

25-Sentyabr, 2026-yil

YEYILISHGA BARDOSHLI MASHINASOZLIK REZINATEXNIKA BUYUMLARI UCHUN ORGANOMINERAL KOMPOZITSIYALARNING OPTIMAL TARKIBINI ISHLAB CHIQISH

t.f.d., professor., Ibadullayev A.

tadiqotchi Yusupova X.

Toshkent davlat transport universiteti

[Tel: +998946403792](tel:+998946403792)

Email: xurshidayusupova01@gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu maqolada mashinasozlikda qo‘llaniladigan rezinatexnika buyumlarining yeyilishga bardoshlilikini oshirish maqsadida organomineral kompozitsiyalarning optimal tarkibini shakllantirishning ilmiy-texnologik asoslari ko‘rib chiqilgan. Rezina matritsasiga mineral dispers to‘ldirgichlar va organik modifikatorlarni birgalikda kiritish orqali kompozitsiyaning strukturaviy holatini rostdash, fazalararo o‘zaro ta‘sirni kuchaytirish hamda mustahkamlik, elastiklik va abraziv yeyilishga qarshilik ko‘rsatkichlarini yaxshilash imkoniyatlari tahlil qilingan. To‘ldirgichlarning dispersligi, miqdori, sirt xususiyatlari va kauchuk matritsasi bilan o‘zaro ta‘sirining kompozit material xossalriga ta‘siri asoslangan. Organomineral komponentlarning optimal nisbatini aniqlash rezinatexnika buyumlarining ekspluatatsion resursini oshirishning muhim omili ekanligi ko‘rsatib berilgan.*

Kalit so‘zlar: *rezinatexnika buyumlari, elastomer, organomineral kompozitsiya, mineral to‘ldirgich, organik modifikator, yeyilishga bardoshlilik, abraziv yeyilish, rezina kompoziti, optimal tarkib, strukturani rostdash.*

