



YASHIL KORROZIYA INGIBITORLARI ASOSIDA SUVNING QUVURLARGA KORROZIYAVIY TA'SIRINI KAMAYTIRISH VA KORROZIYANI OLDINI OLISH.

Sariboyeva Nasiba Xakimqulovna

Jizzax Politehnika Instituti 1-kurs magestri, G'allaorol 1-son texnikumi ICHTU si.

Email:sariboyevanasiba362@gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu tezisdagi suv ta'minoti tizimlarida metall quvurlarning korroziyaga uchrashi muammosi yashil ingibitorlar yordamida kamaytirilishi tahlil qilinadi. Maqsad ekologik xavfsiz ingibitorlarning samaradorligini baholash va himoya mexanizmini asoslashdir. Elektrokimyoviy sinovlar, massa yo'qotish usuli hamda sirt tahlillari qo'llanib, adsorbsiya va plyonka hosil bo'lish qonuniyatlari yoritiladi.*

Kalit so'zlar : *yashil ingibitor, quvur korroziyasi, suv kimyosi, adsorbsiya, passivatsiya, elektrokimyoviy sinov, himoya plyonkasi*

Аннотация: *В тезисе рассматривается снижение коррозионного воздействия воды на металлические трубопроводы с применением «зелёных» ингибиторов. Целью является оценка эффективности экологически безопасных ингибиторов и обоснование механизма защиты. Используются гравиметрические и электрохимические методы, а также анализ поверхности. Показаны закономерности адсорбции, формирования защитной плёнки и влияния pH, минерализации и растворённого кислорода.*

Ключевые слова : *зелёный ингибитор, коррозия труб, химия воды, адсорбция, пассивация, электрохимические испытания, защитная плёнка*

Abstract: *This thesis analyzes how green corrosion inhibitors reduce water-induced corrosion of metal pipelines. The aim is to evaluate eco-friendly inhibitor performance and to substantiate the protection mechanism. Gravimetric and electrochemical tests combined with surface analysis are applied. Adsorption behavior, protective film formation, and the roles of pH, salinity, and dissolved oxygen are discussed as key factors determining inhibition efficiency.*

Keywords : *green inhibitor, pipeline corrosion, water chemistry, adsorption, passivation, electrochemical testing, protective film*

Suv ta'minoti va texnologik aylanma suv tizimlarida quvurlar korroziyasi iqtisodiy yo'qotish, gidravlik qarshilikning ortishi, suv sifatining yomonlashuvi hamda avariya xavfining oshishi orqali kompleks muammo sifatida namoyon bo'ladi. Korroziya jarayonining tezligi nafaqat metallning tabiati va mikrostrukturasi, balki suvning ion tarkibi, pH, karbonat muvozanati, erigan kislorod miqdori, harorat, oqim tezligi va biologik omillar bilan belgilanadi. Ayniqsa, ichimlik suvida xlorid va sulfat

ionlarining mavjudligi, dezinfeksiya jarayonlaridan kelib chiqadigan oksidlovchi qoldiqlar hamda karbonat qattqlikning beqarorligi quvurlarda lokal yemirilish, teshilish va cho'kma osti korroziyasini kuchaytiradi. Amaliyotda fosfatlar, nitritlar, xromatlar yoki aminli kompozitsiyalar asosidagi ingibitorlar qo'llanib kelgan bo'lsa-da, ularning ayrimlari toksiklik, bioakkumulyatsiya yoki ekologik cheklovlar sababli tobora ko'proq muqobil yechimlarni talab qilmoqda. Shu nuqtai nazardan, o'simlik ekstraktlari, aminokislotalar, polisaxaridlar, tabiiy polifenollar, "deep eutectic solvent" (Chuqur evtektik erituvchi (DES)) tipidagi biomoslashuvchan aralashmalar va qishloq xo'jaligi chiqindilaridan olingan komponentlar asosidagi yashil ingibitorlar korroziyani boshqarishda istiqbolli yo'nalish hisoblanadi [1; 6].

