ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME - 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 9

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

VINILXLORID MONOMERI SINTEZI UCHUN KO‘MIR O‘ZAGI ASOSIDAGI MIS (I) XLORIDINI VAQT O‘ZGARISHI BO‘YICHA MIS (II) XLORIDIGA O‘TISHI VA FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINING TADQIQOTI

Muxiddinov Baxodir Faxriddinovich
NavDKTU Kimyoviy texnologiya kefedrasi professori
Sa’dullayev Shohrud Mexriddin o‘g‘li
NavDKTU tayanch doktoranti

Annotatsiya. Simobsiz katalizatorlarni asetilenning gidroxlorlanish jarayonida qo‘llashni rivojlantirish vinilxlorid kimyoviy texnologiyasining dolzarb vazifalaridan biri bo‘lib qolmoqda, chunki an’anaviy $HgCl_2$/faollashtirilgan ko‘mir tizimlari toksikologik va ekologik xavflar bilan bog‘liq. Ushbu ishda mis, xlorid kislota, ammoniy xlorid va gazsimon xlor asosida xlorokuprat muhitini hosil qilish hamda keyinchalik mis xlorid zarrachalarini AG-3 va AG-74 faollashtirilgan ko‘mirlariga sorbsion usulda mahkamlashga asoslangan CuCl saqlovchi katalizatorlarni tayyorlash usuli taklif etildi. CuCl eritmasining havodagi barqarorligi, eritmaning uglerodli tashuvchilar tomonidan yutilishi, sirtning funksional tarkibi (IK-spektroskopiya) o‘rganildi. Aniqlanishicha, dastlabki eritma tarkibida 15,4% CuCl va 3,43% $CuCl_2$ mavjud bo‘lib, uning havoda saqlanishi Cu(I)/Cu(II) nisbatining o‘zgarishiga olib keladi; bu holat ayniqsa 20 °C haroratda 120 soat davomida yaqqol namoyon bo‘ladi. Faollashtirilgan ko‘mir bilan 8 soat davomida kontakt qilish AG-74 uchun yutilish ko‘rsatkichining (1,825) AG-3 ga (1,6125) nisbatan yuqoriroq ekanligini ko‘rsatdi. IK-spektrlar uglerod sirtidagi O–H, C=O va C–O funksional guruhlari mis-xlorid zarrachalarini ushlab turishda ishtirok etishini ko‘rsatadi. Olingan natijalar majmuasi AG-74 ni CuCl saqlovchi fazalarni barqarorlashtirish va vinilxloridning asetilenli sintezi uchun dispers, simobsiz prekatalizatorlarni shakllantirishda yanada istiqbolli tashuvchi ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Faollashtirilgan ko‘mir, mis (I) xloridi, mis (II) xloridi, AG-74, AG-74, infraqizil spektroskopiya, yutilish, konsentratsiya, harorat, tezlik, monomer.

Аннотация. Разработка безртутных катализаторов для процесса гидрохлорирования ацетилена остается актуальной задачей химической технологии винилхлорида, поскольку традиционные системы $HgCl_2$/активированный уголь связаны с токсикологическими и экологическими рисками. В данной работе предложен способ получения CuCl-содержащих катализаторов, основанный на формировании хлорокупратной среды из меди, соляной кислоты, хлорида аммония и газообразного хлора с последующей сорбционной фиксацией частиц хлоридов меди на активированных углях AG-3 и AG-74. Исследованы

ISSN 3030-3907

устойчивость раствора CuCl на воздухе, поглощение раствора углеродными носителями и функциональный состав поверхности методом ИК-спектроскопии. Установлено, что исходный раствор содержит 15,4% CuCl и 3,43% $CuCl_2$, а его выдерживание на воздухе сопровождается изменением соотношения Cu(I)/Cu(II), наиболее выраженным при температуре 20 °C в течение 120 часов. Контактирование с активированным углем в течение 8 часов приводит к более высокому показателю поглощения для AG-74 (1,825) по сравнению с AG-3 (1,6125). ИК-спектры свидетельствуют об участии поверхностных функциональных групп O–H, C=O и C–O углеродного носителя в удержании частиц хлоридов меди. Совокупность полученных результатов показывает, что AG-74 является более перспективным носителем для стабилизации CuCl-содержащих фаз и формирования дисперсных безртутных прекатализаторов для ацетиленового синтеза винилхлорида.

