ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 4

ISSN 3030 -3907

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

SINTEZ GAZDAN QUYI OLEFINLAR OLISH JARAYONINING NAZARIY VA AMALIY ASOSLARI

G‘oziyev J.Ya.
Qarshi davlat texnika universiteti
Quyboqarov O.E.
Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Tadqiqotning ilmiy yangiligi mahalliy bentonit va kaolin asosida sintez gazdan quyi olefinlar olishga mos SiO_2-Al_2O_3 tayanchlar tayyorlashning kislota-termik rejimini asoslash; Fe-Zn-Zr-Na katalizatorlarida promotorlar nisbati va faol fazalar dispersligining olefin/parafin nisbatiga ta’sirini ochib berish; OX-ZEO tipidagi tizimlarda oksid komponenti, zeolit kislotaligi va g‘ovaklik tuzilishi o‘rtasidagi bog‘liqlikni mahalliy xomashyo bilan integratsiyalash; regeneratsiya sharoitlarini aniqlash va texnologik sxemani ishlab chiqish bilan belgilanadi.

Kalit so‘zlar: Fe-Zn-Zr-Na katalizatorlari, xromatografik tahlil, SiO_2-Al_2O_3, SEM, NH3-TPD va TG-DTA usullari.

Аннотация. Научная новизна исследования заключается в обосновании кислотно-термического режима приготовления опор SiO2-Al2O3, подходящих для получения низких олефинов из синтез-газа на основе местного бентонита и каолина; Раскрыть влияние соотношения промоторов и дисперсности активных фаз на соотношение олефин/парафин в катализаторах Fe-Zn-Zr-Na; В системах типа ОХ-ЗЭО связь между оксидным компонентом, цеолитовой кислотностью и пористой структурой определяется интеграцией с местным сырьем; определением условий регенерации и разработкой технологической схемы.

Ключевые слова: катализаторы Fe-Zn-Zr-Na, хроматографический анализ, методы SiO2-Al2O3, СЭМ, NH3-TPD и ТГ-ДТА.

Abstract. The scientific novelty of the research is the substantiation of the acid-thermal regime for the preparation of SiO2-Al2O3 supports suitable for obtaining low olefins from synthesis gas based on local bentonite and kaolin; To reveal the influence of the promoter ratio and active phase dispersion on the olefin/paraffin ratio in Fe-Zn-Zr-Na catalysts; Integration of the relationship between the oxide component, zeolite acidity, and porosity structure in OX-ZEO-type systems with local raw materials is determined by determining regeneration conditions and developing a technological scheme.

Keywords: Fe-Zn-Zr-Na catalysts, chromatographic analysis, SiO2-Al2O3, SEM, NH3-TPD, and TG-DTA methods.

KIRISH.

Quyi olefinlar - etilen, propilen va butilenlar - zamonaviy neft-gaz kimyosi hamda polimer sanoatining eng muhim platforma mahsulotlaridan hisoblanadi. Ular polietilen, polipropilen, sintetik kauchuk, akrilonitril, oksigenatlar, sirt faol moddalar, erituvchilar va boshqa ko‘plab yuqori qo‘shimcha qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarishda asosiy boshlang‘ich modda vazifasini bajaradi. An’anaviy texnologiyalarda ushbu olefinlar nafta va etan-propan fraksiyalarini bug‘li krekinglash yoki katalitik kreking orqali olinadi. Biroq neft resurslarining cheklanishi, tabiiy gaz va ko‘mirni chuqur qayta ishlash, CO_2 va biomassa asosidagi uglerod manbalarini kimyoviy zanjirga qaytarish zarurati sintez gazga asoslangan muqobil texnologiyalarni rivojlantirishni talab qilmoqda.

Sintez gaz CO va H_2 aralashmasidan iborat universal xomashyo bo‘lib, u tabiiy gazni bug‘li konversiyalash, qisman oksidlash, ko‘mirni gazlashtirish, biomassani termokimyoviy qayta ishlash va sanoat chiqindi gazlarini utilizatsiya qilish orqali olinishi mumkin. Sintez gazdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyi olefinlar olish texnologiyasi uglevodorod zanjirini bir reaktor yoki tandem katalitik tizimda shakllantirishga asoslanadi. Ushbu yo‘nalishning ilmiy qiyinligi shundaki, CO faollanishi, C-C bog‘ hosil bo‘lishi, olefinlarning ikkilamchi vodorodlanishini cheklash, metan va CO_2 hosil bo‘lishini kamaytirish bir vaqtning o‘zida boshqarilishi lozim .

