ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

QOG‘OZ ISHLAB CHIQARISH CHIQINDILARI VA O‘SIMLIK POLIMERLARI ASOSIDA MINERAL TUZLAR TO‘PLANISHIGA QARSHI EKOLOGIK TOZA INGIBITORLAR SINTEZI

Davronov Sanjarbek Sultonboy o‘g‘li
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Neft va gazni qayta ishlash kimyoviy texnologiyasi kafedrasi magistranti, Toshkent shahri, O‘zbekiston
E-mail: sanjarbek2297@gmail.com
Muxammadjonov Hayitjon Jumanazar o‘g‘li
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Neft va gazni qayta ishlash kimyoviy texnologiyasi kafedrasi magistranti, Toshkent shahri, O‘zbekiston
Obidov Shoyunus Botir o‘g‘li
Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), Toshkent kimyo-texnologiya instituti Neft va gazni qayta ishlash kimyoviy texnologiyasi kafedrasi v.b. dotsenti, Toshkent shahri, O‘zbekiston
Ismailov Boburbek Maxmudjanovich
Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent, Toshkent kimyo-texnologiya instituti Neft va gazni qayta ishlash kimyoviy texnologiyasi kafedrasi dotsenti, Toshkent shahri, O‘zbekiston
Mengliyev Sherzod Shoimovich
Kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent, Toshkent kimyo-texnologiya instituti Neft va gazni qayta ishlash kimyoviy texnologiyasi kafedrasi mudiri, Toshkent shahri O‘zbekiston Respublikasi

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot qog‘oz ishlab chiqarish chiqindilari (texnik lignin) va kraxmal asosida mineral tuzlar cho‘kishiga qarshi yuqori samarali, ekologik toza ingibitor yaratishga bag‘ishlangan. Tadqiqot obyekti sifatida neft-gaz sanoatidagi texnologik suvlar tanlab olindi. Sintez jarayonida lignin funksional guruhlari formaldegid va sulfidlovchi reagentlar ishtirokida sulfometillanib, kraxmal bilan payvandlash (graft-polymerization) usulida biopolimerli kompozitsiya olindi. Mahsulot strukturasi IQ-spektroskopiya va elektron mikroskopiya yordamida tahlil qilindi. Tajriba natijalari sintez qilingan ingibitorning 95 °C gacha bo‘lgan haroratda mineral tuzlar (karbonatlar va sulfatlar) kristallanishini 94,5% gacha samarali to‘xtatishini ko‘rsatdi. Ingibitor ta'siri metall yuzasida adsorbsion plyonka hosil qilish va kalsiy ionlari bilan xelat komplekslar hosil qilib, tuz kristallarining o‘sish markazlarini bloklashga asoslangan. Tadqiqot natijalari texnologik uskunalarning ish muddatini uzaytirish va import o‘rnini bosuvchi reagentlar ishlab chiqarishda amaliy ahamiyatlidir.

Kalit so‘zlar: lignin, kraxmal, biopolimer, mineral tuzlar, ingibitor, neft-gaz sanoati, ekologik xavfsizlik

Аннотация. Данное исследование посвящено созданию высокоэффективного и экологически чистого ингибитора солеотложения на основе отходов бумажной промышленности (технического лигнина) и крахмала. В качестве объекта исследования были выбраны технологические воды нефтегазовой промышленности. В процессе синтеза функциональные группы лигнина подвергались сульфометилированию в присутствии формальдегида и сульфирующих реагентов, после чего методом привитой полимеризации (graft-polymerization) с крахмалом была получена биополимерная композиция. Структура продукта была проанализирована с помощью ИК-спектроскопии и электронной микроскопии. Результаты экспериментов показали, что синтезированный ингибитор эффективно предотвращает кристаллизацию минеральных солей (карбонатов и сульфатов) до 94,5% при температуре до 95 °C. Действие ингибитора основано на формировании адсорбционной пленки на поверхности металла и образовании хелатных комплексов с ионами кальция, что блокирует центры роста кристаллов солей. Результаты исследования имеют практическое значение для продления срока службы технологического оборудования и производства импортозамещающих реагентов.

