

Co widzisz, gdy wrzucisz kamień do wody? Na jej powierzchni pojawi się fala. Zazwyczaj, gdy mówimy o falach kojarzą nam się one właśnie z tymi na wodzie. Okazuje się jednak, że w przyrodzie występuje wiele rodzajów fal. Są fale dźwiękowe, świetlne, elektromagnetyczne... Niektóre słyszymy, inne widzimy lub po prostu czujemy ich oddziaływanie. Niektóre potrzebują specjalnych warunków, by się rozprzestrzeniać, inne nie. Wśród całej gamy fal wyróżnić można fale sprężyste i to właśnie one są przedmiotem badań w tym projekcie.

Fale sprężyste propagują, czyli rozchodzą się w ośrodku sprężystym. Przykładami takiego ośrodka mogą być poszycie samolotu, czy wykorzystywane w budownictwie konstrukcje stalowe. Gdy fragment ośrodka zostanie wychylony z położenia równowagi otaczające go cząsteczki zaczną drgać, a dzięki sprężystym właściwościom, drgania będą przekazywane do dalszych jego części. W trakcie ruchu fale rozprzestrzeniają się zarówno po powierzchni, jak i w głąb materiału, odbijają się od jego krawędzi, czy różnego rodzaju defektów występujących wewnątrz materiału. Odbite fale nakładają się na siebie, a po pewnym czasie na skutek tłumienia zanikają, pozostawiając konstrukcję w pierwotnym położeniu.

Obserwacja i analiza sposobu rozchodzenia się fali sprężystej może dostarczyć informacji na temat stanu układu, w którym propaguje. Jest to jedna z nieniszczących technik pomiarowych stosowanych w monitorowaniu stanu konstrukcji. Jako technika nieniszcząca nie ingeruje w badaną konstrukcję i często może być wykorzystywana podczas typowego użytkowania układu (np. w trakcie lotu samolotu, czy w eksploatowanym obiekcie budowlanym). Niestety precyzyjny opis matematyczny fali sprężystej jest dość skomplikowany i ogranicza się właściwie do prostych przypadków płyty (elementu o dwóch wymiarach znacznie większych od trzeciego) lub pasma (elementu o jednym znaczącym wymiarze). Wspomniano już, że propagująca fala odbija się od krawędzi, a więc również sposób zamocowania elementu ma znaczenie. Teoretyczne rozważania również w tym przypadku są ograniczone. Celem projektu jest obserwacja i lepsze zrozumienie natury zjawiska propagacji fali sprężystej w układzie o złożonej geometrii.

Inną trudnością związaną z rozchodzeniem się fali sprężystej, poza samym opisem matematycznym, jest jej pomiar. Fali sprężystej nie zobaczymy gołym okiem. Jej amplitudy, czyli największe wychylenia są zbyt małe. Dodatkowo przemieszcza się ona z bardzo dużą prędkością, zależna od rodzaju materiału i temperatury, w jakiej się on znajduje. Przykładowo fala poprzeczna w stali propaguje z prędkością ponad 3000 m/s, czyli podróż z Zakopanego do Gdańska z prędkością równą prędkości rozchodzenia się fali sprężystej trwałaby niecałe 4 minuty. Nie dziwi więc fakt, że pomiar fali sprężystej przysparza wielu trudności. Obecnie stosuje się dwie metody: kontaktową (przy użyciu przetworników piezoelektrycznych naklejanych na konstrukcję) oraz wykorzystującą efekt Dopplera wibrometrię laserową. Pierwsza z metod umożliwia pomiar fali w punktach, do których przyklejono przetworniki, druga zaś we wszystkich punktach, na które pada światło lasera. Wibrometria laserowa jest obecnie najbardziej dokładną metodą w zakresie pomiaru prędkości i przemieszczeń. Obie metody zostaną wykorzystane w przedstawianym zadaniu.

Obserwacja fali oraz rejestracja jej przebiegu zostanie wykonana na próbkach będących fragmentami rzeczywistych konstrukcji inżynierskich. Będą to wyizolowane węzły ramy, składające się z odcinków belek IPE 300 oraz słupów z kształtowników HEB 160. Elementy zostaną połączone przy pomocy spoin. Stosunkowo prosty konstrukcyjnie węzeł daje jednak duże możliwości badawcze. Na takich próbkach możliwa jest obserwacja fali na odcinkach materiału o zmiennej grubości, w elementach o różnych warunkach podparcia, czy o pewnym zakrzywieniu.

Innym zagadnieniem wymagającym uwagi jest wpływ naprężeń, wywołanych przez różnego rodzaju obciążenia przykładane do układu, na sposób, w jaki rozchodzi się fala. Czy można zaobserwować związki pomiędzy obciążeniem, a prędkością bądź amplitudą fali? W przypadku przyłożenia do konstrukcji zbyt dużych obciążeń może dojść do uplastycznienia materiału, czyli wystąpienia trwałych zmian w jego strukturze. Do określenia zarówno naprężeń (na podstawie odkształceń) jak i przemieszczeń elementów węzłów na skutek przyłożonego obciążenia, a szczególnie miejsc, w których doszło do uplastycznienia wykorzystana zostanie metoda cyfrowej korelacji obrazu. Co dzieje się z falą, gdy napotka na taki obszar? Jak duży musi on być, by można było na podstawie pomiarów fali stwierdzić, że do uplastycznienia doszło? Te i inne problemy związane ze zjawiskiem propagacji fali sprężystej w ośrodkach o złożonej geometrii zostaną poddane badaniom w ramach prezentowanego projektu.