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Sintez gazning tarkibi, manbalari va kimyoviy qayta ishlash yo‘nalishlari

Sintez gaz CO va H_2 dan iborat bo‘lgan universal texnologik aralashma bo‘lib, zamonaviy neft-gaz kimyosi, ko‘mir kimyosi va uglerod aylanishi texnologiyalarining markaziy xomashyosi sifatida qaraladi. Mazkur gaz aralashmasi tabiiy gazning bug‘li konversiyasi, metanning qisman oksidlanishi, avtotermik reforming, ko‘mir yoki biomassaning gazifikatsiyasi, shuningdek CO_2 ni qayta vodorodlash kabi yo‘llar bilan olinadi. Har bir manbada H_2/CO nisbati, inert gazlar ulushi, CO_2, CH_4, H_2S, COS va suv bug‘i miqdori turlicha bo‘ladi. Quyi olefinlar sintezi uchun aynan H_2/CO nisbati va oltingugurtli birikmalar miqdori alohida ahamiyatga ega, chunki ular katalizatorning faolligi, selektivligi va xizmat muddatini belgilaydi [2; 3].

Sintez gazni quyi olefinlarga aylantirish texnologiyasining ilmiy murakkabligi CO molekulasining yuqori barqarorligi bilan bog‘liq. CO molekulasida C≡O bog‘i kuchli bo‘lgani sababli katalizator sirtida avvalo adsorbsiyalanish, qutblanish, dissotsiatsiya yoki kislorodli oraliq turlar hosil bo‘lishi talab etiladi. Keyingi bosqichda C_1 fragmentlari yoki kislorodli intermediatlardan C–C bog‘ hosil bo‘lishi, zanjirning cheklangan uzunlikda o‘sishi va C_2–C_4 olefinlarning desorbsiyasi sodir bo‘ladi. Jarayonning maqsadi

ISSN 3030-3907

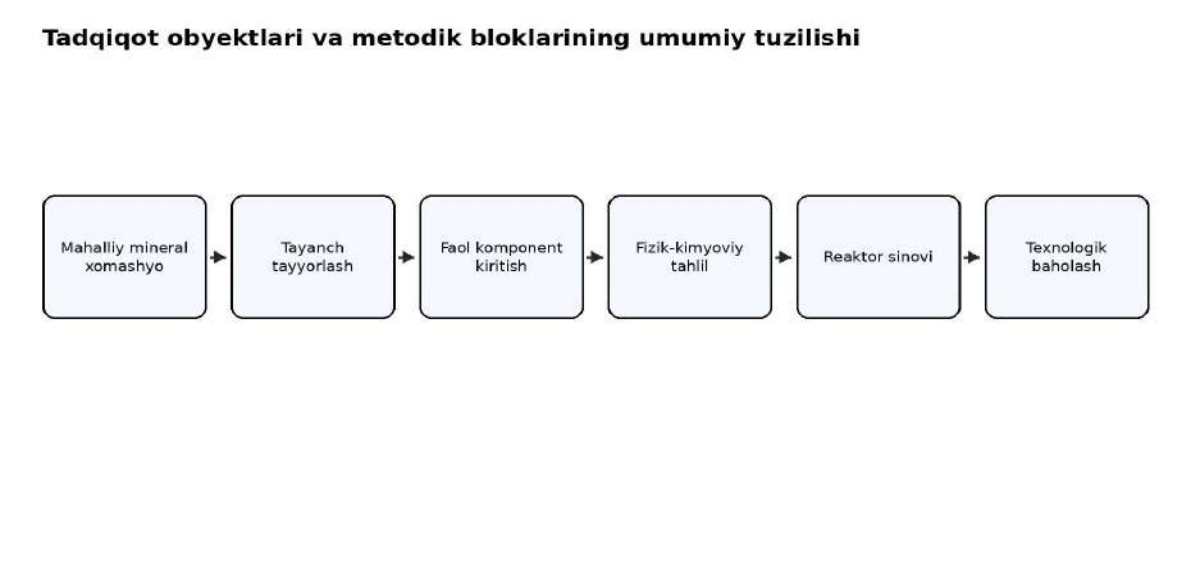
metanlanish va og‘ir C_5+ fraksiyalar hosil bo‘lishini kamaytirgan holda etilen, propilen va butilenlar ulushini oshirishdan iborat [2; 7].

An’anaviy Fischer–Tropsch sintezida uglevodorodlar taqsimoti Anderson–Schulz–Flory qonuniyati bilan tavsiflanadi. Bu qonuniyat zanjir o‘sishi ehtimoli bir xil bo‘lganda mahsulotlar keng taqsimlanishini ko‘rsatadi. Quyi olefinlarga yo‘naltirilgan texnologiyada esa mazkur taqsimotni buzish, ya’ni C_2–C_4 fraksiyani selektiv ravishda ko‘paytirish talab etiladi. Bunga temir asosli katalizatorlarning promotorlanishi, tayanchning kislota-asos xossalarini o‘zgartirish, mikrog‘ovakli zeolitlar bilan birlashtirish va reaktor sharoitlarini optimallashtirish orqali erishiladi. Shuning uchun sintez gaz kimyosi oddiy gaz konversiyasi emas, balki ko‘p bosqichli katalitik boshqaruv masalasi hisoblanadi.

