

Streszczenie pracy doktorskiej pt.

***„Eksperymentalno – numeryczna analiza procesu pęknięcia stali konstrukcyjnych”***

Ocena wytrzymałościowa elementów konstrukcyjnych zawierających szczelinopodobne defekty powinna opierać się na rezultatach badań eksperymentalnych i wynikach obliczeń numerycznych uzyskanych na podstawie symulacji obciążenia tych elementów.

W pracy przyjęto tezę, że precyzyjna ocena wytrzymałości elementów konstrukcyjnych możliwa jest na podstawie analizy lokalnych pól naprężeń, przeprowadzonej na bazie badań eksperymentalnych oraz numerycznych. Istnieje konieczność zastosowania hybrydowych metod badawczych – łączących badania eksperymentalne oraz symulacje numeryczne. Wyniki eksperymentalne oraz rezultaty obliczeń numerycznych muszą być ze sobą powiązane oraz wzajemnie się uzupełniać.

Przeprowadzono przegląd literaturowy dotyczący analizowanych w pracy zagadnień. Szczególną uwagę zwrócono na charakterystykę podziału kryteriów pęknięcia materiału na globalne i lokalne oraz na wyznaczanie podstawowych charakterystycznych wielkości używanych w tych kryteriach.

Do programu badań przyjęto różne materiały, tak aby charakteryzowały się odmienną mikrostrukturą, zróżnicowanymi poziomami charakterystyk wytrzymałościowych oraz odporności na pęknięcie. Analizowano stale S355, 42CrMo4 oraz żeliwo sferoidalne ADI. Wykonano próby jednoosiowego rozciągania oraz testy odporności na pęknięcie. Badania przeprowadzono w szerokim zakresie temperatur, tak aby uzyskać różne mechanizmy pęknięcia. Na podstawie badań odporności na pęknięcie opracowano krzywe przejścia krucho-plastycznego rozpatrywanych stali. Wykonano numeryczne modele próbek, tożsamy z próbkami wykorzystywanymi w testach eksperymentalnych. Modele numeryczne oraz symulacje obciążenia wykonano w programie Abaqus 6.12-2.

Przeprowadzono badania w celu definicji oraz kalibracji związku konstytutywnego materiału. Zastosowano kilka podejść pozwalających na określenie krytycznych wartości rzeczywistych naprężeń oraz odkształceń. Procedurę kalibracji przeprowadzono według metodologii zaproponowanej przez Bai-Wierzbickiego oraz Neimitza. Procedura kalibracji uwzględniała wpływ składowych naprężeń, odkształceń, parametru trójowości naprężeń  $\eta$  oraz

parametru  $Lode$ . Niezwykle ważne, w szczególności dla materiałów o znacznej plastyczności, jest wprowadzenie do procedury kalibracji funkcji opisującej osłabienie materiału. Pozwoliło to na uzyskanie bardzo dobrej zgodności wyników uzyskanych eksperymentalnie i numerycznie, mianowicie w obszarach o wysokich poziomach plastyczności, gdzie występuje nieciągłość materiału.

Związki konstytutywne materiałów zastosowano podczas obliczeń numerycznych w obszarach przed frontem szczeliny w próbkach trójpunktowo zginanych SENB ze stali S355 i 42CrMo4. Obliczenia wykonano dla próbek, w których występowały różne mechanizmy pęknięcia: łupliwy, mieszany i całkowicie ciągliwy. Wyznaczono rozkłady naprężeń, odkształceń oraz parametru trójowości naprężeń  $\eta$  przed wierzchołkiem pęknięcia. Wyznaczono krytyczne poziomy naprężeń rozwierających analizowanych stali. Określono wymiary oraz rozmieszczenie powierzchni, na których realizuje się pęknięcie kruche.

Przedstawiono procedurę pozwalającą na korektę odporności na pęknięcie, z uwzględnieniem wpływu wymiarów geometrycznych elementów innych niż normatywne. Zaproponowano formułę umożliwiającą korektę odporności na pęknięcie z uwzględnieniem wpływu więzów płaskich oraz w kierunku grubości poprzez zastosowanie zależności  $Q(T_z)$ . Korekta odporności na pęknięcie jest możliwa dzięki nowatorskiemu sposobowi obliczania parametru  $Q$  zaproponowanemu w pracy.

W podsumowaniu pracy sformułowano wnioski, które potwierdzają realizację postawionych celów badawczych oraz słuszność sformułowanej tezy pracy – zastosowanie hybrydowego podejścia łączącego metody eksperymentalne i symulacje numeryczne pozwala na dokładną i wiarygodną analizę wytrzymałości elementów konstrukcyjnych.