

Austas bazalta šķiedru armatūras

Aina Bernava, Riga Technical University, Maris Manins, Riga Technical University, Silvija Kukle, Riga Technical University

Kopsavilkums. Tehniskās tekstilijas ir strauji augoša tekstilrūpniecības nozare. Tekstilmateriāli aizstāj tradicionālos materiālus dažādās tautsaimniecības nozarēs. Publikācijā apkopotas Krievijas bazalta šķiedras ražotnes "Kamenny Vek" bazalta šķiedras mehāniskās īpašības balstoties uz publicētiem avotiem, testēšanas rezultāti ar INSTRON raušanas iekārtu, testējot šķiedru mehāniskās īpašības pirms iestrādes audumā un pēc aušanas amatnieku stellēs. Parādīti izstrādāto bazalta šķiedru armējošo audumu iekārtošanas parametri.

Atslēgas vārdi: tehniskās tekstilijas, audums, armatūras, bazalta šķiedra

I. IEVADS

Šodien pieaug tehnisko tekstiliju lietojums dažādās tautsaimniecības nozarēs: tās aizstāj tradicionālos materiālus lauksaimniecībā un dārzkopībā, arhitektūrā, būvniecībā un celtniecībā, mašīnbūvē un transportā, vides ekoloģijas uzlabošanā, medicīnā un higiēnā, drošības un aizsardzības jomā, kā arī sporta un izklaides preču ražošanā. Jauna kategorija ir gudrie un inteligēntie tekstilizstrādājumi. Līdztekus tehnisko tekstiliju lielākajiem ražošanas apjomiem ASV un ES valstīs, tekstiliju ražošanas centri un patēriņš strauji attīstās arī Āzijas valstīs (1. tab.). Tabulas dati rāda, ka pēdējos piecos gados kopējais tekstilizstrādājumu patēriņa pieaugums uz 2010. gada beigām prognozēts 3,8 % vai 23683 tūkstoši tonnu apmērā (DRA David Rigby Associates).

Testilšķiedras un audumus arvien biežāk izmanto kā armējošus materiālus šķiedru plastmasas kompozītu veidošanai. Atbilstoši kompozīta paredzamajam lietojumam nepieciešams projektēt atšķirīgas auduma struktūras un virsmas blīvumus, kā arī nodrošināt šķiedru materiāla karkasa saderību ar matricu.

tekstiliju patēriņš desmit gados pieaudzis no 13971 tūkstošiem tonnu 2000. gadā līdz 19683 2005. gadā, prognozējot 2010. gadā pieaugumu līdz 23774 tūkstošiem tonnu, nodrošinot kopējo patēriņa pieaugumu 6.9 % apmērā.

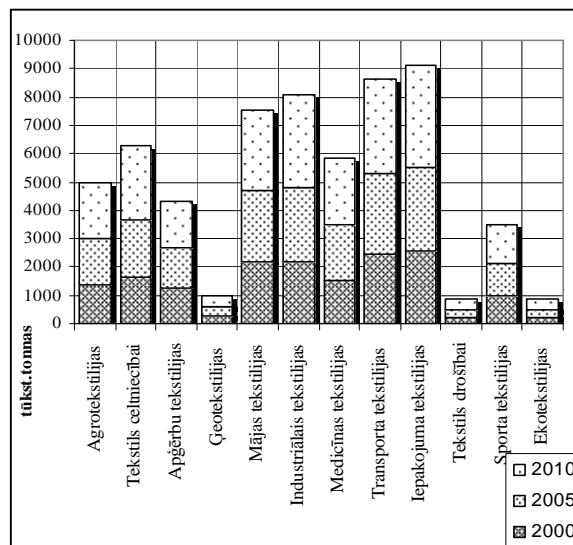
2. TABULA
TEHNISKO TEKSTILIJU PATĒRIŅA SADALĪJUMS PA NOZARĒM
2000- 2010 GADĀ

Gadi	2000	2005	2010	2000 2005	2005 2010
Nozare	Apjoms, tūkstošos tonnu			Pieaugums%	
Agro tekstilijas	1381	1615	1958	3,2	3,9
Tekstilijas celtniecībai	1648	2033	2591	4,3	5,0
Apģērbu tekstilijas	1238	1413	1656	2,7	3,2
Ģeo tekstilijas	255	319	413	4,6	5,3
Mājas tekstilijas	2186	2499	2853	2,7	2,7
Industriālās tekstilijas	2205	2624	3257	3,5	4,4
Tekstilijas medicīnai	1543	1928	2380	4,6	4,3
Tekstilijas transportam	2479	2828	3338	2,7	3,4
Tekstilijas iepakojumam	2552	2990	3606	3,2	3,8
Tekstilijas drošībai	238	279	340	3,3	4,0
Tekstilijas sportam	989	1153	1382	3,1	3,7
kopā	16714	19683	23774	3,3	3,8
Eko tekstilijas	214	287	400	6,0	6,9

