

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

QODIROV SARDOR MUSURMONOVICH

**MAHALLIY XOMASHYOLAR ASOSIDA PIRIDIN HOSILALARINI
GETEROGEN-KATALITIK SINTEZI**

02.00.14 - Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Navoiy-2024

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor philosophy (PhD) on technical
sciences**

Qodirov Sardor Musurmonovich

Mahalliy xomashyolar asosida piridin hosilalarini geterogen-katalitik sintezi..... 3

Кодиров Сардор Мусурмонович

Гетерогенно-каталитический синтез производных пиридина на основе
местного сырья.....21

Kodirov Sardor Musurmonovich

Heterogeneous catalytic synthesis of pyridine derivatives based on local raw
materials.....39

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

QODIROV SARDOR MUSURMONOVICH

**MAHALLIY XOMASHYOLAR ASOSIDA PIRIDIN HOSILALARINI
GETEROGEN-KATALITIK SINTEZI**

02.00.14 - Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.2.PhD/T2612 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida www.nsumt.uz va «Ziyonet» axborot-ta’lim portalida joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Vapoyev Husnitdin Mirzoyevich
texnika fanlari doktori, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Kadirov Xasan Irgashevich
texnika fanlari doktori, professor

Abdurazakov Askar Sheraliyevich
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Yetakchi tashkilot:

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti

Dissertatsiya himoyasi Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti huzuridagi DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 raqamli Ilmiy kengashning «18» 07 2024-yil soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi (Manzil:210100, Navoiy shahri, G‘alaba shoh ko‘chasi, 76 v-uy. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining majlislar zali. Tel.:0 (436) 223-23-32; faks:0 (436) 223-49-66; (e-mail: nvmi_info@edui.uz).

Dissertatsiya bilan Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (157 raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 210100, Navoiy shahri, G‘alaba shoh ko‘chasi, 76v-uy. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining majlislar zali. Tel.: 0 (436) 223-23-32; faks: 0 (436) 223-49-66; (e-mail: nvmi_info@edui.uz)

Dissertatsiya avtoreferati 2024-yil «6» 07 kuni tarqatildi.
(2024 yil «6» 07 dagi 1 raqamli reestr bayonnomasi).



 **B.F.Muxiddinov**
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash raisi, k.f.d., professor

 **S.Sh.Sharipov**
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash kotibi, PhD., dotsent

 **M.Muminov**
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar raisi v.b., k.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda tarkibida piridin halqasi bo‘lgan ko‘plab moddalar dori-darmonlar (1500 dan 73 tasi hayotiy muhim dori vositalaridan), bo‘yoqlar, agrokimyoviy moddalar, flokulyantlar, emulgatorlar, latekslar, kislotali korroziya ingibitorlari, ion almashinadigan qatronlar va boshqa foydali materiallarni ishlab chiqarish uchun asos hisoblanadi. Hozirgi vaqtda dunyoda piridinlar va uning hosilalarini ishlab chiqarish hajmi yiliga 100 ming tonnadan oshadi va kelgusida ushbu mahsulotlarga bo‘lgan talabning oshishi sintez jarayoniga ilg‘or texnologiyalarni joriy etish imkonini beradi. Sintez qilinayotgan piridin va uning hosilalarining 90% dan ortig‘i amalda ffor saqlagan katalizatorlar orqali sintetik usullar bilan olinadi. Shu munosabat bilan, ekologik xavfsiz xomashyolar hamda inson salomatligi uchun maqbul bo‘lgan sharoitlarda piridin hosilalarini sintez qilish texnologiyasi takomillashtirish, cheteldan olib kelinayotgan xomashyo manbalarini mahalliyashtirish, shu bilan birgalikda yangi turdagi katalizatorlarni amaliyotga joriy etish har tomonlama muhim ahamiyat kasb etadi.

Dunyoda bugungi kunda ilmiy-tadqiqot natijalarini qo‘llash asosida piridin hosilalarini ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish, mahsulot unumiga turli xil fizik-kimyoviy parametrlarning ta’sirini baholash, ekologik xavfsiz yuqori unumga ega katalizatorlarni yaratish bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, Respublikamizda mahalliy xomashyolarga asoslangan yangi texnologiyalarni joriy etishga, yangi turdagi katalizatorlar yaratishga, import o‘rnini bosuvchi korroziya ingibitorlari sifatida qo‘llaniladigan piridin hosilalarini yuqori unumda ishlab chiqarishga hamda texnologik bosqichlarni eng maqbul sharoitlarini aniqlashga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda so‘ngi yillarda piridin hosilalarini geterogen-katalitik usulda sintez qilish texnologik jarayonini takomillashtirish, mahalliy xomashyolardan yangi turdagi katalizatorlar yaratish, sintez qilingan mahsulotlardan erituvchi, pestisid, sirt faol moddalar sifatida foydalanish bo‘yicha ilg‘or ilmiy asoslangan chora-tadbirlarni joriy qilib, bir qator ilmiy-amaliy natijalarga erishilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmonida “Energiya tejoychi va ekologik toza texnologiyalarni yaratish va ishlab chiqarishga joriy etish bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini kengaytirish...”¹ kabi muhim vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda, piridin hosilalarini geterogen-katalitik usulda sintez qilish, mahsulotlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish, texnologik ishlab chiqarishning mahalliyashtirish imkoniyatlarini asoslash, shuningdek sintez qilingan mahsulotlarning keng konsentratsiya oralig‘ida ingibitorlik vazifasini aniqlash bo‘yicha bajariladigan tadqiqotlar katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-son «O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 -yil 7- fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-4947-son Farmoni // O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami. –T., 2017. – 103 b.

to'g'risida»gi, 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son «2022–2026 yillarda mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi, 2019-yil 30-oktyabrdagi PF-5368-son «O'zbekiston Respublikasining 2030-yilgacha atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasi» to'g'risidagi Farmonlari va 2018-yil 20-oktyabrdagi PQ-841-son «2030 yilgacha bo'lgan davrda barqaror rivojlanish sohasidagi milliy maqsad va vazifalarni amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2020-yil 15-martdagi PQ-6079-son «Raqamli O'zbekiston –2030» qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalarini rivojlantirishning VII. «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Dunyoning rivojlangan mamlakatlarida piridin hosilalarini sintezi bo'yicha tizimli tadqiqotlar olib borilmoqda. Xususan, chet-el olimlari Grigoreva N.G., Filippova N.A., Ivanova A.S., Antonova V.V., Djemelev U. M., Wang H., Yuan N., Schimizu S., Watanabe N., Kataoka T., Muxlenov I.P., Vlasov Ye.A., Deryujkina V.I., Larionov A.M., Bajina T.A., Yevstratov A. A., Kutakova N. B., Kolyada G.G., Ivanovskiy A.P., Kutin A.M., Ramprasad Dorai, Stepanova V. A., Korotkovat V.N., Pavlov S.Yu., Dutta Pashupati, Roy Subxash Chandra, Roy Shyam Kishor, Gosvami Tarun Kanti va boshqalar tomonidan turli xil geterogen katalizatorlar tayyorlanib, piridini va uning hosilalari sintez qilingan.

Respublikamizda Sirlibayev T., Yusupov D., Ikramov A., Nurmonov S.E., Nazarbekov M.K., Shaxobiddinov A., Turobjonov S.M., Kadirov X.I., Ismailova L.A., Xolikova S.D., Musulmanov N.X., Kadirov X.I., Muxiddinov B.F., Vapoyev H.M. va boshqalar mahalliy xomashyolar va sanoat chiqindilariga asoslangan korroziya ingibitorlari texnologiyasiga, sirt faol moddalar, kauchuk tezlatgichlar, ion almashinadigan qatronlar, farmasevtikada dorivor moddalar, pestitsidlar, gerbitsidlar, qishloq xo'jaligida stimulyatorlar, sintez plyonkasi va fotomateriallarda boshlang'ich birikmalar sifatida ishlatilishi mumkin bo'lgan piridin va uning hosilalari sinteziga ulkan hissa qo'shishgan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq № 5-04/2021-son PZ “QQD-1 quyushtiruvchining kislotali oqova suvlarida mavjud bo'lgan oltin va aralashmalarni (temir, mishyak va boshqalar) alohida oqimlarga ajratish texnologiyasini ishlab chiqish” mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi piridin hosilalarini sintez qilish uchun mahalliy xomashyolardan samarali geterogen katalizatorlarni ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

piridin hosilalarini sintez qilish uchun mahalliy xomashyolardan (kaolin, bentonit va opoka jinsi) yangi geterogen yuqori selektiv katalizatorlar yaratish;

katalizatorlar ishlab chiqarish texnologiyasining optimal parametrlarini (boshlang'ich moddalar nisbati, kuydirish vaqti davomiyligi va temperaturasi, o'zak va peptizatorlar tabiati hamda katalizatorlarning ekspluatatsion xususiyati) tadqiq qilish;

asetilen va ammiak asosida mahalliy xomashyolardan tayyorlangan katalizatorlar ishtirokida piridin hosilalarini geterogen-katalitik usulda sintez qilish;

piridin hosilalarini sintez qilish texnologiyasining optimal parametrlarini (boshlang'ich moddalarning mol nisbatlari va sarfi, sintez jarayoni davomiyligi va temperaturasi, katalizator tabiati hamda miqdori, kislotalik markazlarining oshishi) aniqlash;

fizik-kimyoviy tahlil usullari va kvant kimyoviy hisoblashlar asosida piridin hosilalarining elektron va strukturaviy tuzilishini tadqiq qilish;

mahalliy xomashyolar asosida piridin hosilalarini sintez qilishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini baholash.

Tadqiqotning obyektlari - asetilen, ammiak, kaolin, bentonit, opoka jinsi, kadmiy, xrom va rux oksidlari hamda tuzlari hisoblanadi.

Tadqiqotning predmeti piridin hosilalarini (2-MP, 4-MP) sintez qilish uchun mahalliy xomashyolar asosida tayyorlangan katalizatorlar texnologiyasi, shuningdek, sintezlangan moddalarning metall korroziya ingibitorlari sifatida suv-aylanma tizimlarida qo'llash hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishida YMR-, IQ- va xromato-mass-spektroskopiyasi, rentgenografiya, skanerli elektron va atom kuch mikroskoplari va standart tahlil usullari kabi kompleks fizik-kimyoviy tadqiqot usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

mahalliy xomashyolardan (kaolin, bentonit va opoka jinsi) turli nisbatlariga ega yangi geterogen yuqori selektiv katalizatorlar ishlab chiqilgan;

2-metilpiridin va 4-metilpiridinni sintez qilishda kaolin, bentonit va opoka jinsi asosidagi yangi geterogen katalizatorlarning katalitik xossalari (faolligi, selektivligi va mexanik xususiyatlari) aniqlangan;

geterogen-katalitik sintez jarayoni vaqtining davomiyligi va harorati, katalizatorlar tabiatining asosiy mahsulotlar unumiga ta'siriga aniqlangan hamda mono va diaktiv katalitik tizimlarning faollik qatori tuzilgan;

mahalliy komponentlar asosida geterogen-katalitik usul yordamida piridin hosilalarini sintez qilish texnologiyasi ishlab chiqilgan, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar, jarayonning moddiy balanslari tuzilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

kaolin, bentonit va opoka jinsi kabi mahalliy komponentlardan katalizatorlar asosida piridin hosilalari (2-metilpiridin va 4-metilpiridin) sintez qilingan hamda ishlab chiqarishning texnologik parametrlari aniqlangan

piridin hosilalarini sintez qilishda unumning haroratga, katalizatorning tabiati va miqdoriga, reaksiya davomiyligiga, reaktivlarning mol nisbati ta'siriga, boshlang'ich va sintez qilingan birikmalarning elektron tuzilishiga bog'liqligi aniqlangan;

sintez qilingan ingibitorlar (2-MP va 4-MP) tabiati va optimal konsentratsiyasining korroziya tezligi va metallarning himoya darajasiga ta'siri aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi YMR-, IQ- va xromato-mass spektroskopiyalari, rentgenografiya, atom-kuch va skanerli elektron mikroskoplari kabi zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullaridan foydalanilgan holda laboratoriya tadqiqotlari olib borilganligi, o'tkazilgan ko'p sonli eksperimentlarning natijalari qoniqarli darajada mutanosibli va miqdoriy tasdiqlash bilan asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati mahalliy xomashyolardan yangi getorogen katalizatorlarning katalitik xossalarini aniqlanganligi, piridin hosilalarining unumiga reaksiya parametrlari va davomiyligining ta'sirini asoslanganligi hamda 2-metilpiridin va 4-metilpiridinlarni ishlab chiqarish uchun texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar, moddiy balanslar tuzilganligi, optimal sharoitlar aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati turli o'zaklarga (bentonit, kaolin, opoka jinsi) asoslangan yangi katalitik tizimlarni ishlab chiqishga, sintez jarayoni davomiyligi va harorati, boshlang'ich moddalar tabiatining real bog'liqliklari aniqlashga, shuningdek hosil bo'lgan mahsulotlarning metall korroziya ingibitorlari sifatida foydalanish uchun tavsiya etishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Mahalliy xomashyolar asosida piridin hosilalarini geterogen-katalitik sintezi bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar asosida quyidagi natijalarga erishildi:

piridin hosilalarini geterogen-katalitik usulda sintez qilish texnologiyasi "Navoiyazot" AJda amaliyotga joriy etilgan ("Navoiyazot" AJning 2024-yil 14-maydagi 02/2589-son ma'lumotnomasi). Natijada, mahalliy komponentlar asosida piridin hosilalarini olish imkonini bergan;

metall korroziya ingibitorlarining samaradorligini aniqlash usuli «Navoiy KMK» aksiyadorlik jamiyatida amaliyotga joriy etilgan («Navoiy KMK» AJning 2024-yil 29-martdagi 23/01-01-07/139-son ma'lumotnomasi). Natijada, 2-metilpiridin va 4-metilpiridindan iborat ingibitorlarni 50-200 mg/l konsentratsiyada aylanma suv ta'minoti tizimlari uchun qo'llaganda metall namunalarini mos ravishda 92,4-91,4% himoya qilish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 10 ta respublika va 3 ta xalqaro konferensiyalarda muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusida jami 19 ta ilmiy ish chop etilgan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini (PhD) nashr etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta, jumladan Respublika nashrlarida 3 ta va xorijiy jurnallarda 3 ta maqola nashr etilgan.

