**Projekta ietvaros laika posmā no 01.10.2013.-30.11.2013.veiktais pētnieciskais darbs.**

1. Balstoties uz esošo literatūru, izveidots vienkāršots teorētiskais modelis magnētiskā šķidruma osmotiskās sūkšanās caur nemagnētisko elementu sistēmu aprakstam ārējā magnētiskā lauka un nehomogēnas temperatūras kolektīvas iedarbības apstākļos. Veikts izmantoto aproksimāciju precizitātes un dažu otrās kārtas efektu būtiskuma novērtējums. Izpētīta atvērtā koda bibliotēkas FEniCS (domāta šāda tipa uzdevumu skaitliskai atrisināšanai ar galīgo elementu metodi) dokumentācija un izmantošanas piemēri. (*2.1. aktivitāte*)
2. Balstoties uz galīgo elementu metodes realizācijas ar atvērto kodu FEniCS izveidota programma magnētiskā šķidruma 2D osmotiskās kustības caur mikronu izmēra nemagnētisko elementu sistēmu ārējā magnētiskā lauka un nehomogēnas temperatūras kolektīvas iedarbības apstākļos skaitliskam aprēķinam. Skaitliskā aprēķina algoritms sevī ietver magnētiskā lauka vienādojuma, Stoksa vienādojuma šķidruma kustībai un magnētiskā piemaisījuma advekcijas-difūzijas vienādojuma secīgu atrisināšanu. Iegūto atrisinājumu pareizība pārbaudīta dažos vienkāršotos gadījumos salīdzinot ar analītiskiem atrisinājumiem. Provizoriskie aprēķini periodiskās sistēmās liecina, kā termomagnetoosmotiskie efekti spēj izsaukt vērā ņemamu magnētiskā šķidruma nelielu apjomu kustības ierosināšanu. Turpinot darbu, plānots papildināt programmu 3D sistēmu aprēķināšanai, apskatīt dažādas nemagnētisko elementu sistēmu konfigurācijas. (*2.2. aktivitāte*)
3. Tika rēķināta magnetvada radītā spēka ietekme uz pastāvīgo magnētu sūkņa rotoru 2D gadījumā ar dažādām skaitliskajām programmām. Iegūts spēks, ar kādu tas stacionārā gadījumā pie vienas konkrētas pastāvīgo magnētu konfigurācijas pievelk rotoru vertikālā virzienā. (*2.2. aktivitāte*)
4. 3D aprēķinu shēmas gadījumā, pastāvīgo magnētu sūkņa rotora un kanāla aktīvās daļas ģeometrijas smalkās detaļas atmetot, tika ģenerēts nestrukturēts režģis, ar kura palīdzību tika veikti skaitliskie rēķini, un iegūts spēks, ar kādu tas stacionārā gadījumā pie vienas konkrētas pastāvīgo magnētu konfigurācijas pievelk rotoru vertikālā virzienā. (*2.2. aktivitāte*)
5. Apskatīta literatūra saistībā ar PM sūkņiem, tai skaitā zinātniskās publikācijas dažādās datubāzēs un žurnālos. Vispārīgi a pskatītas publikācijas par sūkņu attīstītajiem parametriem, kā spiedienu, caurplūdi, darba temperatūru, izmēriem, motora jaudu. Izlasīta un sīkāk apskatīta metodika sūkņu parametru aprēķināšanai, kā fundamentālās formulas. Virspusēji apskatītas datorprogrammas ar kurām iespējams veikt apjomīgus aprēķinus izmantojot galīgo elementu metodes, piemēram, Solidworks, Comsol, Ansys. (*2.1. aktivitāte*)
6. Novembrī tika paveikts sekojošais aktivitātes 2.1. ietvaros: Veikta literatūras avotos esošo elektriskas ierosmes indukcijas sūkņu kavitācijas kritēriju aprēķinu metodikas meklēšana. Tika aplūkoti gan eksperimentāli, gan analītiski darbi, kuros tika analizēti elektromagnētisko sūkņu kavitācijas procesi. Veikts literatūras meklējums klasisko pozitīva pārvietojuma hidraulikā pielietojamo sūkņu kavitācijas procesu aprakstiem un izdarīti pirmie secinājumi šo procesu salīdzināšanai. Lai salīdzinātu kavitācijas procesus indukcijas sūkņos un mehāniskajos sūkņos nepieciešams veikt indukcijas sūkņu kanāla ģeometrijas sīkāku izpēti, tādēļ uzsākta elektromagnētisko indukcijas sūkņu ar elektrisko ierosmi konstrukciju analīze. (*2.1. aktivitāte*)
7. Veikta elektriskas ierosmes indukcijas sūkņu industriālu pielietojumu apzināšana un šajos pielietojumos nepieciešamo prasību noteikšana izmantojos literatūras avotus. Analizējot literatūras avotus nošķirti maisītāji un dozatori no sūkņiem un apkopotas prasību klāsts dažādiem industriāliem pielietojumiem – metalurģijai, atomenerģētikai, eksperimentālām ierīcēm. Uzsākta pastāvīgo magnētu sūkņu industriālo pielietojumu meklējumi literatūras avotos. (*2.1. aktivitāte*)