Ключевые слова: активированный уголь, хлорид меди(I), хлорид меди(II), AG-3, AG-74, инфракрасная спектроскопия, поглощение, концентрация, температура, скорость, мономер.

Abstract. The development of mercury-free catalysts for the hydrochlorination of acetylene remains an important challenge in vinyl chloride chemical technology, since conventional $HgCl_2$/activated carbon systems are associated with toxicological and environmental risks. In this work, a method for preparing CuCl-containing catalysts is proposed, based on the formation of a chlorocuprate medium from copper, hydrochloric acid, ammonium chloride, and gaseous chlorine, followed by the sorption fixation of copper chloride particles onto AG-3 and AG-74 activated carbons. The stability of the CuCl solution in air, the uptake of the solution by carbonaceous supports, and the surface functional composition by FTIR spectroscopy were investigated. It was established that the initial solution contained 15.4% CuCl and 3.43% $CuCl_2$. Exposure of the solution to air resulted in changes in the Cu(I)/Cu(II) ratio, with the most pronounced effect observed at 20 °C after 120 h. Contact with activated carbon for 8 h led to a higher uptake coefficient for AG-74 (1.825) compared with AG-3 (1.6125). The FTIR spectra indicated that the surface O–H, C=O, and C–O functional groups of the carbon support participate in the retention of copper chloride particles. The overall results demonstrate that AG-74 is a more promising support for stabilizing CuCl-containing phases and for the formation of dispersed mercury-free precatalysts for the acetylene-based synthesis of vinyl chloride.

Keywords: activated carbon, copper(I) chloride, copper(II) chloride, AG-3, AG-74, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), uptake, concentration, temperature, rate, monomer.

KIRISH.

Vinilxlorid polivinilxlorid ishlab chiqarish uchun asosiy monomer hisoblanadi, asetilenni gidroxlorlash esa mintaqamizda texnologik jihatdan muhim jarayon bo‘lib qolmoqda. Klassik asetilen jarayonining asosiy muammosi faollashtirilgan ko‘mirga yotqizilgan sublimat ($HgCl_2$) dan foydalanish bilan bog‘liq. $HgCl_2$ yuqori toksiklikka ega bo‘lib, reaksiya haroratlarida uchuvchanlik xususiyatini namoyon etadi. Bu esa faol komponentning yo‘qolishiga, katalizator xizmat muddatining qisqarishiga va atrof-muhitning ifloslanishiga olib keladi. Simob bilan ishlashni tartibga soluvchi xalqaro me’yorlar ham simobsiz katalitik tizimlarga o‘tish zaruratini yanada kuchaytirdi [1,2].

Asetilenni gidroxlorlash sohasidagi zamonaviy tadqiqotlar bir necha yo‘nalishlarda rivojlanmoqda: Au, Ru, Pd va Pt asosidagi qimmatbaho metall katalizatorlar; Cu, Bi, Co va boshqa metallarga asoslangan arzon katalizatorlar; funksionallashtirilgan uglerod materiallari; hamda metalsiz uglerod tizimlari [3]. Eng samarali sanoat analoglari oltin saqlovchi katalizatorlar bilan bog‘liq bo‘lsa-da, qimmatbaho metallarning yuqori narxi arzonroq faol markazlarni izlashga turtki bermoqda. Shu nuqtai nazardan, mis o‘zining mavjudligi, xlor bilan yuqori affiniteti, turli valent holatlarni hosil qila olishi hamda asetilen va HCl ni faollashtirishda ishtirok etuvchi xlorokomplekslarni shakllantirish qobiliyati tufayli alohida qiziqish uyg‘otadi [4–7].