Ключевые слова: лигнин, крахмал, биополимер, минеральные соли, ингибитор, нефтегазовая промышленность, экологическая безопасность.

Abstract. This study is focused on the development of a highly effective and eco-friendly scale inhibitor based on paper industry waste (technical lignin) and starch. Technological water from the oil and gas industry was selected as the research object. During the synthesis process, the functional groups of lignin were sulfomethylated using formaldehyde and sulfonating agents, and a biopolymer composition was obtained via graft copolymerization with starch. The structure of the product was analyzed using IR spectroscopy and electron microscopy. Experimental results demonstrated that the synthesized inhibitor effectively prevents the crystallization of mineral salts (carbonates and sulfates) by up to 94.5% at temperatures up to 95 °C. The mechanism of action is based on the formation of an adsorption film on the metal surface and the blocking of salt crystal growth centers by forming chelate complexes with calcium ions. The research results have practical significance for extending the service life of technological equipment and for the production of import-substituting reagents.

Keywords: lignin, starch, biopolymer, mineral salts, inhibitor, oil and gas industry, environmental safety.

KIRISH.

Neft va gaz sanoatida uskunalar ishchi yuzalarida mineral tuzlarning cho‘kishi texnologik jarayonlarning samaradorligini pasaytiruvchi asosiy

ISSN 3030-3907

omillardan hisoblanadi [1, 2]. Bu muammo ayniqsa yuqori minerallashgan suvlar bilan ishlaydigan quduqosti uskunalarida yaqqol namoyon bo‘ladi [3]. Hozirgi kunda qo‘llanilayotgan sintetik fosfonatlar va polimer ingibitorlar ma’lum darajada samara bersa-da, ularning molekulyar strukturasi yuqori harorat va bosim sharoitida barqarorligini saqlashda cheklovlarga ega, [4]. Shu sababli, kimyoviy jihatdan modifikatsiyalangan tabiiy polimerlar asosida yangi avlod reagentlarini yaratish global ahamiyatga ega [5]. O‘zbekiston neft konlarida kuzatiladigan anomal tuz cho‘kishi jarayonlari shunday reagentlarga bo‘lgan talabni yanada kuchaytiradi [6]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, qog‘oz ishlab chiqarish chiqindilari (lignin) va kraxmal asosida hosil qilingan biopolimerlar xelatlovchi komplekslar hosil qilish orqali kristallanish markazlarini samarali bloklay oladi [7, 8]. Ushbu ishning asosiy maqsadi — arzon mahalliy xomashyolar yordamida yuqori termik barqarorlikka ega bo‘lgan, import o‘rnini bosuvchi va ekologik toza ingibitorlarni sintez qilish hamda ularning neft-gaz sanoatidagi amaliy samaradorligini asoslashdan iborat [9, 10].

METODLAR.

Tadqiqot jarayonida qog‘oz ishlab chiqarish chiqindisi (texnik lignin) va tabiiy kartoshka kraxmalidan foydalanildi. Sintez bosqichlari reagentlarning funksional guruhlarini o‘zgartirish va ularni o‘zaro biriktirish (payvandlash) tamoyillariga asoslanadi. Eksperimental ishlar laboratoriya sharoitida amalga oshirilib, olingan moddalarning fizikkimyoviy xossalari zamonaviy tahlil usullari orqali tekshirildi.

Lignin va kraxmal asosida sulfometillash usuli. Bu usul lignin va kraxmal makromolekulalarini formaldegid va natriy bisulfit ishtirokida kimyoviy bog‘lashga asoslangan. Jarayon qovushqoqlikni boshqarish va xelatlovchi guruhlarni kiritish uchun muhim hisoblanadi.

