

Anotācijas

par VPP programmas Nr. 2010.10-4/VPP-5 projekta Nr.1 „Jaunu tehnoloģiju izstrādāšana inovatīvu produktu radīšanai no Latvijas zemes dzīļu resursiem (ZEMES DZĪLES) ”.

Projekta vadītājs. V. Segliņš.

Projektu veido seši atsevišķi pētījumu jomas - apakšprojekti, kuru realizācija tiek veikta Latvijas Universitātei sadarbības partnerībā ar Rīgas Tehnisko universitāti.

1.1. apakšprojekts „Latvijas mālu piemērotības novērtēšana jaunu produktu un to ražošanas tehnoloģiju izstrādei” (atbild. izpild. V. Segliņš). Apakšprojektā tiek pētīta mālu iegulu veidošanās un saguluma apstākļi, mālainās gruntis un to īpašības (atbild. izpild. A. Karpovičs), Latvijas mālu minerālais sastāvs un noteiktas sastāva mālu atrašanas iespējas (atbild. izpild. I. Lūse, D. Pipira, M. Reneders), kā arī tiek pilnveidotas un attīstītas netiešās zemes dzīļu pētījumu metodes noteiktas kvalitātes izejvielu atklāšanai (atbild. izpild. G. Sičovs, J. Karušs). 2010. gadā visās tēmās ir attīstītas veicot nepieciešamos lauku pētījumus, ievākti paraugi, uzstādīti eksperimenti, veikta pirmo rezultātu aprobācija, izvēlētas pētniecības metodes darbam 2. pētījumu etapam. Iegūtie rezultāti apliecina, ka diemžēl iepriekšējos gados veikto pētījumu rezultāti praktiski nav izmantojami VPP mērķu sasniegšanai un neatbilst zinātnisku pētījumu kvalitātei, tie ir pilnībā atkārtojami.

Otrajā posmā paredzēts veikts plašus eksperimentālos un laboratorijas pētījumus nosakot māla minerālu sastāvu, sadalījumu, īpašības perspektīvākās selektīvai ieguvei novērtētās māla iegulās Latvijā. Šie rezultāti tiks atspoguļoti vairākās ISI sarakstā ietvertu izdevumu publikācijās. Paredzēts noslēgt arī ģeofizikālo pētījumu metodisko izstrāžu posmu, kas noslēgsies ar to publikāciju.

1.2. apakšprojekts „Augsti dispersu sistēmu ieguves tehnoloģija un izpēte uz Latvijas mālu pamatnes inovatīvam pielietojumam sorbcijas procesos, vides tehnoloģijās, medicīnā un kosmetoloģijā” (atbild. izpild. L. Bērziņa - Cimdiņa). Māli, kā dabīga nanofrakciju saturoša izejviela ir īpaši perspektīvs izejmateriāls, tomēr šī brīža dati par Latvijas mālu iegulām ietver galvenokārt klasifikāciju būvmateriālu ražošanai. Vienlaicīgi nav iegūti un pieejami zinātniskas kvalitātes dati pietiekami augsti dispersu sistēmu izstrādei ar inovatīvu pielietojumu sorbcijas procesos, vides tehnoloģijās, medicīnā un kosmetoloģijā. Īpaši tas attiecas uz datiem par Latvijas mālu granulometrisko, mineraloģisko un ķīmisko sastāvu. Šādu datu iegūšana ir pamats turpmākai inovatīvu pielietojumu apzināšanai un izstrādei. Iepriekšējie pētījumi liecina, ka māli kā sorbenti var tikt veiksmīgi izmantoti rūpniecisko notekūdeņu attīrīšanā, tomēr pagaidām tas ietver atsevišķus epizodiskus pētījumus, tāpēc līdzšinējos pētījumus nepieciešams sistematizēt un mērķtiecīgi VPP ietvaros attīstīt, tajā skaitā realizējot mālu piemērotības novērtēšanu medicīnas un kosmētikas mērķiem. 2010.gadā sadarbībā ar citiem apakšprojektiem (1.2.-1.5) ievākti māli paraugi no

12 atradnēm aptverot gan devona, gan pamatiežu mālu atradnes, tie tika detalizēti pētīti un novērtēti ar mūsdienīgām zinātniskām metodēm.

