NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-6]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

UO'K 666.189.2:678.046.2

UZLUKSIZ BAZALT TOLALARINING XOSSALARIGA QOPLAMA TARKIBIDAGI SILAN MIQDORINI TA'SIRI

Tojidinov Mashhurbek Baxodirovich
Kokand University Andijon filiali Umumiy kimyo kafedrasi v.b. dotsenti, t.f.f.d (PhD)
mashhurbek1212@gmail.com
Vafayev Oybek Shukurlayevich
"Basalt Engineering Corp" MChJ
Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'limi boshlig'i, t.f.d. (DSc)
O'rolov Sanjar Bahrom o'g'li
"Basalt Engineering Corp" MChJ
Laborotoriya bo'limi kimyogar-texnologi

Annotatsiya. *Uzluksiz bazalt tolalari yuqori mexanik mustahkamligi, kimyoviy barqarorligi va ekologik tozaligi sababli zamonaviy kompozit materiallar ishlab chiqarishda keng qo'llanilmoqda. Biroq, tolalarni eritmadan shakllantirish jarayonida ularning yuzasi mexanik shikastlanishga o'ta moyil bo'ladi. Shu sababli, filyeradan chiqish vaqtida tola yuzasiga maxsus kimyoviy kompozitsiya – qoplama (himoyalovchi eritma) surtilishi texnologik jarayonning ajralmas va eng muhim qismi hisoblanadi. Ushbu maqolada qoplama tarkibidagi silan miqdorining tolaning fizik-mexanik va texnologik xossalariga ta'siri ilmiy jihatdan tahlil qilingan.*

Kalit so'zlar: *Bazalt, filyera, qoplama, silan, quruq modda miqdori, chiziqli zichlik, kuydirishdagi yo'qotish, cho'zilishga mustahkamlik, nisbiy uzayish.*

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СИЛАНА В СОСТАВЕ ЗАМАСЛИВАТЕЛЯ НА СВОЙСТВА НЕПРЕРЫВНЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН

Аннотация. *Непрерывные базальтовые волокна широко применяются в производстве современных композитных материалов благодаря их высокой механической прочности, химической стойкости и экологической чистоте. Однако в процессе формования волокон из расплава их поверхность крайне подвержена механическим повреждениям. Поэтому нанесение специального химического состава — замасливателя (защитного раствора) на поверхность волокна при выходе из фильеры является неотъемлемой и наиболее важной частью технологического процесса. В данной статье научно проанализировано влияние содержания силана в составе замасливателя на физико-механические и технологические свойства волокна.*

Ключевые слова: *Базальт, фильера, замасливатель, силан, содержание сухого вещества, линейная плотность, потери при прокаливании, прочность на растяжение, относительное удлинение.*

EFFECT OF SILANE CONTENT IN SIZING COMPOSITION ON THE PROPERTIES OF CONTINUOUS BASALT FIBERS

Abstract. *Continuous basalt fibers are widely used in the production of modern composite materials due to their high mechanical strength, chemical stability, and environmental friendliness. However, during the process of forming fibers from the melt, their surface is highly susceptible to mechanical damage. Therefore, the application of a special chemical composition — a sizing agent (protective solution) — to the fiber surface upon exiting the bushing is an integral and most crucial part of the technological process. This article scientifically analyzes the effect of silane content in the sizing composition on the physical-mechanical and technological properties of the fiber.*

Keywords: *Basalt, bushing, sizing agent, silane, solid content, linear density, loss on ignition, tensile strength, elongation.*

Kirish

Bugungi kundagi ustuvor yo‘nalishlardan biri — yuqori mustahkam, kimyoviy moddalarga nisbatan bardoshli va ekologik jihatdan xavfsiz bo‘lgan kompozit materiallarni yaratishdir. Bu borada uzluksiz bazalt tolalari o‘zining noyob fizik-mexanik xususiyatlari, yuqori mustahkamligi, issiqlikka chidamliligi va korroziyaga qarshi turg‘unligi bilan shisha toladan afzal hamda uglerod tolalariga muqobil sifatida namoyon bo‘lmoqda. Tabiiy vulqon jinslaridan olinadigan ushbu tolalar qurilish, avtomobilsozlik, energetika va aviatsiya sanoatida mustahkamlovchi element sifatida keng qo‘llaniladi. Biroq, bazalt tolalarining polimer matritsalar bilan o‘zaro bog‘lanish darajasi va ularning ekspluatatsion xususiyatlarini oshirish masalasi hamon dolzarb bo‘lib qolmoqda.

