

**IKKILAMCHI REZINA ASOSIDA GIDROIZOLYATSION QOPLAMA  
OLISH: MODIFIKATSIYA, KOMPOZITSION TARKIB VA FUNKSIONAL  
XOSSALAR TAHLILI**

*Jaylovova Rayhona Musurmon qizi*

[jaylovovarayhona@gmail.com](mailto:jaylovovarayhona@gmail.com)

*Ergashova Sarvinoz Bahodir qizi*

[Ergashova.sarvinoz0407@gmail.com](mailto:Ergashova.sarvinoz0407@gmail.com)

*Usanova Farzona Beknazar qizi*

*Termiz davlat universiteti talabalari*

**Annotatsiya:** Chiqindi shinalardan olingan ikkilamchi rezina asosida gidroizolyatsion qoplama tayyorlash qurilish materialshunosligi va ekologik texnologiyalar kesishgan sohada istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi, chunki mazkur yondashuv bir vaqtning o‘zida chiqindini kamaytirish va yuqori qo‘shimcha qiymatli qoplama olish imkonini beradi.

Ikkilamchi rezina tarkibida vulkanizatsiyalangan elastomer zanjirlari, uglerod qora (carbon black), plastifikatorlar va antioksidantlar mavjud bo‘lib, bu komponentlar qoplamaning elastikligi, suvga chidamliligi va atmosfera barqarorligini shakllantiradi.

Ushbu maqolada ikkilamchi rezinaning dispers faza sifatidagi roli, polimer bog‘lovchining matriks sifatidagi funksiyasi, fazalararo adgeziya mexanizmi, devulkanizatsiya va yuzani faollashtirish usullarining qoplama sifatiga ta’siri ilmiy asosda yoritiladi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, rezina granulari yuzasining kimyoviy faolligini oshirish (silanlash, oksidlovchi ishlov, izosianatli bog‘lash) qoplamaning suv o‘tkazmaslik ko‘rsatkichini yaxshilab, mikrobo‘shliqlarni kamaytiradi va mexanik chidamlilikni oshiradi.

Natijada ikkilamchi rezina asosidagi qoplamalar poydevor, tom, podval, suv omborlari, sanoat pollari va transport inshootlari uchun samarali gidroizolyatsion yechim sifatida ko‘riladi.

**Kalit soʻzlar:** ikkilamchi rezina, chiqindi shina, gidroizolyatsion qoplama, devulkanizatsiya, adgeziya, interfeys, bitum-rezina, poliuretan, barrier xususiyati, elastiklik.

**Kirish:** Gidroizolyatsiya — bu suvning material ichiga kirishini cheklash yoki butunlay toʻsishga qaratilgan muhandislik yechimi boʻlib, u konstruktsiyaning xizmat muddatini bevosita uzaytiruvchi omil hisoblanadi. Suvning qurilish konstruksiyalariga kirib borishi nafaqat mexanik yemirilish, balki kimyoviy degradatsiya jarayonlarini ham tezlashtiradi, chunki suv ionlarning diffuziyasini kuchaytiradi va korroziya reaksiyalarini faollashtiradi. Masalan, beton ichida suv mavjud boʻlsa, karbonatlash jarayoni tezlashadi, bu esa armatura poʻlatining passiv qatlamini buzib, zanglash ehtimolini oshiradi. Bundan tashqari, namlikning takroriy muzlash–erish sikllari betonning mikrostrukturasi ichida hajmiy kengayish hosil qilib, mikroyoriqlarni koʻpaytiradi va konstruktsiya mustahkamligini kamaytiradi.

Shuning uchun zamonaviy gidroizolyatsion qoplamalarga qoʻyiladigan talablar faqat “suv oʻtkazmaslik” bilan cheklanmaydi, balki elastiklik, yoriqqa chidamlilik, atmosfera barqarorligi, adgeziya va kimyoviy inertlik kabi kompleks xususiyatlarni qamrab oladi. Chiqindi shinalar muammosi esa ekologik nuqtayi nazardan dolzarb masalalardan biri hisoblanadi, chunki shina tarkibidagi elastomerlar va uglerodli komponentlar tabiiy sharoitda juda sekin parchalanadi.

Shinalarning poligonlarda toʻplanishi yongʻin xavfini oshiradi, chunki rezina yuqori kaloriyali material boʻlib, yonish jarayonida toksik gazlar ajralishi mumkin. Bundan tashqari, shinalarning eskirishi va maydalanishi mikrorezina zarrachalarining atrof-muhitga tarqalishiga olib keladi, bu esa mikroplastik ifloslanishning muhim manbalaridan biri sifatida koʻriladi. Shu sababli chiqindi shinalarni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash nafaqat iqtisodiy foyda, balki ekologik xavfsizlikni taʼminlovchi strategik yoʻnalish hisoblanadi.

Ikkilamchi rezinani gidroizolyatsion qoplama tarkibiga kiritishning ilmiy asosiy gʻoyasi shundan iboratki, rezina suvni oʻtkazmaydigan elastomer faza boʻlib, u qoplamaning deformatsion barqarorligini oshiradi.