Mis saqlovchi katalizatorlar uchun asosiy masala misning faol holatini qaytarilish, oksidlanish, aglomeratsiya va koks hosil bo‘lishi kabi raqobatdosh jarayonlar sharoitida barqaror saqlashdan iborat. So‘nggi tadqiqotlar Cu^+ markazlari asetilenni gidroxlorlash jarayonining barqaror faol markazlari bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatmoqda, biroq ularning katalitik xatti-harakati lokal koordinatsion muhit, disperslik darajasi va uglerodli tashuvchi bilan o‘zaro ta’siriga bog‘liq [6]. Azot va kislorod saqlovchi ligandlar, fosfor bilan modifikatsiyalangan uglerod materiallari, ion suyuqliklari yoki boshqa koordinatsion qo‘shimchalarning kiritilishi Cu-tizimlarning barqarorligini oshiradi, biroq shu bilan birga ularni olish va sanoat miqyosida qo‘llash texnologiyasini murakkablashtiradi [5,7].

Mazkur ish CuCl saqlovchi uglerodli prekatalizatorlarni olish va ularning fizik-kimyoviy tavsifini o‘rganishga qaratilgan. Bunday yondashuv mis-xlorid fazasining hosil bo‘lishi, sorbsion fiksatsiyasi va termik o‘zgarish bosqichlarini tadqiq etish bilan asoslanadi, chunki aynan ushbu omillar katalizatorning reaktordagi keyingi xatti-harakatini belgilaydi. Tadqiqotning maqsadi CuCl saqlovchi eritma olish usulini ishlab chiqish, uni AG-3 va AG-74 faollashtirilgan ko‘mirlariga immobilizatsiya qilish hamda tashuvchi tabiatining fazaviy tarkib, sirt funksional guruhlari va olingan materiallarning termik barqarorligi bilan o‘zaro bog‘liqligini aniqlashdan iborat.

ISSN 3030-3907

TADQIQOT OBYEKTI VA USULLARI.

Boshlang‘ich moddalar sifatida M3 markali metall mis, xlorid kislota, kimyoviy toza darajadagi ammoniy xlorid, suv, gazsimon xlor hamda ikkita sanoat markasidagi faollashtirilgan ko‘mir — AG-3 va AG-74 ishlatildi. Har ikkala tashuvchi ham g‘ovakli amorf ugleroddan iborat bo‘lib, ularning odatiy hajmiy zichligi 0,4–0,5 g/sm³ ni tashkil etdi. Katalitik xossalarni keyinchalik talqin qilish nuqtai nazaridan, faollashtirilgan ko‘mirlar tarkibida mis-xlorid zarrachalari bilan koordinatsion hamda kislota-asosli o‘zaro ta’sirlashishga qodir bo‘lgan kislorod saqlovchi sirt funksional guruhlari mavjudligi muhim ahamiyatga ega.

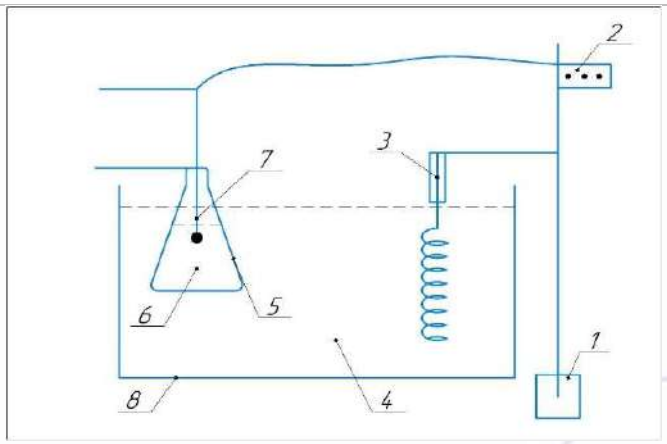
Aralashtirgich, harorat datchigi, qizdirgich va termokontroller bilan jihozlangan uch bo‘yinli konussimon kolbaga 375 g mis qirindisi, 246 ml 31% li HCl eritmasi, 224,25 g NH_4Cl va 857,7 ml suv solindi. Aralashma suv hammomida 70 °C gacha qizdirilib, intensiv aralashtirish sharoitida mis qirindilari to‘liq erib, mis xloridlarining to‘q jigarrang eritmasi hosil bo‘lguncha gazsimon xlor bir maromda yuborildi.