8. Veikta esošo analītisko sūkņu parametru aprēķinu modeļu analīze. Analizēti T. Kalniņa darbos pieejamie elektromagnētisko sūkņu analītiskie aprēķina modeļi. Pastāvīgo magnētu sūkņu analītiskie modeļi aplūkoti analizējot I. Bucenieka darbus. (*2.1. aktivitāte*)
9. Tika apgūtas/atkārtotas vispārīgas zināšanas par elektromagnētisma procesiem (E.Šilters, G.Sermons, J.Miķelsosns „Elektrodinamika”) un magnetohidrodinamiskajiem procesiem (A.Cēbers „Teorētiskā hidrodinamika”). Tika uzsākta materiālu vākšana par jau pieejamajām programmatūrām, ar kuru palīdzību būtu iespējams modelēt magnētisko lauku un MHD procesus. Tāpat notika iepazīstināšana ar Lorenca tipa ātruma sensora darbību un izstrādes principiem, kā rezultātā tika izgatavots sensors, kas var nomērīt vienu ātruma komponenti šķidrā metāla plūsmā. Veicot kalibrēšanu un testa mērījumus, tika secināts, ka ātruma sensora elektrodi ir neatbilstoša garuma, un nebija iespējams nomērīt relatīvi mazus ātrumus. Paralēli ātruma sensora izgatavošanai notika ultraskaņas sensora darbības principu apguve, lai vēlāk būtu iespējams veikt rezultātu validāciju. Ņemot vērā pirmā ātruma sensora trūkumus, tika nolemts izgatavot jaunu ātruma sensoru, kas būtu precīzāks, pie tam tādu, ar kuru vienlaicīgi būtu iespējams nomērīt abas ātruma komponentes (plaknē). *(2.1. un 2.3. aktivitāte)*
10. Darbs pie ātruma sensora tika sākts oktobra beigās un pabeigts novembrī. Tomēr, ņemot vērā zināmu pieredzes trūkumu šāda darba veikšanā, sensors neizturēja pārbaudi – tika noteikts, ka vadi ir ar defektiem. Līdz ar to tika uzsākts darbs pie trešā sensora, kas tika pabeigts, kā arī izturēja pārbaudes. Novembrī tika uzsākta sensora kalibrācija, pēc tam varēs novērtēt šī sensora precizitāti. Papildus eksperimentālajam darbam, tika iepazītas modelēšanas programmas COMSOL iespējas. Visticamāk konkrētā programmatūra nespēs risināt nepieciešamos uzdevumus, jo nav iespējams modelēt MHD procesus 3 dimensijās. Līdz ar to modelēšanā lielākais potenciāls tiek saskatīts OpenFOAM, tāpēc tika mēģināts padziļināti izprast moduli *mhdFoam* un brīvi pieejamos interneta resursus (Margarita Sass-Tisovskaya, „Plasma Arc Welding Simulation with OpenFOAM”). *(2.1. un 2.3. aktivitāte)*
11. Veikta lineāru elektromagnētisko sūkņu lielumu kārtas novērtējumi, atbilstoši fizikālās līdzības teorijai izsakot parametrus bezdimensionālu kritēriju formā. Tas paveikts gan vienpusēja, gan divpusēja sūkņa variantiem. Balstoties uz gūtajiem secinājumiem noteikti laboratorijas mēroga modeļeksperimenta parametri – ģeometriskie, elektromagnētiskie un hidrodinamiskie. Apzinātas modeļeksperimentā izmantojamo materiālu fizikālās īpašības. Uzsākts darbs pie termoelektromagnētiska mikrosūkņa koncepcijas izveides. *(2.1. un 2.3. aktivitāte)*
12. Aktivitātē 2.1 (Esošo analītisko modeļu apkopošana un izmantošana industriālo pielietojumu prasību identificēšanai) esmu izpētījis esošo sūkņu veidu un konstruktīvo risinājumu daudzveidību, to īpašības, priekšrocības un trūkumus. Pētīju analītiskos modeļus patstāvīgo magnētu sūkņu parametru un efektivitātes aprēķināšanai un to konstrukciju optimizēšanai. Uzsāku iegūto zināšanu apkopošanu. Kopā ar Raimondu Nikoluškinu esam uzsākuši pasaulē zināmo patstāvīgo magnētu sūkņu apkopošanu tabulā, kur ir atspoguļoti to parametri, konstruktīvās īpašības un ekspluatācijas apstākļi. *(2.1. aktivitāte).*
13. Aktivitātē 2.2 (Skaitlisko 2D un 3D modeļu izveidošana un optimizēšana) kopā ar Mārtiņu Sārmu esam izpētījuši esošos risinājumus brīvā koda OpenFOAM vidē EM lauka aprēķināšanai sistēmām ar patstāvīgiem magnētiem. Secinājām, ka neviens no eksistējošiem risinātājiem nespēj aprēķinām EM lauku patstāvīgo magnētu sūkņos. Izpētījām OpenFOAM bibliotēku iespējas un izstrādājām koncepciju piemērotā risinātāja izstrādei. *(2.2. aktivitāte).*

07.01.2014.