

Bāles un Skudras atradņu kvarca smilšu izpēte

Janīna Sētiņa, Rīga Technical University, Vasilijš Akishins¹, Svetlana Kirilova², ^{1,2}AS "Valmieras Stikla šķiedra"

Kopsavilkums. Pētītas Latvija devona (Bāles atradne) un juras perioda (Skudras atradne) kvarca smiltis. Veikta abu atradņu smilšu apstrāde sausā un ūdens vidē, noteikts ķīmiskais, mineralogiskais un granulometriskais sastāvs pirms un pēc smilšu smalcināšanas un mazgāšanas. Apstrādājot ūdenī Skudras atradnes kvarca smiltis, iegūti pozitīvi rezultāti - krāsojošo oksīdu daudzums samazināts līdz 0,066%.

Sakausēti stiklī, izmantojot dažādos režīmos apstrādātas Bāles un Skudras atradņu smiltis. Veiktā stiklu īpašību pārbaude parādīja, ka Skudras atradnes kvarca smiltis pēc apstrādes ūdenī ir perspektīvas/ noderīgas E-tipa stikla ražošanai.

Atslēgas vārdi: kvarca smiltis, ķīmiskais, mineralogiskais sastāvs, granulometrija, stikls

I. IEVADS

Smiltis ir viena no visplašāk izplatītajām minerālām izejvielām Latvijā. Dažādi ģeoloģiskās izcelšanās periodi – kvartārais, juras vai devona – nosaka smilšu ķīmisko sastāvu un granulometriju. Latvijas smilšu iegulumi ir ar augstu kvarca saturu virs 90 %, kas ļauj tās klasificēt kā kvarca smiltis. To krājumi ir praktiski neierobežoti, taču daudzas no atradnēm iegul lielā dziļumā un šajās smiltīs ir augsts krāsojošo dzelzs oksīda un titāna dioksīda saturs, kas ierobežo to izmantošanu [1,2].

Pēc minerālā sastāva kvarca smiltīm pilnībā atbilst tikai juras perioda smiltsieži, kamēr devona un kvartārā perioda baltās smiltis vairumā gadījumu ir oligomiktas, jo satur arī laukšpatus un vizlas.

Agrāk veiktā Latvijas devona un juras perioda kvarca smilšu ķīmiskā un granulometriskā sastāva analīze parādīja, ka Latvijas kvarca smiltis pēc krāsojošo piemaisījumu samazināšanas, t.i., veicot bagātināšanu, ir perspektīvas pielietošanai stikla rūpniecībā [3].

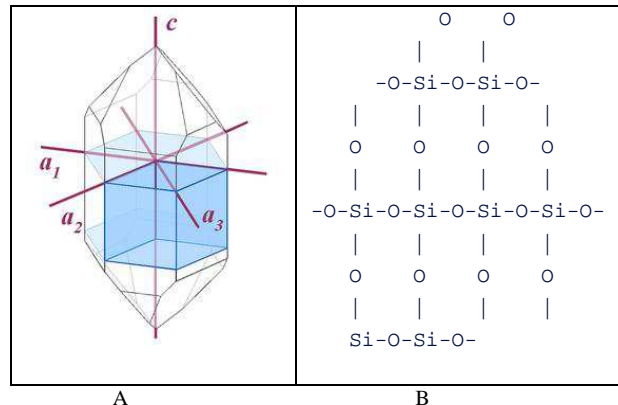
Augstākais krāsojošo ķīmisko elementu (Fe, Ti) saturs parasti sastopams smalkajā mālu frakcijā vai smago minerālu sastāvā, kas var būt izkliešēti smilšu atradņu slāņos. Pozitīvi lādētās dzelzs oksīdu un negatīvi lādētās hidroksīdu plēvītes ar kvarca daļiņām saista stipri elektrostatiskie spēki. Lielāko daļu piemaisījumu, kas uz kvarca un laukšpatu graudu virsmas izvietoti plēvīšu veidā, iespējams atdalīt, izmantojot dažādas apstrādes metodes. Struktūras piemaisījumi, kas ir raksturīgi kvarca kristāliem, praktiski nav atdalāmi [4-6].

Izvēloties smilšu bagātināšanas jeb attīrīšanas paņēmienus, nepieciešams noteikt krāsojošo savienojumu raksturu un strukturālo saistību ar pamatgraudiņu – vai tie ir kā piemaisījumi uz virsmas vai veido smilšu grauda struktūru. Tāpat jānosaka smalko daļiņu sastāvs, kas galvenokārt ir māla vai vizlas daļiņas [7-9].

Lai konstatētu un izprastu piemaisījumu veidu, ir jāizprot kvarca smilšu pamatminerāls – kvarcs. Tas ir ciets minerāls (pēc Moosa skalas kvarca cietība ir 7), blīvums 2650 kg/m³, ar izteiktām anizotropiskām īpašībām. Ir zināmas divas kvarca

modifikācijas – zemtemperatūras un augsttemperatūras, pārejas temperatūra ir 573°C. Dabā ir izplatīta zemtemperatūras trigonālā singonija. Kvarcam ir makro molekulāra struktūra un tikai daži elementi var strukturāli aizvietot silīciju [SiO₄]⁴⁻ tetraedros. Trīsdimensiālā [SiO₄] tetraedru struktūra ir visai mazkustīga un tikai mazie katjoni kā Li, Na, H var piedalīties kvarca kristalizācijas procesā, neizmainot struktūras režģi [2,7].