MATERIALLAR VA METODIK YONDASHUV.

Sintez gazdan C_2–C_4 quyi olefinlar olish jarayoni ko‘p omilli katalitik tizim hisoblanadi. Jarayon natijalariga xomashyo gazining H_2/CO nisbati, katalizatorning metall tarkibi, tayanchning g‘ovakligi, kislota markazlari zichligi, faol fazalarning dispersligi, reaktor harorati, bosimi va hajmiy tezlik birgalikda ta’sir qiladi. Shuning uchun eksperimental metodika faqat katalizatorni tayyorlash bilan chegaralanmaydi; u xomashyo tayyorlash, granulalash, faollashtirish, tahlil, reaktor sinovi, mahsulotni gaz xromatografik aniqlash va natijalarni statistik qayta ishlashni ham qamrab oladi [2; 5].

Keltirilgan ayrim parametrlar tavsiya etiladigan metodik diapazon sifatida berildi. Amaliy dissertatsiyada ular real laboratoriya imkoniyatlari, mavjud reaktor qurilmasi, gaz xromatografi konfiguratsiyasi va katalizator sintezi uchun ishlatiladigan reagentlar tozaligiga qarab aniqlashtiriladi. Bunda barcha tajriba ma’lumotlari laboratoriya jurnali, xromatogramma raqami, katalizator partiyasi pasporti va tahlil sanasi bilan bog‘langan holda yuritilishi kerak.



1-rasm. Tadqiqot obyektlari va metodik bloklarining umumiy tuzilishi

ISSN 3030-3907

Rasm ikkinchi bob metodikasining umumiy tuzilishini ko‘rsatadi. Unda xomashyo tanlash, tayanch tayyorlash, katalizator sintezi, fizik-kimyoviy tahlil, reaktor sinovi va hisoblash bosqichlari yagona eksperimental dastur sifatida joylashtirilgan.

TADQIQOT OBYEKTLARI VA XOMASHYOLAR TAVSIFI.

Tadqiqot obyektlari sifatida mahalliy mineral xomashyolar, ulardan olinadigan aluminosilikat tayanchlar hamda Fe–Zn–Zr–Na va oksid–zeolit tipidagi katalizatorlar tanlanadi. Bunda mahalliy bentonit, kaolin va diatomitning ilmiy ahamiyati ularning tarkibida SiO_2 va Al_2O_3 komponentlari mavjudligi, qatlamli yoki g‘ovak tuzilishga egaligi, termik ishlov berilganda mexanik barqaror tayanch hosil qilishi hamda faol metall oksidlarni sirtga bir tekis taqsimlash imkoniyatini berishi bilan izohlanadi [11; 12].

Bentonitning asosiy mineral fazasi montmorillonit bo‘lib, uning qatlamlararo bo‘shliqlarida Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} kabi almashinuvchi kationlar joylashadi. Ushbu kationlar kislota bilan faollashtirish, ion almashinish yoki termik ishlov berish vaqtida qisman chiqariladi va natijada sirt maydoni, g‘ovak hajmi hamda sirt kislotaligi o‘zgaradi. Kaolin esa kaolinit fazasi bilan tavsiflanadi; u metakaolin bosqichiga o‘tganda reaktiv Si–Al manba sifatida ishlatilishi mumkin.

Tadqiqotda xomashyo namunalarini tanlashda kon nomi, partiya raqami, qazib olingan sana, quritish sharoiti, namlik miqdori, mexanik qo‘shimchalar ulushi va zarracha o‘lchami alohida qayd etiladi. Bu talab tajriba natijalarining ishonchliligini oshiradi, chunki tabiiy mineral xomashyo tarkibi partiyadan partiyaga o‘zgarishi mumkin. OAK uslubidagi dissertatsiyada bunday o‘zgaruvchanlik “tadqiqot obyekti tavsifi” qismida ochiq ko‘rsatilishi kerak.

Katalizator sintezi uchun temir, rux, sirkoniy va natriy tuzlari ishlatiladi. Temir faol fazaning asosiy manbai bo‘lib, CO ning dissotsiativ faollanishi va uglevodorod zanjiri hosil bo‘lishida qatnashadi. Rux komponenti faol fazalar dispersligi va sirt elektron xossalarini modifikatsiya qiladi. Sirkoniy oksidi termik barqarorlik, kislorod vakansiyalari va metall–tayanch o‘zaro ta’sirini boshqaradi. Natriy promotor sifatida vodorodlanish reaksiyalarini cheklash va olefin/parafin nisbatini oshirishga xizmat qiladi [2; 7].

