

Vpliv strategije zlaganja slojev in vrste sprožilca na odpornost pri trku laminatov z ogljikovimi vlakni, utrjenimi v avtoklavu

Enrico Troiani* – Lorenzo Donati – Gianluca Molinari – Raffaella Di Sante

Univerza v Bologni, MasterLab, Italija

Namen snovanja za odpornost pri trku je preučevanje sposobnosti konstrukcij, da absorbirajo energijo: nadzorovan in postopen kolaps delov vozila zagotavlja varno disipacijo zadostne količine kinetične energije v primeru trka.

Energijo tradicionalno in še posebej pri letalih absorbirajo kovinski deli, ki se porušijo nadzorovano in se pri tem intenzivno plastično preoblikujejo. Nadomeščanje kovin s kompoziti, zlasti z epoksidnimi smolami, ojačenimi z ogljikovimi vlakni, lahko izboljša učinkovitost absorpcije energije. Manjkajo pa podatki o odzivu teh konstrukcij pri delovnih obremenitvah, in še posebej v primeru trka. Numerični modeli, podprti s testi na vzorcih in manjših konstrukcijah, so prednostna izbira za preučevanje tega vedenja.

Zato je bil razvit inovativen eksperimentalni test manjšega obsega za karakterizacijo lastnosti materialov pod tlakom. Preizkušanci imajo samonosilno sinusoidno obliko, s čimer se je mogoče izogniti uklonu klasičnih ravnih preizkušancev. Preizkušena sta bila dva preprega iz polimera, ojačenega z ogljikovimi vlakni (CFRP): 12 slojev enosmernih trakov oz. 8 slojev v platnovi vezavi, s čimer je v obeh primerih nastal laminat debeline približno 1,8 mm. Analizirana so bila tri zaporedja zlaganja za identifikacijo konfiguracije z maksimalno specifično absorpcijo energije (SEA), t.j. absorbirano energijo na enoto mase zmečkane konstrukcije. Najboljši rezultati so se pokazali pri enosmernem preizkušancu.

Pri preizkušancih je zelo pomemben tudi sprožilni mehanizem oz. konstrukcijska značilnost, ki zagotavlja postopen kolaps konstrukcije in s tem preprečuje nenapovedljivo in včasih nestabilno odpoved kompozitnega materiala. Za preučitev SEA oslavljenih laminatov so bili izdelani preizkušanci s standardnimi posnetji ter z inovativnimi samosprožilnimi značilnostmi, kjer so vlakna prekinjena na izbranem mestu in v različnem obsegu.

Pri enosmernih preizkušancih položaj sprožilca ni vplival na maksimalno vrednost SEA in na vedenje med preizkusnim gibom. Samosprožilna konfiguracija določa položaj začetne napake v preizkušancu brez zmanjšanja varnosti, je primerna alternativa za zunanji sprožilec in odpravlja zamudno mehansko obdelavo po utrjevanju.

Glavni dosežek tega članka je opredelitev zanesljivega in dostopnega eksperimentalnega postopka za kvantifikacijo sposobnosti kompozitnih materialov za absorpcijo energije. Predstavljeno delo je tudi prvi korak modularnega programa, ki se začne z eksperimentalnimi testi na manjših preizkušancih in eksperimentalno analizo, konstruktorji pa z njimi dobijo potrebno znanje za obravnavo zahtevnejših konstrukcij.

Rezultati eksperimentov so dokazali zanesljivost metode samonosilnih preizkušancev, na katere ne vplivajo zunanji dejavniki zaradi vpenjal, ki preprečujejo uklon pri ravnih preizkušancih. Preizkušance sinusoidne oblike je tudi enostavneje izdelati kot cevi, ki so pogosteje v uporabi.

Avtorji verjamejo, da bo študija zanimiva za znanstveno skupnost, tako za raziskovalne kakor tudi za za tehnično-aplikativne namene. Objavljenih prispevkov na to temo je malo, med njimi pa verjetno ni nobenega takšnega, ki bi obravnaval isti material in konfiguracijo za absorpcijo energije.

Odpornost pri trku je tudi pomembna raziskovalna tema pri razvoju kompozitov.

Ključne besede: kompoziti, tlačni preizkus, odpornost pri trku, specifična absorpcija energije (SEA)