



Projekta “Skaitliskās modelēšanas pieeju izstrāde kompleksu multifizikālu mijiedarbības procesu izpētei elektromagnētiskajās šķidrā metāla tehnoloģijās” (Nr. 1.1.1.1/18/A/108) pārskats par paveikto projekta ietvaros laika posmā no 01.01.2022– 31.03.2022

Šajā laika posmā projekta grupa ir paveikusi sekojošo:

1. Projekta ietvaros notikuši zinātniskie semināri:
21.01.2022 projekta zinātniskais seminārs “Latest advances in bubble flow imaging and image/data processing methods for multiphase flow”, uzstājās pētnieks Mihails Birjukovs.
2. Komandējumi:
Projekta pētnieks Valters Dzelme 03.2022 devās veikt modļeksperimentus ar mērķi analizēt dažādu fizikālo parametru ietekmi uz šķidra metāla brīvās virsmas dinamiku augstfrekvences magnētiskajā laukā uz Hannoveres Leibnīcas universitāti.
3. Projekta ietvaros tapis raksts:
- M. Birjukovs, P. Zvejnieks, T. Lappan, M. Sarma, S. Heitkam, P. Trtik, D. Manne, S. Eckert, A. Jakovičs “Particle tracking velocimetry in liquid gallium flow around a cylindrical obstacle”, 2022
4. Šajā periodā tika īstenotas darbības nr. 1., 1.1., 1.2., 8., 9., 10., 11., 12., 12.1, 12.2, 12.3.
Tajās šajā periodā paveikts sekojošais:

8. Kompleksajiem tehnoloģiju modeļiem atbilstošo modelēšanas metodiku un rīku (programmu) komplektācija un dokumentācija (7.2021 – 6.2022)

Tuvojas noslēgumam izstrādāto aprēķinu programmatūras “rīku” dokumentēšana, t.sk., publicējot to algoritmus, struktūras aprakstus un darbību raksturojošo informāciju zinātniskas publikācijās. Vairāki izstrādātie programmatūras “rīki”, kas saistīti ar attēlu un specifisku eksperimentālo un aprēķinu datu apstrādi, kā arī ar eksperimentu un aprēķinu rezultātu specifisku vizualizāciju jau ir padarīti arī publiski pieejami, tos publicējot repozitorijā *GitHub*, kur tos var izmēģināt visi interesenti. Šo vietņu adreses sekojošas:

- https://github.com/Mihails-Birjukovs/Low_C-SNR_Particle_Detection
- https://github.com/Mihails-Birjukovs/Low_C-SNR_Bubble_Detection
- <https://github.com/Peteris-Zvejnieks/MHT-X>
- <https://github.com/MartinKlevs/PyDMD>
- <https://github.com/MartinKlevs/MOSES-SVD>

Tuvojas noslēgumam arī citu atvērtā koda programmatūras vidēs OpenFOAM un PSI-BOIL izstrādāto skaitliskās modelēšanas programmu metāla slāņa dinamikas

izpētei augstfrekvences laukā un burbuļu plūsmas elektrovadošā šķidrumā magnētiskā laukā modelēšanai komplektācija, lai šī izstrādes padarītu pieejamas lietotājiem ārpus projekta grupas.

9. Izvēlētu pētāmo komplekso procesu modeļu rezultātu verifikācija, izmantojot industriāla mēroga iekārtu prototipus (4.2021 – 6.2022)

Atbilstoši iepriekš izstrādātajam mazgabarīta industriālas iekārtas prototipa kausēšanai ar līdzstrāvas elektrisko loku projektam, SIA “Latvo” tika veikti iepriekš komplektētās un samontētās iekārtas praktiskie izmēģinājumi, sasniedzot plānotās tērauda kušanas temperatūras un fiksēta šķidrā metāla “vannas” izveidošanās. Izmantojot industriālu temperatūras zondi un termogrāfijas iekārtu tika veikti temperatūru mērījumi kausējumā, uz tā virsmas un uz mazgabarīta iekārtas ārējām virsmām. Tika vērtētas iespējas izmantot šajos eksperimentos dažādus metālu sakausējumus ar atšķirīgu kušanas temperatūru. Veiktie eksperimenti kvalitatīvi apstiprināja modeļiekārtā ar zemas temperatūras sakausējumu un skaitliskajā modelēšanā iegūtos rezultātus.

10. Būtisko multifizikālās mijiedarbības procesu izveidotajos kompleksajos modeļos likumsakarību parametriska izpēte un modeļu ierobežojumu noteikšana (7.2021 – 6.2022)

Nobeigumam tuvojas 7. aktivitātē izveidoto komplekso modeļu ar būtisku EM, HD un termisko procesu savstarpējo mijiedarbību likumsakarību izpēte, t.sk.,

- plānam šķidrā metāla (kausējuma) slānim aksiāli simetriskā ārējā augstfrekvences induktora laukā, kur tiek novērotas no lauka intensitātes un materiāla daudzuma būtiski atkarīgu nestabilitāšu, kuru raksturs, mainoties sistēmas parametriem mainās kvalitatīvi. Izstrādātie programmatūras rīki šo šīs nestabilitātes kopumā spēj kvalitatīvi atspoguļot;
- šķidrā metāla plūsmai un virsmas nestabilitātēm plānā metāla slānī uz plakanas virsmas taisnstūrveida apgabalā ar augstfrekvences induktoru, kas ir garāks par metāla apgabalu un novietots pie viena apgabala sāna. Te eksperimentāli konstatēta (t.sk. V. Dzemes komandējuma laikā Hannoveres universitātē) un skaitliski modelēta līdzīga kā cilindriska induktora gadījumā metāla virsmas nestabilitāšu dinamikas atkarība no sistēmas parametriem;
- šķidrā metāla plūsmai un kristalizācijai uz kustīgas un dzesētas lentas, kur procesa dinamiku būtiski ietekmē dzesēšanas intensitāte, elektromagnētiskā iedarbība un materiāla virsmas spraigums;
- līdzstrāvas elektrovirpuļplūsmām, metāla kušanas procesam un leģējošo piedevu homogenizācijai loka kausēšanas krāsns tipa iekārtām.

11. Iegūto rezultātu analīze un apkopošana (01.2022 – 6.2022)

Atbilstoši plānam uzsākta jaunāko iegūto rezultātu analīze un apkopošana – senāk iegūto rezultātu analīze jau daļēji veikta iepriekš, tie apkopotī un daļēji arī publicēti. Minēto jaunāko analizējamo rezultātu jomā jāakcentē:

- plāna metāla slāņa dinamika lineāra un cilindriska augstfrekvences induktora laukā;
- metāla kušanas un leģēšanas ar piedevām process līdzstrāvas elektriskā loka krāsni;

- vairāku ieplūžu burbuļu plūsmu mijiedarbības dinamika ar un bezārējā magnētiskā lauka.

Par šo problemātiku pārskata periodā tika gatavoti arī referāti konferencēm un zinātniskās publikācijas – šis darbs turpināsies.

Aktivitāšu 8 – 11 darbi tiks turpināti 2022.g.

Projekta zinātniskais vadītājs A. Jakovičs, e-pasts: andris.jakovics@lu.lv

Administratīvais vadītājs: L. Bandeniece, e-pasts: liene.bandeniece@lu.lv

31.03.2022