Nākamajā pētījumu etapā paredzēts attīstīt visas trīs apakšprojekta tēmas – attīstot izsmidzināšanas žāvētavas tehnoloģijas, veicot fāžu sastāva un dispersijas pētījumus, kā arī turpinot sekmīgi uzsāktos Latvijas mālu sorbcijas īpašību un sorbcijas procesu pētījumus.

1.3. apakšprojekts „Jauni keramikas materiāli un tehnoloģijas” (atbild. izpild. G. Sedmale). Pētījumā realizēti trīs atsevišķi posmi – (1) kvartāra, juras un devona mālu, kā arī karbonātus saturošo izejvielu un kvarca smilšu paraugu mērķtiecīga ieguve (kopā ar apakšprojektu 1.1.). Tas ļāva veikt šo izejvielu sistematizāciju, galvenokārt, atkarībā no to krājumu daudzuma un atrašanās vietas; (2) detalizēti pētījumi diferencēti atkarībā no to iespējamās pielietošanas konkrēta produkta (augsttemperatūras poraina, paaugstinātas stiprības keramikas u.c) ieguvei. Akcentēti mālu pētījumi un tie ietvēra XRD fāžu, kā arī ķīmisko analīzi, granulometriskā sastāva noteikšanu ar turpmāk sekojošu frakcionēšanu mālainās frakcijas izdalīšanai. Ir iegūti un izvērtēti augstāk minēto dažu izejvielu termiskās analīzes dati, kā arī ir noteiktas lielāko mālu atradņu mālu keramiskās īpašības saskaņā ar valsts standartu. Iegūto īpašību kopa dotajā izpētes stadijā ļauj prognozēt šo Latvijas minerālo izejvielu pielietošanas iespējas dažu augsttemperatūras keramikas materiālu izstrādei, pielietojot kā papildus komponentes izejvielu sākotnējā maisījumā arī relatīvi pieejamas un lētas sintētiskās izejvielas; (3) veikta pētniecības metodiku apzināšana, galvenokārt mālaino izejvielu priekšapstrādei, ir veikti daži iepriekšēji mēģinājumi par mālu/mālvietu ķīmisku apstrādi dažādās vidēs, lai aktivizētu (sadalītu) to primāro struktūru, līdz ar to pazeminot iegūstamā keramikas produkta saķepināšanas temperatūru.

Nākamajā pētījumu etapā iecerēts turpināt uzsāktu mālu, karbonātus saturošo iežu un smilts īpašību, t.sk termisko īpašību sistematizāciju, izveidojot datu kartotēku; tiks veikta videi draudzīgu augsttemperatūras porainu un blīvu keramikas materiālu izejas kompozīciju sastāva un ieguves tehnoloģijas izstrāde, pielietojot jaukta tipa izejas kompozītmalsījumus no neorganiskiem oksīdiem, illītu māliem, dolomīta; kā arī mālu ķīmiskās apstrādes (ģeopolimēru tehnoloģijas/metodes) izstrāde saistībā ar Latvijas nogulumu iežu (mālu) izmantošanu siltumu izolējošas un enerģiju taupošas „vieglās” keramikas ražošanai.

1.4. apakšprojekts „Energotaupīgas augsti poraina keramzīta iegūšanas tehnoloģijas no Latvijas māliem”(atbild. izpild. V. Švinka). Dažādu mālu izejvielu un maisījumu termisko īpašību analīze rāda, ka atkarībā no mineraloģiskā un ķīmiskā sastāva ir iespējama šūnu keramikas iegūšana virnpakāpes ātras termiskās apstrādes režīmā ar ievērojami mazāku mālvietu saturu nekā tas ir klasiskajā paņēmienā. Tālākā perspektīvā tas dod iespēju modernizēt un samazināt šūnu keramikas ražošanas energoietilpību. Šūnu keramika pēc ātras virnpakāpes termiskās apstrādes metodes, kur izejvielas satur aleirītu frakciju $\geq 60\%$ un aleirīti satur mikroklīnu un albītu attiecībā pret sīkdispersu kvarcu 1:2 līdz 1:3.