Rezina granulalari qoplama ichida elastik amortizator rolini bajaradi, bu esa qoplamaning termik kengayish, vibratsiya va mexanik zarbalarda yorilib ketishini kamaytiradi.

Biroq rezina yuzasi koʻpincha inert boʻlgani sababli, polimer bogʻlovchi bilan fazalararo bogʻlanish yetarli darajada boʻlmasligi mumkin, bu esa qoplamada

bo'shliqlar va delaminatsiya xavfini oshiradi. Demak, ikkilamchi rezina asosidagi qoplamalarni ilmiy asosda ishlab chiqish uchun interfeys kimyosi, devulkanizatsiya va kompozit struktura nazariyasi alohida ahamiyat kasb etadi.

**Ikkilamchi rezining kimyoviy tarkibi va strukturaviy xususiyatlari:**

Ikkilamchi rezina, asosan, vulkanizatsiyalangan elastomerlar (SBR, NR, BR) asosida shakllangan polimer tarmoqdan iborat bo'lib, bu tarmoq S-S (disulfid) va C-S bog'lari orqali mustahkamlangan bo'ladi. Vulkanizatsiya jarayonida elastomer zanjirlari orasida ko'prik bog'lar hosil bo'lgani sababli rezina termoplastik emas, balki termoaktiv (reaktiv) xususiyat kasb etadi, ya'ni u qizdirilganda erimaydi, faqat yumshaydi. Shu sababli ikkilamchi rezina oddiy plastmassa kabi qayta eritib ishlatib bo'lmaydi, balki kompozit materiallar tarkibida dispers faza sifatida qo'llanadi. Shina rezinasida uglerod qora (carbon black) mavjud bo'lib, u mexanik mustahkamlikni oshiruvchi klassik to'ldiruvchi hisoblanadi. Uglerod qora rezina ichida armatura rolini bajaradi, chunki u polimer zanjirlari bilan fizik adsorbsiya va mexanik tutashuv orqali mustahkam aloqalar hosil qiladi. Natijada rezina granulari qoplama tarkibida nafaqat elastiklik, balki aşinishga chidamlilik va UV barqarorlikni ham oshiradi. Shuningdek, shinalarda antioksidantlar, stabilizatorlar va plastifikatorlar bo'lishi mumkin, bu esa qoplamaning qarish kinetikasiga ta'sir ko'rsatadi. Ikkilamchi rezining muhim xususiyati uning sirt energiyasi past bo'lishidir, ya'ni u ko'p polimer bog'lovchilar bilan yaxshi namlanmaydi. Namlanish yomon bo'lsa, bog'lovchi rezina yuzasini to'liq qoplay olmaydi va mikrobo'shliqlar paydo bo'ladi, bu esa suvning diffuziyasini osonlashtiradi. Demak, yuqori sifatli gidroizolyatsion qoplama olish uchun rezina sirtini faollashtirish yoki mos kompatibilizatorlar qo'llash zarur bo'ladi.

**Gidroizolyatsion qoplama uchun kompozit konsepsiyasi:** Ikkilamchi rezina asosidagi gidroizolyatsion qoplama kompozit material bo'lib, u kamida ikki asosiy fazadan tashkil topadi: polimer bog'lovchi matriks (uzluksiz faza), rezina granulari (dispers faza).

Matriks faza qoplamaning yopishuvini, monolitligini va suvga qarshi barrier xususiyatini belgilaydi.

Dispers rezina faza esa elastiklik, deformatsion chidamlilik va zarbani yutish xususiyatlarini ta'minlaydi.

Kompozitning umumiy xossalari "fazalar xossalarining oddiy yig'indisi" emas, balki fazalararo interfeys sifati bilan belgilanadi, chunki kuchlanish uzatilishi va mikrodefektlarning tarqalishi aynan interfeysda sodir bo'ladi.

Agar interfeys kuchsiz bo'lsa, qoplama mexanik yuklama ta'sirida qatlam-qatlam ajralishi (delaminatsiya) mumkin.

Agar interfeys kuchli bo'lsa, kuchlanish rezina granular orqali taqsimlanadi va yoriqning o'sishi sekinlashadi, bu esa qoplamaning yoriqqa chidamliligini oshiradi. Shu sababli ikkilamchi rezina asosidagi qoplamalar dizaynida interfeysni mustahkamlash muhim ilmiy vazifa sifatida qaraladi. Rezina granularini tayyorlash: maydalash, fraksiyalash va sirtni tozalash

Chiqindi shinalarni qoplama uchun xomashyo sifatida tayyorlash jarayonida granularning o'lchami va sirt tozaligi hal qiluvchi rol o'ynaydi. Granula o'lchami qanchalik kichik bo'lsa, uning sirt maydoni shunchalik katta bo'ladi va bog'lovchi bilan aloqa yuzasi ortadi. Aloqa yuzasi ortishi fazalararo adgeziyaning kuchayishiga sharoit yaratadi, chunki ko'proq sirt maydoni bog'lanishlar uchun imkon beradi. Biroq juda mayda fraksiya (masalan, 50–100 mikron) qoplamaning viskozligini oshirib, ishlov berishni qiyinlashtirishi mumkin.