Sintez gaz xomashyosi sifatida CO va H_2 ning nazorat qilinadigan aralashmasi ishlatiladi. Tadqiqotning dastlabki bosqichida H_2/CO = 1,0; 1,5 va 2,0 nisbatlari tekshiriladi. Past H_2/CO nisbati temir katalizatorlari uchun qulay bo‘lishi mumkin, chunki Fe tizimlari suv-gaz siljish reaksiyasida faol. Biroq vodorod yetishmovchiligi koks hosil bo‘lishini kuchaytirishi mumkin. Shu sababli gaz tarkibi va reaktor sharoitlari birgalikda optimallashtiriladi.

ISSN 3030-3907

Tajriba obyektlari uch guruhga ajratiladi: birinchi guruh — mahalliy mineral xomashyo va undan olingan tayanchlar; ikkinchi guruh — Fe–Zn–Zr–Na/SiO_2–Al_2O_3 tipidagi Fischer–Tropsch-to-olefins katalizatorlari; uchinchi guruh — oksid–zeolit yoki oksid–aluminosilikat tipidagi bifunksional katalizatorlar. Bunday guruhlash natijalarni tahlil qilishda “tarkib–tuzilish–faollik–selektivlik” bog‘liqligini aniqlashga imkon beradi.

Har bir katalizator namunasi uchun shartli kod belgilanadi. Masalan, B-FeZnZrNa-1,5 belgisida “B” bentonit tayanchini, FeZnZrNa faol va promotor komponentlarni, 1,5 esa Na miqdorini massa foizda anglatadi. OX-ZEO seriyasida esa ZnZrOx/SAPO-34-1:1 yoki FeZnZrOx/ZSM-5-2:1 kabi belgilar oksid va zeolit komponentlari nisbatini ko‘rsatadi. Bunday kodlash keyingi jadvallar, xromatogrammalar va grafiklarda chalkashlikni oldini oladi.

Xomashyo va reagentlarning dastlabki sifat ko‘rsatkichlari tahlil qilinmasdan reaktor tajribasini o‘tkazish metodik xato hisoblanadi. Chunki xomashyodagi sulfat, xlorid, karbonat, temir oksidi yoki organik qo‘shimchalar katalizatorning kislotaligi, qaytarilishi va faolligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli mineral xomashyoda XRF yoki EDS tahlili, namlik va qizdirilgandagi massa yo‘qotilishi, zarracha o‘lchami hamda pH ko‘rsatkichi aniqlanadi.

1-jadval.

Tadqiqot obyektlari va ularning metodik vazifalari

Obyekt guruhi	Namuna yoki komponent	Metodik vazifasi	Asosiy nazorat ko‘rsatkichi
Mahalliy xomashyo	Bentonit, kaolin, diatomit	SiO_2–Al_2O_3 tayanch yoki Si–Al manba olish	SiO_2/Al_2O_3, namlik, mineral faza
Faol metall manbai	$Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ yoki Fe_2O_3 prekursorlari	CO faollanishi va zanjir o‘sish markazlarini shakllantirish	Fe miqdori, qaytarilish harorati
Modifikator	Zn va Zr tuzlari	Disperslik, kislorod vakansiyasi va barqarorlikni oshirish	Zn/Fe, Zr/Fe nisbati
Promotor	Na_2CO_3 yoki $NaNO_3$	Olefin/parafin nisbatini oshirish, vodorodlanishni cheklash	Na miqdori, CH_4 selektivligi

ISSN 3030-3907

Bifunksional komponent	SAPO-34, ZSM-5 yoki aluminosilikat	Kislorodli oraliqlarni olefinlarga aylantirish	Kislotalik, g‘ovak diametri
Reaksion gaz	CO + H_2 aralashmasi	Sintez gaz konversiyasini o‘rganish	H_2/CO nisbati, tozalik

Jadval tadqiqot obyektlari va ularning metodik vazifalarini ajratib beradi. Xomashyo, tayanch, faol metall komponentlar, promotorlar va reaksion gazlar bo‘yicha nazorat ko‘rsatkichlari keyingi natijalarni to‘g‘ri talqin qilish uchun zarur.

2-jadval.

Reagentlar va yordamchi materiallarga qo‘yiladigan talablar

Reagent/material	Tavsiya etiladigan tozalik	Qo‘llanish bosqichi	Metodik izoh
HCl yoki HNO_3	kimyoviy toza	kislota bilan faollashtirish	Kislota konsentratsiyasi va sarfi partiya jurnalida qayd etiladi
$Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	analitik toza	Fe komponentini kiritish	Eritma yangi tayyorlanadi, cho‘kma hosil bo‘lmasligi nazorat qilinadi
$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	analitik toza	Zn modifikatsiyasi	Fe bilan ketma-ket yoki birgalikda impregnatsiya qilinadi
$ZrO(NO_3)_2$ yoki $ZrOCl_2$	analitik toza	Zr modifikatsiyasi	Xlorid qoldig‘i bo‘lsa, yuvish bosqichi kuchaytiriladi
Na_2CO_3/$NaNO_3$	kimyoviy toza	alkali promotor	0,5–2,0 massa % oralig‘ida solishtirma seriya olinadi

ISSN 3030-3907

Kvarts jun	inert	reaktorga yuklash	Katalizator qatlamini bir tekis ushlab turadi

Jadval reagentlar va yordamchi materiallar tozaligiga qo‘yiladigan talablarni ko‘rsatadi. Reagent sifati katalizator tarkibi, qoldiq ionlar miqdori, kislotalik va reaktor tajribasida katalizator zaharlanishi ehtimoliga bevosita ta’sir qiladi.