Dissertatsiya ishining tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 120 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning kirish qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsad va vazifalari keltirilgan, obykti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning respublika fani va texnologiyasi rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mos kelishi ko‘rsatilgan, tadqiqot natijalarining ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati bayon qilinadi, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati, ularning amaliyotga tatbiq qilinishi ochib berilgan va chop etilgan ishlar hamda dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Piridin hosilalarini geterogen- katalitik usulda ishlab chiqarishning zamonaviy holati”** deb nomlangan birinchi bobida, adabiyotlar tahlili asosida katalizatorlarni geterogen katalitik usulda ishlab chiqish jarayonlarini har tomonlama chuqur o‘rganish holati va tahlili, piridin hosilalarini sintezi, qo‘llanilishi va ularning xossalari aniqlangan.

Piridin hosilalari asosidagi metall korroziya ingibitorlari tahlil qilinib, geterosiklik birikmalarning himoya ta’siri mexanizmi keltirilib, metall galogenidlarning tabiati va konsentratsiyasi hamda ularning turli muhitlar ta’sirida yuzaga keladigan metall korroziya va ingibitor tezligiga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Metall va qotishmalarni ingibitorlash jarayonini o‘rganish doirasida olib borilgan ishlarda korroziyaning dolzarb jihatlari aniqlangan.

Asetilen va ammiak asosidagi piridin hosilalarining holati haqidagi zamonaviy adabiy manbalarni o‘rganib, asosiy tanqidiy nuqtalar aniqlangan. Shundan kelib chiqib, dissertatsiya ishining maqsadi va vazifalari belgilangan.

Dissertatsiyaning **“Xomashyolar va katalizatorlarni tayyorlash usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida boshlang‘ich xomashyolarning fizik–kimyoviy xossalari va tadqiqotlarni o‘tkazish usullari, masalan, YMR–, xromato-mass va IQ–spektroskopiyalari, rentgen fazalarini tahlil qilish, katalizatorlarning ishlash xususiyatlarini aniqlash, zichligi, nur sindirish ko‘rsatkichi, suyuqlanish temperaturasi hamda Gaussian 09 dasturiy ta‘minoti yordamida sintez qilingan moddalar tuzilishini kvant–kimyoviy hisoblashlari amalga oshirilgan.

Dissertatsiyaning **“Piridin hosilalarining geterogen-katalitik sintez jarayonlari va ularning xossalari tadqiq qilish”** deb nomlangan uchinchi bobida asetilen va ammiak asosidagi piridin hosilalarini (2-MP, 4-MP) geterogen katalitik usul yordamida sintez qilish jarayoni ko‘plab omillarga katalizatorning konsentratsiyasi va tabiati, peptizatorlar, harorat, boshlang‘ich moddalar nisbati, vaqt davomiyligi, reaktivlarning sorbsiyasi va yutilish, desorbsiya, degidrosikllanish va bosimga bog‘liqliklari keltirilgan.

Ma‘lumki, faol komponentning tabiati va konsentratsiyasi, katalizator o‘zagining tabiati piridin hosilalari sintezi kinetikasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun kaolin asosida turli-xil faol tarkibiy qismlarga ega katalizatorlar tayyorlandi: XK-13 (Cr_2O_3 -13,0%+kaolin-87,0%), RK-13(ZnO -13,0%+ kaolin -

87,0%), KXK-13(CdO-13%+Cr₂O₃-5,0%+kaolin-82,0%), KRK-13(CdO-13,0%+ZnO-5,0%+ kaolin -82,0%), XRK-13(Cr₂O₃-13,0% +ZnO-5,0%+ kaolin -82,0%) va katalik xususiyatlar 340÷460 °C harorat oralig'ida o'rganildi, eng yaxshi natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

Tadqiqot natijalarini tahlili (2-jadval) shuni ko'rsatadiki, sinovdan o'tkazilgan katalizatorlar orasida eng samarali katalizator KXK-13 markali(CdO-13,0%+Cr₂O₃-5,0%+kaolin-82,0%) katalizator hisoblanadi. Shu bilan birga, 2-MP hosil bo'lish unumi mos ravishda 35,7 dan 45,4 % gacha, 4-MP hosil bo'lish unumi esa 15,4 dan 24,8 % gacha (2 va 4 - MP umumiy unumi -70,2%) oshdi.

Shuningdek mono va diaktiv katalizatorlardan foydalanganda piridin hosilalari (2-MP va 4-MP) hosil bo'lish unumining optimal harorati 420°C ekanligi ham ko'rsatildi (1-jadval).

1-jadval

Piridin hosilalari unumining turli haroratlarda katalizatorlarning konsentratsiyasi va tabiatiga bog'liqligi

№	Katalizatorlarning markasi va tarkibi, %	Harorat, °C	Katalizat tarkibi, %		
			2-MP	4-MP	Azot saqlagan moddalar
1.	KK-13 (CdO-13,0, kaolin -87,0)	340	28,6	9,4	5,1
		360	30,7	12,3	6,4
		380	35,3	16,7	8,6
		400	38,6	19,5	10,2
		420	41,2	22,4	13,7
		440	36,3	17,6	18,4
		460	30,4	11,3	23,6
2.	KXK-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, kaolin -82,0)	340	35,7	15,4	3,6
		360	37,2	17,4	5,3
		380	39,5	19,8	6,4
		400	43,2	22,6	8,8
		420	45,4	24,8	10,2
		440	43,5	22,2	12,3
		460	41,8	20,8	14,7

Tadqiqot natijalariga ko'ra (1-jadval) asosiy mahsulotlarning unumi monoaktiv komponentli katalizatorlarga nisbatan diaktiv komponentli katalizatorlarda yuqori ekan.

Ma'lumki, kimyoviy reaksiyalarning kinetikasiga faol komponentlarning tabiati sezilarli darajada ta'sir qiladi.

Shuning uchun turli xil faol komponentli bentonit asosidagi katalizatorlar tayyorlandi: KB-13(CdO-13,0%, bentonit-87,0%), XB-13(Cr₂O₃-13,0%, bentonit -87,0%), RB-13(ZnO-13,0%, bentonit -87,0%), KXB-13(CdO-13,0%, Cr₂O₃-5,0%, bentonit-82,0%), KRB-13(CdO-13,0%, ZnO-5,0%, bentonit-82,0%), XRB-13(Cr₂O₃-13,0%, ZnO-5,0%, bentonit -82,0%).

Katalizatorning faol tarkibiy qismlari va harorat tabiatining piridin hosilalari unumiga ta'siri o'rganildi va eng yaxshi natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

Tadqiqot natijalari tahlili (2-jadval) shuni ko'rsatadiki, haroratning 420 °C gacha ko'tarilishi bilan piridin hosilalarining unumi ortadi, lekin haroratning yanada oshishi asosiy mahsulotlarning unumining pasayishiga olib keladi. KXB-13 katalizatori ishtirokida haroratning 420 °C gacha ko'tarilishi bilan asosiy mahsulotlarning unumi oshadi va haroratning yanada ko'tarilishi asosiy mahsulotlarning unumining kamayishiga olib keladi. Masalan, 340 °C, 380 °C, 420 °C, 440 °C haroratlarda 2-metilpiridinun unumi mos ravishda 33,0 % ; 42,0 % ; 50,0 % va 42,0 % larni tashkil qiladi.

2-jadval

Katalizator faol komponentlari tabiati va haroratining piridin hosilalari unumiga ta'siri

№	Katalizatorlarning markasi va tarkibi, %	Harorat, °C	Katalizat tarkibi, %		
			2-MP	4-MP	Azot saqlagan moddalar
1.	KB-13 (CdO-13,0, bentonit-87,0)	340	24	7	7
		360	28	11	9
		380	36	15	11
		400	41	19	15
		420	48	25	14
		440	34	15	20
		460	29	8	25
2.	KXB-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, bentonit -82,0)	340	33	13	6
		360	38	17	8
		380	42	20	9
		400	46	24	10
		420	50	28	10
		440	42	20	14
		460	33	16	17

Bir va ikki komponentli katalizatorlar tabiatining piridin hosilalari sinteziga ta'siri o'rganildi.

2-jadvaldagi tadqiqot natijalari tahlili shuni ko'rsatadiki, foydalanilgan katalizatorlar (KB-13, XB-13, RB-13, KXB-13, KRB-13, XRB-13) ichida eng samaralisi KXB-13 markali katalizatoridir. Ushbu katalizator ishtirokida piridin hosilalarining umumiy unumi -78% ni, shu jumladan 2-MP ning unumi 50% va 4-MP ning unumi 28% ni tashkil etdi.

Tadqiqot natijalarini taqqoslash (2-jadval), samaradorligi bo'yicha ishlatiladigan katalizatorlar quyidagi tartiblarga to'g'ri kelishini ko'rsatdi:

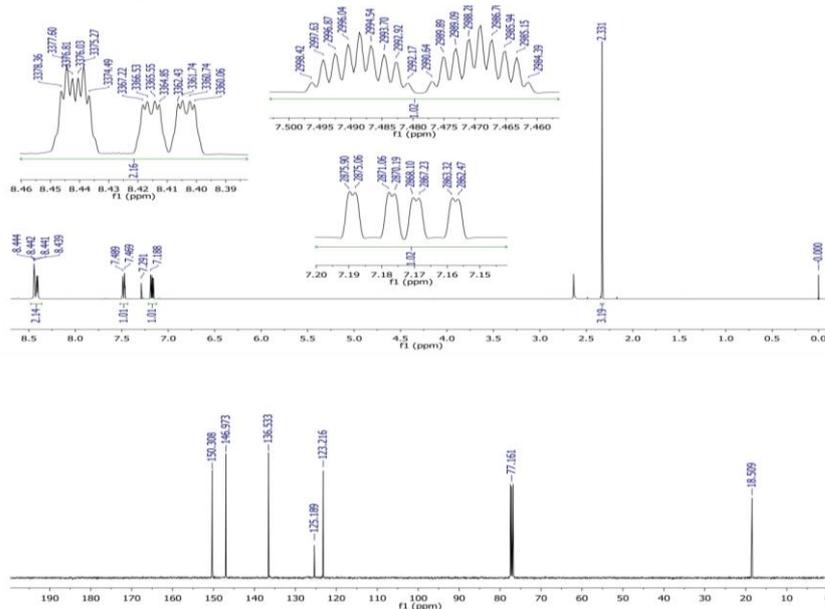
KXB-13>KB-13>KRB-13>XB-13>XRB-13>RB-13.

Sintez qilingan moddaning tuzilishini aniqlash uchun YMR-spektroskopiya usuli qo'llanildi va uning natijalari 1-rasmda keltirilgan.

Namunaning ¹H YMR spektrida (1-rasm) 1,01 m.u. dan 8,46 m.u. gacha oraliqda kimyoviy siljishlar kuzatildi va bu molekulada har xil turdagi protonlar mavjudligini ko'rsatadi. Piridin halqasidagi proton signallari quyidagicha

aniqlandi: 6-pozitsiyadagi proton 8,44-8,43 m.u.; 4-o‘rindagi proton - signallar 8,42-8,40 m.u.; 5-pozitsiyada - signallar 7,48-7,46 m.u.; 3-o‘rinda - 7,18 m.u. signallarni berdi. Shuningdek, CH₃ metil guruhining signali 2,33 m.u. ni tashkil qildi.

¹³C YMR spektrida (1-rasm) molekula tuzilishidagi uglerod atomlarining xilma-xilligini aks ettirgan holda 18,509 m.u. dan 150,308 m.u. gacha kimyoviy siljishlar kuzatildi. Aromatik halqadagi uglerod atomlarining signallari quyidagicha aniqlandi: 2 va 6-pozitsiyalarda - mos ravishda 150,30 m.u. va 146,97 m.u. signallari; 4-o‘rinda - 136,53 m.u.; 3-o‘rinda - 123,21 m.u.; 5-o‘rinda - 125,189 m.u.; CH₃ ning metil uglerodi 18,50 m.u. ni tashkil qildi.

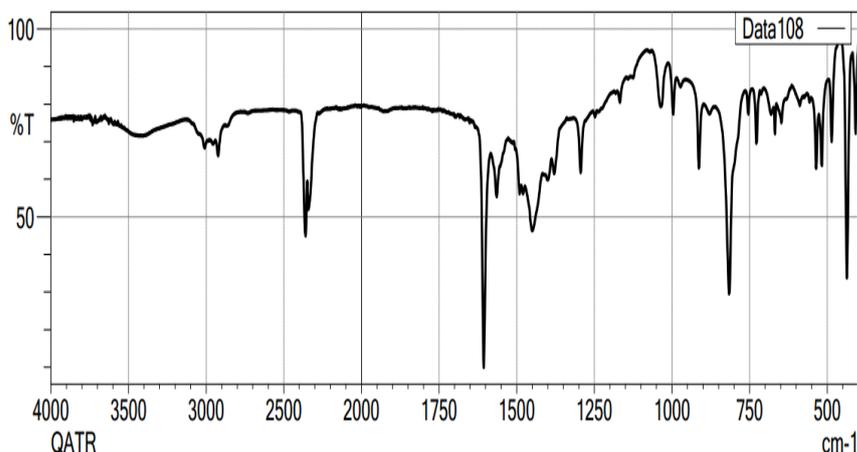


1-rasm. 2-metilpiridinning 1H va 13C YMR spektri

YMR spektroskopiyasining 1H va 13C natijalari sintez qilingan modda

2-metilpiridin ekanligini isbotlaydi. Metil guruhi uchun singlet va aromatik uglerodlarga mos keladigan bir nechta singletlarning mavjudligiga alohida e‘tibor qaratilgan.

