

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



SLIB.UZ
Scientific Library of Uzbekistan



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

16-iyun, 2025



engineer.tstu.uz

**“QURILISHDA YASHIL IQTISODIYOT, SUV VA ATROF-MUHITNI ASRASH
TENDENSIYALARI, EKOLOGIK MUAMMOLAR VA INNOVATSION
YECHIMLAR” MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI
ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA
TASHKILIY QO‘MITASI**

1. Abdurahmonov O.K. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi ijtimoiy rivojlantirish departament rahbari, Toshkent davlat transport universiteti rektori
2. Gulamov A.A – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
3. Shaumarov S.S – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
4. Suvonqulov A.X. – O‘zsuvta’minoti AJ raisi
5. Xamzayev A.X. – O‘zbekiston ekologik partiyasi raisi
6. Maksumov N.E. – O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi sohasida nazorat qilish inspeksiyasi boshlig‘i o‘rinbosari
7. Baratov D.X. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
8. Turayev B. X – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
9. Norkulov S.T. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
10. Adilxodjayev A.E. – Universitetdagi istiqbolli va strategik vazifalarni amalga oshirish masalalari bo‘yicha rektor maslahatchisi
11. Negmatov S.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK ilmiy rahbari, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Akademigi
12. Abed N.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK raisi
13. Merganov A.M – Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo‘limi boshlig‘i
14. Ibadullayev A. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası professori
15. Rizayev A. N. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası professori
16. Xalilova R.X. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası professori
17. Babayev A.R. – “Qurilish muhandisligi” fakulteti dekani
18. Boboxodjayev R.X – Tahririy nashriyot va poligrafiya bo‘limi boshlig‘i
19. Talipov M.M – Ilmiy nashrlar bilan ishlash bo‘limi boshlig‘i
20. Maxamadjonova Sh.I. - Matbuot xizmati kontent-menedjeri
21. Umarov U.V. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası mudiri
22. Eshmamatova D.B. – Oliy matematika kafedrası mudiri
23. Muxammadiyev N.R. – Bino va sanoat inshootlari qurilishi kafedrası mudiri
24. Tursunov N.Q. – Materialshunoslik va mashinasozlik kafedrası mudiri
25. Shermuxammedov U.Z. – Ko‘priklar va tonnellar kafedrası mudiri
26. Lesov Q.S. – Temir yo‘l muhandisligi kafedrası mudiri
27. Pirnazarov G‘.F. – Amaliy mexanika kafedrası mudiri
28. Teshabayeva E.U. – Tabiiy fanlar kafedrası professori
29. Chorshanbiyev Umar Ravshan o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası dotsent v.b.
30. Obidjonov Axror Jo‘raboy o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrası assistenti



Production and application of ceramovermiculite materials based on layered vermiculite in Uzbekistan

R.M. Auezbaev¹, P.D. Lepesbaeva²

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Karakalpak State University, Karakalpakstan, Uzbekistan

Abstract: The results of a study on the influence of serpentinite on the properties of ceramovermiculite are presented. The introduction of a natural magnesium-containing material into the mixture increases the strength of the samples while decreasing shrinkage and density. The combined addition of serpentinite, coal (as a combustible additive), and nepheline made it possible to obtain ceramovermiculite materials with high thermophysical properties

Keywords: ceramovermiculite, slurry, serpentinite, nepheline, firing

O'zbekistonda qatlamli vermikulit asosidagi keramovermikulit materiallarining ishlab chiqarilishi va qo'llanilishi

Auezbaev R.M.¹, Lepesbaeva P.D.²

¹ Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Qoraqalpog' davlat universiteti, Qoraqalpog'iston, O'zbekiston

Annotatsiya: Serpentinining keramovermikulit xususiyatlariga ta'siri bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Massaga tabiiy magniy tarkibli materialning kiritilishi namunalarning kirishishi va zichligi pasaygan holda mustahkamligini oshiradi. Serpentin, ko'mir (yonuvchi qo'shimcha sifatida) va nefelinning birgalikda qo'shilishi yuqori issiqlik-fizik ko'rsatkichlarga ega bo'lgan keramovermikulitlarni olish imkonini berdi

