



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

## Projekta Levitācija zinātnisko rezultātu pārskats

Atskaites periods Nr. 1.  
(01.04.2021. - 30.06.2021.)

**Projekts:** Nr. 1.1.1.1/20/A/070 “Nākamās paaudzes tehnoloģijas izstrāde augstas tīrības kristālu audzēšanā, izmantojot MHD pseido levitāciju”.

**Projekta realizētāji:** Latvijas Universitāte (vadošais partneris), SIA “AGL Technologies” un SIA “Cryogenic and Vacuum Systems”.

**Projekta vispārējais mērķis:** Vispārējais mērķis ir pirmo reizi pasaulē pārbaudīt eksperimentāli nākamās paaudzes iekārtas koncepciju ultra augstas tīrības pakāpes germānija kristālu audzēšanai ar MHD levitācijas metodi pseidolevitācijas apstākļos (*nākotnes vajadzības prasa tīrību viens svešais atoms uz  $10^{13}$  germānija atomiem Ge kristālā*) ar virsmērķi nākotnē tādus ražot un lietot Latvijā, kā arī eksportēt, licencējot intelektuālo īpašumu.

Projekts attīstīs sekojošas inovatīvas tehnoloģijas, sasniedzot koncepta pirmās pārbaudes līmeni:

- Kausējumu zonu hidrodinamiskās stabilitātes modeļeksperimenti MHD pseido-levitācijas procesam;
- Eksperimentālais darbs, meklējot optimālās savstarpējās sakarības starp MHD induktoru frekvenci, temperatūras profiliem un izkausētas zonas ģeometriju;
- Zemtemperatūras (Sn  $\sim 300^{\circ}\text{C}$ ) iekārtas izveide, lai konceptuāli testētu pseidolevitāciju viegli kūstošās alvas gadījumam, lai testētu koncepciju un piemeklētu labākos iekārtas konstruktīvos un ģeometriskos risinājumus;
- Augsttemperatūras (Ge  $\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ) iekārtu izveide balstoties uz pieredzi darbā ar (Sn  $\sim 300^{\circ}\text{C}$ ) iekārtu. Atsevišķu bloku adaptāciju vai pārveide un jaunu bloku izstrāde. Augst-vakuuma sistēmas izveide.
- MHD pseidolevitācijas iespējas vērtējoši augstas tīrības germānija kristālu audzēšanas eksperimenti vakuumā, vai augstas tīrības gāzu vidē kvarca -metāla konstrukcijā.

Projekta darbības un paveiktais dotajā atskaites periodā:

**Darbība 1. Izstrādāt detalizētu projekta Levitācija" darba plānu un ar to saistīto iepirkumu plānu, lai nodrošinātu projekta merķu sasniegšanu.** Paveiktais atspoguļots pie katras no apakšaktivitātēm.

**Darbība 1.1.** Elektromagnētiskās levitācijas datorsimulācijas eksperimentu plānojumu un aprakstus. 1.ceturkšņa ietvaros elektromagnētiskās levitācijas datorsimulācijas eksperimenti tika plānoti vairākos etapos un faktiski tie notiks visā pētījuma laikā:

- ir izplānots koncepteksperiments, kura īstenošanas gaitā tiks uzkrāts mērījumu un novērojumu kopums, kuru varēs izmantot datorsimulācijas un laboratorijas tālāko eksperimentu optimizācijai un jauniem meklējumiem. Ir noskaidrots, ka būs vajadzīga dažāda datorsimulācijas metodika dažādām kustīgu magnētisko lauku ģeometrijām. Saskaņā ar koncepteksperimenta plānu ir veikti vajadzīgie iepirkumi eksperimentālās iekārtas izveidei un koncepteksperimenta veikšanai.

**Darbība 1.2.** Zemitēšanas (300°C) iekārtas konstrukcijas izstrāde (t.sk. skices un rasējumi), attiecīgas aktivitātes un apakšaktivitāšu apraksts.

1.ceturkšņa ietvaros tika analizēti 7 projektu varianti un tālāk tiek virzīts jauna risinājuma projekts, kur karieses vertikālās kustības nodrošina hidraulisks cilindrs ar divu (*ātrā un lēnā*) hidraulisko sūkņu ar attiecīgu dzinēju (*elektromotors ar 1,5 līdz 2,2KW un soļu dzinējs*). Izstrādātas skices un rasējumi papīra formātā, lai tos izgatavotu LU Astronomijas institūta Astrofizikas observatorijas darbnīcās (*iespējams ārpalpojums, ja tas būs ātrāk*). Projekta komanda veic ģeneratoru izveides izpēti un ir pasūtītas nepieciešamās daļas ģeneratoram alvas kristālu audzēšanai. Projekta komanda veic jaudas paaugstināšanas izpēti, apzinot nepieciešamo elementu bāzi.

**Darbība 1.3.** Eksperimentu norises plānojums sešās apakšdarbībās. 1.ceturkšņa ietvaros tika izplānota eksperimenta plānošanas, norises un izvērtēšanas standartpieeja (*izstrādājis V.Silamiķelis*), kas pamatā tiks izmantota visiem eksperimentiem.