Shuningdek, sintez qilingan moddaning strukturasi aniqlash uchun uning IQ-spektri olindi va natijalari 2-rasmda keltirilgan.



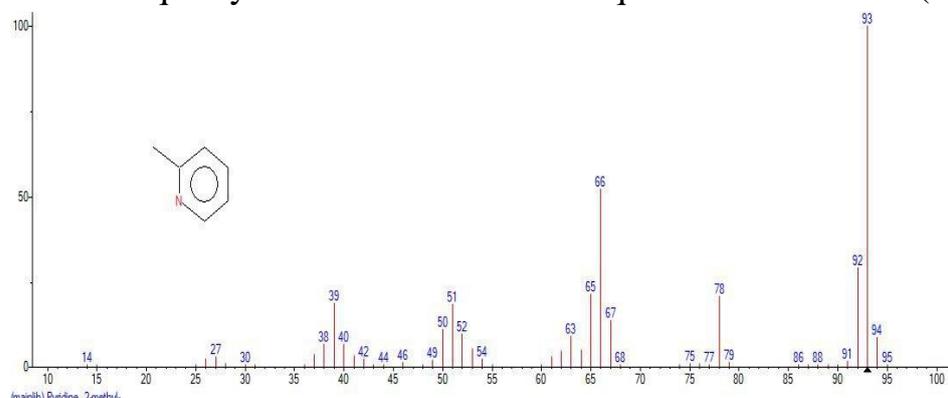
2-rasm. Sintez qilingan 2-metilpiridin namunasining IQ-spektri

Sintez qilingan 2-metilpiridin namunasining IQ-spektrida 2900 cm^{-1} da metilpiridinning aromatik halqasidagi C-H bog'larining valent tebranishi, 2450 cm^{-1} va 1600 cm^{-1} da C=C, C=N- va C-C bog'larning aromatik halqada valent tebranishlari kuzatiladi.

Shuningdek, spektrda 1450-1300 cm^{-1} da piridin hosilalari halqasiga kiruvchi C-H bog'lanish guruhining tekis-deformatsion tebranishi ham mavjud. Bundan tashqari, spektrda 920 cm^{-1} tebranishlar kuzatildi va aromatik aminlar yoki boshqa shunga o'xshash strukturalarga xos tebranishlar mavjud. 820 va 450 cm^{-1} dagi tebranishlar aromatik halqalarda yoki piridin halqasidagi o'rinbosarlardagi deformatsion va valent tebranishlariga xosdir.

IQ-spektriga asoslanib, sintez qilingan mahsulotning yutilish zonalari 2-metilpiridinning tuzilishiga mos kelishi ham isbotlandi.

Xromato-mass-spektroskopiya usuli yordamida sintez qilingan moddaning sifat va miqdoriy xarakteristikalari tahlil qilindi va isbotlandi (3-rasm).



3-rasm. 2-metilpiridinning xromato-mass-spektri

Tadqiqot natijalarini tahlili (3-rasm) shuni ko'rsatadiki, eritmada sintezlangan moddalarning asosan ikkita namunasi - 2- va 4-metilpiridinlar mos ravishda 76,532% va 22,998% miqdorida mavjudligini ko'rsatadi va bu sintez qilingan moddaning ishonchligini isbotlaydi.

Tadqiqot natijalari tahlili (3-rasm) eritmada asosan 2-metilpiridin borligini ko'rsatadi va bu sintez qilingan moddaning ishonchligini isbotlaydi.

Keyingi paytlarda mamlakatimiz rahbariyatining qarorlarida kimyo mahsulotlarini olishda, xomashyoni mahalliyashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ushbu muammolarni hal qilish uchun katalizatorlarni ishlab chiqishda, biz o'zak sifatida Konimex konida joylashgan opoka jinsidan foydalandik.

Asetilen va ammiak asosidagi piridin hosilalarining tabiati jihatidan bir-biridan farq qiluvchi turli katalizatorlar haroratida sintezi o'rganilib, natijalari 4-jadvalda keltirildi.

Tarkibida turli xil diaktiv komponentlarga ega opoka jinsi asosida piridin hosilalarini sintez qilish uchun katalizatorlar tayyorlandi.

Tadqiqot natijalarini tahlili (3-jadval) shuni ko'rsatadiki, haroratning 420 °C gacha ko'tarilishi bilan piridin hosilalarining unumi ortadi, lekin haroratning yanada oshishi yakuniy mahsulot unumining pasayishiga olib keladi. Piridin

hosilalari unumining 420 °C dan yuqori bo'lishi bilan atsetilen hosilalarini polimerlash natijasida oligomerlar va polimerlar hosil bo'la boshlaydi.

Piridin hosilalari sinteziga katalizatorlar faol komponentlarining ta'siri ham o'rganildi.

Tadqiqot natijalari tahlili (3-jadval) shuni ko'rsatadiki, foydalanilgan katalizatorlar (KXO-13, KRO-13, XRO-13) ichida KXO-13 markali katalizator eng samarali bo'lib chiqdi. Ushbu katalizator ishtirokida piridin hosilalarining umumiy unumi 81% ni, shu jumladan 2-MP uchun 52% va 4-MP uchun 29% ni tashkil etdi.

3-jadval

Piridin hosilalari unumining haroratga va katalizatorlar tabiatiga bog'liqligi (peptizator-H₃PO₄)

№	Katalizatorlarning markasi va tarkibi, %	Harorat, °C	Katalizat tarkibi, %		
			2-MP	4-MP	Azot saqlagan moddalar
1.	KXO-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, opoka-82,0)	340	33	13	5
		360	39	18	8
		380	45	20	12
		400	48	25	15
		420	52	29	16
		440	40	22	19
		460	32	17	20
2.	KRO-13 (CdO-13,0, ZnO -5,0, opoka -82,0)	340	22	7	5
		360	28	9	8
		380	30	14	12
		400	36	17	15
		420	41	20	19
		440	30	16	20
		460	26	10	23
3.	XRO-13. (Cr ₂ O ₃ -13,0, ZnO-5,0, opoka-82,0)	340	20	4	6
		360	25	5	9
		380	29	9	13
		400	32	12	14
		420	37	14	17
		440	29	10	20
		460	24	6	24

Ma'lumki, peptizatorlarning tabiati kimyoviy reaksiyalarning kinetikasiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Shuning uchun peptizatorlar tabiatining turli mineral va organik kislotalar bilan ta'siri o'rganilib, natijalari 4-jadvalda keltirildi.

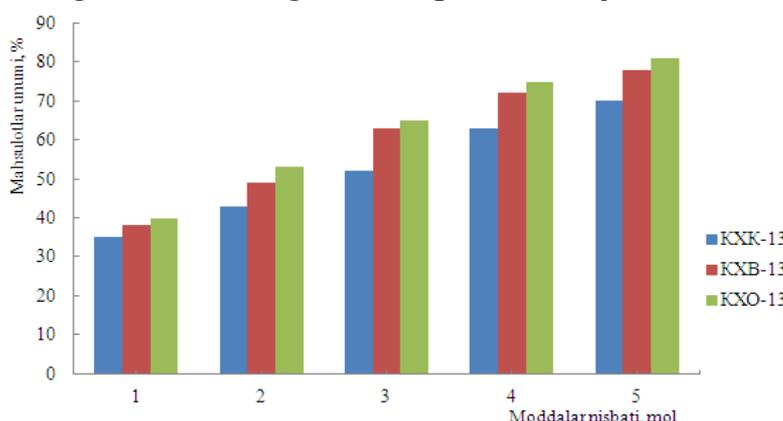
Tadqiqot natijalari tahlili (4-jadval) shuni ko'rsatadiki, mineral kislotalar ishtirokida: HNO₃ (kons. 56%), HCl (kons. 20%) va H₃PO₄ (kons. 85%), piridin hosilalari unumining oshishi kuzatildi va organik kislota CH₃COOH (kons. 90%) ishtiroki asosiy mahsulot unumining kamayishiga olib keldi.

KXO-13 markali katalizator (CdO-13,0%, Cr₂O₃-5,0%, opoka-82,0) ishtirokida peptizator sifatida fosfor kislotasidan foydalanganda yakuniy mahsulotlar unumining sezilarli o'sishini ko'rish mumkin (5-jadval). Bunday holda, 2- va 4-MP ning umumiy unumi mos ravishda 52% va 29% ni tashkil qildi.

Peptizatorlar va katalizatorlar tabiatining 420 °C haroratda piridin hosilalarining unumiga ta'siri

№	Katalizatorlarning markasi va tarkibi, %	Peptizatorlar	Katalizat tarkibi, %		
			2-MP	4-MP	Azot saqlagan moddalar
1.	KXO-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, opoka -82,0)	Nitrat kislotasi	42	22	12
2.	KXO-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, opoka -82,0)	Xlorid kislotasi	46	26	15
3.	KXO-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, opoka -82,0)	Ortafosfat kislotasi	52	29	16
4.	KXO-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, opoka -82,0)	Sirka kislotasi	40	17	18

Ma'lumki, kimyoviy reaksiyalarning kinetikasiga reaktivlar nisbati sezilarli darajada ta'sir qiladi. Shuning uchun biz reaktivlar nisbatining piridin hosilalari unumiga ta'sirini o'rganib chiqdik va natijalari 4-rasmda keltirilgan.



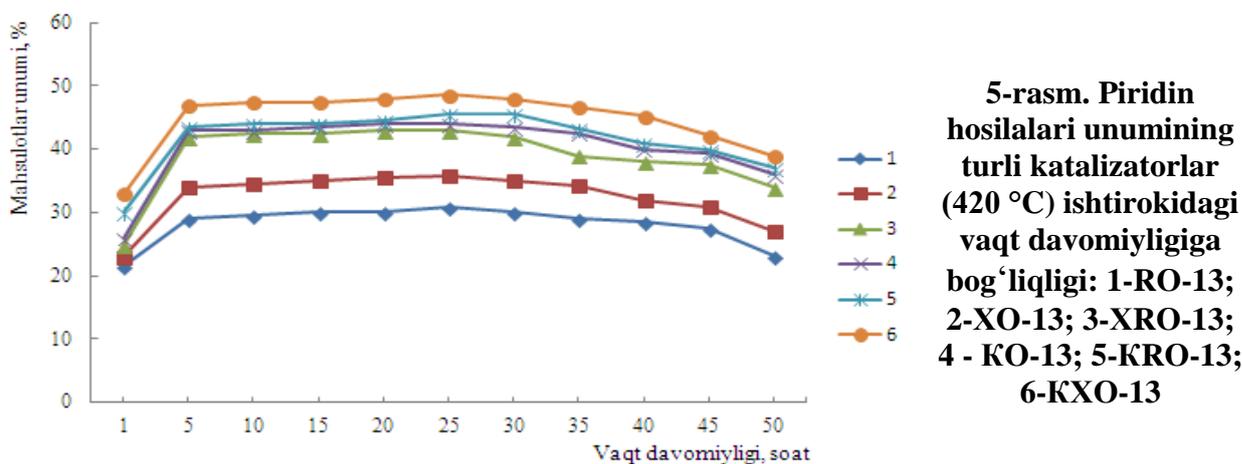
4-rasm. Piridin hosilalari unumining reaksiyaga kirishuvchi moddalar nisbatiga bog'liqligi (420°C, KXO-13). Moddalar nisbati: 1-2:1; 2-1,5:1; 3-1:1; 4-1:1,5; 5-1:2

Tadqiqot natijalari tahlili (4-rasm) shuni ko'rsatadiki, turli nisbatdagi moddalarni ma'lum bir haroratda o'rganishda asosiy mahsulotlarning unumining oshishi, asosan, asetilenning hajm ulushiga bog'liq ekan. Ammiakning hajm ulushini oshirish tizimga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Asetilen va ammiakni 2:1 hajmli nisbatda olish orqali tayyor mahsulotning maksimal unumiga erishilishi aniqlandi.

Ma'lumki, kimyoviy reaksiyalarning kinetikasiga sintez jarayonining davomiyligi sezilarli darajada ta'sir qiladi. Shuning uchun biz turlixil tayyorlangan katalizatorlar ishtirokida piridin hosilalarining unumiga vaqtning ta'sirini o'rgandik va ularning natijalari 5-rasmda keltirilgan. Sintez jarayoni 420 °C haroratda va 1-50 soat oralig'ida o'rganildi.

Tadqiqot natijalarining tahlili (5-rasm) shuni ko'rsatadiki, piridin hosilalari unumi 5-30 soat oralig'ida maksimal darajadan o'tadi, keyin esa unum deyarli o'zgarishsiz qoladi.



35-40 soatdan keyin tayyor mahsulotlarning unumi pasayadi. Bu asetilen gazlaridan oligomerlar va polimerlarning hosil boʻlishi bilan bogʻliq boʻlishi mumkin va bu esa reaksiya aralashmasining qovushqoqligi oshishi bilan tasdiqlandi.

“Katalizatorlar ishlab chiqarish va piridin hosilalarini sintez qilish texnologiyalari” dissertatsiyasining toʻrtinchi bobida katalizatorlar va piridin hosilalarini ishlab chiqarish texnologiyasi, shuningdek, piridin hosilalarini metall korroziya ingibitorlari sifatida qoʻllashning texnik-iqtisodiy koʻrsatkichlari boʻyicha natijalari berilgan.

2- va 4-metilpiridinlarni ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi.

Piridin hosilalarini sintez qilishning prinsipial texnologik sxemasi 6-rasmda keltirilgan.

Ammiak gaz holatda gazgolderdan 1a quvur orqali sistemaga beriladi va 200-450 °C gacha qizdirilgan bugʻ bilan taminlangan issiqlik almashinish qurilmasiga 2 yuboriladi. Bunda ammiak bosimi 2,2 atm.gacha tushadi. Undan qizdirilgan ammiak bugʻlari aralashtirgich qurilmasiga 6 yuboriladi. Ammiak sarfi rotametrlar yordamida nazorat qilinadi. Uskunaga ammiak yetkazib berish avtomatik klapanlar yordamida nazorat qilinadi. Ammiak gazi sarfi tezligi 0,7-1,1 m³/soatni tashkil etadi. Agar ammiak sarfi uzilib qolsa, asboblari va boshqaruv panelida yorugʻlik signali yonadi.