KIRISH

Mashinasozlik sanoatida rezinatexnika buyumlari zichlagichlar, amortizatorlar, muftalar, transportyor elementlari, roliklar, himoya qoplamalari va boshqa ishqalanish hamda dinamik yuklanish sharoitida ishlaydigan konstruktiv elementlar sifatida keng qo‘llaniladi. Bunday buyumlarning xizmat muddati ko‘p jihatdan rezina materialining mexanik mustahkamligi, elastikligi, issiqlik va deformatsion barqarorligi hamda yeyilishga qarshiligiga bog‘liq. Rezinatexnika buyumlarining ekspluatatsiyasi davomida takroriy mexanik yuklanish, ishqalanish, abraziv zarrachalar, harorat va tashqi muhit ta‘siri natijasida material strukturasida mikroshikastlanishlar yuzaga keladi. Ularning rivojlanishi rezina sirtining yemirilishi va buyumning xizmat muddatining qisqarishiga olib keladi. Mazkur muammoni hal etishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri rezina matritsasiga funksional mineral to‘ldirgichlar va organik modifikatorlarni kompleks ravishda kiritish hisoblanadi. Organomineral komponentlarning optimal kombinatsiyasi polimer-to‘ldirgich chegarasidagi o‘zaro ta‘sirni kuchaytirishi, material strukturasining bir jinslilikini yaxshilashi va tashqi yuklanish energiyasining material hajmi bo‘ylab samarali taqsimlanishini ta‘minlashi mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Zamonaviy mashinasozlikda qo‘llaniladigan rezinatexnika buyumlarining ekspluatatsion ishonchliligini oshirishda elastomer kompozitsiyalarining tarkibi va strukturasini maqsadli boshqarish muhim ilmiy-amaliy masalalardan hisoblanadi. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, rezina materiallarining mustahkamligi, elastikligi va yeyilishga bardoshliligi kauchuk matritsasining xususiyatlari bilan bir qatorda to‘ldirgichlarning turi, dispersligi, konsentratsiyasi, sirt holati hamda polimer–to‘ldirgich chegarasidagi o‘zaro ta’sir darajasiga bevosita bog‘liq. Silika bilan mustahkamlangan elastomer kompozitsiyalariga bag‘ishlangan tadqiqotlarda mineral zarracha sirtining kimyoviy holati va elastomer bilan bog‘lanish darajasi kompozitning strukturaviy mustahkamlanishida asosiy omillardan biri ekanligi qayd etilgan. Sirtni organik modifikatorlar bilan funksionallashtirish mineral zarrachalarning rezina matritsada bir tekis taqsimlanishini yaxshilaydi, to‘ldirgich–to‘ldirgich o‘zaro ta’sirini kamaytiradi hamda polimer–to‘ldirgich bog‘lanishini kuchaytiradi. Natijada deformatsiya vaqtida kuchlanishlarning lokal konsentratsiyasi kamayib, materialning mexanik shikastlanishga qarshiligi oshadi. O‘zbekiston olimlari A. Ibadullaev, E.U. Teshabaeva, B.B. Kakharov va D.I. Nigmatova tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda mahalliy mineral xomashyolar, jumladan modifikatsiyalangan kaolin va boshqa dispers mineral to‘ldirgichlardan elastomer kompozitsiyalarini shakllantirishda foydalanish imkoniyatlari o‘rganilgan. Tadqiqotlar mineral to‘ldirgichlarning sirtini modifikatsiyalash orqali kauchuk–to‘ldirgich chegarasidagi o‘zaro ta’sirni kuchaytirish va kompozitsion materialning fizik-mexanik xususiyatlarini maqsadli boshqarish mumkinligini ko‘rsatadi. M.B. Muftullaeva, B.B. Kakharov va A.S. Ibadullaev tomonidan Qoraqalpog‘iston montmorilloniti bilan to‘ldirilgan elastomer materiallarining fizik-mexanik xususiyatlari tadqiq etilgan. Montmorillonitning qatlamli strukturasini va yuqori dispersligi uning elastomer matritsada strukturani shakllantiruvchi faol komponent sifatida ishlatilish imkoniyatini belgilaydi. Biroq mineral zarrachalarning samaradorligi ularning matritsada bir tekis taqsimlanishi va sirtining kauchuk fazasi bilan mosligiga bog‘liq. Shuningdek, mineral va organik to‘ldirgichlarning rezina xossalari birgalikdagi ta’sirini o‘rganishga bag‘ishlangan ishlarda komponentlarning miqdoriy nisbatini to‘g‘ri tanlash muhimligi qayd etilgan. Organik modifikatorlar mineral zarrachalarning sirt energiyasini o‘zgartirish, aglomeratsiyani kamaytirish va fazalararo adgeziyani yaxshilash orqali mineral komponentning mustahkamlovchi ta’sirini kuchaytirishi mumkin. Bunda organik va mineral komponentlarning sinergetik ta’siri rezina kompozitsiyasining strukturaviy barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqot metodologiyasi mashinasozlikda qo‘llaniladigan yeyilishga bardoshli rezinatexnika buyumlari uchun organomineral kompozitsiyalarning optimal tarkibini ishlab chiqish hamda “tarkib–struktura–xossa–yeyilish” o‘rtasidagi bog‘liqliklarni aniqlashga qaratilgan. Tadqiqot obyekti sifatida kauchuk matritsasi, vulkanizatsiya tizimi, mineral dispers to‘ldirgichlar va organik modifikatorlardan tashkil topgan rezina kompozitsiyalari qabul qilindi. Tajribalarda mineral to‘ldirgich sifatida kaolin, bentonit, montmorillonit va