Olingan eritma tarkibida 15,4% CuCl va 3,43% $CuCl_2$ mavjud edi. Mazkur usulning texnologik mohiyati Cu(I)-xlorid fazasining bir vaqtning o‘zida hosil bo‘lishi va NH_4Cl/HCl ishtirokidagi ortiqcha xlorid-ionlar muhitida uning barqarorlashuviga asoslanadi.

Jarayonni sxematik tarzda metall misning CuCl gacha xlorlanishi hamda Cu(I) ning konsentrlangan xloridli muhitda kompleks hosil qilishi kombinatsiyasi sifatida tasvirlash mumkin. Havo bilan kontaktda Cu(I) qisman Cu(II) ga oksidlanishi mumkinligi sababli, eritmaning vaqt davomida barqarorligini alohida o‘rganish zarurati tug‘ildi.



a)



б)

1-rasm. CuCl konsentratsiyasining vaqt davomida va turli haroratlarda o‘zgarishini o‘lchash uchun qurilmaning a) tasviri va b) sxemasi.

AG-3 yoki AG-74 markali faollashtirilgan ko‘mir olingan CuCl/$CuCl_2$ eritmasiga xona haroratida joylashtirildi. Kontakt vaqti 1, 2, 4, 6 va 8 soatni tashkil etdi. Belgilangan muddat tugagach, namunalar eritmadan ajratib olindi, massa

ISSN 3030-3907

o‘zgarishi qayd etildi va keyingi tahlillarga yuborildi. Strukturaviy va termik xususiyatlarni taqqoslash uchun asosan 4 va 8 soatlik kontakt natijasida olingan materiallar tanlab olindi, chunki aynan shu vaqt oralig‘ida tashuvchi tomonidan eritmaning yutilish darajasi sezilarli ravishda ortishi kuzatildi.

Olingan natijalar va ularning tahlili

Mis(I) xlorid asosida tayyorlangan katalizatorlarning fizik-kimyoviy tavsiflari

Biz tomonidan CuCl eritmasining ochiq havoda turli haroratlarda (20°C, 30°C, 40°C va 50°C) hamda turli vaqt oralig‘ida o‘zgarishi o‘rganildi. Konsentratsiyaning o‘zgarish natijalari 1, 2, 3 va 4-jadvallarda keltirilgan.

Ma’lumki, mis(I) xlorid (CuCl) eritmasi vaqt o‘tishi bilan havodagi kislorod ta’sirida oksidlanib, mis(II) xlorid ($CuCl_2$) ga aylanadi. Shu sababli eritmadagi CuCl konsentratsiyasi asta-sekin kamayib boradi. O‘tkazilgan tajribalar natijasida ushbu jarayonning tezligi haroratga bog‘liqligi aniqlandi. Harorat oshishi bilan CuCl ning oksidlanish tezligi ham ortadi va natijada uning konsentratsiyasi tezroq kamayadi.

1-jadval

T = 20°C da CuCl konsentratsiyasining vaqt (soat) bo‘yicha o‘zgarishi

Soat	0	2	4	6	8	10	12	24	48	72	96	120
CuCl, %	15,4	15,4	15,32	15,2	15,15	15,03	14,9	14,68	13,0	13,3	13,8	13,2
$CuCl_2$, %	3,43	3,51	3,6	3,8	3,96	4,15	4,36	5,17	7,07	12	12,1	12,76

2-jadval

T = 30°C da CuCl konsentratsiyasining vaqt (soat) bo‘yicha o‘zgarishi

Soat	0	2	4	6	8	10	12	24	48	72	96	120
CuCl, %	15,4	16,07	16,58	15,74	15,45	15,44	14,81	14,37	14,03	14,62	15,92	10,1
$CuCl_2$, %	3,43	3,7	4,1	6,3	6,5	5,8	5,8	6,2	6,6	8,2	8,1	5