Sistemaga asetilen quvurlar orqali yetkazib beriladi. Asetilen gazgolderdan 3a yonishni oldini oluvchi qurilma orqali oʻtib, vakuum - nasos 5 bilan 0,2 atm. bosim ostida aralashtirgichga 6 yuboriladi. Yonishni oldini oluvchi qurilma Rashig poʻlat halqalari bilan toʻldirilgan va membranalar bilan jihozlangan.

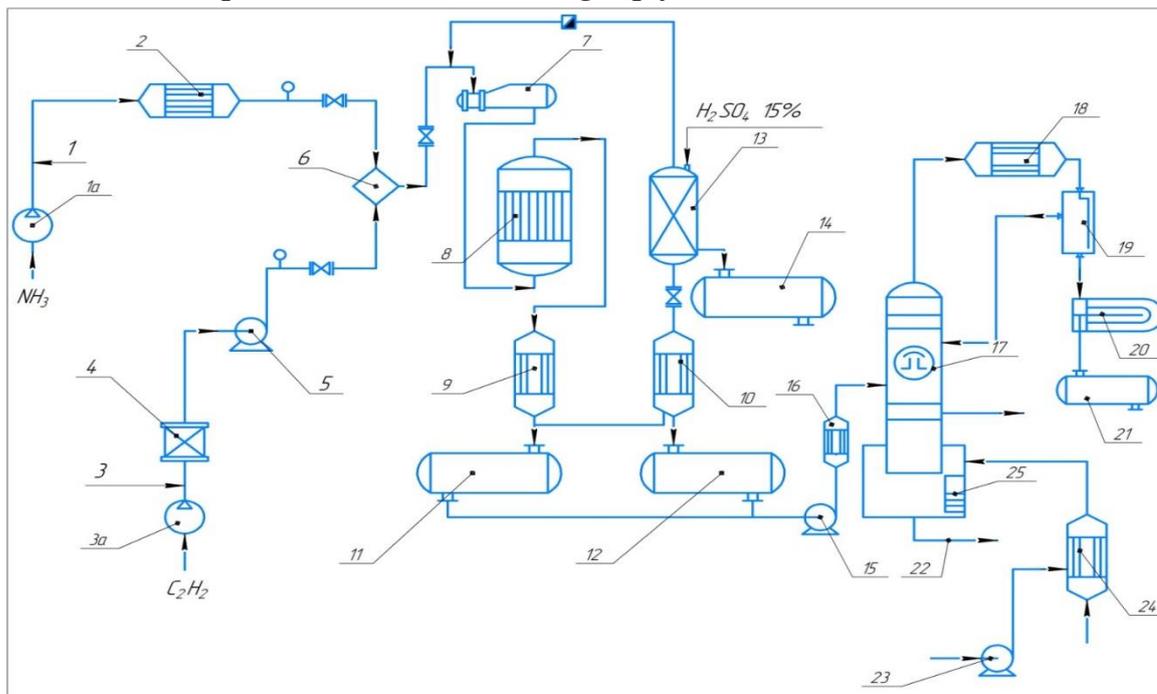
Asetilen sarfi rotametr va avtomatik boshqaruv klapanlari tomonidan nazorat qilinadi. Asetilen gazi sarfi tezligi 1,6-2,5 m³/soatni tashkil etadi.

Qizdirgichdan 7 200-250 °C haroratda qizigan kontakt bugʻ-gaz aralashmasi aralashtirgich 6 orqali reaktordan 8 tashkil topgan sintez zonasiga yuboriladi. Reaktor - kojux quvurli issiqlik almashtirgich tipidagi vertikal qurilmadir.

Katalizator reaktor quvurlarining ichki qismiga yuklanadi va 400-450 °C haroratda pechda qizdirilgan va 1,2 atm bosim ostidagi bugʻ reaktorning quvurlar orasiga yuboriladi. Reaktorda 2- va 4-metilpiridinlarning sintezi 350°C haroratda boshlanadi.

Sintez mahsulotlari, reaksiyaga kirishmagan boshlang'ich birikmalar bilan birga, reaktordan 8 bug'-gaz aralashmasi shaklida sovutgichlarga 9, 10 yuboriladi. Ularda piridin hosilalari va sintez qilingan 2,4-dimetilpiridinlar, asetonitril, lutidinlar va boshqa qo'shimcha mahsulotlarning kondensatsiyasi sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan kondensat sovutgichlardan 9, 10 yig'ichlarga 11,12 yuboriladi.

Gazsimon moddalar - reaksiyaga kirishmagan ammiak 15% li sulfat kislotasi bilan neytralizatsiya minorasida 13 neytrallanadi va yig'ichga 14 yuboriladi, atsetilen va boshqa moddalar esa sistemaga qaytariladi.



1a, 3a-ammiak va asetilen gazgolderlari; 2, 9, 10, 16, 20-issiqlik almashinish qurilmalari; 4- yonishni oldini oluvchi qurilma; 5-vakuum nasos; 6-aralastirgich; 7, 24-qizdirgich; 8-reaktor; 11, 12, 14, 19, 21 yig'ichlar; 13-neytralizatsiya minorasi; 15-markazdan qochma nasos; 17-rektifikatsiya minorasi; 18-deflegmator; 22-kub qoldiq; 23-plunjerli nasos; 25-sath o'lchagich.

6-rasm. Piridin hosilalarini sintez qilishning prinsipial sxemasi

Sintezlangan modda oraliq yig'ichdan 11 markazdan qochma nasos 15 yordamida issiqlik almashinish qurilmasiga 16 beriladi va u yerda qaynash haroratiga qadar qizdiriladi. Qizdirilgan aralashmani ajratish uchun rektifikatsiya minorasining 17 tarelkalariga yuboriladi.

Kub qoldiqdagi aralashma qaynashidan hosil bo'lgan bug' minora devori bo'ylab pastga oqayotgan aralashma bilan o'zaro ta'sirlashadi. Aralashma bilan massa almashinuvi natijasida bug' uchuvchan komponent bilan boyitiladi. To'liqroq boyitish uchun minoraning yuqori qismidan chiqadigan bug'ni kondensatsiyalash yo'li bilan qaytariladigan deflegmatorda 18 kondensatsiyalangan suyuqlik (flegma) bilan boyitiladi.

Ustunning yuqori qismidan chiqib, bug' deflegmatorga 18 kiradi va kondensat (flegma) hosil bo'ladi. Deflegmatorda 18 hosil bo'lgan kondensat zichlik o'lchagich va sifon bilan jihozlangan yig'ichga yuboriladi. Kondensatning bir

qismi yig'gichdan tayyor mahsulot sifatida issiqlik almashinish qurilmasiga 21 yuboriladi va u yerda ma'lum haroratgacha sovutiladi, so'ngra tayyor mahsulot yig'gichiga 22 yuboriladi.

Sintezlangan piridin hosilalarining tabiati va konsentratsiyasining korroziya ingibitorlari sifatida ta'siri o'rganildi va natijalari 5-jadvalda keltirilgan.

Tadqiqot natijalari tahlili (5-jadval) shuni ko'rsatadiki, harorat oshishi bilan metallarning korroziya tezligi oshadi. Masalan, 20°C da (ta'sir qilish vaqti 96 soat) 1,0 mass.% li NaCl eritmasidagi St.3 markali po'lat namunasi korroziya tezligi $3,05 \cdot 10^{-7}$ g/m²·soat, 60°C da esa $6,21 \cdot 10^{-7}$ g/m²·soatni tashkil etdi. Korroziya darajasi esa 2,03 marta ortishi aniqlandi.

Piridin hosilalari konsentratsiyasining ingibitor sifatidagi ta'siri ham o'rganilib, natijalari 6-jadvalda keltirilgan.

Tadqiqot natijalari tahlili (5-jadval) shuni ko'rsatadiki, ingibitor konsentratsiyasi ortishi bilan metall korroziya tezligi pasayadi va himoya darajasi oshadi.

5-jadval

Harorat, ingibitorlar tabiati va konsentratsiyasining tuzli eritmadagi St.3 po'lat markasining korroziya tezligiga (KT) va himoya darajasiga (HD) ta'siri ($\tau=96$ soat, NaCl-1,0 mass.%, pH=7)

№	Ingibitorlarning nomi	Harorat, °C					
		20		40		60	
		KT, g/m ² ·s	HD, %	KT, g/m ² ·s	HD, %	KT, g/m ² ·s	HD, %
1.	Boshl. metall (ingibitorsiz)	$3,05 \cdot 10^{-7}$	–	$4,35 \cdot 10^{-7}$	–	$6,21 \cdot 10^{-7}$	–
2.	2-MP 0,01%	$0,26 \cdot 10^{-7}$	91,4	$0,46 \cdot 10^{-7}$	89,4	$0,87 \cdot 10^{-7}$	85,9
3.	2-MP 0,05%	$0,19 \cdot 10^{-7}$	93,7	$0,39 \cdot 10^{-7}$	91,1	$0,79 \cdot 10^{-7}$	87,2
4.	4-MP 0,01%	$0,28 \cdot 10^{-7}$	90,8	$0,49 \cdot 10^{-7}$	88,7	$0,88 \cdot 10^{-7}$	85,8
5.	4-MP 0,05%	$0,22 \cdot 10^{-7}$	92,7	$0,42 \cdot 10^{-7}$	90,3	$0,82 \cdot 10^{-7}$	86,8

Masalan, 0,01 mass.% 2-MP (ta'sir qilish vaqti 96 soat, 20°C haroratda) ta'sirida korroziya tezligi $0,26 \cdot 10^{-7}$ g/m²·soatni, sirtini himoya qilish darajasi St.3. 91,4% tashkil qildi. Xuddi shu sharoitda, 0,05 mass.% 2-MP ta'sirida korroziya tezligi $0,19 \cdot 10^{-7}$ g/m²·soatni, himoya darajasi esa 93,7% ni tashkil qildi.

Ingibitorlar(2-MP, 4-MP) tabiatining ta'siri o'rganildi va natijalari 6-jadvalda keltirilgan.

Tadqiqot natijalarini tahlili(6-jadval) shuni ko'rsatadiki, piridin hosilalari metallarning korroziya jarayoniga turli xil ta'sir ko'rsatadi.

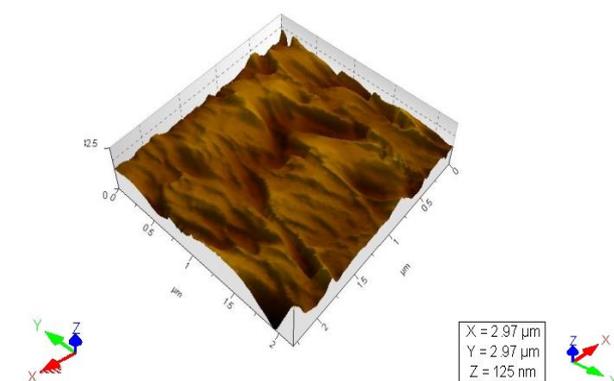
Masalan, 0,01mass.% 2-MP (ta'sir qilish vaqti 96 soat, 20°C haroratda) ta'sirida korroziya tezligi $0,26 \cdot 10^{-7}$ g/m²·soat, St.3 markasi sirtini himoya qilish darajasi 91,4% ni tashkil etdi. Xuddi shu sharoitda, 0,01 mass.% 4-MP ta'sirida esa korroziya tezligi $0,28 \cdot 10^{-7}$ g/m²·soatni va St.3 markasi sirtini himoya qilish darajasi 90,8% ni tashkil qildi.

Shuningdek, ingibirlashdan oldin va keyingi St.3 po‘lat namunasining sirt yuzasi morfologiyasi Agilent 5500 qurilmasi (AQSH) atom-kuch mikroskopi yordamida o‘rganildi. St.3 namunalari sirtining topografiyasi tuzli muhitda, ingibitorlarning turli konsentratsiyalarini qo‘llash orqali amalga oshirildi. Po‘lat namunasi yuzasida kichik, o‘rta va katta botiqliklar paydo bo‘lib, ularning o‘lchamlari aniqlandi.

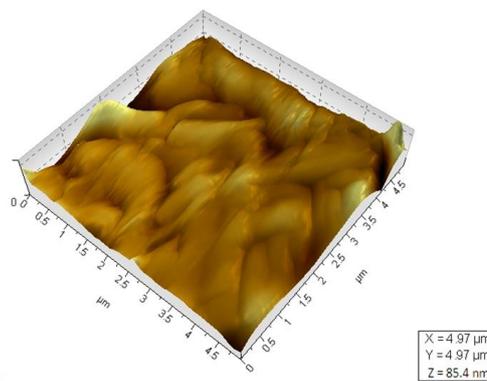
St.3 namunasi yuzasining ingibitorsiz tuzli muhitda paydo bo‘lgan botiqliklar o‘lchamlari 95 nm.dan 220 nm.gacha ekanligi aniqlandi. Bu metall yuzasida korroziya jarayonining sodir bo‘lganini ko‘rsatadi.

St.3 namunasining yuzasida ingibitorlarning turli konsentratsiyalari qo‘llab ko‘rilganda, kichik botiqliklarning o‘lchami 170 nm.dan 30 nm.gacha pasayganligi, katta botiqlar o‘lchami esa 220 nm.dan 85,4 nm.gacha pasayganligi aniqlandi.

Tadqiqot natijalari tahlili shuni ko‘rsatadiki, metallar korroziyasi ingibitorlari metall yuzasida korroziya jarayonini sekinlashtirishi uchun himoya plyonkasi hosil qiladi. Dastlabki po‘lat namunasi va tuzli muhit ta‘sirida po‘lat sirt yuzasining atom-kuch mikroskopidagi tasvirlari 7- va 8-rasmlarda keltirilgan.



