

DR. SC. JADRAN ŠUNDRICA JE OBRANIO DISERTACIJU “MODELI PROSTORNO OJAČANIH STRUKTURA KOMPOZITA”

*Jadran Šundrica won Ph D degree with the thesis titled
“Models of Spatially Reinforced Structures of Composites”*



Jadran Šundrica, dipl. ing. strojarstva, obranio je na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu doktorski rad MODEL PROSTORNO OJAČANIH STRUKTURA KOMPOZITA te je stekao akademski stupanj doktora znanosti iz područja tehničkih znanosti. Javna usmena obrana održana je 30. siječnja 2008. pred Povjerenstvom u sastavu: prof. dr. sc. Mladen Šercer, prof. dr. sc. Tomislav Filetin, prof. dr. sc. Ivica Smojver, izv. prof. dr. sc. Janez Indof i prof. dr. sc. Vjekoslav Damić.

Disertacija ima 127 stranica, 165 slika i 26 tablica te obuhvaća 35 navoda iz domaće i strane literature. Osnovnom je tekstu priložen predgovor, sažetak i životopis na hrvatskom i engleskom jeziku, popisi oznaka, slika i tablica te popis od 35 navoda.

Doktorski je rad podijeljen na devet poglavlja: Uvod, Kompozitni materijali, Popunjavanje matrica česticama, Modeli kompozita ojačanih u pravcu i ravnini, Modeli prostorno ojačanih kompozita, Povezanost prostornog ojačavanja i kristala, Svojstva kompozitnih materijala, Eksperimentalni dio i Zaključak, a uključuje Zahvalu, Sadržaj i Predgovor te sažetak i životopis na hrvatskomu i engleskom jeziku.

Uvodni dio obuhvaća definiranje problema optimiranja svojstava prostorno ojačanih kompozita, postavljanje cilja i hipoteze, pregled i analizu dosadašnjih spoznaja te opis metodologije rada. Posebno je obrađena metodologija znanosti i inženjerstva materijala i njezine primjene.

U poglavlju “Kompozitni materijali” prikazane su osnovne karakteristike tih materijala. Obradene su polimerne matrice, ojačala, značajke njihovih spojnih površina te su navedena osnovna svojstva kompozitnih materijala.

Teorijske osnove za razumijevanje kompozitnih materijala s česticama dane su u trećem poglavlju, “Popunjavanje

matrica česticama”, kroz analizu slaganja kuglica istoga i različitog promjera. Analizirano je popunjavanje matrice česticama u ravnini i prostoru. Za dvokomponentni materijal prikazan je izvorni, u praksi potvrđen, proračun idealnog odnosa promjera zrna veziva i zrna osnovnog materijala.

U poglavlju “Modeli kompozita ojačanih u pravcu i ravnini” sustavno su obrađeni ti kompoziti. Uz proračun stupnja popunjenosti za najjednostavnije sheme slaganja - kvadratnu i heksagonalnu navedeni su analitički, tablični i grafički prikazi ovisnosti stupnja popunjenosti o kutu za opću rompsku shemu slaganja. Od ravninskih ojačanih kompozita prikazani su ortogonalni i neortogonalni, ojačani u dva pravca, i neortogonalni, ojačani u tri pravca međusobno zakrenuta za kutove od 60°, koji su temeljni za slaganje prostornih modela ojačavanja u tri (3D), četiri (4D) i šest pravaca (6D).

Vlaknima prostorno ojačani kompoziti sistematizirani su u poglavlju “Modeli prostorno ojačanih kompozita”. Oni su podijeljeni na jednostavne, ojačane u tri, četiri i šest pravaca, te složene potpune i nepotpune, ojačane u pet i više pravaca. Za jednostavne prostorno ojačane kompozite razvijene su sheme slaganja vlaknastih ojačala, izvedeni su proračuni stupnja popunjenosti prostora, opisi slaganja te prikazani računalni i fizički modeli prostornog slaganja ojačala. Za složene prostorno ojačane kompozite razvijeni su računalni modeli, a za neke i stvarni modeli. Uz prikaze dobivanja složenih oblika alata i naprava za slaganje prostorno ojačanih kompozita iz kocke naznačena je njihova povezanost s oblicima kristala.

Potvrda povezanosti oblika kristala u prirodi i naprava za slaganje struktura prostorno ojačanih kompozita tema je poseboga poglavlja. Kompoziti ojačani u tri pravca korespondiraju s kubnim kristalnim strukturama. Tetraedar, oktaedar ili struktura dijamanta temelji su za slaganje kompozita ojačanih u četiri pravca, dok je rompski

dodekaedar osnova za slaganje kompozita ojačanih u šest pravaca. U tom su poglavlju također prikazani kristali koji odgovaraju složenim prostorno ojačanim kompozitima.

U poglavlju "Svojstva kompozitnih materijala" obrađeni su načini proračuna svojstava kompozitnih materijala s vlaknastim ojačanjima na temelju poznatih teorija iz mehanike kompozita. Navedeni su izrazi za utvrđivanje gustoće i svojstava ovisnih o smjeru ojačavanja, kao što su modul elastičnosti, Poissonov faktor i čvrstoća. Sažeto su opisani mikromehanički pristupi za predviđanje parametara čvrstoće ortotropnih kompozita i prikazana su dva moguća ponašanja koja dovode do loma kompozita ojačanog dugim vlaknima u pravcu rasteznog opterećenja.

