

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIALAR VAZIRLIGI
TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

ABDUNAZAROV ELYOR MAMASOAT O‘G‘LINING

**MAHALLIY XOM ASHYO BAZALT ASOSIDA KOMPAZIT
MAHSULOTLAR OLISH VA ULARNI QO‘LLASH**

DISSERTATSIYA

**70710101-Kimyoviy texnologiya (Noorganik moddalar texnologiyasi)
mutaxassisligi bo‘yicha akademik magistratura uchun**

Ilmiy rahbar, t.f.f.d. dots.

M.Abdualiyeva

Termiz-2026 yil

MUNDARIJA

KIRISH	3
I. BOB. ADABIYOTLAR SHARHI. BAZALT TOLASI VA BAZALT QOPLAMALARINI ISHLAB CHIQRISH ISTIQBOLLARI	6
1.1 Bazalt tolasining kimyoviy xususiyatlari, tuzilishi va ba'zi funksional xususiyatlari	6
1.2 Bazalt paxta asosidagi issiqlik izolyatsion materiallarning asosiy ko'rsatkichlarini qiyosiy tahlili	23
Adabiyotlar sharhi bo'yicha xulosalar	28
II. BOB. TADQIQOT USULLARI VA USKUNALAR	30
2.1 Bazalt tolasini tadqiq qilishning fizik-kimyoviy usullari	30
2.2 Tolalarning mexanik sinovlari	35
III. BOB. BAZALT ASOSIDAGI KOMPOZIT MATERIALLARINI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI	39
3.1 Qo'llaniladigan xom-ashyo materiallari va ularning xarakteristikasi.....	39
3.2 Mahalliy bazalt asosida kompozitning tarkibini ishlab chiqish	44
IV. BOB. BAZALT ASOSIDA KOMPOZIT MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI ANIQLASH	49
4.1 Bazalt asosidagi kompozit materiallarning texnologik parametrlarini aniqlash	49
4.2 Bazalt asosidagi kompozit materiallar ishlab chiqarish texnologik sxemasini ishlab chiqish	54
Xulosa	69
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	71
Chop etilgan ilmiy ishlar	80

KIRISH

O'zbekiston Respublikasining 2022–2026-yillarga mo'ljallangan Taraqqiyot strategiyasida milliy resurslardan samarali foydalanish, innovatsion texnologiyalarni joriy qilish va yuqori qo'shimcha qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish masalalari ustuvor yo'nalish sifatida belgilangan. Bundan tashqari, Prezidentning 2021-yil 25-maydagi PQ–5110-son qarorida “Qurilish materiallari sanoatini rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida” aniq vazifalar belgilab berilgan bo'lib, unda mahalliy xom ashyolar asosida yangi mahsulotlar ishlab chiqish, ilmiy tadqiqotlarga asoslangan texnologiyalarni amaliyotga tatbiq etish zarurligi qayd etilgan [1].

Qurilish sanoatida yopiq inshootlarning issiqlik izolatsiyasi qurilish materiallarining umumiy xarajatlarining 40% ni tashkil qiladi. Birinchi vazifalardan biri barcha xavfsizlik talablariga javob beradigan arzon, samarali material ishlab chiqarishdir. Shu maqsadda Buryatiya Respublikasining qurilish materiallari bozorini bazalt tolasi asosidagi arzon, samarali issiqlik izolyatsiyalovchi material bilan ta'minlaydigan loyiha ishlab chiqildi.

Ushbu ishda bazalt tolasi asosida yarim qattiq plitalar ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

So'nggi paytgacha shisha tolali, yuqori o'choqli shlak asosidagi mineral tola, bog'lovchi sifatida sintetik smolalardan foydalanilgan izolyatsiya materiallari katta talabga ega edi, biroq bu mahsulotlarning bir qator kamchiliklari bor. Bu, birinchi navbatda, issiqlik izolatsiyasini mexanik ravishda yo'q qilish paytida eng yaxshi shisha changning ajralib chiqishi, bu tolalarning tikanliligi, past qo'llash harorati (400 °C gacha), fenol, formaldegid, ammiak va boshqalar kabi zaharli gazlar shaklida asta-sekin bug'lanib ketadigan sintetik bog'lovchining mavjudligi, ular yuzasida sululoid hosil bo'lishiga olib keladi. va issiqlik izolyatsion material. Bundan tashqari, shisha jun va ikkilamchi ishlab chiqarish xom ashyosidan mineral jun ba'zan turli sanoat chiqindilarini o'z ichiga olgan komponentlar aralashmasidan tayyorlanadi, bu esa o'z navbatida izolyatsiyalangan yuzalarning chirishi yoki oksidlanishiga hissa qo'shishi

mumkin. Ushbu materiallar atrof-muhitga zarar etkazishdan uzoqdir. Polimer materiallar yonganda 75 dan ortiq odamlarning zaharlanishi va o'limiga olib keladigan turli toksik moddalar. Bundan tashqari, sanab o'tilgan izolyatsiya materiallarining ishlash muddati cheklangan; 10-15 yildan keyin ular yo'q qilinadi [2].

Bazalt jinslaridan tayyorlangan bazalt issiqlik izolatsiyasi ekologik xavfsiz va cheksiz xizmat muddatiga ega, bu esa muddatidan oldin ta'mirlashni bartaraf etadi. Bazalt materiali butunlay yonmaydigan, ekologik xavfsiz, shu jumladan radiatsiyaviy xavfsiz, juda katta harorat oralig'i - 300 ° C dan + 900 ° C gacha, kimyoviy va yong'inga chidamliligi, chidamliligi va izolyatsiyalangan sirtga inertligi. Material shuningdek, gigroskopik emas va barcha muhitda zararli moddalarni chiqarmaydi. Bazalt tolasi asosidagi bazalt izolyatsiyasi izolyatsiyalangan yuzalarni yopib qo'ymaydigan "nafas oluvchi" issiqlik izolyatsiyalovchi materialdir.

Mavzuning dolzarbligi: Mahalliy basalt xom ashyolari asosida issiqlik himoyalovchi mahsulotlarini ishlab chiqish hozirgi vaqtda qurilish sanoatida va boshqalarda muhim ahamiyatga ega. Qolaversa bunday mahsulotlarning katta miqdorda import qilinishi bois mahalliy xom ashyolar asosida ishlab chiqarish dolzarb masalalar sirasiga kiradi.

Plitkalardagi bazalt izolyatsiyasi ekologik toza materialdir. Bizning yuqori texnologiyalar asrimizda bu juda muhim afzallikdir. Atrofda juda ko'p "kimyo" mavjud. Va har bir kishi materialdan foydalanish paytida bug'langanda yoki ho'llanganda zararli moddalar tanaga kirmasligini ta'minlashni xohlaydi. Ammo bu materialning yagona yaxshi sifati emas.

Bazalt issiqlik izolatsiyasi bazalt tolalaridan tayyorlanadi, ular bazalt jinslarini eritib, shakl berish uchun biriktiruvchi qo'shilishi bilan olinadi.

Bu issiqlik izolatsiyasi uchun ishlatiladigan eng kuchli, eng sifatli materiallardan biridir. Ishlab chiqarish uchun bazalt guruhining jinslari ishlatiladi, ular eritiladi va tosh yünü tolalari ishlab chiqariladi. Keyinchalik, issiqlik

izolyatsiyalovchi plitaning shakllanishi sodir bo'ladi, bu sintetik bog'lovchi materialning yordamisiz amalga oshirilmaydi.

Akademik magistr ishning maqsadi: Mahalliy bazalt xom ashyolar asosida kompozit mahsulotlar olish texnologiyasini o'rganish.

Akademik magistr ishning vazifasi quyidagilardan iborat bo'ldi:

- Issiqlik himoyalovchi mahsulotlar ishlab chiqarish uslublari bo'yicha adabiyotlar tahlili qilish;

- Basalt xom ashyosi asosida mahsulotlar ishlab chiqarish bo'yicha uslub tanlash;

- Basalt xom ashyosining fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlarini o'rganish;

- Basalt xom ashyosi asosida issiqlik himoyalovchi mahsulotlar olishning optimal usullarini o'rganish;

- Issiqlik himoyalovchi mahsulotlar ishlab chiqarishning texnologik sxemasini taklif qilish;

- Ishlab chiqarishning texnik iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblash;

Akademik magistr ishning tuzilishi va hajmi. Akademik magistr ishining umumiy hajmi 79 varaqdan iborat bo'lib, kirish, mavzuning dolzarbligi, tadqiqot obekti, ishning maqsadi va vazifalari, mavzu bo'yicha qisqacha adabiyotlar tahlili, tadqiqotda qo'llanilgan uslublarning qisqacha tavsifi, tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati, xulosa va 72 nomdagi adabiyotlar ro'yxatidan iborat. Akademik magistr ishi 8 ta jadvalni va 23 ta rasmni o'z ichiga oladi

I BOB. ADABIYOTLAR SHARHI. BAZALT TOLASI VA BAZALT QOPLAMALARINI ISHLAB CHIQRISH ISTIQBOLLARI

1.1 Bazalt tolasining kimyoviy xususiyatlari, tuzilishi va ba'zi funksional xususiyatlari

Bazalt – tarkibida kremniyning miqdori past, rangi qora, temir va magniyga nisbatan boy bo'lgan vulqonlar natijasida hosil bo'lgan tog' jinsi hisoblanadi. Ushbu tog' jinsining mineralogik tarkibi asosan plagioklazlardan iborat, shu bilan birga piroksenlar, olivin hamda magnetit, titanit, apatit fazalari ham bo'ladi. Kimyoviy tarkibi esa uning chuqurlikdagi analogi gabbroga yaqinroqdir. Uning tuzilishini vulqon shishasi donador kristallarining oraliq qismlarini to'ldirib turadi. To'la kristallangan bazaltlar esa dolerit deyiladi. Bazaltning dunyo okeani tubida paydo bo'lgan temir va magniyga boy bo'lgan turi okeanit, vulqonlar natijasida tektonik yoriqlardan quruklikka oqib chiqib qotib qolgan turi esa platobazalt deyiladi. Sayyoramizda bazaltlar okean tubi va quruqlikda juda katta maydonni egallagan [3].

Yer po'stlog'ining 90% dan ortiq qismi tog' jinslari va 10 %ga yaqin qismi cho'kindi jinslardan iborat [4], lekin qit'alarning quruqlik qismining 25% ni tog' jinslari, qolgan 75% ni cho'kindi jinslar egallaydi [5]. Yer po'stlog'ida tog' jinslarining miqdori (%) quyidacha: 42% magmatik jinslar –bazalt, diabaz, amfibol va gabbro; 21% granit va diorit; 26% metamorfik jinslar –slanets, marmar; cho'kindi jinslar – 2,9% karbonatlar; 4,2% gil va gilli slanets; 1,7% qum hamda 0,6% boshqa jinslar. [6]

Jahon bozorida bazaltlar yangi xomashyo bazasidan biri hisoblanadi va bu tog' jinsidan yong'inga va issiqlikka chidamli materiallar, metall almashtirgichlar, turli potentsialli elektr izolyatorlar, kislota chidamli mahsulotlar, kompozit materiallar olinadi. O'zbekiston bazalt boyliklari bilan dunyoda yetakchi davlatlardan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda O'zbekiston bazalt xomashyosi zaxiralari 190 million m³ dan ortiqni tashkil qiladi. Bazalt zaxiralarining eng yirik konlari Navoiy, Jizzax, Qoraqalpog'iston respublikasi, Andijon, Namangan va Toshkent viloyatlari hududida joylashgan [7].

Bazalt tog' jinslari xalq xo'jaligining turli sohalarida istiqbolli xomashyo sifatida baholanib, ular asosida yuqori fizik-kimyoviy xossalarga ega, ishqalanishga va kimyoviy agressiv muhitlarga chidamli, hattoki metallar o'rnini bosuvchi detallar va yangi turdagi qurilish materiallarini olish imkonini beradi. Ushbu tadqiqotda bazalt asosida shishakristall qoplama ishlab chiqarish uchun ilmiy izlanishlar olib borilgan bo'lib, bazalt asosidagi shishalar 800 °C, 900 °C va 1000 °C haroratlarda 1-4 soat davomida termik ishlov berilib kristallantirilgan hamda avgit $[(CaFeMg)SiO_3]$, diopsid $[Ca(Mg_{0.15}Fe_{0.85})(SiO_3)]$ va alyuminiyli diopsid $[Ca(Mg,Al)(Si,Al)(2)O-6]$ fazali shishakristall namunalar olishga erishilgan. [8].

Bazalt tog' jinslarining tarkibida SiO_2 , CaO , MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 va TiO_2 kabi oksidlarning borligi va mineralogik tarkibida plagioklazlar miqdorining yuqoriligi ulardan turli xil silikat materiallar olishda foydalanishga imkon beradi. G. T. Adilov, S. A. Gornostaeva, N. A. Kulagina, E. P. Mansurova va M. Kh. Rumilar tomonidan shishakristall materiallarni ishlab chiqarishda Qo'ytosh koni bazaltlaridan foydalanish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan va H_2SO_4 kislotaga bardoshliligi 99,3% va mexanik egilishga chidamliligi 82 MPa bo'lgan shishakristall namuna olishga erishilgan [9]. G. A. Khater, B.S. Nabaviy va boshqalar Misr janubiy hududidagi bazaltlardan foydalanib diopsid va anortit fazalardan iborat bo'lgan shishakristall namunalar olingan hamda WB60 va WB70 tarkibli namunalarning kristall o'lchamlari boshqa namunalarga nisbatan mayda dispers holatda ekanligi SEM tahlili orqali aniqlangan [10].

Ushbu maqolada Vrelo (Kopaonik tog'i) koni bazaltidan shishakristall materiallar olish imkoniyati ko'rsatilgan. Asosiy jins bazalt namunalari -0,4 +0,1 mm gacha o'lchamlarda maydalangan va keyin 1250 – 1300 °C haroratdada eritilgan. Bazalt shishasiga 950 °C da 3 soat vaqt davomida termik ishlov berish natijasida shishakristall material sintez qilingan. Olingan shishakristall mukammal mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan mikro tuzilishga ega ekanligi SEM tahlili natijasidan va bu materialning mexanik siqilishga bardoshlilik kuchi 550 MPa teng ekanligidan aniqlangan. Shishakristall materialining fazaviy tarkibi

XRPD qurilmasi yordamida o'rganilib, rentgen tahlilidan 69% piroksen $(\text{Na}_{0,199}\text{K}_{0,180}\text{Ca}_{0,471}\text{Mg}_{0,249})_{1,1}(\text{Mg}_{0,271}\text{Fe}_{0,299}\text{Al}_{0,430})_{1,0}(\text{Si}_{1,704}\text{Ti}_{0,0406}\text{Al}_{0,250})_{2,0}\text{O}_6$ fazasi shakllanganligi aniqlangan [11].

Saudiya bazalt jinslari va keramika sanoati chiqindilari asosida olingan shishalarni kristallash orqali arzon texnik sohalar uchun foydalaniladigan shishakristall materiallar olish ushbu tadqiqot ishida o'rganilgan. Shishalar sintezi uchun Saudiya Arabistonidagi keramika-sanitariya zavodlarining chiqindilari ishlatilgan. Sanitariya-texnik vositalarni ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'lgan chiqindilar va shisha partiyalari tarkibiy qismlarining 10-50% gacha bo'lgan miqdorini tashkil etgan. Shisha partiyalari eritilib, qoliplarga quyib olinib shakl berilgan va kristallanish jarayonini olib boorish uchun issiqlik bilan ishlov berilgan. Tadqiqot davomida differentsial termal, optik va skaner elektron mikroskop, rentgen nurlari diffraktsiyasi, mikro qattqlik, mexanik egilish kuchi va suv yutuvchanlik kabi turli xil usullardan foydalanilgan. Olingan shishakristall materiallar asosan piroksenlar, anortit, olivin va magnetitdan fazalaridan iborat bo'lib, SEM tahlilida o'rganilganda, juda nozik kristall strukturaga ega ekanligi aniqlangan. Olingan shishakristall materiallarning ko'rsatkichlari quyidagicha: mikroqattqligi 9624-10074 MPa; suv yutuvchanligi 0%; va mexanik egilish kuchi 92-135 MPa oraliqlarda bo'lganligi bilan bir-biridan ajralib turadi. Ushbu shishakristall materiallardan agressiv mexanik sharoitlarda foydalanish tadqiqot mualliflar tomonidan tavsiya etilgan [12].

Betonni armaturalashda po'lat, uglerodli, polimer, shisha va bazalt tolalari kabi bir necha turdagi tolalardan foydalaniladi. Ushbu tolalar orasida bazalt tolasi uzilishdagi mustahkamligi, elastiklik moduli hamda foydalanishning harorat diapazoni kabi qator muhim ko'rsatkichlari bilan boshqa turdagi tolalardan, jumladan, unga eng yaqin analog hisoblangan shisha tolalardan ustunlik qiladi.

Bundan tashqari, bazalt tolasini ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida yer qobig'ida keng tarqalgan tog' jinslari – bazaltlardan foydalanilishi uning ishlab chiqarish uchun xomashyo bazasini amalda cheklanmagan holga keltiradi. Ishlab chiqarish texnologiyasining soddaligi, xomashyoning mavjudligi va

arzonligi, shuningdek, bazalt tolasining qimmatli funksional xususiyatlari unga hamda uning asosidagi materiallarga, jumladan, fibrobetonga bo'lgan qiziqishning ortib borishiga sabab bo'lmoqda [13-14].

Bazalt tolasi kimyoviy chidamliligi bo'yicha shisha tolasidan ustun bo'lishiga qaramay, ayrim konstruksion matritsalar, jumladan beton hosil qilishi mumkin bo'lgan kuchli ishqoriy muhitda ma'lum darajada degradatsiyaga uchraydi. Shuni ta'kidlash joizki, bazalt tolasining murakkab ko'p komponentli tarkibi uning degradatsiya mexanizmini o'rganish jarayonini sezilarli darajada murakkablashtiradi.

Mazkur tola tarkibida ishqoriy muhitda erimaydigan yoki qiyin eruvchan gidroksidlar hosil qiluvchi elementlarning mavjudligi shishani yemirilish (travlenish) jarayonlari uchun ishlab chiqilgan mavjud modellarni sezilarli darajada qayta ko'rib chiqishni talab etadi. Degradatsiya mexanizmini o'rganishda qo'shimcha qiyinchiliklar ham mavjud. Birinchidan, kristall tuzilishga ega jismlarda kechadigan jarayonlarni tadqiq etish uchun qo'llaniladigan ayrim usullar bazalt shishasi kabi amorf materiallarga to'liq tatbiq etib bo'lmaydi. Ikkinchidan, tolaning murakkab geometrik tuzilishi (bir rovinir tarkibida nominal diametri taxminan 13 mkm bo'lgan bir necha ming elementar tolalar mavjud) nafaqat yemirilish mexanizmini o'rganishni, balki degradatsiya jarayonlarining oldini olish usullarini ishlab chiqishni ham qiyinlashtiradi.

Ushbu qiyinchiliklar natijasida bazalt tolasining yemirilish jarayonlari oddiy shisha yemirilish jarayonlariga nisbatan kamroq darajada o'rganilgan [15-18]. Bazalt tolalarini olishning bir necha usullari mavjud [15, 19-22]. Ushbu usullarning barchasi quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi: bazalt xomashyosini dastlabki tayyorlash, bazaltni eritish, tolalarni cho'zib hosil qilish hamda tolaga sirt ishlovi berish.

Dastlabki bosqichda bazalt maydalagichlar yordamida donalarining o'lchami 50 mm dan oshmaydigan holatgacha maydalanadi. Bazaltni eritish jarayoni 1300°C dan yuqori haroratlarda amalga oshiriladi. Tog' jinsi amorf va

bir nechta kristall fazalardan tashkil topgan geterogen tizim bo'lganligi sababli, uning erishi ma'lum bir harorat oralig'ida sodir bo'ladi.

Shtapel bazalt tolalarini ishlab chiqarish usullari XX asrning 30–40-yillaridayoq ishlab chiqilgan. Ushbu usullar eritilgan massa oqimini yuqori bosimli siqilgan havo yoki bug' oqimi yordamida puflash tamoyiliga asoslangan [23].

Tolalarni olishning yana bir usuli o'ta yuqori tezlikli ko'p valikli markazdan qochma usul hisoblanadi. Bunda eritma yuqori tezlikda (daqiqasiga bir necha ming aylanishgacha) aylanuvchi valikli sentrifugalar yordamida purkaladi [15].

Juda ingichka shtapel tolalarni olish uchun birlamchi shisha tolalarni qizdirilgan gazlar oqimi yordamida puflash usuli qo'llaniladi. Ushbu usul "dupleks-jarayon" deb ham ataladi. Mazkur texnologiyada dastlab diametri bir necha yuz mikrometr bo'lgan nisbatan yo'g'on tolalar hosil qilinadi. Ushbu texnologik bosqich qat'iy nazorat ostida olib boriladi. Birlamchi tolalarni shakllantirish uchun Pt–Rh–Pd qotishmasidan tayyorlangan filyerali ta'minlagichlardan foydalaniladi.

Keyingi bosqichda hosil qilingan tolalar yuqori haroratli gaz oqimida puflanib, mikro-, ultra nozik va o'ta nozik tolalarga aylantiriladi. Ushbu bosqichda texnologik jarayon, odatda, qat'iy nazorat qilinmaydi [20].

Shtapel tolalar uchun me'yorlashtiriladigan kam sonli ko'rsatkichlardan biri tolasimon bo'lmagan qo'shimchalarning umumiy massa tarkibidagi ulushidir. Dastlabki xomashyodan olinadigan shtapel bazalt tolasi chiqishi nisbatan yuqori bo'lib, 80–85 % ni tashkil etadi.

Tolalarni olishning yakuniy bosqichi ularning sirtiga ishlov berishdan iborat. Ushbu bosqichda tolalar yuzasiga maxsus moddalar – zamaslovchilar yoki apretlar surtiladi. Mazkur moddalar tolalarning o'zaro chirmashib ketishining oldini olish, shuningdek, ularni keyingi to'qimachilik ishlovlari uchun tayyorlash maqsadida qo'llaniladi.

Odatda, zamaslovchilar tarkibiga neftni qayta ishlash mahsulotlari bo'lgan mineral moylar, polisiloksanlar hamda boshqa yordamchi moddalar kiradi [21].

Tolalar tutami zamaslovchi surtish qurilmasidan o'tkazilgandan so'ng, ular birlashtirilib, jgut shakliga keltiriladi va keyinchalik foydalanish uchun g'altakka o'raladi.

Kimyoviy tarkibidan kelib chiqib, bazalt tolasini ko'p komponentli, alumosilikatli va temir saqllovchi, ishqoriy metallarning miqdori nisbatan kam bo'lgan tola sifatida tavsiflash mumkin. Bazalt tolasining tarkibi dastlabki bazalt jinsining tarkibiga bog'liq bo'lib, ushbu tarkib nafaqat turli konlar orasida, balki bir konning o'zida ham farqlanishi mumkin. Natijada, bazalt tolasining tarkibi uning uzunligi bo'ylab bir xil bo'lmasligi mumkin [20, 22].