Mahalliy mineral xomashyoni boyitish va kislota bilan faollashtirish

Mahalliy mineral xomashyoni katalizator tayanchiga aylantirish ko‘p bosqichli jarayon bo‘lib, unda mexanik tayyorlash, fraksiyalash, kimyoviy faollashtirish, yuvish, quritish va termik ishlov berish izchil bajariladi. Tabiiy bentonit va kaolin tarkibida qum, karbonat, temir oksidlari, organik modda, namlik va boshqa aralashmalar bo‘lishi mumkin. Ushbu qo‘shimchalar nazorat qilinmasa, katalizator tayyorlash natijalarining takrorlanuvchanligi pasayadi.

Dastlabki bosqichda xomashyo 105–110 °C da 3–4 soat quritiladi. Quritishning maqsadi erkin namlikni chiqarish va keyingi massa hisoblarini aniq bajarishdir. Keyin xomashyo maydalagichda maydalanadi va elaklar yordamida 0,063–0,25 mm hamda 0,25–0,50 mm fraksiyalarga ajratiladi. Katalizator tayyorlashda zarracha o‘lchamining bir xil bo‘lishi impregnatsiya eritmasining singishi va keyingi granulalash sifatini yaxshilaydi.

Boyitish bosqichida xomashyo distillangan suvda suspenziya holatiga keltiriladi, mexanik aralashtiriladi va og‘ir qo‘shimchalar cho‘ktirish orqali ajratiladi. Ba’zi hollarda natriy geksametafosfat kabi dispersantlardan foydalanish mumkin, biroq bunday qo‘shimcha ishlatilsa, uning qoldig‘i yuvish bosqichida to‘liq chiqarilishi kerak. Aks holda u tayanch yuzasidagi kislota markazlari va keyingi metall taqsimlanishiga ta’sir qiladi.

Kislota bilan faollashtirish bentonit va kaolin asosidagi tayanchning eng muhim modifikatsiya bosqichidir. HCl yoki HNO_3 eritmasi ta’sirida almashinuvchi kationlar, karbonatlar va qisman oktaedrik Al komponentlari chiqariladi. Natijada Si/Al nisbati oshishi, mezog‘ovaklar hajmi ortishi va sirtning faol guruhlari qayta taqsimlanishi mumkin. Biroq haddan tashqari kuchli kislota ishlovi mineral skeletning buzilishi, mexanik mustahkamlik kamayishi va sirtning kollapsiga olib keladi [11; 13].

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Bentonit va kaolindan olingan SiO_2-Al_2O_3 tayanchlarning tarkibiy tahlili

Mahalliy bentonit va kaolin asosidagi tayanchlarning katalitik jarayondagi roli ularning kimyoviy tarkibi va mineralogik tuzilishi bilan belgilanadi. Bentonit tarkibidagi montmorillonit qatlamlari faol komponentlarni immobilizatsiya qilish

ISSN 3030-3907

uchun qulay sirt beradi, kaolin esa Al_2O_3 miqdorini oshirish orqali kislotalik va mexanik mustahkamlikni boshqarishga yordam beradi. Kislota bilan faollashtirilgandan so‘ng CaO, MgO va karbonat komponentlarining kamayishi, SiO_2 ulushining nisbiy ortishi, g‘ovaklikning rivojlanishi kutiladi [11; 12].

Tayanchning optimal Si/Al nisbati ikkita qarama-qarshi talabni muvozanatlaydi. SiO_2 ulushi yuqori bo‘lsa sirt nisbatan inert va termik barqaror bo‘ladi; Al_2O_3 ulushi ortsa kislota markazlari ko‘payadi. Sintez gazdan olefinlar olishda kuchli kislotalik noxush aromatizatsiya va koks hosil bo‘lishini kuchaytirishi mumkin, shuning uchun o‘rta darajadagi kislotalikka ega mezog‘ovak tayanch maqsadga muvofiq hisoblanadi.