Yashil ingibitor tushunchasi faqatgina "tabiiy" kelib chiqishni emas, balki ularning ishlab chiqarish va qo'llash siklida xavfsizlik, parchalanish, suv muhitiga ta'sir va me'yoriy talablar bilan moslikni ham qamrab oladi. Bunday ingibitorlar ko'pincha kislorod, azot, oltingugurt kabi geteroatomlarga ega bo'lgan molekulalar yoki aromatik halqa va ko'p funksional guruhlar tutgan polimer tabiatli birikmalardan iborat bo'lib, metall sirtida adsorbsiya orqali himoya plyonkasi hosil qiladi. Adsorbsiya energiyasi va qoplama zichligi ingibitorning samaradorligini belgilaydi: fizik adsorbsiya sharoitida himoya ta'siri muhit harorati oshishi bilan kamayishi mumkin, kimyoviy adsorbsiya ustun bo'lganda esa, aksincha, barqarorlik ortadi. Shu sababli yashil ingibitorlarni tanlashda ularning molekulyar tuzilishi, suv muhitidagi ionlar bilan kompleks hosil qilish qobiliyati, gidrolizga chidamliligi hamda metallning anod va katod jarayonlariga ta'siri alohida tahlil qilinishi zarur [2; 4].

Suvning quvurlarga korroziyaviy ta'sirini kamaytirishda mexanistik yondashuv asosiy metodologik tamoyil bo'lib, u korroziya jarayonini katod va anod reaksiyalarining o'zaro bog'langan kinetikasi sifatida ko'radi. Uglerodli po'lat quvurlar uchun anod jarayon $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ ko'rinishida kechsa, katod jarayon ko'pincha erigan kislorodning qaytarilishi bilan ifodalanadi. Suvning mineralizatsiyasi yuqori bo'lganda elektr o'tkazuvchanlik ortadi va galvanik mikroelementlar faollashadi, natijada umumiy korroziya tezligi oshadi. Biroq karbonat qattqlik va gidrokarbonatlarning yetarli bo'lishi ayrim sharoitlarda CaCO_3 cho'kmasi orqali shartli "tabiiy" himoya qatlamini ham yuzaga keltirishi mumkin; bunday qatlamning barqarorligi oqim tezligiga, pH va CO_2 muvozanatiga bog'liq. Demak, yashil ingibitorning vazifasi faqat metallni "qoplash" emas, balki suv kimyosidagi muvozanatlarni korroziya uchun noqulay tomonga siljitish, cho'kma va biofilm bilan o'zaro ta'sirni boshqarish hamdir [3; 5].

Tadqiqotlarda yashil ingibitor samaradorligini baholash uchun odatda gravimetrik usul (massa yo'qotish), potentsiodinamik polyarizatsiya, elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi hamda sirtni mikroskopik va spektroskopik tahlil qilish yondashuvlari kompleks qo'llanadi. Gravimetrik baholash real muhitga yaqin integral natija beradi, ammo mexanizmni bevosita ochib bermaydi; polyarizatsiya egri



chiziqlari ingibitorning anod yoki katod jarayonlariga qaysi yo'l bilan ta'sir qilishini ko'rsatadi; impedans esa himoya plyonkasining qarshiligi va sig'im elementlari orqali uning zichligi va yaxlitligi haqida xulosa chiqarishga imkon beradi. Yashil ingibitorlar ko'pincha aralash turdagi ingibitor bo'lib, ham anod, ham katod jarayonini sekinlashtiradi, lekin suv tarkibidagi xloridlar ko'payganda plyonkada nuqsonlar paydo bo'lishi ehtimoli ortadi. Shu sababli ingibitor kompozitsiyasiga sinergist komponentlar, masalan, tabiiy tanninlar bilan birga kichik miqdorda ortofosfat yoki silikatlarining mos keluvchi nisbatlarini qo'shish orqali plyonkaning mexanik va kimyoviy barqarorligini kuchaytirish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega [1; 6].