Hosil qilingan bazalt tolalari tutami bazalt rovigini deb ataladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, bazalt rovigidagi alohida filamentlarning uzunligi o'nlab kilometrgacha yetishi mumkin. Tutam tarkibidagi har bir filamentning diametri ma'lum chegaralarda o'zgarib turadi, biroq bazalt tolalarining aksariyat markalarida bu ko'rsatkich 10–20 mkm ni tashkil etadi.

Diametri kattaroq bo'lgan tolalar ingichka tolalarga nisbatan kamroq egiluvchanlikka ega bo'ladi. Eguvchanlik deganda tolaning buzilmasdan egilishi mumkin bo'lgan eng kichik radius tushuniladi [23].

300°C dan yuqori haroratlarda bazalt tolasining tarkibidagi Fe^{2+} ionlari kislorod mavjud muhitda Fe^{3+} holatigacha oksidlanishni boshlaydi. Ushbu jarayonning tezligi va to'liqligi, o'z navbatida, tola ishlatilayotgan muhitdagi kislorod miqdoriga, tolaning kimyoviy tarkibiga hamda termik ishlov berish rejimiga sezilarli darajada bog'liq bo'ladi [24-27].

Garshev va hammualliflarining tadqiqotlarida qayd etilishicha [24], 300–500°C harorat oralig'ida temirning oksidlanishi natijasida yuzaga keladigan massa ortishi bog'langan suvning yo'qolishi bilan niqoblanadi. Faqatgina 500°C dan yuqori haroratlarda oksidlanish tufayli massa ortishi yaqqol namoyon bo'ladi. Tola tarkibida CaO va MgO miqdorining ortishi uning oksidlanish tezligini oshiradi.

600°C haroratda 24 soat davomida olib borilgan uzoq muddatli tavlash natijasida kristall fazalar hosil bo'lmaydi. Biroq 700–800°C haroratlarda uzoq

vaqt qizdirish temir-magniyli shpinel fazasi – $(\text{Mg,Fe})_3\text{O}_4$ ning shakllanishiga olib keladi [25].

900°C dan yuqori haroratlarda esa kristall bazalt uchun xos bo'lgan boshqa fazalar, jumladan avgit $\text{Ca}(\text{Mg,Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$, anortit $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ hamda boshqa minerallar kristallana boshlaydi.

Shuni alohida ta'kidlash lozimki, Fe^{2+} ionlarining Fe^{3+} ionlarigacha intensiv oksidlanishi yuqori haroratlarda bazalt tolasining kristallanish jarayonini tezlashtiradi. [24-26] manbalarda ko'rsatilishicha, temirning oksidlanishi jarayonida natriy, kaliy, kalsiy va magniy kationlarining tola radiusi bo'ylab qayta taqsimlanishi kuzatiladi, biroq karkas hosil qiluvchi elementlarning o'zaro nisbati o'zgarmay qoladi.

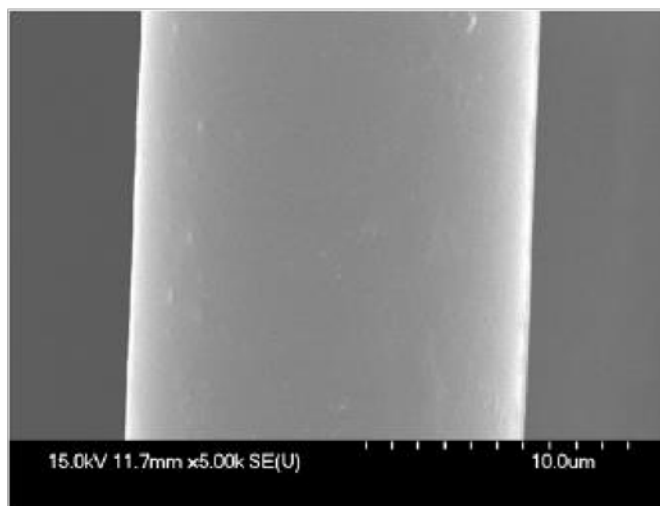
Kationlarning qayta taqsimlanishi temir ionlari oksidlanganda ularning zaryadi ortishi natijasida yuzaga keladigan o'zgarishlarni hamda temirning tola yuzasiga diffuziyanishi bilan bog'liq jarayonlarni kompensatsiyalaydi [27].

Bazalt tolasining boshqa turdagi noorganik tolalardan ajralib turuvchi asosiy xususiyatlaridan biri uning tarkibining murakkabligi va o'zgaruvchanligidir. Bazalt tolasining kimyoviy tarkibi turli tabiatga ega bo'lgan oksidlardan tashkil topgan bo'lib, ular kislotali oksidlar (SiO_2), amfoter oksidlar (Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3) hamda asosli oksidlar (FeO , MgO , CaO , Na_2O va K_2O) ni o'z ichiga oladi.

Kislorodli muhitda 300°C va undan yuqori haroratlarda termik ishlov berilganda Fe^{2+} ionlarining Fe^{3+} ionlariga oksidlanishi natijasida bazalt tolasidagi diametri bo'ylab tarkibiy bir jinslilikni yo'qotadi [24]. Havo muhitida 800°C haroratda bazalt tolasidagi yuzasida $(\text{Mg,Fe})_3\text{O}_4$ tarkibli shpinel fazasi hosil bo'ladi. Ushbu jarayon tolalardagi diametri bo'ylab Na, K, Ca va Mg elementlarining qayta taqsimlanishi bilan kechadi [25-27].

Haroratning yanada oshishi bilan plagioklaz, avgit, anortit va boshqa kristall fazalarning kristallanish jarayonlari boshlanadi.

Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, dastlabki uzluksiz bazalt tolasidagi yirik nuqsonlarsiz, silliq va tekis yuzaga ega bo'ladi (1.1-rasm) [28].



1.1-rasm. Bazalt tolasi yuzasining morfologiyasi [28].

1-jadvalda sanoatda ishlab chiqariladigan turli tolalarning qiyosiy tavsiflari keltirilgan [29]. Jadval ma'lumotlaridan ko'rinadiki, bazalt tolasi past zichlikka va uglerod tolalariga yaqin bo'lgan yuqori cho'zilish mustahkamligiga ega.

Bazalt tolasi o'zining eng yaqin analogi hisoblangan shisha tolasiga nisbatan agressiv kislotali va ishqoriy muhitlarga nisbatan yuqoriroq termik hamda kimyoviy barqarorlikka ega. Shuningdek, bazalt tolasi keng harorat oralig'ida qo'llanilishi va yonmasligi bilan tavsiflanadi.

Shuni ta'kidlash lozimki, harorat ortishi bilan bazalt va shisha tolalarning uzilishdagi mexanik mustahkamligi kamayadi, holbuki uglerod tolalarida bunday holat kuzatilmaydi [30]. Bu holat bazalt tolasining amorf tuzilishga egaligi hamda uning tarkibida temirning ikki valentli va uch valentli shakllarining mavjudligi bilan izohlanadi.

Harorat oshishi bilan kristallanish jarayonlari boshlanadi. Ushbu jarayonlar Fe^{2+} ionlarining tola yuzasiga diffuziyalanishi va keyinchalik Fe^{3+} ionlarigacha oksidlanishi bilan kechadi. Natijada tola yuzasida xavfli mikrodefektlar va mikroyoriqlar o'lchamiga yaqin bo'lgan kuchlanish konsentratorlari hosil bo'ladi. Bu esa bazalt tolasining uzilishdagi mustahkamligining pasayishiga olib keladi.

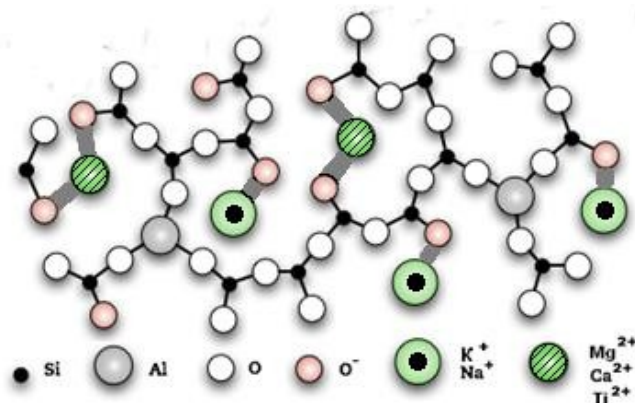
Cho'zish jarayonidan so'ng bazalt tolasi amorf polimer tuzilishga ega bo'lib, uning asosini alumosilikat karkasi tashkil etadi. Kremniy yoki

alyuminiyning har bir atomi to'rtta kislorod atomi bilan bog'langan bo'lib, tetraedrik koordinatsiyaga ega (1.2 va 1.3-rasmlar) [31].

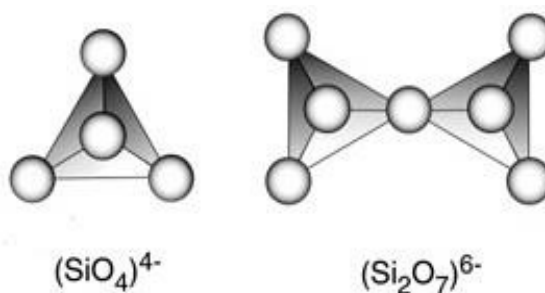
1.1-jadval

Turli xil tolalarning asosiy xossalari [31]

Ko'rsatkich	Bazalt tolasi	E-shisha tolasi	S-shisha tolasi	Aramid tolasi	Uglerod tolasi
Ma'lumotlar keltirilgan diametrlar diapazoni, mkm	7–22	2–20	5–20	10–15	6–9
Zichlik, $\times 10^3 \text{ kg/m}^3$	2,65	2,60	2,49	1,44	1,80
Uzilishdagi mustahkamlik, MPa	4150–4800	3450	4830	3620	5100
Elastiklik moduli, GPa	100–110	76	97	41,4	241
Nisbiy uzayish, %	3,30	4,76	5,15	3,60–4,00	2,11
Ishchi harorat diapazoni, °C	–260 dan +700 gacha	–60 dan +380 gacha	–60 dan +450 gacha	–196 dan +177 gacha	–240 dan +750 gacha
Qisqa muddatli foydalanishdagi ishchi harorat, °C	+750	+550	+600	+250	+1650
Tolalarni cho'zish (shakllantirish) harorati, °C	+1050 dan +1460 gacha	+730 dan +1000 gacha	+850 dan +1100 gacha	+427 dan +482 gacha	+3500



1.2-rasm. Kesimdagi alumosilikat karkasi (kremniy va alyuminiy atomlari uchun to‘rtinchi valent bog‘ ko‘rsatilmagan). Kremniy (alyuminiy) – kislorod kimyoviy bog‘lari qora chiziqlar bilan ifodalangan.



1.3-rasm. Kremniyning tetraedrik koordinatsiyasi [31].

Alyuminiy atomining musbat zaryadi kremniy atomidan bir birlikka kam bo‘lganligi sababli, zaryadni kompensatsiyalash uchun alyuminiy atomi yaqinida bir valentli yoki ikki valentli kation joylashishi kerak. Odatda, bunday kationlar kislorod atomlari orqali bog‘langan bo‘ladi. Shu sababli natriy va kaliy kabi bir valentli kationlar alumosilikat karkasida zanjir uzilishlarini hosil qiladi, magniy va kalsiy kabi ikki valentli kationlar esa bunday uzilishlarni yuzaga keltirmaydi.

Fe^{2+} ionining nisbatan katta ion radiusiga ega bo‘lishi ($0,076 \pm 0,002$ nm [32]) sababli, uning shisha hosil qiluvchi rol o‘ynashi ehtimoli past bo‘lib, ko‘proq struktura modifikatori vazifasini bajaradi. Fe^{3+} ionining radiusi esa kichikroq ($0,062 \pm 0,003$ nm [32]) bo‘lib, u shisha hosil qiluvchi komponent sifatida ishtirok etadi. Fe^{3+} ionlarining mavjudligi kristallanish jarayonini sekinlashtiradi, tolaning yumshash haroratini oshiradi hamda uning kislotabardoshligini yaxshilaydi [20].

Bundan tashqari, temir bazalt tolasi tarkibida FeO , Fe_2O_3 , MgFe_2O_4 va Fe_3O_4 ko'rinishidagi qisman kristallangan sohalar shaklida ham mavjud bo'lishi mumkin. Bunday sohalarining hosil bo'lishi eritmadan tolani cho'zish jarayonida uning haddan tashqari sekin sovishi yoki tolaning temir kationlari kristallanish uchun yetarli darajada harakatchan bo'ladigan haroratlarda uzoq muddat ishlatilishi natijasida yuzaga keladi [27].

Fe^{2+} ionlarining kislorod ta'sirida oksidlanishi ham mazkur kristall sohalarining shakllanishiga yordam beruvchi qo'shimcha omillardan biri hisoblanadi.

Burxard va hammualliflarining ishlarida [33-34] bazalt tolasi yuzasida kechadigan hamda uning oksidlanishi bilan bog'liq jarayonlar batafsil o'rganilgan. Ushbu jarayonda alumosilikatlar yuzasida suvning gidroksil (OH^-) ionlari ko'rinishida kimyoviy adsorbsiyasi muhim rol o'ynaydi.

Yangi hosil qilingan bazalt tolasi yuzasida (masalan, eritmadan cho'zib olingandan so'ng) silikat karkasining uzilgan bog'lari mavjud bo'ladi. Havodagi suv bug'larining adsorbsiyasi ushbu uzilgan bog'larni Si-O-H guruhlarini hosil qilish orqali kompensatsiyalaydi.

Tolani qizdirish jarayonida havodan adsorbsiyalangan kislorod bir-biriga yaqin joylashgan ikkita OH^- guruhi bilan reaksiyaga kirishib, suv hosil qiladi. Natijada tola yuzasida joylashgan gidroksil guruhlaridagi kislorod faollashadi. Hosil bo'lgan faol kislorod esa Fe^{2+} ionlarini Fe^{3+} ionlarigacha oksidlaydi.

Martin Jensen, Morten Mattrup Smedskjaer, Maja Estrup, Maria Kristjansson, va boshqalarning ilmiy izlanishlariga ko'ra bazalt asosida olingan shishakristall materialning mikroqattiqligi kristallanish darajasiga bog'liqligi differensial termik tahlil, skaner elektron optik mikroskop, rentgen nurlari diffraksiyasi va Vickers indensiyasi yordamida o'rganilgan. Shishakristall namunada asasiy kristall faza sifatida avgit shakllanganligi va uning kristallarining soni oshib borishi hamda mayda dispersligi tufayli namunaning qattqlik darajasi ortib borishi aniqlangan [35].

Magmatik jinslari asosida sanoatning turli sohalarida ishqalanishga va sovuqqa bardoshli shishakristall koshinlar olishning texnologik parametrlari o'rganilgan hamda olingan namunalar Rossiyaning turli sovuq hududlaridagi aerodromlar, sanoat yo'llari va boshqalarni innovatsion qurishda foydalanish imkoniyati mavjudligi aniqlangan. Shuningdek olingan shishakristall materiallarning yo'nalishli kristallanish sharoitida geterovalentli izomorfizm hodisasi, shishalar kristallanishining yuqori tezligini, shishalarda piroksenlar fazasi hosil bo'lishi bilan materialning mukammal strukturasini va yuqori fizik-kimyoviy xususiyatlarini ta'minlab berishi kuzatilgan. [36-37].

Yangi materiallar yaratish va ularni ishlab chiqarishning samarali texnologiyalarini ishlab chiqishda boshlang'ich tabiiy material sifatida magmatik jinslar - bazalt yoki diabazlardan foydalaniladi. Shunday qilib, bazaltlardan bazalt tolasi, tosh buyumlar (yo'l toshlari, quvurlar, va boshqalar) va petrositalllar ishlab chiqarishda xom ashyo sifatida ishlatiladi. Hozirgi vaqtda bazalt asosida yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan materiallarni ishlab chiqarish sohasida keng tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu maqolada Primorsk o'lkasi (Shkotovskiy va Shufan platolari) bazaltlari asosida shishakristall materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasini o'rganish keltirilgan. Primorsk o'lkasining turli konlaridan bazaltlarni kimyoviy va fazaviy tarkibi tahlil qilingan. Termik ishlov berishdan oldin va keyingi mikroskopik va rentgen fazali tahlil ma'lumotlari kristallanish jarayonining zaryad tarkibiga, ishlov berish haroratiga, shuningdek bazalt namunalarini termik ishlov berish usuliga bog'liqligini ko'rsatdi. Xususan, o'rganilayotgan bazaltlarning kislotalilik koeffitsienti yuqori ekanligi aniqlangan va kristall tuzilishga ega bo'lish uchun kamida 950°C haroratda termik ishlov berish – kristallantirish jarayoni o'tkazilishi kerakligi o'rganilgan. Kalsiy oksidi (CaO), magniy oksidi (MgO) va dolomit minerali ($\text{Ca,Mg}[\text{CO}_3]_2$) kabi turli komponentlarning bazalt kristallanishiga ta'siri tahlil qilingan. Bazalt kompozitsiyalariga termik ishlov berishdan so'ng olingan asosiy kristalli fazalar

$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, oligoklaz $n\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]\cdot m\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, avgit ($\text{Ca, Na})(\text{Mg, Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al, Li})[(\text{SiAl})_2\text{O}_6]$ va α -kristobalit SiO_2 dan iborat ekanligi aniqlangan.

Taqdim etilgan texnologiyada Primorsk o'lkasi bazaltlari asosida shishakristalli materiallarni olish imkonini beradi [38].

Hozirgi vaqtda ishlab chiqarishda kam tabiiy va qimmatbaho xomashyolardan foydalaniladigan dekorativ qoplamali shishakristall materiallarni ishlab chiqarish uchun flotatsion boyitish zavodi (FOF) chiqindilari va issiqlik elektr stansiyalarining chiqindi kullaridan foydalanishning amaliy va iqtisodiy maqsadga muvofiqligi o'rganilgan [39] Flotatsion chiqindi - flotatsiya yo'li bilan ftorit rudasini boyitish jarayonida hosil bo'lgan nozik dispersli kremniyli material. Asosiy xususiyatlarga ko'ra, flotatsiya chiqindilari shishakristall materiallarni olish uchun shisha ishlab chiqarishda ishlatiladigan tabiiy xom ashyolarga yaqin va ularning tarkibida 8-10 % gacha shisha erish haroratini pasaytiruvchi komponentlar borligi aniqlangan [40]. Qayta ishlash jarayonida ruda materiali sirt faol moddalar bo'lgan flotatsiya reagentlariga ta'sir qiladi. Natijada, flotatsiya chiqindilarining yuzasi faollashadi [41]. Bu esa shisha shixtasini yaxshiroq aralashtirishga yordam beradi, tayyorlangan shixtaning yuqori sifatini ta'minlaydi va shishaning erish xususiyatlarini yaxshilaydi.

A.A.Ismatov, N.T.Xadjaev, D.B.Axunovlar tomonidan Kutchi koni bazaltlarining kimyoviy va mineralogik tarkiblari o'rganilib, ulardan shishakristall materiallar olishda foydalanilgan [42-43]. Izlanishlar natijasida tog' jinsi namunalari rentgenografik tahlil qilish orqali ularning mineralogik tarkibi $(\text{Na,Ca})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $\text{Ca}(\text{Mg,Fe}^{2+})[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $\text{CaFe}(\text{AlSiO}_6)$, $\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, $\text{Ca}_2[\text{Mg,Fe}]_5[\text{OH}]_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$, $\text{Ca}_4\text{Al}_6[\text{OH}]_2\text{O}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]_3$ va SiO_2 lardan iboratligi aniqlangan [44].

Termik ishlov berish natijasida bazalt mineralining fazaviy o'zgarishlari [45], u asosida shisha sintez qilish [46-47], shishalarning kristallanishga qobiliyati [48] va kristallangan fazalarni [49] aniqlash, shishakristall materiallar olish maqsadida bazalt omixtasiga kaolin qo'shish bilan anortit fazali shishalar olish [50-51] bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan. Natijada bazalt tog' jinslari asosida shisha va shishakristall materiallar olishning texnologiyasi ishlab chiqilgan [52], olingan namunalarning mikroskopik tahlilidan namunalarning

zich va mayda strukturali [53] hamda zichligi $3,09 \text{ kg/sm}^3$, $\text{CHTKK}54 \cdot 10^{-7}$ grad, kimyoviy bardoshligi 35 %li NaOH da - 99,76%; kons. HCl da - 99,98% va kons. H_2SO_4 da - 99,89% ekanligi aniqlangan.

O'zbekiston Respublikasida bazalt jinslari, asosan, yer yuzasiga yaqin joylashgan konlarda uchraydi. Ushbu jinslarning o'rtacha bo'lak diametri 250–300 mm ni tashkil etadi [54-55]. Shuning uchun bazalt xomashyosi ochiq usulda qazib olinadi.

O'zbekiston hududida bazalt jinslari asosan yer yuzasiga yaqin qatlamlarda uchraydi. Ularning o'rtacha bo'lak diametri 250–300 mm ni tashkil etadi [56-57]. Shu sababli bazaltlar asosan ochiq usulda, kam quvvatli portlatish ishlari yordamida qazib olinadi. Shundan so'ng qazib olingan tog' jinsi qayta ishlash korxonalariga tashiladi va u yerda kerakli fraksiyalargacha maydalanadi.

O'zbekistonning bazalt qazib olish va qayta ishlash korxonalari ("Asman Say", "Aidar", "Gabay" va boshqalar) faoliyati tahlili shuni ko'rsatadiki, bazaltni qayta ishlovchi korxonalarning aksariyati konlardan ma'lum masofada joylashgan. Ayrim hollarda ushbu masofa 700 km va undan ham ortiq bo'lishi mumkin. Bu esa xomashyoni tashish xarajatlarining ortishiga hamda tayyor mahsulot tannarxining oshishiga olib keladi.

Bazalt qazib olish va qayta ishlash jarayonlarida transport vositalari hamda boshqa uskunalarning ulushi nisbatan kam bo'lib, bunday holatning asosiy sabablari quyidagilardan iborat:

- yuklash va tushirish ishlarida qo'l mehnatidan keng foydalanilishi;
- unumdorligi past bo'lgan texnik vositalarning qo'llanilishi;
- nostandart eritish va boshqa texnologik uskunalardan foydalanilishi;
- bazaltni qayta ishlash korxonalarining ishlab chiqarish quvvatlarini oshirish uchun investitsiyalarning yetarli emasligi;
- amaliy tajribaning kamligi va yuqori malakali mutaxassislarning yetishmasligi.

Natijada bazalt xomashyosini qazib olish, tashish va qayta ishlash samaradorligi pasayadi hamda tayyor mahsulotning iqtisodiy ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

O'zbekiston bazaltini qayta ishlash korxonalarining ishlab chiqarish faoliyatini o'rganish natijasida maydalangan bazalt jinslari bevosita eritish jarayoniga yuborilishi aniqlandi. Korxonalarda amalda qo'llanilayotgan texnologiyalar bazalt jinslarini qo'shimcha ravishda tozalash va saralashni nazarda tutmaydi.

Mazkur sohadagi texnologik jarayonlar tahlili shuni ko'rsatadiki, mamlakatimizdagi bazalt mahsulotlari ishlab chiqaruvchilari saralash jarayonini zarur deb hisoblamaydilar. Buning asosiy sababi maydalangan bazaltning fraksiyalar bo'yicha ajratilgandan so'ng to'g'ridan-to'g'ri eritish pechlariga yuborilishidir. Natijada bazaltdan sifat jihatidan pastroq bo'lgan bazalt tolali issiqlik izolyatsiya materiallari olinishi mumkin.

