą potwierdzoną tezą było -zastosowanie zmiennej geometrii obudowy śmigła pozwala na uzyskanie większego ciągu dla warunków statycznych i małych posuwów oraz poprawę sprawności dla większych posuwów, w szczególności umożliwia uzyskanie ciągu dla posuwów większych niż maksymalne dla śmigła otwartego, dla założonego stałego skoku śmigła.

Dla przebadanej geometrii stwierdzono ogólną zależność, pomiędzy zdolnością do wytwarzania ciągu statycznego i ciągu dla dużych posuwów (powyżej 0,7). Jest ona odwrotnie proporcjonalna: im wyższy przyrost ciągu statycznego tym większy opór pierścienia przy wyższych prędkościach i mniejszy ciąg całkowity zespołu napędowego dla większych posuwów. Im większa zdolność do wytwarzania ciągu dla dużych posuwów, tym mniejsza zdolność do wytwarzania ciągu statycznego. W przeprowadzonych badaniach uzyskany przyrost posuwów użytecznych wynosił około 12%, natomiast sprawności uzyskane w tym dodatkowym zakresie są o ponad 20% mniejsze niż dla śmigła otwartego. Tym samym udało się udowodnić, że możliwe jest poszerzenie zakresów stosowalności śmigła otunelowanego poprzez zastosowanie pierścienia o zmiennej geometrii.

**Summary of the PhD thesis by Tomasz Muszyński**  
**Characteristics of a variable geometry ducted propeller**

The following work presents an exhaustive overview of the current state of technology with regard to shrouded propulsors which motivated further research described later in the thesis. It discusses the idea and practical details concerning the implementation of a variable geometry nozzle system based on the biomimetic solutions. An important part of the work constitutes a detailed description of the conducted experiments and the experimental environment. In particular, it presents the model test results and 32 configurations of shroud geometry. The results for the ducted propeller are compared with the characteristics of an open propeller of the same geometry as a shrouded rotor. A detailed discussion of the obtained results is accompanied by the error analysis. In a numerical part, the preparation of a geometric model, choice and generation of calculation grids as well as the selection of the turbulence models are studied. Numerical calculations are conducted for two cases of ring geometry. Finally, the results of the calculations are compared with the experimental data.

As a part of the thesis research two theses have been confirmed. The first one relates to the practical possibility of a construction of a variable shroud geometry, which would have the properties of a ducted propeller with an accelerating nozzle for low feed rates, but after configuration's change it would have properties of a ducted propeller with a decelerating nozzle.

The second confirmed thesis states that for an assumed constant-pitch propeller pitch an application of a variable shroud geometry makes it possible to achieve an increased thrust for static conditions and low feed rates as well as an improved efficiency for higher feed rates. In particular, makes it possible to achieve thrust for higher feed rates than the maximal ones for an open propeller.

For a studied geometry a general dependency between the ability to generate static thrust and thrust for high feed rates (greater than 0,7) could be observed. The dependency is inversely proportional: the larger an increase of a static thrust, the larger ring drag resistance for higher velocities and the lower the total thrust of a drive for higher advance ratios feed rates. The greater the ability to generate thrust for higher advance ratios feed rates, the weaker the ability to generate static thrust. In the conducted research the achieved increase in the effective advance ratios by 12%, while the efficiencies achieved in this additional range are by over 20% larger than for an open propeller. Thereby, it has been proven that the widening of the applicability scope of a ducted propeller is possible due to the application of a variable geometry ring.