Reagentlarni tayyorlash va ishqoriy muhitda faollashtirish. Sintez jarayoni uchun dastlab lignin va kraxmal 1:2 nisbatda distillangan suvda eritiladi. Aralashmaga natriy gidroksidi (NaOH) qo‘shilib, pH ko‘rsatkichi 10–11 gacha yetkaziladi. Bu jarayon kraxmalning jelatinlanishiga va ligninning faol markazlarining ochilishiga yordam beradi.

Formaldegid ishtirokida kondensatsiyalanish jarayoni. Aralashmaga hisoblangan miqdorda formaldegid (37% li eritma) qo‘shiladi va 60–70 °C haroratda 3 soat davomida aralashtiriladi. Natijada lignin va kraxmal molekulalari metilen ko‘priklari orqali birikib, kompleks biopolimer hosil qiladi.

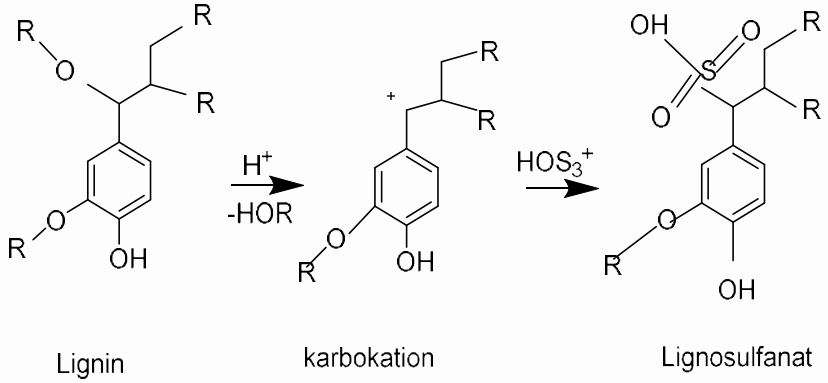
NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Sintez qilingan lignin–kraxmal asosidagi biopolimerning tuz cho‘kishiga qarshi samaradorligi laboratoriya sharoitida, 90 °C haroratda 24 soat davomida o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida ingibitorning turli konsentratsiyalari qo‘llanilib,

ISSN 3030-3907

ularning cho‘kma hosil bo‘lish jarayoniga ta’siri baholandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, ingibitor konsentratsiyasi ortib borishi bilan cho‘kma hosil bo‘lish tezligi sezilarli darajada kamayadi. Xususan, ingibitorsiz tizimda cho‘kma hosil bo‘lish darajasi 100% ni tashkil etgan bo‘lsa, 2 mg/l konsentratsiyada bu ko‘rsatkich 34,6% gacha kamaydi. Konsentratsiya 5 mg/l ga oshirilganda cho‘kma miqdori 11,8% ni tashkil etdi, 10 mg/l da esa minimal qiymat — 5,5% kuzatildi. Shunga mos ravishda ingibitor samaradorligi ham ortib bordi: 2 mg/l da 65,4%, 5 mg/l da 88,2% va 10 mg/l da maksimal 94,5% samaradorlikka erishildi. Bu natijalar ingibitorning yuqori konsentratsiyalarda sezilarli darajada samarali ekanligini ko‘rsatadi.

