Polimer kompozisiyon materiyallarni olinishi, tuzilishi va xususiyatlari

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Xaminov Burxon Turgunovich
Qo‘qon davlat universiteti 1-bosqich magistranti
Sotvoldieva Zarnigor Botirali qizi

Аннотация: Polisulfid asosidagi kompozitsion polimer materiallarni mustahkamlash va ularga ekspluatatsion barqarorlik berish uchun vulkanizatsiya jarayoni hal qiluvchi bosqichlardan biri hisoblanadi. Vulkanizatsiya, ayniqsa rux oksidi (ZnO) va epoksid smolalar ishtirokida olib borilganda, polimer zanjirlar orasida mustahkam bog‘lanishlar hosil qilinadi, bu esa tayyor mahsulotning mexanik, kimyoviy va issiqlikka nisbatan chidamliligini sezilarli darajada oshiradi.

Kalit so‘zlar: Polisulfid, Epoksid smolalar, rux oksidi, Vulkanlash jarayoni, Polisulfid kauchuklari, kompozisiyalar.

Abstract: The vulcanization process is a critical stage in reinforcing polysulfide-based composite polymer materials and ensuring their operational stability. When vulcanization is carried out—particularly in the presence of zinc oxide (ZnO) and epoxy resins—strong bonds are formed between the polymer chains, which significantly enhances the mechanical, chemical, and thermal resistance of the finished product.

Keywords: Polysulfide, epoxy resins, zinc oxide, vulcanization process, polysulfide rubbers, compositions.

Polimer kompozitsion materiallar (PKM) bugungi kunda sanoat, qurilish, transport, aviatsiya va boshqa strategik sohalarda keng qo‘llanilayotgan yuqori samarali moddalardan biridir. Ularning asosiy afzalligi — tabiiy xomashyolar yoki ikkilamchi resurslar asosida ishlab chiqilishi, tarkibiy komponentlarining moslashuvchanligi va tayyor mahsulotning fizik-mexanik xossalariga ko‘ra keng qo‘llanish imkoniyatiga ega bo‘lishidir. Ayniqsa, ikkilamchi xomashyolardan olinadigan PKMlar ekologik barqarorlik nuqtai nazaridan muhim ahamiyat kasb etadi, chunki ular chiqindilarni qayta ishlash asosida hosil qilinadi va bu orqali chiqindilar hajmi kamaytiriladi.

Polimer kompozitsiyalar odatda bog‘lovchi polimer matritsasi va unga mustahkamlik beruvchi to‘ldiruvchilar (armaturalar)dan tashkil topadi. Ushbu tuzilmaning samaradorligi polimer matritsaning bog‘lovchi sifati, to‘ldiruvchining hajmiy ulushi, shakli va disperslik darajasiga bevosita bog‘liqdir. Zamonaviy texnologik usullar yordamida yaratilgan PKMlarda to‘ldiruvchilar sifatida ko‘pincha uglerod tolalari, shisha tolalar, metall zarralari yoki tabiiy kukunlar qo‘llaniladi. Masalan, shisha tolali PKMlarning zichligi atigi 1,6–2,0 g/cm³ bo‘lsa-da, ular 300–800 MPa oralig‘idagi cho‘zilishdagi mustahkamlikka ega. Bu esa,

ularni engil, ammo mustahkam konstruksiyaviy element sifatida ishlatish imkonini beradi.

Bunday kompozitsion materiallar yuqori harorat, bosim, kimyoviy muhit (kislotalar, ishqorlar, erituvchilar) hamda mexanik ta’sirlarga nisbatan yuqori chidamlilikka ega bo‘lishi bilan ajralib turadi. Ba’zi PKMlar 250°C gacha bo‘lgan haroratda o‘z fizik shaklini saqlab qoladi va bu haroratda ham egiluvchanlik yoki zarbaga chidamlilik kabi xususiyatlarini yo‘qotmaydi. Bu esa ularni nafaqat ichki konstruksiyalar, balki tashqi qoplama sifatida ham ishlatish imkonini yaratadi. Masalan, polimer asosida yaratilgan korroziyaga qarshi qoplamalar tuproq va atmosferadagi agressiv ta’sirlarni 80% gacha kamaytirishga yordam beradi.