Predzadnje poglavlje opisuje eksperimentalni dio rada počevši od rezultata ispitivanja svojstava epoksidne i poliesterske matrice te drvenih ojačala u obliku okruglih štapića. Opisan je plan eksperimenta za izradbu i ispitivanje kompozita s ojačanjima postavljenima u tri i četiri pravca. Opisom i fotografijama prikazan je proces postavljanja štapićastih ojačala, lijevanja matrice i strojne obrade dobivenog kompozita te izradbe ispitnih tijela. U ovom poglavlju opisana je metoda ispitivanja te su tablično i grafički prezentirani rezultati za ispitane uzorke. Nakon usporedbe provedena je rasprava kako bi se stvorili temelji za donošenje zaključaka.

Zaključno poglavlje ujedinjuje sva prethodna i ističe glavne doprinose ovoga rada, počevši od odnosa komponenata u kompozitima s česticama, preko načina proračuna faktora popunjavanja prostora u kompozitima ojačanim vlaknima u jednom pravcu i ravninski ojačanih kompozita do shema slaganja prostorno ojačanih kompozita. Posebno je istaknuta njihova povezanost s oblicima kristala i mogućnost povezivanja s mikro i nanostrukturama. S obzirom na velik broj oblika kristala u prirodi, nametnuo se zaključak o širokom polju za daljnja istraživanja povezanosti prostorno ojačanih kompozita i kristalnih oblika.

U disertaciji Jadrana Šundrica računalnim je i stvarnim modelima predočena povezanost oblika alata za slaganje prostorno ojačanih struktura potrebnih za proizvodnju kompozita s oblicima kristala. Za strukture ojačane u tri i četiri pravca razvijena je izvorna tehnologija postavljanja ojačala u obliku okruglih drvenih štapića, lijevanja masivnih duromernih izradaka i njihova strojna obrada u prstenasta ispitna tijela te metoda ispitivanja vlačne čvrstoće u različitim pravcima. Doktorskim radom Jadran Šundrica je uz ostvarene doprinose znanosti otvorio široko područje za daljnja istraživanja prostorno ojačanih kompozita s drugim vrstama materijala matrica i ojačala te njihova prostornog slaganja u više od četiri pravca.

Jadran Šundrica rođen je 19. srpnja 1951. u Splitu, a osnovnu i srednju pomorsku školu - brodstrojarskog smjera,

završio je u Dubrovniku. Zatim je upisao Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, te je diplomirao 1974. godine s radom "Ispitivanje eksploatacionih karakteristika kočionih materijala".

Godine 1975. zaposlio se u Tvornici ugljeno-grafitnih proizvoda TUP u Dubrovniku, na poslovima razvoja proizvodnje kontaktnih materijala. Uz rad je pohađao nastavu na poslijediplomskom studiju FSB – smjer Materijali, te je 1982. godine obranio magistarski rad pod naslovom "Analiza utjecaja parametara značajnih za kvalitetu sinterovanih kontaktnih materijala".

Od 1982. godine nastavnik je predmetâ Poznavanje materijala i tereta, Obrada materijala i Ispitivanje materijala; prvo u dopunskom radnom odnosu, a od 1985. godine s 50%-nim radnim vremenom na Višoj pomorskoj školi u Dubrovniku. Iste je godine na Fakultetu strojarstva i brodogradnje izabran u znanstveno zvanje znanstveni asistent za znanstveno područje strojarstvo.

U tom razdoblju u tvornici radi na kontroli proizvodnog procesa i kvalitete sinteriranih materijala, inicira dilatometrijska ispitivanja, te sudjeluje u razvoju skeletne strukture potrebne za proizvodnju prostorno ojačanih kompozitnih materijala.

Od 1990. godine radi s punim radnim vremenom na Pomorskom fakultetu u Dubrovniku kao nastavnik Poznavanja materijala i tereta, Obrade materijala i Zaštite materijala. Iste godine Fakultet strojarstva i brodogradnje dao je pozitivno mišljenje o izboru u zvanje predavač za predmet Poznavanje materijala i tereta. Odlukom Fakultetskog vijeća Pomorskog fakulteta u Dubrovniku 1996. godine izabran je u nastavno zvanje višeg predavača za kolegije Poznavanje materijala i tereta i Tehnologija materijala.

Jadran Šundrica je 2002. godine na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu obranio habilitacijski rad "Optimiranje tehnoloških parametara pri proizvodnji materijala za električne kontakte" i izabran je u zvanje profesor visoke škole.

Sudjelovao je u znanstveno-istraživačkom radu kao istraživač suradnik na projektu "Optimiziranje sustava pomorskog transporta" i na projektu "Proces obrazovanja u funkciji optimiziranja pomorskog prometa", koje je financiralo Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. Sada je suradnik istraživač na projektu "Modeliranje svojstava materijala i parametara procesa".

Zaposlen je na Sveučilištu u Dubrovniku i izvodi nastavu kolegija povezanih s materijalima, tehnologijom materijala i njihovom zaštitom.

Josip Lovrić
glavni urednik

Rukopis primljen: 23. 4. 2008.