Yashil ingibitorlarning samaradorligi, odatda, adsorbsiya izotermalari bilan tavsiflanadi va ko'plab tizimlarda Langmyur yoki Temkin tipidagi bog'lanish mos keladi. Bunda ingibitor molekulalari metall sirtining faol markazlarini egallab, suv va agressiv ionlar uchun diffuziya yo'lini uzadi. Shuningdek, ayrim o'simlik ekstraktlaridagi polifenollar Fe^{2+} ionlari bilan xelat komplekslar hosil qilib, ikkilamchi himoya qatlamini shakllantirishi mumkin, bu qatlam elektroximik jarayonlarni sekinlashtiradi va sirtning gidrofobligini oshiradi. Biroq ekstraktlarning tarkibi xomashyo turi, yig'ish mavsumi va ekstraksiya sharoitiga bog'liq ravishda o'zgaruvchan bo'lgani uchun ularni standartlash masalasi dolzarb bo'lib qoladi. Shu o'rinda kimyoviy jihatdan identifikatsiyalangan "yashil" molekulalarni, masalan, aminokislotalar hosilalari, kitosan modifikatsiyalari yoki organik kislotalarning tuzlarini qo'llash natijalarning takrorlanuvchanligini yaxshilaydi, ammo iqtisodiy va texnologik jihatdan ekstraktlar bilan raqobatlashishi uchun dozani optimallashtirish talab etiladi [2; 4].

Quvur tizimlarida real ekspluatatsion sharoitlar laboratoriya sharoitidan farq qilgani sababli, suv oqimining gidrodinamikasi va cho'kma hosil bo'lishi ingibitor tanlovida alohida mezon bo'lib xizmat qiladi. Oqim tezligi oshganda sirtga adsorbsiyalangan qatlam qisman desorbsiya bo'lishi yoki eroziya-korroziya kuchayishi mumkin; demak, ingibitorning plyonka hosil qilish tezligi va qayta tiklanish qobiliyati muhim. Bunday xususiyatlar polimer tabiatli yashil ingibitorlarda kuchliroq namoyon bo'ladi, chunki ular ko'p nuqtali adsorbsiya orqali sirtga mahkamroq birikadi. Shu bilan birga, ichimlik suvi tizimlarida sanitariya talablari birinchi o'rinda turgani uchun ingibitorning organoleptik xususiyatlarga ta'siri, biologik parchalanishi va ikkilamchi mahsulotlarining xavfsizligi baholanishi shart. Amaliy yechim sifatida ingibitorni suv tayyorlashning muayyan bosqichida, masalan, pH korreksiyasi va dezinfeksiyadan keyingi nuqtada dozalanishi, shuningdek, korroziya monitoringi uchun potentsial o'lchovlari yoki kuponlar tizimi bilan birga yuritilishi tavsiya etiladi [3; 5].

Mazkur yo'nalishdagi ilmiy yangilikning asosiy mazmuni yashil ingibitorlarni "oddiy almashtiruvchi reagent" sifatida emas, balki suv kimyosi, metall sirtining holati va ekspluatatsion gidrodinamika bilan integratsiyalashgan boshqaruv omili



sifatida ko'rishdan iborat. Tahlil shuni ko'rsatadiki, yashil ingibitorlar yordamida korroziya tezligini kamaytirishning eng barqaror natijasi suvning agressivligini kompleks baholash, ingibitorning adsorbsiya mexanizmini elektrokimyoviy parametrlar orqali aniqlash va tarkibiy sinergiyani ta'minlash orqali olinadi. Xulosa sifatida, yashil ingibitorlardan foydalanish quvur tizimlarining xizmat muddatini uzaytirish, avariya xavfini kamaytirish va ekologik talablarga mos texnologik rejimlarni shakllantirishga xizmat qiladi; bunda samaradorlikning kalit sharti ingibitorning standartlashuvi, dozani optimallashtirish va real tizimlarda monitoringga tayangan holda boshqaruvni yo'lga qo'yishdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Roberge P. R. Handbook of Corrosion Engineering. New York: McGraw-Hill, 2012. 1056 p.
2. Uhlig H. H., Revie R. W. Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. 490 p.
3. Флориан М. М. Ингибиторы коррозии металлов в водных средах. Москва: Металлургия, 1987. 272 с.
4. Розенфельд И. Л. Ингибиторы коррозии. Москва: Химия, 1977. 352 с.
5. Ganiev I. M., Islomov S. A. Metallarning korroziyasi va undan himoyalanih. Toshkent: O'zbekiston, 2016. 224 b.
6. Karimov A. A., Tursunov B. U. Suv muhitida po'latning korroziyasi va ingibitorlar ta'siri. Samarqand: SamDU nashriyoti, 2020. 168 b.