3-jadval

T = 40°C da CuCl konsentratsiyasining vaqt (soat) bo‘yicha o‘zgarishi

	0	2	4	6	8	10	12	24	48	72	96	120
CuCl, %	15,4	15,11	16,47	14,72	14,39	14,16	14,14	13,19	14,13	14	14	13,7
$CuCl_2$, %	3,43	2,9	3,7	6,4	7,06	7,45	7,45	7,36	7,3	6,6	6,9	7,8

ISSN 3030-3907

4-jadval

T = 50°C da CuCl konsentratsiyasining vaqt (soat) bo‘yicha o‘zgarishi

	0	2	4	6	8	10	12	24	48	72	96	120
CuCl,%	15,4	16,52	18,9	17,57	17,67	18,73	19,54	22,8	23,1	23,7	24,05	24,3
$CuCl_2$, %	3,43	2,5	0	2,8	3,3	3,3	4,5	5,3	5,6	5,9	6,1	6,33

Mis(I) xloridning suvli eritmasidan mis(II) ionlarining faollashtirilgan ko‘mirda adsorbsiyalanish kinetikasini o‘rganish

Xona haroratida turli markadagi faollashtirilgan ko‘mir tomonidan CuCl ning yutilishi

Tadqiqotlarda AJ «Navoiyazot» korxonasida mavjud bo‘lgan AG-3 va AG-74 markali faollashtirilgan ko‘mirlardan foydalanildi.

Faollashtirilgan ko‘mir namunalarini CuCl eritmasiga ma’lum vaqt oralig‘ida (1, 2, 4, 6 va 8 soat) joylashtirib, adsorbsiya jarayoni o‘rganildi. Tajribalar davomida faollashtirilgan ko‘mir massasi ortishi kuzatildi, bu esa eritma tarkibidagi mis birikmalarining ko‘mir yuzasiga yutilishi bilan izohlanadi.

Olingan faollashtirilgan ko‘mir namunalarining massasi dastlabki faollashtirilgan ko‘mir massasi bilan taqqoslandi. Natijalar adsorbsiya jarayonining vaqtga bog‘liqligini ko‘rsatib, ular 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

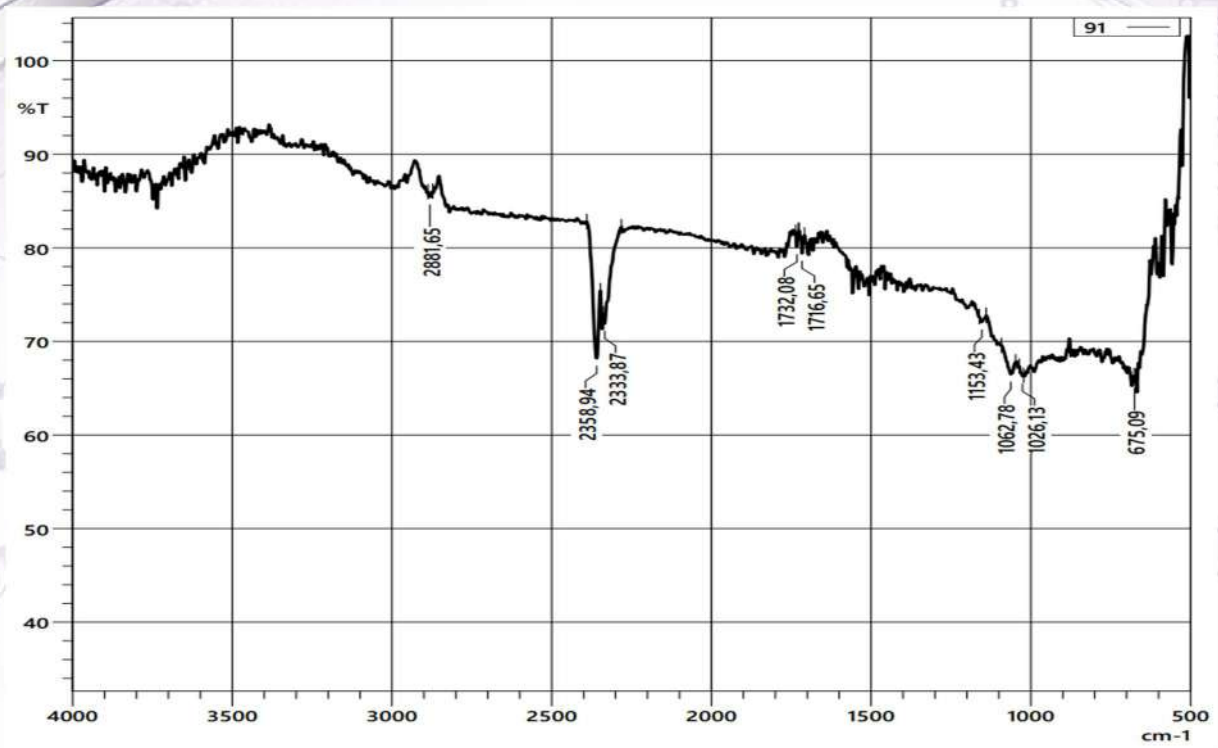
Xona haroratida (T = 25°C) faollashtirilgan ko‘mir tomonidan CuCl eritmasining yutilishining vaqtga bog‘liqligi