Biroq ishlab chiqarish jarayonida bazalt xomashyosining quyidagi muhim tavsiflari ko'pincha hisobga olinmaydi:

- jins donalarining granulometrik tarkibi va shakli;
- bazaltdagi changsimon va gil zarrachalarining mavjudligi;
- tarkibida mustahkamligi past bo'lgan jinslarning bo'lishi;
- bazalt tarkibidagi zararli aralashmalar miqdori;
- bazaltning radioaktivligi va sho'rlanish darajasi;
- bazaltning maydalanish xususiyatlari va boshqa fizik-mexanik ko'rsatkichlari.

Texnik adabiyotlar tahlili bazalt tolali materiallar sifatiga tuzlarning ta'siri haqida yetarli ma'lumotlar mavjud emasligini ko'rsatadi. Ayrim hollarda tuzlar issiqlik izolyatsiyalangan konstruksiyalarda muddatidan oldin korroziya jarayonlarini keltirib chiqarishi mumkin.

Bazalt mahsulotlari ishlab chiqaruvchilari bazalt maydalanmasining namlanishi uning keyingi qayta ishlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi, xomashyo buzilmaydi va atmosfera yog'inlari ta'sirida sifatini yo'qotmaydi, deb

hisoblaydilar. Shu sababli bazalt maydalanmasi ko‘pincha ochiq maydonlarda saqlanadi.

Biroq bazalt tolali issiqlik izolyatsiya materiallarida qolgan tuzlarning izolyatsiyalanayotgan konstruksiyalarning muddatidan oldin korroziyaga uchrashiga sabab bo‘lishi yoki bo‘lmasligi masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan. Shu bilan birga, bazalt tolali materiallarning suvni faol singdirishi, nam havoni yutishi va agressiv muhitlarda namlanishga moyilligi aniqlangan [57].

Odatda, bazalt tarkibida shamlarning mavjudligi bazalt konlari joylashgan hududlar tuproqlarining sho‘rlanganligi bilan izohlanadi. Ma’lumki, O‘zbekiston Respublikasidagi sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish darajasi yuqori bo‘lib, bu holat yirik bazalt konlari joylashgan hududlarga ham xosdir.

Masalan, Namangan viloyatidagi “Gavay” bazalt koni joylashgan hududlarda yerlarning o‘rtacha sho‘rlanish darajasi 28 % ni, Jizzax viloyatidagi “Asmansoy” koni hududida 85,4 % ni, Navoiy viloyatidagi “Aydarqul” koni joylashgan hududlarda esa 92,9 % ni tashkil etadi [58–60].

Shu sababli bazalt xomashyosining tarkibida eruvchan tuzlar va boshqa mineral qo‘shimchalarning mavjud bo‘lish ehtimoli yuqori bo‘lib, bu holat bazalt tolasi hamda uning asosidagi issiqlik izolyatsiya materiallarining sifat ko‘rsatkichlariga ma’lum darajada ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

1.2-jadval

Quvurlar yuzasining korroziyabardoshligini tadqiq etish natijalari [61]

№	Bazalt asosidagi issiqlik izolyatsiya materiali qalinligi, mm	Korroziya qatlami qalinligi (5 yildan so‘ng), mm	Korroziya qatlami qalinligi (8 yildan so‘ng), mm	Korroziya qatlami qalinligi (10 yildan so‘ng), mm
1	50	0,33	0,87	1,30
2	80	0,19	0,41	0,92
3	100	0,11	0,27	0,51

**Turli konlardan olingan bazaltlardan ishlab chiqarilgan bazalt
paxtadan foydalanilganda metallarning korroziyalanish vaqtini aniqlash
bo'yicha tadqiqot natijalari [61]**

№	Ko'rsatkich nomi	"Gavasay" koni	"Asmansoy" koni	"Aydarqul" koni
1	Yuvilmagan bazaltdan olingan bazalt paxta qo'llanilganda quvurlarda korroziya paydo bo'lish vaqti, yil	6–8	5–6	2–4
2	Yuvilgan bazaltdan olingan bazalt paxta qo'llanilganda quvurlarda korroziya paydo bo'lish vaqti, yil	12	10–12	10–12
3	Ishchi uskunalari yuzasida korroziya paydo bo'lish vaqti (yuvilmagan bazalt asosida), yil	5	3	1
4	Bazalt koni joylashgan hudud tuprog'ining sho'rlanish darajasi, %	28,0	85,4	92,9
5	Ishchi uskunalari yuzasida korroziya paydo bo'lish vaqti (yuvilgan bazalt asosida), yil	12	12	12

1.2 Bazalt paxta asosidagi issiqlik izolyatsion materiallarning asosiy ko'rsatkichlarini qiyosiy tahlili

Energiya tejamlorligi bo'yicha yangi va yanada qat'iy me'yorlarning qabul qilinishi binolarni loyihalash va qurish tamoyillarini tubdan qayta ko'rib chiqish zaruratini yuzaga keltirdi. Buning sababi shundaki, mamlakatimizda an'anaviy qurilish materiallari va texnik yechimlardan foydalanish zamonaviy me'yorlarda talab etiladigan darajada binolarning tashqi to'suvchi konstruksiyalarining issiqlik qarshiligini ta'minlay olmaydi.

Foydalanilayotgan binolarning issiqlik himoyasini oshirishning samarali usullaridan biri ularning tashqi to'suvchi konstruksiyalarini qo'shimcha ravishda issiqlik izolyatsiyalash hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda eng ommabop issiqlik izolyatsiya materiallari qatoriga tolali materiallar asosidagi issiqlik izolyatorlari, xususan mineral paxtaning turli turlari kiradi (1-rasm).

Mineral paxta deb tolali tuzilishga ega bo'lgan va tovush hamda issiqlik izolyatsiyasi maqsadlarida qo'llaniladigan barcha materiallarga aytiladi. Jumladan, tosh paxta yoki bazalt paxta hamda shisha paxta mineral paxtaning asosiy turlaridan hisoblanadi [62]. Mineral paxtaning afzalliklari haqida umumiy holda gapirish maqsadga muvofiq emas, chunki bu atama g'ovak tuzilishga ega issiqlik izolyatsiya materiallari guruhining umumiy nomidir. Shu sababli ularning turlari va har birining o'ziga xos xususiyatlarini alohida ko'rib chiqish lozim.

Vertikal va gorizontal yuzalarni issiqlik izolyatsiyalash, shuningdek, tovush izolyatsiyasi uchun qo'llaniladigan materiallar GOST 52953–2008 standartida belgilangan [63]. Ular uch turga bo'linadi: shisha paxta, tosh (bazalt) paxta va shlak paxta. Shlak paxta metallurgiya sanoatining domna pechlarida hosil bo'ladigan shlak eritmasidan ishlab chiqariladi. Tuzilishining nisbatan bo'shligi va namlikni oson singdirishi sababli u binolarni issiqlik izolyatsiyalash uchun kam qo'llaniladi. Shu bois mazkur taqqoslashda shlak paxta ko'rib chiqilmaydi.



1.4-rasm. Jahonda mineral paxta ishlab chiqaruvchi yirik ishlab chiqaruvchilar

Shisha paxta ishlab chiqarish jarayoni oddiy shisha tayyorlash texnologiyasiga o'xshashdir. Xomashyo sifatida qum, bura, ohaktosh va soda qo'llaniladi. Bundan tashqari, shisha chiqindilaridan foydalanish imkoniyati mavjud bo'lib, bu mahsulot tannarxini sezilarli darajada kamaytiradi.

Dastlab xomashyo komponentlari yaxshilab aralashtiriladi va bunkerga uzatiladi. Aralashma taxminan 1400°C haroratgacha qizdiriladi. Bunday haroratda material erib, suyuq shisha massasiga aylanadi, biroq kristallanishiga yo'l qo'yilmaydi. Hosil bo'lgan eritma filyeralar orqali maxsus sentrifugaga yuboriladi. Yuqori markazdan qochma kuch va bug' oqimi ta'sirida eritma juda ingichka shisha tolalarga ajraladi.

Tolalarning o'zaro yaxshi birikishini ta'minlash maqsadida tarkibga polimer moddalar, asosan formaldegid smolalari qo'shiladi. Ularning miqdori umumiy massa tarkibining 4 % gacha qismini tashkil etishi mumkin. So'nggi yillarda shisha paxta ishlab chiqarishda neft asosidagi bog'lovchi moddalar ham qo'llanilib, tayyor mahsulotning mustahkamligini oshirmoqda.

Hosil qilingan massa 25°C haroratda quritiladi. Ushbu jarayon polimerlanish reaksiyasining yakunlanishini ta'minlaydi. Quritish davomida tolalar qotib, sarg'ish tusga kiradi. Yakuniy sovitishdan so'ng mahsulot kesiladi va plita yoki rulon ko'rinishida qadoqlanadi. Ular qalinligi va zichligi bo'yicha farqlanadi (2-rasm).

Olinadigan tolalarning diametri odatda 5–15 mkm oralig‘ida bo‘lib, tolalar uzunligi 15–50 mkm gacha yetishi mumkin. Minglab shunday tolalarning o‘zaro chirmashishi natijasida yetarli darajada mustahkam va deformatsiyalanishga chidamli material hosil bo‘ladi. Biroq alohida olingan har bir tola mo‘rt hisoblanadi va zarba ta‘sirida oson sinadi. Natijada mayda shisha zarrachalari hosil bo‘lib, ular teriga kirib qolishi sababli qichishish va terining ta‘sirilanishiga olib kelishi mumkin.



1.5-rasm. Shisha paxta rulon ko‘rinishida (a); bazalt paxta plita ko‘rinishida (b)

Bazalt asosidagi issiqlik izolyatsion plitalarni ishlab chiqarishda tog‘ jinslari xomashyo sifatida qo‘llaniladi. Shu sababli ushbu material tosh paxta deb ham ataladi. Xomashyo pechlarda 1500°C haroratda eritilib, maxsus sentrifugaga uzatiladi. Yuqori tezlikda aylanish natijasida umumiy eritma massasidan ingichka tolalar ajralib chiqadi. Hosil bo‘lgan tolalarga darhol bog‘lovchi moddalar qo‘shiladi. So‘ngra material yuqori bosim ostidagi havo yordamida kamera ichiga uzatiladi. Ushbu kamerada tolalar soviydi va bir-biriga chirmashib, g‘ovak tuzilmani hosil qiladi. Keyinchalik material mexanik usulda kesilib, kerakli shakl va o‘lchamlarga keltiriladi.

Bazalt paxta rulon yoki plita ko‘rinishida ishlab chiqariladi (2-rasm, b). Tola diametri odatda 3–5 mkm ni tashkil etadi, tolalar uzunligi esa 16 mm dan oshmaydi.

Issiqlik izolyatsion materiallarning ishlab chiqarish texnologiyalari bilan umumiy tanishib chiqqandan so‘ng, qaysi material — bazalt paxta yoki shisha paxta — afzalroq ekanligini aniqlash uchun ularning asosiy tavsiflarini ko‘rib chiqish maqsadga muvofiqdir.

Issiqlik o'tkazuvchanlik materialning issiqlik energiyasini uning issiq qismidan sovuq qismiga uzatish qobiliyatini ifodalaydi. Devorlar yoki pollarni issiqlik izolyatsiyalashda ushbu ko'rsatkich qanchalik kichik bo'lsa, issiqlikning bino ichidan tashqariga chiqib ketishi shunchalik sekinlashadi. Natijada isitish xarajatlari kamayadi.

Mineral paxtalarining tolali tuzilishga egaligi sababli, ularning issiqlik o'tkazuvchanligi asosan tolalar qalinligiga bog'liq bo'ladi. Diametri 5–15 mkm bo'lgan tolalardan tashkil topgan shisha paxtaning issiqlik o'tkazuvchanligi 0,038–0,046 $\text{Wt}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ni tashkil etadi. Diametri 3–5 mkm bo'lgan tolalarga ega bazalt paxtada esa ushbu ko'rsatkich 0,033 $\text{Wt}/(\text{m}\cdot\text{K})$ gacha kamayadi (3-rasm). Bazalt paxta tarkibidagi tolalar ingichkaroq bo'lganligi sababli, issiqlik uzatilishi uchun ko'proq vaqt talab etiladi. Shu bois bazalt paxta issiqlik izolyatsiyasi bo'yicha ustunlikka ega hisoblanadi [64].

Material massasiga uning zichligi ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Zichlik qanchalik yuqori bo'lsa, issiqlik izolyatsiyalanayotgan konstruksiyalarga tushadigan yuklama ham shunchalik katta bo'ladi. Shisha paxtaning zichligi odatda 11–200 kg/m^3 oralig'ida bo'ladi. Bazalt paxta esa 15–220 kg/m^3 zichlik diapazonida ishlab chiqariladi [65].

Bir xil o'lchamdagi rulonlar taqqoslanganda, bazalt paxta shisha paxtaga nisbatan zichroq bo'ladi va ushbu ko'rsatkich bo'yicha ustunlikka ega. Biroq bu ustunlikning ikkinchi tomoni ham mavjud — bazalt paxtaning massasi kattaroq bo'lib, konstruksiyaga qo'shimcha yuklama beradi [66].

Mineral paxtali o'rta qatlamga ega panellar qurilish sohasida keng qo'llaniladi. Ko'pikli poliuretanli mineral paxta issiqlik izolyatsiyasi bilan solishtirilganda, u tolali material hisoblanadi. Mineral paxta plitalarining mustahkamlik va deformatsion xususiyatlarini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar [67-68] deformatsiya moduli, siljish moduli hamda materialning ko'ndalang deformatsiya koeffitsiyenti tolalarning yo'nalishiga sezilarli darajada bog'liqligini ko'rsatdi.

Bu holat mazkur materialning ortotrop xususiyatga ega ekanligidan dalolat beradi.

Asosan, uzluksiz ishlab chiqarish liniyalarida tayyorlanadigan tom yopma panellarning konstruktiv tuzilishi bir-biriga o'xshash bo'ladi.

Panellarning yuqori qoplama qismi qalinligi 0,5–0,7 mm bo'lgan po'lat listlardan tayyorlanadi va ularda bir nechta bo'ylama gofralar hosil qilinadi. Ushbu gofralar panellar orasida ishonchli qulfli birikma hosil bo'lishini ta'minlaydi.

Pastki qoplama esa qalinligi 0,45–0,6 mm bo'lgan tekis yoki kam gofralangan po'lat listdan iborat bo'ladi. Panel tarkibidagi issiqlik izolyatsiya materialining tolalari qoplama sirtlariga perpendikulyar yo'nalishda joylashtiriladi, gofralardagi qo'shimcha tolalar esa ularga parallel holda orientatsiyalanadi.

Bunda o'rta qatlam kengligi 100 mm gacha va uzunligi 2,4 m gacha bo'lgan lamellardan shakllantiriladi. Lamellarning balandligi panel qalinligiga bog'liq bo'lib, odatda 80–200 mm oralig'ida bo'ladi. Tadqiq etilgan plitalarning kesimi tegishli rasmda keltirilgan.

Tom yopma panellar, asosan, ko'p tayanchli (ko'p oraliqli) sxema bo'yicha ishlaydi. Ikki qiyali tomlarda montaj qulayligi va yaxlitlikni ta'minlash maqsadida har bir qiyalik bo'ylab maksimal uzunligi 14 m gacha bo'lgan bitta panelni yotqizish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Biroq, tolali ortotrop o'rta qatlamga ega va lamellarga ajratilgan panellarning ko'p oraliqli sxemadagi ishlash xususiyatlarini hisobga oluvchi hisoblash usullari hozirgi kunda yetarli darajada ishlab chiqilmagan.

Konstruksiyanı chekli elementlar usuli asosida modellashtirish

Konstruksiyaning qoplama qatlamlari (obshivkalari) kichik qalinlikdagi qobiqlarni hisoblash uchun mos keluvchi to'rt tugunli va har bir tugunda oltita erkinlik darajasiga ega bo'lgan SHELL181 turidagi to'g'ri to'rtburchak shaklli plastinka elementlari yordamida modellashtirildi [69].

O'rta qatlam esa ortotrop material xossalarini hisobga olish imkonini beruvchi, sakkiz tugunli va har bir tugunda uchta erkinlik darajasiga ega bo'lgan SOLID185 turidagi uch o'lchamli elementlar yordamida modellashirildi.

Alohida e'tibor chekli elementlar to'rini shakllantirishga qaratildi. To'r parametrlari naturaviy tajribalar natijalari [70-71] asosida tanlandi. Modelni yaratish jarayonida gofra balandligi bo'yicha kuchlanishlarning sezilarli darajada o'zgarishi inobatga olindi. Shu sababli gofraning devori va yuqori polkasi kengligi bo'yicha uchta elementga bo'lindi.

O'rta qatlam elementlarining o'lchamlari maksimal darajada kub shakliga yaqin qilib tanlandi.

Ikki oraliqli hisoblash sxemasida tizimga quyidagi bog'lanish shartlari qo'llanildi: o'rta tayanch gorizontal va vertikal siljishlardan mahkamlandi, chekka tayanchlar esa faqat vertikal siljishlardan cheklab qo'yildi. Bog'lanishlar tizimi yordamida konstruktiv talablar bo'yicha uzunligi kamida 60 mm bo'lishi lozim bo'lgan tayanch zonasi modellashirildi.

Taklif etilgan modellar yordamida olingan natijalarning ishonchliligini tekshirish maqsadida hisoblash natijalari Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetining metall va yog'och konstruksiyalar kafedrasida bajarilgan panel sinovlari natijalari bilan taqqoslandi [71]. Tajriba jarayonida olingan ma'lumotlar hisoblash modeli natijalarini baholash va aniqlashtirish uchun asos bo'lib xizmat qildi.

I Bob Adabiyotlar sharhi bo'yicha xulosalar

Mahalliy va xorijiy ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatdiki, bazalt tolalari asosidagi kompozit materiallar yuqori mustahkamlik, korroziyaga chidamlilik, issiqlik barqarorligi hamda nisbatan past zichlik kabi afzalliklarga ega bo'lib, qurilish, mashinasozlik, energetika va boshqa sanoat tarmoqlarida keng qo'llanilmoqda. Bazalt xom ashyosining tabiiyligi, ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi ushbu materiallarni zamonaviy kompozitlar orasida istiqbolli yo'nalishlardan biriga aylantirmoqda.

Tadqiqotlar natijalari bazalt tolalarining fizik-mexanik xossalari kompozit materiallarning ekspluatatsion ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi. Ayniqsa, tolalarning o'lchami, armaturalash darajasi, matritsa turi va ularning o'zaro adgeziya xususiyatlari kompozitlarning mustahkamligi hamda uzoq muddatli xizmat qilishiga bevosita ta'sir etadi. Shu bilan birga, bazalt tolali kompozitlar ishlab chiqarishda bog'lovchi moddalar, texnologik parametrlar va shakllantirish usullarini optimallashtirish masalalari dolzarb bo'lib qolmoqda.

Adabiyotlar tahlili shuni ham ko'rsatdiki, bazalt asosidagi kompozit materiallar ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, mahalliy xom ashyolardan samarali foydalanish, mahsulot tannarxini kamaytirish hamda fizik-mexanik xossalarni yaxshilash bo'yicha qo'shimcha ilmiy tadqiqotlar olib borish zarur. Shu sababli mazkur dissertatsiya ishida bazalt asosidagi kompozit materiallar ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish va ularning sifat ko'rsatkichlarini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar olib borish ilmiy va amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

II BOB. TADQIQOT USULLARI VA USKUNALAR

2.1 Bazalt tolasini tadqiq qilishning fizik-kimyoviy usullari

Dissertatsiya ishini bajarish jarayonida xomashyo va ulardan olingan bazalt tola hamda ular asosidagi kompozit materiallarning fizik-mexanik xossalarini tahlil qilishda zamonaviy va an'anaviy tahlil usullaridan foydalanilgan.

Foydalanilgan xomashyo va olingan mahsulotlarning fazaviy tarkibi rentgenografik usulda aniqlandi. Namunalarni rentgenografik tahlil qilishda lau va difrakto metodlari bor bo'lgan polikristallarni tahlil qilish metodlaridan foydalandik. Zarrachalari 10 mkm gacha maydalangan va diametri 2×10^{-3} shisha kyuvetada presslangan namunalarni difraktografik suratlarini olishni kukunlash metodi bo'yicha o'tkazildi.

Kimyoviy tahlil. Xomashyo va shishalarning ning kimyoviy tarkibi standart uslubda MDH davlatlarida joriy qilingan GOST 8269.1-97 "Sheben i graviy iz plotnix gornix porod i otxodov promishlennogo proizvodstva dlya stroitelnix rabot. Metod ximicheskogo analiza" va GOST 32362-2013 "Steklo neorganicheskoe i steklokristallicheskie material. Opreddenie ximicheskogo sostava. Obshie trebovaniya k metodam opredeleniya soderjaniya osnovnix ximicheskix komponentov" davlat andozalari asosida o'rganildi. Tog' jinsining kimyoviy tahlili energiya dispersiv rentgen lyuminessensiya spektrometri Rigaku NEX CG EDXRF (AQSH) yordamida aniqlandi.



2.1-rasm. NEX CG EDXRF spektrometri

Rentgenfazali tahlil. Namunalarga tegishli bo'lgan difraksion tasvirlar Shimadzu, Japan XRD-6100 uskunasi CuK α nurlanish (β -filtr, Ni,

$\lambda=1.54178\text{\AA}$, rentgen trubkasidagi tok kuchi va kuchlanish 30 mA, 30 kV) ta'sirida bajarildi. Bunda detektorning doimiy aylanish tezligi 4 grad/min, 0,02o qadamda ($\omega/2\theta$ bog'lanish) bo'lib, skanirlash burchagi 4o dan 80o ga qadar olib borildi. Namunalarning aylanish tezligi 30 ayl/daqiqaga teng bo'lgan aylanali kamerada tahlil qilindi. Fazalarni belgilashda [142; 1-31 b., 143; 782 b.] manbalardagi ma'lumotlardan foydalanildi.



2.2-rasm. XRD-6100 Shimadzu difraktometri

Infraqizil spektroskopiya. Xomashyo va tajriba namunalarining IQ-spektr tahlili esa ikki nurli registratsiya qiluvchi spektrometr SHIMADZU IRAffinity-1 qurilmasidada 400-4200 cm^{-1} intervalda standart metodika bo'yicha o'tkazildi. Infraqizil spektroskopiya (IQ spektroskopiya), infraqizil mintaqada elektromagnit nurlanishning yutilish va aks etish spektrlarini o'rganuvchi molekulyar optik spektroskopiya, ya'ni usul absorbsiya hodisasiga asoslangan sinov ob'ekting funksional guruhlarini bo'yicha infraqizil diapazondagi elektromagnit nurlanishning yutilish kvantlar tomonidan molekulyar tebranishlarning qo'zg'alishi bilan bog'liq. Molekulasi infraqizil nurlanish bilan nurlanganda, chastotalari faqat valent deformatsiya va mayatnik tebranishlar chastotalariga mos keladigan kvantlar yutiladi. Alohida molekulaning spektral

xarakteristiklari (tarmoqli maksimumlarning pozitsiyalari, ularning kengligi va intensivligi) uning tarkibiy atomlarining massalariga, tuzilishi geometriyasiga, bog'lanish kuchlarning xususiyatlariga, zaryadlarning taqsimotiga va boshqalarga bog'liq. Atom guruhlarining xarakterli yutilish polosalari soni, ularning intensivligi va infraqizil spektrlarda kuzatiladigan maksimumlarning holati alohida birikmaning tuzilishi yoki murakkab moddalarning tarkibiy tarkibini o'rganishda muhim hisoblanadi. Yutilish tasmasining intensivligi ulardan infraqizil nurlar o'tganda namunaning atom yoki funksional guruhlari tomonidan yutilgan energiyaga son jihatdan teng qiymat bilan aniqlanadi. Buning uchun namunalar agat hovonchada maydalandi va kaliy bromid yordamida shakillandi. Bunda namunalar va KBr 1,5 mg:200 mg nisbatlarda olindi.

