



Autorzy: Robert PANOWICZ, Danuta MIEDZIŃSKA,

Tadeusz NIEZGODA, Wiesław BARNAT

e-mail: kmiis@wat.edu.pl

Instytucja: Wojskowa Akademia Techniczna,

Katedra Mechaniki i Informatyki Stosowanej

### Wstępne modelowanie oddziaływania fali ciśnienia na półsferyczny element kompozytowy o zmiennej grubości

#### Wstęp

W pracy przedstawiono wstępne wyniki modelowania oddziaływania fali ciśnienia pochodzącej z wybuchu 100 g TNT na półsferyczny element kompozytowy o zmiennej grubości, którego wierzchołek był oddalony o 40 cm od dolnej powierzchni ładunku. Ładunek został umieszczony centralnie nad rozpatrywanym obiektem. Ze względu na symetrię układu można było rozpatrywać tylko ćwiartkę układu (rys. 1).

Do modelowania zjawiska oddziaływania fali ciśnienia na strukturę (półsferyczny element kompozytowy) wykorzystano funkcję Load-Blast zawartą w oprogramowaniu Ls-Dyna. Funkcję tą otrzymano na drodze badań eksperymentalnych Randersa, Pehrson'a i Bannistera z 1997 roku. Intensywność fali ciśnienia w opracowanej formule zależy od masy ładunku i odległości pomiędzy ładunkiem i obiektem na który oddziałuje fala. Wykorzystana zależność pozwala otrzymać poprawne wyniki, jeżeli odległość pomiędzy obiektem a ładunkiem jest większa od około 3 wielkości charakterystycznych opisujących ładunek. W większości przypadków jest to wysokość lub średnica ładunku. Powyżej tej odległości można przyjąć, że powstająca fala ciśnienia ma kształt sferyczny. W związku z czym nie odgrywa roli efekt geometryczny.

W ramach pracy dokonano pomiarów własności materiałowych kompozytu epoksydowo - szklanego na uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej INSTRON.

W pracy wykorzystano model Hashina do opisu niszczenia materiału kompozytowego.

#### Kryterium zniszczenia Hashina

W procesie obliczeniowym wykorzystywane są naprężenia ekstremalne do określenia, czy dany element uległ zniszczeniu.

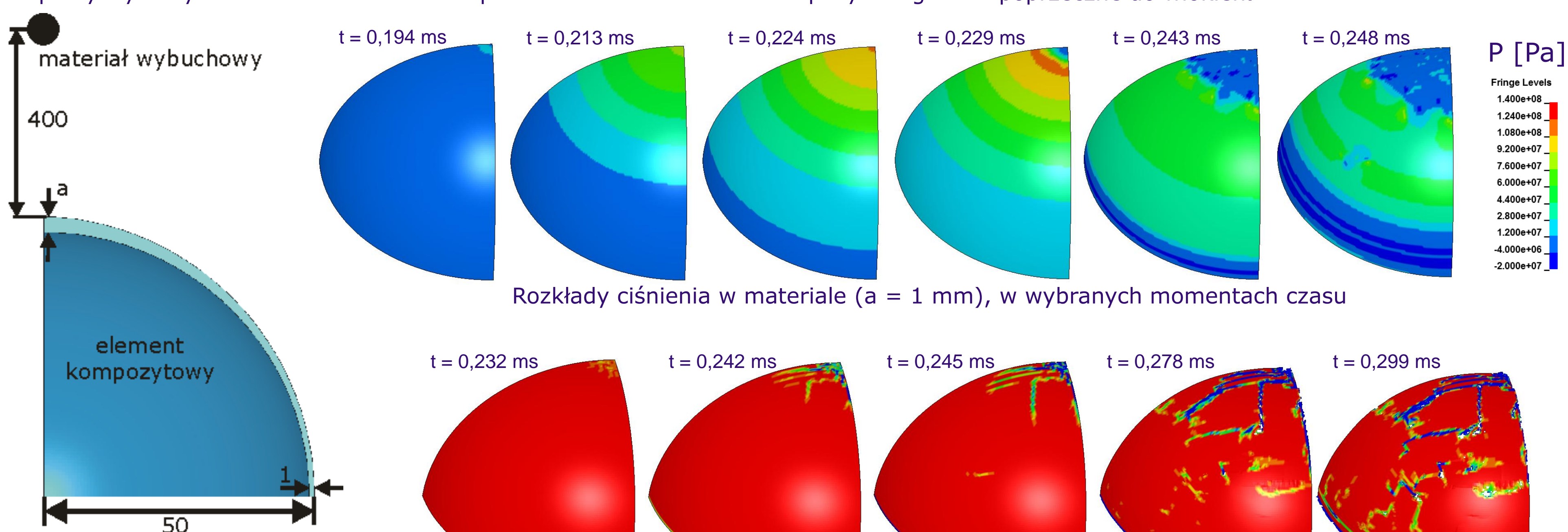
$$\left(\frac{\sigma_{11}}{X_T}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{12}}{S}\right)^2 = 1 \quad (\sigma_{11} > 0),$$