1.A attēlā parādīts kvarca kristāls un heksagonālās kristalogrāfiskās asis projicētas kvarca kristālā. Minerāla kristāla struktūru veido silīcija-skābekļa tetraedri, kuros ap katru silīcija atomu vienādos attālumos novietojušies četri skābekļa atomi, 1. B att. Katra skābekļa atoms savieno divus tetraedrus, katrs skābekļa atoms ir it kā tiltiņš starp diviem tetraedriem [2,6,7].



1.att. Kvarca elementāršūna un kvarca kristālā projicētas heksagonālās kristalogrāfiskās asis (A), minerāla kristāla struktūra (B).

Dabiskais, kā arī sintētiskais kvarcs satur divu veidu piemaisījumus: struktūras piemaisījumus un virsmas piemaisījumus. Tipiskākie struktūras piemaisījumi ir sārnu metāli un alumīnijs, kuri var izomorfi aizvietot silīciju kvarca kristāliskajā režģī. Struktūras piemaisījumi izraisa kvarca kristāliskā režģa parametru izmaiņas. Kā aizvietošanās piemaisījumi kvarca režģī var būt arī neliels Ti⁴⁺ un Ge⁴⁺ daudzums. Veidojoties kvarcam no hidrotermāliem šķīdumiem, kvarca kristālā var būt piemaisījumu ieslēgumi dažu mikronu lielumā. Parasti tie ir laukšpati, vizlas. Analogiski kristāliskie savienojumi ir konstatēti arī kvarca smilšu smalkajā frakcijā [8,9].

Izvērtējot smilšu atradņu veidošanās ģeoloģiskos parametrus, minerālo un ķīmisko sastāvu, var noteikt galvenās pielietošanas nozares: būvniecība, stikla ražošana, metalurģija utt. Ķīmiskā sastāva, piemaisījumu klātbūtnes un granulometrijas ziņā augstas prasības izvirza stikla ražošanas rūpniecība. Stikla ražotnēs galvenokārt var pielietot tikai kvarca smiltis, kurās dzelzs un alumīnija jonu koncentrācija nepārsniedz attiecīgi un 500 ppm 800 ppm [5].

AS „VSS” šodien izmanto Anikščai atradnes maltās smiltis ar Fe_2O_3 saturu 550-600 ppm. Vēl augstākas prasības tīrības ziņā tiek izvirzītas smiltīm, kuras izmanto saules enerģijas akumulējošo pakešu ražošanai. SiO_2 saturam šajās kvarca smiltīs ir jābūt $> 99,9999\%$ [5, 10].

Viens no efektīvākajiem stikla kausēšanas intensificēšanas paņēmieniem ir smalkāku grūti kūstošo izejvielu (pirmkārt, smilšu), pielietošana šitas izgatavošanai. Pēdējos divdesmit gados stikla kausēšanai aizvien plašāk pielieto sijātās vai maltās smiltis, kas kopā ar citiem tehnoloģiskajiem paņēmieniem atļauj ievērojami palielināt kausējuma nosmēlumus.

Tā kā dabā sastopamās kvarca smiltis vienmēr satur dažāda veida piemaisījumus, tad pirms izmantošanas mūsdienu ražotnēs, jāveic to attīrīšana un smalcināšana, tādējādi nodrošinot atbilstību attiecīgām tehniskām prasībām un standartiem [11-13].

Smilšu mazgāšana ar ūdeni vai ar speciāliem reaģentiem (flotācija) ir viens no vecākajiem un izplatītākajiem smilšu attīrīšanas veidiem. Svarīgi, lai attīrot smiltis, tiktu izmantotas ekonomiski izdevīgas, videi draudzīgas tehnoloģijas. Vienkāršākā un videi draudzīgākā metode smilšu attīrīšanai ir to mazgāšana ūdenī bez papildus ķīmisko savienojumu lietošanas. Mazgāšanas laikā izejmateriāla graudiņi beržas savā starpā, tādējādi smagās smilšu daļiņas atdalās no viegliem piemaisījumiem (māliem, vizlas utt.), kuri parasti atrodas uz smilšu graudiņu virsmas. Vieglākās daļiņas paliek uz ūdens virsmas vai kopā ar ūdens plūsmu tiek novadītas no attīrītām smiltīm.

Mazgāšanas laikā sabrūk arī mitruma plēve, kas veidojas uz dabā sastopamo smilšu daļiņām. Tādā veidā var vienkārši atdalīt virsmas piemaisījumus [10, 14, 15].

Virsmas aktīvo vielu klātbūtne krietni uzlabo procesa efektivitāti, bet, izmantojot flotācijas iekārtas, ir nepieciešams uzstādīt ūdens attīrīšanas iekārtas, kas palielina procesa izmaksas.

Mazgāšanas laikā alumīnija oksīda saturs var samazināties 3 – 10 reizes, dzelzi saturošo piemaisījumu saturs – 2–3 reizes. Tomēr jāatzīmē, ka mazgāšanas efektivitāte ir atkarīga no izejmateriāla raksturojumiem, piemēram, graudu formas.

Dotā darba uzdevums – noskaidrot Bāles un Skudras kvarca smilšu atradņu piemaisījumu veidu un izvērtēt iespēju rekomendēt attīrītās smiltis E-tipa stikla ražošanai.

II. MATERIĀLI UN METODES

Darbā izmantotas divu atradņu smiltis: juras perioda Skudras atradnes un devona perioda Bāles atradnes kvarca smiltis.

Veikta abu atradņu smilšu smalcināšana, izmantojot planetārās dzirnavas. Malšanas režīmi: sausā vidē un ūdenī: 1, 2, 4 stundas.

Smilšu granulometriskais sastāvs noteikts, izmantojot lāzera granulometriju iekārtu CILAS 930 Naβ, mērīšanas diapazons 0.20 – 500 μm.