Mikroskopik tahlil. Materiallarning morfologiyasini to'g'ridan-to'g'ri umdan nm gacha bo'lgan shkalalarda ko'rish qobiliyati materialshunoslik va qattiq jismlar kimyosi uchun juda muhimdir. JEOL JSM-IT200 10 nm gacha kattalashatiruvchi ruxsatiga ega bo'lgan skanerlovchi elektron mikroskopdir. Boshqa ba'zi foydali xususiyatlar quyidagilardir:

Yuqori va past vak bilan ishlash, ~120 Pa gacha.

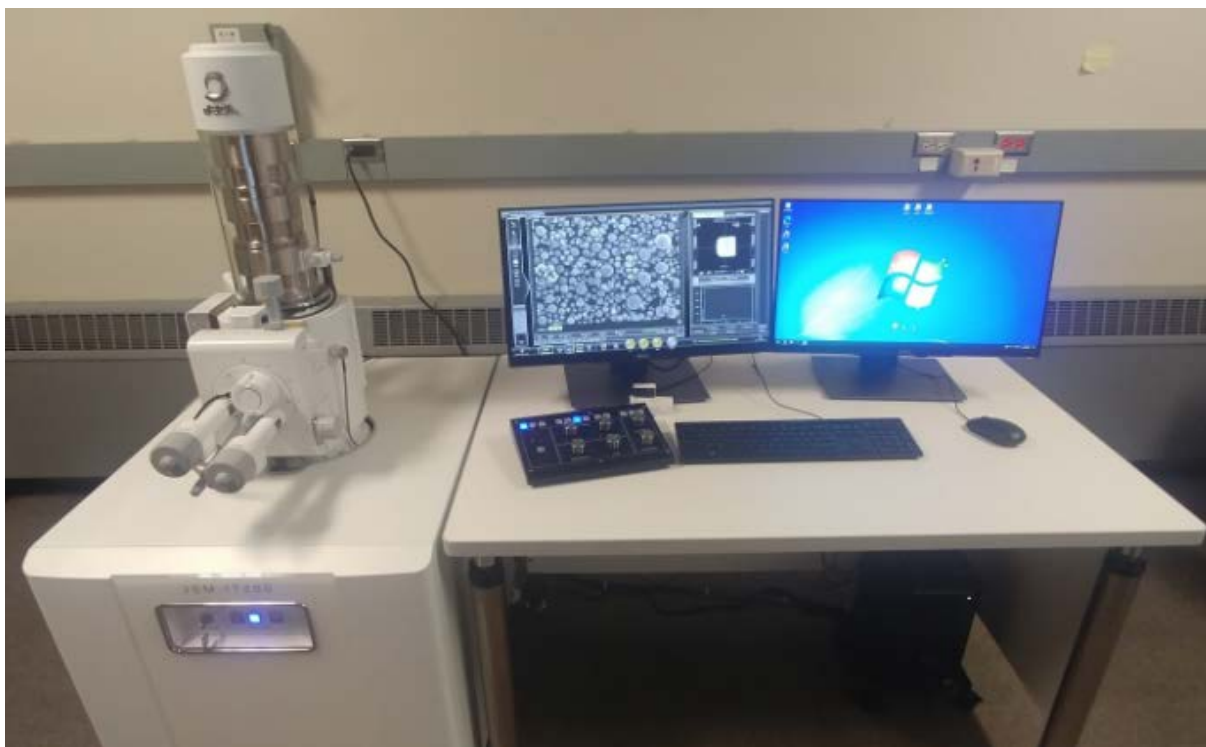
Qo'shimcha morfologiya va kompozitsion ma'lumotlar uchun ikkilamchi elektron va orqaga tarqalgan elektron detektorlari

Nuqta identifikatori, hududni skanerlash, chiziqli skanerlash va xaritalash bilan elementar tahlil qilish uchun rentgen nurlari energiya dispersiv spektroskopiyasi (EDS).

Qo'lda aylanish va egilish bilan XY motorli bosqich.

Qoidaga ko'ra, namunalar yaxshi tasvirlarni yaratish uchun o'rtacha darajada o'tkazuvchan bo'lishi kerak va ustunga / qurolga shikast etkazmaslik uchun substratga o'rnatilishi kerak. Namuna o'rnatish strategiyalari tahlildan oldin Brett bilan muhokama qilinishi mumkin.

Tashqi foydalanuvchilar uchun, agar trening tasdiqlanmasa, namunalar CIF xodimlari tomonidan tahlil qilinadi. Bu tahlilni talab qiladigan namunalar chastotasi va soniga asoslanadi.



2.3-rasm. JEOL JSM-IT200 skaner elektron mikroskopi

Kislotalilik moduli. Bazalt tolasining yaroqliligining asosiy ko‘rsatkichlaridan biri fizik -kimyoviy, mineralogik, geokimyoviy, petrografik va boshqa xususiyatlar bilan bir qatorda kislotalilik moduli hisoblanadi:

$$M_K = \frac{XSiO_2 + XAl_2O_3}{XCaO + XMgO}$$

Bu yerda: XR_mO_n -tarkibidagi oksidlarning massa ulushi.

Bundan tashqari, kislotalilik moduli qanchalik yuqori bo‘lsa, tola suv va namlikka shunchalik chidamli bo‘ladi va shuning uchun ham bardoshli bo‘ladi. Shu bilan birga, $SiO_2 + Al_2O_3$ ning oshishi hisobiga kislotalilik modulining oshishi erish nuqtasining oshishiga, eritmaning yopishqoqligining oshishiga va yakuniy mahsulotni eritish mahsuldorligining pasayishiga olib keladi. Kislotalilik moduli kamida 1,5-1,8 bo‘lishi kerakligi, bir komponentli bazalt aralashmalari uchun 4,0 gacha, ba‘zan esa 5,5-7,0 gacha ko‘tarilishi tajriba yo‘li bilan aniqlangan.

Qovushqoqlik moduli. Bazalt xomashyosidan tola olish jarayonida qovushqoqlik darajasining texnik me‘yolarini (2.2-3.0) ko‘rib chiqish lozim. Qovushqoqlik moduli:

$$M_q = \frac{MSiO_2 + 2MAl_2O_3}{2MFe_2O_3 + MFeO + MCaO + MMgO + MK_2O + Na_2O}$$

Bu yerda: XR_mO_n -Tarkibida oksidlarning miqdoriy ulushi

Gil-tuproqlilik darajasi. Gil-tuproqlilik darajasi uzluksiz bazalt tolasi olishda qovushqoqligiga katta tasir ko'rsatadi va quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$al^1 = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3 + FeO + MgO}$$

Shunday qilib, hamma namunalarning bazaltoidlari yuqori va gil-tuproqlilik darajasi $al^1 > 1$ bo'lishi lozim. Quyidagi jadvalda istiqbolli maydonlardan olingan namunalarning gil-tuproqlilik darajasi keltirilgan.

2.2 Tolalarning mexanik sinovlari

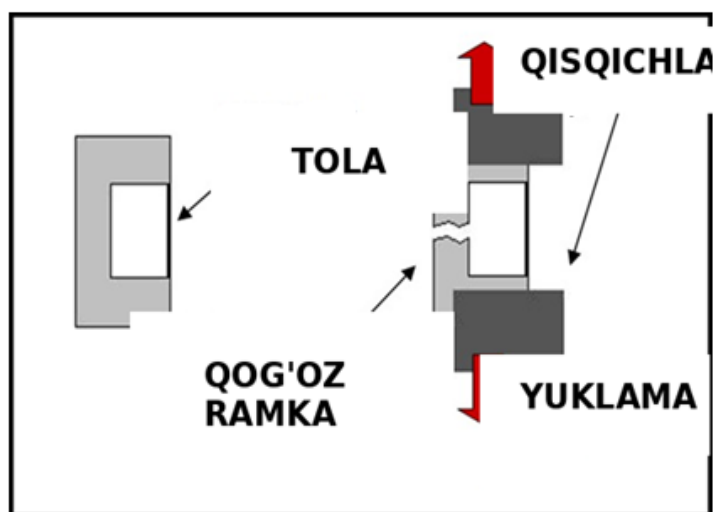
Tolalarning mexanik sinovlari

Tolalarning uzilishdagi mustahkamligi xona haroratida ikkita sinov qurilmasida aniqlangan: FM-27 markali uzilish mashinasi (Vengriya) va Instron 5944 universal sinov mashinasi (AQSh) (2.4-rasm).

Sinovlarni o'tkazish uchun har bir turdagi 100 tadan ortiq alohida tolalar qog'oz ramkalarga mahkamlangan bo'lib, bunda sinalayotgan tola qismining uzunligi 10 mm ni tashkil etgan (2.5-rasm).



2.4-rasm. Instron 5944 mexanik sinov majmuasi.



2.5-rasm. Tolaning qog'oz ramkaga mahkamlash sxemasi.

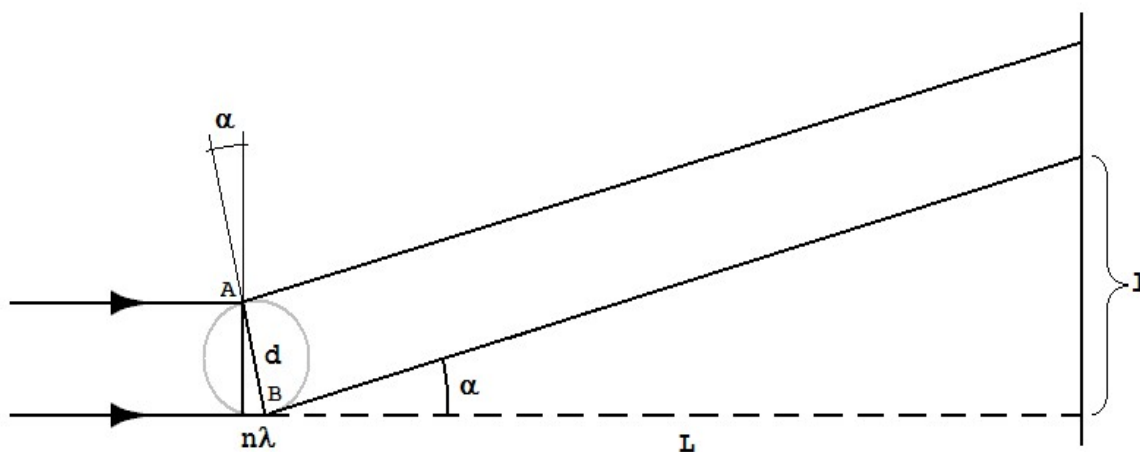
Har bir tolaning diametri namunaning uzunligi bo‘ylab o‘rta qismida lazer interferometriyasi usuli yordamida o‘lchangan. Tola mahkamlangan ramka vertikal holatda ushlagichga joylashtirilib, lazer nuri tolaning markaziy qismiga yo‘naltirilgan. Natijada ekranda lazer nurining tor yoriqdagi interferensiyasiga xos tasvir kuzatilgan, ya’ni yoritilganlik maksimum va minimumlari davriy almashinib turuvchi gorizontaal chiziq hosil bo‘lgan.

Lazer nuri tolaga tushganda nurlanish sochilishi yuz beradi va tola yuzasidagi A va B nuqtalar ikkilamchi nurlanish manbalari sifatida qaraladi (2.4-rasm). A va B nuqtalardan tarqaluvchi ikkilamchi parallel nurlar kuzatish burchagi α qiymatiga bog‘liq holda fazalari mos kelib, ekranda intensivlik maksimumini yoki qarama-qarshi fazada bo‘lib, intensivlik minimumini hosil qiladi.

Shunday qilib, tajriba geometriyasidan kelib chiqib, agar

$$\sin \alpha = n\lambda/d$$

bo‘lsa (bu yerda n – butun son), ekranda nurlanish intensivligining maksimumi kuzatiladi.



2.6-rasm. Tola yuzasida lazer nurining interferensiya sxemasi.

O‘tkazilgan tajribalarda ekrandagi intensivlikning to‘rtinchi maksimumigacha bo‘lgan masofa ($n = 4$) o‘lchangan. Tola diametri quyidagi formula yordamida hisoblangan:

$$d = n\lambda \frac{\sqrt{L^2 - l^2}}{l}$$

bu yerda:

- L – namuna bilan ekran orasidagi masofa;
- λ – lazer nurlanishining to‘lqin uzunligi;
- l – to‘rtinchi maksimumgacha bo‘lgan masofa.

Hisoblangan diametr qiymatlari keyinchalik tolaning uzilishdagi mustahkamligini aniqlash uchun ishlatilgan.

Diametr aniqlangandan so‘ng, sinov namunasi mahkamlangan qog‘oz ramka sinov mashinasi qisqichlariga o‘rnatilib, kesib tashlangan. Qisqichlar orasida qolgan tolaga mexanik yuklama berilgan. Yuklama berish tezligi FM-27 qurilmasida 1,3 mm/min, Instron 5944 qurilmasida esa 1,0 mm/min ni tashkil qilgan.

Sinov natijalari «yuklama – cho‘zilish» koordinatalarida qayd etilgan. Olingan eksperimental ma’lumotlar asosida uzilish yuklamasi aniqlanib, har bir alohida tola uchun uzilishdagi mustahkamlik qiymatlari hisoblangan.

Har bir turdagi tolalar uchun olingan mustahkamlik qiymatlari Mathcad 14.0.0.163 dasturiy paketi yordamida Veybull taqsimoti asosida statistik ishlovdan o‘tkazilgan.

Har bir namuna uchun mustahkamlik qiymatlari o‘sish tartibida joylashtirilgan. So‘ngra har bir qiymat uchun buzilishning integral ehtimolligi quyidagi formula yordamida aniqlangan:

$$P_i = \frac{i}{N+1}$$

bu yerda:

- i – joriy qiymatning tartib raqami;
- N – tanlanmadagi umumiy qiymatlar soni.

Keyinchalik eksperimental ma’lumotlar ikki parametrlilik bir modali va ikki modali Veybull taqsimotlari yordamida approksimatsiya qilingan.

Bir modali Veybull taqsimoti (tolaning uzilishiga bitta turdagi nuqsonlar, masalan, tola yuzasidagi notekisliklar sabab bo‘lganda) quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi:

$$F_1(\chi, \sigma, m) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{\chi}{\sigma}\right)^m\right)$$

bu yerda:

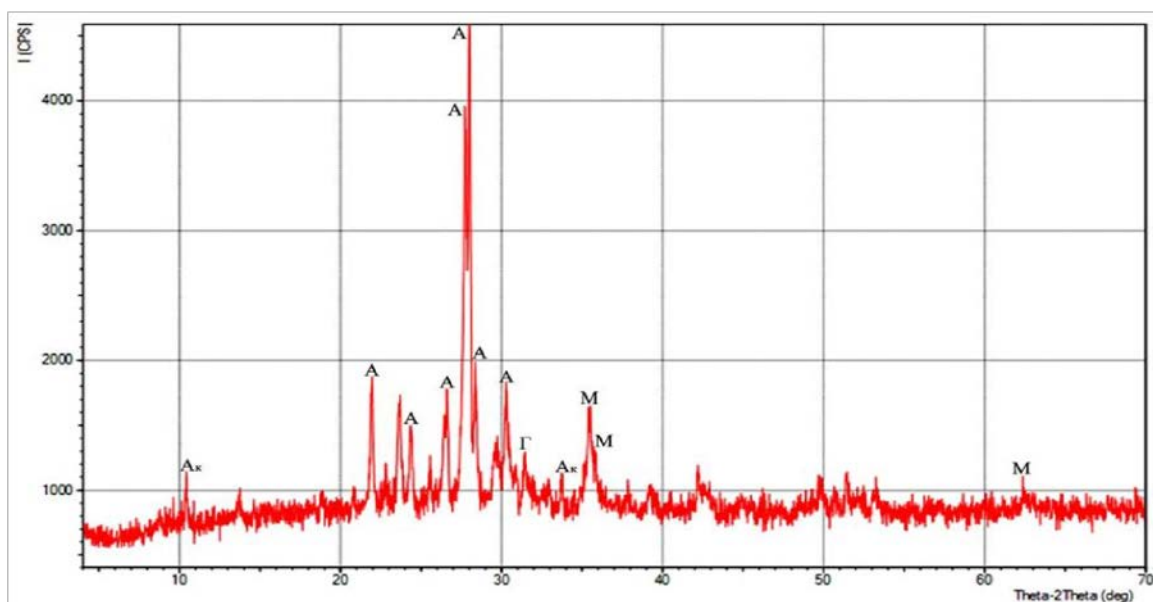
- σ – xarakterli mustahkamlik;
- m – Veybull moduli.

Xarakterli mustahkamlik σ qiymati tanlanmadagi tolalarning 62,3 % qismi buziladigan yuklama darajasini ifodalaydi. Veybull moduli esa taqsimotning kengligini, ya'ni mustahkamlik qiymatlarining tarqalish darajasini tavsiflaydi.

III BOB. BAZALT ASOSIDAGI KOMPOZIT MATERIALLARINI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

3.1 Qo‘llaniladigan xom-ashyo materiallari va ularning xarakteristikasi

Bazalt – vulqon va magmatik o‘zgarishlar natijasida hosil bo‘lgan tog‘ jinsi hisoblanadi. Kimyoviy tarkibida SiO_2 45-52%; CaO 6-12%; Al_2O_3 15-18%; MgO 5-7% ; Fe_2O_3 8-15% va boshqa oksidlar mavjud. Mineralogik tarkibi asosan dala shpatlari (plagioklazlar) guruhidagi anortit, avgit, va olivin fazalaridan iborat. Tabiatda noshaffof, qirralari uchli, to‘q kulrang va qora ranglarda uchraydi. Moos shkalasi bo‘yicha qattiqligi 5-7 atrofida bo‘ladi. Osmonsoy bazaltining mineralogik tarkibini aniqlash uchun rentgen tahlil jarayoni olib borildi va olingan natijalar quyidagi 3.1-rasmda keltirilgan.



A-anortit, A_k-aktinolit, Γ-gonnardit, M-magnetit.

3.1-rasm. Osmonsoy bazaltining rentgenogrammasi.

Rentgen tahlili natijasida Osmonsoy koni bazaltlari tarkibida anortit $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ($d = 4,05; 3,20; 3,18; 3,14; 2,94 \text{ \AA}$), aktinolit $(\text{Ca,Fe,Na})_2(\text{Mg,Fe})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH,F,Cl})_2$ ($d = 8,74; 2,72; \text{\AA}$), magnetit Fe_3O_4 ($d=2,53, 2,52, 1,48 \text{ \AA}$), gonnardit $(\text{Na,Ca})_2[(\text{Si,Al})_5\text{O}_{10}] \cdot 3[\text{H}_2\text{O}]$ ($d = 2.89 \text{ \AA}$) kabi mineral fazalari mavjudligi aniqlandi.

Bir qator eksperimental ma’lumotlarga qo‘ra, tog‘ jinsining erish jarayonida uning tarkibidagi kremniy oksidi miqdori 51% dan oshmasligi kerak,

chunki u qovushqoqlikni oshiradi va kristallanish qobiliyatini pasaytiradi. Alyuminiy oksidining eritma qovushqoqligiga ta'siri xuddi kremniy oksidi kabi xususiyatga ega. 10% gacha Al_2O_3 mavjud bo'lganda eritmaning qovushqoqligi pasayishi aniqlangan. MgO ning miqdorini oshishi ham qovushqoqlikning pasayishiga va kristallanish qobiliyatini oshiradi.

Tog' jinslarining tarkibidagi SiO_2 miqdorini aniqlash asosiy omil hisoblanib, bu esa o'z navbatida tog' jinslarini sinflarga ajratishga xizmat qiladi. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda Osmonsoy konining turli maydonlaridan olingan bazalt namunalarining kimyoviy tarkibi o'rganildi. Natijalar qo'yidagi 3.1–jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

Osmonsoy koni bazaltlarining kimyoviy tahlil natijalari

№	Oksidlar miqdori, mass. %:												
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	Cr_2O_3	P_2O_5	Mn_2O_3	SO_3	k.k.m.
1	46,26	15	12,69	10,15	4,85	3,18	1,3	2,59	0,05	0,06	0,2	0,28	3,39
2	45,72	15,48	11,27	12,11	4,31	2,7	1,53	2,14	0,06	0,007	0,18	0,25	4,24
3	46,22	15,17	12,52	9,53	4,96	2,97	1,18	2,33	0,066	0,07	0,21	0,22	4,55
4	47,49	17,29	12,12	7,4	5,44	3,38	0,82	2,54	0,05	0,02	0,19	0,17	3,09
5	45,43	18,61	10,87	9,24	5,8	3,67	0,7	2,28	0,057	0,05	0,18	0,13	2,98
6	50,07	17,87	10,34	10,02	3,95	2,75	1,49	1,35	0,0791	0,01	0,22	0,12	1,73
7	50,1	17,92	9,1	8,12	3,28	4,07	1,81	0,74	0,04	0,05	0,37	0,11	4,29
8	48,53	18,04	10,3	9,05	2,85	4,3	1,45	1,73	0,04	0,04	0,14	0,12	3,41
9	45,9	14,5	9,87	11,4	4,82	5,04	0,28	2,29	0,0127	0,28	0,15	0,18	5,27
10	45,7	20,83	8,3	8,92	4,95	3,39	0,42	0,79	0,047	0,06	0,17	0,19	6,23
O'rtacha	47,14	16,98	10,73	9,59	4,52	3,54	1,09	1,87	0,05	0,06	0,2	0,17	4,06

*k.k.m.-kuydirilishda ketgan miqdor.

3.2-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, SiO_2 miqdori 45,43% dan 50,1% gacha oralig'ida bo'lib, ushbu ko'rsatkichlar Osmonsoy koni bazaltlari kimyoviy tarkibiga ko'ra asosli ravishda magmatik tog' jinslari sinfiga mansubligi aniqlandi. O'z navbatida magmatik tog' jinslari kimyoviy tarkibiga bog'liq ravishda bir qancha guruhlariga bo'linadi va shu maqsadda Osmonsoy

bazaltining kimyoviy tarkibi bir qancha manbalarda keltirilgan boshqa mintaqalardagi bazaltlar tarkiblari bilan solishtirildi. Natijalar 3.2–jadvalda keltirilgan.