Adabiyotlar tahlili

Bazalt tolalarining kompozit tarkibidagi samaradorligi ko‘p jihatdan tola yuzasiga beriladigan ishlovga, ya’ni qoplama tarkibiga bog‘liq [1 – 3]. Qoplama tarkibining eng muhim komponenti silan biriktiruvchi moddalari hisoblanadi. Silan tola va polimer o‘rtasidagi adgezion aloqani ta’minlovchi “ko‘prik” vazifasini o‘taydi. Silan miqdorining to‘g‘ri tanlanishi tola yuzasidagi namlikni kamaytirishga, mikroyoriqlarni to‘ldirishga va tashqi yuklamalarni polimer matritsadan tolaga bir tekis uzatishga xizmat qiladi [4 – 5].

Shunga qaramay, qoplama tarkibidagi silan miqdorining haddan tashqari ko‘p yoki kam bo‘lishi tolaning yakuniy xossalariga turlicha ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Silan konsentratsiyasining optimallashmaganligi tola yuzasida mo‘rt qatlam hosil bo‘lishiga yoki adgeziyaning yetarli bo‘lmasligiga olib keladi. Shu sababli, uzluksiz bazalt tolalarining mustahkamlik koeffitsiyentini maksimal darajaga ko‘tarish uchun qoplama tarkibidagi silanning optimal miqdorini aniqlash ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega [6 – 7].

Ushbu tadqiqot ishining maqsadi — qoplama tarkibidagi silan miqdorining uzluksiz bazalt tolalarining uzilish mustahkamligi, egilishga chidamliligi va gidrofoblik xususiyatlariga ta’sirini tahlil qilish orqali, eng yuqori ko‘rsatkichlarni ta’minlovchi maqbul konsentratsiyani aniqlashdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot jarayonida bazalt mineralini “Basalt Engineering Corp” MChJ da 1400–1450°C haroratgacha qizdirib, maxsus filyeralar orqali cho‘zish yo‘li bilan olingan uzluksiz bazalt tolalaridan foydalanildi. Qoplama asosiy tarkibiy qismlaridan biri sifatida biriktiruvchi agent (aminosilan) miqdori tadqiqot ob’yekti deb olindi. Ushbu komponentning turli kontsentratsiyalari asosida bir necha xil qoplama variantlari tayyorlandi. Tolalarning chiziqli zichligi, monofilament diametri, nisbiy cho‘zilishga mustahkamligi, kuydirishdagi massa yo‘qotilishi, yuza morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida baholandi va standart metodlar yordamida aniqlandi [8 – 11].

Natijalar va va ularning tahlili

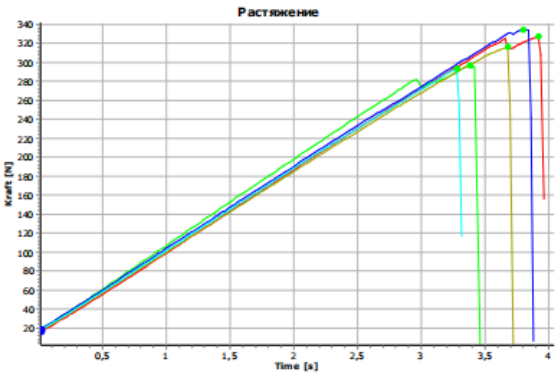
Eksperimental tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, qoplama tarkibiga kiruvchi silan miqdorini uzluksiz bazalt tolalarining fizik-mexanik va texnologik xususiyatlariga ta’siri aniqlandi. Shu maqsadda qoplamaning tarkibidagi quruq modda miqdorini o‘zgartirmagan holda uning tarkibidagi silan ulushiga ko’ra bir nechta variantlar tayyorlandi. Tayyorlangan suv-emulsiyali qoplama asosida uzluksiz bazalt tolalari olindi. Qoplama tarkibidagi quruq modda miqdori 7,25 % ni tashkil etdi. Silanning massa ulushi suv – emulsiyali qoplama tarkibidagi quruq modda miqdoriga nisbatan 1% dan 20 % gacha tanlab olindi. Tadqiqot uchun biriktiruvchi agent sifatida 3-aminopropiltrietoksisilan qo’llanildi.

