

Niniejsza praca jest poświęcona badaniom odporności płyty 3-warstwowej z rdzeniem auksetycznym na uderzenie pocisku skutkujące przebiciem konstrukcji. W pierwszej części pracy przedstawiono budowę i rodzaje płyt warstwowych oraz opisano podstawy ich mechaniki, wymieniono zastosowania i scharakteryzowano metody wytwarzania. Kolejna część została poświęcona materiałom i strukturom auksetycznym – ich charakterystyce, historii, rodzajom, zastosowaniom i odporności na uderzenia udarowe, będącej przedmiotem rozważań pracy. Następnie opisana została główna metoda obliczeniowa zastosowana w analizach omawianych konstrukcji – metoda elementów skończonych (MES) w dynamice z jawnym całkowaniem równań ruchu. Wszystkie symulacje tego typu zostały przeprowadzone w programie Abaqus. Pozostałe, wstępne analizy MES były statyczne i wykonane w programie Comsol Multiphysics. W tej części pracy opisany został również model materiałowy Johnsona-Cooka stosowany w analizach dynamicznych. Resztę pracy stanowi przede wszystkim opis przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników. W pierwszej kolejności zasymulowane zostało przebicie płyt homogenicznych o różnych wartościach współczynnika Poissona. Następnie rozważane były płyty z rdzeniem anti-tetra-chiralnym, których odporność na przebicie porównano z tą określoną dla płyt nieauksetycznych z rdzeniem w postaci klasycznego plastra miodu. Ostatnią grupą badanych struktur były płyty z rdzeniem w postaci struktury 4-star. Uzyskane dla nich wyniki porównano z najbliższymi nieauksetycznymi odpowiednikami. Dokonano również doboru parametrów geometrycznych komórki jednostkowej struktury 4-star w celu minimalizacji współczynnika Poissona. Ostatnim etapem było przeprowadzenie testów fizycznych na płytach wytworzonych z żywicy techniką przyrostową. Jeden z tych eksperymentów został zasymulowany dla płyt aluminiowych.

The work focuses on the study of resistance of a 3-layered sandwich plate with an auxetic core to impact resulting in a puncture. The first part of the work described the design and types of sandwich plates as well as the fundamentals of their mechanics, applications and manufacturing methods. The second part of the work focuses on auxetic materials and structures – their characteristics, history, types, applications and impact resistance which is the scope of this work. The next part contains the description of the main numerical method used for analyses of considered structures – the finite element method in dynamics with explicit time integration of equations of motion. All the simulations of this kind were performed in Abaqus FEA software. The remaining ones, being preliminary static studies, were carried out in Comsol Multiphysics. In this part of the work, the Johnson-Cook material model used in dynamic analyses was also described. The rest of the work consists of a discussion about performed studies and their results. The homogenous plate was analyzed first with different values of Poisson's ratio. Then the plates with anti-tetra-chiral cores were considered and compared with non-auxetic plates having a hexagonal honeycomb core. The last group of tested structures included plates with cores composed of 4-star structures. Results obtained for them were compared with the ones obtained for their closest non-auxetic counterparts. In addition, the selection of geometric parameters of a unit cell of a 4-star structure was carried out to minimize Poisson's ratio. The final stage of work involved physical testing of samples obtained from a resin using additive manufacturing. One of those experiments was simulated for aluminum plates.