25-Sentyabr, 2026-yil

kremniy oksidiga boy dispers mineral xomashyolardan foydalanish nazarda tutildi. Organik modifikatorlar mineral zarrachalar sirtini faollashtirish, ularning kauchuk matritsasida bir tekis taqsimlanishini ta'minlash hamda polimer-to'ldirgich chegarasidagi adgezion o'zaro ta'sirni kuchaytirish maqsadida qo'llanildi. Tajriba kompozitsiyalari mineral va organik komponentlarning miqdoriy nisbatlarini bosqichma-bosqich o'zgartirish asosida shakllantirildi. Tayyorlangan rezina aralashmalari belgilangan texnologik sharoitlarda aralashtirilib, standart namunalar shakllantirildi va vulkanizatsiya qilindi. Olingan namunalarning fizik-mexanik xususiyatlari uzilishdagi mustahkamlik, nisbiy cho'zilish, qattqlik, elastiklik, zichlik va qoldiq deformatsiya ko'rsatkichlari orqali baholandi. Yeyilishga bardoshlilik abraziv ishqalanish sharoitida namunalarning massa va hajm yo'qotishini aniqlash asosida o'rganildi. Organomineral to'ldirgichlarning rezina matritsasida taqsimlanishi, zarrachalarning aglomeratsiyalanish darajasi va fazalararo o'zaro ta'sirining material xossalari ta'siri strukturaviy tahlil qilindi. Optimal tarkibni aniqlashda mineral to'ldirgich miqdori, organik modifikator ulushi va disperslik darajasi asosiy o'zgaruvchi omillar sifatida qabul qilindi. Eksperimental natijalar statistik, korrelyatsion va regressiya tahlili usullari yordamida qayta ishlandi. Optimal tarkibni tanlashda yeyilish intensivligini kamaytirish, mexanik mustahkamlikni oshirish va zarur elastiklikni saqlash asosiy mezon sifatida belgilandi. Natijada mashinasozlik rezinatexnika buyumlari uchun organomineral kompozitsiyaning ratsional tarkibini ilmiy asoslash ko'zda tutildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Olib borilgan tahlillar organomineral to'ldirgichlarning tarkibi va miqdoriy nisbatini boshqarish rezina kompozitsiyalarining strukturaviy hamda fizik-mexanik xususiyatlarini shakllantiruvchi asosiy omillardan biri ekanligini ko'rsatdi. Mineral to'ldirgich miqdorining ortishi bilan dastlab kauchuk matritsasida mustahkamlovchi strukturaviy tarmoq shakllanishi kuchayadi. Natijada tashqi mexanik yuklanishlarning material hajmi bo'ylab taqsimlanishi yaxshilanib, lokal kuchlanishlar va mikroshikastlanishlarning rivojlanish ehtimoli kamayadi. Kaolin, bentonit, montmorillonit va kremniy oksidiga boy dispers to'ldirgichlarning rezina matritsasida bir tekis taqsimlanishi kompozitsiyaning mustahkamlik xususiyatlarini yaxshilash uchun muhim ahamiyatga ega. Organik modifikatorlarning kiritilishi mineral zarrachalar sirtining kauchuk matritsasi bilan moslashuvchanligini oshiradi. Buning natijasida polimer-to'ldirgich chegarasidagi adgezion bog'lanish kuchayib, zarrachalarning aglomeratsiyalanish darajasi kamayadi. Tahlil natijalariga ko'ra, to'ldirgich konsentratsiyasini haddan tashqari oshirish maqsadga muvofiq emas. Mineral komponentning ortiqcha miqdori zarrachalararo kontaktlarning ko'payishi, aglomeratlar hosil bo'lishi va rezina matritsasida strukturaviy nuqsonlarning yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin. Bu esa nisbiy cho'zilish va elastiklikning pasayishiga hamda ayrim hollarda abraziv yeyilishning tezlashishiga olib keladi. Shu sababli yuqori ekspluatatsion xossalarga maksimal to'ldirgich miqdorida emas, balki uning optimal konsentratsiyasida erishiladi. Organomineral komponentlarning ratsional nisbatida shakllangan struktura ishqalanish jarayonida sirt qatlamining mexanik yemirilishiga qarshilik ko'rsatadi. Mustahkam fazalararo bog'lanish abraziv ta'sir ostida mineral zarrachalarning matritsadan ajralishini cheklaydi, yuklanish

energiyasining samarali dissipatsiyasini ta‘minlaydi va mikrodarzlarning rivojlanishini sekinlashtiradi.

