

## **Avksetični celični materiali - pregled**

Nejc Novak\* – Matej Vesenjāk – Zoran Ren  
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Avksetični celični materiali so sodobni materiali, ki imajo številne edinstvene mehanske lastnosti v primerjavi s konvencionalnimi celičnimi materiali. Avksetični materiali so materiali z negativnim Poissonovim številom, kar pomeni, da se ob enoosni natezni obremenitvi prečni prerez materiala na to smer poveča, obratno pa velja ob tlačni obremenitvi. Učinek takšnega obnašanja materiala je uporaben pri različnih aplikacijah, kjer lahko z uporabo avksetičnih materialov izboljšamo mehanske lastnosti (npr. trdnost, lomno žilavost, absorpcijo energije in dušenje). Te lastnosti so lahko tudi prilagojene različnim vrstam obremenitev z uporabo različnih geometrij in razporeditev gostote, kar lahko dosežemo s funkcionalno gradiranimi avksetičnimi celičnimi materiali. V preglednem članku je predstavljeno področje avksetičnih celičnih materialov, njihov razvoj, najpogostejše geometrije, proizvodni postopki, mehanske lastnosti, aplikacije in nadaljnje možnosti za razvoj teh materialov.

Na podlagi pregleda literature je v članku podan strukturiran pregled zgodovine razvoja avksetičnih materialov, od začetkov transformiranja konvencionalnih odprto-celičnih pen, do sodobnih avksetičnih struktur z zapleteno geometrijo, ki so izdelane s pomočjo dodatnih tehnologij. Predstavljenih je nekaj najznačilnejših dvodimenzionalnih avksetičnih struktur (satovij), na osnovi katerih je shematično prikazan postopek njihove deformacije in vzrok za doseženo negativno Poissonovo število. Na osnovi enačb mehanike kontinuuma so podane teoretične prednosti teh materialov in vpliv negativnega Poissonovega števila na mehanske lastnosti, ob tem pa so zbrani tudi podatki iz literature o vrednostih Poissonovega števila in modula elastičnosti že izdelanih avksetičnih materialov.

Avksetični celični materiali lahko s svojimi edinstvenimi mehanskimi lastnosti nudijo napredek v različnih aplikacijah. S sposobnostjo boljše absorpcije energije, ki je dosežena tudi s tem, da se material steka v smeri področja udara in ne stran od tega področja, imajo ti materiali izjemen potencial za uporabo na področju balistične zaščite vozil, stavb in ljudi. Zaradi edinstvenega deformacijskega obnašanja lahko z uporabo avksetičnih celičnih materialov izboljšamo tudi različna področja v letalski in vesoljski industriji, medicini ter športnih aplikacijah.

Pregled literature pokaže, da se na področju avksetičnih materialov trenutno odvija intenziven razvoj novih geometrij, ki pa so bile zaenkrat le redko testirane pri visokih hitrostih deformacije, tako da je potrebno odziv avksetičnih celičnih materialov na visoke hitrosti deformacije še preučiti. Odziv materiala na različne hitrosti deformacije in načine obremenitve pa je možno z uporabo numeričnih simulacij in optimizacijskih metod tudi vnaprej predvideti in geometrijo avksetične celične strukture konstruirati tako, da bo med obremenjevanjem povzročila želen odziv na konstrukcijo (konstantna reakcijska sila) ali na udarno telo (konstanten pojemek). To je mogoče doseči z uporabo funkcionalno gradiranih avksetičnih celičnih materialov, kar je lahko zelo koristno pri balistični zaščiti in zaščiti pri trku.

Članek podaja izčrpen pregled področja avksetičnih celičnih materialov, s tem pa prispeva k boljšemu razumevanju lastnosti teh sodobnih materialov, ki kažejo velik potencial, da v prihodnosti postanejo pomembni lahki konstrukcijski materiali. Podane so smernice za nadaljnji razvoj avksetičnih celičnih materialov, predvsem v smeri funkcionalno gradiranih struktur, ki nudijo dodatno izboljšanje mehanskih lastnosti avksetičnih celičnih materialov.

**Ključne besede:** celični materiali, avksetični materiali, negativno Poissonovo število, satovje, kompoziti