1. TABULA
TEHNISKO TEKSTILIZSTRĀDĀJUMU PATĒRIŅŠ 1995-2010 GADAM

Gadi	1995	2000	2005	2010	1995 2000	2000 2005	2005 2010
Reģions	Apjoms, tūkstošos tonnu				Pieaugums,%		
ASV	4288	5031	5777	6821	3,2	2,8	3,4
Eiropa	3494	4162	4773	5577	3,6	2,8	3,2
Āzija	5716	6963	8504	10645	4,0	4,1	4,6
Kopā	13971	16714	19683	23774	3,7	3,3	3,8

Analizējot tehnisko tekstiliju patēriņa struktūru (1. att., 2. tab.) redzams, ka dominē transporta un iepakojuma, kā arī mājas un industriālās tekstilijas. Salīdzinoši nelielu tirgus daļu veido ģeotekstilijas un ekotekstilijas, lai gan šīs jomas piedzīvo strauju attīstību, palielinot apjomus attiecīgi par 5.3 un 6.9 % pēdējos piecos gados (2.tab.) Kopējais tehnisko



1. att. Tehnisko tekstiliju sadalījums pa nozarēm laika posmā no 2000. gada līdz 2010. gadam

II. TEKSTILMATERIĀLI KOMPOZĪTIEM

Kompozītmateriālu armēšanai izmanto gan neaustas, gan austas tekstilstruktūras no nepārtrauktām (filamenta/ rovinga) vai štāpelētām šķiedrām/ pavedieniem. Tekstilarmatūras bieži veido kā šķiedru materiālu kārtojumus vai arī no laminētām struktūrām. Mehānisko īpašību uzlabošanai izmanto divu vai trīs dimensiju austas struktūras.

Divu dimensiju audumi audekla, panamas, trīnīša vai satīna pinumā, ko lieto kompozītu veidošanai tos klājot kārtās, parasti ir izotropi ar noteiktiem slodzi nesošiem virzieniem un zemākiem moduļiem šajos virzienos nekā šķiedru materiālam, jo pavedieni audumu veidojot tiek izliekti, kā arī pakļauti mehāniskām iedarbībām, kas atkārtojas. Savukārt kompozītos pavedieni tiek saspiesti, samazinot pavedienu liekumus galvenās slodzes virzienā. Lietojot augsta moduļa - oglekļa, stikla, aramīda un bazalta šķiedras - auduma, līdz ar to arī kompozīta moduli iespējams palielināt, tā kā kompozītmateriāla stiprība ir atkarīga no vairākiem parametriem- pavedienu stiprības, matricas stiprības, auduma piepildījuma un pavedienu orientācijas:

$$\sigma_c = V_f \sigma_y \cos^2 \theta + (1 - V_f) \sigma_m, \quad (1)$$

kur:

σ_c - kompozīta stiprība,

V_f - pavedienu stiprība,

σ_y - matricas stiprība,

θ - pavedienu orientācija,

σ_m - karkasa auduma piepildījums ar šķiedru materiālu.

No izteiksmes (1) redzams, ka ne tikai šķiedru materiāla stiprība, bet arī orientācija lielā mērā nosaka kompozīta mehāniskos raksturlielumus, tai skaitā izturību noteiktā slodzes virzienā. [4]

III. BAZALTA ŠĶIEDRU ĪPAŠĪBAS

Pētījumi rāda, ka bazalta šķiedrām piemīt labas fizikālās un ķīmiskās īpašības, kā arī laba adhēzija ar metāliem, epoksīdiem un līmēm.

Bazalta šķiedras filamentpavedienu formā iegūst no izkausēta bazalta ieža izstiepjot tās caur platīna/ rodija sakausējuma filjerām. Pirmie mēģinājumi ražot bazalta šķiedras uzsākti ASV 1923. gadā. Plašāki pētījumi veikti ASV, Eiropā un Padomju Savienībā pēc otrā pasaules kara, bazalta šķiedras sāk izmantot militāriem un kosmosa lietojumiem no 20. gadsimta 60. gadiem, rezultātā seko turpmāki pētījumi modernu ražošanas tehnoloģiju izveidei, bet tikai 80. gados PSRS sāk darboties jaunas rūpnīcas. 20. gadsimta 90. gados izstrādā jaunu tehnoloģiju, kas dod iespēju 2,5 reizes samazināt elektroenerģijas patēriņu (divas rūpnīcas Gruzijā un Kazahstānā, 1995.g.Krievijā). [10].