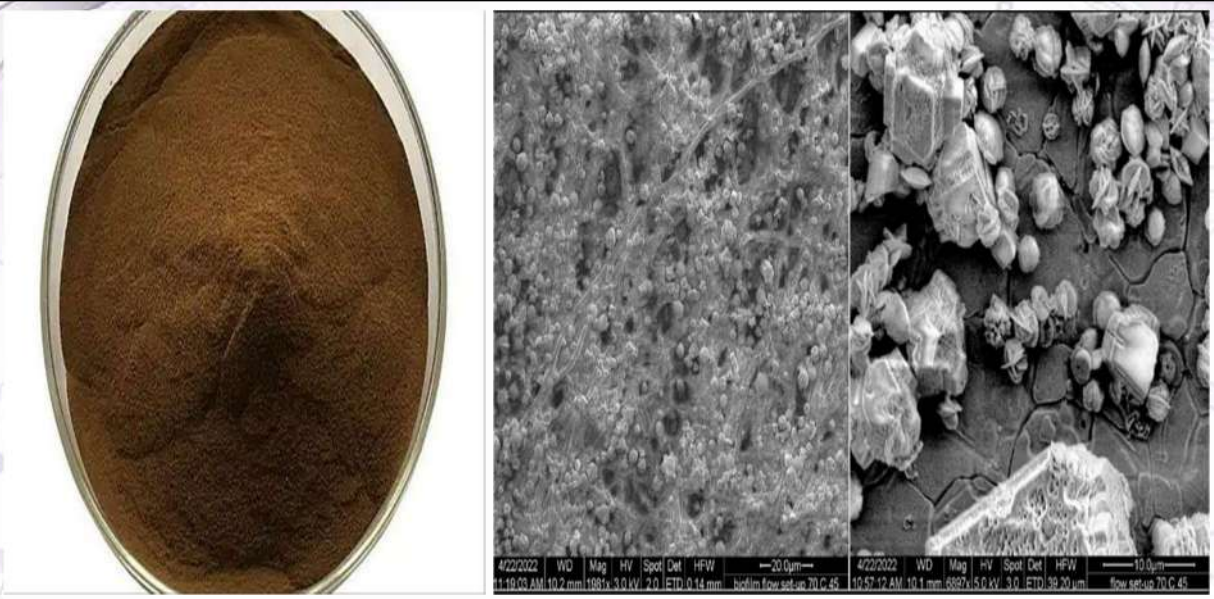
Olingan ingibitor va uning tahlili.



1-rasm. Ligninni sulfonlash jarayoni reaksiya sxemasi.

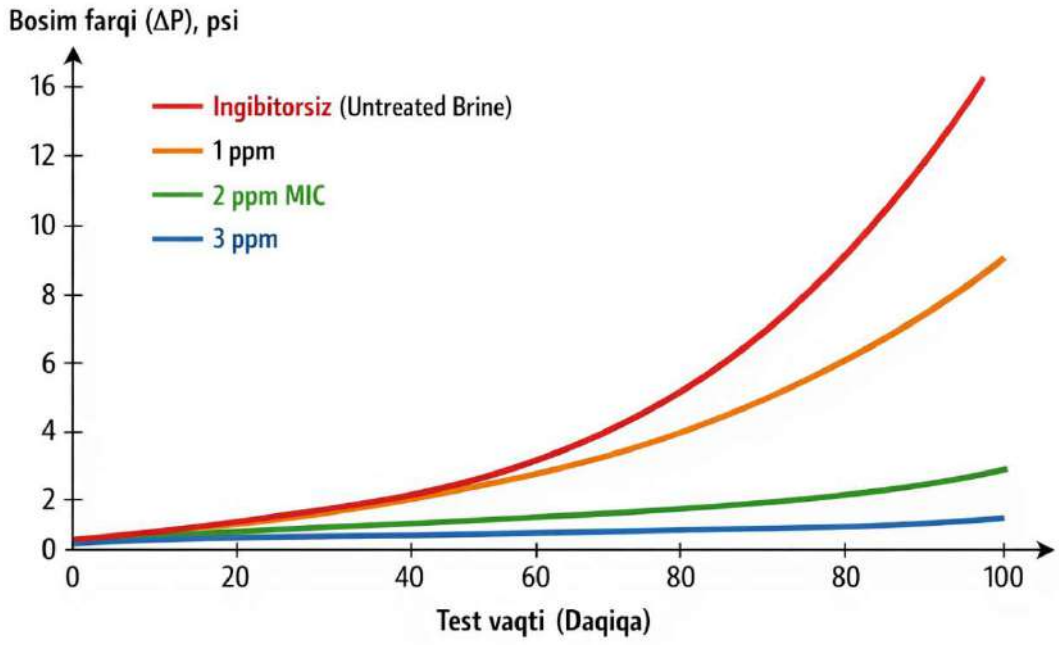
Ushbu reaksiya sxemasi **ligninni sulfonlash** jarayonini, ya'ni lignindan sirt faol moddalar (surfaktantlar) yoki dispergatorlar olishning muhim bosqichini tasvirlaydi. Bu jarayon sizning ilmiy ishingizdagi lignin asosidagi ingibitorlarni tayyorlash texnologiyasida markaziy o‘rin tutadi. Ingibitorning ta’sir mexanizmi bir nechta asosiy omillar bilan izohlanadi. Avvalo, biopolimer tarkibidagi gidroksil (—OH) va karboksil (—COOH) guruhlari kalsiy karbonat kristallarining o‘sish markazlariga adsorbsiyalanadi. Natijada kristall yadrolarining rivojlanishi sekinlashadi. Bundan tashqari, ingibitor molekulalari kristall panjarasiga kirib borib, uning tuzilishini buzadi va deformatsiyaga olib keladi. Bu esa kalsiy ionlarining tartibli ravishda joylashishini qiyinlashtiradi hamda qattiq cho‘kma qatlamining hosil bo‘lishini to‘xtatadi [1, 2]