1 – jadval

Silan miqdorini uzluksiz basalt tolalarining sifat ko’rsatkichlariga ta’siri

№	Ko‘rsatkichlar	Silan miqdori, % (quruq modda miqdoriga nisbatan)				
		1	5	10	15	20
1	Chiziqli zichligi, teks	622	598	604	592	610
2	Monofilament diametri, nm	17	17	17	17	17
3	Nisbiy cho’zilishdagi mustahkamlik, mN/teks	505	600	607	557	555
4	Nisbiy uzayish, %	1.80	2.16	2.35	2.07	2.22
5	Kuydirishdagi yo‘qotish, %	0.76	1.11	0.55	0.60	0.44

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, qoplama tarkibidagi silan miqdorini ortib borishi bilan tolaning mustahkamlik ko’rsatkichlari ham dastlab ortadi. Keyin esa kamayib boradi. Bundan shu narsa aniqlanadiki, silan asosidagi biriktiruvchi moddalar bazalt tolasi yuzasidagi gidroksil guruhlari bilan polimer orasida mustahkam kimyoviy bog‘ hosil qiladi. Ayniqsa, aminosilan miqdori maqbul darajada tanlanganda, bazalt tolasi va epoksi qoplamalar o‘rtasidagi adgezion mustahkamlik taxminan 20 – 25 % gacha ortishi kuzatildi. Tadqiqot natijalari asosida silanning maqbul miqdori sifatida qoplama quruq moddasiga nisbatan 5 – 10 % qilib tanlab olindi. Bu ham texnologik, ham iqtisodiy jihatdan ham foydali hisoblanadi.

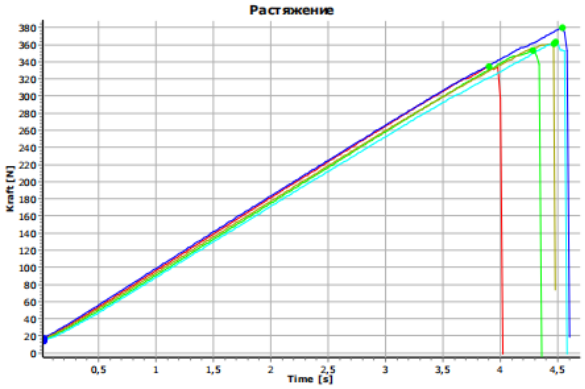


Test results

	OK	Date	Time	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
1	x	02.04.26	13:33	327,66	526,78	1,95	1,95
2	x	02.04.26	13:34	297,18	477,78	1,68	1,68
3	x	02.04.26	13:34	334,94	538,49	1,89	1,89
4	x	02.04.26	13:35	316,77	509,28	1,83	1,83
5	x	02.04.26	13:35	294,32	473,18	1,63	1,63

Statistics n = 5

	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
Average	314,17	505,10	1,80	1,80



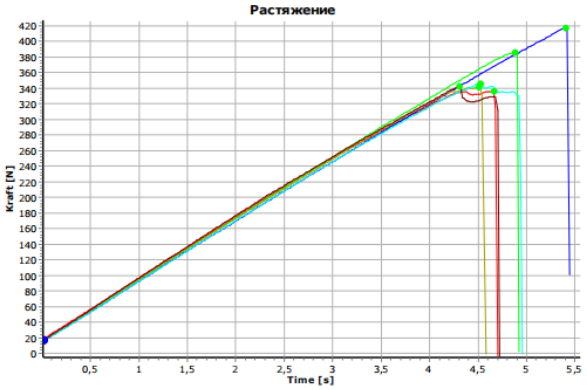
Test results

	OK	Date	Time	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
1	x	02.04.26	13:42	335,12	560,40	1,94	1,94
2	x	02.04.26	13:42	353,55	591,22	2,13	2,13
3	x	02.04.26	13:42	380,52	636,31	2,26	2,26
4	x	02.04.26	13:42	361,30	604,19	2,22	2,22
5	x	02.04.26	13:43	363,43	607,74	2,23	2,23

Statistics n = 5

	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
Average	358,78	599,97	2,16	2,16

a)

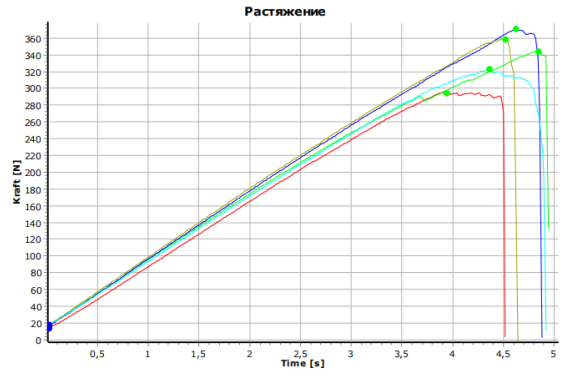


Test results

	OK	Date	Time	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
2	x	03.04.26	03:18	386,24	639,48	2,43	2,43
3	x	03.04.26	03:18	417,59	691,37	2,69	2,69
4	x	03.04.26	03:18	341,59	565,54	2,24	2,24
5	x	03.04.26	03:18	346,04	572,92	2,25	2,25
6	x	03.04.26	03:19	342,59	567,20	2,14	2,14