7-rasm. Dastlabki po‘lat yuzasining tasviri



8-rasm. 1% li NaCl eritmasi va 2-metilpiridinning 0,05 % li eritmasi ta‘siridagi po‘lat yuzasining tasviri

Asetilen va ammiak gazlari sintezidan olingan piridin hosilalaridan ishlab chiqarilgan ingibitorlar metall korroziyasini oldini olish xususiyatiga ko‘ra, Muborak gazni qayta ishlash zavodida qo‘llaniladigan FloGrad MS6217 ingibitori bilan texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari solishtirildi. Natijada, iqtisodiy samaradorlik

1 tn 2-metilpiridin uchun 37,8 million so‘mni tashkil qildi va ushbu ingibitorlarni xarid qilgan tashkilot va korxonalariga import qilingan ingibitorlarga nisbatan 280,8 million so‘m tejash imkonini beradi.

XULOSA

“Mahalliy xomashyolar asosida piridin hosilalarini geterogen-katalitik sintezi” mavzusidagi texnika fanlaridan falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarga asoslangan holda, nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Mahalliy komponentlar asosidagi geterogen katalizatorlarning yangi turlari tayyorlandi. Geterogen katalizatorlar uchun o‘zak sifatida kaolin, bentonit va

opoka jinsi ishlatildi. Fizik-kimyoviy xususiyatlar bo'yicha eng maqbul natijalar KXO-13 markali katalizatorida namoyon bo'ldi.

2. Tayyorlangan katalizatorlar asosida 2-metilpiridin va 4-metilpiridinlar sintez qilindi va asosiy mahsulot unumiga turli omillarning (katalizator tabiati, harorat va reaksiya vaqtining davomiyligi hamda reaksiyaga kirishuvchi moddalar nisbati) ta'siri o'rganildi. Natijalarga ko'ra, piridin hosilalari unumi 5-30 soat oralig'ida maksimal darajadan o'tadi va reaksiya unumi 81% ni tashkil qildi.

3. YMR-, IQ- va xromato-mass-spektr analizlar kabi fizik-kimyoviy tahlil usullaridan foydalangan holda sintez qilingan moddalarning strukturalari o'rnatildi va ularning fizik-kimyoviy konstantalari aniqlandi.

4. Mahalliy komponentlardan foydalangan holda katalizatorlar ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi. 100 kg katalizator ishlab chiqarish uchun moddiy balans va sarflanish koeffitsientlari hisoblab chiqildi.

5. Piridin hosilalarini olish texnologiyasi ishlab chiqildi va ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari aniqlandi. Asosiy sintez mahsulotlarining optimal ishlab chiqarish usullari va unumi aniqlandi. Sintez mahsulotlarining maksimal unumiga 2:1 nisbatda asetilen va ammiak olinganda va mos ravishda 1,6-2,5 m³/soat va 0,7-1,1 m³/soat berish tezligida erishilishi aniqlandi. 2-MP dan korroziyaga qarshi ingibitor sifatida foydalanishning iqtisodiy foydasi hozirgi FloGard MS6217 markasiga nisbatan 280,8 million so'mni tashkil etdi.

6. Olingan piridin hosilalari metall korroziya ingibitorlari sifatida taklif etildi. Ingibitorlarni qo'llash rejimlari aniqlandi. Ingibitorlashning korroziya tezliklari hisoblab chiqildi.

7. Piridin hosilalari tabiatining metall korroziyasiga ta'siri o'rganildi. 2-MP 4-MP ga qaraganda metallar korroziyasiga qarshi samaraliroq ingibitor ekanligi aniqlandi. Piridin hosilalari ishtirokida himoya darajasi mos ravishda 93,7% va 92,7% ni tashkil qildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.17/7.06.2024.К/Т.06.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

КОДИРОВ САРДОР МУСУРМОНОВИЧ

**ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ
ПИРИДИНА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

02.00.14 - Технология органических веществ и материалов на их основе

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Навои-2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.2.PhD/T2612.

Докторская диссертация выполнена в Навоийском государственном горно-технологическом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.nsumt.uz и на информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	Вапоев Хуснитдин Мирзоевич доктор технических наук, доцент
Официальные оппоненты:	Кадиров Хасан Иргашевич доктор технических наук, профессор Абдуразаков Аскар Шералиевич доктор технических наук, старший научный сотрудник
Ведущая организация:	Бухарский инженерно-технологический институт

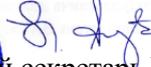
Защита диссертации состоится 18 07 2024 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03. (Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галаба шох, 76в. Зал заседаний Навоийского государственного горно-технологического университета. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; (e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горно-технологического университета (зарегистрирован за № 157). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галаба шох, 76в. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66.

Автореферат диссертации разослан 6 07 2024.
(реестр протокола рассылки № 1 от 6 07 2024).




Б.Ф.Мухиддинов
Председатель Научного совета
по присуждению ученых
степеней, д.х.н., профессор.


С.Ш.Шарипов
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, PhD., доцент


М.Муминов
И.о. председателя Научного семинара при Научном
совете по присуждению ученых
степеней, д.х.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире многие вещества с пиридиновым кольцом в структуре являются основой для получения лекарственных препаратов (73 препарата из 1500 жизненно важных), красителей, агрохимикатов, флокулянтов, эмульгаторов, латексов, ингибиторов кислотной коррозии, ионообменных смол и других полезных материалов. Объем производства пиридинов и его производные в мире к настоящему времени превышают 100 тыс. т/год и в дальнейшем рост спроса на эту продукцию повлечёт внедрение в процесс синтеза передовых технологии. Более 90% синтезированного пиридина и его производных получают синтетическими методами с использованием фторсодержащих катализаторов. В связи с этим приобретает всестороннее значение совершенствование технологии синтеза производных пиридина в условиях, приемлемых для экологически безопасного сырья и здоровья человека, локализация источников импортируемого сырья и одновременно внедрение в практику новых типов катализаторов.

В мире на сегодняшний день в промышленных процессах получения производных пиридина, применяют каталитическую газофазную циклоконденсацию, с использованием результатов научно-исследовательских работ. Вместе с этим по последним данным выход производных пиридина составляет, как правило, 40–60 %. Не смотря на удовлетворительные результаты в Узбекистане отсутствуют производства по выпуску производных пиридина. На сегодняшний день особое внимание уделяется на локализацию производства производных пиридина путем разработки новых типов катализаторов из местного сырья, применение производных пиридина в качестве ингибиторов, способствующих решению проблем, связанных с коррозией металлов.

В Республике в последние годы выполнены ряд научно-практических работ по совершенствованию технологического процесса гетерогенно-каталитического синтеза производных пиридина, созданию новых типов катализаторов из местного сырья, применению синтезированных продуктов в качестве растворителя, пестицидов, ПАВ. В Постановлении Президента Республики Узбекистан определены важные задачи по «Расширению научно-исследовательских работ, по созданию и внедрению в производство энергосберегающих и экологически безопасных технологий...»¹. В связи с этим, особое внимание уделяется выполнению задач по гетерогенно-каталитическому синтезу производных пиридина, исследованию физико-химических свойств продуктов, обоснованию локализационных возможностей технологического производства, а также определению ингибирующей роли синтезированных продуктов в широком интервале концентрации.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» // Сбоник правовых документов Республике Узбекистан. – Т., 2017. – 103 с.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года за УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», УП - 5368 от 30 октября 2019 года «Концепция охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года», в Постановлениях от 20 октября 2018 года ПП-841 «О мерах по реализации национальных целей и задач в области устойчивого развития до 2030 г.» и от 15 марта 2020 года ПП-6079 утверждению Стратегии «Цифровой Узбекистан-2030», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Научными исследованиями по синтезу пиридина и пиридиновых производных занимались ведущие ученые мира, также как : Григорьева Н.Г., Филиппова Н.А., Иванова А.С., Антонова В.В., Джемелев У. М., Wang H., Yuan N., Schimizu S., Watanabe N., Kataoka T., Мухленов И.П., Власов Е.А., Дерюжкина В.И., Ларионов А.М., Бажина Т.А., Евстратов А. А., Кутакова Н. Б., Коляда Г.Г., Ивановский А.П., Кутьин А.М., Рампрасад Дораи, Степанова В. А., Коротковат В.Н., Павлов С.Ю., Дутта Пашупати, Рой Субхаш Чандра, Рой Шьям Кишор, Госвами Тарун Канти и другие, со стороны этих ученых были приготовлены катализаторы разного состава и синтезированы пиридин и его производные.

В нашей республике такие ученые как Сирлибаев Т., Юсупов Д., Икрамов А., Нурмонов С.Э., Назарбеков М.К., Шахобиддинов А., Туробжонов С.М., Исмаилова Л.А., Холикова С.Д., Мусулманов Н.Х., Кадиров Х.И., Мухиддинов Б.Ф., Вапоев Х.М. и другие внесли огромной вклад по синтезу пиридина и его производных, которые могут быть использованы в качестве поверхностно-активных веществ (ПАВ), ускорителей вулканизации каучуков, ионообменных смол, лекарственных веществ в фармацевтике, пестицидов, гербицидов, стимуляторов в сельском хозяйстве, исходных соединений при синтезе пленочных и фотоматериалов, в технологии ингибиторов коррозии на основе местного сырья и промышленных отходов.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Навоийского государственного горно-технологического университета и реализовано на основе практических проектов по тематике № 5-04/2021 PZ «Разработка технологии разделения на отдельные потоки золота и примесей, (железа, мышьяка и т.д.) имеющихся в кислых стоках стужителя ПТД-1».

Целью исследования является разработка эффективных гетерогенных катализаторов из местного сырья для синтеза производных пиридина.

Задачи исследования:

разработка новых гетерогенных высокоселективных катализаторов из местного сырья (каолина, бентонита и породы опока) для синтеза производных пиридина;

исследование оптимальных параметров технологии производства катализаторов (соотношения исходных веществ, продолжительности времени и температуры прокали, природы носителя и пептизаторов, эксплуатационных характеристик катализаторов);

гетерогенно-каталитический синтез производных пиридина на основе ацетилен и аммиака с использованием катализаторов, изготовленных из местного сырья;

определение оптимальных параметров технологии синтеза производных пиридина (мольное соотношение и скорость подачи исходных веществ, продолжительность времени и температура процесса синтеза, природа и количество катализатора, повышение центров кислотности);

исследование электронного и структурного строения производных пиридина на основе методов физико-химического анализа и квантово-химических расчетов;

оценка технико-экономических показателей синтеза производных пиридина на основе местного сырья.

Объектами исследования являются ацетилен, аммиак, каолин, бентонит, опока, оксиды и соли кадмия, хрома и цинка.

Предметом исследования являются катализаторы, разработанные на основе местного сырья для синтеза производных пиридина (2-МП, 4-МП), а также исследование ингибирующих свойств синтезированных веществ, использующихся в качестве ингибиторов коррозии металлов.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы комплексные физико-химические методы исследования, такие как ИК и ЯМР-спектроскопия, рентгенография, масс-спектроскопия, газожидкостная хроматография, сканирующая электронная микроскопия и стандартные методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны новые гетерогенные высокоселективные катализаторы с различным соотношением местного сырья (каолина, бентонита и опоковой породы);

определены каталитические свойства новых гетерогенных катализаторов на основе каолина, бентонита и породы опоки в синтезе 2-метилпиридина и 4-метилпиридина (активность, селективность и механические свойства);

определены продолжительность и температура процесса гетерогенно-каталитического синтеза, влияние природы катализаторов на выход основных продуктов, составлен ряд активностей моно- и диактивных каталитических систем;

разработана технология синтеза производных пиридина гетерогенно-каталитическим методом на основе местных компонентов, составлены технико-экономические показатели и материальные балансы процесса.

Практические результаты исследования заключается в следующем:

синтезированы производные пиридина (2-метилпиридин и 4-метилпиридин) на основе катализаторов из местных компонентов, таких как каолин, бентонит и опоковая порода и определены технологические параметры производства;

определены зависимость выхода производных пиридина от температуры, природы и количества катализатора, продолжительности реакции, влияния мольного соотношения реагентов, электронного строения исходных и синтезированных соединений;

определено влияние природы и оптимальной концентрации синтезированных ингибиторов (2-МП и 4-МП) на скорость коррозии и уровень защиты металлов.

Достоверность результатов исследований подтверждена проведением значительных количеств лабораторных экспериментов и доказана удовлетворительными сходствами и количественными подтверждениями результатов исследования, с использованием современных физико-химических методов анализа, таких как: ЯМР-, ИК- и хромато-масс-спектроскопия, рентгенография, атомно-силовая и сканирующая - электронная микроскопия, показателя преломления и другие.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований объясняется выявлением каталитических свойств новых гетерогенных катализаторов из местного сырья, обоснованием влияния параметров и продолжительности реакции на выход производных пиридина, а также установлением технико-экономических показателей, материальных балансов, оптимальных условий получения 2-метилпиридина и 4-метилпиридина.

Практическая значимость результатов исследований служит разработке новых каталитических систем на основе различных носителей (бентонит, каолин, опоковая порода), длительности и температуры процесса синтеза, выявлению реальных зависимостей природы исходных веществ, а также рекомендации полученных продуктов к применению в качестве ингибиторов коррозии металлов.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных научных исследований по гетерогенно-каталитическому синтезу производных пиридина на основе местного сырья:

технология гетерогенно-каталитического синтеза производных пиридина внедрена в практику на АО «Навоийазот» (справка АО «Навоийазот» №02/2589 от 14 мая 2024 года). В результате удалось получить производные пиридина на основе местных компонентов;

методика определения эффективности ингибиторов коррозии металлов, разработанных на основе производных пиридина внедрена в практику на АО «Навоийский ГМК» (справка АО «Навоийский ГМК» № 23/01-01-07/139 от 29 марта 2024 года). В результате ингибиторы, состоящие из 2-метилпиридина и 4-метилпиридина, в концентрации 50-200 мг/л позволили

защитить образцов металлов на 92,4-91,4% соответственно при применении для систем оборотного водоснабжения.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования доложены и обсуждены на 10 республиканских и 3 международных научно-технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций (PhD), изданы 6 научных статей, в том числе 3 в республиканских журналах и 3 в зарубежных.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объём диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, излагается научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние производства пиридиновых производных гетерогенно-каталитическим методом**» по проведенному литературному анализу были определены состояние и анализ всестороннего глубокого изучения процессов разработки катализаторов гетерогенно-каталитическим методом, синтез и применения производных пиридина и их свойства.

