

Tytuł pracy: UDERZENIE FALI ODBITEJ W POZIOMĄ PŁYTĘ ZAMOCOWANĄ POWYŻEJ POWIERZCHNI SWOBODNEJ.

Wykonawca pracy: mgr Dawid Majewski.

Promotor pracy: dr hab. Wojciech Sulisz, prof. IBW PAN.

Streszczenie

Głównym celem pracy było zbadanie obciążeń hydrodynamicznych poziomej sztywnej płyty zamocowanej sprężysto, powyżej zwierciadła wody, wywołanych narastającą falą powierzchniową w otoczeniu płyty. Główne zadanie polegało na wyznaczeniu ciśnień powstałych bezpośrednio po zetknięciu cieczy z płytą. W celu zbadania tego zagadnienia zaproponowano model teoretyczny, w którym skupiono uwagę na podstawowych parametrach mających istotny wpływ na dynamikę układu płyta–ciecz. W opracowaniu modelu pominięto lepkość cieczy, jej małą ściśliwość oraz niewielką obecność powietrza w przypowierzchniowej warstwie płynu. Pominięto również efekty kawitacji. Uwzględniono siłę grawitacji oraz prędkość propagacji powierzchni zwilżonej. Potencjał fali uderzającej był modelowany numerycznie od warunków spokoju, tj. braku ruchu. Całkowe równanie brzegowe było rozwiązywane w każdym kroku czasowym, za pomocą drugiej tożsamości Greena. Warunki brzegowe formułowano dokładnie na granicach geometrycznych rozważanego obszaru. Do momentu uderzenia fali w poziomą płytę warunki brzegowe różniczkowano w czasie za pomocą czterokrokowej metody Adamsa-Moultona-Bashfortha. W momencie uderzenia stosowano otwarty schemat Eulera. Dla oceny dokładności modelu teoretycznego wykonano badania laboratoryjne. Badania te stanowią istotny element prac nad zaproponowanym modelem opisu zagadnienia. Pomiary przeprowadzono w kanale falowym IBW PAN. Kanał ma 64 m długości, 0,6 m szerokości, a ściany boczne o grubości 0,018 m i wysokości 1,4 m wykonane są z szyb klejonych, co pozwala na wizualizację prowadzonych eksperymentów. Kanał falowy wyposażony jest w generator fal o schemacie sztywnego tłoka, którego elementem sprawczym jest pionowa, sztywna płyta sterowana za pomocą silnika krokowego. Pozwala to na precyzyjne generowanie dwuwymiarowego pola falowego.

W kanale falowym zainstalowano model sztywnej płyty poziomej. Przytwierdzono ją przegubowo do pionowej przegrody, która zapewniała powstanie fali odbitej. Przegub zapewniał swobodę ruchu obrotowego płyty w ramach małych przemieszczeń. Drugi koniec płyty był zamocowany za pomocą czterech zestawów sprężyn o określonej sztywności. Po zainstalowaniu układ tych sprężyn był wstępnie napinany. W ten sposób otrzymano model o jednym stopniu swobody (małe przemieszczenia obrotowe płyty). Rejestrowanymi podczas badań parametrami były: wychylenie powierzchni swobodnej, ciśnienie, przyspieszenie oraz wychylenie płyty. Porównanie wartości ciśnień otrzymanych z pomiarów laboratoryjnych z wynikami otrzymanymi z symulacji numerycznych pozwoliło stwierdzić ich dobrą zgodność. Zarówno model, jak i pomiary wykazują wzrost ciśnienia wraz ze zmniejszaniem się stosunku wysokości zawieszenia płyty do amplitudy fali padającej (d/A). Wyniki numeryczne wskazują na obecność piku ciśnienia. Zjawisko to, ze względu na ograniczoną częstotliwość próbkowania, nie w każdym przypadku rejestrowane było przez system pomiarowy. Porównanie wyznaczonych sił wykazuje dobrą zgodność dla każdej badanej kombinacji parametrów fali i parametru d/A . Wyznaczona numerycznie odpowiedź poziomej płyty na wymuszenie hydrodynamiczne, dla przypadków konfiguracji $d \cong A$ jest zgodna z wyznaczoną na podstawie pomiarów laboratoryjnych.