3.2-jadval

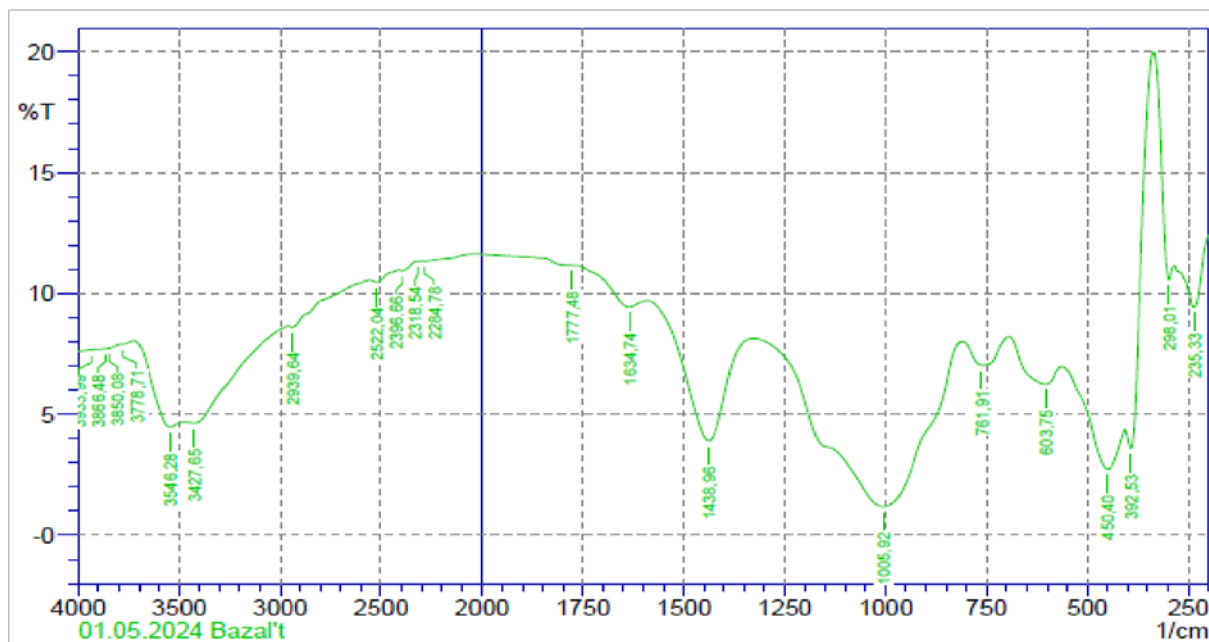
Dunyoning turli mintaqalaridagi bazaltlarning kimyoviy tarkibi

Oksid (mas.%)	Frakiya viloyati, Turkiya	Janubiy Antaliya, Turkiya	Arxangelsk viloyati, Rossiya	SGF, Braziliya	VreloKopaonik, Serbiya	VreloKopaonik, Serbiya	Misr	Osmonsoy, O‘zbekiston
SiO ₂	45.91	43.18	45.83	51.42	56.21	49.33	48.39	47.14
Al ₂ O ₃	12.16	13.15	15.34	13.81	18.61	16.13	13.98	16.98
Fe ₂ O ₃	10.74 ^a	13.49 ^a	1.52	7.36	1.15	3.81	12.63 ^a	10.73 ^a
FeO	-	-	9.16	5.83	2.97	2.68	-	-
CaO	9.12	9.67	7.72	10.45	7.78	8.87	9.16	9.59
MgO	12.16	8.48	6.78	6.29	3.40	6.48	6.92	4.52
K ₂ O	4.25 ^b	2.78	1.33	0.70	3.37	2.70	0.79	1.09
Na ₂ O	-	4.27	3.37	2.45	4.73	3.30	2.50	3.54
TiO ₂	2.93	3.34	7.61	1.37	1.11	1.94	-	1.87
MnO	-	-	0.21	0.20	-	0.14	-	-
Mn ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	0.2
P ₂ O ₅	-	0.96	-	0.14	-	-	-	0.06
H ₂ O	-	-	-	-	-	1.57	-	-
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	0.05
k.k.m ^s	2.72	-	-	-	-	-	5.32	4.06
^a FeO+Fe ₂ O ₃ ^b K ₂ O+Na ₂ O ^c kuydirilishda ketgan miqdor								

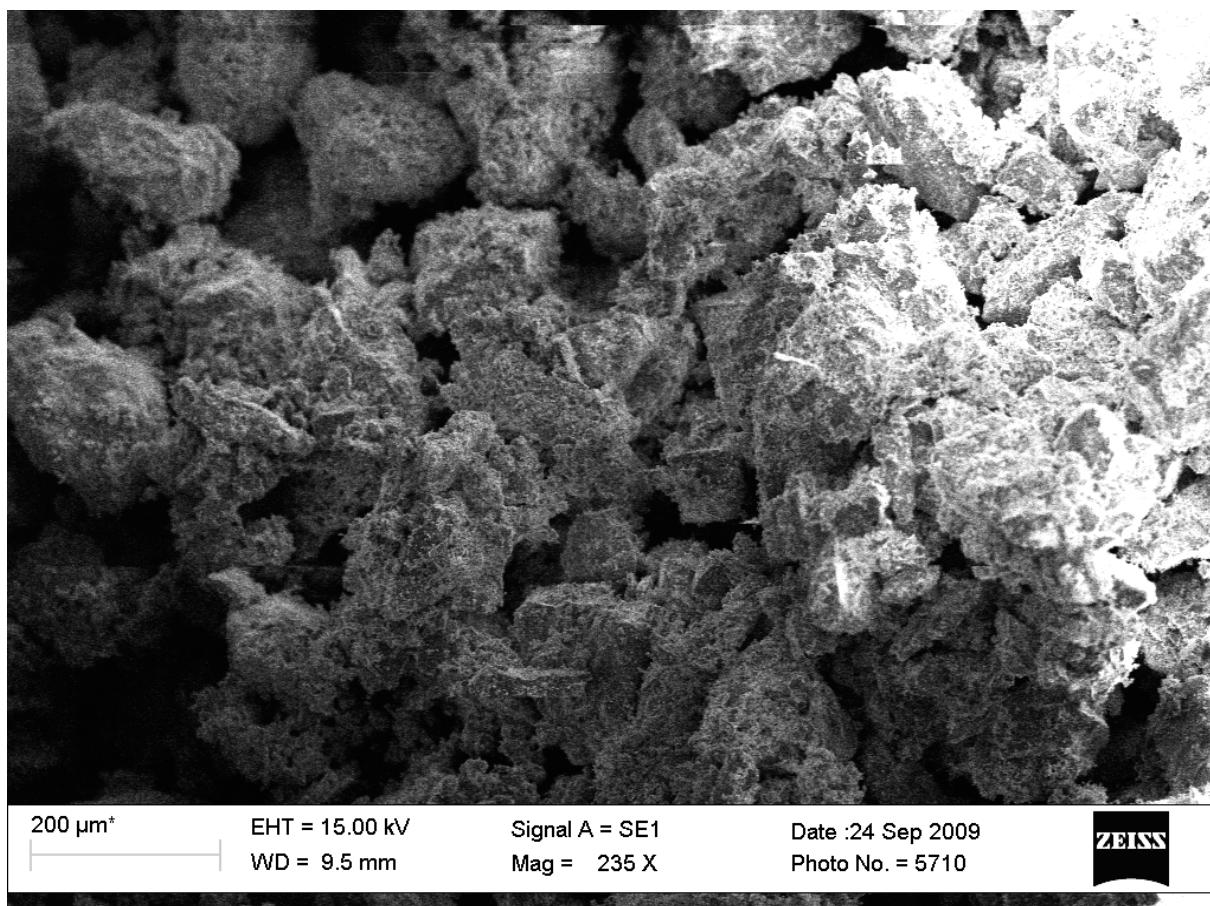
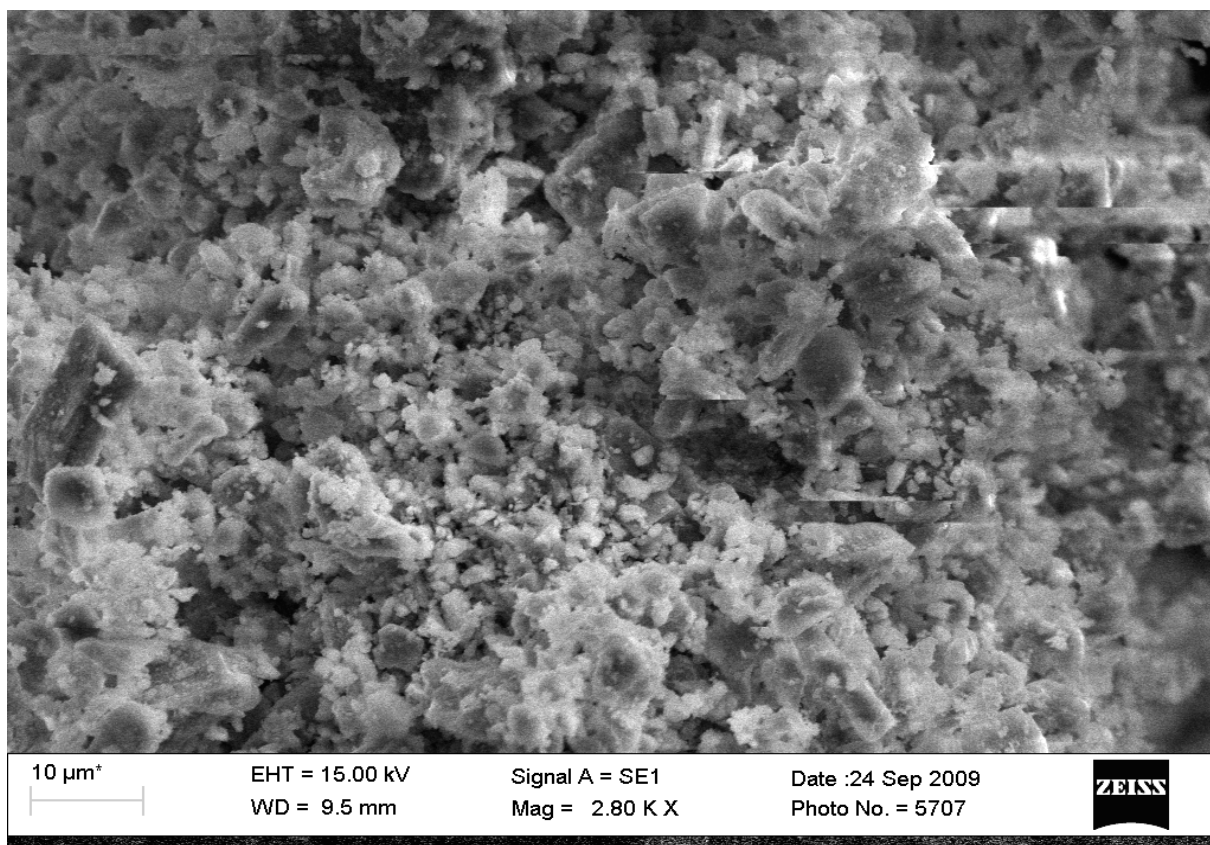
Kimyoviy tarkibidagi SiO₂ miqdori bo‘yicha magmatik jinslar qo‘yidagicha tasniflanadi: ultramafik (SiO₂<45%); asosiy (52% < SiO₂<45%); oraliq (66%< SiO₂ <52%) va kislotali (SiO₂>66%). Osmonsoy bazalti kimyoviy tarkibiga ko‘ra asosiy (52% < SiO₂<45%) guruhga kiradi deb tasniflash mumkin. Ma’lumki, agar tog‘ jinsi bazaltlarning kimyoviy tarkibida FeO+Fe₂O₃ miqdori 0,5 dan ortiq bo‘lsa, shisha eritmasining sovush jarayonida kristall faza paydo bo‘lishi mumkinligi to‘g‘risida manbada ma’lumotlar keltirilgan.

O‘rganilayotgan bazalt namunasidan IQ-spektr nurlarining o‘tishi tipik silikatlariga xos bo‘lgan to‘lqin yutilishlarni ko‘rsatdi. 450,40 sm-1 va 1005,92 sm-1 to‘lqin uzunliklari asosiy valentlik yutilish zonasining qatlamli tuzilishdagi

Si–O– Si (disilikat tipdagi) guruhga mos keladi. 761,91 sm^{-1} to‘lqin uzunligi $[\text{AlO}_4]$ bog‘lanishli birikmaning yuqori chastotali antisimmetrik valent to‘lqin tebranishiga sabab bo‘lgan, deformatsion tebranishdagi 603,75 sm^{-1} to‘lqin uzunligi faol bo‘lmagan $[\text{TiO}_6]$ guruhiga mos keladi. 1438,96 sm^{-1} va 1634,74 sm^{-1} to‘lqin uzunliklari S–O guruhining valent to‘lqin tebranishini ifodalagan. 3427,65 sm^{-1} chastotali to‘lqin uzunligi (OH)- guruhiga mos keladi, shuningdek 3546,28 sm^{-1} va 3778,71 sm^{-1} chastotadagi to‘lqin o‘zunliklaridagi deformatsion tebranishlar xlorit minerallari guruhlariga xos bo‘lib, bu esa o‘z navbatida kimyoviy bog‘langan suvni ifodalaydi va natijalar quyidagi 3.2-rasmda keltirilgan.



3.2-rasm. Osmonsoy bazaltning IQ-spektr tahlil chizmasi.



3.3-rasm. Bazalt kukunining rastri elektron mikroskopiyesi

3.2 Mahalliy bazalt asosida kompozitning tarkibini ishlab chiqish

Mahalliy xom ashyolar asosida bazalt paxta qoplama materiallari ishlab chiqarish uchun bazalt mineraliga turli qo'shimcha xom ashyo va sanoat chiqindilaridan foydalanib kelinmoqda.

Mineral paxtaning suvga chidamliligini oshirishga uning kimyoviy tarkibini nordonlashtiruvchi qo'shimchalar bilan boshqarish orqali erishiladi, masalan, tarkibida yuqori miqdorda kislotali oksidlar SiO_2 va Al_2O_3 bo'lgan ba'zi tog' jinslari. Bunday qo'shimchalar sifatida gabbro-bazalt guruhi jinslari va kimyoviy tarkibi bo'yicha ularga o'xshash metamorfik jinslar ishlatiladi (ilovadagi 2-jadval). Domna shlaklari uchun eng yaxshi nordonlashtiruvchilar bazaltlar, amfibolitlar va diabazlar bo'lib, ularning suyuqlanish harorati $1200...1250^\circ\text{C}$ ni tashkil etadi. Shuningdek, qiyinroq eriydigan xomashyolar: granit, perlit, qumtosh va qurilish sanoatining ayrim chiqindilari (silikat yoki loy g'isht parchalari) ham qo'llaniladi.

Tabiiy xomashyolar asosida olingan issiqlik izolyatsiyalovchi buyumlar uchun silikat tolalarning sifati ko'p hollarda domna shlaklaridan olingan tolalarga qaraganda yuqori bo'ladi. Bunday tolalar diametri kichik, uzunligi va elastikligi katta, gidrolitik chidamliligi (suvga chidamliligi) yuqori bo'ladi. Shuning uchun gabbro-bazalt guruhi tog' jinslaridan nafaqat domna shlaklariga nordonlashtiruvchi qo'shimcha sifatida, balki shixtaning asosiy komponenti sifatida ham foydalanish mumkin. Vagrankalarda yuqori intensivlikda qizdirib puflab eritishda ohaktosh yoki dolomit qo'shilgan diabaz yoki bazaltlardan mineral paxta olinadi. Ba'zi turdagi ohaktoshlar va dolomitlarning kimyoviy tarkibi ilovadagi jadvalda keltirilgan. Qator hollarda tabiiy xomashyolar shlaklarga qaraganda qiyinroq eriydi. Shuning uchun vagrankalarning ish unumdorligini oshirish uchun tog' jinslarining 20...40 mm li chaqiq toshidan foydalaniladi, bu esa uni tezroq qizdirish, eritish va eritmani gomogenizatsiyalash maqsadida qo'llaniladi.

Tabiiy xomashyo materiallarini vagrankalarda suyuqlanma olish uchun ham, vanna pechlarida ham qo'llash mumkin. Vagrankalarda eritish uchun yuqori

mustahkamlikka, kimyoviy tarkibining doimiyligiga va qizdirilganda deyarli isrof bo'lmaydigan otqindi tog' jinslari ko'proq yaroqlidir. Cho'kindi jinslar qizdirilganda katta isrofga uchraydi, shuningdek, mexanik mustahkamligi past bo'lgan mergellar ko'pincha vagrankalarda suyuqlanma olish uchun yaroqsiz bo'ladi.

Shixtani hisoblash uchun boshlang'ich ma'lumotlar sifatida xomashyoning kimyoviy tarkibi va turli koeffitsiyentlar (modullar) xizmat qiladi, ularning qiymatlari kislotali va asosli oksidlar miqdorining nisbati bilan aniqlanadi. Odatda vagrankalarda eritish uchun shixtalar ikkita komponentdan iborat: tarkibida ko'p miqdorda SiO_2 va Al_2O_3 bo'lgan kislotali va CaO va MgO ning yuqori miqdori bilan tavsiflangan asosli. Mineral paxta olish uchun shixtaning yaroqliligini baholashning asosiy mezoni kislotalilik moduli

$$M_K = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO}$$

Bu shixtadagi kislotali oksidlar yig'indisining asosli oksidlarga nisbatini ifodalaydi. Mavjud standartga ko'ra, A turdagi mineral paxtaning kislotalilik moduli 1,6 dan yuqori, B turdagi paxta uchun 1,4 dan 1,6 gacha va V turdagi paxta uchun 1,2 dan 1,4 gacha bo'lishi kerak.

Gidrolitik chidamlilik darajasiga ko'ra paxta o'ta chidamli ($pH < 4$), chidamli ($pH = 4...5$), o'rtacha chidamli ($pH = 5...6$), chidamsiz ($pH = 6...7$) va o'ta chidamsiz ($pH > 7$) xillarga bo'linadi. Sintetik bog'lovchida qattiq va qattiq buyumlar tayyorlash uchun $pH < 5$ bo'lgan silikat tolalardan foydalanish lozim. Turg'un bo'lmagan va ayniqsa suv ta'siriga chidamsiz tolalar faqat bitum bog'lovchisida mahsulot ishlab chiqarish uchun qo'llaniladi.

Shixta tarkibini hisoblashda shuni hisobga olish kerakki, undagi SiO_2 , Al_2O_3 oksidlari miqdori ortishi bilan mineral paxtaning gidrolitik chidamliligi (pH), kislotalilik moduli (M_K), suyuqlanmaning qovushqoqlik moduli (M_V) ortadi. M_K ning oshishi vagranka unumdorligining pasayishiga, yoqilg'ining ortiqcha sarflanishiga va paxta tolalari diametrining ortishiga olib keladi. shu sababli, shixta tarkibini loyihalashda eng maqbul yechimni izlashga to'g'ri keladi:

bir tomondan, texnologik jarayonning buzilishini oldini olish uchun suyuqlanmaning o'ta yuqori qovushqoqligiga yo'l qo'ymaslik, boshqa tomondan esa, mineral paxtaning chidamliligiga zarar yetkazadigan holda shixtada kislotali oksidlar miqdorining juda past bo'lishiga yo'l qo'ymaslik lozim. Shixtani vagrankalarda past intensivlikdagi sovuq puflash bilan eritishda va eritmani markazdan qochma-puflash usuli bo'yicha tolaga qayta ishlashda M_V 1,2 dan ko'p bo'lmagan eritmadan mineral paxta olinadi. Puflash jadalligini oshirish va qayta ishlash tugunini ko'p valli sentrifugal bilan jihozlash eritmadan M_V dan 1,4 gacha mineral paxta olish imkonini beradi. Qizdirilgan intensiv puflash va ko'p valli sentrifugal yordamida takomillashtirilgan vagrankali eritishda M qiymati 1,6 dan ortiq, ba'zan esa 2 gacha bo'lgan suyuqlanmadan mineral paxta olinadi. M_V ning ko'rsatilgan qiymatlarini shixta tarkibini hisoblashda mineral paxta ishlab chiqarishning muayyan usuli uchun chegaraviy qiymatlar sifatida qabul qilish va mavjud uskunalarga asoslanib, shixtadagi kislotali komponentning maksimal miqdorini aniqlash mumkin.

Mineral paxta tolalarining suvga chidamliligi pH ko'rsatkichi bo'yicha baholanadi. Shixta tarkibiga qancha ko'p miqdorda nordonlashtiruvchi kirsas, pH ko'rsatkichi shuncha kichik sonli qiymatga ega bo'ladi, olinadigan paxtaning suvga chidamliligi shuncha yuqori bo'ladi. pH qiymati empirik tenglama orqali aniqlanadi.

$$pH = 0,01946071 * SiO_2 + 0,90994582 * Al_2O_3 + 0,28320562 * Fe_2O_3 + 0,51046527 * CaO + 0,4838471 * MgO - 9,02384135 * Na_2O - 0,00641397 * SiO_2 * Al_2O_3 - 0,00894679 * SiO_2 * Fe_2O_3 - 0,00645071 * SiO_2$$

Mineral suyuqlanmaning tolalarga tortish qobiliyati ko'rsatkichlaridan biri qovushqoqlikning uning yuzasidagi erkin energiya kuchlariga, ya'ni sirt tarangligiga bo'lgan nisbatining qiymati hisoblanadi, uning qiymati quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{(400MSiO_2 + 720MAl_2O_3 + 520MCaO + 530MMgO + 200MFe_2O_3 + 295MNa_2O)}{MSiO_2 + MAl_2O_3 + MCaO + MMgO + MFe_2O_3 + MNa_2O}$$

bu yerda - $M R_m O_n = (m R_m O_n \times 100) / \text{oksidning molekulyar massasi, \%}$;
 $m R_m O_n$ - suyuqlanmaning kimyoviy tarkibidagi oksidning massa miqdori, %.

Oksidlarning molekulyar massa qiymatlari:

SiO_2 - 60,06;

Al_2O_3 - 101,96;

CaO - 56,08;

MgO - 40,32;

FeO - 71,85;

Fe_2O_3 - 79,84;

K_2O - 94,2;

Na_2O - 61,99.

Sifatli mineral paxta olish uchun silikat suyuqlanmasining sirt tarangligi 400 dan 550 N/m * 10^{-3} oralig'ida bo'lishi kerak.

3.3-jadval

Mahalliy xom ashyolar asosida quyidagi tarkiblar ishlab chiqildi.

№	Bazalt (%)	Dolomit (%)	Shlak (%)
1	90	5	5
2	85	10	5
3	85	5	10
4	80	10	10
5	80	15	5
6	75	15	10
7	75	10	15
8	70	15	15
9	70	20	10
10	65	20	15

Ushbu tarkiblardan 4 tartibdagi tarkibni optimal variant sifatida tanlab oldik. Ushbu tarkib:

- eritma qovushqoqligini optimal darajada saqlaydi;

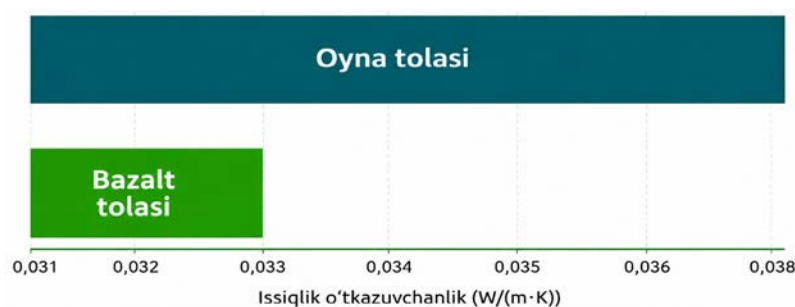
- tolalarning uzluksiz hosil bo'lishini ta'minlaydi;
- issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytiradi;
- yuqori olovbardoshlikni saqlab qoladi;
- ishlab chiqarish tannarxini pasaytiradi;
- sanoatda qo'llaniladigan klassik mineral paxta tarkiblariga eng yaqin hisoblanadi.