Termiķīmisko procesu analīze minerālo izejvielu maisījumos ar palielinātu aleirītu (putekļu frakcijas) saturu laukšpatu grupas minerālu klātbūtnē ļauj konstatēt, ka Latvijā ir iespējams ievērojami paplašināt keramzīta izejvielu bāzi. Pēc klasiskās tehnoloģiskās shēmas līdz šim Latvijā ir izpētītas tikai trīs keramzītam piemērotas izejvielu atradnes.

Atšķirīga sastāva izejvielas (devona vai kvartārā perioda māli) termiskās apstrādes rezultātā dod atšķirīgu īpašību šūnu keramiku, kas ievērojami atšķiras pēc mikrostruktūras. Organisko vielu klātbūtnē šūnu keramikas iegūšanas procesā izsauc īpatnējās virsmas palielināšanos, piem., līdz $14\text{ m}^2/\text{g}$ un poru izmēri ir diapazonā $4 - 18\text{ nm}$.

Izejvielu daudzveidība, kuras pēc mūsu pētījumiem ir iespējams izmantot keramzīta ieguvei, dod iespēju paplašināt no mālu izejvielām iegūto poraino šūnu keramikas materiālu pielietojuma sfēru.

Nākamajā pētījumu etapā tiks turpināti visi pieci virzieni, kuros notiek priekšmēģinājumi laboratorijas apstākļos: (1) Paaugstinātas porainības (>80 %) un samazinātas tilpuma masas (0,35-0,40 g/cm³ siltumizolējoša pildviela; (2) Jaunas paaudzes viegla mehāniski izturīga pildviela atvieglotām nesošām dzelzsbetona konstrukcijām ($\rho=1,3$ g/cm³, W=13%); (3) Šūnu keramikas materiāli ar sorbējošām īpašībām; (4) Šūnu keramikas granulas baktēriju imobilizācijai un bioplēves iegūšanai; (5) Mālu sastāvs (ķīmiskais, mineralogiskais, granulometriskais), kurā termiskās apstrādes rezultātā rodas mikrobioloģiskā aktivitāte (antibakteriālas īpašības).

Apakšprojekts 1.5. „Kūdras īpašību un modifikācijas iespēju izpēte jaunu izmantošanas risinājumu izstrādei” (atbild. izpild. M.Kļaviņš). Valsts pētījumu programmas apakšprojekta Kūdras īpašību un modifikācijas iespēju izpēte jaunu izmantošanas risinājumu izstrādei” mērķis ir veikt Latvijas kūdras un sapropeļa resursu pētījumus jaunu inovatīvu produktu – kūdras sorbentu, kūdras un sapropeļa preparātu, humusvielu ekstraktu - ražošanas tehnoloģiju izstrādē. Projekta 1 posma uzdevumu izpildes gaitā veikta augsto purvu kūdras paraugu ievākšana un to raksturošana nosakot galvenās īpašības. Kūdrā noteikts tās elementsastāvs un 15 elementu saturs. Pierādīts, ka Latvijā iegūtā kūdras no tās piesārņotības viedokļa uzskatāma par nepiesārņotu, bet kūdras profila apakšējā slāni konstatētas ievērojami augstas vairāku toksisko mikroelementu koncentrācijas kas var radīt būtiskus ierobežojumus kūdras izmantošanai. No pētītajiem kūdras paraugiem izdalīti preparatīvi humusvielu daudzumi un veikts to raksturojums. Pētīta kūdras sorbcija attiecībā pret metālu joniem. Raksturota sorbcijas procesa kinētika un pierādīts, ka sorbcija notiek ātri, noteiktas sorbcijas izotermas un raksturota sorbcijas kapacitāte, kas pierāda kūdras kā sorbenta salīdzināmību ar sintētiskajiem jonītiem. Pārbaudītas kūdras izmantošanas iespējas sorbcijai dinamiskā režīmā (kolonnas režīmā).

Nākamajā pētījumu etapā 2011. gadā paredzēts turpināt pētījumus visās trīs tēmās akcentējot zinātniskas kvalitātes laboratoriskus pētījumus un to rezultāti tiks atspoguļoti ISI saraksta zinātniskajos žurnālos un tiks sagatavots Latvijas patents.