Dažāda granulometriskā sastāva smiltīm veikta diferenciāli termiskā analīze (DTA) karsēšanas un dzesēšanas režīmā, temperatūras celšanas ātrums 10 grad/min. (SETERAM SETSYS Evolution-1750).

Noteikts kristālisko fāžu sastāvs, izmantojot $\text{Cu}_{\text{K}\alpha}$ starojumu (rentgena staru difraktometrs Rigaku Ultima⁺). Rentgenogrammas identificētas, izmantojot PDF-4+ 2010 Sleva datu bāzi.

Stikls sakausēts elektriskā krāsnī, temperatūras celšanas ātrums 7 – 8 grad/min., maksimālā temperatūra 1270°C.

Šitas sastādīšanai izmantotas sekojošas izejvielas: dažāda granulometriskā sastāva pirms un pēc attīrīšanas Skudru un Bāles atradņu smiltis, dolomīts, kaļķakmens, borskābe, Al_2O_3 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , KNO_3 .

Stikla lineārais izplešanās temperatūras koeficients (LITK), mīkstpāšanas temperatūras (T_g) noteikšanai tika izmantota iekārta Linseis L76 PlatinSeries, temperatūras celšanas ātrums 10 grad/min, maksimālā temperatūra 800°C.

III. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

A. Skudras un Bāles atradņu kvarca smilšu raksturojums un izpēte

Darbā turpināta Bāles un Skudras atradņu kvarca smilšu izpēte. Iepriekšējā darbā [3] veikta ķīmiskā analīze parādīja, ka šo atradņu smiltis raksturo augsts SiO_2 saturs - līdz 98%, bet granulometrijā dominē 0,1-0,5 mm frakcija.

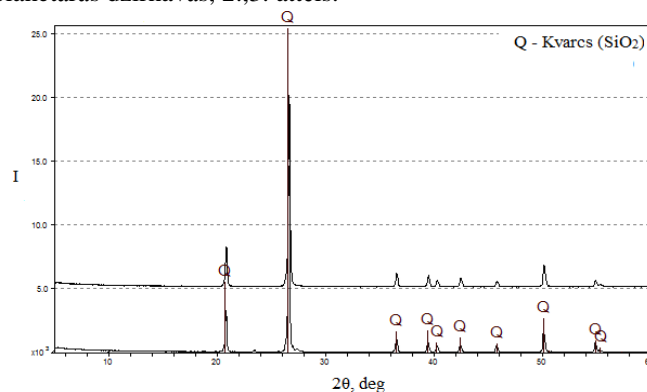
Smilšu ķīmiskā analīze pēc apstrādes planetārās dzirnavās ūdenī parādīja, ka Skudras atradnes sastāviem būtiski paaugstinājās SiO_2 saturs līdz $> 99\%$, vienlaicīgi, samazinājās Fe_2O_3 daudzums. Bāles atradnes smiltīm novērojām nelielas dzelzs satura izmaiņas, bet SiO_2 saturs praktiski palika nemainīgs. Ķīmiskā analīze jau sākotnēji norādīja uz atšķirīgo piemaisījumu raksturu šīm atradņu smiltīm. Skudras atradnes smiltīm raksturīgs virsmas piemaisījumu veids.

I. TABULA

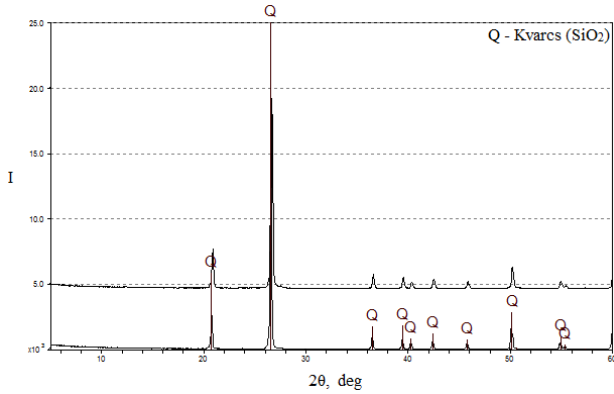
BĀLES UN SKUDRU ATRADŅU SMILŠU ĶĪMISKAIS SASTĀVS, MAS.%

Ķīmiskais savienojums	Bāles atradne	Skudras atradne
	pirms /pēc 2 st. H ₂ O	pirms /pēc 2 st. H ₂ O
SiO_2	98,66 / 98,81	98,36 / 99,08
Fe_2O_3	0,19 / 0,14	0,11 / 0,066

Lai noskaidrotu abu atradņu mineraloģisko sastāvu un iespējamo piemaisījumu veidu, abu atradņu sastāviem uzņemtas difraktogrammas pirms un pēc apstrādes ūdenī planetārās dzirnavās, 2.,3. attēls.



2.att. Bāles atradnes smilšu difraktogramma pirms (1) un pēc 2 stundumalšanas ūdenī (2). Kristāliskā fāze – kvarcs.

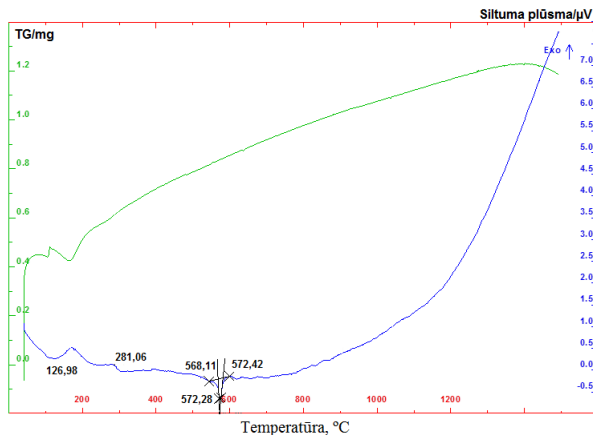


3.att. Skudras atradnes smilšu difraktogramma pirms (1) un pēc 2 stundu malšanas ūdenī (2). Kristāliskā fāze – kvarcs.

