

Tadeusz SZYMCZAK¹, Zbigniew KOWALEWSKI²

¹ Instytut Transportu Samochodowego, Centrum Badań Materiałowych,
ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, tadeusz.szymczak@its.waw.pl

² Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Zakład Wytrzymałości
Materiałów, ul. Pawińskiego 5B, 02-106 Warszawa, zkowalew@ippt.pan.pl

Zastosowanie MES i DIC do oceny wpływu karbu na zniszczenie materiału w teście rozciągania

STRESZCZENIE

Wprowadzenie

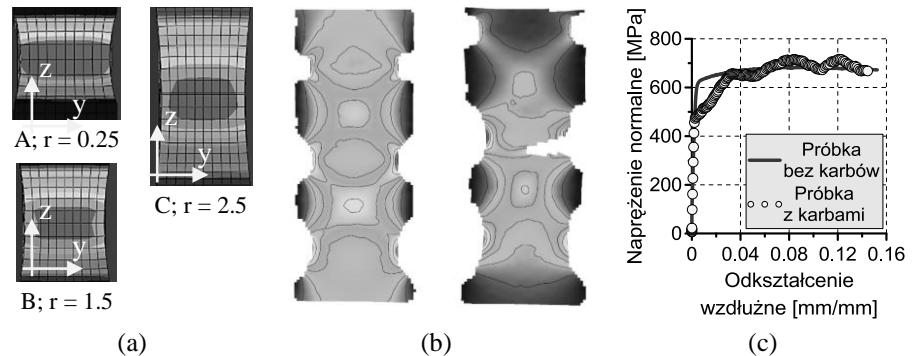
Wpływ karbów jest określany zarówno od strony badań teoretycznych, jak i doświadczalnych. Pierwsze z nich umożliwiają przewidywanie zniszczenia na podstawie analizy zmian wartości współczynnika koncentracji naprężenia (WKN) i pozwalają zilustrować jego zmiany w zależności od geometrii karbu. Z kolei w eksperymentach próbuje się określać, jakie znaczenie na otrzymywane wyniki ma rodzaj próbki. Najczęściej stosowane są w tych badaniach próbki rurkowe lub płaskie. W strefie pomiarowej nacinane są karby o różnym kształcie i wymiarach [1]. Uzyskiwane rezultaty z badań wskazują na 50% obniżenie liczby cykli do zainicjowania pęknięcia wraz ze wzrostem promienia karbu od 0 do 6.35 mm [2]. Podobny efekt uzyskano również przy wzroście wartości WKN od 1 do 2.833 [1, 3]. Wyniki tego rodzaju nie ujawniają jednak wystarczająco wpływu nieciągłości geometrycznych w bliskim otoczeniu karbu. Rozwiązanie tego problemu może nastąpić poprzez wykorzystanie nowoczesnej techniki pomiarowej DIC (cyfrowa korelacja obrazu). Dlatego też głównym celem pracy było określenie wpływu karbów na zachowanie materiału w teście rozciągania do zniszczenia przy użyciu wymienionej techniki pomiarowej.

Wyniki z badań

Badaniom w warunkach rozciągania poddano próbkę z trzema karbami typu „U” o promieniach równych 0.25 (promień karbu A), 1.5 (promień karbu B) oraz 2.5 mm (promień karbu C) i jednakowej głębokości wynoszącej 1.3 mm.

W celu określenia wpływu karbów na rozkład naprężenia efektywnego Hubera-Misesa-Hencky’ego w ich otoczeniu, wykorzystano zarówno metodę elementów skończonych (MES), jak i technikę DIC. Geometrię próbki zamodelowano używając przestrzennych, heksagonalnych elementów

bryłowych o wysokości 0.3 mm. Wyniki nie ujawniły istotnych różnic w rozkładach naprężenia w płaszczyźnie pomiarowej próbki 0XZ. Efekt wpływu korbów na naprężenie efektywne HMM był szczególnie widoczny w płaszczyźnie 0ZY i wyrażał się różnicami w obszarze reprezentowanym przez wartości naprężenia, rys. 1a. Największa strefa naprężenia występowała przy najmniejszej wartości karbu.



Rys. 1. Wyniki z badań MES i DIC: (a) rozkład naprężenia efektywnego HMM z MES w karbie A, B i C; (b) naprężenie efektywne HMM odpowiednio w początkowej i końcowej fazie rozciągania; (c) krzywe naprężenie-odkształcenie

Badania z użyciem techniki DIC pozwoliły zidentyfikować dwa największe karby jako miejsca potencjalnego ulokowania pęknięcia w początkowym etapie rozciągania, przy czym mniejszy z nich okazał się w efekcie końcowym pęknięciem dominującym, rys. 1b. Porównanie krzywej naprężenie-odkształcenie na próbce z korbami do krzywej z testu na próbce bez tego typu defektów, wykazało wcześniejsze występowanie uplastycznienia materiału, rys. 1c. Ponadto, należy zauważyć, że w obszarze sprężysto-plastycznego zachowania materiału miało miejsce jego lokalne wzmacnianie lub osłabianie. Różnice w przebiegu nieliniowej części charakterystyki naprężenie-odkształcenie nie przekraczały jednak 4%.

LITERATURA

- [1] FATEMI, A., ZENG, Z., PLASEIED, A., Fatigue Behavior and Life Predictions of Notched Specimens Made of QT and Forged Microalloyed Steels, *International Journal of Fatigue*, 26, 2004, 663-672.
- [2] BENNETT, J.A., WEINBERG, J.G., Fatigue Notch Sensitivity Of Some Aluminium Alloys, *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 52, 5, 1954, 235-245.
- [3] FATEMI, A., FANG, D., ZENG, Z., Notched Fatigue Behaviour Under Axial And Torsion Loads: Experiment and Predictions, *8th International Fatigue Congress*, Stockholm, Sweden, 3, 2002, 1905-1914.