XULOSA

O‘tkazilgan ilmiy tahlillar asosida organomineral to‘ldirgichlardan foydalanish mashinasozlik rezinatexnika buyumlarining strukturaviy, fizik-mexanik va tribologik xususiyatlarini maqsadli boshqarishning samarali yo‘nalishi ekanligi aniqlandi. Mineral to‘ldirgichlarning dispersligi, konsentratsiyasi va sirt xususiyatlari hamda organik modifikatorlar bilan o‘zaro nisbati rezina kompozitsiyasining yakuniy ekspluatatsion xossalarini belgilovchi muhim omillar hisoblanadi. Organik modifikatorlar mineral zarrachalarning kauchuk matritsasida bir tekis taqsimlanishini yaxshilash, aglomeratsiyani kamaytirish va polimer-to‘ldirgich chegarasidagi adgezion o‘zaro ta‘sirni kuchaytirishga xizmat qiladi. Natijada rezina kompozitsiyasining strukturaviy bir jinsliligi va mexanik yuklanishlarga qarshiligi oshib, abraziv yeyilish jarayonining jadalligi kamayishi uchun sharoit yaratiladi. Tadqiqot natijalarining tahlili organomineral komponentlar miqdorini cheksiz oshirish emas, balki ularning ratsional nisbatini aniqlash muhimligini ko‘rsatadi. Optimal tarkibda mustahkamlik, elastiklik va yeyilishga bardoshlilik ko‘rsatkichlarining maqbul uyg‘unligini ta‘minlash mumkin. Shu asosda “tarkib–struktura–xossa–yeyilish” o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik organomineral rezina kompozitsiyalarini loyihalashning asosiy ilmiy tamoyili sifatida belgilandi. Ishlab chiqilgan yondashuv mahalliy mineral xomashyolardan samarali foydalanish, rezinatexnika buyumlarining xizmat muddatini uzaytirish hamda import qilinadigan funksional to‘ldirgichlarga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish imkonini beradi. Olingan ilmiy xulosalar yuqori ishqalanish va abraziv yeyilish sharoitida ishlaydigan mashinasozlik rezinatexnika buyumlari uchun yangi organomineral kompozitsiyalarni ishlab chiqishda ilmiy-amaliy asos sifatida xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ibadullaev A., Teshabaeva E., Kakharov B., Nigmatova D. Composite elastomeric materials filled with modified mineral fillers // E3S Web of Conferences. – 2021. – Vol. 264. – 05006. DOI: 10.1051/e3sconf/202126405006.
2. Yoqubov B.B., Ibadullaev A., Yoqubova D.Q., Teshabaeva E.U. Prospects and Development of Research of Composite Elastomer Materials // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – P. 464–476. DOI: 10.17516/1998-2836-0255.
3. Pal K., Pal S.K., Das C.K., Kim J.K. Influence of fillers on NR/SBR/XNBR blends: Morphology and wear // Tribology International. – 2010. – Vol. 43, No. 8. – P. 1542–1550. DOI: 10.1016/j.triboint.2010.02.015.
4. Vaikuntam S.R., Bhagavatheswaran E.S., Xiang F., Wießner S., Heinrich G., Das A., Stöckelhuber K.W. Friction, Abrasion and Crack Growth Behavior of In-Situ and Ex-Situ Silica Filled Rubber Composites // Materials. – 2020. – Vol. 13, No. 2. – Article 270. DOI: 10.3390/ma13020270.

5. Schallamach A. Friction and Abrasion of Rubber // Rubber Chemistry and Technology. – 1958. – Vol. 31. – P. 982–1014. DOI: 10.5254/1.3542365.
6. Persson B.N.J. On the theory of rubber friction // Surface Science. – 1998. – Vol. 401. – P. 445–454. DOI: 10.1016/S0039-6028(98)00051-X.
7. Persson B.N.J. Crack propagation in rubber-like materials // Journal of Physics: Condensed Matter. – 2005. – Vol. 17. – P. R1071–R1142. DOI: 10.1088/0953-8984/17/44/R01.
8. Heinrich G., Klüppel M. Recent advances in the theory of filler networking in elastomers // Advances in Polymer Science. – 2002. – Vol. 160. – P. 1–44.
9. Wang M.J. Effect of polymer-filler and filler-filler interactions on dynamic properties of filled vulcanizates // Rubber Chemistry and Technology. – 1998. – Vol. 71, No. 3. – P. 520–589.
10. Bokobza L. Multiwall carbon nanotube elastomeric composites: A review // Polymer. – 2007. – Vol. 48, No. 17. – P. 4907–4920.