Проанализированы ингибиторы коррозии металлов на основе производных пиридина и приведены механизм защитного действия гетероциклических соединений, а также обсуждены природа и концентрация галоид-металлов и их влияния на скорость коррозии металлов и ингибирования, протекающих при влияние различных сред. Определены актуальные моменты коррозии в работах, выполненных в рамках исследования процесса ингибирования металлов, а также сплавов.

Изучив современные литературные источники по состоянию современных производных пиридина на основе ацетилен и аммиака, определены основные критические моменты. На основании этого определены цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе диссертации под названием «**Методы подготовки сырья и катализаторов**» описаны физико-химические свойства исходного сырья и методы проведения исследований, такие как: ЯМР- и ИК-

спектроскопия, хромато-масспектральный метод анализа, сканирующий электронный микроскоп, рентгенофазный анализ; Определение эксплуатационных свойств катализаторов, плотности веществ, показателя преломления, температуры плавления, квантово-химические расчеты проводились на базе программы Gaussian 09.

В третьей главе диссертации «Гетерогенно-каталитический синтез производных пиридина и исследование их свойств» описан процесс синтеза производных пиридина (2-МП, 4-МП) на основе ацетилена и аммиака гетерогенно-каталитическом методом, зависящий от многих факторов, таких как концентрация и природа катализатора, пептизаторы, температура, соотношение исходных веществ, продолжительность времени, сорбция реагентов и абсорбция, десорбция, дегидроциклизация и давление.

Известно, что природа и концентрация активного компонента и природа носителя существенно влияет на кинетику синтеза производных пиридина. Поэтому разработаны катализаторы на основе каолина с различными активными компонентами: ХК-13 (Cr_2O_3 -13,0%+каолин-87,0%), ЦК-13 (ZnO -13,0%+каолин-87,0%), КХК-13(CdO -13%+ Cr_2O_3 -5,0%+каолин-82,0%), КЦК-13(CdO -13,0%+ ZnO -5,0%+каолин-82,0%), ХЦК-13 (Cr_2O_3 -13,0% + ZnO -5,0%+ каолин-82,0%) и исследованы каталитические свойства в интервалах температур от 340÷460°C, наилучшие результаты которых представлены в табл.1.

Таблица 1

Зависимость выхода производных пиридина от концентрации и природы катализаторов при различных температурах

№	Марка и состав катализаторов, %	Температура, °С	Состав катализата, в %		
			2-МП	4-МП	Азотсодержащие вещества
1.	КК-13 (CdO -13,0, каолин-87,0)	340	28,6	9,4	5,1
		360	30,7	12,3	6,4
		380	35,3	16,7	8,6
		400	38,6	19,5	10,2
		420	41,2	22,4	13,7
		440	36,3	17,6	18,4
		460	30,4	11,3	23,6
2.	КХК-13 (CdO -13,0, Cr_2O_3 -5,0, каолин-82,0)	340	35,7	15,4	3,6
		360	37,2	17,4	5,3
		380	39,5	19,8	6,4
		400	43,2	22,6	8,8
		420	45,4	24,8	10,2
		440	43,5	22,2	12,3
		460	41,8	20,8	14,7

Анализ результатов исследования (табл.1) показывает, что среди испытанных катализаторов наиболее эффективным катализатором оказался катализатор марки КХК-13(CdO -13,0%+ Cr_2O_3 -5,0%+каолин-82,0%). При этом увеличивается выход 2-МП с 35,7 до 45,4%, 4-МП с 15,4 до 24,8% (в суммарном 2- и 4-МП 70,2%), соответственно. В результате

дегидроциклизации при реакции ацетилен с аммиаком увеличивается выход производных пиридина.

С повышением температур от 360 до 420°C увеличивается конверсия и адсорбция ацетилен.

Также было показано, что оптимальная температура образования производных пиридина (2-МП и 4-МП) при использовании моно- и диактивных катализаторов составляет 420°C. На основе результатов исследования (табл.1) было установлено, что выход основных продуктов выше у катализаторов с диактивными компонентами по сравнению с моноактивными.

Известно, что на кинетику химических реакций существенно влияет природа активных компонентов.

Поэтому разработаны катализаторы на основе бентонита с различными активными компонентами: КБ-13 (CdO-13,0%, бентонит-87,0%), ХБ-13 (Cr₂O₃-13,0%, бентонит-87,0%), ЦБ-13 (ZnO-13,0%, бентонит-87,0%), КХБ-13 (CdO-13,0%, Cr₂O₃-5,0%, бентонит-82,0%), КЦБ-13 (CdO-13,0%, ZnO-5,0%, бентонит-82,0%), ХЦБ-13 (Cr₂O₃-13,0%, ZnO-5,0%, бентонит-82,0%).

Исследованы влияния природа активных компонентов катализатора и температуры на выход производных пиридина, наилучшие результаты которых представлены в табл.2.

Таблица 2

Влияние природы активных компонентов катализатора и температуры на выход производных пиридина

№	Марка и состав катализаторов, %	Температура, °С	Состав катализата, в %		
			2-МП	4-МП	Азотсодержащие вещества
1.	КБ-13 (CdO-13,0, бентонит-87,0)	340	24	7	7
		360	28	11	9
		380	36	15	11
		400	41	19	15
		420	48	25	14
		440	34	15	20
		460	29	8	25
2.	КХБ-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, бентонит-82,0)	340	33	13	6
		360	38	17	8
		380	42	20	9
		400	46	24	10
		420	50	28	10
		440	42	20	14
		460	33	16	17

Анализ результатов (табл.2) исследования показывает, что с повышением температуры до 420°C увеличивается выход производных пиридина, но дальнейшее повышение температуры приводит к снижению выхода основных продуктов. В присутствии катализатора КХБ-13 с увеличением температуры до 420 °С выход основного продукта возрастает, а дальнейшее увеличение приводит к снижению целевых продуктов. Например, при 340°C, 380°C, 420°C, 440°C выход 2-метилпиридина

Результаты ^1H и ^{13}C ЯМР-спектроскопии подтверждают структуру 2-метилпиридина. Особое внимание уделено наличию синглета для метильной группы и нескольких синглетов, соответствующих ароматическим углеродам.

Также для установления структуры был снят ИК-спектр синтезированного вещества, результаты, которые приведены на рис.2.

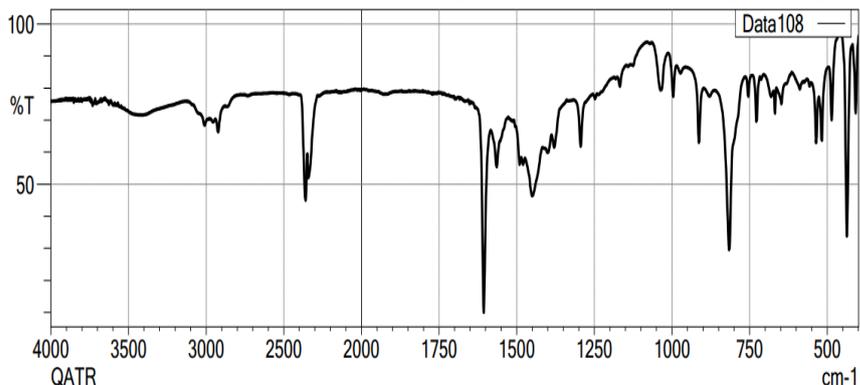


Рис.2. ИК-спектр синтезированного образца 2-метилпиридина

В ИК-спектре синтезированного образца 2-метилпиридина наблюдаются полосы валентного колебания С-Н связей, в ароматическом кольце метилпиридина при 2900 см^{-1} , валентные колебания кратных связей С=C, С=N- и С-С в ароматическом кольце при 2450 см^{-1} и 1600 см^{-1} .

Также в спектре наблюдается плоско-деформационное колебание группы С-Н связей принадлежащая кольцу пиридиновых производных при $1450\text{--}1300\text{ см}^{-1}$. Кроме этого в спектре наблюдается пик при колебании 920 см^{-1} , который связан с вибрационными колебаниями, характерными для ароматических аминов или других подобных структур. Также наблюдаются колебания при 820 и 450 см^{-1} . Эти пики характерны для деформационных и валентных колебаний в ароматических кольцах или заместителей в пиридиновом кольце.

На основе ИК-спектра также доказано, что полосы поглощения синтезированного продукта соответствует структуре 2-метилпиридина.

А также методам хромато-масс-спектропия анализированы и доказаны качественные и количественные характеристики синтезированного вещества(рис.3).

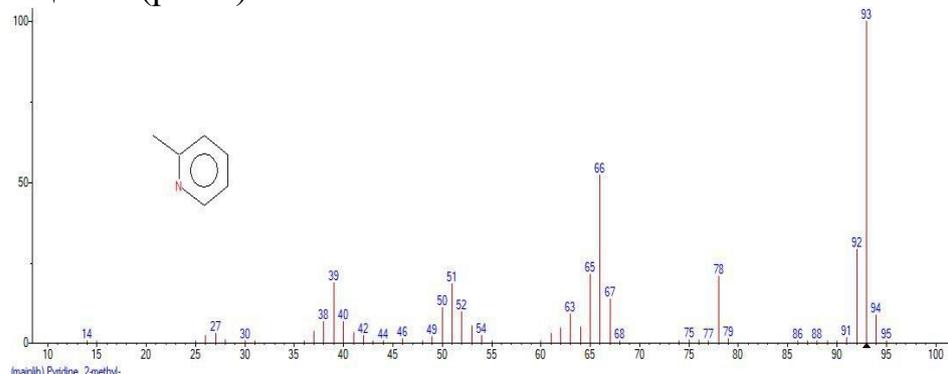


Рис.3. Хромато-масс-спектр 2-метилпиридина

Анализ результатов исследования (рис.3), показывает наличие в растворе в основном 2- метилпиридина и это доказывает достоверность синтезированного вещества.

В последнее время в решениях руководства страны особое внимание уделяется локализации сырьевых ресурсов при получении химических продуктов. Для решения этих задач при разработке катализаторов в качестве носителя нами была использована опоковая порода, содержащаяся в Канмехском месторождении.

Исследован синтез производных пиридина на основе ацетилена и аммиака при различных температурах катализатора, отличающиеся по природе, результаты которых представлены в табл.3.

Таблица 3

Зависимость выхода производных пиридинов от температуры и природы катализаторов (пептизатор- H_3PO_4)

№	Марка и состав катализаторов, %	Температура, °С	Состав катализата, в %		
			2 МП	4-МП	Азотсодержащие вещества
1.	КХО-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, опока-82,0)	340	33	13	5
		360	39	18	8
		380	45	20	12
		400	48	25	15
		420	52	29	16
		440	40	22	19
		460	32	17	20
2.	КЦО-13 (CdO-13,0, ZnO -5,0, опока -82,0)	340	22	7	5
		360	28	9	8
		380	30	14	12
		400	36	17	15
		420	41	20	19
		440	30	16	20
		460	26	10	23
3.	ХЦО-13 (Cr ₂ O ₃ -13,0, ZnO-5,0, опока -82,0)	340	20	4	6
		360	25	5	9
		380	29	9	13
		400	32	12	14
		420	37	14	17
		440	29	10	20
		460	24	6	24

Разработаны катализаторы для синтеза производных пиридина на основе опоковой породы с различными содержаниями диактивных компонентов.

Анализ результатов (табл.3) исследования показывает, что с повышением температуры до 420°С увеличивается выход производных пиридина, но дальнейшее повышение температуры приводит к снижению выхода конечных продуктов. Снижение выхода производных пиридина свыше 420°С обусловлено образованием олигомеров и полимеров полимеризацией ацетиленовых производных.

Также исследовано влияние активных компонентов катализаторов на синтез производных пиридина.

Анализ результатов исследования (табл.3) показывает, что, среди использованных катализаторов (КХО-13, КЦО-13, ХЦО-13) наибольшим

эффективным оказался катализатор марки КХО-13. В присутствии данного катализатора суммарный выход производных пиридина составил 2- и 4-МП 81%, включая 52 % 2 –МП и 29 % 4 -МПа.

Известно, что на кинетику химических реакций существенно влияет природа пептизаторов. Поэтому исследовано влияние природы пептизаторов с различными минеральными и органическими кислотами, результаты которых представлены в табл.4.

Таблица 4

Влияние природы пептизаторов и катализаторов на выход производных пиридина при температуре 420°C

№	Марка и состав катализаторов, %	Пептизаторы	Состав катализата, в %		
			2-МП	4-МП	Азотсодержащие вещества
1.	КХО-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, опока-82,0)	Азотная кислота	42	22	12
2.	КХО-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, опока-82,0)	Соляная кислота	46	26	15
3.	КХО-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, опока-82,0)	Фосфорная кислота	52	29	16
4.	КХО-13 (CdO-13,0, Cr ₂ O ₃ -5,0, опока-82,0)	Уксусная кислота	40	17	18

Анализ результатов исследования (табл.4) показывает, что в присутствии минеральных кислот: HNO₃ (конц.56%), HCl (конц.20%) и H₃PO₄ (конц.85%) наблюдается возрастание выхода производных пиридина, а в присутствии органической кислоты CH₃COOH (конц.90%) выход основного продукта снижается.

А также значительное увеличение конечных продуктов можно увидеть (табл.4) при применении фосфорной кислоты в качестве пептизатора с участием катализатора марки КХО-13 (CdO-13,0%, Cr₂O₃-5,0%, опока-82,0%). При этом суммарный выход 2-и 4-МП составляет 52% и 29% соответственно.