Kalit so'zlar: keramovermikulit, shlikker, serpentin, nefelin, kuydirilish

1. Kirish

Ma'lumki, magniy silikatlar, jumladan serpentin magnezit, keramik massalarning pishishini yaxshilovchi flyus sifatida qo'llaniladi. Shuningdek, ular keramik plitkalar ishlab chiqarishda shixta tarkibida hamda payvandlash elektrodlarini qoplashda foydalaniladi. Keramovermikulitning tannarxini kamaytirish va uning issiqlikka chidamliligini oshirish maqsadida, shixta tarkibidagi magniy saqlagan komponentlarni magniy oksidi yuqori bo'lgan tabiiy serpentinlar bilan almashtirish bo'yicha izlanishlar o'tkazildi.

Tadqiqotlar uchun tabiiy materiallar sifatida sanoat miqyosida o'zlashtirilgan Xalilov serpentinlari qo'llanildi. Serpentin guruhining barcha asosiy minerallari tarkibi taxminan $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ yoki $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$ formulasiga mos keladi. Ularning taxminiy kimyoviy tarkibi quyidagicha: tarkibi $MgO - 43.50\%$, $SiO_2 - 43.46\%$, $H_2O - 13.4\%$ [2].

2. Materiallar va metod

Bugungi kunda barcha serpentin minerallarining qatlamli tuzilishga ega ekanligi haqida yetarli dalillar mavjud. Bu tuzilishning asosiy tarkibiy elementi serpentin qatlami hisoblanadi. Serpentin qatlamining bir qismi o'zaro bog'langan SiO_4 tetraedrlaridan tashkil topgan psevdogeksagonal to'rdan iborat. Ushbu qatlamdagi barcha tetraedrlar bir tomonga yo'naltirilgan bo'lib, brusit qatlami

bilan tutashadi. Brusit qatlami ikkita gidroksil qatlamdan tashkil topgan bo'lib, ular orasida Mg atomlari qatlami joylashgan. Bunda har bir Mg atomi oltita OH guruhi bilan o'ralgan. Bunday tuzilish vermikulit tuzilishiga o'xshaydi. Har bir brusit qatlamining bir tomonida uchta gidroksildan ikkitasi $(SiO_4)^{4-}$ tetraedrlarining cho'qqilarini tashkil etuvchi kislorod atomlari bilan almashtiriladi.

$Mg_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$ tarkibli serpentin plastinkasimon tuzilishga ega bo'lib, qorishma aralashmalariga yuqori oquvchanlik xususiyatini beradi. Bundan tashqari, serpentin GOST 24816-81 standarti bo'yicha ham o'tga chidamli material hisoblanadi va pechlar hamda kaminlar uchun issiqlikka bardoshli aralashmalarda to'ldiruvchi (shamot o'rniga) sifatida qo'llanilishi mumkin. An'anaviy to'ldiruvchilar orasida serpentin o'zining past issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti bilan ajralib turadi, bu ko'rsatkich asbestning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga deyarli teng.

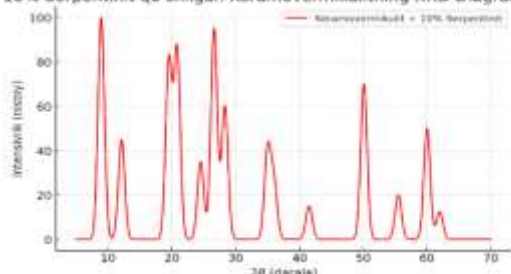
Serpentinning termik parchalanishi jarayonida hosil bo'ladigan mayda dispersli kremniy dioksidi va magniy oksidi kimyoviy faol (in situ) bo'lib, shixta tarkibidagi moddalar bilan o'zaro ta'sirlashib, mustahkamlovchi xususiyat namoyon etishi mumkin. Bu xususiyatlari tufayli termoaktivlangan serpentin qurilish aralashmalari va eritmalarining istiqbolli to'ldiruvchisi hisoblanadi, chunki u ularning fizik-mexanik va issiqlik-fizik xossalari yaxshilaydi.

3. Tahlil natijalari

Tizimda termik faollashtirilgan serpentindan olovbardosh forsterit tuzilmasining (Mg_2SiO_4) hosil bo'lishi, uning asosidagi kompozitsiyalarga qo'shimcha olovga chidamlilik xususiyatlarini baxsh etishi mumkin.