$$|\sigma_{11}| = X_C \quad (\sigma_{11} < 0),$$

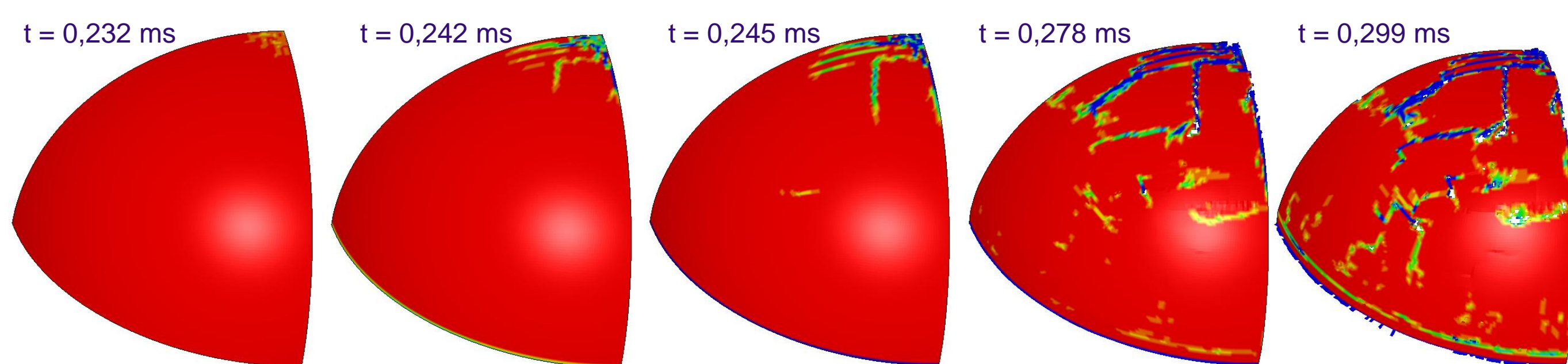
$$\left(\frac{\sigma_{22}}{Y_T}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{12}}{S}\right)^2 = 1 \quad (\sigma_{22} > 0),$$

$$\left(\frac{\sigma_{22}}{2S_T}\right)^2 + \left[\left(\frac{Y_C}{2S_T}\right)^2 - 1\right] \frac{\sigma_{22}}{Y_C} + \left(\frac{\tau_{12}}{S}\right)^2 = 1 \quad (\sigma_{22} < 0)$$

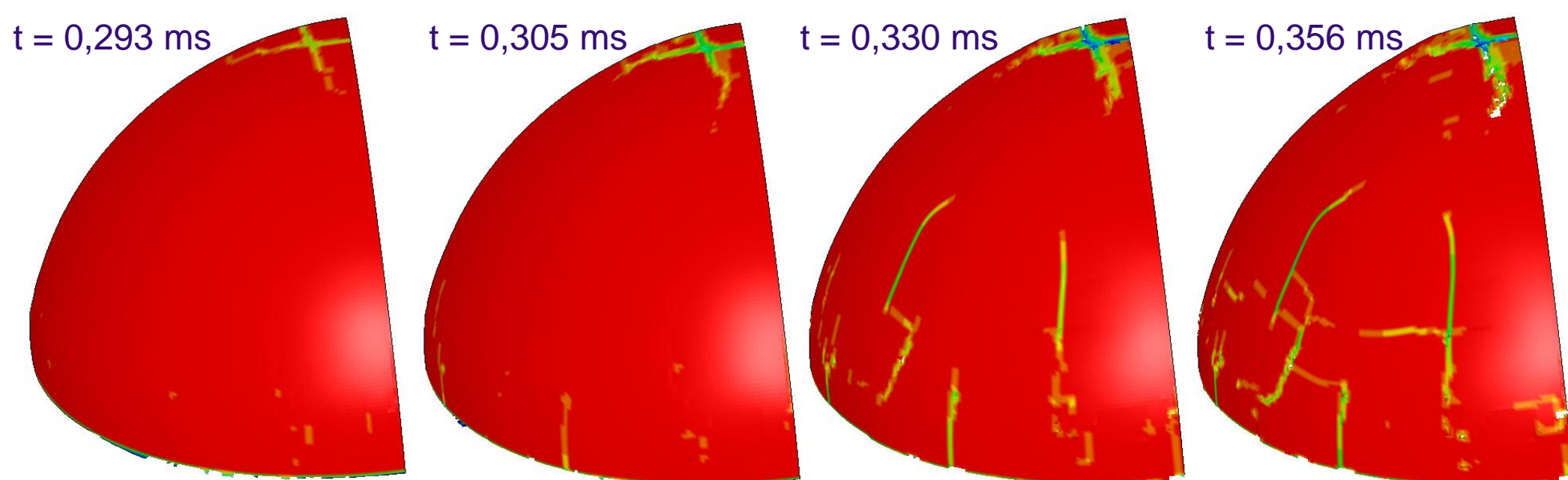
gdzie S - ścinanie osnowy w płaszczyźnie warstwy, X<sub>T</sub> - rozciąganie włókna, X<sub>C</sub> - ścisnienie włókna, Y<sub>T</sub> - rozciąganie osnowy (kierunek poprzeczny), Y<sub>C</sub> - ścisnienie osnowy (kierunek poprzeczny, ) oraz S<sub>T</sub> - wytrzymałość warstwy kompozytu na ścinanie poprzeczne do włókien.



