Univerza v Mariboru

OKVIRNI PROGRAM USPOSABLJANJA MLADEGA RAZISKOVALCA (MR)[1]

1. OSNOVNI PODATKI

Ime in priimek mentorja:	**Nenad Gubeljak**	Evidenčna številka mentorja pri ARIS (SICRIS):	**10470**
E-naslov mentorja:	nenad.gubeljak@um.si	Tel. štev. mentorja:	02 220 7661
Ime in priimek vodje raziskovalnega programa:	Nenad Gubeljak	Evidenčna številka vodje RP pri ARIS (SICRIS):	10470
Naziv raziskovalnega programa:	Numerična in eksperimentalna analiza nelinearnih mehanskih sistemov	Evidenčna številka RP pri ARIS (SICRIS):	P2-0137
Članica Univerze v Mariboru (RO UM), kjer bo potekalo usposabljanje:	UM FS	Evidenčna številka RO UM pri ARIS (SICRIS):	0795
Oznaka raziskovalnega področja po klasifikaciji ARIS:	2.05.02	Oznaka raziskovalnega področja po klasifikaciji Ortelius:	15.18

2. OPREDELITEV RAZISKOVALNEGA PROBLEMA IN CILJEV DOKTORSKE RAZISKAVE[2]

Izhodišče raziskovalne naloge mladega raziskovalca in njena umestitev v raziskovalni program v katerega je vključen mentor, delovna hipoteza, cilji raziskave in predvideni rezultati s poudarkom na izvirnem prispevku k znanosti:

V okviru programske skupine P2-0137 Numerična in eksperimentalna analiza nelinearnih mehanskih sistemov se ukvarjamo z raziskovanjem mehanskega odziva kovinskih materialov na statične in dinamične obremenitve v območju mejnega nosilnega stanja. Za homogene kako nizkotrdnostne in visokotrdnostne materiale so v preteklosti bili narejeni modeli na oceno trdnostnega obnašanja in določitev trajne dinamične trdnosti, ki kar uspešno napovedujejo dobo

[1] *Izraz mladi raziskovalec je zapisan v moški slovnični obliki in je uporabljen kot nevtralen za ženske in moške.*

[2] *Raziskovalni in študijski program usposabljanja morata biti skladna z vsebino raziskovalnega programa, katerega član je mentor.*

trajanja in dinamično nosilnost komponent. Že prve raziskave materialov, ki so izdelani z dodajnimi tehnologijami, kažejo da te modele ni mogoče enolično prenesti na komponente, ki so izdelane z dodajnimi tehnologijami.
Čeprav aplikacija aditivnih tehnologij za izdelavo konstrukcijskih komponent iz kovinskih materialov se v nekaj zadnjih nekaj letih skokovito širi skupaj s testiranjem mehanskih in lomnomehanskih lastnosti, vendar še ni univerzalnega pristopa, ki bi omogočil določitev lomne trdnosti komponent iz teh materialov. Glavni razlog leži v tem, da se tehnologije izdelave nenehno izpopolnjujejo glede natančnosti nanosa, tehnoloških pogojev in termične obdelave. Vse to tudi vpliva na rezultate mehanskih in lomno mehanskih testiranj. Zaradi česar postaja testiranje vse bolj kompleksno. Namreč pri karakterizaciji utrujenostnega obnašanja je potrebno upoštevati porazdelitev in smer zaostalih napetosti med samim nanašanjem plasti. Pretaljenost in kakovost nanosa je odvisna ne le od tehnoloških parametrov izdelave in orientacije polaganja plasti, temveč tudi od vrste stroja in kakovosti vstopnih materialov. Klasični pristop, ki temelji na mehaniki trdne snovi je zaradi tega neposredno težko uporabiti. Splošno je inženirski pristop praviloma poenostavljen in temelji na osnovnih mehanskih lastnosti materiala kot so modul elastičnosti, poisson in natezni trdnosti, vendar se pri aditivnih tehnologijah ne more uporabiti, kajti struktura gradnje plasti in materialov bistveno bolj vpliva na mehansko obnašanje, kot pri kovinskih materialih, ki so izdelani s klasičnimi tehnologijami. Dosedanje raziskave kažejo, da na mesto porušitve vplivata geometrija vzorca in način obremenjevanja (nateg, talk, upogib). Mladi raziskovalec bo v okviru predlaganega programa usposabljanja opravil obsežne neporušne meritve zaostalih napetosti ter meritve stanja površine in meritve poroznosti v izdelanem stanju in stanju po termični obdelavi. Lastnosti in stanje materiala bomo integrirali v numerične simulacije za kalibriranje in definiranje parametrov materiala za numerične simulacije. Po določitvi mehanskih lastnosti bomo opravili obsežna lomno-mehanska statična testiranja materialov izdelanih z aditivnimi tehnologijami, na osnovi katerih bomo ocenili dinamično trdnost in primernost za različne konstrukcijske komponente, ki so izpostavljene različnim načinom obremenjevanja.
Hipoteza, ki jo želimo potrditi, je da je zaradi specifičnosti izdelave komponent z dodajnimi tehnologijami potrebno modificirati modele za določitev dinamične trdnosti konstrukcijskih komponent, na način da se upošteva prisotnost napak in oceni njun vpliv na različnem nivoju in načinu dinamičnega obremenjevanja. Pri tem ni možno enolično uporabiti trdnostnih enačb za homogene materiale, temveč je potrebno določiti vpliv oslabitve v trdnostnih zvezah v materialu zaradi prisotnih napak.
Raziskave bodo potekale na področju eksperimentalnega testiranja materialov in nosilne komponente, ter na področju numeričnega modeliranja z peridinamičnimi orodji, ki za razliku diferenčnega (klasičnega) pristopa temelji na integracijskem pristopu.