3-jadval

Mahalliy xomashyo va faollashtirilgan tayanchning namunaviy oksid tarkibi, massa %

Namuna	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO+MgO	Na_2O+K_2O	Yo‘qotish
Tabiiy bentonit	58,0	15,5	5,2	6,8	2,4	12,1
Kislota bilan faollashtirilgan bentonit	67,5	12,8	3,1	2,0	1,1	13,5
Kaolin	49,2	35,8	1,4	0,8	1,0	11,8
Bentonit-kaolin tayanchi	61,0	20,5	2,6	1,9	1,2	12,8

Jadval mahalliy xomashyo va faollashtirilgan tayanchning oksid tarkibini qiyoslaydi. Kislota bilan ishlov berishdan keyin SiO_2 ulushining nisbiy ortishi va ishqoriy-er oksidlarning kamayishi tayanchning sirt-g‘ovak xossalari yaxshilanishi bilan bog‘lanadi.

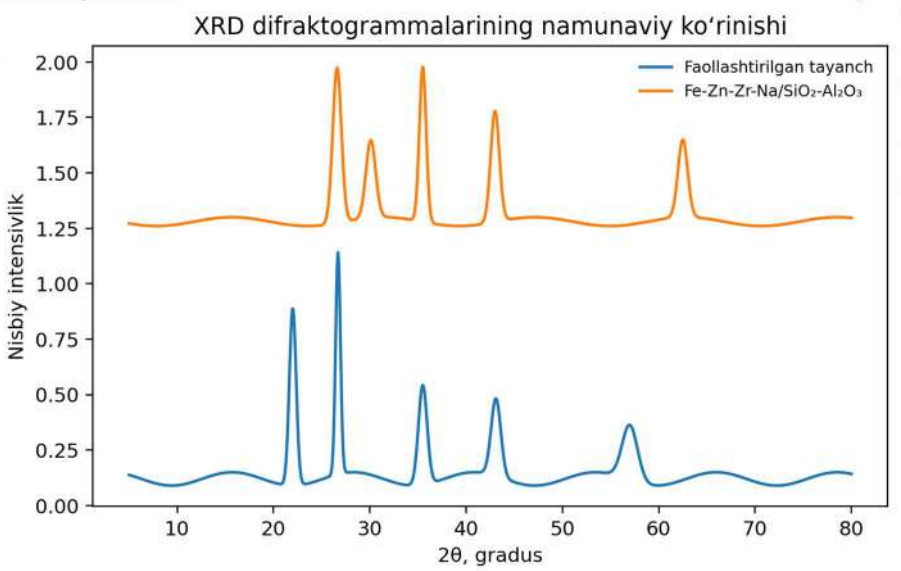
Katalizatorlarning fazaviy tarkibi va kristall tuzilishi

XRD tahlili katalizatorlarda tayanch fazalari, temir oksidlar, rux oksidi, sirkoniy oksidi va reaksiya keyingi temir karbid fazalarini aniqlash uchun qo‘llanadi. Faollashtirilgan bentonitda kvarts, montmorillonit qoldiq fazalari va amorf aluminosilikat fond kuzatilishi mumkin. Fe-Zn-Zr-Na kiritilgandan so‘ng Fe_2O_3 yoki Fe_3O_4 fazalariga xos piklar paydo bo‘ladi. Reaksiya oldi faollashtirish va sintez gaz muhitida ishlash natijasida Fe karbid fazalari shakllanishi mumkin, ular FTO mexanizmida faol markazlar sifatida qaraladi [2; 7].

XRD piklarining kengligi faol komponentlar zarracha o‘lchami haqida ma’lumot beradi. Keng va past intensivlikdagi piklar yuqori disperslikni, keskin va kuchli piklar esa yirik kristallitlarni bildiradi. Katalizatorning yuqori selektivligi uchun Fe fazalarining juda yiriklashib ketmasligi, Zn va Zr

ISSN 3030-3907

komponentlarining bir tekis taqsimlanishi va tayanch skeletining kalsinatsiyada saqlanishi zarur.



2-rasm. XRD difraktogrammalarining namunaviy ko‘rinishi

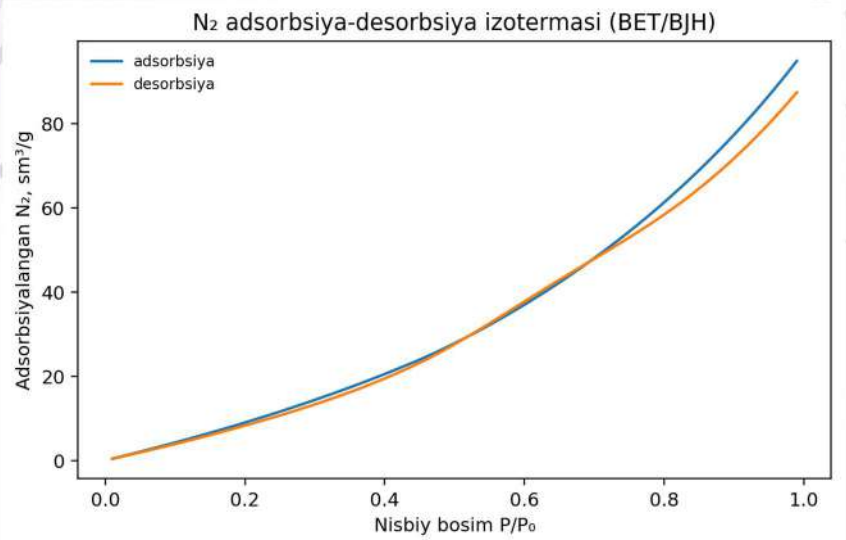
Izoh. Rasm tayanch va faol komponentlar kiritilgan katalizatorning fazaviy o‘zgarishlarini XRD difraktogrammalari orqali ko‘rsatadi. Piklarning holati va intensivligi mineral fazalar, temir oksidlari hamda reaksiyadan keyingi faol karbid fazalar mavjudligini aniqlashda qo‘llanadi.