IV. BOB. BAZALT ASOSIDA KOMPOZIT MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI ANIQLASH

4.1 Bazalt asosidagi kompozit materiallarning texnologik parametrlarini aniqlash

Bir xil o'lchamdagi rulonlar taqqoslanganda, tosh paxta (bazalt paxta) yuqori zichlikka ega bo'lib, ushbu ko'rsatkich bo'yicha shisha paxtadan ustunlik qiladi. Biroq bu afzallikning salbiy tomoni ham mavjud — material massasining kattaligi.

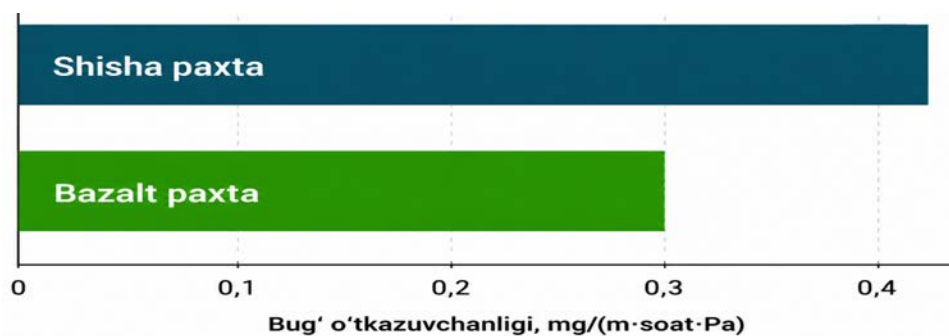
Shiftlar, ikkinchi qavat pollari yoki devorlarni izolyatsiyalashda bazalt plitalar ulardan pastda joylashgan konstruksiyalarga nisbatan kattaroq yuklama hosil qiladi. Shu sababli ushbu holatni bino va inshootlarni loyihalash bosqichidayoq hisobga olish zarur.



4.1- rasm. Shisha va bazalt paxtalarining issiqlik o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlarini taqqoslash

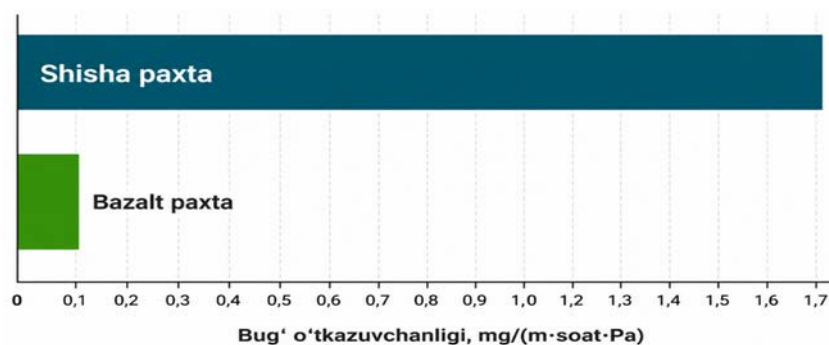
Bug' o'tkazuvchanlikni ko'rib chiqishda materialning havodagi suv bug'larini o'zidan o'tkazish qobiliyatini nazarda tutamiz. Shisha paxta 0,4-0,7 mg/ (m.q.Pa) ko'rsatkichga ega bo'lib, uning raqobatchisi namlikni 0,3 mg/ (m.q.Pa) tezlikda o'tkaza oladi, bu biroz kamroq (4.2-rasm).

Agar izolyatsiya o'rnatilgan konstruksiya suv bilan aloqa qilish ehtimoli bo'lsa, izolyatsiya qatlami qanchalik tez namlanishini ko'rsatuvchi suv shimuvchanlik ko'rsatkichi muhim ahamiyatga ega. Shisha paxtaning suv shimuvchanligi 24 soat davomida suv bilan to'g'ridan-to'g'ri aloqada bo'lgandagi massaning 1,7% ini tashkil etadi. Bazalt plitalari uchun bu qiymat 0,095% ni tashkil etadi, bu esa uni ushbu toifada ikki baravar yaxshi qiladi (5-rasmga qarang).

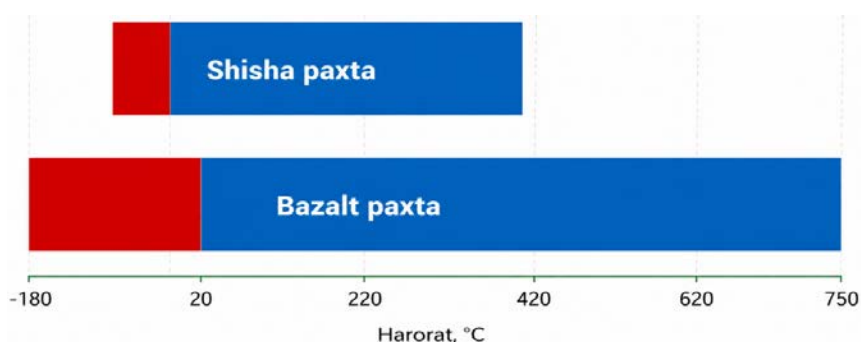


4.2-rasm. Shisha va bazalt paxtalarining bug' o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlarini taqqoslash

Muhimi, parametr foydalanish joyiga ham ta'sir qiladi, ayniqsa agar izolyatsiya tomga yoki issiqlik manbaiga yaqin joyga o'rnatilsa. Shisha paxtaning harorat diapazoni -60 dan +450 °C gacha bo'ladi. Tosh paxta yana -180 dan + 750 darajagacha katta yugurish. Bu yerda, shubhasiz, tosh paxta o'z analogidan ustun turadi.



4.3-rasm. Shisha paxta va bazalt paxtaning suv shimuvchanlik ko'rsatkichlarini taqqoslash



4.4-rasm. Ishchi va maksimal harorat oralig'i

Shisha tola, xuddi bazalt paxtasi kabi, bir xil texnologiya bo'yicha, lekin har xil xomashyodan ishlab chiqariladi. Qum va vulqon jinslari o'z holicha inson uchun zararsiz, faqat tabiiy materiallardir. Formaldegid smolalari nafas olish

a'zolari uchun xavf tug'dirishi mumkin, ular umumiy massaning 2-4% ga yetadi va bog'lovchi modda rolini bajaradi, ammo ular xavfsiz miqdorda mavjud. Bu yerda ikkala izolyatsiya ham ekologik tozalik bo'yicha birinchi o'rinni egallaydi.

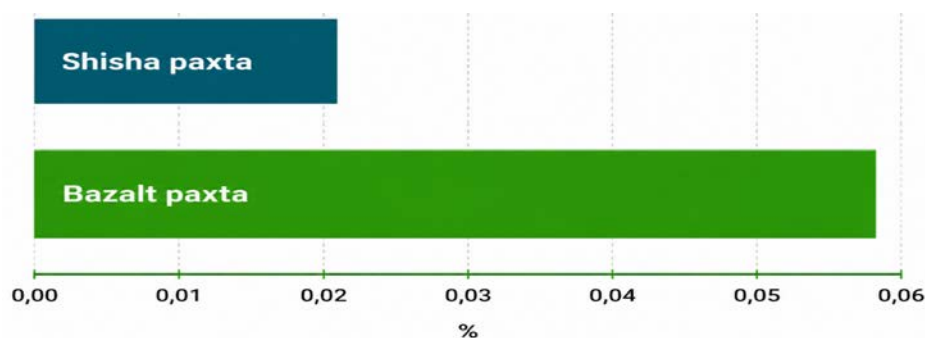
Olovbardoshlik darajasiga ko'ra barcha materiallar sinflarga bo'linadi. NG (yonmaydigan) dan G4 (yonuvchi va o'z-o'zidan alangalanish qobiliyatiga ega) gacha toifalar mavjud. Izolyatsion paxtaning ikkalasi ham NG turiga kiradi. Lekin bazalt paxtasi 750°C gacha bo'lgan yuqoriroq haroratga strukturasini o'zgartirmasdan bardosh bera oladi. Bu esa uni hatto yong'inga qarshi eshiklar va qozonxonalarda ham qo'llash imkonini beradi. 450°C va undan yuqori haroratning shisha paxtaga ta'siri uning pishishiga olib keladi.

Shisha paxtaning chidamliligi 20–50 yilni tashkil etadi. Tosh paxtada bu ko'rsatkich 50 yilni tashkil etadi. Bu yerda birinchilik tosh izolyatsiyalarga tegishli, ammo amalda hamma narsa montajning to'g'riligi va yotqizish joyiga bog'liq.

Kimyoviy chidamlilik parametri, ayniqsa, to'ldirgich solish va so'ngra sirtga ishlov berish rejalashtirilgan bo'lsa, muhim ahamiyatga ega. Xarakteristika turli kimyoviy va biologik muhitlarga chidamlilikni belgilaydi. Shisha paxtaning ishqorlarga chidamliligi 6%, tosh paxtaniki esa 6,4% ni tashkil etadi, bu esa uni biroz yomonlashtiradi, kislotali muhitda esa shisha paxta 38,9% gacha massasini yo'qotadi, bazalt plitasi esa atigi 24%, shuning uchun u yetakchilik qiladi.

Shisha paxtaning tovush yutish koeffitsiyenti 0,8 - 0,92 ni, tosh paxtaniki esa 0,75 - 0,95 ni tashkil etadi. Ko'rsatkichlardan ko'rinib turibdiki, ikkala material ham yaxshi shovqin yutish xususiyatlariga ega, ammo shisha paxta zichligi pastligi sababli tosh paxtadan biroz ustun turadi.

Montaj paytida ikkala material ham yaxshi kesiladi, lekin shisha paxta shishasimon tolalar hisobiga qattiq sanchiladi, bu esa terini jarohatlaydi. Hatto himoya qo'lqoplarida ham u gazlama iplari orasiga kirib, zarar yetkazadi, tosh paxta esa yumshoqroq bo'lib, qichishtirmaydi, lekin undan havoda chang ko'proq bo'ladi. Ammo ikkala tur bilan ham respiratorida ishlash kerak bo'lgani sababli, tosh respirator kamroq achchiq bo'lgani uchun aniq qulayroqdir.



4.5-rasm. Shisha paxta va bazalt paxtaning tovush izolyatsiyasi parametrlarini taqqoslash

Iqtisodiy jihatdan materiallar narxi ishlab chiqaruvchiga juda bog‘liq, lekin taxminan taqqoslasak, shisha paxta kamida ikki baravar arzon ekanligi aniq. Ba‘zan bu ko‘rsatkich 2,5-3 martagacha yetadi. Shubhasiz, shisha paxtaning narxida g‘alaba qozondi.

4.1-jadval

Tosh paxta va shisha paxtani taqqoslashning yakuniy jadvali

		
	Bazalt (tosh) momig‘i	Shisha paxta
Issiqlik o‘tkazuvchanlik, $V_t/(m \cdot K)$	0,038-0,046	0,035 - 0,042
Solishtirma zichlik, kg/m^3	15 dan 220 gacha	11-200
Vazn	og‘irroq.	yengilroq.
Bug‘ o‘tkazuvchanlik, $mg/(m \cdot s \cdot Pa)$	0,3	0,4-0,7
Suv shimuvchanligi, 24 soat davomida massaga nisbatan foizda	0,095	1,7
Ishchi va maksimal harorat oralig‘i, $^{\circ}C$	-180 dan + 750 gacha	-60 dan +450 gacha
Qisqarishga moyillik	ta’sirlanmaydi.	ta’sirlanadi

Ekologik tozalik	toza material.	toza material.
Yonuvchanlik	yonmaydigan material, 750 °C gacha bo'lgan haroratga bardosh beradi	yonmaydigan material, gacha bo'lgan haroratga bardosh beradi 450 °C
Chidamlilik, yil	50	20-50
Kimyoviy chidamlilik	baland	o'rtacha
Tovush yutish koeffitsiyenti	0,75 - 0,95	0,8 - 0,92
Montaj	qulayroq	kamroq qulay
Qiymat	yuqoriroq	kamroq

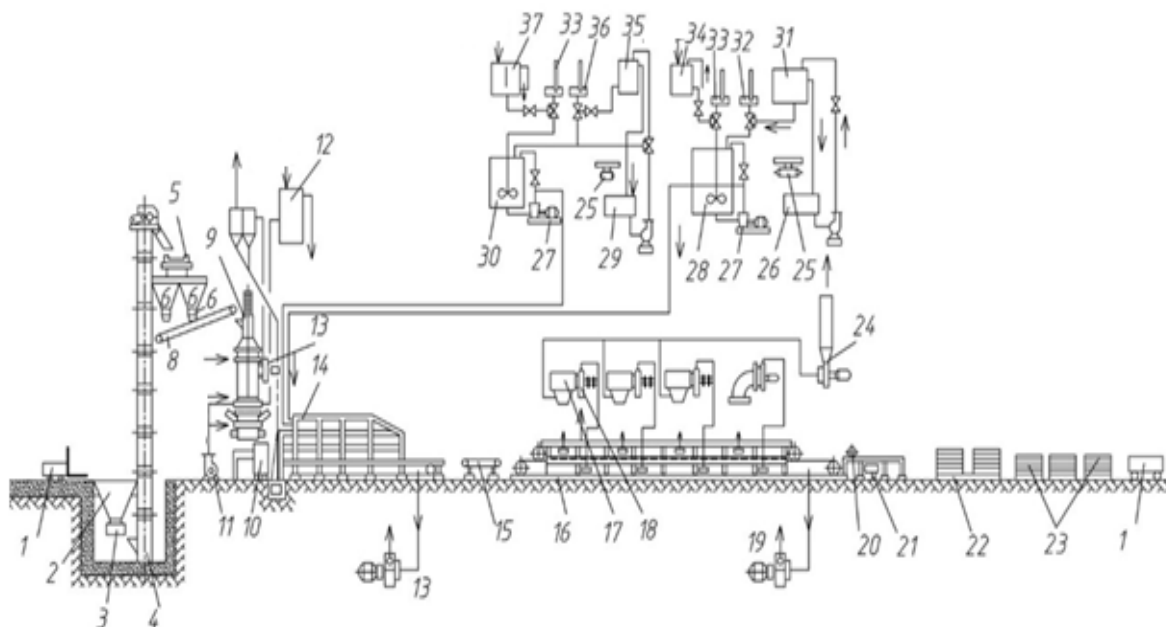
Tosh paxta va shisha tolali mineral paxtaning farqi aniq bo'lganda, qaysi issiqlik izolyatsiyasidan qaysi joylarda foydalanish samaraliroq bo'lishini aniqlash mumkin.

4.2 Bazalt asosidagi kompozit materiallar ishlab chiqarish texnologik sxemasini ishlab chiqish

Bugungi kunda mineral jun ishlab chiqarishda ko‘plab texnologik oqim jadvallari va o‘ziga xos xususiyatlar mavjud. Har bir bosqich yakuniy mahsulotga qarab bir nechta ishlab chiqarish usullariga ega. Biroq, mineral jun turidan qat'i nazar, asosiy ishlab chiqarish bosqichlari bir xil bo‘lib qoladi:

- Xom ashyoni tayyorlash
- Eritma olish
- Elyaf hosil bo‘lish jarayoni
- Mineral tolalarni cho‘ktirish
- Bog‘lovchi vositani qo‘llash
- Issiqlik bilan ishlov berish
- Mahsulotlarni kesish

Mineral jun ishlab chiqarish liniyasi uzluksiz konveyer liniyasidir. Eng keng tarqalgan mineral jun ishlab chiqarish sxemalaridan biri 1-rasmda ko‘rsatilgan.



4.6-rasm – Bazalt qoplama ishlab chiqarish liniyasi

1 - forklift, 2 - bunker, 3 - belanchakli oziqlantiruvchi, 4 - lift, 5 - qaytariladigan mobil konveyer, 6 - xom ashyo bunkeri, 7 - tortish dozatori, 8 - gumbazli yuklash konveyeri, 9 - gaz gumbazi, 10 - tolalash bloki, 11 - havo

puflagich, 12 - favqulodda suv idishi, 13 - tutun chiqargich, 14 - tola cho'ktirish kamerasi, 15 - oraliq konveyer, 16 - mineral jun gilamni issiqlik bilan ishlov berish kamerasi, 17 - avtomatik gaz pechi, 18 - qayta aylanish ventilyatori, 19 - sovutish ventilyatori, 20 - bo'ylama kesish yotqizig'i, 21 - ko'ndalang kesish yotqizig'i, 22 - mahsulotni yig'ish taxtasi, 23 - tayyor mahsulot ombori, 24 - aylanish ventilyatori, 25 - mobil elektr ko'targich, 26 - konsentrlangan qatron uchun qabul qilish bak, 27 - nasos, 28 - qatronni suyultirish uchun aralashtirish bak, 29 - emulsiya uchun qabul qilish bak, 30 - emulsiya uchun aralashtirish bak, 31 - konsentrlangan uchun ta'minot bak qatron, 32 - konsentrlangan qatron uchun dispenser, 33 - suv dispenseri, 34 - suv uchun ta'minot bak, 35 - emulsiya uchun ta'minot bak, 36 - emulsiya dispenseri, 37 - suv bak.

Sentrifugalash usuli yordamida eritilgan jinsdan olingan bazalt tolasidan yarim qattiq plitalar ishlab chiqarish.

Xom ashyoni saqlash

Xom ashyo: shag'al yoki moloz ko'rinishidagi bazalt zavodga avtomobil yoki temir yo'l transporti orqali etkazib beriladi, isitilmaydigan omborda alohida, begona aralashmalar (gil, qum, metall) bilan ifloslanishni istisno qiladigan bo'limlarda, zavodning bir oygacha bo'lgan muddatda minimal xom ashyo bilan ta'minlanadi.

Xom ashyoni maydalash

Xom ashyo yirik bo'laklarda qabul qilinganda jag'li va konusli maydalagichlarda maydalanadi, kerakli fraksiyalar ekranda ajratiladi. Kichik fraksiyalar (skrining) sotiladi, xom ashyo ketma-ket eziladi, maydalangan xom ashyo lentali konveyerlar orqali oraliq saqlash uchun tegishli bo'limlarga yuboriladi.

Xom ashyoni tashish

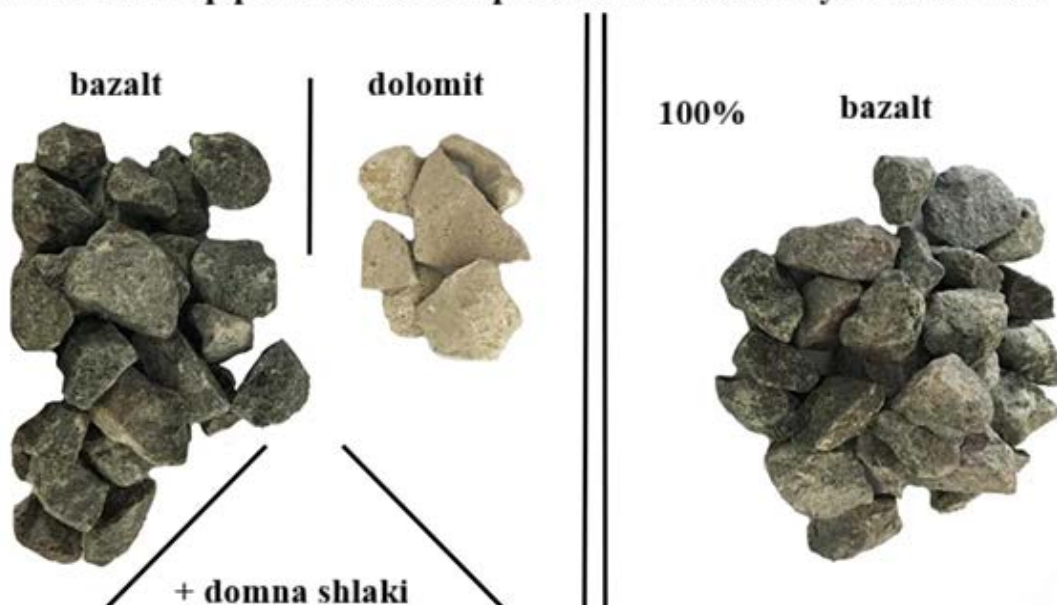
Bo'limlardan xomashyo greyferli kran orqali samosvalga yuklanadi, u partiyani tayyorlash bo'limining qabul qilish qutisiga olib boradi.

Xom ashyoni tayyorlash

Xom ashyo zaryad tarkibiy qismlarida ifloslanish yoki ortiqcha namlikning oldini olish uchun zavod omborlariga yarim yopiq temir yo‘l transporti orqali yetkazib beriladi. **Zaryad** xom ashyo aralashmasidir: gabbro-bazalt jinslari yoki shunga o‘xshash materiallar (2-rasm), eritmani ishlab chiqarish uchun eritish pechiga yuklanadi.

Omborda xom ashyoni yuklash uchun qabul qilish moslamasi mavjud bo‘lib, uning har bir turi alohida idishda yoki bo‘linmada saqlanadi.

Mineral bazalt qoplama ishlab chiqarish uchun xom ashyo materiallari



4.7-rasm – Mineral jun ishlab chiqarish uchun xomashyo

Xom ashyo va yoqilg‘i ombordan konveyer tizimi orqali maydalash, saralash, dozalash va aralashtirish uskunalari bilan jihozlangan tayyorlash bo‘limiga tashiladi. Eritmani ishlab chiqarish uchun xom ashyo 40-100 mm bo‘laklarda ishlatiladi, **gumbazli pechda** - ixtisoslashtirilgan vertikal shaft tipidagi pechda - tegishli aerodinamik sharoitlarni ta'minlash uchun partiyadan 20 mm gacha bo‘lgan bo‘laklar saralanadi.

Kerakli xom ashyo o‘lchamlariga erishish uchun intervalgacha bosim va aşınma maydalash printsipi asosida ishlaydigan jag‘li maydalagichlar qo‘llaniladi. Jag‘li maydalagichlar bo‘lak materialni qo‘pol va o‘rtacha maydalash uchun ishlatiladi, ularning eng katta o‘lchami ozuqa teshigi kengligidan 0,85 baravaridan oshmasligi kerak.

Maydalangandan so'ng, xomashyo saralash uchun tebranuvchi ekranga yuboriladi, u yerda ular turli fraktsiyalarga ajratiladi. Bular belgilangan to'rt o'lchamidagi elaklarni o'z ichiga olgan quti shaklidagi qurilmalardir. Tayyorlangan partiya komponentlari keyin lentali konveyer tizimi (4,5) orqali ozuqa qutilariga (6) tashiladi, u yerda ular avtomatik tortish oziqlantiruvchilari (7) tomonidan tayyorlangan materiallar partiyalariga dozalanadi. Keyin materiallar konveyer (8) orqali eritish blokiga - gumbazli pechga (9) tashiladi.

To'plamni tayyorlash

Bir komponentli partiyadan foydalanilganda, dozalash va aralashtirish jarayondan chiqarib tashlanadi.