Tur	1 s.	2 s.	4 s.	6 s.	8 s.
AG-3	1.48	1.486	1.5125	1.5375	1.6125
AG-74	1.62	1.673	1.7	1.7375	1.825

Mis(I) xlorid bilan modifikatsiyalangan faollashtirilgan ko‘mir asosidagi katalizatorlarning IK-spektroskopik tahlili

Mis(I) xlorid eritmasida 8 soat davomida ushlab turilgan AG-3 markali faollashtirilgan ko‘mir asosidagi katalizatorning infraqizil (IK) spektri 2-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. AG-3 markali faollashtirilgan ko‘mir asosidagi katalizatorning mis (I) xlorid eritmasidagi IQ spektri 8 soat davomida

3725 sm^{-1} diapazonida adsorbsiyalangan suvning vodorod bog‘larining O-H cho‘zilishi kuzatiladi. Faollashgan ko‘mir yuzasidagi erkin gidroksil guruhlari atrofdagi molekulalar bilan vodorod bog‘larida ishtirok etishi mumkin, bu ularning energetik holati va bog‘ uzunligiga ta’sir qiladi. Gidroksil guruhlarining mis ionlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, metall-organik komplekslar hosil bo‘lishiga yordam berishi, bu esa katalitik faollikka ta’sir qiladi.

2882 sm^{-1} diapazondagi cho‘qqi metil va metilen guruhlarida C-H cho‘zilishlari mavjudligini ko‘rsatadi. Alkil zanjirlari ko‘mirni faollashtirish jarayonida ishlatilgan organik ifloslantiruvchi moddalar yoki reagentlardan kelib chiqqan bo‘lishi mumkin. Alkil guruhlarining mavjudligi ko‘mir sirtining gidrofobligini o‘zgartirishi mumkin, bu esa reagentlarning adsorbsiyasi va desorbsiyasiga ta’sir qiladi.

2359 sm^{-1} va 2334 sm^{-1} diapazonlarida C≡N bog‘larining valent tebranishlariga xos bo‘lgan cho‘qqilar kuzatiladi.

1732 sm^{-1} va 1717 sm^{-1} diapazonlarida C=O bog‘larining valent tebranishlari kuzatiladi, bu esa namunada ehtimoliy qo‘shimcha aralashmalar mavjudligini ko‘rsatadi.

