

STRESZCZENIE

Rozwój różnego typu maszyn przepływowych uzależniony jest od możliwości poprawy ich sprawności oraz optymalizacji geometrii układu przepływowego, umożliwiającej wydajną pracę tych maszyn w zakresie określonych parametrów. Dlatego w wielu ośrodkach naukowych i przemysłowych na całym świecie rozwijane są obecnie nowe technologie, umożliwiające szybkie i precyzyjne wytwarzanie części maszyn przepływowych o złożonej geometrii. Dotyczy to w szczególności wysokoobrotowych maszyn wirnikowych, które pozwalają na uzyskiwanie wysokich mocy przy niewielkich wymiarach. W wielu miejscach na świecie rozwijane są również nowe metody badań prototypów takich maszyn. Niniejsza rozprawa doktorska wpisuje się w ten trend i miała na celu określenie charakterystyk dynamicznych i przepływowych układów wirujących z komponentami wytworzonymi z zastosowaniem metod typu Additive Manufacturing. Obiektem badań była turbosprężarka, w której zastosowano tarczę wirnikową sprężarki wytworzoną metodą wydruku przestrzennego.

Wstęp rozprawy poświęcono przeglądowi literatury, w którym omówiono możliwości technologiczne i obszary zastosowań wytwarzania addytywnego. Na tej podstawie zdecydowano się podjąć prace badawcze w kierunku zastosowania wybranej nowej technologii wytwarzania na etapie projektowania i eksperymentalnej weryfikacji nowych i zoptymalizowanych układów przepływowych wysokoobrotowych maszyn wirnikowych, takich jak mikroturbiny czy turbosprężarki. Aplikacja wybranej metody wytwarzania addytywnego wymagała przeprowadzenia serii różnego typu badań, począwszy od badań materiałowych. Prace te obejmowały badania właściwości wybranych przez autora materiałów, co pozwoliło na wybór najbardziej odpowiedniego z nich dla określonej technologii wydruku przestrzennego. Następnie przeprowadzono szereg prac pozwalających na określenie obszaru zastosowania technologii druku 3D w maszynach wysokoobrotowych. W kolejnej części rozprawy zaprezentowano wyniki analiz numerycznych wykonanych dla tarczy wirnikowej sprężarki o wybranej geometrii. Przeprowadzono analizy wytrzymałościowe i przepływowe, które pozwoliły wstępnie określić warunki prowadzenia badań eksperymentalnych. W ostatniej części przedstawiono badania eksperymentalne, które zostały przeprowadzone dla różnych stanów pracy turbosprężarki, najpierw z oryginalną tarczą wirnikową sprężarki, a następnie z tarczą o tej samej geometrii wykonaną z niekonwencjonalnego materiału. Wszystkie badania eksperymentalne turbosprężarki zostały wykonane na stanowisku badawczym, które zostało zaprojektowane w celu wyznaczania charakterystyk przepływowych tej maszyny. Wyniki zaprezentowano w postaci różnego typu wykresów oraz porównano rezultaty uzyskane dla oryginalnej i nowej tarczy wirnikowej.

Po określeniu dopuszczalnego zakresu badań wirników wykonanych wybraną technologią wytwarzania addytywnego, dodatkowe badania przeprowadzono dla sprężarki z tarczą wirnikową o zmodyfikowanej geometrii. Zaproponowana metoda badań pozwoliła na weryfikację eksperymentalną nowego układu łopatkowego, a uzyskane wyniki potwierdziły przydatność zastosowanego podejścia. Była to jednocześnie pozytywna weryfikacja postawionej hipotezy badawczej. Na podstawie uzyskanych wyników jednoznacznie stwierdzono, iż technologia ta może być wykorzystywana do wytwarzania części o skomplikowanej geometrii w celu eksperymentalnej weryfikacji nowo zaprojektowanych układów przepływowych maszyn wirnikowych.