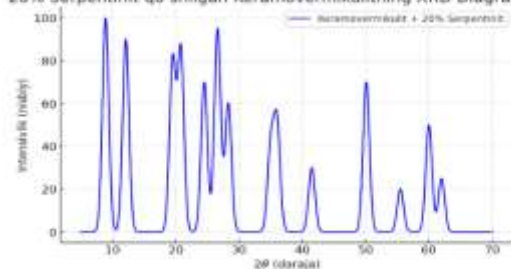
Serpentinning kimyoviy tarkibi, massa bo'yicha %: SiO_2 – 35-45, MgO – 35-45, $FeO + Fe_2O_3$ – 0-10, Al_2O_3 – 0.5, H_2O – 12-15, CaO – 0-2, NiO 0-1 % Keramovermikulitning xususiyatlariga serpentinning ta'sirini o'rganish maqsadida aralashmalar tayyorlandi. Qo'shimchalar 100% dan tashqari 10-30 massa % miqdorida kiritildi. Serpentin gil shlikeriga qo'shilganda, uning plastinkasimon tuzilishi tufayli shlikerning oquvchanligi oshdi. Bu esa vermikulit to'ldiruvchisining bir tekis taqsimlanishini ta'minladi va namunalarni shakllantirish sharoitlarini yaxshiladi. O'rganilayotgan harorat oralig'ida kuydirilgan serpentinitli namunalar kirishish va zichlik qiymatlari past bo'lishiga qaramay, yetarli darajada mustahkamlikka ega. Qo'shimcha moddaning miqdoriga qarab olingan materialning xususiyatlari o'zgarishini o'rganish natijasida sezilarli farqlar aniqlanmadi. 1-3-raslarda olingan keramovermikulitning fazaviy tarkibi ko'rsatilgan.

10% Serpentin qo'shilgan Keramovermikulitning XRD Diagrammasi



1-rasm. 10 massa % serpentinit qo'shimchali keramovermikulitning rentgenogrammasi. Kuydirish harorati 1200°C, ushlab turish vaqti 4 soat, 900°C haroratda oraliq ushlab turish - 1 soat

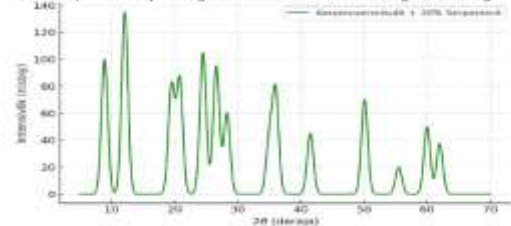
20% Serpentin qo'shilgan Keramovermikulitning XRD Diagrammasi



2-rasm. 20% serpentinit qo'shilgan keramovermikulitning rentgenogrammasi

Kuydirish harorati 1200°C bo'lib, 4 soat davomida ushlab turilgan, bunda 900°C haroratda 1 soat oraliq ushlab turish ham amalga oshirilgan.

30% Serpentin qo'shilgan Keramovermikulitning XRD Diagrammasi



3-rasm. 30% serpentinit qo'shilgan keramovermikulitning rentgenogrammasi.

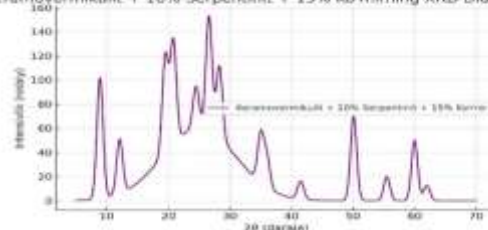
Pishirish harorati 1200°C, ushlab turish vaqti 4 soat, 900°C haroratda oraliq ushlab turish vaqti 1 soat

Rasmlardan ko'rinib turibdiki, tarkibida turli miqdordagi serpentinit mavjud bo'lgan namunalarning fazaviy tarkibi bir xil bo'lib, asosan kordiyeritdan iborat, shuningdek sezilarli miqdorda mullit ham uchraydi. Tarkibida 30 massa % serpentinit bo'lgan namunalarda qo'shimcha ravishda shpinel ham mavjud.

Namunalar zichligini kamaytirish maqsadida serpentinit saqlovchi tarkibga yonuvchi qo'shimcha sifatida loy og'irligiga nisbatan 15 massa % miqdorida ko'mir kiritildi. Kuydirish jarayoni 1000-1200°C harorat oralig'ida amalga oshirildi.