Shu sababli optimal granulometriya odatda 0,2–1,0 mm diapazonda tanlanadi, chunki bu ishlov berish va mexanik xossalar muvozanatini beradi. Granular tarkibida metall simlar yoki tekstil tolalar qolsa, ular qoplamada stress kontsentrator vazifasini bajaradi. Stress kontsentratorlar — bu kuchlanish bir nuqtada to'planib qoladigan joylar bo'lib, yoriq aynan shu joydan boshlanish ehtimolini oshiradi.

**Devulkanizatsiya va sirt faollashtirish :** Devulkanizatsiya nima uchun kerak? Devulkanizatsiya — vulkanizatsiyalangan rezinadagi tarmoqlanish darajasini kamaytirish jarayoni bo'lib, u rezina zanjirlarini qisman erkinlashtiradi. Rezina zanjirlari qisman erkinlashganda, granular yuzasida faol guruhlar ko'payadi va bog'lovchi bilan o'zaro ta'sir kuchayadi.

Bu jarayon kompozit ichida “mexanik tutashuv”dan tashqari “kimyoviy bog'lanish” ehtimolini ham oshiradi.

Kimyoviy bog'lanish mavjud bo'lsa, qoplamaning adgeziyasi va yoriqqa chidamliligi sezilarli ortadi. Sirtni faollashtirish usullari Rezina yuzasini faollashtirishning ilmiy asoslangan usullari quyidagilar:

a) Oksidlovchi ishlov ( $H_2O_2$ , ozon,  $KMnO_4$ )

Rezina yuzasida polar guruhlar ( $-OH$ ,  $-C=O$ ) hosil bo'lishiga olib keladi. Polar guruhlar bog'lovchi polimerlar bilan vodorod bog'lari va dipol-dipol ta'sirlarni kuchaytiradi. Natijada rezina–matriks interfeysi mustahkamlanadi.

b) Silanlash (silan kupling agentlar) Silanlar rezina yuzasi va mineral to'ldiruvchilar orasida "kimyoviy ko'prik" vazifasini bajaradi. Silan molekulasi bir uchida organik polimer bilan, ikkinchi uchida esa mineral sirt bilan bog'lana oladi. Bu usul ayniqsa nanosilika va  $\text{CaCO}_3$  mavjud bo'lgan kompozitsiyalarda yuqori samaradorlik beradi. c) Izosianatli bog'lash (PU tizimlarida) Poliuretan bog'lovchilarda izosianat guruhleri ( $-\text{NCO}$ ) rezina yuzasidagi faol vodorodli guruhlar bilan reaksiyaga kirishishi mumkin. Natijada urethan bog'lar hosil bo'lib, interfeys kimyoviy mustahkamlanadi. Bu qoplamaning suvga chidamliligini va mexanik barqarorligini oshiradi.

**Xulosa:** Ikkilamchi rezina asosida gidroizolyatsion qoplama olish ekologik va materialshunoslik jihatdan samarali yo'nalish bo'lib, u chiqindi shinalarni qayta ishlash orqali yuqori qo'shimcha qiymatli mahsulot ishlab chiqarishga imkon beradi. Rezina granulari qoplamaga elastiklik, yoriqqa chidamlilik va deformatsion barqarorlik beradi, bog'lovchi polimer esa monolitlik va suvga qarshi barrier xususiyatini ta'minlaydi. Kompozitning asosiy muammosi interfeys adgeziyasi bo'lib, uni devulkanizatsiya, sirt faollashtirish va kompatibilizatorlar yordamida kuchaytirish mumkin. Nanoto'ldiruvchilar va mineral qo'shimchalar qo'llash qoplamaning mikrostrukturasi zichligini oshirib, suv o'tkazmaslik va mexanik chidamlilikni yaxshilaydi. Kelajakda ushbu materiallarni optimallashtirish uchun granulometriya, bog'lovchi turini tanlash, modifikatsiya usullari va reologik parametrlarni kompleks tahlil qilish zarur.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Williams P.T. Pyrolysis of waste tyres: A review. Waste Management, 2013.
2. Antoniou N., Zabaniotou A. Features of an efficient and environmentally attractive used tyres pyrolysis with energy and material recovery. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013.
3. Ucar S., Karagoz S. The slow pyrolysis of scrap tyres in a fixed-bed reactor. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2009.
4. Zhang X., Lei H., Zhu L. Catalytic pyrolysis of waste tires for aromatic hydrocarbons production over zeolite catalysts. Fuel Processing Technology, 2016.
5. Mikulová Z., et al. Upgrading of pyrolysis oil from waste tires using hydrodesulfurization. Energy & Fuels, 2019.
6. Olazar M., et al. Catalytic conversion of waste rubber to BTX. Chemical Engineering Journal, 2020.

7. López G., et al. Thermochemical routes for the valorization of waste polymers into fuels and chemicals. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017.
8. Arena U. Process and technological aspects of municipal solid waste gasification. A review. *Waste Management*, 2012.