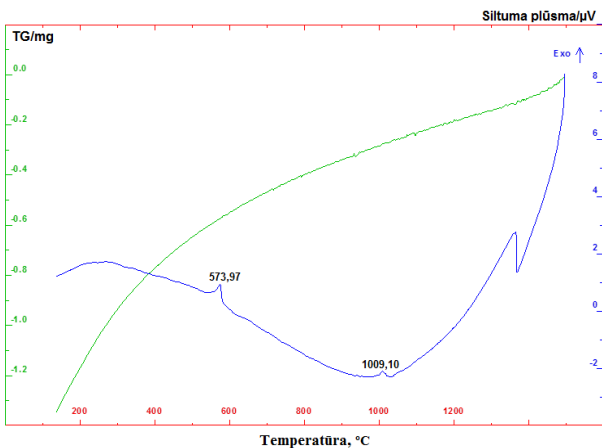
Konstatēts, ka vienīgā kristāliskā fāze visos gadījumos, gan pirms, gan pēc apstrādes, ir kvarcs, citi kristāliskie piemaisījumi rentgenogrāfiski nav konstatēti.

Diferenciāli termiskā analīze ir jutīga metode dažādu veidu piemaisījumu konstatēšanai un polimorfo pārvērtību identificēšanai. Ir zināms, ka kvarcam ir raksturīgas vairākas polimorfās pārvērtības [4], novirzes no augstāk norādītām temperatūrām var norādīt uz kvarca kristāliskā režģa defektiem, ko izsauc strukturālie piemaisījumi.

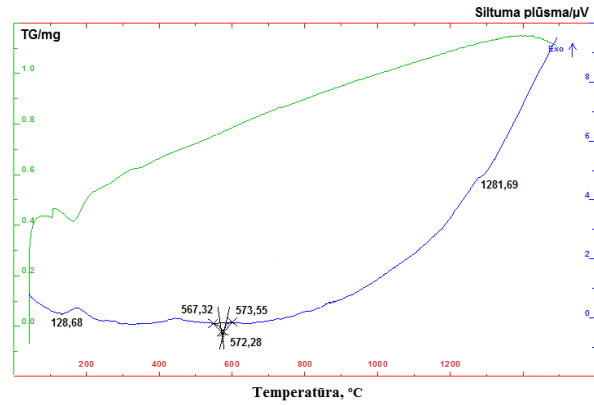
Neapstrādātu Bāles atradnes smilšu DTA un TG karsēšanas un dzesēšanas līknes ir parādītas 4. un 5. attēlā.



4.att. Neapstrādātu Bāles atradnes smilšu DTA un TG karsēšanas līknes.



5.att. Neapstrādātu Bāles atradnes smilšu DTA un TG dzesēšanas līknes.



6.att. Bāles atradnes smilšu DTA un TG karsēšanas līknes pēc 2 stundu malšanas ūdenī.

Abu atradņu smiltīm visiem paraugiem pirms un pēc apstrādes DTA karsēšanas līknē temperatūrā $\sim 573^{\circ}\text{C}$ ir endotermiskais efekts, kas norāda uz kvarca polimorfo $\alpha \leftrightarrow \beta$ modifikāciju pārvērtību.

Endotermiskie efekti zemākās temperatūrās saistīti ar virsmas ūdens molekulu zaudēšanu. Jāatzīmē, ka abu atradņu smilts DTA līknes nefiksē būtisku piemaisījumu klātbūtni vai struktūras piemaisījumus, kas izraisītu ievērojamas polimorfo pārvērtību temperatūras novirzes, 4.- 6. attēls.

Agrāk veiktā Bāles un Skudras atradņu smilšu granulometriskā izpēte parādīja, ka abas atradnes pieder pie vidējās un smalkās frakcijas smilšu atradnēm, tām raksturīgs neliels smalkās frakcijas daudzums $< 0,25\%$, bet Bāles smiltīm rupjā frakcija $> 1\text{ mm}$ ir $0,85\%$ [1,3].

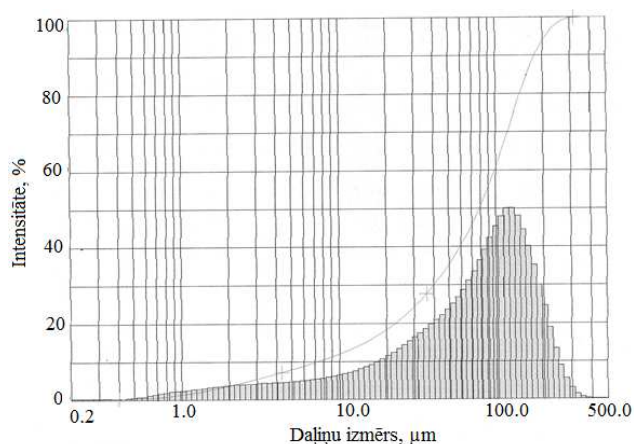
2. tabulā parādīts smilšu granulometriskais sastāvs pēc malšanas sausā un ūdens vidē. Ūdens vidē intensificē malšanas procesu, augsta dispersitāte tiek sasniegta jau pēc 2 stundu apstrādes.