G‘ovaklik, solishtirma sirt va kislotalik xossalarining shakllanishi

Sintez gazdan olefinlar olishda katalizator sirt maydoni va g‘ovaklik tuzilishi reaksiya tezligi, diffuziya va deaktivatsiya jarayonlariga ta’sir qiladi. Juda kichik mikrog‘ovaklar og‘ir molekulalarning diffuziyasini cheklashi va koksni tez yig‘ishi mumkin; juda yirik g‘ovaklar esa shakl-selektivlikni kamaytiradi. Mahalliy aluminosilikat tayanchlar uchun mezog‘ovaklikning rivojlanishi faol komponentlar dispersligi va mahsulotlarning reaktor qatlamidan chiqishini yaxshilaydi.

BET izotermasi orqali solishtirma sirt maydoni, BJH hisoblash orqali g‘ovak diametri va hajmi baholanadi. Kislota bilan faollashtirish odatda sirt maydonini oshiradi, lekin faol komponentlar kiritilgandan so‘ng sirt maydoni qisman kamayishi mumkin, chunki metall oksidlar g‘ovaklar ichiga joylashadi. Shuning uchun yakuniy katalizatorning sirt maydoni emas, balki faol komponentlar bilan muvozanatlashgan g‘ovaklik ko‘rsatkichi muhim hisoblanadi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. N_2 adsorbsiya-desorbsiya izotermasi (BET/BJH)

Izoh. Rasm N_2 adsorbsiya-desorbsiya izotermasi orqali katalizatorning sirt-g‘ovak tuzilishini baholashni ko‘rsatadi. Histerezis halqasi mezog‘ovaklarning mavjudligini bildiradi, BET sirt maydoni va BJH g‘ovak taqsimoti esa faol komponentlar joylashishi hamda diffuziya sharoitlarini izohlashga yordam beradi.

4-jadval

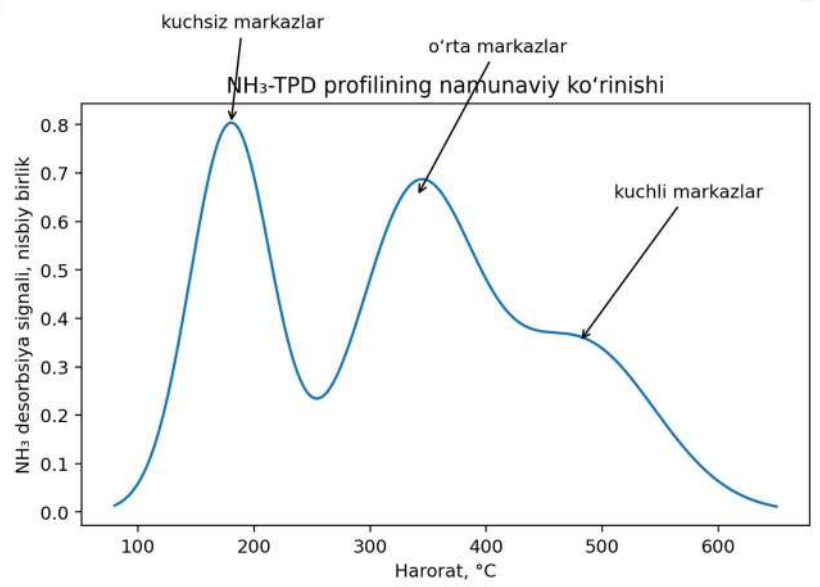
Katalizatorlarning namunaviy teksturaviy ko‘rsatkichlari

Namuna	SBET, m^2/g	G‘ovak hajmi, sm^3/g	O‘rtacha g‘ovak diametri, nm	Izoh
Faollashtirilgan bentonit	72	0,18	9,8	Mezog‘ovak tayanch
Fe/SiO_2-Al_2O_3	58	0,15	10,4	Fe oksidlar kiritilgach sirt kamayadi
Fe-Zn-Zr/SiO_2-Al_2O_3	49	0,14	12,1	Promotorlar g‘ovaklarda joylashadi
Fe-Zn-Zr-1,0Na/SiO_2-Al_2O_3	43	0,13	13,5	Na qisman sirtni bloklaydi
Fe-Zn-Zr-2,0Na/SiO_2-Al_2O_3	31	0,10	16,8	Na ortiqchaligi sirtni pasaytiradi

Jadvalda katalizatorlarning sirt maydoni, g‘ovak hajmi va o‘rtacha g‘ovak diametri kabi teksturaviy ko‘rsatkichlarini beradi. Bu qiymatlar faol komponentlar yuklamasi va Na miqdori ortishi bilan g‘ovaklarning qisman to‘silishi yoki mezog‘ovaklarning o‘zgarishini baholashda qo‘llanadi.