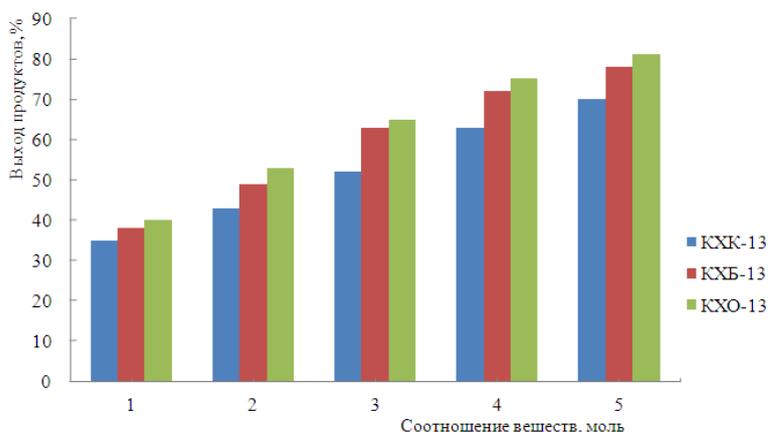


Рис.4. Зависимость выхода производных пиридина от соотношения реагирующих веществ (420°C, КХО-13).
Соотношения реагентов: 1-2:1; 2-1,5:1; 3- 1:1; 4-1:1,5; 5-1:2

Известно, что на кинетику химических реакций существенно влияет соотношения реагирующих веществ. Поэтому нами были исследованы влияния соотношений реагирующих веществ на выход производных пиридина, результаты которых представлены на рис.4.

Анализ результатов исследования (рис.4) показывает, что при изучении реагентов в различных соотношениях при определенной температуре, увеличение выхода основных продуктов, в основном зависит от объемной доли ацетилен. Увеличение объемной доли аммиака не оказывает существенного влияния на систему.

Установлено, что максимальный выход готовых продуктов достигается при взятии ацетилен и аммиака в объемном соотношении 2:1.

Известно, что, на кинетику химических реакций существенно влияет продолжительность времени процесса синтеза. Поэтому нами было исследовано влияние продолжительности времени на выход производных пиридина в присутствии различных разработанных катализаторов, результаты которых приведены на рис.5. Процесс синтеза изучали при температуре 420 °С в течение 1-50 часов.

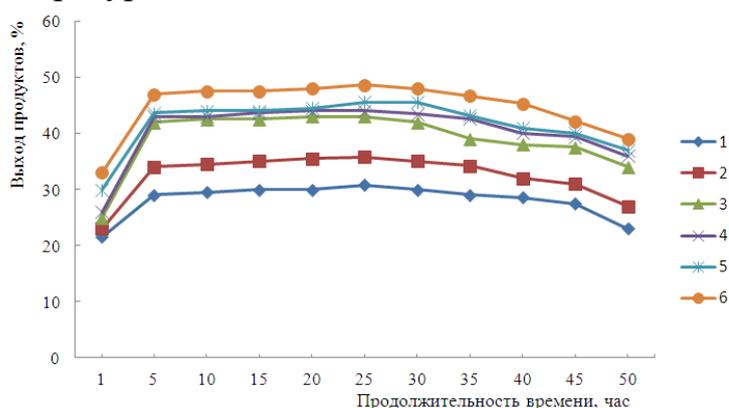


Рис.5. Зависимость выхода производных пиридина от продолжительности времени в присутствии различных катализаторов (420 °С): 1-ЦО-13; 2-ХО-13; 3-ХЦО-13; 4 - КО-13; 5-КЦО-13; 6-КХО-13

Анализ результатов исследования (рис.5) показывает, что выход производных пиридина проходит через максимум в интервале 5-30 часов, а далее выход почти не меняется.

Через 35-40 часа выход готовых продуктов снижается. Это может быть обусловлено образованием из ацетиленовых газов олигомеров и полимеров, которые подтверждаются возрастанием вязкости реакционной смеси.

В четвертой главе диссертации «Технология производства катализаторов и синтеза производных пиридина» приведены результаты по технологии производства катализаторов и производных пиридина, а также технико-экономические аспекты применения производных пиридина в качестве ингибиторов коррозии металлов.

Разработана технология производства 2- и 4-метилпиридинов.

Принципиальная технологическая схема синтеза производных пиридина приложена на рис.6.

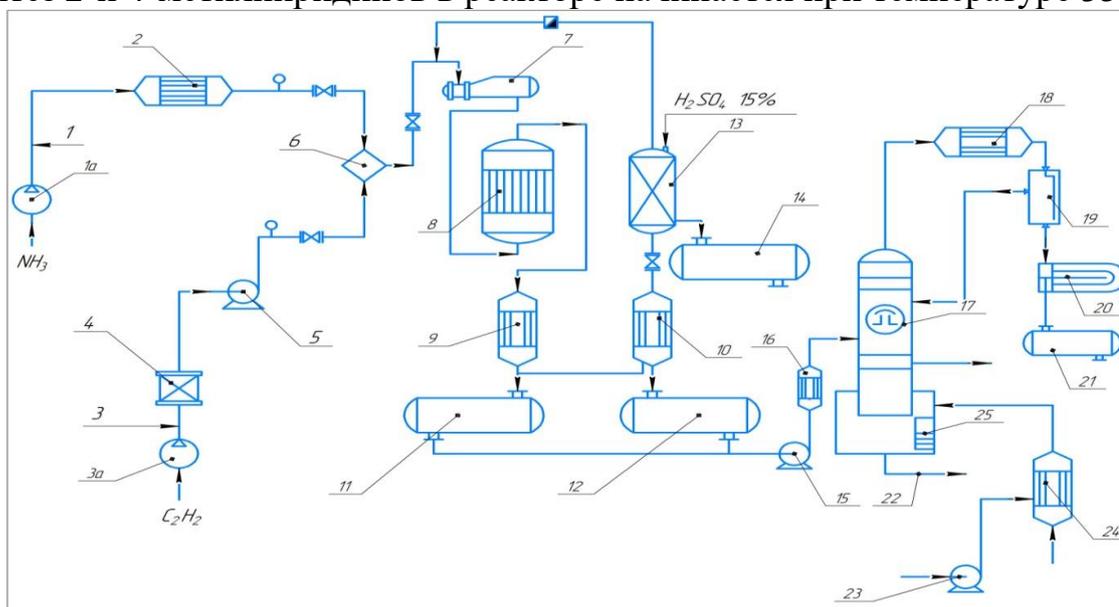
Аммиак на установку поступает по трубопроводу из газгольдера поз.1а в газообразном виде и направляется в теплообменник поз.2, в межтрубное пространство которого подают пар, нагретый до 200 - 450°С. На линии подачи давление аммиака снижается до 2,2 атм. Из него нагретые пары аммиака поступают в смеситель поз. 6. Расход аммиака контролируют по показаниям ротаметров. Подачу свежего аммиака на установку регулируют с помощью автоматических клапанов. Скорость подачи 0,7 -1,1м³/час. При нарушении подачи аммиака на щите КИП и А загорается световой сигнал.

Ацетилен на установку подают по трубопроводу. Газ из газгольдера поз. 3а последовательно проходит через огнепреградитель поз.4, водокольцевым вакуум - насосом поз.5, и под давлением 0,2 атм. направляется в смеситель поз. 6. Огнепреградитель заполнен стальными кольцами Рашига и снабжены разрывными мембранами.

Расход ацетилена контролируют по ротаметру и автоматическими регулируемыми клапанами. Скорость подачи 1,6-2,5 м³/час.

Контактная парогазовая смесь из смесителя поз.6 через испаритель поз.7 температурой 200-250°С подается на узел синтеза, который включает в себя реактор поз.8. Реактор представляет собой вертикальный аппарат типа кожухотрубчатого теплообменника.

В трубное пространство реактора загружают катализатор, а в межзубное подается пар температурой 400-450 °С и давлением 1,2 атм нагретый в печи. Синтез 2-й 4-метилпиридинов в реакторе начинается при температуре 350°С.



1а, 3а-газгольдеры для аммиака и ацетилена; 2, 9, 10, 16, 20-теплообменники; 4-огнепреградитель; 5-вакуум насос; 6-смеситель; 7, 24-испаритель; 8- реактор; 11, 12, 14, 19, 21-сборники; 13-колонна нейтрализации; 15-центробежный насос; 17-ректификационная колонна; 18-дефлегматор; 22-кубовой остаток; 23-плунжерный насос; 25-уровномер.

Рис.6. Принципиальная технологическая схема синтеза производных пиридина

Продукты синтеза вместе с непрореагировавшими исходными соединениями в виде парогазовой смеси из реактора поз.8 поступают в холодильник поз.9,10. В них происходит конденсация производных пиридина и побочных продуктов синтеза - 2,4-диметилпиридины, ацетонитрил, лутидины и др. Конденсат из холодильников 9, 10 поступает в емкости поз. 11, 12. Газообразные вещества - не прореагировавший аммиак нейтрализуется 15 % серной кислотой и собирается в емкости 14, ацетилен и другие возвращается обратно в систему. Синтезированное вещество из промежуточной емкости 11 с помощью центробежного насоса 15 подается в теплообменник 16, где нагревается до температуры кипения. Нагретую смесь

подают на разделение в ректификационную колонну 17 на питающие тарелки. Стекая по колонне, жидкость взаимодействует с поднимающимся вверх паром, который образуется при кипении кубовой жидкости в котле.

В результате массообмена с жидкостью пар обогащается легколетучим компонентом. Для более полного обогащения верхнюю часть колонны орошают в соответствии с заданным флегмовым числом жидкостью (флегмой), получаемой в дефлегматоре 18 путем конденсации пара, выходящего из колонны. Выйдя из верхней части колонны, пар поступает в дефлегматор 18 и получается конденсат (флегма). Конденсат из дефлегматора 18 поступает в емкость, которая снабжена плотномером и сифоном. Часть конденсата удаляется из емкости в виде готового продукта, который охлаждается в теплообменнике 21 и направляется в емкость готового продукта 22. Исследованы влияния природы и концентраций синтезированных производных пиридина в качестве ингибиторов коррозии, результаты которых представлены в табл.5.

Анализ результатов исследования (табл.5) показывает, что с увеличением температуры, скорость коррозии металлов возрастает. Например, скорость коррозии образца Ст.3 в 1,0 масс.% растворе NaCl при 20°C (время экспозиции 96 часов) составляет $3,05 \cdot 10^{-7}$ г/м²·ч, а при 60°C $6,21 \cdot 10^{-7}$ г/м²·ч. Установлено, что скорость коррозии увеличивается в 2,03 раза.

Также исследовано влияние концентрации производных пиридина в качестве ингибитора, результаты, которых приведены в табл.5.

Таблица 5

Влияние температуры, природы и концентрации ингибиторов на скорость коррозии (СК) и степень защиты (СЗ) Ст.3 в солевом растворе ($\tau=96$ часов, NaCl – 1,0 масс.%, рН=7)

№	Название ингибиторов	Температура, °С					
		20		40		60	
		СК, г/м ² ·ч	СЗ, %	СК, г/м ² ·ч	СЗ, %	СК, г/м ² ·ч	СЗ, %
1.	Исх. металл (без ингибитора)	$3,05 \cdot 10^{-7}$	–	$4,35 \cdot 10^{-7}$	–	$6,21 \cdot 10^{-7}$	–
2.	2-МП 0,01%	$0,26 \cdot 10^{-7}$	91,4	$0,46 \cdot 10^{-7}$	89,4	$0,87 \cdot 10^{-7}$	85,9
3.	2-МП 0,05%	$0,19 \cdot 10^{-7}$	93,7	$0,39 \cdot 10^{-7}$	91,1	$0,79 \cdot 10^{-7}$	87,2
4.	4-МП 0,01%	$0,28 \cdot 10^{-7}$	90,8	$0,49 \cdot 10^{-7}$	88,7	$0,88 \cdot 10^{-7}$	85,8
5.	4-МП 0,05%	$0,22 \cdot 10^{-7}$	92,7	$0,42 \cdot 10^{-7}$	90,3	$0,82 \cdot 10^{-7}$	86,8

Анализ результатов исследования (табл.5) показывает, что с увеличением концентрации ингибитора снижается скорость коррозии металлов, а степень защиты возрастает.

Например, в присутствии 0,01 масс.% 2-МП (время экспозиции 96 часов при температуре 20°C) скорость коррозии составляет $0,26 \cdot 10^{-7}$ г/м²·ч, степень защиты поверхности Ст.3 составляет 91,4%. В этих же условиях под воздействием 0,05 масс.% 2-МП скорость коррозии составляет $0,19 \cdot 10^{-7}$ г/м²·ч, а степень защиты составляет 93,7%.

Также исследовано влияние природы ингибиторов (2-МП, 4-МП), результаты которых приведены в табл.5.

Анализ результатов исследования (табл.5) показывает, что производные пиридина по-разному влияют на процесс коррозии металлов.

Например, в присутствии 0,01 масс.% 2-МП (время экспозиции 96 часов при температуре 20°C) скорость коррозии составляет $0,26 \cdot 10^{-7} \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, степень защиты поверхности Ст.3 составляет 91,4%. В этих же условиях под воздействием 0,01 масс.% 4-МП скорость коррозии составляет $0,28 \cdot 10^{-7} \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, а степень защиты поверхности Ст.3 составляет 90,8%.

Также морфология поверхности образца Ст. 3 исследована с помощью атомно-силового микроскопа на приборе Agilent 5500 (Agilent, США) до и после ингибирования.

Топографию поверхности образцов Ст.3 исследовали в растворе путем применения различных концентраций ингибиторов в солевых средах. Размеры малой, средней и высокой вогнутости определяли по соответствующим изображениям.

В солевой среде без ингибитора размер углублений на поверхности образца Ст.3 составлял от 95 до 220 нм. Это показывает протекание коррозионного процесса на поверхности металла.

