

## Latvijas Universitātes Fizikas institūts aicina uzņēmējus piedalīties intelektuālā īpašuma “Iekārta plūsmas bezkontakta ierosināšanai elektrovadošos šķidrums” izsolē



Latvijas Universitātes Fizikas institūta MHD Tehnoloģiju laboratorijas pētnieku grupa ir izstrādājusi jaunu tehnoloģiju alumīnija sakausējumu degazācijas procesa nodrošināšanai.

Degazācija ir tehnoloģisks starpposms Alumīnija sakausējumu ražošanā starp metāla kausēšanas un liešanas procesiem. Ražošanas gaitā esošajā šķidrā alumīnijā izšķīst ūdeņradis (H), un, lai, tas liešanas procesā neradītu poras, kas pazemina lējuma kvalitāti, no ūdeņraža atbrīvojas, veicot šķidrā metāla degazāciju.

Industrijā, degazāciju panāk šķidrā metālā injicējot inerti gāzi, pārsvarā, argonu (Ar), kas piesaista ūdeņradi. Argons šķidrā alumīnijā veido burbuļus, kas piesaista ūdeņradi, tālāk, procesa ietvaros, to izvadot uz šķidrā metāla virsmas, kur tas augstās temperatūras un skābekļa vidē tiek sadedzināts. Lai process būtu efektīvāks, argona burbuļu izmēriem jābūt pēc iespējas mazākiem.

Šobrīd visplašāk izmantotā tehnoloģija, lai šķeltu argona burbuļus ir *degazators ar metālā ievietotu grafitu rotoru*, kas nodrošina argona gāzes ievadi šķidrā metālā, kā arī rotējot nodrošina degazācijai nepieciešamo ātruma nobīdi starp šķidro metālu un ievadāmo gāzi. Lai arī šāda mehāniska burbuļu smalcināšana veicamo uzdevumu izpilda, tai ir *būtiski trūkumi, kas ir attiecināmi uz tehnoloģijas izveides un apkopes izmaksām*.

Neveiktas vai nekvalitatīvi veiktas degazācijas dēļ alumīnija blīvums porainības dēļ var samazināties līdz pat 20%, vienlaicīgi pazeminot mehāniskās, termiskās u.c. īpašības (attēls Nr. 1).



Attēls 1. Alumīnija lietņi – pa kreisi zemas kvalitātes lietnis ar gāzu ieslēgumiem, pa labi augstas kvalitātes lietnis. Avots: Darba autoru veidots attēls.

Latvijas Universitātes Fizikas Institutā (LUFU) ir izstrādājusi inovatīvu tehnoloģiju, kas spēj nodrošināt degazācijai nepieciešamo ātruma nobīdi šķidrā metālā bezkontakta ceļā, izmantojot elektromagnētisko iedarbību. Specifiska metāla plūsma tiek radīta ar elektromagnētisko lauku – bez tieša kontakta ar metālu. Ierosinot attiecīgās plūsmas noteiktā metāla apgabalā, iespējams sasniegt nepieciešamos plūsmas parametrus, lai sašķeltu gāzu burbuļus. Tādā veidā tiek

realizēts degazācijas process *bez kustīgu detaļu (rotora) ievadīšanas vidē, kas ir pašlaik industrijā visplašāk izmantojamā tehnoloģija.*

LUFU ir izstrādātā inovatīvā tehnoloģija, kas spēj nodrošināt alumīnija degazāciju ar bezkontakta elektromagnētiskā (EM) lauka iedarbību, kas spēj nodrošināt *par 50% zemākas tehnoloģijas izveides un par 90% zemākas iekārtas apkopes izmaksas*, nekā pašlaik spēj piedāvāt tirgū visplašāk izmantotā degazācijas tehnoloģija (rotoru tehnoloģija), kā arī paaugstināt darba drošības apstākļus. Izveides zemākas izmaksas ir pamatojamas ar degazatora komplektējošo daļu skaitu un izmaksām, savukārt apkopes izmaksu samazinājums tiek iegūts ar spēju nodrošināt ražošanas procesu bez degazatora rotoriem, kas rotoru tehnoloģijas specifikas dēļ, ir jānomaina reizi mēnesī (Projekta prototipa jaudai analogiskas jaudas rotoru tehnoloģijas degazatorā ir 2 rotoru, viena rotora izmaksas ap 1000 EUR). Tāpat ekspluatācijas izmaksas samazinās saistībā ar darba spēku, kas nodrošina rotoru nomaiņu, izmaksām (ap 3h uz 1 rotora nomaiņu). Tehnoloģijas tiešs ieguvums būs uzlaboti darba drošības apstākļi, jo tiks izslēgtas manipulācijas (rotora nomaiņa) šķidra metāla tuvumā.

