

Projekta nosaukums: Risinājumu rīks optimālai projektēšanai viedo polimēru nano kompozītmateriālu struktūru izveidei izmantojot 3D printēšanu

Projekta līguma numurs: 1.1.1.1/19/A/031

PROJEKTA ĪSTENOŠANA PAR PĀRSKATA PERIODU

no 01.06.2021. līdz 10.09.2021.

Pārskata periodā īstenotas šādas darbības:

1. Darbība nr.1 “Tehniskā specifikācija”, kuras ietvaros:

- Pārskata periodā pabeigts literatūras pārskats. Veikta literatūras pārskata papildināšana par amorfo un pus-kristālisko vielu īpašībām. Pārskata papildināšana par drukāšanu ar filamentu, kas stiegrots ar nepārtrauktām šķiedrām. Pievienota informācija par siltumvadītspējas un lineārā termiskās izplešanās koeficienta mērīšanas metodēm un rezultātiem. Pievienota informācija par starpslāņu mijiedarbības un 3D paraugu deformācijas ietekmi. Veikts literatūras pārskats par filamentiem ar papildus funkcionalitātēm.
- Pabeigts pārskats par materiāliem, kas ir iekļauts Literatūras pārskata 3. sadaļā “Materiāli”. Literatūras dati un dati no tehniskām specifikācijām tika apkopoti datu bāzē. Daļa no izvēlētajiem materiāliem ir iegādāta. Dokuments ir augšupielādēts ZENODO repozitorijā: Bulderberga, O. Aniskevich A., Printing characteristics, properties, and applications of the most used basic and professional filaments. ZENODO, 2021, <https://doi.org/10.5281/zenodo.5153191>.
- Pārskata periodā pabeigts darbs pie tehniskās specifikācijas izstrādes, sagatavots dokuments.

2. Darbība nr.2“Tehnoloģija”, kuras ietvaros:

- Noteikti FDM ražošanas parametri (slāņa biezums, rastra platums un leņķis, aizpildījuma blīvums utt.), kas ietekmē drukātā materiāla īpašības. Tika izveidots ar griezēja programmatūru saderīgu paraugu CAD modeļu komplekts testēšanai WP3. Tiks izstrādāti šādi paraugi: 1) “dog-bone” formas paraugi stiepes un šļūdes pārbaudēm; 2) sijas, plāksnes un cilindri lieces, biaksiālās sloģošanas un vērpes pārbaudēm; (3) kuba formas paraugi siltumvadītspējas testiem.
- Saražoti paraugi no PLA, ABS, PC, PET-G, CPE, PA, PP, TPU un nanomodificēta PLA materiāla. Kopumā izmantoti aptuveni 13 materiāli. LU MMI un RITEC pieejamās ražošanas jaudas izmantotas aptuveni 225 paraugu 3D drukai.

3. Darbība nr.3 “3D nanokompozītu raksturojums”, kuras ietvaros:

- Veikta šķīdes eksperimentu datu ieraksta verifikācija ar digitālo un vizuālo metodi. Pēc rezultātu salīdzinājuma izvēlēta vizuālā metode. Veikta ekstensiometra kalibrēšana. Mērījumiem sagatavota eksperimentālā iekārta testēšanai šķīdē. Veikta optimāla marķējuma metodes izstrāde 3D drukātiem paraugiem. Sagatavots apraksts par marķējumu izveidi uz drukātajiem paraugiem eksperimentālo datu apstrādei ar GOM Correlate programmatūru. Turpinās darbs pie TMA, DMA pārbaudes rezultātu apstrādes PLA paraugiem.
- Tika sagatavots elektrovadošais PLA filaments un no tā drukāti paraugi elektrovadītspējas mērīšanai. Tiek aprobētas un salīdzinātas vairākas elektrovadītspējas mērīšanas metodes. Kopumā bija sagatavoti mērījumiem un notestēti ~90 paraugi. Turklāt tika noteikts, ka elektriskā pretestība elektrovadošā PLA paraugiem vairākas reizes palielinās izgatavošanas posmos - no filamenta līdz drukātai daudzslāņu struktūrai. Tika veikti PLA, TPU, CPE paraugu termiskās izplešanās koeficienta un termiskās deformācijas pētījumi. Ir izmērīta porainība un blīvums “dog-bone” CPE White Ultimaker, PP Polypropylene Natural, TPU95A white Ultimaker, un PLA LAVA Hello3d, PET-G White, PLA Red, PLA Blue Devil Design un PLA Black Tough Ultimaker paraugiem.

