

Maszyny wirnikowe są podstawowymi maszynami energetycznymi, znajdując one również inne szerokie zastosowania. Główne elementy maszyny wirnikowej to wirnik z łopatkami i łożyska wraz z konstrukcją podpierającą. Linia wirników skupia na sobie oddziaływania wszystkich podukładów maszyny wirnikowej. Szczególnie istotne są tu oddziaływania łożysk lizgowych wyrażone w formie współczynników sztywności i tłumienia filmu olejowego. Warto zauważyć, że z matematycznego punktu widzenia współczynniki te spinają w jednolite całości równania różniczkowe zwyczajnie opisujące ruch całego układu z równaniami różniczkowymi czystkowymi opisującymi rozkłady przestrzenne ciśnienia hydrodynamicznego. W ramach projektu współczynniki sztywności i tłumienia łożysk lizgowych obliczone będą dla układu w zakresie liniowym i nieliniowym, a więc w zakresie występującym w praktyce. W przyjętym modelu obliczeniowym, jeżeli chodzi o linię wirników zastosowana zostanie metoda Elementów Skończonych (MES) z elementami belkowymi o sześciu stopniach swobody w każdym węzle. Duży problem obliczeniowy stanowi obliczenia współczynników sztywności i tłumienia łożysk lizgowych w każdym kroku czasowym postępowania iteracyjnego. Fakt ten sprawia, że obliczenia numeryczne są nieliniowe. Nawet najbardziej zaawansowane programy komercyjne nie oferują takich rozwiązań. W ramach pracy wykorzystany zostanie program NLDW opracowany i rozwijany w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku. W projekcie szczególnie uważać należy na związki zachodzące między maszynami i jej łożyskami. Związki te nie zawsze są wystarczająco wyraźnie zaznaczone w publikacjach na temat łożysk lizgowych i maszyn wirnikowych. Specjaliści zajmujący się dynamiką wirników często traktują łożyska jako element układu o stałych, liniowych współczynnikach sztywności i tłumienia. W rzeczywistości tego rodzaju podejście jest zasadne tylko w określonych przypadkach. Projekt ma na celu wskazanie zakresów, w których tego rodzaju podejście może generować błędy o charakterze jakościowym.

W ramach projektu wyznaczone zostaną współczynniki sztywności, tłumienia oraz masy układu złożonego z wirnika i łożysk hydrodynamicznych na rzeczywistym obiekcie za pomocą eksperymentalnej metody impulsowej. Do obliczeń tych wykorzystany zostanie algorytm liniowy, który rozszerzono o możliwość wyznaczania współczynników masy. Wyznaczanie współczynników masy umożliwia wstępna weryfikacja wyników obliczeń eksperymentalnych. Metoda impulsowa polega na wymuszeniu drgań wirującego wału za pomocą młotka modalnego. Na podstawie zarejestrowanego sygnału przemieszczenia w łożyskach możliwość jest identyfikacja współczynników sztywności, tłumienia oraz masy układu wirnik-łożyska. Badania eksperymentalne zostaną wykonane na stanowisku laboratoryjnym z wirnikiem o średnicy 3/4'' i łożyskami hydrodynamicznymi. Maksymalna prędkość obrotowa tego stanowiska to 14 000 [obr/min.]. W wyniku tego eksperymentu wyznaczony zostanie komplet 24 współczynników charakteryzujących dwa łożyska hydrodynamiczne oraz niepewności ich wyznaczenia. Zestawienie wyników nieliniowych i liniowych obliczeń numerycznych oraz wyników badań eksperymentalnych pozwoli na uzyskanie pełnego obrazu możliwości obliczeń współczynników dynamicznych łożysk lizgowych.

Łożyska hydrodynamiczne mają decydujący wpływ na dynamikę maszyn wirnikowych. W dużych wielopodporowych turboszpławach energetycznych łożyska mogą pracować w zakresie nieliniowym przez dłuższy czas. Współczynniki łożysk hydrodynamicznych zmieniają się wtedy podczas pracy nawet jeżeli maszyna pracuje ze stałą prędkością obrotową. Wpływ na współczynniki dynamiczne łożysk mają zjawiska przepływowe, oddziaływania występujące w łożysku oraz oddziaływania dynamiczne całej maszyny wirnikowej. Do dokładnych obliczeń tych współczynników konieczne jest użycie nieliniowych metod obliczeniowych. Wyniki pracy w projekcie odpowiadają na pytanie w jakim przedziale stosowanie liniowych uproszczeń jest akceptowalne, a kiedy konieczne jest uwzględnienie podczas obliczeń dodatkowych parametrów związanych z ruchem wirnika w łożysku. Proponowana eksperymentalna metoda badawcza może w przyszłości znaleźć zastosowanie również w obliczeniach innych typów łożysk min. magnetycznych lub foliowych. Numeryczny opis tych typów łożysk jest skomplikowany, gdyż wykazują one silnie nieliniowe własności.