Fazaviy tarkibni o'rganish jarayonida, keramik massaga ko'mir tarkibiy qismi kiritilganda, fazaviy tarkibda qo'shimcha yuqori haroratli faza - alyumomagnezial shpinel paydo bo'lishi aniqlandi. Kuydirish harorati ko'tarilishi bilan shpinel va kordierit miqdori ortib boradi (4-rasm).

Keramovermikulit + 10% Serpentin + 15% Ko'mirning XRD Diagrammasi

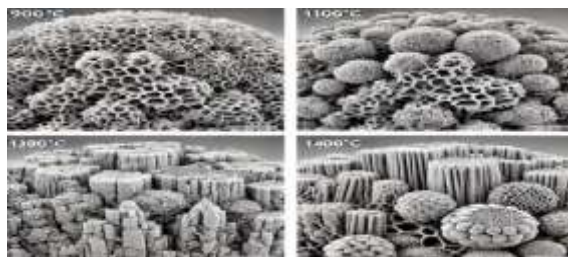


4-rasm. 10 mas. qo'shimchali keramovermikulit rentgenogrammasi. % serpentinit va 15 mas. % ko'mir:

1 - 1000°C haroratda 4 soat davomida kuydiriladi, oraliq bosqichda 900°C haroratda 1 soat ushlab turiladi; 2 - 1200°C haroratda 4 soat davomida kuydiriladi, oraliq bosqichda 900°C haroratda 1 soat ushlab turiladi

Keramik massadagi magniy reagentlarini serpentinit bilan almashtirish natijasida siqilishdagi mustahkamlik chegarasi 2,2 MPa dan 5,3 MPa gacha oshdi. Bu jarayonda qisqarish qiymatlari o'zgarmadi, zichlik esa biroz ko'tarildi.

5-rasmda serpentinit saqlagan va turli rejimlarda kuydirilgan keramovermikulit namunalarining tuzilmalari ko'rsatilgan.



5-rasm. Serpentin saqlagan va turli rejimda kuydirilgan keramovermikulit namunalarining tuzilishi:

a - kuydirish harorati 900°C bo'lib, 2 soat davomida ushlab turiladi; b - kuydirishning yakuniy harorati 1100°C bo'lib, 4 soat davomida ushlab turiladi, 900°C da esa 1 soat; v - kuydirishning yakuniy harorati 1300°C bo'lib, 1 soat davomida ushlab turiladi, 900°C da esa 1 soat; g - kuydirishning yakuniy harorati 1400°C bo'lib, 1 soat davomida ushlab turiladi, 900°C da esa 1 soat.

Keltirilgan rasmlardan ko'rinib turibdiki, kuydirish harorati oshgani sayin materialning g'ovakli tuzilmasi 1400°C haroratgacha saqlanib qolmoqda. Bu haroratni qo'llashning chegaraviy harorati sifatida qabul qilish mumkin.

1-jadvalda turli xil qo'shimchalar bilan har xil kuydirish haroratlarda namunalarning issiqlik o'tkazuvchanligining zichlikka bog'liqligi to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, nefelin yoki serpentinit va ko'mir qo'shilgan namunalar eng past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega. Ushbu qo'shimchalarni qo'llash natijasida namunalarning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi qo'shimchasiz namunalarga nisbatan deyarli 2 barobar oshgan, 1000-1200°C harorat oralig'ida esa issiqlik o'tkazuvchanlik va zichlik pasaygan.

Magniy tarkibli reaktiv materiallarni tabiiy materiallarga almashtirish namunalarning mustahkamligini 0.7-2.2 MPa dan 5.3 MPa gacha oshirdi va bunda qisqarish kamaydi. Tabiiy komponentli namunalarning zichligi esa yuqoriroq bo'ldi.

