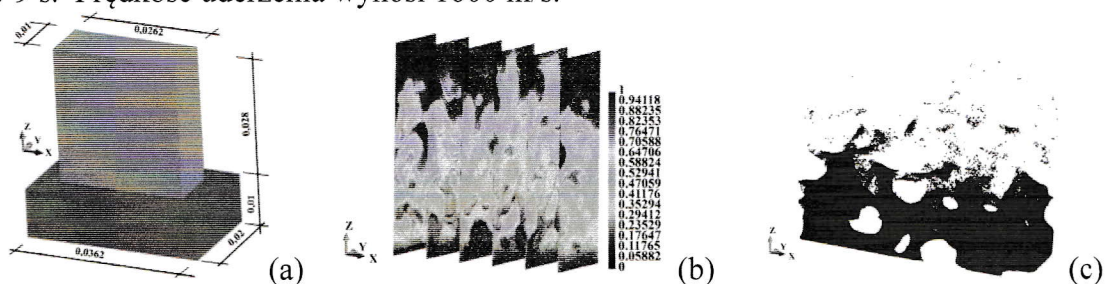


## Uderzenie interpenetrowanego kompozytu Al/SiC

Eligiusz Postek <sup>1</sup>, Tomasz Sadowski <sup>2</sup>, Daniel Pietras <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, <sup>2</sup> Politechnika Lubelska

Kompozyty ceramiczne infiltrowane (IPC) znajdują zastosowanie w kilku strategicznie ważnych gałęziach przemysłu. Przykładami są przemysł motoryzacyjny, energetyka jądrowa lub przemysł kosmiczny. Badany kompozyt składa się ze szkieletu SiC (model zniszczenia kruchego) i wypełnienia stopem aluminium (model sprężysto-plastyczny ze wzmocnieniem oraz zniszczenia kruchego). Próbkę poddawane są mechanicznemu obciążeniu udarowemu. Dla materiału kruchego zastosowany został konstytutywny model uszkodzeń zaś materiał wypełnienia jest modelowany jako sprężysto-plastyczny. Do obliczeń zastosowana została perydynamika (dyskretyzacja stalowej podstawy 480,000, wypełnienia – 5,559,098, szkieletu – 1,445,963 punktów obliczeniowych). Ważnym parametrem jest uwzględniana w obliczeniach odporność na pękanie materiału szkieletu. Zbadane zostało zachowanie próbki dla małych i dużych prędkości uderzenia. Poniżej pokazana jest geometria układu (a), rozkład parametru zniszczenia w całej próbce (b) oraz punkty, w których parametr zniszczenia  $d$  jest większy niż 0.85 (c). Koncentracje takich punktów znajdują się po stronie materiału szkieletu w pobliżu granic faz szkieletu i wypełnienia. Czas procesu wynosi  $1.0e-06$  s a krok całkowania jawnego  $2.0e-9$  s. Prędkość uderzenia wynosi 1600 m/s.



Ryc. 1. Wymiary (m) (a); rozkład parametru zniszczenia  $d$ ,  $t = 1.0e-06$ s (b); punkty gdzie  $d > 0.85$ ,  $t = 1.0e-06$  s (c).

Ostatnia uwaga dotycząca metody perydynamiki dotyczy jej praktycznego wykorzystania, a mianowicie wyniki badań numerycznych potwierdzają stosowalność metody do oceny materiałów IPC, mimo że metoda ta powinna być używana przy zastosowaniu masowo zrównoległego oprogramowania i nowoczesnych klastrów komputerowych by uzyskiwać wyniki w rozsądnym czasie.

Praca została wykonana w ramach grantu NCN 2019/33/B/ST8/01263. Obliczenia wykonane zostały w Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego UW w Warszawie.

### **Impact of interpenetrating phase Al/SiC composite**

Infiltrated ceramic composites (IPCs) are used in several strategically important industries. Examples are the automotive industry, nuclear Energy, or the space industry. The tested composite consists of a SiC skeleton and an aluminum alloy filling. The samples are subjected to impact loading. For the brittle material, a constitutive model of damage has been used, and the filling material is modeled as elastic-plastic. Peridynamics was used for the calculations (steel base discretization 480,000, filling – 5,559,098, skeleton -1,445,963 calculation points). An important parameter is the fracture toughness of the frame material in the calculations. The behavior of the sample at low and high impact velocities was tested. Shown below is the geometry of the system (a), the distribution of the damage parameter in the entire sample (b), and the points where the damage parameter  $d$  is greater than 0.85 (c). The concentrations of such points are on the side of the skeleton near the interface between the skeleton and the filling. The process time is  $1.0e-06$  s and the explicit time integration step is  $2.0e-9$  s. The impact velocity is 1600 m / s.

A final remark considering the peridynamics method concerns the practical use of peridynamics, namely, the results of the numerical studies confirm the feasibility of the method for evaluation of the IPCs materials even though it should be used massively parallelized software and up-to-date computer clusters to obtain results within a reasonable time.

*The work was carried out under the NCN 2019/33 / B / ST8 / 01263 grant. The calculations were made at the Interdisciplinary Center for Mathematical Modeling of the University of Warsaw in Warsaw*