ISSN 3030-3907



2-rasm. Olingan ingibitorlarning maydalangan holdagi kukunsimon ko‘rinishi va ingibitorning tuz hosil qilish jarayoni.

Olingan ingibitorimizning maydalangan holatdagi ko‘rini keltirilgan va SEM ya'ni Skanerlovchi elektron mikroskop aparati yordamida olingan tahlil natilalari. Xulosa qilib aytganda, bu tasvirlar materialshunoslik va mikrobiologiya sohasida namuna yuzasidagi o‘zgarishlarni va kristallarning o‘sishini o‘rganish uchun ishlatiladigan professional elektron mikroskopda olingan [9]. *Z. Amjad* "Effect of some phosphonate scale inhibitors on the surface morphology of calcium carbonate crystals".2007.09.pp4-5



3-rasm. 90°C harorat va 250 psi bosim ostida sulfatli sho‘r suv tizimida cho‘kma hosil bo‘lishiga qarshi ingibitor samaradorligi.

ISSN 3030-3907

Bu grafik 90°C harorat va 250 psi bosim ostida sulfatli sho‘r suv tizimida cho‘kma hosil bo‘lishiga qarshi ingibitor samaradorligini ko‘rsatadi. 1. Ingibitorsiz: Bosim farqi tez va keskin oshadi, Bu shuni bildiradi: $CaSO_4$,$BaSO_4$ kabi tuzlar tez cho‘kadi , Quvur ichida tiqilish kuchli bu ishlab chiqarish jarayoni uchun eng yomon holatdir. 2. 1 ppm ingibitor. ΔP o‘sishi sekinlashgan, lekin hali ham cho‘kma hosil bo‘lishi davom etadi. 3. 2 ppm: Grafikda eng muhim nuqtasi ΔP deyarli barqaror yoki juda sekin oshadi. Eng optimal konsentratsiya kristallanish jarayoni to‘xtatiladi , ionlar kompleks hosil qiladi va yuzaga yopishish kamayadi. 4. 3 ppm: Ingibitorning juda past ΔP o‘sishini kuzatish mumkin.[10] Kirboga, E., & Oner, M. (2013). The effect of scale inhibitors on the morphology of calcium carbonate crystals. *Journal of Crystal Growth*, 380, 2018-pp225.

1-jadval.

Ingibitorning har xil konsentratsiyalardagi samaradorligi

Ingibitor miqdori, mg/l	Cho‘kma hosil bo‘lishi, %	Ingibitor samaradorligi, %
0	100	0
2.0	34.6	65.4
5.0	11.8	88.2
10.0	5.5	94.5

Olingan natijalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, lignin va kraxmalning birgalikdagi qo‘llanilishi sinergik effekt beradi. Ya’ni, ushbu komponentlar o‘zaro ta’sirlashib, kuchli xelat komplekslar hosil qiladi va metall ionlarini bog‘lab qo‘yadi. Natijada cho‘kma hosil bo‘lish jarayoni samarali ravishda bostiriladi.