Galvenie bazalta šķiedru ražotāji pasaulē patlaban ir Asamar Basaltic Fiber GmbH Ohlsford Austrijā, BPG, Tbilisi Gruzijā, Kanenny Vek Dubna AG Krievijā, Sudaglass Fiber Technology Inc. Houston, ASV, DBF Deutsche Basalt Faber GmbH Sanderhausen, Vācijā, TZI Belichi Plant Teplozvukoizolytsia, Kotsybankoe, Kiev region, Ukrainā. [2]

Dažādu rūpnīcu bazalta šķiedru ķīmiskais sastāvs ir atkarīgs no ieguves reģiona minerālu ķīmiskā sastāva (sk. 3. tab.).

3. TABULA
BAZALTA ŠĶIEDRU ĶĪMISKAIS SASTĀVS

Ķīmiskais sastāvs	Basaltem. com ba-zalts, %	Zhejiang Basalt Fiber Co bazalts, %	Kameny Vek bazalts, %	Texbas bazalts, %
SiO ₂	46,0- 65,0	51,6- 59,3	54,9	46,0- 65,0
Al ₂ O ₃	12,0-19,0	14,6- 18,3	16,4	11,0
CaO	6,0-12,0	5,6-9,4	7, 8	13,0
Fe ₂ O ₃ + FeO	5,0-15,0	9,0-14,0	11,3	6,0-14,0
MgO	3,0-7,0	3,0-5,3	4,4	6,0-12,0
K ₂ O	2,5-6,0	3,6-5,2	1,6	6,0
Na ₂ O	-	-	2,5	-
TiO ₂	0,9-2,0	0,8-2,3	1,1	0,6-2,0
Li ₂ O	-	-	0,2	-

[12,13, 14, 15]

Bazalta šķiedru pamatkomponente ir silīcija dioksīds 46 līdz 65%, pārējās komponentes (metālu oksīdi): 12 -19 % alumīnija oksīds, 6-14 % dzelzs oksīds, kalcija oksīds - 5,6-13 %, Mg - 3-12 %; citas sastāvdaļas robežās no 0,19-6 % (3. tab.).

4. TABULA
ANDEZĪTA BAZALTA UN E-STIKLA ŠĶIEDRU FIZIKĀLĀS UN MEHĀNISKĀS ĪPAŠĪBAS

Īpašības	Andezīta bazalta šķiedras	E-stikls
Ekspluatācijas T, 0C	-260 - +700	-60 - +460
Kušanas T, 0C	1050	600
Elastības modulis, GPa	91-110	70 -72
Ķīmiskā stabilitāte %: *		
ūdenī	0,04	1,6
sārmā (NaOH)	6,5	6
skābē (HCl)	15	40
Pārraušanas slodze (4000C)	84	52
Šķiedru diametrs, μm	7-18	6-17
Tilpumbūvums, kg/m ³	2700+/-100	2570+/-30
Īpatnējā pretestība, 1011Ω*m	10	1
Akustiskās absorbcijas koeficients	0,9-0,99	0,8-0,93
Aptuvenas izmaksas, USD/kg	0,7-1,1	1,2

[9] *) masas zudums vārot 3 h

Bazalta šķiedru pavedienu stiprība pielīdzināma atbilstoša diametra tērauda stieples stiprībai, vairumā fizikālajos un mehāniskajos rādītājos pārsniedzot stikla šķiedru īpašības (4. tab.), kas ļauj to izmantot sienu un grīdas paneļos, slodzi nesošās arhitektūras struktūrās, kā armējošu materiālu betona pastiprināšanai aizvietojojot dārgākās E- un S-2 stikla šķiedras vai ļoti dārgās oglekļa šķiedras. Celtniecības materiālos

bazalta šķiedra samazina materiālu patēriņu un uzlabo stiprību, karstuma izturību un ilgmūžību, kā arī ļauj samazināt konstrukciju izmaksas (4. tab.). Pateicoties labai adhēzijas spējai bazalta šķiedras izmanto kompozītu veidošanai ar metāliem, epoksīdiem un līmēm slodzi nesošos izstrādājumos stiprības uzlabošanai (foto statīvos, sniega dēļos, kuģu būvē izturīgu kuģu priekšgalu izgatavošanai). Termoplastisko sveķu kompozītus izmanto vēju ģeneratoru spārnu, radaru segumu, ūdens slēpju, vējdēļu, sērfošanas dēļu, hokeja nūju un citu sporta un atpūtas preču izgatavošanai.

IV. ARMATŪRAS AUDUMI

Darba gaitā kompozītu armēšanai izstrādātas audumu struktūras no bazalta šķiedras "Kamenny Vek" (Krievija, Dubna).

