

Kratek opis usposabljanja mladega raziskovalca (*Short description of the Young Researcher's training*)

1. Raziskovalna organizacija (*Research organisation*):

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering

2. Ime, priimek in elektronski naslov mentorja (*Mentor's name, surname and email*):

Lidija Slemenik Perše, lidija.slemenik.perse@fs.uni-lj.si

3. Šifra in naziv raziskovalnega področja (*Research field*):

2 Tehnika, 2.05 Mehanika, 2.05.02 Eksperimentalna mehanika;
2 Engineering sciences and technologies, 2.05 Mechanics, 2.05.02 Experimental mechanics

4. Kratek opis usposabljanja mladega raziskovalca (*Short description of the Young Researcher's training*):

Navedite tudi morebitne druge zahteve, vezane na usposabljanje mladega raziskovalca (npr. znanje angleškega jezika, izkušnje z laboratorijskim delom, potrebne licence za usposabljanje...).

slo:

Določitev optimalnih reoloških lastnosti taline visoko-koncentriranega polimernega kompozita za izdelavo polimernih izdelkov z optimalnimi mehanskimi lastnostmi

Edinstvene lastnosti polimerov, kot so enostavnost predelave in majhna teža, lahko združimo z odličnimi lastnostmi polnil in dodatkov, ki izboljšajo nekatere pomanjkljivosti polimernih izdelkov, kot na primer mehansko trdnost, toplotne lastnosti, toplotno stabilnost, magnetne lastnosti, zaviranje gorenja, dielektrične in barijerne lastnosti. Dodatek polnil/aditivov polimerni matrici lahko popolnoma spremeni lastnosti materiala in uvede nove funkcionalnosti (npr. samozacetitvene, kromogene lastnosti). Razumevanje povezav med strukturnimi spremembami in lastnostmi polimernih izdelkov je ključnega pomena za razvoj večfunkcionalnih materialov, ki lahko zadostijo različnim zahtevam brez spreminjanja njihovih kemijskih lastnosti. Dodajanje polnil/dodatkov lahko med drugim tudi izboljša trajnost in življenjsko dobo materialov in njihovih izdelkov.

V okviru raziskovalnega programa P2-0264 raziskujemo odnos med topologijo materiala na molekularni ravni in funkcionalnostjo ter mehanskimi lastnostmi polimernih materialov na makro skali. Posebno pozornost posvečamo vplivu termo-mehanskih robnih pogojev (tehnologije), porazdelitvi velikosti molskih mas, dodajanju mikro in nano delcev na funkcionalnost in trajnost izdelkov. V okviru doktorskega dela bomo raziskovali reološke lastnosti na molekularni ravni in funkcionalnost ter mehanske lastnosti polimernih izdelkov na makro skali. Razumevanje zveze med strukturo (reološkimi lastnostmi taline) in mehanskimi lastnostmi končnega izdelka polimernih ekstrudiranih izdelkov bo odprlo nove možnosti predelave in uporabe polimernih kompozitov z visoko vsebnostjo polnil/aditivov za različne namene.

Raziskave predlaganega usposabljanja mladega raziskovalca bodo osredotočene na spreminjanje strukture visoko-koncentriranih polimernih kompozitov z nadzorovanjem robnih pogojev med

obdelavo oziroma z dodajanjem nano in/ali mikro polnil v polimerno matriko. Poleg eksperimentalnega dela bo doktorsko delo usmerjeno tudi v razvoj novih teoretičnih konstitutivnih modelov za opis tokovnega obnašanja kompozitnih materialov z visoko koncentracijo trdnih delcev, ki bodo upoštevali strižno in temperaturno odvisno viskoznost ter koncentracijo delcev (kar modeli, ki so trenutno na voljo in v uporabi, ne upoštevajo). Tak model bo omogočil lažjo izbiro posameznih komponent takih materialov, optimizacijo tokovnih lastnosti za bolj učinkovito predelavo in izboljšane mehanske lastnosti končnih izdelkov.