1-jadval

Keramovermikulit namunalarining issiqlik o'tkazuvchanligi zichlik va pishirish haroratiga bog'liqligi

Shixtaning tarkibi	Pishirish harorati (°C)	Issiqlik o'tkazuvchanligi (W/m·K)	Zichligi, kg/m³
Vermikulit, gilli shliker	1000	0.10	0.50
Vermikulit, glinali shliker	1100	0.12	0.55
Vermikulit, gilli shliker, serpentinit, ko'mir	1200	0.15	0.70
Vermikulit, gilli shliker, nefelin, ko'mir	1300	0.18	0.85
Vermikulit, gilli shliker	1400	0.2	1.10

Magniy miqdori yuqori bo'lgan tabiiy qo'shimchalarni shixtaga kiritish, yangi hosil bo'lgan fazalarning kimyoviy faolligi va mavjud ishqoriy agentlar a'siri tufayli, yuqori issiqlik-fizik ko'rsatkichlarga ega bo'lgan keramovermikulitlar olish imkonini berdi. Bu keramovermikulitlarning issiqlik o'tkazuvchanligi 0,2-0,18 (W/m·K) ni tashkil etdi.

4. Xulosa

Tarkibida tabiiy serpentinitlar mavjud bo'lgan shixtalarga termik ishlov berish natijasida yuqori haroratli fazalar (forsterit, shpinel) hosil bo'lishi, ularning erish harorati 1800-2000°C bo'lishi va namunalarning termomexanik xususiyatlari oshishi vermikulit hamda olovbardosh kaolinit gillari asosida qo'llanish harorati 1500°C dan yuqori bo'lgan keramovermikulit olish imkoniyatlarini ochib beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar / References

- [1] Xasanov A., Karimov B "Vermikulit asosidagi keramika materiallari: ishlab chiqarish texnologiyasi va qo'llanilishi" 2020-y
- [2] Safarov D., Ismoilova G. "O'zbekistonda tabiiy vermikulit zaxiralari va ularning sanoatdagi ahamiyati" 2018-y
- [3] Yegorov Yu.A. Serpentinit v zashite yadernix reaktorov. M., 1973. 543 s.
- [4] Vayvad A.Ya. Magnezialli bog'lovchi moddalar. Riga: Zinatne, 1971. 329 s.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Auezbaev Raman Muratbay uli Toshkent davlat transport universiteti "Bino va sanoat inshootlari qurilishi" kafedrasida doktoranti, e-mail: ramanawezbaev400@gmail.com
Tel.: +998999577144
<https://orcid.org/0009-0002-5170-9194>

Lepesbaeva Paruaz Dauletbay qizi Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti "Shaxar qurilishi va xo'jaligi" kafedrasida oqutuvchisi e-mail: paruaz9598@gmail.com
Tel.: +998999577155
<https://orcid.org/0009-0006-3316-5399>

M. Miralimov, K. Urazov, K. Juraev

*Calculation of the walls of the Road Bridge Approach lift trailer to strength, located on the 165-km section of the M-39 Highway on the Syrdarya-Jizzakh line.....*99

F. Abdukodirov, T. Khasanov

*Application of modern computational methods in bridge support modeling: capabilities of the Lira-CAD software tool.....*102

D. Zokirov

*Technology of underwater laying of concrete mortar in the construction of bridge structure foundations.....*106

A. Adylkhodjaev, A. Babajanov

*Effectiveness assessment of monofunctional hardening accelerators in low-temperature curing concrete.....*109

A. Adilkhodzhaev, A. Baymurzaev

*Fiber concrete. Prospects for development and application.....*113

J. Jiemuratov

*High-strength fine-grained concrete based on natural zeolite.....*115

O. Mirzakhidova, K. Lesov, A. Uralov

*Organization and technology of manual laying of geosynthetic materials in technological "WINDOWS" without removing the rail grating.....*119

O. Mirzakhidova, K. Lesov, A. Uralov, M. Kenzhaliev

*Increasing the stability of the track in areas of rail joints through the use of geosynthetic reinforcing materials.....*124

Z. Kakharov, I. Purtseladze

*Leak detection methods on main pipelines.....*127

A. Abdujabarov, M. Mekhmonov

*Development of mobile structures to protect railway tracks from rockfall.....*130

A. Ilyasov, A. Nazibekov, B. Azirbaev

*Properties of geopolymer concrete using fly ash.....*133

R. Auezbaev, P. Lepesbaeva

*Production and application of ceramovermiculite materials based on layered vermiculite in Uzbekistan.....*136

D. Mirzajonov, E. Shipacheva

*Multifunctional residential complex as a new type of residential building.....*139