Shunday qilib, 10 mg/l konsentratsiyada kuzatilgan 94,5% samaradorlik lignin–kraxmal asosidagi biopolimerning yuqori samarali ingibitor ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu modda suv tizimlarida tuz cho‘kishini oldini olish uchun istiqbolli va ekologik jihatdan maqbul reagent hisoblanadi.

XULOSA.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, qog‘oz ishlab chiqarish chiqindilari (lignin) va tabiiy kraxmal asosida sintez qilingan biopolimerli kompozitsiya mineral tuzlar cho‘kishiga qarshi yuqori samarali va ekologik xavfsiz ingibitor hisoblanadi. Olingan reagentning 94,5% samaradorligi neft-gaz sanoatidagi texnologik uskunalarning issiqlik o‘tkazuvchanligini barqaror saqlash va ularning ish muddatini uzaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi.Umuman olganda, lignin-kraxmal asosidagi ushbu "yashil" reagentlar sanoat suvlarini tozalash

ISSN 3030-3907

texnologiyalarida yangi bosqichni boshlab berib, resurslarni tejash va atrof-muhitni muhofaza qilish tamoyillariga to‘liq javob beradi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. N. Shabanova, F. F. Chausov, E. A. Naimushina, and I. S. Kazantseva, "Application of X-ray photoelectron spectroscopy for investigating the molecular structure of corrosion inhibitor – zinc complex of 1-hydroxyethylidene diphosphonic acid // " Journal of Structural Chemistry, 2011. vol. 52, pp. 113–118,
2. B. N. Driker and N. V. Tsirulnikova, "Reagenty dlya obrabotki vody novogo pokoleniya" [New generation water treatment reagents], Energosberejenie i Vodopodgotovka, no. 3, 2011 p. 35.
3. O. V. Ugryumov, T. N. Koltysheva, I. V. Aleshkina, and N. V. Monakhova, "Sostav dlya predotvrasheniya neorganicheskikh otlozheniy" [Composition for preventing inorganic deposits], Pat. RU 136721, 2011 May 10.
4. P. J. Breen, H. H. Downs, and B. N. Diel, "Metal ion complexes for use as scale inhibitors," US Patent 5057228, 2011 Oct. 15.
5. L. A. Shangaraeva and A. V. Petukhov, "Prognozirovanie obrazovaniya otlozheniy soley v neftyanykh skvazhinakh" [Forecasting the formation of salt deposits in oil wells], Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya, no. 1, 2013 p. 99.
6. D. Yusupov, Kh. I. Kadirov, R. S. Tapilov, and S. M. Turabdjanov, "Razrabotka i issledovanie svoystv novykh ingibitorov otlozheniya mineralnykh soley" [Development and study of the properties of new mineral salt deposition inhibitors], Uzbekistan Journal of Oil and Gas, no. 3, 2001 pp. 26–27.
7. G. D. Rakhmatullaeva, "Sintez i razrabotka tekhnologii novykh kompleksonov i ikh primenenie" [Synthesis and development of technology for new complexones and their application], Ph.D. dissertation, 2000 Tashkent.
8. Kh. I. Kadirov, D. Yusupov, T. M. Mirkamilov, and S. M. Turabdjanov, "Anomalnye yavleniya v vodosnabzhenii i metody ikh preduprezhdeniya" [Anomalous phenomena in water supply and methods for their prevention], in Proc. Problems of Drinking Water Supply and Ecology, Tashkent: Universitet, 2002, pp. 131–142.
9. *Z. Amjad* "Effect of some phosphonate scale inhibitors on the surface morphology of calcium carbonate crystals".2007.09.pp4-5
10. Kirboga, E., & Oner, M. (2013). The effect of scale inhibitors on the morphology of calcium carbonate crystals. *Journal of Crystal Growth*, 380, 2018-pp225.

ISSN 3030-3907