Tehnoloģijas uzbūve ļauj to uzstādīt ne tikai jaunās ražošanas līnijās, bet arī *viegli integrēt esošajās alumīnija sakausējuma ražošanas līnijās.*

Izstrādātā tehnoloģija degazācijai nepieciešamās metāla plūsmas spēj radīt bezkontakta veidā, izmantojot pastāvīgo magnētu sistēmu. Izstrādātās degazācijas tehnoloģijas pamatā ir *elektromagnētisks šķidrā metāla maisītājs speciālas ģeometrijas šķidra alumīnija rezervuārs un Argona ievades veids.* Visus elementus salāgojot, tiek panākta nepieciešamās struktūras šķidrā plūsma, nodrošinot metāla degazācija.

Turklāt LUFU piedāvātā tehnoloģija, ļauj izveidot tādu magnētu rotoru, kas spēj inducēt intensīvas plūsmas atrodoties pat 30 un vairāk centimetru attālumā no šķidrā metāla. Izveidojot specifisku tīģeļa struktūru (EM iedarbība kopā ar speciālas ģeometrijas rezervuāru) - var kontrolēt ierosinātās plūsmas tā, lai sasniegtu degazācijai nepieciešamos plūsmu parametrus. Radot izteikti turbulentas šķidrā metāla plūsmas ar ātrumu līdz pat 4 m/s, tiek sasniegta pietiekami liela laikā mainīga lokalizētā ātruma nobīde. Pie šādas plūsmas Reynolds skaitlis sasniedz 100 000<sup>1</sup>. Lokāli mainīgās spiediena svārstības sasniedz 0.2 atmosfēras, kas veicina "lielo" gāzes burbuļu sašķelšanos daudz sīkākos. Palielinoties gāzu burbuļu kopējam virsmas saskares laukumam ar metālu, ūdeņraža izvadīšanās ātrums radikāli pieaug. Kausējuma recirkulācija tiek nodrošināta tā, lai radītu mazas šķidrā metāla brīvās virsmas deformācijas – tas ļauj ierobežot nevēlamu sārņu iemaisīšanu kausējumā.

Jaunā tehnoloģija ne tikai degazē metālu, bet, atbilstoši vajadzībām, ļauj to pacelt (sūknēt) arī pret gravitāciju. Šķidrā metāla sūknēšana ir nepieciešama, lai metālu efektīvi pārvietotu uz citiem tehnoloģijas posmiem (liešana posms). Minētā funkcionalitāte spēj nodrošināt metāla sakausējuma liešanas procesu virs degazatora, kas nodrošina tehnoloģijai plašākas integrēšanas iespējas esošajās ražošanas līnijās, vieglāk piemērojoties to izvietojumam. Turklāt šīs funkcionalitātes dēļ iespējams radikāli samazināt rezervuārā paliekošā metāla daudzumu pēc katra liešanas cikla, kas attiecīgi samazina metāla zudumus un palielina procesa drošību.

Projekta ietvaros LUFU pētnieki izstrādāja analītiskus un skaitliskus modeļi, analizējot inducēto plūsmu raksturu, un ļaujot precīzi mērogt izstrādāto tehnoloģiju metalurģiskos apjomos. Tāpat laboratorijas mērogos tika veikti testi ar InGaSn sakausējumu, kas istabas temperatūrā ir

---

<sup>1</sup> Reynolds skaitlis {Re} ir bezdimensionāls skaitlis, kas raksturo viskoza šķidruma vai gāzes plūsmu un rāda attiecību starp inerces spēku un berzes spēku. Šis skaitlis raksturo plūsmas dabu (lamināra vai turbulenta). Reindolsa skaitlis norāda cik turbulenta ir plūsma. Plūsmas, kur Reynolds skaitlis >2000 tiek uzskatītas par turbulentām. Norādītie 100000 nozīmē, ka plūsma būs ļoti turbulenta.