Mahalliy tadqiqotlar natijasida aniqlanishicha, ikkilamchi xomashyolardan yaratilgan PKMlar narxi chet eldan keltiriladigan analoglariga nisbatan 40–50% arzonroq bo‘lishi bilan birga, ularning ekspluatatsion muddati 1,3–1,5 barobar yuqoriroq baholangan. Bu esa iqtisodiy samaradorlikni ta’minlash bilan birga, milliy ishlab chiqarishni importdan qisman ozod etish imkonini beradi. Shuningdek, polimer kompozitsiyalar asosida yaratilgan mahsulotlar elektr o‘tkazuvchanlikning pastligi, dielektrik xossalari, gidrofobligi bilan ajralib turadi. Bu xususiyatlar ularni izolyatsiyalovchi, germetik va muhofazalovchi qatlamlar sifatida texnika sohasida samarali qo‘llash imkonini beradi.

Yuqorida keltirilgan faktlar va ilmiy-amaliy tajribalar shuni ko‘rsatmoqdaki, polimer kompozitsion materiallar, ayniqsa, ikkilamchi xomashyolar asosida yaratilgan variantlari, kelajakda texnikaviy, ekologik va iqtisodiy jihatdan ustun materiallar sifatida sanoat tarmoqlarida alohida o‘rin egallaydi. Shu sababli, ularni ilmiy tadqiq etish, ishlab chiqarish texnologiyasini chuqur tahlil qilish, fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish va amaliyotda sinovdan o‘tkazish bugungi kundagi eng dolzarb masalalardan biridir.

Ikkilamchi xomashyolar asosidagi rezina texnika materiallari uchun polimer kompozisiyon materiallar (PKM) tarkibini yaratish va ularni tashqi ta'sirlarga barqaror qoplamalar sifatida qo'llash dolzarb mavzulardan biri bo'lib PKM asosidagi qoplamalar ishqoriy, kislotali, oksidlovchi muhitlarga chidamliligi va issiqlikka chidamliligi bilan birgalikda qoplamlarning yuqori darajada elastikligi ularni avtomobel sanoatida va metall konstruktsiyalarni tashqi ta'sirlarga barqaror qoplamalar sifatida qo'llash mumkin.

Polisulfid polimerlar sintetik kauchuklarning birinchi turlariga kiradi va polimerlarning maxsus sinflarini tashkil qiladi. Vulkanizasiyalangan sintetik kauchuklarni asosiy xususiyatlari turli erituvchilarda bo‘kmasligi va yog‘, nam va gaz o‘tkazmasligi, ozon va atmosfera ta’sirlariga chidamliligi, uzoq saqlash va ekspluatasiyaga barqaror va sovuqqa chidamli.

Ishlab chiqarish jarayoni birinchilardan AQSH, Yaponiya va Rossiyada keng miqyosda ishlab chiqarila boshlangan. Keng miqyosda ishlab chiqariladigan polisulfid kauchuk turlaridan suyuq polimer yoki suyuq tiokol asosan organik birikma di (β – xloretil) formalyadan sintez qilib olinadi.

Yuqori molekulali polisulfid kauchuklar yoki tiokollar kauchuksimon xususiyatlarni o‘zida namoyon etib, organik birikmalarning galloidli xosilalarini polisulfid natriy bilan kondensasiyalash orqali ajratib olinadi.

Polisulfid kauchuklar kuchli ishqor eritmasi ishtirokida qizdirilsa, ularning tuzilishi o‘zgarmaydi faqatgina ulrning yon bog‘idagi oltingugurt atomlari ajralib chiqadi. Bu polimerlarning kauchuksimon xossasi saqlanib qolib polimerlanish darajasi o‘zgarmaydi. Kauchuksimon toikol kauchuklarni polikondensasiyalanishi jarayoni digalloidli birikmalarning galloid atolari hisobiga boradi.

Polisulfid kauchuklarning xususiyatlari galloid xosilalarini tabiati va ularning natriy polisulfidlar bilan nisbatiga bog‘liq ravishda sezilarli darajada o‘zgaradi. Polisulfid kauchuklari turlari xar – xil xossalarni namoyon qiladi. Masalan, ayrim polisulfidlar yog‘larga chidamli, ammo mexanik xossalari yaxshi emas, ba’zilarida fizik – mexanik xususiyatlari barqarorlashishi kimyoviy xususiyatlarni barqoarorligini kamayishi hisobiga bo‘ladi.