Mladi raziskovalec, bo v prvem letu poleg opravljanja rednih študijskih obveznosti, spoznal merilno opremo in tehniko eksperimentalnega dela, kakor tudi tehniko izdelave vzorcev z dodajnimi tehnologijami.
V drugem letu projekta na UM načrtujemo izdelati vzorce za AM iz kovinskim materialov ter karakterizirati mikrostrukturne parameter materiala in mehanske lastnosti, kot ključnih parametrov za numerične simulacije. Prav tako

načrtujemo določiti sprembo teh parametrov glede na parameter tehnologije izdelave. Izdelali bi set nateznih preizkušancev z različnimi parametri izdelave, set upogibnih lomnomehanskih preizkušancev, ki so v podpornem delu strukturno prilagojeni AM izdelavi, da dobimo čim manjše deformiranje med izdelavo in v tretjem delu bi izdelali upogibno obremenjene konstrukcijske komponente, s čemer bi preverili numerične rezultate.
V tretjem letu načrtujemo izdelati konstrukcijske komponente z aditivnimi tehnologijami ter jih statično testirati na enoosnem in dvoosnem preizkuševališču in s tem simulirali lomno obnašanje konstrukcijskih komponent z razpoko v najbolj kritičnem delu.
V četrtem letu bi se analizirali rezultati in pripravljali prispevki, ki bodo predstavljeni na konferencah in objavljeni v mednarodnih revijah, ter z zagovorom doktorata zaključil svoj študij.
Končni cilji predlaganih raziskav je določiti:
- merila za določanje mehanskih lastnosti in lomne žilavosti;
- strategije za določanje mehanske odpornosti v odvisnosti od različnih pogojev izdelave;
- metode za kvantitativno karakterizacijo mikrostrukture in napak;
- merila za konstrukcijo komponente, odporne na poškodbe;

3. ŠTUDIJSKI PROGRAM

Predvideni študijski program podiplomskega študija v katerega se bo mladi raziskovalec vpisal v študijskem letu 2024/2025:

Doktorska šola, strojništvo.

4. OPIS DEL IN NALOG

Izvaja projekte znanstvenega in raziskovalnega dela.
Sodeluje pri oblikovanju raziskovalnih programov.
Strokovno sodeluje z naročniki raziskovalnih nalog.
Pripravlja poročila in elaborate o raziskavah.
Spremlja in usklajuje raziskovalno delo skladno s pogodbami o financiranju.
Skrbi za varno in zdravo delo.
Organizira in poučuje zaposlene in študente o uporabi osebne varovalne opreme in drugih varnostnih ukrepih.
Opravlja druge sorodne naloge po navodilu predpostavljenega delavca.
Sodeluje v delovnih in stalnih komisijah organov UM in članice oz. druge članice.
Nadomešča sodelavce in nadrejenega v njegovi odsotnosti (po pooblastilu).
Sodeluje pri letni in drugih inventurah.
Opravlja druga sorodna dela po nalogu nadrejenih.

5. ZAHTEVANA STOPNJA IZOBRAZBE

VII/2. tarifna skupina

6. ZAHTEVANA SMER IZOBRAZBE

tehniška, naravoslovna

7. KLASIUS SRV

sedma raven: visokošolsko izobraževanje druge stopnje in podobno izobraževanje/ visokošolska izobrazba druge stopnje in podobna izobrazba

8. KLASIUS P

145 - Izobraževanje učiteljev posameznih predmetov
4 – Naravoslovje, matematika in računalništvo
5 – Tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo

9. ZAHTEVANA ZNANJA

računalniška znanja: MS Windows, Word, Excel, Internet, e-pošta, el. poslovanje

10. ZAHTEVANI POSEBNI POGOJI

/

11. ZAHTEVANI JEZIKI

aktivno znanje enega svetovnega jezika

12. ZAHTEVANE DELOVNE IZKUŠNJE

/

13. PREDVIDENO PODOKTORSKO USPOSABLJANJE

Kliknite ali tapnite tukaj, če želite vnesti besedilo.

Podpis mentorja:

Nenad Gubeljak

Digitalno podpisal Nenad Gubeljak
Datum: 2024.02.23 14:55:30 +01'00'

Podpis vodje raziskovalnega programa:

Nenad Gubeljak

Digitalno podpisal Nenad Gubeljak
Datum: 2024.02.23 14:55:51 +01'00'

Ime in priimek dekana oz. pooblaščene osebe[3]:

red. prof. dr. Matej Vesenjak

Podpis dekana oz. pooblaščene osebe:

Digitally signed by Matej Vesenjak
Date: 2024.02.23 17:08:31 +01'00'

Kraj in datum:

Maribor, 23. 02. 2024

Žig:

[3] Program usposabljanja podpiše dekan članice, na kateri bo potekalo usposabljanje MR.