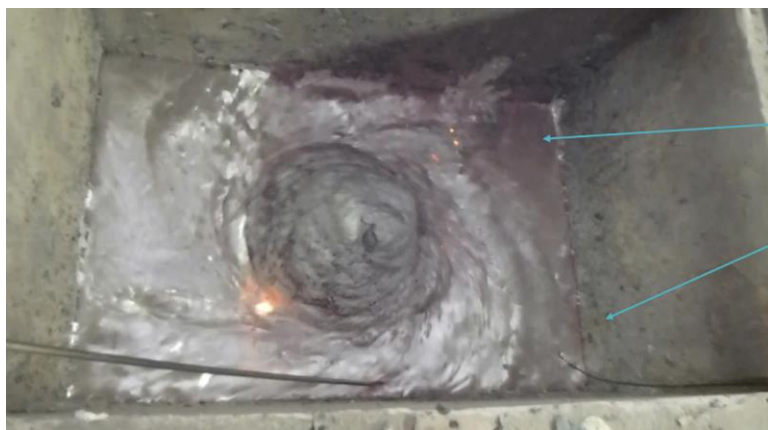
šķidrā stāvoklī un kuram ir ievērojami augstāks blīvums un sliktāka elektrovadāmība par Alumīniju, attiecīgi *pilnībā validējot iespēju šādu plūsmu vienādos apstākļos sasniegt arī Alumīnijā*. Ar šādu modeļeksperimentu tika detalizēti izpētītas radītās metāla plūsmas, ko Alumīnija gadījumā veikt nevarētu.

Lai pārlicinātos, ka tehnoloģija nodrošina ne vien vajadzīgos plūsmu parametrus, bet var tikt izmantota arī degazācijas procesā, tika veikti eksperimenti ar Alumīniju. Lai maksimāli pietuvinātu situāciju rūpnieciskam procesam, tika izveidots industriāla mēroga iekārtas prototips (attēls Nr.2.)



*Attēls nr.2. Industriālais ierīces prototips ar 36 cm magnētisku dipolu, apgriezieni līdz 10 apgr/sek. Paredzēts darbam pie šķidra alumīnija krāsns sānu sienas alumīnija degazēšanai.*

veikti eksperimenti, novietojot iekārtu zem krāsns ar 0.6 tonnām alumīnija (attēls Nr. 3). *Metāla tilpums atbilst 50% mērogam, kāds nepieciešams rūpnieciskā alumīnija ražošanā*. Eksperimentu laikā tika salīdzināti uzpeldējušo argona burbuļu izmēri ar un bez EM iedarbības, variējot magnētu griešanās frekvenci. *Rezultātā, atbilstoši jau zināmajam, uz virsmas uzpeldējušo gāzes burbuļu izmērs ievērojami samazinājās, kad alumīnija plūsmas sasniedza >3 m/s.*



Sparks show  
hydrogen is burning –  
degassing confirmed.

*Attēls 3. Izstrādātās EM tehnoloģijas testi ar Alumīnija tilpumu,*

*kas atbilst 50% no industrijā izmantotajiem mērogiem*

Alumīnijā pūšot argonu un ierosinot nepieciešamās plūsmas, uz metāla virsmas vizuāli bija redzami gāzes burbuļu uzliesmojumi, kas apliecināja Alumīnija degazācijas norisi attiecīgā procesa laikā. Lai par degazāciju pārlicinātos kvantitatīvi, pirms un pēc eksperimentiem tika atlieti Alumīnija paraugi. Salīdzinot to tilpumus, bija redzams, ka materiāla blīvums pēc degazācijas ir pieaudzis par 15% *un atbilst tīra sakausējuma blīvumam, ko arī bija mērķis šajos testos sasniegt.*

Izstrādātā tehnoloģija ir arī aizsargāta ar starptautisko patenta pieteikumu ar Nr. PCT/LV2021/050009 ar nosaukumu “A DEVICE FOR NON-CONTACT INDUCTION OF FLOW IN ELECTRICALLY CONDUCTIVE LIQUIDS”.

Tehnoloģija izstrādāta darbības programmas “Izaugsme un nodarbinātība” 1.2.1. specifiskā atbalsta mērķa “Palielināt privātā sektora investīcijas” P&A 1.2.1.2. pasākuma “Atbalsts tehnoloģiju pārneses sistēmas pilnveidošanai” projekta Nr. KC-PI-2017/72 “Šķidrū alumīnija sakausējumu degazēšanas intensifikācija no izšķīdušā ūdeņraža ar argona mikroburbuļiem, kurus rada ar intensīvu turbulentu šķidrā metāla strūklu, izveidojot to ar bezkontakta elektromagnētisku maisītāju” ietvaros.

Šobrīd ir izsludināta tehnoloģijas zinātības un patenta licencēšanas izsole. Visi interesenti aicināti pieteikties izsolē Nr.3/LU/2021 !

Plašāku informāciju skatīt šeit: <https://www.lu.lv/zinatne/intelektuala-ipasuma-izsoles/>