Atkarībā no paredzamā lietojuma lamināta tipa kompozītiem piemēroti audumi ar virsmas blīvumu robežās no 25 līdz 190 g/m², kuros 55-65 % virsmas pārklājuma veido šķēru pavedieni. Stabīlu virsmu veidošanai šķēros un audos izmanto pavedienus ar pretējiem grodumiem (50% ar S savijumu, 50% ar Z savijumu) un grodumu 0,4-40 1/m. [8]

Pēc transporta konsorcijs pasūtījuma veiktajā pētījumā izgatavotajā audumā saržas 3/1 sējumā ar virsmas blīvumu 750 g/m² un epoksīda sveķu vai vinilēstera pārklājumu karsējot līdz 300°C konstatētas nesvarīgas šķiedras stiprības izmaiņa un bojājumi. [7] Rezultātā polimēru kompozīti ar bazalta auduma armatūru atzīti par piemērotiem ieviešanai rūpnieciskā ražošanā.

Salīdzinot neorganiskas šķiedras, kuras izmanto kompozītu armēšanai populārākās ir, kam piemīt augsts blīvums. 7. tabulā sakopoti Saratovas Tehniskajā universitātē veiktie oglekļa, stikla un bazalta šķiedru struktūrīpašību salīdzinājumi, kas norāda uz samērā nelielu bazalta šķiedru raksturlielumu izkliedi salīdzinājumā ar oglekļa un stikla šķiedrām [5], tātad arī viendabīgākām mehāniskām īpašībām, kas atvieglo īpašību prognozi izstrādājuma projektēšanas procesā.

7.TABULA

DAŽU NEORGANISKU ŠĶIEDRU RAKSTUROJUMS. [5]

Šķiedra	Šķiedras diametrs, μm	Blīvums, g/m ³	Kristāliskuma pakāpe, %	Kristālu izmēri, μm
Oglekļa	12	1,6-2,0	77,5-82,0	9,63-9,97
Stikla	10,4	2,5-2,6	34,0-67,0	12,25-39,25
Bazalta	14,6	3,0	40,0-42,0	17,84-25,04

Meklējot jaunus risinājumus ceļa konstrukciju asfalta stiprības uzlabošanai piedāvāts jauns materiāls ar 10 līdz 30% bazalta šķiedras vai bazalta vilnas piemaisījumu asfalta masai, kas nodrošina stiprības uzlabojumus par 5-20% salīdzinājumā ar tradicionālā asfalta masu. Spektroskopiskā analīze apstiprina, ka minētā asfalta struktūru veido homogēna masa. [3]

Rūpnīcas „Kamenny Vek” zinātnieku testēto ceļa segumu kompozītu ar 60-65% šķiedru pildījumu elastības stiprības un elastības moduļa rezultāti apkopoti 6. tabulā

6.TABULA

DAŽU NEORGANISKU ŠĶIEDRU KOMPOZĪTU ELASTĪBAS RAKSTUROJUMI [15]

Īpašības	E- stikls	Bazalts	S-stikls
Elastības stiprība, MPa	900-1200	1200-1500	1500-2000
Elastības modulis, GPa	43-50	53-57	55-60

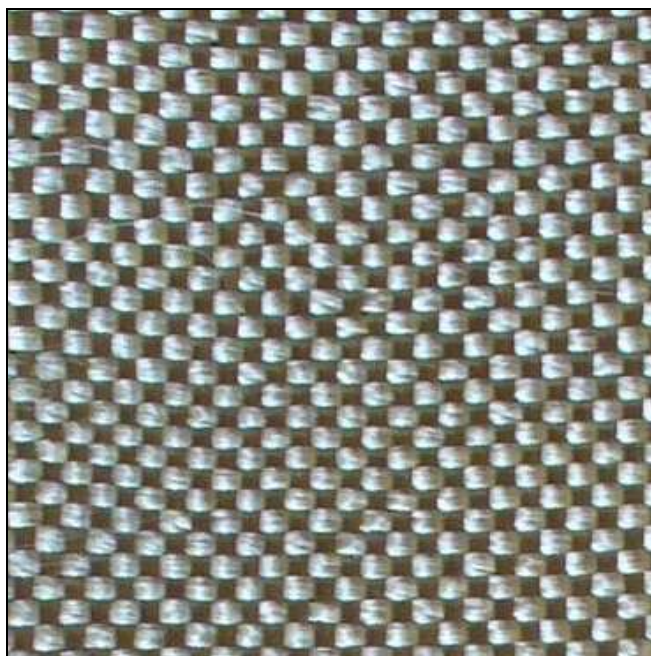
No 6. tabulas datiem redzams, ka kompozīts ar bazalta šķiedras pildījumu uzrāda S- stiklam līdzvērtīgu elastības stiprību (1200-1500 MPa) un elastības moduli (53-57 GPa). Ģeotekstilijas ar Dubnas rūpnīcas bazalta filamentu uzrāda elastības stiprību robežās 4000-4300 MPa un elastības moduli robežās 84-87 GPa. [14]