2. TABULA

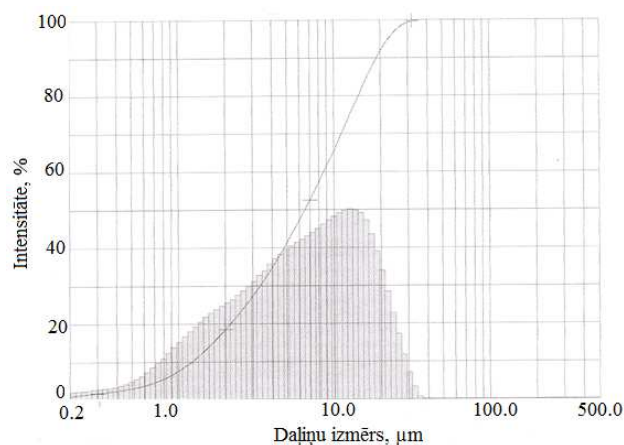
BĀLES UN SKUDRAS ATRADŅU SMILŠU GRANULOMETRISKAIS SASTĀVS PĒC MALŠANAS DAŽĀDOS REŽĪMOS, MAS. %

Graudu izmērs, μm	Bāles atr., 2 st	Skudras atr., 2 st	Bāles atr., 4 st	Skudras atr., 4 st	Bāles atr. 2 st H ₂ O	Skudras atr. 2 st H ₂ O
< 0,2	0,40	0,19	0,39	0,44	1,11	1,09
0,2-0,5	0,69	0,33	0,70	0,83	2,07	1,97
0,5-1	1,50	0,99	1,77	1,92	4,93	4,59
1-2	3,22	2,24	3,98	4,39	12,01	10,9
2-3	2,56	1,77	3,21	3,69	9,48	8,76
3-4	2,01	1,35	2,53	2,95	8,05	7,49
4-5	1,67	1,11	2,10	2,46	7,1	6,67
5-6	1,44	0,96	1,85	2,14	6,15	5,88
6-8	2,51	1,65	3,21	3,7	9,9	9,9
8-10	2,28	1,45	2,84	3,23	8,0	8,26
10-15	5,30	3,24	6,33	7,21	16,0	16,06
15-20	5,08	3,05	5,93	6,79	10,26	10,32
20-30	10,45	5,98	11,09	12,79	4,85	7,47
30-50	19,13	11,1	19,07	22,72	0,03	0,65
50-70	12,61	10,27	16,83	15,44	0	0
70-100	10,40	15,24	13,72	8,22	0	0
100-200	16,02	33,11	4,45	1,08	0	0
200-300	2,71	5,67	0	0	0	0

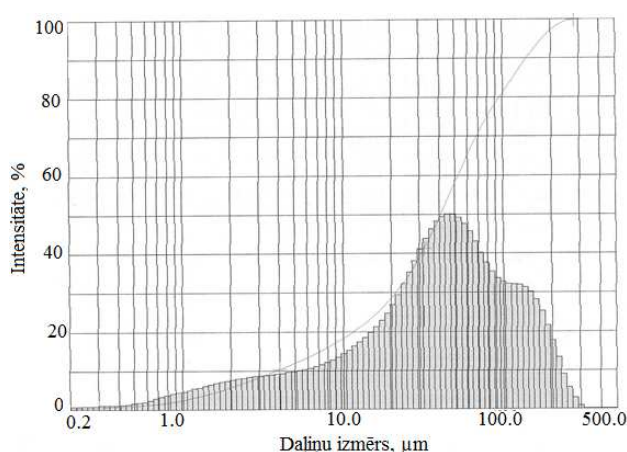
Analizējot ķīmiskās analīzes datus un granulometrisko sastāvu, konstatēts, ka Skudras atradnes smiltis optimālos rādītājus attiecībā uz dzelzs oksīda daudzumu ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \sim 0,066\%$ un granulometriju (graudu izmērs $< 6\mu$ vairāk kā 50%) sasniedz pēc 2 stundu apstrādes ūdenī.



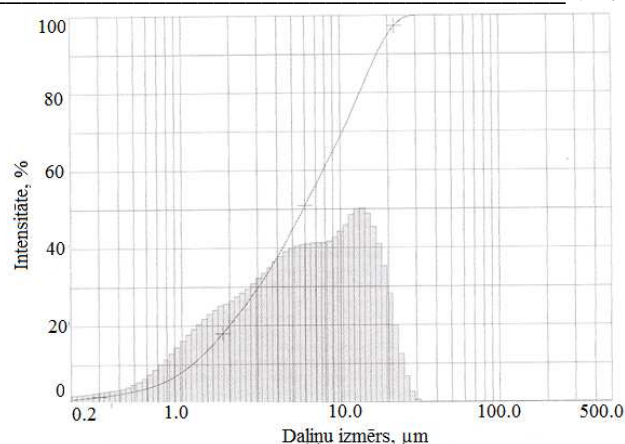
7.att. Skudras atradnes 2 stundas sausā vidē malto smilšu histogramma.



8.att. Skudras atradnes 2 stundas ūdenī malto smilšu histogramma.



9.att. Bāles atradnes 2 stundas sausā vidē malto smilšu histogramma.



10.att. Bāles atradnes 2 stundas ūdenī malto smilšu histogramma.

7.-10. attēlā dotās histogrammas parāda smilšu dispersitāti pēc apstrādes dažādos režīmos. Redzam, ka pēc 2 stundu malšanas sausā vidē iegūstam dispersākas Skudras atradnes smiltis, salīdzinot ar Bāles atradnes smiltīm. Ūdens vidē maltām abu atradņu smiltīm iegūstam praktiski analogiskus rezultātus, t.i., graudu ar izmēru $< 6\mu$ vairāk kā 50%.

