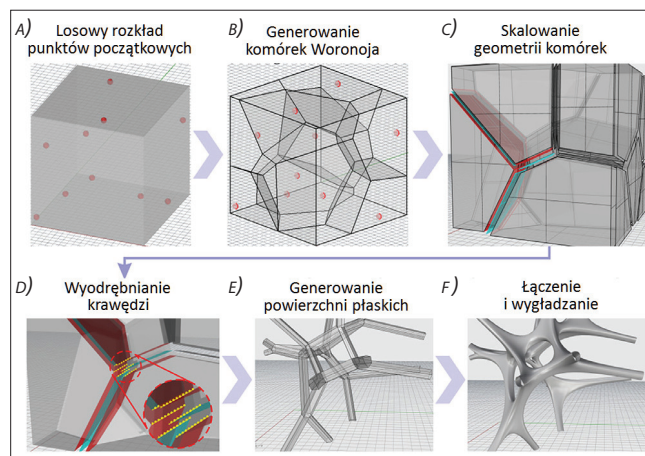


Nowatorskie, wytwarzane addytywnie, inspirowane biologią struktury 3D do tłumienia energii uderzenia

Inspirowane naturą struktury 3D zaprojektowano cyfrowo i wytworzono metodą selektywnego spiekania laserowego (SLS) z poliamidu. Testy udarowości umożliwiły analizę zdolności tych struktur do absorpcji uderzeń, a modelowanie FEM wyjaśniło mechanizmy pęknięcia i odpowiedzi materiału, które okazały się wysoko wrażliwe na prędkość odkształcenia.

Wytwarzanie addytywne (*additive manufacturing* – AM) w ogromnym stopniu przyczyniło się ostatnio do skokowego rozszerzenia możliwości produkcyjnych, pozwalając na projektowanie i wytwarzanie dowolnie złożonych elementów z różnorodnych materiałów.

Zbadano możliwość zaprojektowania podobnych do kości struktur 3D o właściwościach tłumiących uderzenia z zachowaniem lekkiej konstrukcji. Wykorzystano przy tym tesselację (komórki, diagram) Woronoja, która po zastosowaniu w przestrzeni 3D tworzy losowo wielościany (rys. 1).

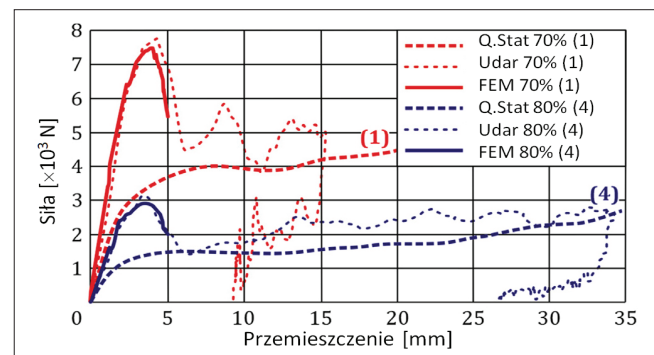


Rys. 1. Oparty na tesselacji Woronoja algorytm projektowania inspirowanej biologicznie struktury 3D

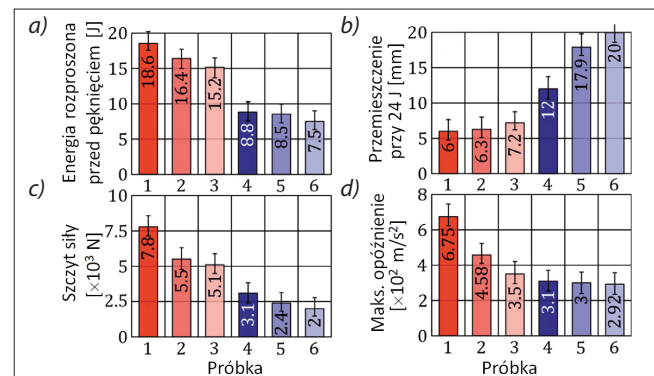
Wykonano sześć elementów imitujących kość o wymiarach $\varnothing 45 \times 53$ mm. Próbkę 1–3 miały porowatość 70% i liczby komórek odpowiednio: 886, 1260 i 1730. Próbkę 4–6 miały porowatość 80% i te same liczby komórek. Próbkę zostały zbadane w testach quasi-statycznych i udarowych.

Na rys. 2 przedstawiono przykładowe wyniki takich badań dla dwóch próbek z 886 komórkami, o różnych porowatościach (próbka 1 – 70%, próbka 4 – 80%). W obu przypadkach odpowiedzi w testach dynamicznych (linie przerywane) wykazały siły dwukrotnie większe niż w quasi-statycznych (linie przerywane). Symulacja FE, zakończona przy przemieszczeniu 5 mm, odpowiednio odzwierciedla odpowiedź próby udarowości w przypadku obu próbek. Wyniki dla wszystkich próbek przedstawiono na rys. 3.

W przypadku próbek o porowatości 70% (1 do 3) przed pojawieniem się pierwszego dużego pęknięcia rozpraszana jest prawie dwukrotnie większa energia uderzenia niż dla próbek o porowatości 80%



Rys. 2. Wykresy siła–przeszczenie zmierzone w próbie quasi-statycznej (Q.Stat) i próbie udarowości oraz obliczone za pomocą modelu FE dla próbki 1 i 4



Rys. 3. Podsumowanie wyników badań wszystkich próbek

(4 do 6). Energia ta nieznacznie spada wraz ze wzrostem liczby komórek (rys. 3a). Z tego powodu wraz ze wzrostem liczby komórek i porowatości rośnie wymagane przeszczenie do rozproszenia 24 J energii uderzenia (rys. 3b). Istotną zaletą próbek o wysokiej porowatości (80%) są znacznie mniejsze przenoszone siły szczytowe. Do tego im większa liczba komórek, tym mniejsza jest przenoszona siła (rys. 3c). Drugą zaletą próbek 4 do 6 jest bardzo małe maksymalne opóźnienie uderzenia – prawie o połowę mniejsze w porównaniu z próbkami o porowatości 70% (rys. 3d).

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Maliaris Georgios, Argyros Apostolos, Smyrniaos Emmanouil, Michailidis Nikolaos. "Novel additively manufactured bio-inspired 3D structures for impact energy damping". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 70, 1 (2021): 199–202, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.03.009>. ■