Aktuālā publikācijā saistītā ar atkritumu utilizēšanu piedāvāta iespēja pārstrādāt politetraftalātu (PET) kompozītos ar bazalta šķiedrām veidojot kompozīcijas ar 20 vai 30 % sasmalcinātu bazalta šķiedru, PET un talka pulveri. Kompozītiem iegūtas labas mehāniskās īpašības- cietība, elastības modulis un blīvums, kas liecina, ka notikusi laba bazalta šķiedru un reciklējama PET adhēzija, ko uzlabojis talks. [6]

V. PRAKTISKAIS DARBS

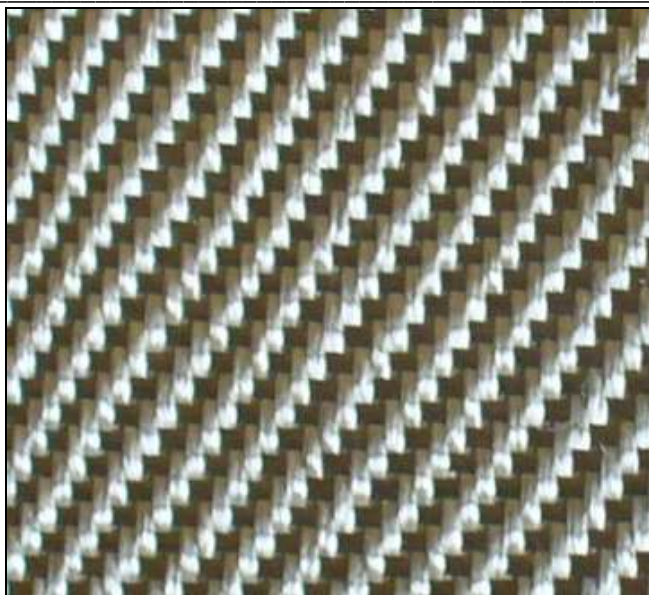
Šķiedru plastmasas kompozītu armēšanai izstrādāti 13 paraugi no „Kamenny Vek” bazalta 136 tex lineārā blīvuma šķiedrām četros pinuma rakstos, variējot šķēru un audu blīvumu.

Audekla pinuma raksts ir biežāk lietotais tehnisko audumu pinums, kas veido viscietāko, pēc taustes asāko auduma virsmu ar lielāko stiepes izturību (2.att.).



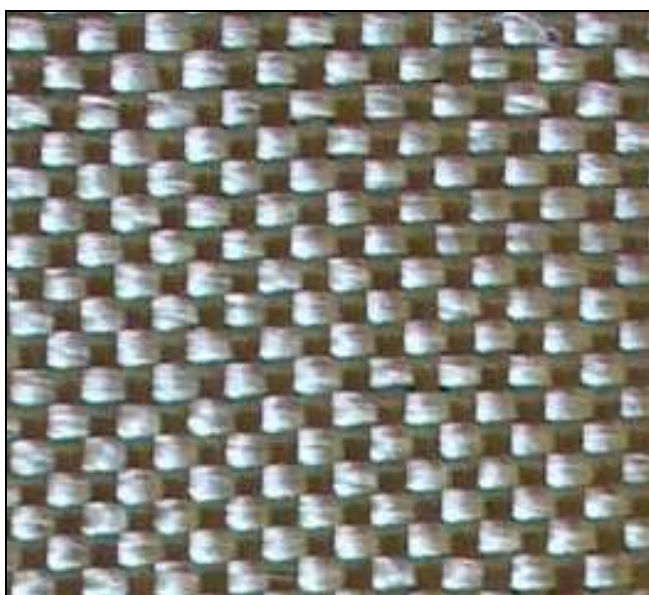
2. att. Armatūra audekla pinumā

Saržas 2/2 pinuma raportu veido 4 diegi ar nobīdi par vienu pavedienu (3. att.) ar raksturīgām diagonālēm. Saržas pinumā pārsedes ir garākas, līdz ar to mazāk tiek bojāti trauslie pavedieni tos iestrādājot audumā aušanas procesā.



3. att. Armatūra saržas 2/2 pinumā

Panamas pinumu veido kā audekla pinumu, tikai divkāršojot katru sistēmu, līdz ar to pagarinot pārsedes vienmērīgi gan audu, gan velku virzienā (4. att.).



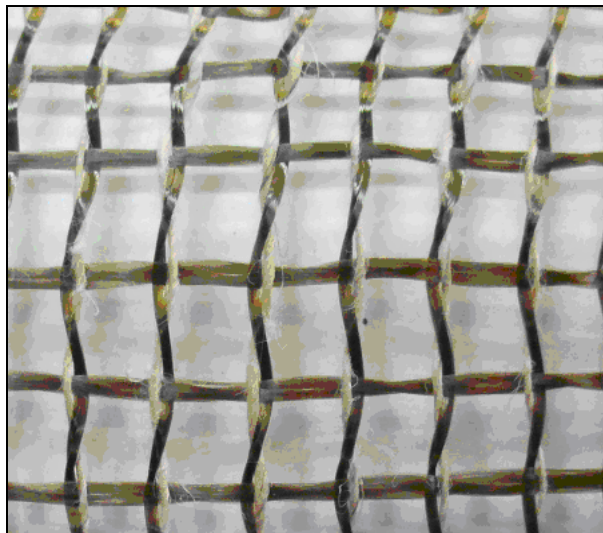
4. att. Armatūra pamana pinumā

Armējamo audumu parametri apkopoti 8. tabulā.