B Stikla īpašības, izmantojot kā izejvielas Skudras un Bāles atradņu kvarca smiltis

Iegūtie Bāles un Skudras atradņu smilšu izpētes rezultāti parādīja, ka pēc apstrādes planetārās dzirnavās ūdens vidē 2 stundas, Fe_2O_3 daudzums samazinās līdz 0,066%, kas atbilst prasībām nepārtrauktas stikla šķiedras, stikla profilita, stiegotā stikla, stikla bloku un dažādas bezkrāsainās stikla taras un dažādu lokšņu stikla veidu ražošanai. Stikla vates un šķidrā stikla ražotāji pieļauj arī Fe_2O_3 klātbūtni robežās līdz 0,08 – 0,1%.

Stikla šihtas aprēķinam par pamatu tika ņemts AS „VŠŠ” ražotā E-tipa stikla sastāvs, palielinot sārma oksīdu un bora oksīda daudzumu, bet saglabājot nemainīgu ievadītā SiO_2 daudzumu. Kā references stikls izmantots sastāvs vienstadijas stikla šķiedras ražošanai AS „VŠŠ”, kurā izmantotas Anikščai atradnes smiltis. 3.tabulā dots izmainītais stikla šihtas sastāvs.

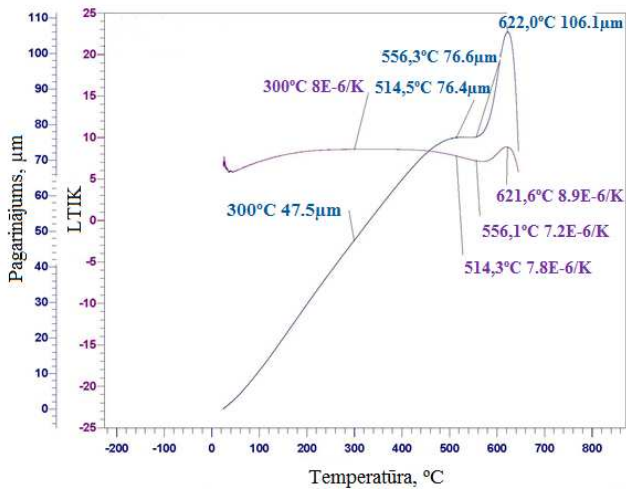
3.TABULA
IZMAINĪTĀ STIKLA SASTĀVA RECEPTĒ, MAS.%

Kīmiskais savienojums	Izmainītais sastāvs, mas.%	Šihtas izejvielas
SiO_2	55.2	Smiltis
Al_2O_3	4.8	Al_2O_3
B_2O_3	11.3	H_3BO_3
MgO	3.3	Dolomīts
CaO	14.9	Dolomīts+ CaCO_3
Na_2O	10.3	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
K_2O	0.2	KNO_3

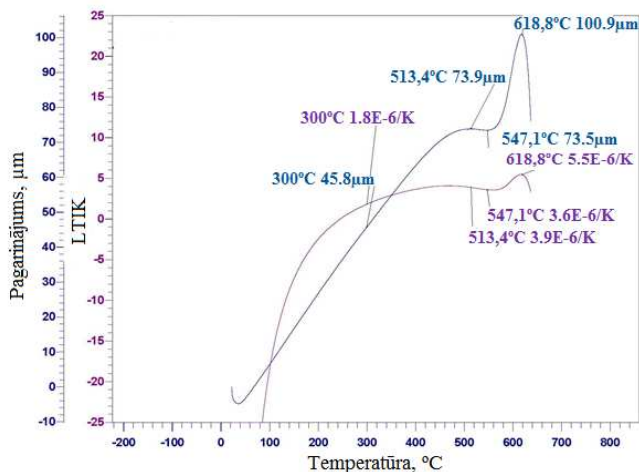
Stikls, sakausēts 1270°C , jau kausēšanas procesā uzrādīja homogenitātes un viendabības atkarību no smilšu granulometrijas. Izmantojot smiltis bez papildus apstrādes, tika iegūti nehomogēni stikli, kas saturēja daudz gaisa ieslēgumu. Izmantojot smiltis pēc malšanas augstāk norādītos režīmos sausā un ūdens vidē, tika iegūti vizuāli homogēni

stikli, kuriem noteica mīkstapšanas temperatūru un lineārās izplešanās temperatūras koeficientu, lai izvērtētu šo raksturlielumu atkarību no smilšu dispersitātes. Termiskās īpašības izvēlētas kā jutīgas, lai noteiktu sakarību sastāvu – īpašību [16,17]. Iegūtie rezultāti parādīja, ka mīkstapšanas temperatūra (T_g) un lineārās izplešanās temperatūras koeficients (LITK jeb α) pazeminās līdz ar smilšu dispersitātes palielināšanos (sk. 11.-13. attēlu, 4. tabulu).