Statistics n = 5

	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
Average	366,81	607,30	2,35	2,35

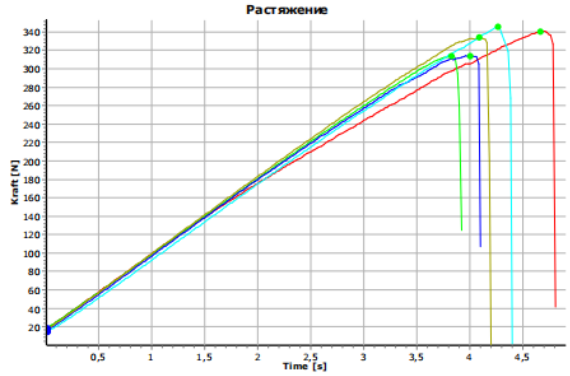


Test results

	OK	Date	Time	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
1	x	03.04.26	03:23	294,77	483,22	1,96	1,96
2	x	03.04.26	03:24	344,35	564,51	2,41	2,41
3	x	03.04.26	03:24	371,51	609,04	2,30	2,30
4	x	03.04.26	03:24	358,96	588,47	2,25	2,25
5	x	03.04.26	03:25	323,19	529,82	2,17	2,17

Statistics n = 5

	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
Average	338,56	555,01	2,22	2,22



Test results

	OK	Date	Time	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
1	x	02.04.26	13:27	340,84	575,75	2,32	2,32
2	x	02.04.26	13:28	314,52	531,28	1,90	1,90
3	x	02.04.26	13:28	313,89	530,22	1,99	1,99
4	x	02.04.26	13:29	334,44	564,93	2,03	2,03
5	x	02.04.26	13:29	346,24	584,86	2,12	2,12

Statistics n = 5

	FH N	RH mN/tex	AH %	dLH mm
Average	329,99	557,41	2,07	2,07

1 – rasm. Silan miqdorini tolaning cho'zilishga mustahkamlik va nisbiy uzayish ko'rsatkichlari

e) 1% b) 5%
f) 10% d) 15%
g) 20%

Xulosa

Tanlab olingan maqbul konsentratsiya (5-10%) asosida olingan bazalt tolalari yuqori gidrofoblik va mexanik mustahkamlikka ega bo‘lib, ular asosida tayyorlanadigan kompozit materiallarning ekspluatatsion muddatini uzaytirish imkonini beradi. Ushbu natijalar “Basalt Engineering Corp” MChJ kabi sanoat korxonalarida energiya va resurs tejovchi texnologiyalarni joriy etishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Shu bilan birga, ishlab chiqarish samaradorligi va iqtisodiy foyda ko‘rsatkichlarining oshishiga ham zamin yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Тожидинов М.Б., Вафаев О.Ш. Исследование влияния агрессивных сред на качество непрерывных базальтовых волокон // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 1(142). с.51-55.

2. Singha K. A short review on basalt fiber //International Journal of Textile Science. – 2012. – Т. 1. – №. 4. – С. 19-28.

3. Zhai, H.-P., Xing, D., Liang, C.-G. “Formula development of sizing for basalt fiber. Part I: Role of film former.” 2023, Vol. 114(9), pp. 1366–1374.

4. Zhang, Y., Li, J., Wang, X. “Water-soluble polysiloxane sizing for improved heat resistance of basalt fiber.” Materials Chemistry and Physics, 2021, Vol. 272, 125024. doi: 10.1016/j.matchemphys.2021.125024.

5. Agrawal M., Durai Prabhakaran R. T. Effect of hybrid sizings on the surface morphology, mechanical behavior of basalt fibers, and fiber/epoxy composite properties //Polymer Composites. – 2025. – Т. 46. – №. 2. – С. 1815-1831.

6. Wang Z. T. et al. Water-soluble polysiloxane sizing for improved heat resistance of basalt fiber //Materials Chemistry and Physics. – 2021. – Т. 272. – С. 125024.

7. Castro-Cabrera I. et al. Methodical approach to interface design: Role of sizing in the micro-mechanical performance and durability of basalt fibers-based composites //Materialia. – 2025. – Т. 42. – С. 102467.

8. ГОСТ 6943.2 - 2015 (ISO 1888:2006). Материалы текстильные стеклянные. Методы определения диаметра элементарных нитей и волокна.

9. ГОСТ 6943.1-2015 (ISO 1889:2009). Стекловолокно. Нити и ровинги. Метод определения линейной плотности.

10. ГОСТ 6943.10-2015. Материалы текстильные стеклянные. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве.

11. ГОСТ 6943.8-2015. Материалы текстильные стеклянные. Метод определения массовой доли влаги и веществ, удаляемых при прокаливании.