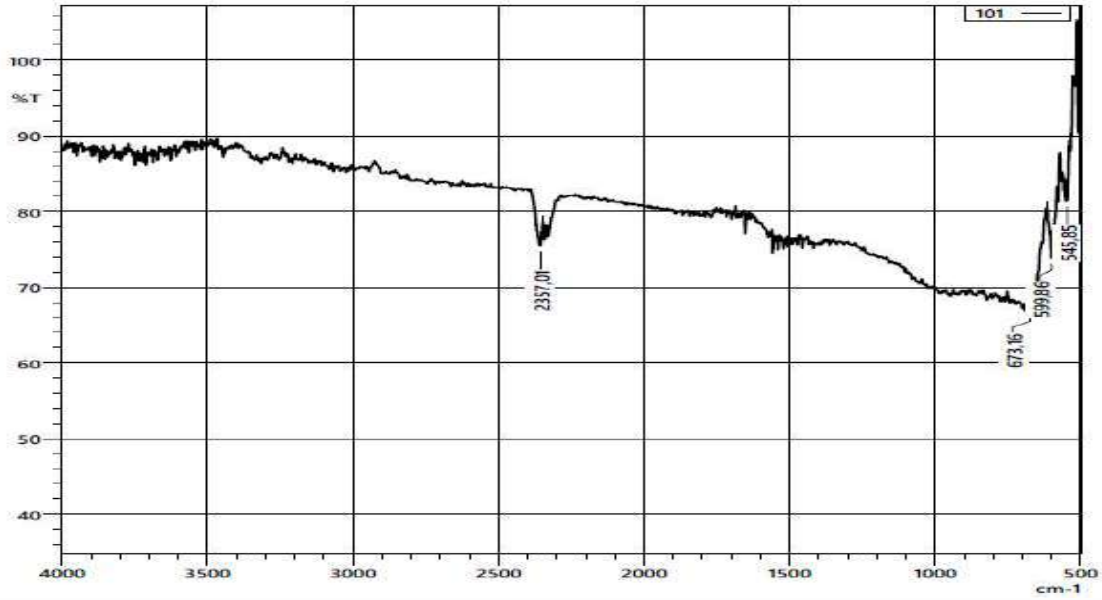
1153 sm^{-1}, 1063 sm^{-1} va 1026 sm^{-1} diapazonlarida C–O bog‘larining valent tebranishlari aniqlangan. Ushbu guruhlar metallar bilan kislorod saqlovchi komplekslar hosil qilishda ishtirok etishi mumkin, bu esa misning elektron holatiga va natijada uning katalitik faolligiga ta’sir ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

675 sm^{-1} diapazonida C–Cl bog‘ining valent tebranishlari kuzatiladi. Xloridlar mis yuzasini modifikatsiyalab, uning kimyoviy faolligi hamda ayrim reaksiyalarga nisbatan selektivligini o‘zgartirishi mumkin.

Ushbu ma’lumotlar Mis(I) xloridiga xos bo‘lgan kimyoviy tuzilmalar va tebranish turlarini ko‘rsatadi. Shuningdek, aniqlangan xarakterli bo‘lmagan cho‘qqilar katalizatorning katalitik faolligi va barqarorligiga potensial ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini bildiradi.

Mis(I) xlorid eritmasida 8 soat davomida ushlab turilgan AG-74 markali faollashtirilgan ko‘mir asosidagi katalizatorning infraqizil (IK) spektri 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. AG-74 markali faollashtirilgan ko‘mir asosidagi katalizatorning mis (I) xlorid eritmasidagi IQ spektri 8 soat davomida

2357 sm^{-1} diapazonlarida C≡N bog‘larining valent tebranishlariga xos bo‘lgan cho‘qqilar kuzatiladi.

673 sm^{-1} va 599 sm^{-1}diapazonida C–Cl bog‘ining valent tebranishlari va 545 sm^{-1}diapazonida C–Cl bog‘ining metall–ligand tebranishlari kuzatiladi. Xloridlar mis yuzasini modifikatsiyalab, uning kimyoviy faolligi hamda ayrim reaksiyalarga nisbatan selektivligini o‘zgartirishi mumkin.

Ushbu ma’lumotlar Mis(I) xloridiga xos bo‘lgan kimyoviy tuzilmalar va tebranish turlarini ko‘rsatadi. Shuningdek, aniqlangan xarakterli bo‘lmagan cho‘qqilar katalizatorning katalitik faolligi va barqarorligiga potensial ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini bildiradi.