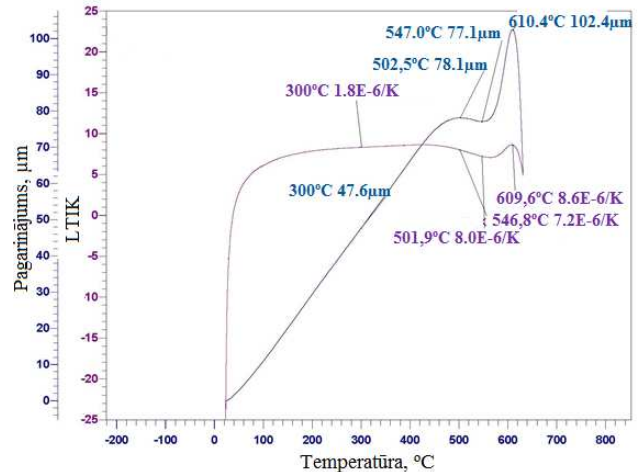
Svarīgs priekšnoteikums, lai salīdzinātu α un T_g , ir vienāda stiklu termiskā pagātne (kausēšana un atlaidzināšana). α līknes gaita parāda, ka dotie paraugi ir ar vienādu termisko pagātmi. Pēc kausēšanas nav notikusi papildus termiskā apstrāde, t.i., atlaidzināšana. Iekšējo spriegumu dēļ temperatūrās, kas ir zemākas kā deformācijas temperatūra, α rādītāji sāk samazināties. Šī īpašība (kontrakcijas parādība), kuru nosaka struktūras elementu kustīgums stiklā, parāda intervālu, kurā izzūd stikla trauslums. Visos gadījumos stikliem kontrakcijas parādības temperatūras ir vienādas, tas nozīmē, ka var salīdzināt LITK un T_g rezultātus.



11.att. Stikla T_g un LITK, izmantojot Skudras atradnes 2 stundas sausā maltās smiltis.



12.att. Stikla T_g un LITK, izmantojot Skudras atradnes 2 stundas H_2O maltās smiltis.



13.att. Stikla T_g un LITK, izmantojot Anikščai atradnes bagātinātās maltās smiltis.

Salīdzinot termiskās īpašības references stiklam, kas iegūts, izmantojot Anikščai atradnes smiltis, un stikliem, kur izmantotas Bāles un Skudras atradņu dažādas dispersitātes smiltis, redzam, ka iegūtie lielumi praktiski ir analogiski, 4. Tabula.

4. TABULA

STIKLU MĪKSTAPŠANAS TEMPERATŪRA UN LINEĀRĀS IZPLEŠANĀS TEMPERATŪRAS KOEFICIENTS

Izmantotās smiltis	T_g , °C	LITK, 1/K (pie 300°C)	LITK, 1/K (pie T_g)
Anikščai atradne	610,4	$8,3 \cdot 10^{-6}$	$8,6 \cdot 10^{-6}$
Bāles atradne maltas 2st.	626,2	$8,7 \cdot 10^{-6}$	$9,2 \cdot 10^{-6}$
Skudras atradn,e maltas 2st.	622,0	$8,6 \cdot 10^{-6}$	$8,9 \cdot 10^{-6}$
Bāles atradne, maltas 2st. ūdenī	618,8	$8,1 \cdot 10^{-6}$	$8,4 \cdot 10^{-6}$
Skudras atradne, maltas 2st. ūdenī	617,9	$8,1 \cdot 10^{-6}$	$8,2 \cdot 10^{-6}$

III. SECINĀJUMI

Pētītas Latvijas devona perioda Bāles atradnes un juras perioda Skudras atradnes kvarca smiltis. Apstrādājot abu atradņu smiltis dažādos režīmos sausā un ūdens vidē un pēc tam nosakot ķīmisko, mineralogisko un granulometrisku sastāvu, ir iegūti pozitīvi rezultāti krāsojošo oksīdu daudzuma samazināšanā līdz 0,066%, apstrādājot ūdenī Skudras atradnes kvarca smiltis.

Veiktā izpēte parādīja, ka Skudras atradnes smiltis raksturo virsmas piemaisījumi, kurus viegli atdalīt, apvienojot vienlaicīgu smalcināšanu un attīrīšanu ūdenī. Stikla termisko īpašību analogija ar references stiklu, kurā izmantotas AS „VŠŠ” šodien lietotās Anikščai atradnes smiltis, apliecina iespēju izmantot Latvijas kvarca smiltis stikla ražošanai, veicot ekonomiski izdevīgu, vidi saudzējošu attīrīšanu ar ūdeni.

LITERATŪRAS SARAKSTS

[1] Kuršs, V., Stīnkule, A. Latvijas derīgie izrakteņi, Rīga: Latvijas Universitāte, 1997. 200 lpp.
 [2] Sedmalis, U., Šperberga, I. Mineraloģija, Rīga: Rīgas Tehniskā universitāte, 2005, 268 lpp.

- [3] **Sētiņa, J., Akišins V.** Latvijas kvarca smiltis stikla ražošanai, RTU zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija. 24. sēj., 2011, 61.-70. lpp.
- [4] **Rykart, R.**, Quartz Monograph. The Peculiar Qualities of Rock Crystal, Smoky Quartz, Amethyst, Chalcedony, Agate, Opal and Other Varieties, Ott Verlag, Thun, Germany, 1995, 462p.
- [5] **Banza, A.N., Quindt JGock, E.**, Improvement of the quartz sand processing at Hohenbocka, Min. Proc., 2009, pp. 75-82.
- [6] **Wenk, Hans-Rudolph, Bulakh, Andrei**, Minerals – Their Constitution and Origin, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- [7] **Nesse, D.William**, Introduction to Mineralogy, Oxford University Press, 2000, 442 p..
- [8] **Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J.** An Introduction to the Rock Forming Minerals, Logman, 1966, pp. 340-355..
- [9] **Krukowski, Stanley T.** Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses, USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2006. 842 pp..
- [10] **Konev, N.N.**, Magnetic enrichment of quartz sands, analysis of separator operation. Glass and Ceramics, vol. 67, No 5-6, 2010, pp. 132-137
- [11] **Fowler, C.M.R.** The Solid Earth – An Introduction to Global Geophysics, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.
- [12] **Revnitsev, V.I. & etc.** The use of ultrasonics for quartz sand enrichment. Chemistry and Materials Science. Glass and Ceramics. Vol. 18, No11, pp 559-561.
- [13] **Zvegintsev, A.G., Yakubailik, E.K.** Magnetic separation in pulsed fields with a sing-variable gradient. J. of Mining Science. 1998, Vol.34, No 4, pp.344-348.
- [14] **Dixon, Charles R.** The Application of Sand Technology for Turf Systems. Sand Technology. Turf Diagnostics & Design. <http://www.turfdiag.com>.
- [15] **Wencka M., and etc.** Magnetic and EPR study of ferric green rust- and ferrihydrite-coated sand prepared by different synthesis. J. Phys. D: Appl. Phys., 2009, 42 245301 doi: 10.1088/0022-3727/42/24/245301.
- [16] **Landa, L., Landa, K., Thomsen, Sc.**, Uncommon description of common glasses. Vol. I: Fundamentals of the united theory of glass formation and glass transition,. Yanus publishing house, St. Petersburg, 2004, 136 p..
- [17] **11.Varshneya, A.K.** Fundamentals of Inorganic Glasses, Sheffield: Society of Glass Technology, 2006, 682 pp.