No 8. un 9. tabulas redzams, ka lielākie auduma virsmas blīvumi robežās no 330 līdz 439 g/m² sasniegti ar velku blīvumu 100 10/cm un velku bazalta pavedienu lineāro blīvumu 136 tex visos apskatītajos pinuma rakstos.

Aužot paraugus amatnieku stellēs velku diegi pakļauti intensīvām lieces-berzes deformācijām, tāpēc turpmākajā eksperimenta gaitā velku diegu pārī viens bazalta pavediens aizstāts ar līnu vai kaņepāju pavedienu paraugus izstrādājot pārviju tehnikā tīklveida struktūru veidošanai.

Pārviju audumā iespējams panākt virsmas blīvuma samazināšanu ar vienmērīgu pavedienu retinājumu velku un audu virzienā, kā arī samazināt deformāciju intensitāti aušanas procesā, jo velki krustojoties ar audiem savijas (5.att.). Velku pavedieni nīās krustoti vienā virzienā.



5. att. Pārviju audums ar vienpusējo pārvijumu [1]

8. TABULA
AUDEKLA AUDUMA PARAMETRI

Nr. p.k.	Velki, tex	Audi, tex	Velku blīvums, 10cm	Pinums	Virsmas blīvums, g/m ²
1	136	136	100		330
2	136	112	100		287
3	112	112	50		217
4	136	136	100		439
5	136	112	100		283
6	112	112	50		207
7	136	136	100		375
8	136	112	100		283
9	112	112	50		219

9. TABULA
PĀRVIJU AUDUMU PARAMETRI

Nr. p.k.	Velki, tex	Audi, tex	Velku blīvums 10 cm	Pinums	Virsmas blīvums, g/m ²
10	1lins 1baz.	112	26		114
11		136	26		102
12	1kaņ.. 1baz.	100	26		126
13		136	26		95

No 9. tabulas redzams, ka audumu virsmas blīvums variē robežās no 95 – 126 g / m² atkarībā no velku un audu blīvuma.

Aužot auduma paraugus ar līnu un kaņepju dziļu šķēros bazalta pavedienu pārrīvēšanās tika novērsta, veidojās

tīklveida virsma ar laminētu konstrukciju armēšanai piemērotu virsmas blīvumu.

Kamenny Vek bazalta šķiedru testēšana veikta ar INSTRON mehānisko īpašību testēšanas iekārtu, attālums starp spīlēm 200 mm, testēšanas ātrums 50 mm/min., 18°C temperatūrā, gaisa mitrums 60 %. Testēšanai pakļauti 20 pavedieni pirms un 20 šķiedru pavedieni pēc aušanas amatnieku rokas aužamajās stellēs. Pavedieni ārdīti no 100 % bazalta auduma ar virsmas blīvumu 330 g/m² audekla pinumā un jauktu pavedienu auduma ar virsmas blīvumu 126 g/m² pārviju auduma pinumā (10. tab.).

10. TABULA

BAZALTA ŠĶĒRU PAVEDIENU PUSCIKLA PĀRRAUŠANAS RAKSTUROJUMI

Raksturojums	Bazalta pavedieni pirms aušanas	Bazalta pavedieni pēc aušanas		Paliekošā vērtība,%	
		audums *	audums **	audums *	audums **
Maksimālā slodze, N	48,56	24,72	47,00	51	97
Absolūtais pagarinājums, mm	7,42	5,08	3,20	43	68
Relatīvais pagarinājums, %	1,46	0,93	1,60	64	110
Relatīvā pārraušanas slodze, N/tex	0,36	0,18	0,35	50	97
Stiepes spriegums maksimālā slodzē, MPa	4,86	2,47	4,70	51	97
Stiepes pagarinājums maksimālajā slodzē, mm	7,29	4,64	3,18	64	44

*) armatūra ar virsmas blīvumu 330 g/m² audekla pinumā,

**) armatūra ar virsmas blīvumu 126 g/m² pārviju auduma pinumā.

No 10. tabulas datiem redzams, ka audekla pinumā izstrādātā auduma šķēru bazalta pavedienu stiepes pagarinājums maksimālajā slodzē, gan relatīvais pagarinājums pēc aušanas procesa saglabājies 64%, bet tīklveida virsmas audumiem pārsniedz sākotnējo vērtību par 10%, tai pat laikā pārraušanas spriegums stiepē armatūrai audekla pinumā ir tikai 51 % no sākotnējās vērtības. Ievērojams stiprības zudums armatūrai audekla pinumā liecina par nepieciešamību samazināt deformāciju intensitāti aušanas procesā optimizējot apskatītos un arī pārējos stelles iekārtošanas parametrus. Armatūrai pārviju auduma tehnikā relatīvā pārraušanas slodze un stiepes spriegums maksimālajā slodzē ir 97%, kas liecina par mazāku šķēru diegu bojājumu, kā paraugiem ar lielāko virsmas blīvumu.