**Darbība 1.4.** Datu bāzes struktūras izveide eksperimentālo datu uzkrāšanai.

1.ceturkšņa ietvaros izplānota atskaišu failu nomenklatūra un tās uzturēšanas darbības. Par projekta datu bāzes (*strukturēta folderu sistēma*) atbildīgo nozīmēts Aigars Apsītis, piemeklēts dators kurš ir izvietots projekta īstenošanas vietā Šķūņu 4, Rīga. Tiks izveidota failu uzskaites sistēma – reģistrs, kurā reģistrēs faila izveides datumu, versiju, autoru vai autorus, izmaiņas, izmaiņu cēloņus. Plānoti sekojoši failu formāti: WORD, PDF, EXCEL un videofaili. Projekta failu un folderu sistēmas drošību nodrošina attiecīga atslēgas vārdu sistēma.

**Darbība 1.5.** Algoritmu izstrāde un apraksts eksperimentālo datu analīzei un MHD datorsimulācijas validēšanai.

Ir noskaidrots, ka nepietiks ar vienu universālu algoritmu un darbību protokolu. Uz šo brīdi tiek izstrādāti un tiks piedāvāti 3-4 varianti ar modifikācijas iespējām.

**Darbība 1.6.** Augsttemperatūras (*1000°C, vacuum or clean gas conditions*) kristālu audzēšanas iekārtas konstruēšana, laika grafiks. Aktivitātes un piecu apakšdarbību satura apraksts.

Darbi šajā aktivitātē 1.ceturksnī netika plānoti.

**Darbība 1.7.** Kristālu audzēšanas pilota ekperimentu sēriju detalizēts plānojums un apraksts augsttemperatūras apstākļos (*1000°C, vacuum or clean gas conditions*), datu uzkrāšanas arhīvu plānojums un attiecīgi triju apakšdarbību plānojums.

Darbi šajā aktivitātē 1.ceturksnī netika plānoti.

Kristālu audzēšanas pilota ekperimentu sēriju plānojuma pamatā būs ar alvu iegūtā pieredze un plānojums tiks precīzi noformulēts septītajā ceturksnī. Dati tiks saglabāti atbilstošā folderī exel failu, foto un video failu veidā.

**Darbība 2. MHD datormodelēšana, literatūras un konferenču rakstu krājumu, pētījumu atskaišu studijas.**

**Darbība 2.1.** Esošo alumīnija un silīcija MHD levitācijas datormodelēšanas eksperimentu pieredzes un datu piemērošana elektromagnētiskai (MHD) pseudo levitācijas datorsimulācijas eksperimentiem alvai un germānijam.

1.ceturkšņa darbu gaitā, dažādu avotu studijās un konsultācijās, ir uzkrāts attiecīgs agregēto un analītisko zināšanu kopums.

**Darbība 2.2.** Iegūto datu kopu un zināšanu izmantošana, izvēloties izkausētai zonai magnetohidrodinamiskās stabilitātes nosacījumus un ģeometriju alvas un germānija gadījumam realā eksperimentā.

1.ceturkšņa darbu gaitā uzkrātais zināšanu kopums tiks pielietots, domājot par izkausētās zonas magnetohidrodinamisko stabilitāti un ģeometriju gan alvas, gan germānija gadījumam realā eksperimentā.

**Darbība 2.3.** Datorsimulācijas eksperimentu sēriju rezultāti un to apraksts alvas un germānija gadījumam izmantošanai eksperimentos attiecīgi abiem elementiem.

Darbi šajā aktivitātē 1.ceturksnī netika plānoti.

## **Darbība 7. Projekta vadība un koordinācija**

Pirmā ceturkšņa laikā ir izveidota projekta komanda, speciālisti un studenti pieņemti darbā, noslēdzot darba līgumus un nosakot uzdevumus un amatu aprakstus. Izveidota Projekta padome 4 cilvēku sastāvā. Noorganizēta Projekta uzsākšanas (Kick-off), pirmās Projekta vadības grupas un Projekta padomes sēdes, kas izskatīja un precizēja projekta mērķus, uzdevumus un aktivitātes.

Izstrādāts detalizēts darba plāns, tas ietver arī sadarbības veidošanu ar projekta partneriem un darbu sadali. Partneriem nosūtīti projekta saistošie dokumenti un metodikas. Sagatavots iepirkuma plāns.

Izstrādāts projekta informatīvais plakāts (A3 formātā), kas novietots Šķūņu ielā 4, SIA AGL Technologies un SIA Cryogenics and Vacuum Systems telpās sabiedrībai redzamās vietās. Informācija izvietota LU, RFC un partneru mājas lapās. Par projektu tika sagatavota un izmantota informācija LU organizētās Latvijas Zinātnieku Nakts 2021.gada 30.04. pasākumā.

Notiek gan regulāras, gan epizodiskas šaurākas darba sanāksmes un tikšanās laboratorijas ietvarā un kontaktos ar partneriem, projekta komandu kurās apspriesti: aktuāli projekta realizēšanas inženiertehniskie jautājumi; metodikas; darbs pie disertācijām.

Pēdējās izmaiņas veiktas 30.06.2021.