Asosan polisulfid kauchuklarining ishlailish sohalari ularning yog‘ va organik birikmalar ta’sriga chidaliligi va yuqori germetiklik kabi xususiyatlari bilan bog‘liq.

Suyuq tiokollarning olinishi so‘nggi yillarda keng miqyosda olib borilmoqda. Asosan suyuq tiokollarni qattiq tiokollardan farqi vulkanizasiyalash jarayoni murakkab texnologiyalarsiz oddiy sharoitda olib boriladi. Suyuq tiokollar o‘zida oxirida sulfgidril gruppa tutgan zanjirda disulfid bog‘lari mavjud bo‘lgan choklangan oligomer xususiyatini namoyon etadi. Asosiy oligomer sintezi uchun alifatik di- va trigalloid, di (β- xloretil) formaliy va tetrasulfid natriy birikmalari asosida hosil qilinadi. Suyuq tiokolning formulasi quyidagicha ko‘rinishga ega.

HS – R (- S – S – к

Asosan suyuq holatdagi tiokollar qovushqoqligiga bog‘liq holda glitseringa o‘xshash holatdan asalsimon holatgacha bo‘lishi mumkin.

Hozirgi kunda Respublikamiz uchun polisulfid kauchuklarni ishlab chiqarish yuqori ahamiyat kasb etadi. Respublika miqyosida foydalaniladigan tiokol kauchuklarining deyarli katta qismi import evaziga keltiriladi. Hozirgi kunda institutimizda sintez qilinayotgan tiokol kauchuklari uchun xom-ashyo Respublikamizda mavjud bo‘lgan xom – ashyo resurslari asosida amalga oshirilmoqda.

Taqdim etilayotgan tiokol kauchuk olinish usulining o‘ziga xos xususiyatlaridan biri quyidagilardan iborat:

-birinchi marotaba bisgalloid birikma o‘rniga epixlorgidrin asos qilib olindi.

-Bisgalloid birikmalarning epixlorgidringa ionli suyuqlik ishtirokida o‘zaro ta’sir reaksiyasi bir – biriga mosligini yengillashtiradi.

-Epixlorgidrin va dixlorgidrin tarkibidagi oksi va gidroksil gruppalarning borligi sababli ishlatilayotgan oltingugurt butunlay reaksiyaga kirishib vodorod sulfid hidi bo‘lmagan kauchuk olinadi.

Olingan polisulfid kauchuklar 80 0S bilan 150 0S orasida barqaror bo‘lib, ular metall oksidlari bilan vulkanizasiya qilinsa, gaz o‘tkazmaslik xossasi, elektr o‘tkazmaslik xossasi, yuqori germetiklik xossasi va temperaturaga chidamliligi oshadi.

Ishlab chiqarish sektorda suyuq tiokolalarning sintezi yuqori molekulyar kauchukning dispersiyasini, keyinchalik disulfidli bog'lanishlarni ajratish va SH guruxlari bilan suyuq tiokol ishlab chiqarish uchun xlor organic moddalar bilan

natriy polsulfidning suvli eritmalarini polikondensatsiyalash yo'li bilan amalga oshiriladi [7].

Polisulfid oligomerlarining tayyorlash uchun boshlang'ich monomeri sifatida organik di- va trixlorli birikmalari keng tarqalgan bo'lib ulardan foydalaniladi va turli kompozitsiyalarning natriy polsulfidlari asosida reaksiyalari olib boriladi. [8]

Oltingugurtli oligomerlarning sintezi polikondensatsiya va ajralish reaktsiyasining kam tanlanganligi bilan ajralib turadi, bu polimerlarning turli xossalari va ularning vulkanizatlarning xususiyatlari keng ishlatish imkoniyatini beradi. [9, 10].

Bundan tashqari, tiokollarni olish jarayonida katta miqdorda chiqindi suvlar hosil bo'ladi [11, 12]. Oligotiyollarning sanoat sintezidagi bu kamchiliklari thiokol oligomerlarni va ularning modifikatsiyalangan analoglarini ishlab chiqarishning muqobil usullarini qidirishni taqazo etadi.