Mladi raziskovalec bo svoje raziskave v okviru Laboratorija za eksperimentalno mehaniko opravljal na področju reološke karakterizacije, določevanja mehanskih lastnosti in ekstrudiranja. Pri tem se bo posluževal različnih raziskovalnih tehnik in metod. Reološke meritve polimernih talin za proces ekstruzije bodo opravljene na reometru Physica MCR302 (Anton Paar), opremljenim z različnimi senzorskimi sistemi. Rotacijski in oscilacijski testi bodo opravljeni pri različnih temperaturah in strižnih pogojih, ki bodo simulirali pogoje, ki jim je polimerna talina izpostavljena med procesom ekstruzije. Za proces ekstruzije se bo uporabljal ekstruder Haake PolyLab OS PTW16/40, ki omogoča spreminjanje temperature, tlaka, navora in hitrosti vrtenja polžev.

Ekstrudiranim končnim izdelkom, ki bodo vsebovali različno količino dodanih polnil različnih velikosti in oblik, bodo določene različne mehanske lastnosti: časovno odvisno vedenje bo določeno s pomočjo testov lezenja in relaksacije na reometru HAAKE MARS II; mehanske lastnosti na nano-skali bodo določene s pomočjo nanoindenterja Agilent G200 z uporabo metod (i) statičnega ali t.i. osnovnega testa in (ii) dinamičnega testa kontinuirnega merjenja trdnosti ("continuous stiffness measurement").

Za uspešno opravljanje zastavljenega programa je potrebno znanje angleškega jezika, zaželeno pa je tudi poznavanje in delo z računalniškim programom MatLab.

eng:

Determination of optimal rheological properties of highly concentrated polymer melts for the production of polymer products with optimal mechanical properties

The unique properties of polymers, such as ease of processing and low weight, can be combined with excellent properties of fillers and additives that improve some shortcomings of polymeric products such as mechanical strength, thermal properties, thermal stability, magnetic properties, burning inhibition, dielectric and barrier properties. The addition of fillers/additives to polymer matrix can completely change the properties of the material and can introduce new functionalities (e.g. self-healing, chromogenic properties). Understanding the connection between structural changes and mechanical properties of polymer materials is crucial for the development of multifunctional materials that can meet different requirements without changing their chemical properties. Adding fillers/additives can also improve the durability and life time of materials and their products.

Within the research program P2-0264, we investigate the relationship between the topology of the material at the molecular level and the functionality and mechanical properties of polymeric materials on a macro scale. Special attention is dedicated to the influence of thermo-mechanical boundary conditions (processing), the distribution of molar masses, the addition of micro and nano particles to the functionality and durability of products. Within the proposed doctoral thesis, we will investigate the rheological properties at the molecular level and the functionality

and mechanical properties of polymer products on a macro scale. Understanding the relationship between the structure (rheological properties of the melt) and the mechanical properties of the extruded polymer products will open up new possibilities for the processing and use of highly filled polymer composites for various purposes.

The research within the Young Researcher's training will focus on changing the structure of highly-filled polymer composites by controlling the boundary conditions during processing and by adding nano and/or micro-fillers to the polymer matrix. In addition to the experimental work, the doctoral thesis will also focus on the development of new theoretical constitutive models for the description of flow behavior of highly filled composite materials, which will consider also shear and temperature dependent viscosity and the concentration of particles (models, that are currently available and in use, do not consider these effects). Such model will enable easier selection of individual components of such materials, optimization of flow properties for more effective processing and improved mechanical properties of highly filled composite products.

Young researcher will perform his research in the Laboratory for Experimental Mechanics in the field of rheological characterization, determination of mechanical properties and extrusion. For experimental part he/she will use various research techniques and methods. Rheological measurements of highly filled polymer composite melts for the extrusion process will be performed with the rheometer Physica MCR302 (Anton Paar), equipped with various sensor systems. Rotation and oscillation tests will be performed at different temperatures and shear conditions, which will simulate the conditions that the melt is exposed during the extrusion process. For the extrusion process, the Haake PolyLab OS PTW16 / 40 extruder will be used with the options of changing temperature, pressure, torque and screw speed.

Various mechanical properties will be determined for the extruded products with different amounts of added fillers of different sizes and shapes. Time-dependent behavior will be determined using creep and relaxation tests on the HAAKE MARS II rheometer; mechanical properties on the nano scale will be determined using the nanoindenter Agilent G200 using the method (s) of a static or i.e. the basic test, and (ii) a continuous stiffness measurement test.

For the successful completion of the proposed program, the knowledge of English language is required, as well as knowledge and skills of the MatLab computer program.