VI. SECINĀJUMI

Izstrādājot un analizējot divu veidu armējošās auduma struktūras - blīvas auduma armatūras audekla, saržas 2/2 un panamas pinumos no 100% bazalta diegiem un tīklveida

auduma struktūras pārviju tehnikā ar bazalta un linu vai kaņepāju šķēru diegiem un bazalta diegiem audos konstatēts, ka aužot blīvās auduma struktūras aušanas procesā veidojas velku pavedienu defekti, jo bazalta pavedieni ir traušli. Aizstājot velku pārī vienu bazalta pavedienu ar linu vai kaņepāju pavedienu un aužot audumu pārviju pinumā samazinās bazalta šķēru pavedienu cikliskās deformācijas un mainās auduma struktūra.

Izstrādātie bazalta auduma paraugi ar virsmas blīvumu 330-439 g/m² pārklāti ar epoksīda sveķiem izmantojami kā ugunsizturīgi audumi attiecīgos lietojumos.

Paraugi ar linu vai kaņepju dzijas un bazalta pavedienu iestrādi šķēros un virsmas blīvumu robežās no 95-126 g/m² piemēroti iestrādei lamināta konstrukcijās.

Veicama jaunu armējošu audumu struktūru un aušanas tehnoloģiju izstrāde, kas nodrošinātu mazākus bazalta šķēru pavedienu bojājumus aušanas procesā.

PATEICĪBA

Izsakām pateicību TTDI Materiālzinību laboratorijas vadītājam Asoc. prof. Ilzei Baltīnai par atsaucību apmācot tekstilmateriālu testēšanu.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- Horrocks A.R. and Anand SC, Handbook of Technical Textiles. The Textile Institute, Woodhead publishing limited, 2000, 73. lpp.
- Koslowski H. J Dictionary of Man-Made Fibers, Textile Edition, 2010 by Deucher Fachverlang, GmbH, Frankfurt am Main, 31. lpp.
- Artemenko S.E., Arzamastsev S.V., Shatunov D.A., Vyazekov A.A. Basalt Plastic-New Materials for Road Construction, Fiber Chemistry, Volume 40, No.6, translate from Khimicheskie Volokna, No. 6, pp. 11-14, November-December, 2009
- M. Sc. Badawi, Said Sobhey A. M. Development of the Weaving Machine and 3-D Wovens Space Fabric Structures for Lightweight Composites Materials, Von der Fakultät Maschinenwesen der Technischen Universität Dresden zur Erlangung des akademischen Grades Doktoringenieur (Dr.-Ing.) angenommene Dissertation, Tag der Einreichung: 09.07.2007 Tag der Verteidigung: 06.11.2007
- Kadykova Y.A., Radzivilova I.S., Artemenko S.E. Adsorbitions of Oligomers from Dilute Solutions by Carbon, Basalt, and Glass Fibers, Fiber Chemistry, Vol. 35, No 3, 2003, Translated from Khimicheskije Volokna, No 3, pp. 46-48, May -June, 2003
- Kračalik M., Pospišil L., Šlouf M., Mikešova J., Sikora A., Šimonik J., Fortelny I. Recycled Poly (Ethylene Terephthalate) Reinforced with Basalt Fibers: Rheology, Structure ,and Utility Properties, (Inter Science) Polymer composites 2008
- Parnas R., Montgomery S., Qiang L. Basalt Reinforced Polymer Composites, Prepared for The New England Transportation Corporation , 31May 2006
- Scari D. Woven Fabric Reinforcement to Optimize Dimensional Stability of Laminated Composite Structures, Including Products for Electrical and Electronic Applications Wipo patent application WO /2000/ 060152 WIPO
- Novitskii A.G. High Temperature heat-insulating materials based on fibers from basalt-type rock materials. Novye Ogneupory, No. 9, pp. 47-50. September, 2003
- Basalt Fiber & Composite Materials Technology Development, Оснос С. П. Характеристика базальтовых волокон и области их применения <http://www.basaltfm.com/ru/articles/article01.html>
- Rigby D. „Technical Textiles and Nonwovens: Wold Market Forecasts to 2010” , www.davidrigbyassociates.com
- www.npo-vulkan.com
- www.BASALTFM.com
- www.lbie.com/n3011.htm
- www.basaltfiber.com Kamenny Vek