Qizig'i shundaki, tiokol oligomerlarining SH-guruhlari bo'yicha alifatik polixlorlangan xlor atomlarini almashtirishga asoslangan tiokol oligomerlarining sintezi va natijada hosil bo'lgan politiollarni havo bilan disulfide oligomerlarga almashishi uchun oksidlanish jarayonlari amalga oshiriladi. Bu tiokollarning molekulyar og'irligini nazorat qilish, ishlab chiqarish mexanizimlarini soddalashtirish va jarayonning ekologik xarakterini yaxshilash imkonini beradi [13].

Shuning uchun, oligomer kauchuklarning sintezi davomida past kristallashuvchi polisulfid oligomerlarni olish zarur bo'lganda, bir emas, bir nechta digalogenlar ishlatiladi [49, 50]. Polisulfid oligomerlari va ularning vulkanizatlarining temperaturaga stabilligi -S-S- va -S-S -C- [51] birikmalarining mavjudligi sababli uglerod zanjirli polimerlardan past bo'ladi. Polimer zanjirining kislorod va oltingugurt atomlarining yuqori nukleofilligi va terminal merkapto guruhlarining proton-donor funktsiyasi polisulfid oligomerlarida muayyan shovqinlarni keltirib chiqaradi. Polisulfid oligomerlari uchun kogezyon energiya zichligi eksperimental ravishda aniqlangan qiymatlari -300 J / sm3 [52] ni tashkil etadi, ya'ni sezilarli intermolekulyar ta'sir o'tkazish bilan elastomerlar uchun mos qiymatlar darajasiga yaqinlashadi [53]. Bu, xususan, Polisulfid oligomerlari vulkanizatlarining oligomer zanjirlarning kimyoviy tarkibiga va butun tarkibni 154, 55] kompozisiyasiga nisbatan yuqori sezuvchanligini ochib beradi.

Tadqiqotlar [70], shuni kursadmoqdaki nukleofil almashish reaktsiyalar asosida ion mexanizmi orqali amalga oshadi. Hal qiluvchi, zanjir almashishning yo'qligi yuqori haroratlarda erkin radikal mexanizmi [71] tomonidan amalga oshiriladi. Bu muhim termal aktivatsiyani talab qilmaydi. eng ehtimol disulfid gruppalari ajralish [73] tomonidan ta'minlanadi va quyidagi polysulphid turdagi radikal, * -RS bo'ladi.

Tahlil bizga oligotiyollarni yuqori reaktivlikga ega bo'lgan moddalar sifatida tavsiflashga imkon beradi, va ular ham geterolitik, ham gomolytik tarzda bo'linishi mumkin.

Polisulfid oligomer kauchuklaridagi metabolik jarayonlarning tabiati va intensivligi va ularga asoslangan vulkanizatlar oligomer zanjirining tuzilishi, muhitning harorati va kutupliligi (hal qiluvchi, kimyoviy faol moddalar) bilan belgilanadi. Bu ularning turli polimer materiallarini yo'naltirish uchun juda istiqbolli

ekanligini hisobga olish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Yuqori kimyoviy faollik oligomerlarni va oligoteyollarning makromolekulalari zanjirining zarur strukturasi bilan ularning vulkanizatsiyasini olish imkonini beradi. Polisulfid oligomer kauchuklarning xususiyatlariga va vulkanizatlarning xususiyatlariga qarab, bu birikmalarga bo'lgan qiziqish har yili ortib bormoqda. Polisulfid oligomerlarining muammolari va ularning modifikatsiyasi bo'yicha tadqiqotlar jadal rivojlanayotgan mamlakatlar qatoriga AQSh, Germaniya, Yaponiya va Rossiya kiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Mirziyoyev Sh.M. – Yangi O‘zbekiston strategiyasi. Toshkent: “O‘zbekiston” nashriyoti, 2021

3. B.T.Xaminov – «Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi» O‘quv qo‘llanma, Qo‘qon-2024

3. B.T.Xaminov – «Nometall materiallar»Darslik , Qo‘qon-2025

4. B.T.Xaminov– «Materials science and technology of construction materials» O‘quv qo‘llanma, Qo‘qon-2026