

mgr inż. Elżbieta Bura

Katedra Mechaniki i Informatyki Stosowanej

Wydział Mechaniczny

Politechnika Białostocka

**Badania doświadczalne i modelowanie numeryczne procesów pęknięcia elementów
z korbami, wykonanych z tworzyw sztucznych,
w warunkach jedno- i dwuosiowego stanu obciążenia**

(streszczenie)

Polimetakrylan metylu (PMMA), który jest przedmiotem badań opisanych w niniejszej pracy wykorzystywany jest w wielu gałęziach przemysłu, głównie ze względu na takie jego cechy jak: wysoka udamność, odporność na warunki pogodowe, przezroczystość czy biogodność i biodegradowalność. Termoplastyczne tworzywa sztuczne oprócz wyżej opisanych zalet posiadają szereg wad, wśród których należy wymienić ich małą odporność na pęknięcie. Stąd wiele publikacji dotyczących wyników badań tego zjawiska. W przeglądzie literaturowym szczegółowo omówiono wykorzystywane dotychczas metody badań doświadczalnych, tj. typy próbek, stanowiska, sposoby obciążania. Opisano najbardziej popularne kryteria kruchego i ciągliwego pęknięcia. Zauważono brak dostępnych wyników badań dla tworzyw sztucznych w warunkach, których PMMA charakteryzuje się dość wysokim poziomem odkształceń plastycznych. Tym samym dostępne są tylko pojedyncze przypadki kryteriów pozwalających na przewidywanie procesów pęknięcia w tworzywach o większej ciągliwości. Zdecydowana większość stosowanych kryteriów nie uwzględnia rzeczywistej charakterystyki tego materiału.

Głównym celem pracy doktorskiej jest opracowanie metody obliczeniowej prognozowania pęknięcia elementów osłabionych korbami, wykonanych z tworzyw sztucznych, w warunkach jedno- i dwuosiowego stanu obciążenia, w szczególności sformułowanie kryterium pęknięcia i jego doświadczalna weryfikacja. Badania podjęte w ramach opisywanego problemu doprowadziły także do opracowania metodologii badań doświadczalnych oraz modelowania numerycznego MES procesu pęknięcia płaskich próbek z korbami o różnym kształcie, wykonanych z tworzyw sztucznych, w prostych i złożonych stanach obciążenia.

W pierwszej części pracy, odnoszącej się do badań własnych, opisano wyniki badań doświadczalnych pęknięcia elementów z korbami wykonanych z polimetakrylanu metylu. Płaskie próbki wykonano w dwóch wariantach grubości (5 oraz 15 mm) oraz osłabiono korbami o różnych promieniach zaokrąglenia dna (0,1; 0,5; 2 oraz 10 mm). Przeprowadzono testy wytrzymałościowe, tj. próbę rozciągania, skręcania oraz skręcania z rozciąganiem (obciążenie proporcjonalne). W wyniku prowadzonych badań określono krytyczne wartości obciążenia odpowiedzialnego za inicjację pęknięcia. Wskazano kąty oraz miejsca inicjacji pęknięcia. Dzięki wykorzystaniu układu monochromatycznych kamer PHANTOM zarejestrowano procesy propagacji pęknięć, podjęto także próbę opisu dynamiki tego procesu.

Informacje zebrane w trakcie badań doświadczalnych stanowiły podstawę modelowania numerycznego pól naprężeń i odkształceń w próbkach za pomocą metody elementów skończonych. W części tej zawarto szczegółowy opis przygotowania modelu numerycznego, tj. modelu materiału, warunków brzegowych i obciążenia, siatki podziału na elementy skończone. Nieliniowe obliczenia numeryczne z wykorzystaniem MES prowadzono stosując sprężysto-plastyczny model materiału. Dla wszystkich przypadków przebadanych doświadczalnie ustalono rozkłady największego naprężenia głównego i największego głównego odkształcenia plastycznego w warunkach krytycznego obciążenia. Wyniki porównano do obserwacji doświadczalnych. Wartości maksimum największego naprężenia głównego oraz największego głównego odkształcenia plastycznego (potencjalne miejsca inicjacji pęknięcia) wykorzystano do sformułowania naprężeniowo-odkształceniowego kryterium pęknięcia. W kryterium tym założono, że inicjacja pęknięcia ma miejsce wówczas, gdy wartość naprężenia normalnego na danej płaszczyźnie fizycznej osiągnie wartość krytyczną, zależną od wielkości odkształceń plastycznych. Zaproponowana formuła kryterium uogólniona na wszystkie przypadki obciążenia została pozytywnie zweryfikowana doświadczalnie. Pozwala ona na skuteczne przewidywanie zjawiska pęknięcia w płaskich próbkach z korbami wykonanych z PMMA, niezależnie od grubości próbki, promienia zaokrąglenia dna karbu, a także stanu obciążenia.

Bura Elżbieta