Darba eksperimentālās daļas izstrādē piedalījās bakalaura studiju students J. Šļaukstiņš.

Janina Setina. 1977 - Dr.sc.ing., Riga Politechnical Institute (since 1992 Riga Technical University).

Work experience – since 1972 - Riga Technical University, Institute of Silicate Materials – senior research scientist, docent; since 1999 – Head of the Testing laboratory of Silicate Materials.

Autors of 129 scientific publications; supervisor of bachelor, master, doctoral students.

janina@ktf.rtu.lv

Vasilijs Akishins. 1998 – Dr.sc.ing., Riga Technical University.

Work experience – since 1998 – Valmieras stikla šķiedra AS, Latvia (Valmiera glass fiber JSC plc) – glass technologist; simultaneously since 1999 BBANC (Building materials certification centre; since 2008 – Inspecta AS) glass expert.

Autors of 22 scientific publications.

vasilijsa@vss.lv

Svetlana Kirilova. 2012 – MSc., Chalmers University of Technology.

Work experience – since 2012 – Valmieras stikla šķiedra AS, Latvia (Valmiera glass fiber JSC plc) – chemical technologist.

Co-author of 3 scientific publications.

svetlanak@vss.lv

Janina Setina, Vasilijs Akishins, Svetlana Kirilova. Investigation of Bale and Skudra Deposits Quartz Sands

Quartz sand is one of the widest-spread minerals in Latvia. The perspective of using Latvian quartz sand from deposits Bale (Devonian period) and Skudra (Jurassic period) in glass production industry were examined. Previous studies have shown that the sand obtained from these minefields exhibit rather high amount of SiO₂ (<98%) but also elevated amount of ferrous and aluminum oxides. The dominating granulometric fraction in these minefields is 0,1-0,5 mm. Due to high requirements in terms of chemical composition and particle size distribution brought forward by glass manufacturing process the pretreatment and enrichment of Latvian sand is needed.

In current study milling of sand in dry state and in the presence of water has been performed. Crystalline phases have been determined before and after treatment using X-ray diffraction. Differential thermal analysis has been performed in order to evaluate the potential polymorphic transformations. The glass has been melted using the pretreated sand and other components according to the proportions practiced at JSC „Valmieras stikla šķiedra”. The dependency of the glass thermal linear expansion coefficient and glass transition temperature on the milling environment (with or without addition of water) has been observed.

The obtained results showed that milling of sand from Skudra deposit in the presence of water resulted in an increase of SiO₂ content while amount of ferrous reduced (down to 0,006%). It has been concluded that quartz sand from Skudra deposit can be successfully used in glass manufacturing if an appropriate pretreatment is performed. Milling with simultaneous water treatment is an economical, environmentally friendly and efficient pretreatment method which can be implemented for this purpose.

Янина Сетиня, Василий Акишин, Светлана Кирилова. Исследование кварцевых песков месторождения Балэ и Скудра

Песок является самым распространенным полезным ископаемым в Латвии. В данной статье рассмотрены перспективы использования латвийских кварцевых песков месторождений Балэ (девонский период) и Скудра (юрский период) в стекольной промышленности. Предыдущие исследования показали, что песок, полученный из этих месторождений, обладает высоким составом SiO₂ (<98%), но также повышенным содержанием оксидов железа и алюминия. Доминирующая гранулометрическая фракция, характерная для данных месторождений, находится в диапазоне 0,1-0,5 мм. Так как стекольная промышленность выдвигает высокие требования с точки зрения химического состава и гранулометрии, требуется обогащение и предварительная обработка песка.

В данной работе был применен помол песка в сухом виде и в присутствии водяной фазы. Кристаллические фазы определялись перед и после обработки с помощью дифракции рентгеновских лучей. Дифференциальный термический анализ проведен с целью оценить потенциальные полиморфные превращения. Стекло было расплавлено, как шихта, с использованием предварительно помолотого песка и остальных компонентов согласно рецепту, применяемому для производства стекла в АО «Valmieras stikla šķiedra».

Исследована зависимость коэффициента термического линейного расширения стекла и температуры стеклования от времени и среды помола.

Полученные результаты показали, что помол песка месторождения Скудра в присутствии воды привел к увеличению содержания SiO₂, в то время как количество оксида железа значительно уменьшилось (до 0,006%). Был сделан вывод, что кварцевый песок из месторождения Скудра может быть успешно использован в производстве стекла, применяя соответствующую предварительную обработку. Помол и одновременное промывание водой является экономичным, экологически чистым и эффективным методом предварительной обработки, который может быть реализован для этой цели.