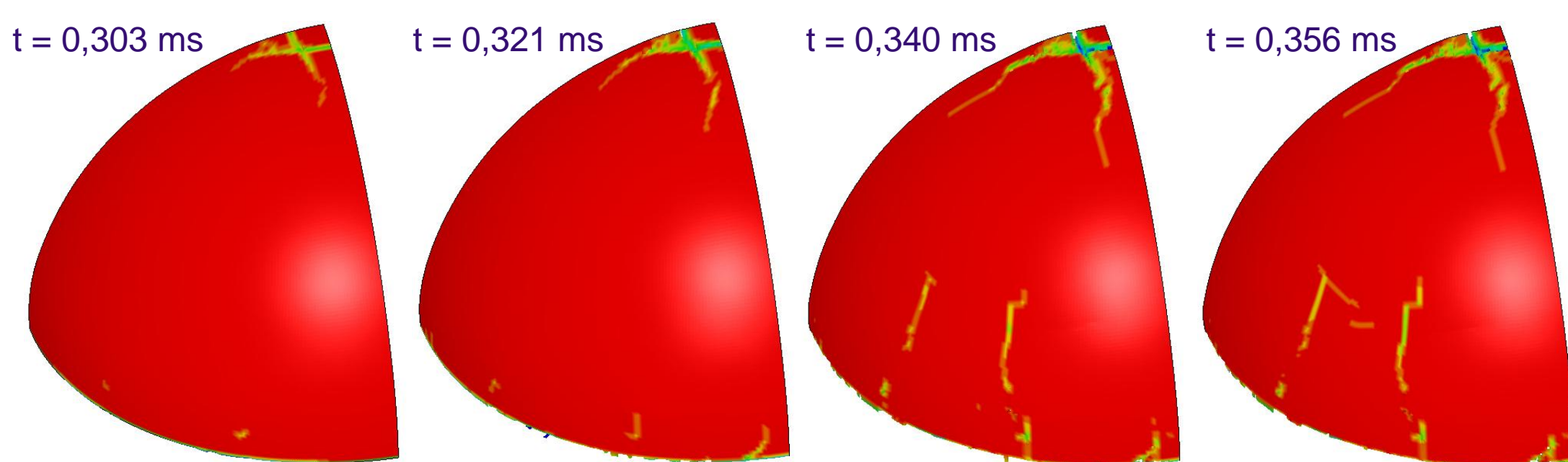
Rys. 1. Schemat rozpatrywanego układu, a = 1, 2, 3 mm



Niszczenie materiału kompozytowego (a = 1 mm)



Niszczenie materiału kompozytowego (a = 2 mm)



Niszczenie materiału kompozytowego (a = 3 mm)

#### Podsumowanie i wnioski

W pracy przedstawiono wstępne wyniki badań numerycznych nad oddziaływaniem fali ciśnienia powstałej z detonacji 100 g TNT na element kompozytowy o zmiennej grubości. Zmiana grubości spowodowała zmianę sztywności rozpatrywanego obiektu. Związane z tym są również zmiany w zachowaniu obiektu poddanego dynamicznemu obciążeniu. W przypadku elementu o stałej grubości wynoszącej 1 mm widać, że niszczenie zachodzi od wierzchołka elementu. Sytuacja zmienia się w pozostałych przypadkach. Dla elementów o maksymalnej grubości wynoszącej 2 i 3 mm pęknięcie zaczyna się prawie równocześnie przy podstawie i wierzchołku. Widoczne są charakterystyczne dla materiału kompozytowego linie pęknięć.

Zmieniając parametry geometryczne rozpatrywanego obiektu możemy sterować procesem jego niszczenia.