

Badanie złączy zgrzewanych przy użyciu analizy modalnej

Streszczenie

W niniejszej rozprawie doktorskiej przeprowadzono badania z zastosowaniem analizy modalnej do wykrywania niezgodności powstałych podczas procesu zgrzewania garbowego wielopunktowego.

We wstępnej części pracy przedstawione zostały próbki detali do badań wraz ze stanowiskiem zgrzewalniczym wyposażonym w komponenty niezbędne do przeprowadzenia eksperymentalnej analizy modalnej.

Pierwszą częścią pracy było przeprowadzenie metodą elementów skończonych analizy modalnej stanowiska przyrządu zgrzewalniczego wraz z próbką, której jakość poddawana jest weryfikacji. Badania wyznaczyły 221 częstotliwości rezonansowych wraz z formami drgań. Częstotliwości rezonansowe objawiające się największą amplitudą oraz deformacją skoncentrowaną na detalu badanym zostały zebrane w tabele. Na ich podstawie wytypowane zostały miejsca mocowania akcelerometru do dalszych rozważań eksperymentalnych. Badania numeryczne zakończono badaniem dynamicznym w postaci symulacji wymuszenia impulsowego. Pozwala ono na weryfikację wpływu siły docisku na przeprowadzany eksperyment.

Drugą częścią pracy badawczej było przeprowadzenie eksperymentalnej analizy modalnej w punktach wytypowanych podczas badań numerycznych. W tym celu została przeprowadzona wstępna konfiguracja sprzętu niezbędnego do badań modalnych oraz wstępne zbadanie odpowiedzi w dziedzinie częstotliwości komponentów wytypowanych do badań. Następnym krokiem analizy eksperymentalnej było zorientowanie na dokonaniu analizy modalnej na stanowisku zgrzewalniczym w postaci zgrzewarki, przyrządu oraz próbki badanej. Badania te skoncentrowały się na pomiarach, w których określono kierunki oraz lokalizację punktu wymuszenia względem odpowiedzi układu w celu uzyskania widma amplitudowego o najwyższej jakości sygnału. W wyniku ustalenia najlepszej konfiguracji przystąpiono do eksperymentu mającego na celu sprawdzenia zmiany wartości częstotliwości rezonansowych w wyniku występowania niezgodności złącza.

Eksperyment dowiódł, że wszystkie częstotliwości rezonansowe próbek uległy zmianie. Częstotliwości rezonansowe w przypadku eksperymentu pokrywają się z wynikami zarejestrowanymi za pomocą analiz numerycznych.

Trzecią częścią pracy zostało zestawienie metody rezystancji dynamicznej zastosowanej dla procesu zgrzewania garbowego wielopunktowego z metodą analizy modalnej. Badania dowiodły nieskuteczność pomiarów rezystancji dynamicznej w zestawieniu z metodą analizy modalnej.

Ostatnią częścią pracy było opracowanie algorytmu oraz sprawdzenie jego możliwości w weryfikowaniu niezgodności w procesie zgrzewania wielopunktowego garbowego. Weryfikacja algorytmu przeprowadzona została próbkami statystycznymi, skaningową mikroskopią akustyczną (SAM) oraz próbkami wytrzymałościowymi. Algorytm prawidłowo rozróżnił próbki o różnych parametrach procesu na podstawie zmian częstotliwości rezonansowej.