Silikat eritmasini olish

Keyinchalik tolaga qayta ishlash uchun silikat eritmalarini ishlab chiqarish turli eritish moslamalarida mumkin:

- kokain gumbazlari;
- koks gaz gumbazlari;
- gazli gumbazli pechlar.

Gaz gumbazli pechlar boshqa turdagi eritish moslamalariga nisbatan ko'plab afzalliklari tufayli ishlab chiqarishda eng ko'p qo'llaniladi. Gaz gumbazli dizayni havo bilan oldindan isitish tizimi yoki kislorod bilan portlatish tizimiga ehtiyojni bartaraf etadi, bu qurilish narxini sezilarli darajada kamaytiradi, ishonchlilik va foydalanish qulayligini oshiradi, zararli chiqindilarni koks gumbazlariga nisbatan 8-10 baravar kamaytiradi va CO₂ ni yoqish tizimiga ehtiyojni bartaraf etadi. Bundan tashqari, ushbu dizayn gumbazni ish rejimiga o'tkazish vaqtini 3-4 soatdan 45-60 daqiqagacha qisqartiradi va eritish jarayonini to'liq avtomatlashtirish imkonini beradi.

Gaz gumbazi quyidagilardan iborat:

- pastki qismi xom ashyoni eritish va eritmani qizdirish uchun kamera bo'lgan vallar,
- pul qutisi,
- yuklash qurilmasi,

- gaz ta'minoti, havo ta'minoti va sovutish tizimlari,
- tutun gazlarini so'rib olish va tozalash uchun qurilmalar.

Erish kamerasi gaz yoqilg'isi yoqiladigan va xomashyo eriydigan joydir. Kameraning pastki qismi, yondirgich sathidan biroz yuqoriroqda, zaryad materiallari ustunini qo'llab-quvvatlaydigan olovga chidamli ballast bilan to'ldirilgan. Gaz gumbazli pechdan foydalanish 1500°C eritish haroratini ta'minlaydi va shu bilan qayta ishlash uchun zarur bo'lgan yopishqoqlikka erishadi.

Partiya eritish pechiga bir xil qatlamda yuklagichlar yordamida yuklash oynalari orqali yuklanadi. Yuklagichlar sath o'lchagichdan ishlaydi. Xom ashyo oziqlantiruvchi bilan uzluksiz erituvchi pechda eritiladi.

Pechning quvvati kuniga 28 tonnagacha eritma. Pechning erituvchi qismidan eritmaning o'ziga xos olib tashlanishi kuniga 900 kg/mg gacha. Pech va oziqlantiruvchi yoqilg'i moyi va kerosin nozullari bilan isitiladi. Eritma darajasi sath o'lchagich tomonidan nazorat qilinadi. Devorlarda va pechning omborida termojuftlar va daraja o'lchagichni o'rnatish uchun teshiklar mavjud. Yoqilg'i sarfini kamaytirish va chiqindi gazlarning issiqligidan foydalanish uchun yonish uchun ishlatiladigan havo regeneratorda isitiladi. Havo ta'minoti 500°C gacha. Pechdagi gaz muhiti oksidlovchi, bosim biroz ijobiy.

Eritma bosqichma-bosqich olinadi: eritish va shisha hosil qilish, o'choqning erish qismida gazzizlantirish va homogenlash. Bir hil eritmani olish uchun pechning ishchi qismida pol o'rnatiladi. Eritmani ishlab chiqarish harorati oralig'iga sovutish o'choq va oziqlantiruvchi ishlab chiqarish qismida sodir bo'ladi. Olovli hovuz hammomi va oziqlantiruvchi kanali bacor refrakterdan qilingan, kamar va ish joyining devorlari o'tga chidamli dinas bilan qoplangan.

Eritma ishlab chiqarish

Olovli hovuzning erituvchi qismidan eritma pechning ishchi qismiga, so'ngra oziqlantiruvchiga kiradi. Oziqlantiruvchida kerakli haroratni saqlaydigan individual kerosin isitish mavjud. Oziqlantiruvchi 0,5 m kenglikdagi kanal bo'lib, pastki qismi vannaga nisbatan ko'tariladi. Oziqlantiruvchi teshik bilan tugaydi, u

orqali eritma oqimi drenaj moslamasiga yo'naltiriladi va eritma oqimini birinchi Sentrifuga rulosiga yo'naltiruvchi suvni sovutish va sozlanishi laganda bilan tugaydi.

Elyaf shakllanishi va Plita shakllanishi

Rulon o'qi orqali o'tadigan vertikal tekislikka 45° burchak ostida - kengligi bo'ylab koordinatalari bo'lgan birinchi sentrifuga rulosiga yo'naltiriladi. Birinchi rulondan chiqarilgan eritma to'liq ikkinchi rulonning yuzasiga tushishi kerak, so'ngra ketma-ket 3 va 4 rulonlarga tushishi kerak. To'rtta rulonning hammasi tolalash jarayonida ishtirok etadi. Roliklarning aylanishlarining ko'pligi tufayli eritma tezlashadi va shu bilan birga tolaga tortiladi. Hosil bo'lgan tolalar roliklardan havo shkafining havo tizimlari tomonidan tolalarni joylashtirish kamerasiga puflanadi.

Agar laganda qobiq hosil bo'lishi sababli oqim belgilangan joydan harakatlansa, operator qobiqni chiqindilarga tashlash uchun kancadan foydalanishi kerak. Eritma oqimining sezilarli o'zgarishi natijasida erish oqimi o'zgargan bo'lsa, operator tovoqni harakatlantirish orqali oqim o'rnini moslashtiradi.

Elyafni cho'ktirish kamerasida tolalar sovutiladi va qabul qiluvchi va shakllantiruvchi konveyerning to'rlariga yotqiziladi. Qabul qiluvchi konveyer tarmog'ining yuqori tarmog'i ostida chiqindi energiyani (havoni) olib tashlash uchun vakuum kamerasi o'rnatilgan.

Elyaf Plitaining qalinligi qabul qiluvchi konveyerning tezligi bilan tartibga solinadi.

Konveyer tarmog'ining tezligi 1 dan 5 m/min gacha sozlanishi. Quritish kamerasiga kirishdan oldin Plita bosimli tambur bilan siqiladi. Plita bir xil zichlikka ega bo'lishi kerak.

Quritish kamerasi yarim qattiq plitaning xususiyatlarini o'rnatish uchun mo'ljallangan: qattiqlashuv darajasi, qalinligi, zichligi. Materiallar uning qalinligini aniqlaydigan ikkita konveyer orasidagi butun kameradan o'tadi.

150...300 °C haroratdagi issiq havo materialdan o‘tib ketadi, natijada Plita quriydi (qattiqlashadi).

Qattiqlashtirilgan Plitani alohida plitalarga kesish chegara kalitlari signaliga ko‘ra ma’lum vaqt oralig‘ida kesish mexanizmlari (o‘zaro faoliyat va uzunlamasına kesish pichoqlari) orqali amalga oshiriladi. Plitalarning nominal o‘lchamlaridan maksimal og‘ishlar jadvalda keltirilganlardan oshmasligi kerak.

4.2 – jadval

Plitalarning nominal o‘lchamlaridan maksimal og‘ishlar

O‘lchamlari	mm	Ruxsat etilgan og‘ishlar, mm
Uzunlik	1000 dan 2000 gacha	+ 30; - 20
Kengligi	1000 dan 2000 gacha	
Qalinligi	50,60,70,80,100	± 20; +5; - 4

Paspaslar to‘rtburchaklar shaklida, tekis qirralarga ega va bir xil zichlikda bo‘lishi kerak.

Plitani chiziq bo‘ylab ko‘proq oziqlantirish uchun bizda oraliq konveyer mavjud. Drayv qo‘shni birlikdan amalga oshiriladi.

Yig‘uvchi stol pos. 20 ma’lum bir stack balandligidagi plitalar kollektori bo‘lib xizmat qiladi.

Puser yig‘ilgan plitalar paketini qadoqlash mashinasiga yoki LUMP-2 ga oziqlantiruvchi vazifasini bajaradi.

Qadoqlash mashinasi pos.22 va PUMP2 - bu shrink plyonkada mahsulotlarni qadoqlash uchun to‘liq avtomatlashtirilgan liniya, bu holda yarim qattiq taxtalar paketi.

Qadoqlangan Plita trolleybus yordamida tayyor mahsulot omboriga olib boriladi.

Elyaf hosil bo‘lish jarayoni

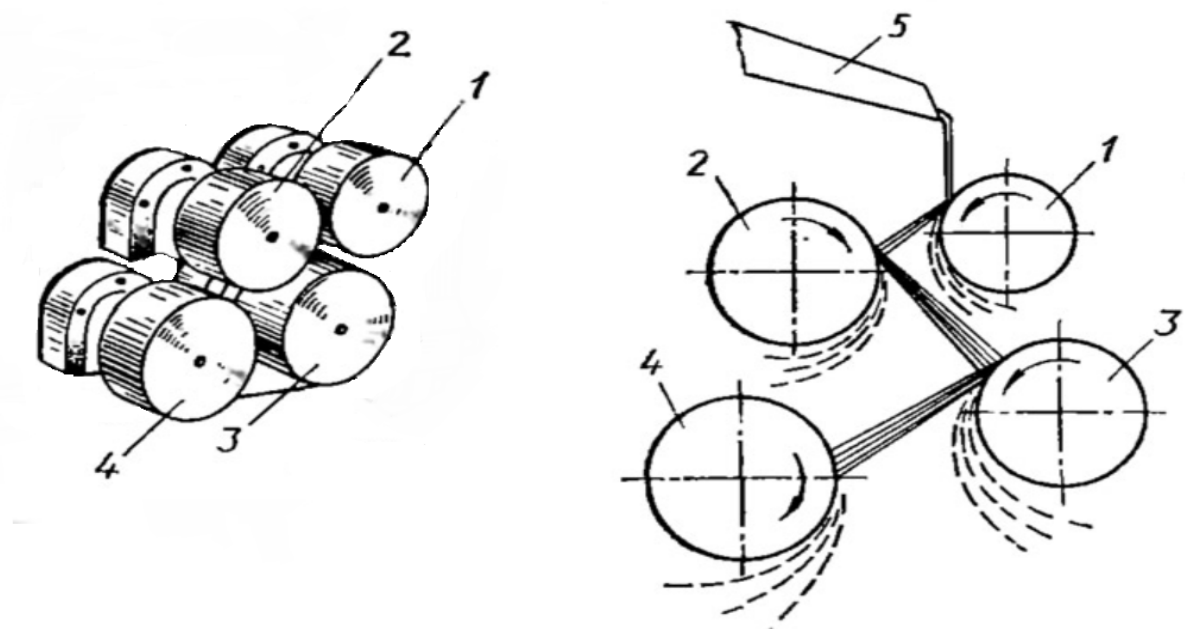
Eritma qurilmasida olingan mineral eritma quyidagi usullar bilan tolaga aylantiriladi:

- portlash,
- markazdan qochma,
- yigiruvchi ip
- birlashtirilgan

Keling, birlashtirilgan sentrifuga-rolikli usulni batafsil ko‘rib chiqaylik, chunki u hozirda butun dunyoda keng tan olingan eng istiqbolli tolalash usuli hisoblanadi. Ushbu usulning afzalliklari quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- yuqori sifatli tolalarni olish
- ko‘proq yopishqoq eritmalarni qayta ishlash qobiliyati
- nisbatan qimmat energiya manbalarini iste'mol qilishni kamaytirish

Bu usul aylanuvchi Sentrifuga rulonlari tomonidan hosil bo‘ladigan Sentrifuga kuchlari yordamida eritmadan mineral tola ishlab chiqaradi. Rulonlar soniga qarab, Sentrifugalarga bitta, ikki, uch yoki to‘rt marta rulonli Sentrifugalarga, ishchi elementlar orasidagi eritma o‘tkazmalari soniga qarab esa bitta va ko‘p bosqichli Sentrifugalarga bo‘linadi. To‘rt rulonli Sentrifugalarga eng keng tarqalgan (3-rasm).



4.8-rasm - To‘rt rulonli Sentrifuga va tola hosil bo‘lish diagrammasi

1 – vintli rezbali Sentrifuga rulosi, 2, 3, 4 – silliq Sentrifuga rulolari, 5 – gumbaz.

Sentrifuga 25 mm qalinlikdagi po‘lat plitalardan yasalgan U shaklidagi ramkadan iborat bo‘lib, unga to‘rtta ishchi rulon podshipnik yig‘inlariga o‘rnatilgan va umumiy quvvati 40 kVt bo‘lgan to‘rtta elektr motori tomonidan boshqariladi. Ishchi rulonlar elektr motorlari tomonidan V-kamarli uzatma orqali boshqariladi. Rulonlar vertikal ravishda aylanadi va yuqori va yon tomonlari zirhli plitalar bilan himoyalangan.

Eritma qurilmasidan chiqadigan eritma sozlanishi mumkin bo‘lgan suv bilan sovutilgan nay orqali birinchi rulon yuzasiga uning gorizontaal o‘qiga nisbatan 30-40 ° burchak ostida uzatiladi. Eritma oqimini birinchi rulonda boshqa nuqtaga uzatish ikkinchi rulonga yetib boradigan eritma miqdorini kamaytiradi va tolasiz qo‘shimchalarning ko‘payishiga olib keladi. Birinchi ruloning vazifasi eritma oqimini ajratish va uni bir nechta oqimlar sifatida ikkinchi rulonga o‘tkazishdir, bu yerda kiruvchi eritmaning katta qismi tolalarga aylantiriladi. Keyin ortiqcha mineral eritma uchinchi rulonga o‘tkaziladi. To‘rtinchi rulon tolalanish jarayonini yakunlaydi. Shunday qilib, ikkinchi va uchinchi rulonlar birlamchi tolalanish rulonlari hisoblanadi.

Shakllanayotgan tolalarga havo puflash uchun Sentrifugaga soatiga 1400 m³ quvvatga ega ventilyator o‘rnatilgan. Roliklarda hosil bo‘lgan tolalar ventilyatordan chiqadigan havo oqimi tomonidan ushlanib, tolalanish kamerasiga olib boriladi va u yerda harakatlanuvchi to‘rli konveyerga joylashadi. Qattiqlashgan tolasiz zarrachalar Sentrifuga ostiga tushadi va u yerdan qirg‘ich yoki plastinka konveyeri yordamida olib tashlanadi.

ISOROC ishlab chiqarish yuqorida tavsiflangan tolalash usulidan foydalanadi (4.9-rasm).



4.9-rasm – ISOROC ishlab chiqarishda tola hosil bo‘lishi

Mineral tolalarni cho‘ktirish

Eritmani qayta ishlash jarayonida hosil bo‘lgan mineral jun tolalari tolalash kamerasida gilamcha sifatida cho‘ktiriladi. Tolalash usuliga qarab, tolalash kameralari quyidagilar bo‘lishi mumkin:

- gorizontal,
- vertikal,
- baraban.

Keling, jarayon liniyasida ko‘rsatilgandek gorizontal tolali cho‘ktirish kamerasining ishlash printsipini ko‘rib chiqaylik. Gorizontal kamera to‘rtburchaklar kesimli izolyatsiyalangan metall ramkadir. Kamera tubining butun uzunligi bo‘ylab to‘rli konveyer ishlaydi, u yerda tolalar cho‘ktiriladi va mineral jun gilamchasi hosil bo‘ladi, keyin u keyinchalik mahsulotga qayta ishlash uchun kameradan chiqariladi. Kameradan chiqadigan gilamcha oldindan presslash roligi bilan siqiladi.

Havo, gazlar yoki bug‘-havo aralashmasi kameradan ventilyator orqali chiqariladi, bu esa ularni to‘rli konveyerdan pastroq darajada tortib chiqaradi. Bu kamerada vakuum hosil qiladi, bu mineral tolalarning cho‘kishiga va gilamcha

hosil bo'lishiga yordam beradi, shuningdek, tolalar va gazlarning ish joyiga chiqib ketishining oldini oladi.

To'rtli konveyerning tezligi 0,3 dan 3,5 m/min gacha sozlanishi mumkin, bu esa eritish moslamasining unumdorligiga qarab mineral jun gilamining kerakli qalinligini saqlab turish imkonini beradi.

Bog'lovchi vositani qo'llash

Mineral jun tolasiga qattqlik va shakl berish uchun uni qo'shimcha ravishda bog'lovchi va modifikatsiya qiluvchi hidrofobik va changni tozalovchi qo'shimchalar bilan ishlov berish kerak.

Bog'lovchi moddalar va qo'shimchalarni tolaga kiritishning uchta usuli mavjud:

- purkash yoki atomizatsiya qilish,
- changyutgich bilan sug'orish,
- gidromassa yoki pulpa tayyorlash.

Mineral jun gilamchalariga bog'lovchi moddani kiritishning afzal usuli purkashdir. Suvli eritma yoki emulsiya tolalarni cho'ktirish kamerasiga yuboriladi, u yerda bog'lovchi bug 'nozullari, havo oqimlari yoki mexanik purkagichlar yordamida purkaladi.

Bog'lovchi modda markazdan qochma puflovchi tolalash moslamasining kollektori yoki ichi bo'sh vali orqali yoki markazdan qochma rolikli tolalash usulida 2, 3 va ba'zan 4-Sentrifuga rullosining ichi bo'sh vali orqali kiritiladi. Biroq, bog'lovchi moddaning sezilarli darajada yo'qotilishi tufayli bog'lovchi moddani Sentrifuganing ichi bo'sh vali orqali kiritish unchalik samarali emas.

Bog'lovchi moddani tolaga purkash orqali kiritishda qatron eritmasi suv bilan suyultiriladi; 10-17% konsentratsiyali ishchi bog'lovchi eritmalar qo'llaniladi. Purkashning kamchiligi shundaki, purkash paytida bog'lovchi moddaning sezilarli darajada yo'qolishi (30% gacha) va mineral jun matasi ichida qatronning notekis taqsimlanishi. Purkash texnologik va iqtisodiy jihatdan prokat materialini, shuningdek, past va o'rta zichlikka ega yumshoq va yarim qattiq taxtalarni ishlab chiqarish uchun qulaydir. Bu usul ISOROCda qo'llaniladi.

Texnologik liniyada vakuum bilan sugʻorish usuli qoʻllaniladi; bu usul gorizontal tola yoʻnalishiga ega qattiq taxtalarni ishlab chiqarish uchun mos keladi.

Qalay mineral plitalari uchun bogʻlovchi qatron, suv va qoʻshimchalar bilan konsentrlangan emulsiyani aralashtirish orqali tayyorlanadi. Qatronlar zavodlarga temir yoʻl orqali sisternalarda yetkazib beriladi va keyin markaziy ombordagi qabul qilish bakiga quyiladi. U yerdan qatron ustaxonada gumbazli pechlar yaqinida joylashgan konsentrlangan emulsiya ozuqa bakiga pompalanadi. U yerdan qatron suv bilan suyultirish uchun dispenser orqali aralashtirish bakiga tortish kuchi bilan oqadi. Ushbu bakga 60-70°C haroratdagi suv ham qoʻshiladi. Suyultirish paytida qatron 3-5 daqiqa davomida aralashtiriladi. Aralashtirish bakidan ishchi eritma ozuqa bakiga, shuningdek, aralashtirgich bilan jihozlanganiga beriladi.

Bogʻlovchi mineral jun gilamchasining butun kengligi boʻylab qiyalik varaq orqali tekis oqimda uzatiladi. Bogʻlovchini berish nuqtasida konveyer ostiga vakuum moslamasi oʻrnatiladi. Vakuum bogʻlovchining mineral jun gilamchasiga kirishini osonlashtiradi. Ortiqcha bogʻlovchi siquvchi rolik yordamida siqib chiqariladi va hovuzga quyiladi, keyin u yerda taʼminot bakiga quyiladi. Bu usul bogʻlovchining tola yadrosi ichida samaraliroq taqsimlanishi va koʻp miqdordagi yopishqoq kontaktlarning hosil boʻlishi tufayli mahsulotlarning mustahkamligini 2-3 baravar oshiradi.

Mahsulotlarni issiqlik bilan ishlov berish

Sintetik bogʻlovchi bilan singdirilgan mineral gilam maxsus kameralarda issiqlik bilan ishlov beriladi, u yerda gilam belgilangan qalinlikka bosiladi, quritiladi va sintetik bogʻlovchi qattiqlashadi.

Issiqlik bilan ishlov berish kamerasi ishlab chiqarish liniyalarining asosiy tarkibiy qismlaridan biri boʻlib, ishlab chiqarilgan mahsulotlar sifatini belgilaydi. Sintetik bogʻlovchilardan foydalangan holda mineral jun mahsulotlarini ishlab chiqarishda turli xil issiqlik bilan ishlov berish kameralari dizaynlari qoʻllaniladi, ular quyidagilar bilan farqlanadi:

- ijro (plastinka yoki toʻrli konveyerlar),
- termal va aerodinamik ish sxemasi (sovutish suvini pastdan yoki yuqoridan, qayta sirkulyatsiya bilan yoki sirkulyatsiyasiz yetkazib berish)
- mahsulotlarni issiqlik bilan ishlov berish rejimi.

Issiqlik bilan ishlov berish kamerasi bir nechta boʻlimlardan iborat: isitish, namlikni bugʻlantirish ($T=100-105\text{ }^{\circ}\text{C}$), termal reaksiyalar ($T=180-250\text{ }^{\circ}\text{C}$), ushlab turish (bogʻlovchi moddaning polimerizatsiyasi), sovutish.

Issiqlik bilan ishlov berish $180-220^{\circ}\text{C}$ haroratdagi issiq sovutgichni mineral jun gilamchasi orqali oʻtkazish orqali amalga oshiriladi. Sovutgich kameraga tutun chiqarish moslamasi orqali yoki alohida xonada joylashgan pechlardagi yonish mahsulotlaridan olinadi. Sovutgich kameraga tutun chiqarish moslamasi orqali yuboriladi. Mineral jun gilamchasidan oʻtgandan soʻng, sovutgichning katta qismi qayta aylanish uchun pechgga qaytariladi, qolgan qismi esa ventilyator yordamida kameradan chiqariladi. Mineral jun mahsulotlarini issiqlik bilan ishlov berish vaqti taxta va bogʻlovchi turiga qarab 8-30 daqiqani tashkil qiladi.

Kamera beshta 4 metr uzunlikdagi zonalaridan iborat boʻlib, ularning har biri oʻz isitish moslamasi bilan jihozlangan. Ventilyatorlar 1, 3, 4 va 5-zonalarga 220°C dan yuqori haroratlarda sovutish suvi yetkazib beradi. 1, 3, 4 va 5-zonalarda sovutish suvi yuqoridan pastga, 2-zonalarda esa pastdan yuqoriga yetkazib beriladi. Gilam siqiladi va toʻrli konveyer orqali harakatlanadi, u bir-biridan 300 mm masofada joylashgan yettita plastinkali yoʻnaltiruvchi stollar boʻylab harakatlanadi. Kamera dizayni ishchi zonalar sonini oddiygina kamaytirish imkonini beradi.

Mahsulotlarni kesish

Gilam boʻylama va koʻndalang kesilgan arra yordamida plitalarga kesiladi. *5-rasmda* ISOROCdagi kesish moslamasi koʻrsatilgan.