Apakšprojekts 1.6. „Uz keramzīta bāzes izveidoti jauni biotehnoloģijas produkti un tehnoloģijas” (atbild. izpild. O. Mutere). VPP ietvaros keramikas produkti tiek pētīti kā efektīgs un ekonomiski izdevīgs nesējmateriāls mikroorganismu imobilizēšanai vides tehnoloģiju procesu izstrādē. Tika izmantoti mikroorganismi, kurus iepriekš izolēja no piesārņotās augsnes, un tiem ir pierādīta aktivitāte degradēt dažādas toksiskas vielas (piem., naftas produktus, nitroaromātiskos savienojumus u.c.). Eksperimentos ir pierādīts, ka šūnu kontakta periodam ar nesēju (keramzīta granulām) ir liela nozīme imobilizācijas procesā. Pēc skalošanas imobilizēto šūnu enzimatiskā aktivitāte nesamazinās. Tas liecina par imobilizācijas procesa efektivitāti. Pilota iekārtu mēroga eksperimentā ir pierādīts, ka imobilizēto mikroorganismu enzimatiskai aktivitātei uz granulām, kuras atradās piesārņotajā augsnē 30 dienu laikā, ir novērojama tendence paaugstināties. No tā izriet, ka šos pētījumus var raksturot kā perspektīvu virzienu augsnes attīrīšanas tehnoloģijas pilnveidošanai (tiek realizēts sadarbībā ar apakšprojektu 1.5)..

Tika realizēta arī otra eksperimentu sērija bija saistīta ar jauno keramzīta materiālu (iegūti apakšprojektā 1.4) testēšanu ar mērķi atlasīt piemērotākos mikroorganismu imobilizēšanai un to aktivitātei. Modeļu eksperimenti veikti ar tīrkultūru *Pseudomonas putida* LMKK 650.

Salīdzināta baktēriju dzīvotspēja, kontaktējoties ar dažādām keramzīta granulām, kā arī dzīvo šūnu proporcija suspendētā un imobilizētā stāvoklī atkarībā no kontakta laika, baktēriju koncentrācijas un dažādiem fizikāli ķīmiskiem vides faktoriem, tādiem kā jonu sastāvs, jonu spēks un pH. Konstatēts, ka pētītie keramzīta materiāli būtiski atšķiras pēc savām spējām ietekmēt baktērijas un to imobilizāciju. Pētījumi būtu jāturpina, jo paveras iespēja izmantot atsevišķus mālu apstrādes produktus dekontaminācijas tehnoloģijās. Keramzīta granulas ar imobilizētiem mikroorganismiem testēja eksperimentos ar gaisa biofiltrācijas kolonnu. Tajos izmantoja baktēriju konsorciju ar spēju degradēt naftas produktus. 14 dienu eksperimenta rezultāti pierādīja, ka kūdru nepieciešams pārveidot granulā veidā. Biofiltrācijas kolonnu eksperimentos testēja arī sēņu tīrkultūru *Trichoderma viride*, lai noskaidrotu tās imobilizācijas iespējas uz keramzīta granulām. Visaugstākā enzimatiskā aktivitāte uz keramzīta granulām bija konstatēta kolonnas augšējā slānī.

Kā svarīgākie uzdevumu pētījumu 2. etapā (2011.g.) noteikti turpināt laboratorijas un pilota mēroga eksperimentus, lai izstrādātu inovatīvus produktus vides biotehnoloģiju jomā. Tam ir paredzēti eksperimenti ar tīrkultūrām, kā arī no Latvijas vides izdalītiem mikroorganismu konsorcijiem: (1) izvēlēto keramzīta materiālu efektivitātes salīdzinošā testēšana augsnes eksperimentos ar divām piesārņotāju grupām, t.i., naftas produktiem un nitroaromātiskajiem savienojumiem; (2) uz keramzīta granulām imobilizēto baktēriju un sēņu aktivitātes novērtēšana gaisa biofiltrācijas procesā; (3) šūnu imobilizācijas un šūnu aktivitātes mehānismu pētīšana modeļu eksperimentos ar dažādiem māla materiāliem.