XULOSA.

Metall mis, HCl, NH_4Cl, suv va Cl_2 asosida 70 °C haroratda CuCl saqlovchi eritma olish usuli ishlab chiqildi hamda keyinchalik mis-xlorid zarrachalarini AG-

ISSN 3030-3907

3 va AG-74 faollashtirilgan ko‘mirlariga immobilizatsiya qilish amalga oshirildi. Dastlabki eritma tarkibida 15,4% CuCl va 3,43% $CuCl_2$ mavjudligi aniqlandi.

Aniqlanishicha, eritma havoda saqlanganda Cu(I)/Cu(II) o‘rtasida oksidlanish-qaytarilish jarayonlari sodir bo‘ladi. Xususan, 20 °C da 120 soat davomida CuCl konsentratsiyasi 15,4% dan 13,2% gacha kamaygan, $CuCl_2$ miqdori esa 3,43% dan 12,76% gacha ortgan. Bu natijalar CuCl saqlovchi eritmalarni nazorat qilinadigan sharoitlarda saqlash zarurligini tasdiqlaydi.

AG-74 faollashtirilgan ko‘miri CuCl saqlovchi eritmani yutish qobiliyati bo‘yicha AG-3 ga nisbatan yuqori ko‘rsatkichlarga ega ekanligi aniqlandi. 8 soatlik kontakt davomida yutilish ko‘rsatkichi AG-74 uchun 1,825 ni, AG-3 uchun esa 1,6125 ni tashkil etdi. Bu AG-74 ning mis-xlorid fazasi uchun samaraliroq tashuvchi ekanligini ko‘rsatadi.

IK-spektroskopiya natijalari O–H, C–H, C=O, C–O hamda C–Cl/Cu–Cl bog‘lariga tegishli tebranishlarning mavjudligini ko‘rsatdi. Bu esa mis-xlorid zarrachalarining faollashtirilgan ko‘mir yuzasidagi kislorod saqlovchi funksional markazlarda mahkamlanishini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, AG-74/CuClx tizimi simobsiz asetilen gidroxlorlash katalizatorlarini keyingi bosqichlarda optimallashtirish uchun tadqiq etilgan namunalar orasida eng istiqbolli tizim sifatida baholanishi mumkin.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

15. Minamata Convention on Mercury. Manufacturing processes in which mercury is used: insights. Accessed 11 May 2026.
16. Hutchings G.J. Vapor phase hydrochlorination of acetylene: correlation of catalytic activity of supported metal chloride catalysts. Journal of Catalysis. 1985;96(1):292-295. doi:10.1016/0021-9517(85)90383-5.
17. Qiao X., Zhao Z.-H., Zhang J. Progress in mercury-free catalysts for acetylene hydrochlorination. Catalysis Science & Technology. 2024;14:3838-3852. doi:10.1039/D4CY00549J.
18. Wang T., Jiang Z., Tang Q., et al. Interactions between atomically dispersed copper and phosphorous species are key for the hydrochlorination of acetylene. Communications Chemistry. 2022;5:2. doi:10.1038/s42004-021-00619-7.
19. Wang B., Jin C., Shao S., et al. Electron-deficient Cu site catalyzed acetylene hydrochlorination. Green Energy & Environment. 2023;8(4):1128-1140. doi:10.1016/j.gee.2022.01.005.
20. Zhang Y., Li S., Qiao X., Guan Q., Li W. Efficient and stable N-heterocyclic ketone-Cu complex catalysts for acetylene hydrochlorination: the promotion effect of ligands revealed from DFT calculations. Physical Chemistry Chemical Physics. 2023;25:25581-25593. doi:10.1039/D3CP02514D.

21. Fu Y., Sun X., Zhang J., Huang J. A self-disperse copper-based catalyst synthesized via a dry mixing method for acetylene hydrochlorination. Catalysts. 2024;14(3):207. doi:10.3390/catal14030207.

ISSN 3030-3907