ISSN 3030-3907

Kislotalik NH_3-TPD orqali kuchsiz, o‘rta va kuchli markazlarga ajratiladi. Kuchsiz markazlar 150-250 °C, o‘rta markazlar 250-400 °C, kuchli markazlar esa 400-600 °C oralig‘idagi desorbsiya piklari bilan shartli baholanadi. Quyi olefinlar selektivligi uchun o‘rta kuchli markazlar yetarli bo‘lishi, kuchli markazlar esa haddan tashqari ko‘p bo‘lmasligi lozim.



4-rasm. NH_3-TPD profilining namunaviy ko‘rinishi

NH_3-TPD profili bo‘yicha kislota markazlari kuchini ajratib ko‘rsatadi. Past, o‘rta va yuqori haroratli desorbsiya hududlari mos ravishda kuchsiz, o‘rta va kuchli markazlarga bog‘lanadi; ularning nisbati olefin selektivligi va koks hosil bo‘lish ehtimoliga ta’sir qiladi.

5-jadval

Katalizator kislota markazlarining namunaviy taqsimoti

Namuna	Kuchsiz markazlar, μmol/g	O‘rta markazlar, μmol/g	Kuchli markazlar, μmol/g	Umumiy kislotalik, μmol/g
SiO_2-Al_2O_3 tayanch	220	310	90	620
Fe-Zn-Zr/SiO_2-Al_2O_3	190	360	120	670
Fe-Zn-Zr-1,0Na/SiO_2-Al_2O_3	160	330	80	570
Fe-Zn-Zr-2,0Na/SiO_2-Al_2O_3	120	240	60	420
ZnZrOx/SAPO-34	260	520	210	990

Jadvalda kuchsiz, o‘rta va kuchli kislota markazlari taqsimotini ko‘rsatadi. Olefinlar sintezi uchun o‘rta kuchli markazlar foydali, kuchli markazlarning ortib ketishi esa koks va aromatik yon mahsulotlar hosil bo‘lishiga olib kelishi mumkin.

ISSN 3030-3907

XULOSA.

Mahalliy bentonit, kaolin va diatomit xomashyolari SiO_2-Al_2O_3 tayanch, zeolit sintezi uchun Si-Al manba yoki granulalash bog‘lovchisi sifatida ishlatilishi mumkinligi asoslandi. Kislota-termik faollashtirish tayanchning sirt maydoni, kislotaligi va g‘ovaklik tuzilishini boshqarish uchun asosiy bosqich hisoblanadi.

Fe-Zn-Zr-Na/SiO_2-Al_2O_3 katalizatorlarida Fe faol faza, Zn disperslik modifikatori, Zr strukturaviy stabilizator va Na alkali promotor sifatida qaraldi. Na yuklamasining optimal oralig‘i olefin/parafin nisbatini oshirishi, ortiqcha miqdori esa CO konversiyasini kamaytirishi mumkinligi ilmiy asoslandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Steynberg A.P., Dry M.E. Fischer-Tropsch Technology. Amsterdam: Elsevier, 2004.
2. de Klerk A. Fischer-Tropsch Refining. Weinheim: Wiley-VCH, 2011.
3. GOST 7.1-2003. Bibliograficheskaya zapis'. Bibliograficheskoe opisanie. Obshchie trebovaniya i pravila sostavleniya. Moskva: Standartinform.
4. GOST R 7.0.5-2008. Bibliograficheskaya ssylka. Obshchie trebovaniya i pravila sostavleniya. Moskva: Standartinform.
5. IUPAC. Compendium of Chemical Terminology: Gold Book. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1997.
6. Bartholomew C.H., Farrauto R.J. Fundamentals of Industrial Catalytic Processes. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2006.
7. Gates B.C. Catalytic Chemistry. New York: Wiley, 1992.
8. Fogler H.S. Elements of Chemical Reaction Engineering. 5th ed. Boston: Pearson, 2016.
9. Levenspiel O. Chemical Reaction Engineering. 3rd ed. New York: Wiley, 1999.
10. Froment G.F., Bischoff K.B., De Wilde J. Chemical Reactor Analysis and Design. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2011.
11. Moulijn J.A., van Leeuwen P.W.N.M., van Santen R.A. Catalysis: An Integrated Approach. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 1999.

ISSN 3030-3907