4.10-rasm – ISOROC ishlab chiqarish korxonasida mineral jun gilamini kesish

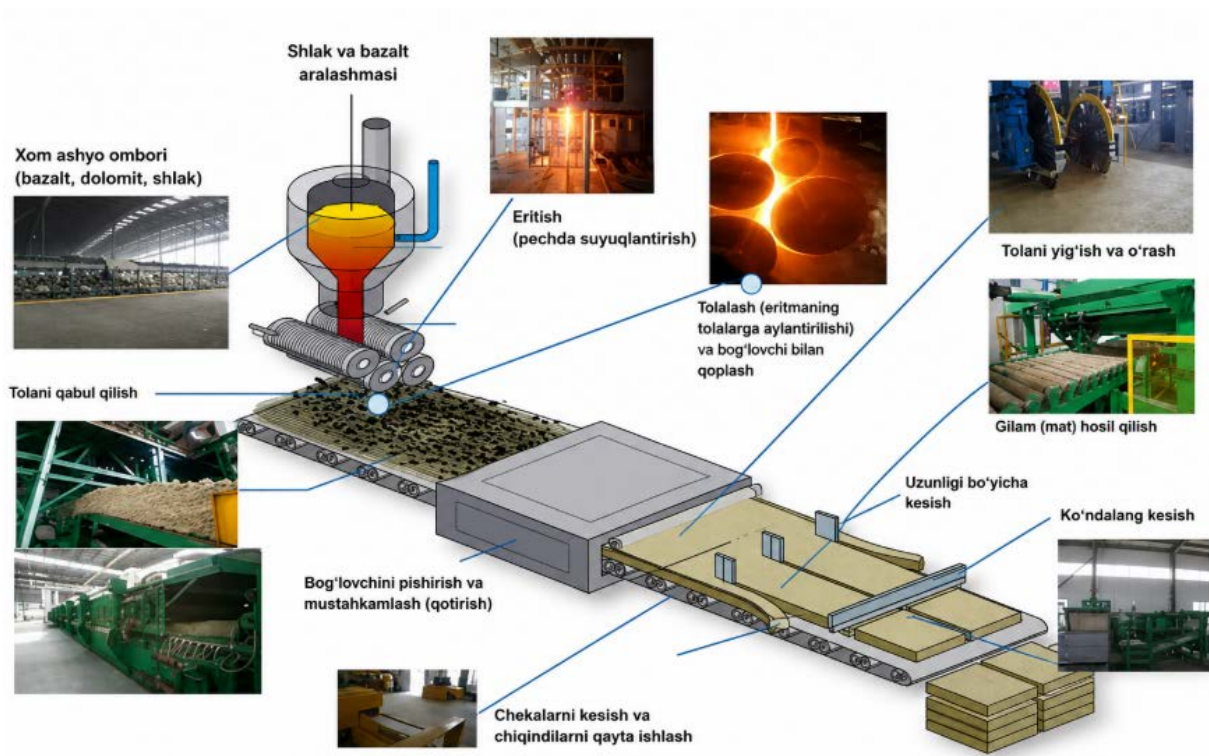
Uzunlamasiga kesish sovutish kamerasida uzunlamasına kesish pichoqlari bilan amalga oshiriladi. Uzunlamasına kesish pichogʻi mineral jun gilamchalarini 500 mm kenglikdagi chiziqlarga uzluksiz kesish uchun moʻljallangan. Pichoqlar sovutish kamerasining ustiga oʻrnatiladi, u yerda kesish paytida hosil boʻlgan chang chiqariladi. Dumaloq pichoqlar ishchilarni jarohatlardan himoya qiluvchi himoya bilan qoplangan.

Kesish kesish mashinasida amalga oshiriladi. Kesish dumaloq pichoq uzluksiz harakatlanuvchi mineral jun gilamchalarini kesish uchun ishlatiladi, ular ilgari uzunlamasına kesish pichoqlari bilan chiziqlar shaklida kesilgan.

Foydalanishga tayyor mahsulotlar saqlash, yuklash va tashish qoidalariga rioya qilinganda mahsulot xavfsizligini kafolatlaydigan qisqaruvchi plyonkaga qadoqlangan.

Saqlash

Yarim qattiq plitalar quruq, isitilmaydigan xonalarda toza beton platformalarda balandligi ikki metrdan oshmaydigan omborlarda saqlanadi; konteynerlarda saqlanganda, 4,5 metrgacha boʻlgan saqlash balandligi mumkin.



4.11-rasm bazalt kompozit material ishlab chiqarish texnologik liniyasi

XULOSA

Ushbu dissertatsiya ishida mahalliy xom ashyo resurslari asosida bazalt kompozit materiallar olish texnologiyasining ilmiy va amaliy asoslari o'rganildi hamda texnologik parametrlarning tayyor mahsulot xossalriga ta'siri tadqiq qilindi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Mahalliy bazalt xom ashyosining kimyoviy va mineralogik tarkibi o'rganilib, uning tolali issiqlik izolyatsion materiallar ishlab chiqarish uchun yetarli darajada kremniy, alyuminiy, temir, kalsiy va magniy oksidlarini saqlashi aniqlandi. Bazalt jinsining komponent tarkibi mineral tolalar olish uchun zarur bo'lgan texnologik talablarga javob berishi isbotlandi.

2. Bazalt asosidagi kompozitsiyalarga dolomit va metallurgiya shlaki qo'shilganda eritmaning qovushqoqligi, kristallanish harorati va tolalanish qobiliyati sezilarli darajada o'zgarishi aniqlandi. Modifikatsiyalovchi qo'shimchalar eritma strukturasini optimallashtirib, energiya sarfini kamaytirish hamda tolalarning shakllanish jarayonini yaxshilash imkonini berishi ko'rsatildi.

3. Bazalt, dolomit va shlakdan iborat kompozitsiyalar uchun optimal tarkibiy nisbatlar tanlandi hamda ushbu tarkiblar asosida olingan eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari baholandi. Tadqiqot natijalari bazaltning asosiy komponent sifatida 75–85 %, dolomit va shlakning esa texnologik talablar asosida ma'lum miqdorlarda kiritilishi material sifatini yaxshilashini ko'rsatdi.

4. Ishlab chiqilgan tarkiblar asosida olingan bazalt tolalarning mikrostrukturasini va fizik-mexanik xossalari o'rganildi. Natijalarga ko'ra, tolalarning bir jinsli tuzilishga ega bo'lishi, yuqori mexanik mustahkamlik va past issiqlik o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlarini ta'minlashi aniqlandi.

5. Kompozit materiallarning issiqlik-fizik ko'rsatkichlari tadqiq qilinib, ularning qurilish konstruksiyalarini samarali issiqlik izolyatsiyalash imkoniyatiga ega ekanligi aniqlandi. Olingan namunalar past issiqlik o'tkazuvchanligi, yuqori haroratga chidamliligi va uzoq muddatli ekspluatatsion barqarorligi bilan tavsiflandi.

6. Tadqiqotlar davomida texnologik jarayonning asosiy parametrlari, jumladan xom ashyoni tayyorlash, eritish harorati, eritma qovushqoqligi va tolalash sharoitlarining mahsulot sifatiga ta'siri baholandi. Optimal texnologik rejimlarni tanlash natijasida sifat ko'rsatkichlari yaxshilangan bazalt kompozit materiallar olindi.

7. Ishlab chiqilgan texnologiya mahalliy mineral xom ashyolardan kompleks foydalanish imkoniyatini yaratadi, import qilinadigan issiqlik izolyatsion materiallar ulushini kamaytirishga xizmat qiladi hamda iqtisodiy samaradorlikni oshirishga imkon beradi.

Shunday qilib, mahalliy bazalt, dolomit va shlak asosida olingan kompozit materiallar yuqori ekspluatatsion xossalarga ega bo'lib, ularni qurilish sanoatida issiqlik izolyatsion material sifatida qo'llash maqsadga muvofiq ekanligi ilmiy jihatdan asoslandi. Olingan natijalar bazalt kompozit materiallar ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish va sanoat miqyosida joriy etish uchun nazariy hamda amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori PQ-4422-son, 2019-yil 22-avgust.
2. O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligi rasmiy axboroti, 2023.
3. F. John. The Practical Encyclopedia of Rocks & Minerals: How to Find, Identify, Collect and Maintain the World's best Specimens, with over 1000 Photographs and Artworks. London: Lorenz Books, 2006. –P. 256.
4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Горная порода](https://ru.wikipedia.org/wiki/Горная_порода)
5. <http://ecosystema.ru/07referats/slovgeo/209.htm>
6. A.A. Курбанов, К. Джаксымуратов, А. Отелбаев. Перспективы использования базальтовых пород в Узбекистане. “Экономика и социум” №3(82) ч.2 2021. –С. 61-65.
7. Yilmaz, S; Bayrak, G; Sen, S; Sen, U; (2006). Structural characterization of basalt-based glass-ceramic coatings // MATERIALS & DESIGN, 27. P. 10921096. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2005.04.004>
8. Адылов Г. Т., Горностаева С. А., Кулагина Н. А., Мансурова Э. П., Руми М. Х. Стеклокристаллические материалы на основе базальтовых пород Койташского рудного поля // Стекло и керамика. 2002. Т. 75, № 9. С. 302-304.
9. G.A. Khater, Bassem Nabawy and etd. Magnetic and Electrical Properties of 10.Glass and Glass-Ceramics Based on Weathered Basalt // Springer Nature B.V. 2020. –P. 2921-2940. DOI:10.1007/s12633-020-00391-8.
- 11.M. Cocić, M. Logar, B. Matovic, V. Poharc-Logar. Glass-Ceramics Obtained by the Crystallization of Basalt. Science of Sintering 42(3), 2010. DOI:10.2298/SOS1003383C. –P. 383-388.
- 12.G.A. Khater, A. Abdel-Motelib, A.W. El Manawi, M.O. Abu Safiah. Glassceramics materials from basaltic rocks and some industrial waste. Journal of NonCrystalline Solids 358 (2012). –P. 1128–1134.

- 13.Зимин Д. Е. Армирование цементных бетонов дисперсными материалами из базальта // Материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с Международным участием. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – В 2 ч.: ч.1. – С. 12–15.
- 14.Новицкий А. Г., Ефремов. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования бетонов // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – Кив:Товариство “Знання.”. – 2010. – №. 36. – С. 22–26.
- 15.Singha K. A. Short Review on Basalt Fiber // International Journal of Textile Science. – 2012. – V. 1. – № 4. – P. 19–28.
- 16.Gao S. L., Mäder E., Plonka R. Nanostructured coatings of glass fibers: Improvement of alkali resistance and mechanical properties // Acta Materialia. – 2007. — V. 55. – № 3. – P. 1043–1052.
- 17.Barhum R., Mechtcherine V. Effect of short, dispersed glass and carbon fibres on the behaviour of textile-reinforced concrete under tensile loading // Engineering Fracture Mechanics. – 2012. – V. 92. – P. 56–71.
- 18.Borhan T. M. Properties of glass concrete reinforced with short basalt fibre // Mater. Des. – 2012. – V. 42. – P. 265–271.
- 19.Татаринцева О. С. Базальтовые технологии сегодня: состояние и перспективы // Материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с Международным участием. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та. – 2010. – В 2 ч.: ч.1. – Р. 7–12.
- 20.Джигирис Д. Д., Махова М. Ф. Основы производства базальтовых волокон и изделий. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 416 с.
- 21.Гутников С. И., Лазорьяк Б. И., Селезнев А. Н. Стекланные волокна: учебное пособие / под ред. Авдеева В. В. // Москва: МГУ. – 2010. – 53 с.

22. Yoder H. S., Tilley C. E. Origin of Basalt Magmas: An Experimental Study of Natural and Synthetic Rock Systems // Journal of Petrology. – 1962. – V. 3. – № 3. – P. 342–532.
23. National Research Council (U.S.) Advanced fibers for high-temperature ceramic composites: advanced materials for the twenty-first century // Washington D.C.: National Academy Press. – 1998. – 94 p.
24. Гаршев А. В., Кнотько, А. В., Пулькин, М. Н., Земцов, А. Н., Граменицкий, Е. Н., Иванов, В. К., Путляев, В. И., Третьяков Ю. Д. Окислительная коррозия базальтового волокна // «Коррозия: материалы, защита». – 2005. – № 7. – С. 33–39.
25. Кнотько А.В., Гаршев, А. В., Давыдова, И. Б., Путляев, В. И., Третьяков, В. К. Химические процессы при термобработке базальтового волокна // «Коррозия: Материалы, защита». – 2007. – №. 3. – С. 37–42.
26. Manylov M. S., Gutnikov S. I., Pokholok K. V., Lazoryak B. I., Lipatov Y. V. Crystallization mechanism of basalt glass fibers in air // Mendelevov Communications. – 2013. – V. 23. – № 6. – P. 361–363.
27. Cooper R. F., Fanselow J. B., Poker D. B. The mechanism of oxidation of a basaltic glass: Chemical diffusion of network-modifying cations // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1996. – V. 60. – № 17. – P. 3253–3265.
28. Wei B., Song S., Cao H. Strengthening of basalt fibers with nano-SiO₂-epoxy composite coating // Materials & Design. – 2011. – V. 32. – № 8–9. – P. 4180–4186.
29. Hrynyk R., Frydrych I., Irzanska E, Stefko A/ Thermal properties of aluminized and non-aluminized basalt fabrics // Textile Research Journal. – 2013. – V. 83. – № 17. – P. 1860–1872.
30. Каданцева А. И., Тверской В. А. Углеродные волокна: учебное пособие // М.: МИТХТ им. М.В.Ломоносова. – 2008. – С. 55.
31. Третьяков Ю. Д. Неорганическая химия. Химия элементов // под ред. Третьякова Ю.Д. – М.: Изд-во МГУ. – 2007. – В 3-х т., Т.1 – 249 с.
32. Бугаенко Л. Т., Рябых С. М., Бугаенко А.Л. Почти полная система средних ионных кристаллографических радиусов и ее использование для

- определения потенциалов ионизации // Вестник московского университета. Серия 2. Химия. – 2008. – Т. 49. – № 6. – С. 363-384.
33. Militký J., Kovačič V., Bajžík V. Mechanical Properties of Basalt Filaments // *Fibres & Textill in Eastern Europe*. – 2007. – V. 15. – № 5-6. – P. 64–65.
34. Burkhard D.J.M., Scherer T. Surface oxidation of basalt glass/liquid // *Journal of Non-Crystalline Solids*. – 2006. – V. 352. – № 3. – P. 241–247.
35. Jensen, M., Smedskjær, M. M., Estrup, M., Kristjansson, M., Lönnroth, N. T., & Yue, Y. (2009). Hardness of basaltic glass-ceramics. *Glass Technology European Journal of Glass Science and Technology Part A*, 50(4) 2009. –P. 189195.
36. Мананков А.В., Гасанова Э.Р, Быкова В.В. Физико-химические и технологические аспекты разработки ситаллов нового класса // Вестник Воронежского Государственного университета инженерных технологий. – Воронеж, 2018. Т. 80. № 1. -С. 211-222.
37. Мананков А.В., Гасанова Э.Р. Ситаллы из местного сырья для производственных инновационных инфраструктур с высокой техникоэкономической эффективностью в экстремальных условиях крайнего севера // «Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов». –Томск, 2018. Т. 329. № 11. -С.87-96.
38. Андреев В.В., Каяк Г.Л., Чашин А.А., Карабцов А.А., Чашин С.А. Исследование технологии получения стеклокристаллических материалов на основе базальтов Приморского края // Вестник инженерной школы дальневосточного федерального университета. –Владивосток, 2017. № 3(32). -С. 156-164.
39. Е.П. Волынкина. Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России // Вестник Сибирского государственного индустриального университета 2017 № 2 (20). С. 43-49.

- 40.Н.С. Крашенинникова. Использование нетрадиционных сырьевых материалов с учетом их окислительно-восстановительных характеристик // Стекло и керамика. – 2003. - № 8. С. 20–22.
- 41.Т.Д. Сидикова. Строительные материалы из отходов производства. // Современное строительство и архитектура, 2016. № 1(01). С. 50-52.
- 42.Исмаев А.А., Ходжаев Н.Т., Ахунов Д.Б., Муминов А.У. Базальтовые породы Узбекистана – ценное сырьё для получения ситаллов // Международная научно-практическая конференция «Инновация-2006».– Ташкент, 2006. -С. 100-101.
- 43.Исмаев А.А., Ахунов Д.Б., Ходжаев Н.Т. Новые проявления базальтов – сырьё для производства стеклокристаллических изделий // Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства: Труды международной науч. техн. конф. Т.1. –Ташкент, 2006. - С. 310-312. 129.
- 44.Ахунов Д. Б. Исследование базальтовых пород Кутчинского проявления: происхождение, химико-минералогический состав и свойства // Рақобатбардош кадрлар тайёрлаш: тажриба ва муаммолари: Республика илмий-амалий конференцияси материаллар тўплами. 2-қисм.–Наманган, 2007. - Б.145-147.
- 45.Исмаев А.А, Арипова М.Х, Мкртчян Р.В., Ходжаев Н.Т., Ахунов Д.Б. Исследование влияния температуры на минералогический состав базальта Кутчинского месторождения // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов. Сборник трудов Респ. науч. техн. конф. – Ташкент, 2007. - С. 194-196.
- 46.Ахунов Д.Б., Исмаев А.А., Арипова М.Х., Мкртчян Р.В., Ходжаев Н.Т. Исследование базальтовых пород Кутчинского месторождения для получения стекол и ситаллов // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2007.- № 3. - С.22 - 26.

47. Ахунов Д.Б. Синтез стекол на основе базальтов Кутчинского месторождения // Международная конференция по химической технологии: Тез.докл.-Т.5.–Москва, 2007. - С. 63-66.
48. Исмаев А.А., Ахунов Д.Б. Кристаллизационные способности стекол, полученных на основе базальтов Кутчинского месторождения // Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана / Сборник материалов Респ. науч. техн. конф.–Ташкент; 2007. - С. 78-80.
49. Ахунов Д.Б., Исмаев А.А., Арипова М.Х., Мкртчян Р.В., Ходжаев Н.Т. Фазовый состав закристаллизованных стекол, полученных на основе базальтов Кутчинского месторождения // Химия и химическая технология.– Ташкент, 2008. - № 1. - С. 28-30.
50. Исмаев А.А., Ахунов Д.Б., Абидов А.М. Базальты и каолины как ингредиенты для ситалловых композиционных материалов// Композиционные материалы - структура, свойства и применение: Материалы Респ. науч. техн. конф. –Ташкент, 2008. - С. 109-110.
51. Исмаев А.А., Ахунов Д.Б. Ситаллы на основе базальтокаолиновых композиции //Композиционные материалы. –Ташкент, 2008. -№1. -С. 57-61. 137.
52. Ахунов Д.Б., Исмаев А.А., Ходжаев Н.Т. Технология получения ситаллов из пород группы базальта ряда проявлений Джизакской области // Актуальные проблемы геологии и геофизики: Материалы научной конференции, посвященной 70-летию института и 95-летию академика Хабиба Абдуллаева. -Т.2. –Ташкент, 2007. -С. 112-114.
53. Исмаев А.А., Арипова М.Х., Мкртчян Р.В., Ходжаев Н.Т., Ахунов Д.Б. Электронно-микроскопическое исследование стеклокристаллических материалов на основе базальта Кутчинского месторождения // «Умидли кимёгарлар-2008». –Ташкент, 2008. - С.68-70.

- 54.Курбанов А.А. Специфические особенности базальтов Кызылкума. Монография. Ташкент: Фан.- 2009. -160 с.
- 55.Курбанов А.А. и Тураев А.С. Краткий обзор о базальте и о получаемых базальтовых материалов. Научно-технический и производственный журнал Горный вестник Узбекистана. Навои, 2007.- № 3.-С. 82-85.
- 56.Курбанов А.А., Эшов О.К., Набиева И.А. Анализ современное состояние изготовления огнестойких материалов из минеральных волокон. Научно-технический и производственный журнал Горный вестник Узбекистана. Навои, 2010.- № 2.-С. 87-90.
- 57.Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А. и Тураев А.С. Основы переработки базальтов Кызылкума. Ташкент: Фан. 2010.- 167 с.
- 58.Государственный баланс запасов полезных ископаемых РУз. «Сырьё для производства минерального волокна». Ташкент. -2010.-15 с.
- 59.Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в РУз. «Ретроспективный анализ 1988-2007гг.». Т., 2008 г., стр. 74-88.
- 60.Сатторов Л.Х., Курбанов А.А. О некоторых возможностях автоматизации получения базальтоволокнистого фильтрующего материала. «Автоматизация: проблемы, идеи, решения» (АПИР-14)): Материалы Международной научно-технической конференции: - Тула, (Россия): Тульский государственный университет, 20 2014. – С. 152-156.
- 61.Рахматов, Х. Б., & Рахматов, Б. У. (2023). О добыче базальтов и пути повышения качества базальтовой продукции. *Universum: технические науки*, (12-6 (117)), 37-42.
- 62.Жерновая Н.Ф., Онищук В.И. Стекло в композиционных материалах. Белгород: БГТУ, 2006. 170 с.
- 63.ГОСТ Р 52953-2008. Материалы и изделия теплоизоляционные. Термины и определения.

- 64.Булавко А.В. Особенности свойств эластомерных композиций с волокнистыми добавками // 68-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов, 17-22 апреля, Минск: сборник научных работ: в 4 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный технологический университет. Минск: БГТУ, 2017. С. 21-23.
- 65.Павлов А.А. Применение техногенного сырья в производстве теплоизоляционных материалов на основе минеральных волокон // Современные наукоемкие технологии. 2007. №9. С.93-94.
- 66.Коренькова С.Ф., Павлов А.А. Экологические и энергосберегающие аспекты современных теплоизоляционных материалов // Труды 8 Всероссийского Конгресса серии "Экология и здоровье человека". Самара, 2002. С. 112-113.
- 67.Ильдязов Е. В., Петров С. М., Попков Н. В., Хополов И. С. Экспериментальное определение физико-механических характеристик элементов панели // Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 24–26 мая 2006 г. Омск : СиБАДИ, 2006. Кн. 2. 288 с.
- 68.Хополов И. С., Мосесов М. Д., Соловьев А. В. [и др.] Исследование и опыт применения трехслойных конструкций с базальтовым утеплителем // Кровельные и изоляционные материалы. 2008. № 2(20). С. 54–55.
- 69.Басов К. А. ANSYS: справочник пользователя. М. : ДМК Пресс, 2005. 640 с.
- 70.Хополов И. С., Мосесов М. Д., Ильдязов Е. В., Соловьев А. В., Петров С. М., Попков Н. В. Экспериментальные исследования кровельных панелей «сэндвич» с базальтовым утеплителем // Известия вузов. Строительство. 2008. № 2. С. 107–110.

- 71.Ильдаров Е. В. Напряженно-деформированное состояние трехслойных панелей с различной жесткостью обшивок // Всерос. конф. «Проблемы оптимального проектирования сооружений». Новосибирск, 2008. 160 с.
- 72.Birawidha D.C., Isnugroh K., Hendronursito Y., Muttaqii M.A. The x-ray diffraction (xrd) analysis of basalt from mataram baru via slow and rapid cooling process. Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah., 2019, vol. 13, no. 2. -P. 6-14.

CHOP ETILGAN ILMIY ISHLAR



 **BASALT
WOOL**