4. Darbība nr.4 “Īpašību modelēšana”, kuras ietvaros:

- Izveidota daļa skaitliskai funkcijas atrašanai, kas poras ārpusi attēlo par vienības riņķa iekšpusi. Šis solis ir nepieciešams daļai, kas aprēķina poras kontūra pārvietojumus un tās deformāciju ieguldījumu. Skaitliski aprēķinātie pārvietojumi un deformācijas salīdzināti ar rezultātiem tām poru formām, kurām ir pieejams analītiskais risinājums. Aprēķināti elastības moduļi diviem piemēriem: simetriska pora un asimetriska pora. Simetriskas poras gadījumā rezultāts veiksmīgi salīdzināts ar analītisko risinājumu. Asimetriskas poras gadījumā demonstrēta īpašību anizotropija. Aprēķināts piemērs, kad divas poras daļēji pārklājas. Pārklāto poru izstieptā forma sagādāja skaitliskas grūtības, taču to izdevās atrisināt un iegūt nepieciešamos parametrus elastības moduļa aprēķinam.
- Siltuma vadītspējas galīgo elementu modelis tika izmantots, lai modelētu siltuma vadītspējas mērījumus, sildot paraugu ar plaknes siltuma avotu (“Hot disk” metode). Skaitliski iegūtās temperatūras līknes tika salīdzinātas ar eksperimentālajām un novērota laba sakritība. Tā kā “Hot disk” metode termālās vadītspējas un siltumietilpības mērījumiem var tikt pielietota tikai izotropiem, vai, ar ierobežojumiem, transversāli izotropiem materiāliem, bet drukātie paraugi ir anizotropi, tika izstrādāts skaitliskais modelis, lai novērtētu drukāto materiālu anizotropiju. Tika izstrādāta datorprogramma ar Nelder-Mead optimizācijas algoritmu, kas tika izmantots, lai atrastu anizotropā materiāla parametrus. Izmantojot šo procedūru, var novērtēt drukāto materiālu anizotropās termālās īpašības.

5. Darbība nr.5“Risinājumu Rīka (RR) izstrāde”, kuras ietvaros:

- Izveidota datu bāzes struktūra par polimēru filamentu fizikāli-mehāniskajām īpašībām. Bāze ietver datus, kas tika iegūti laboratorijā un uzrādīti tehniskajās specifikācijās. Pārbaudīti 13 materiālu veidi, kas iekļauti datu bāzē. Apkopotas filamenta un ekstrudētā filamenta mehāniskās un termo-fizikālas īpašības. Datubāze papildināta ar materiālu (filamenta un ekstrudētā filamenta) blīvuma, elastības moduļa un stiprības vērtībām, kā arī ar vadītspējas vērtībām elektrovadošajiem filamentiem. Turpinās darbs pie 3D drukātā materiāla mikrostruktūras ģeometrijas modelēšana programmatūrā ""Gmsh".
- Tika izveidots moduļa prototips, kurš ļauj aprēķināt 3D drukātā parauga no tilpuma atkarīgos parametrus mikrolīmenī. Modulis dod lietotājam iespēju modelēt 3D drukātā materiāla RVE (representative volume element), kas ir kvadrāts ar četriem filamentiem tā stūros un vienu poru pa vidu.

6. Darbība nr.6“Rezultātu izplatīšana un sabiedrības iesaistīšanās ”, kuras ietvaros:

- Publikācija “Characterisation of polylactic acid parts produced using fused deposition modelling” iesniegta un pieņemta publicēšanai žurnālā Mechanics of Composite Materials.

Informāciju sagatavoja: Viktorija Juhņeviča, viktorija.juhnevica@lu.lv

Informācijas sagatavošanas datums: 14.09.2021.