Анализ результатов исследования показывает, что в присутствии ингибитора коррозии металлов и при постепенном увеличении концентрации ингибитора величина углубления снижается от 220 нм до 85,4 нм. Это свидетельствует о том, что ингибируется процесс коррозии металлов на поверхности металла, образуя защитную пленку.

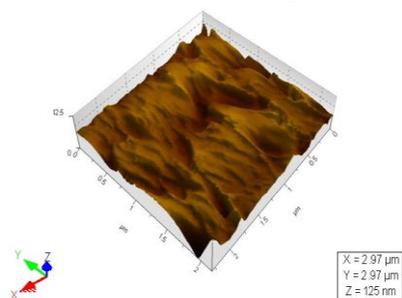


Рис.7. Снимок поверхности исходной стали

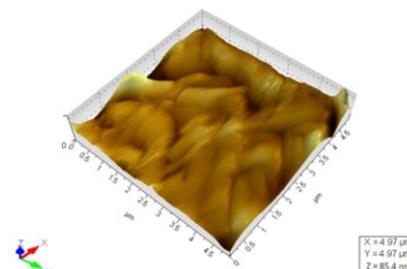


Рис.8. Снимок вмятин, образовавшихся при воздействии 1,0 масс.% раствора NaCl и 0,05 масс.% 2-метилпиридина на стальную поверхность

На рис.7-8 приведён исходный образец Ст.3, подвергшийся коррозии в солевой среде без ингибитора, а также влияние солевой среды, в присутствии различных концентраций ингибиторов, на поверхность образца Ст.3.

Ингибиторы, разработанные на основе производных пиридина, полученных из ацетилена и аммиака, сравнивали с ингибитором марки FloGrad MS6217, используемым на «Мубаракском газоперерабатывающем заводе», по их ингибиторным свойствам в отношении коррозии металлов. Были сравнены их технико-экономические показатели. В итоге экономическая эффективность 1 тонны 2-МП составляет 37,8 млн. сум, а

организации и предприятия, закупившие эти ингибиторы, могут сэкономить 280,8 млн. сум по сравнению от импортируемых ингибиторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Гетерогенно-каталитический синтез производных пиридина на основе местного сырья» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Разработаны новые виды гетерогенных катализаторов на основе местных компонентов. В качестве носителей для гетерогенных катализаторов были использованы каолин, бентонит и опоковая порода. Наиболее приемлемые результаты по физико-химическим свойствам показаны на примере катализатора КХО-13.

2. Синтезированы 2-метилпирдин и 4-метилпирдин на основе разработанных катализаторов и определены влияния различных факторов (природа катализатора, температура, продолжительность времени реакций и соотношения реагирующих веществ) на выход основных продуктов. По результатам исследования максимальные показатели синтеза производных пиридина наблюдаются в течении 5-30 часов, а выход реакции составляет 81% соответственно.

3. Установлены применением физико-химических методов анализа, таких как ЯМР и ИК и хромато-масс-спектрального анализа структура синтезированных веществ и определена их физико-химическая константа.

4. Разработана технология получения катализаторов с использованием местных компонентов. Рассчитаны материальные балансы и расходные коэффициенты производства катализатора в объеме на 100 кг.

5. Разработана технология производства производных пиридина и определены технико-экономические показатели производства. Установлены оптимальные режимы производства и выход основных продуктов синтеза. Определено, что максимальный выход синтеза продуктов достигается в объемном соотношении 2:1 ацетилена и аммиака и при скорости компонентов подачи 1,6-2,5 м³/час и 0,7-1,1 м³/час соответственно. Экономическая выгода при применении 2-МП в качестве ингибиторов коррозии составляет 280,8 млн сумм по сравнению с действующим марки FloGard MS6217.

6. Предложены в качестве ингибиторов коррозии металлов полученные производные пиридина. Определены режимы использования ингибитора. Рассчитаны скорости коррозии ингибирования.

7. Исследованы влияния природы производных пиридина на коррозию металлов. Определено, что 2-МП более эффективный ингибитор коррозии металлов, чем производные 4-МП. В присутствии производных пиридина степень защиты поверхности металлов составляет 93,7 % и 92,7 %, соответственно.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 AT THE NAVOI STATE UNIVERSITY OF
MINING AND TECHNOLOGIES**

NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGIES

KODIROV SARDOR MUSURMONOVICH

**HETEROGENEOUS CATALYTIC SYNTHESIS OF PYRIDINE
DERIVATIVES BASED ON LOCAL RAW MATERIALS**

02.00.14 - Technology of organic substance and materials on their basis

**DISSERTATION ABSTRACT
OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON TECHNICAL SCIENCES**

Navoi – 2024

The theme of the dissertation for the Doctor of Philosophy (PhD) degree was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science, and Innovations of the Republic of Uzbekistan under the number B2024.2.PhD/T2612.

The dissertation was completed at the Navoi State University of Mining and Technologies.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) on the web page of the scientific council www.nsumt.uz and on the Information and Educational Portal "Ziyonet".

Research supervisors:

Vapoyev Khusnitdin

Doctor of technical sciences, Associate Professor

Official opponents:

Kadirov Khasan

Doctor of technical sciences, Professor

Abdurazakov Askar

Doctor of technical sciences, senior researcher

Leading organization:

Bukhara engineering-technological institute

The defense of the dissertation will take place on 18 07, 2024 at 10⁰⁰ hours at a meeting of the scientific council DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 at the Navoi State University of Mining and Technologies at the address: 210100, Navoi, ave. Galaba Shokh, 76v. Conference hall of the Navoi State University of Mining and Technologies Tel.: 0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-49-66; e-mail:info@ndki.uz

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Navoi State University of Mining and Technologies (registered under the number 157). Address: 210100, Navoi, ave. Galaba Shokh, 76v. Conference hall Navoi State University of Mining and Technologies Tel.: 0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-49-66;

Abstract of the dissertation is distributed on 6.072024.
(protocol at the register No. 1 dated 6.07 2024).



B. Mukhiddinov

B.Mukhiddinov

Chairman of the Scientific Council for
awarding the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Professor

S. Sharipov

S.Sharipov

Scientific Secretary of the Scientific Council for
awarding the scientific degrees,
PhD., associate professor

M. Muminov

M.Muminov

Vice chairman of the Scientific Seminar at the Scientific
Council for the award of the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the study is to develop effective heterogeneous catalysts from local raw materials for the synthesis of pyridine derivatives.

The object of the research work are acetylene, ammonia, kaolin, bentonite, opoka, oxides and salts of cadmium, chromium and zinc.

The scientific novelty of the research work follows:

new heterogeneous highly selective catalysts with different ratios of local raw materials (kaolin, bentonite and opoka rock) have been developed;

the catalytic properties of new heterogeneous catalysts based on kaolin, bentonite and opoka rock in the synthesis of 2-methylpyridine and 4-methylpyridine (activity, selectivity and mechanical properties) have been determined;

the duration and temperature of the heterogeneous catalytic synthesis process have been determined, as well as the influence of the nature of the catalysts on the yield of the main products, a series of activities of mono- and bi-active catalytic systems has been compiled.

a technology for the synthesis of pyridine derivatives by the heterogeneous catalytic method based on local components has been developed, technical and economic indicators and material balances of the process have been compiled.

Implementation of the research results. Based on scientific research conducted on the heterogeneous catalytic synthesis of pyridine derivatives based on local raw materials:

the technology of heterogeneous catalytic synthesis of pyridine derivatives has been put into practice at Navoiyazot JSC (reference of Navoiyazot JSC No.02/2589 dated May 14, 2024). As a result, it was possible to obtain pyridine derivatives based on local components;

the methodology for determining the effectiveness of metal corrosion inhibitors developed on the basis of pyridine derivatives has been put into practice at Navoi MMC JSC (reference of Navoi MMC JSC no. 23/01-01-07/139 dated March 29, 2024). As a result, inhibitors consisting of 2-methylpyridine and 4-methylpyridine at a concentration of 50-200 mg/l made it possible to protect metal samples by 92.4-91.4%, respectively, when used for recycled water supply systems.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and an appendix. The volume of the dissertation is 120 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Вапоев Х. М., Умрзоков А. Т., Кодиров С. М. Влияние природы катализаторов и пептизаторов на синтез метилпиридинов //Universum: технические науки. – 2022. – №. 9-3 (102). – С. 33-36 (02.00.00; №1).

2. Кодиров С. М., Вапоев Х. М., Умрзоков А.Т. Синтез пиридиновых производных на основе гетерогенных катализаторов //Universum: технические науки. – 2022. – №. 12-5 (105). – С. 37-44 (02.00.00; №1).

3. Kodirov, S., Mukhiddinov, B., Ikramov, A., Vapoev, K., Umrzokov, A., & Sharipov, S. Synthesis of methylpyridines by catalytic method in the gas phase. In E3S Web of Conferences. -Vol. 417. 2023. p. 02010 (Online ISSN:2267-1242).

4. Кодиров, С. М., Мухиддинов, Б. Ф., Икрамов, А., Вапоев, Х. М., Умрзоков, А. Т., & Оликулов, Ф. Ж.. Синтез пиколины на основе ацетилен и аммиака. Journal of Advances in Engineering Technology. 2023 №3.-С29-34 (ISSN:2181-1431).

5. Кодиров С.М., Мухиддинов Б.Ф., Икрамов А., Вапоев Х.М., Умрзоков А.Т., Ахтамов Д.Т., Саидов С.С. Исследование влияние температуры и природы катализаторов на выход пиколинов. Научный вестник НамГУ. 2024. №3-С.102-109 (02.00.00; №18)

6. Кодиров С.М., Мухиддинов Б.Ф., Икрамов А., Нурманов С. Э., Вапоев Х.М., Умрзоков А.Т. Гетерогенно-каталитический синтез пиколинов. “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” 2024. №2.-С.155-164 (05.00.00; №24).

II bo'lim (II часть; II part)

7. Кодиров С.М., Вапоев Х.М. История и действительность осуществление пиридиновых оснований “Илм-фан ва техниканинг ривожланишида инновацион ёндашувлар” мавзусидаги Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги миқёсида ташкил қилинган илмий-амалий онлайн конференция. Навоий ш., 20 ноябрь 2020 й. 47-48-б.

8. Кодиров С.М., Мухиддинов Б.Ф., Вапоев Х.М., Шарипов С.Ш., Икрамов А. История и реалии производства пиридиновых оснований. “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани тўплами . Бухоро ш., 4-5 декабрь 2020 й. 344-б.

9. Кодиров С.М. История получение пиридиновых оснований. Инновационные материалы и технологии – 2021 Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых г. Минск, Рес. Беларусь 19-21 января 2021 г. -С. 225-226.

10. Кодиров С.М., Вапоев Х.М., Худайназарова Г.М., Барноев А.А. Роль катализаторов при получении пиридиновых оснований. “Кимёнинг долзарб

муаммолари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани. Тошкент ш., 4-5 феврал. 2021 й. 51-б.

11. Кодиров С.М., Вапоев Х.М. Получение пиридиновых производных гетерогенно-каталитическим методом. Технология органических веществ. Материалы докладов 86-ой научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. г. Минск, Рес. Беларусь 31 января – 12 февраля 2022 г. -С.178-179.

12. Kodirov S.M. Vapoev Kh.M., Umrzokov A.T., Koldoshev U.O. The influence of temperature on the process of ammonolysis of acetylene // Models and methods for increasing the efficiency of innovative research, 2022. – P. 22–25.

13. Qodirov S.M., B.F.Muxiddinov, H.M.Vapoyev, A.T.Umrzoqov, X.X.Karamatova. Geterogen-katalitik usulda metilpiridinlar sinteziga katalizatorlar tabiati va haroratning ta’siri. «Fan va ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida Kimyo texnologiya, kimyo va oziq-ovqat sanoatidagi muammolar va ularni bartaraf etish yo’llari» respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. Namangan sh., 3-4- iyun 2022 y. 166-168-b.

14. Кодиров С.М., Вапоев Х.М., Умрзоков А.Т., Нематов З.З. Влияние пептизаторов на синтез метилпиридинов. “Кимёнинг ривожиди фундаментал, амалий тадқиқотлар ва уларнинг истикболлари” мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси. Тошкент ш., 22-23 сентябр 2022 й. 19-20-б.

15. Кодиров С.М., Вапоев Х.М., Умрзоков А.Т. Synthesis of picolines based on monocomponent catalysts. Международная конференция «Комплексное инновационное развитие Зарафшанского региона: достижения, проблемы и перспективы» г. Навои, Узбекистан. 27-28 октября 2022. . –С.317-319.

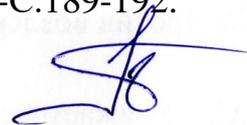
16. Кодиров С.М., Вапоев Х.М., Умрзоков А.Т. Влияние катализаторов с моно- и диактивными составами на выход пиридиновых производных. Материалы докладов 87-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. г. Минск, Рес. Беларусь. 2023. –С.350-352.

17. Кодиров С.М., Вапоев Х.М., Умрзоков А.Т. Катализаторы на основе минерала бентонита при синтезе пиридиновых производных. “Kimyo va kimyoviy texnologiyaning dolzarb muammolari va yechimlari” mavzusidagi ilmiy-amaliy konferensiya. Navoiy sh., 2023 y. 25-aprel, 17-18-b.

18. Кодиров С.М., Мухиддинов Б.Ф., Вапоев Х.М., Умрзоков А.Т. Исследование влияние температуры катализаторов на выход пиколинов. Namangan muhandislik-texnologiya instituti, “Fizikaviy va kolloid kimyo fanlarining fundamental va amaliy muammolari hamda ularning innovatsion yechimlari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. Namangan sh., 9-10-fevral 2024 y. 499-501-b.

19. Кодиров С.М., Мухиддинов Б.Ф., Вапоев Х.М., Умрзоков А.Т. Синтез пиколинов на основе ацетилена и аммиака. Сборник материалов по итогам 88-й научно-технической конференции профессорско-

преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов с международным участием. г. Минск, Рес. Беларусь. 2024.-С.189-192.



Avtoreferat «O‘zbekiston konchilik xabarnomasi» jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.