Aina Bernava, bachelor, master's student, Riga Technical University, Institute of Textile Technologies and Design., researcher, Institute of Polymer Material, science asistent .
Address: Azenes 14/24, LV-1084 Riga, Latvia
Phone: 28335899, e-mail aina.bernava@inbox.lv

Maris Manirs, Mg.sc.ing., doctoralstudent Riga Technical University, Institute of Textile Technologies and Design., designer, LZKU „Klippan-Saule”,
Address: Azenes 14/24, LV-1084 Riga, Latvia
Phone: 29416647, e-mail audējs@inbox.lv

Silvija Kukle, Dr.habil.sc.ing., profesor, Riga Technical University, Institute of Textile Technologies and Design.
Address: Azenes 14/24, LV-1084 Riga, Latvia
Phone: 67089816, e-mail skukle@latnet.lv

Aina Bernava, Maris Manins, Silvija Kukle. Woven Basalt Fibre Reinforcements.

Technical textiles are a rapidly developing branch of the textile industry. Textiles are replacing traditional materials in various sectors of the national economy. Textile fibres and fabrics are increasingly being used as the materials for creating fibre-reinforced plastic composites that have the fabric structure and surface density suitable for the future use of the particular composite and in which fibre materials (frame) are compatible with the matrix.

On the basis of published sources, the present publication provides research results on the mechanical and chemical properties of basalt fibres. The filament yarn of a basalt fibre is made by melting the basalt rock and extruding the molten rock through a platinum/rhodium die. The chemical composition of basalt fibres manufactured in various factories depends on the chemical composition of minerals extracted in a particular region. The basic component of basalt is silica (46% to 65%); the other components are the following metal oxides: aluminium oxide (12% -19%), iron oxide (6% -14%), and calcium oxide (5.6% -13%). It also contains Mg (3% -12%) and other components (0.19% - 6%). Basalt fibres have good physical and chemical properties, as well as good adhesion to metals, epoxides and glues. The strength of filaments can be compared to the strength of a steel wire of a

During the course of this work, 13 fabric structures in four weaving patterns were created for reinforcing composites by using basalt from the “Kamenny Vek” company (Russia, Dubna), with 136 tex linear mass density of fibres (surface density of 333- 439 g/m²). Samples were also created where flax and hemp yarn were integrated into warp (surface density of 95-126 g/m²), and they are suitable for use in laminate constructions. The samples were woven on looms used by artisans; the density of warp and weft was varied. The set-up parameters of basalt fibre-reinforced fabrics are also indicated.

Basalt fibres were tested with an INSTRON pulling device, which tested the mechanical properties of these fibres before they were integrated into the fabric. Warp from fabrics with a surface density of 330 g/m² and 126 g/m² was also tested.

Айна Бернава, Марис Маниньш, Сильвия Кукле тканые арматуры из базальтового волокна.

Технический текстиль является быстрорастущей отраслью текстильной промышленности. Изделия из технического текстиля сегодня заменяют традиционные материалы в различных секторах народного хозяйства. Текстильные волокна и ткани, используемые в качестве арматуры для полимерных композитных материалов, имеют соответствующую структуру ткани с поверхностной плотностью волокнистого материала и обеспечивают совместимость с матрицей для ожидаемого композитного использования.

В публикации на основе опубликованных источников, обобщены механические и химические характеристики базальтового волокна. Базальтовое волокно изготавливается из расплавленной базальтовой породы, которую пропускают через платиновые фильеры. Химический состав базальтового волокна, изготавливаемый различными заводами, зависит от региона добычи минералов. Базальт состоит из кремнезема от 46 – 65%, 12 – 19% оксида алюминия, 6 – 14% оксида железа, 5,6 – 13% окись кальция, 3 – 12% магния и других компонентов которые колеблются от 0,19 до 6%. Базальтовое волокно имеет хорошие физические и химические свойства, а также отличную адгезию к металлу, эпоксидной смоле и клеям. Прочность пряжи соответствующего диаметра сопоставима с прочностью стальной проволоки, и в большинстве физических и механических параметров превосходит стекловолокно.

В практической работе для подкрепления композитных материалов изготовлены 13 тканых структур из базальтового волокна " Kamenny Vek" (Россия, г. Дубна) линейной плотностью 136 текс с поверхностной плотностью 333-439 г / м² в четырёх переплетениях и образцы с добавлением льна и конопли поверхностной плотностью 95-126 г/м². Образцы изготовлены с различной плотностью основы и утка. В публикации показаны заправочные параметры разработанных базальтовых тканей.

Для определения механических свойств базальтового волокна проведено тестирование на лабораторном оборудовании Instron.