

UO‘K: 661.833

 10.5281/zenodo.13355011

FISCHER-TROPSCH SINTEZI ORQALI NATRIY BILAN TO‘YINTIRILGAN Fe-Zn TARKIBLI KATALIZATORLARDA YENGIL OLEFINLARNI SINTEZ QILISH TEXNOLOGIYASINI TADQIQ QILISH



**Egamnazarova Fazilat
Do'stqobilovna**

(NGQIT) kafedrası assistenti,
Qarshi muhandislik iqtisodiyot
instituti, Qarshi, O'zbekiston



**Qo'yboqarov Oybek
Ergashovich**

Texnika fanlari falsafa doktori,
Qarshi muhandislik iqtisodiyot
instituti, Qarshi, O'zbekiston
E-mail: oybek.kuyboqarov@mail.ru



**Panjiyev Ulug'bek
Rustamovich**

Kimyo fanlari falsafa doktori,
Qarshi xalqaro universitet O'quv
ishlari bo'yicha prorektori,
Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada Fischer-Tropsch sintezi orqali yengil olefinlarni sintez qilish uchun Fe-Zn tarkibli katalizatorlar tadqiq etilgan. Tadqiqotda temir asosli katalizatorlarni natriy va zirkoniy bilan faollantirish orqali yuqori haroratli Fischer-Tropsch sintezi (YuHTFT) jarayonini optimallashtirish maqsad qilingan. Fe-Zr-Na katalizatorlari birgalikda cho'ktirish va to'yintirish usullari bilan sintez qilinib, ularning faoliyat ko'rsatish xususiyatlari batafsil o'rganilgan. Natijalar Fischer-Tropsch sintezida yengil olefinlarni sintez qilish uchun temir asosli katalizatorlarning samaradorligini oshirish imkoniyatlarini ko'rsatib beradi.

Kalit so'zlar: gaz, etilen, karbonat angidrid, konversiya, temir, natriy, zirkoniy, katalizator, sintez, desorbsiya.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА ЛЕГКИХ ОЛЕФИНОВ МЕТОДОМ FISCHER-TROPSCH НА НАТРИЙ-НАСЫЩЕННЫХ Fe-Zn- СОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

**Эгамназарова Фазелат
Дустқобиловна**

Қариинский инженерно-
экономический институт,
Қариин, Узбекистан

**Қуйбоқаров Ойбек
Эргашович**

доктор философии технических
наук, Қариинский инженерно-
экономический институт,
Қариин, Узбекистан

**Панджиев Улугбек
Рустамович**

доктор философии по химии,
Қариинский международный
университет Проректор по
учебной работе,
Қариин, Узбекистана

Аннотация. В данной статье исследуются катализаторы на основе Fe-Zn, насыщенные натрием, для синтеза легких олефинов методом синтеза Фишера-Тропша. Исследование направлено на оптимизацию процесса высокотемпературного синтеза Фишера-Тропша (ВТФТ) путем активации желе-

зосодержащих катализаторов натрием и цирконием. Катализаторы Fe-Zr-Na были синтезированы методом совместного осаждения и насыщения, после чего детально изучены их каталитические свойства. Результаты показывают возможности повышения эффективности железосодержащих катализаторов для синтеза легких олефинов в процессе синтеза Фишера-Тропша.

Ключевые слова: газ, этилен, углекислый газ, конверсия, железо, натрий, цирконий, катализатор, синтез, десорбция.

STUDY OF THE TECHNOLOGY OF SYNTHESIS OF LIGHT OLEFINS BY THE FISCHER-TROPSCH METHOD ON SODIUM-SATURATED Fe-Zn- CONTAINING CATALYSTS

**Egamnazarova Fazelat
Dustkobilovna**

Karshi Engineering-Economics
Institute,
Karshi, Uzbekistan

**Kuybokarov Oybek
Ergashovich**

Doctor of Philosophy of Technical
Sciences, Karshi Engineering-
Economics Institute,
Karshi, Uzbekistan

**Panjiyev Ulugbek
Rustamovich**

PhD in Chemistry, Karshi
International University Vice
Rector for Academic Affairs,
Karshi, Uzbekistan

Abstract. This article explores Fe-Zn-based catalysts saturated with sodium for synthesizing light olefins through Fischer-Tropsch synthesis. The research aims to optimize the high-temperature Fischer-Tropsch synthesis (HTFT) process by activating iron-based catalysts with sodium and zirconium. The Fe-Zr-Na catalysts were synthesized using co-precipitation and impregnation methods, followed by a detailed study of their catalytic properties. The results demonstrate the potential for improving the efficiency of iron-based catalysts in synthesizing light olefins via Fischer-Tropsch synthesis.

Keywords: gas, ethylene, carbon dioxide, conversion, iron, sodium, zirconium.

Kirish. Yengil olefinlar (C_2-C_4) muhim organik kimyoviy oraliq mahsulotlar bo'lib, plastmassalar, erituvchilar, sintetik kauчукlar va boshqa kimyoviy birikmalarni sintez qilishda keng qo'llaniladi. Yengil olefinlar an'anaviy ravishda naftaning termik parchalanishidan olinadi [1]. Yengil olefinlarga tez o'sib borayotgan talab va tugaydigan neft resurslarini hisobga olgan holda, yuqori haroratli Fisher-Tropsh sintezi (HTFT) istiqbolli jarayon sifatida qaraladi. Bu jarayon bevosita singazni yengil olefinlarga aylantiradi va energiyani tejash, yetarli xom ashyo va oddiy ishlash kabi afzalliklarga ega [2]. Kobalt asosli katalizator bilan solishtirganda, temir asosli katalizator

past narx, keng ish sharoitlari va yengil olefinlarning yuqori selektivlik xususiyatlariga ega [3]. Ishqoriy metallar, [4-6] gidroksidli yer metallari, kamyob yer metallari, marganes, va rux kabi yengil olefinlarning selektivligini yaxshilash uchun ko'p-lab metallar promouterlar sifatida tekshirildi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar.

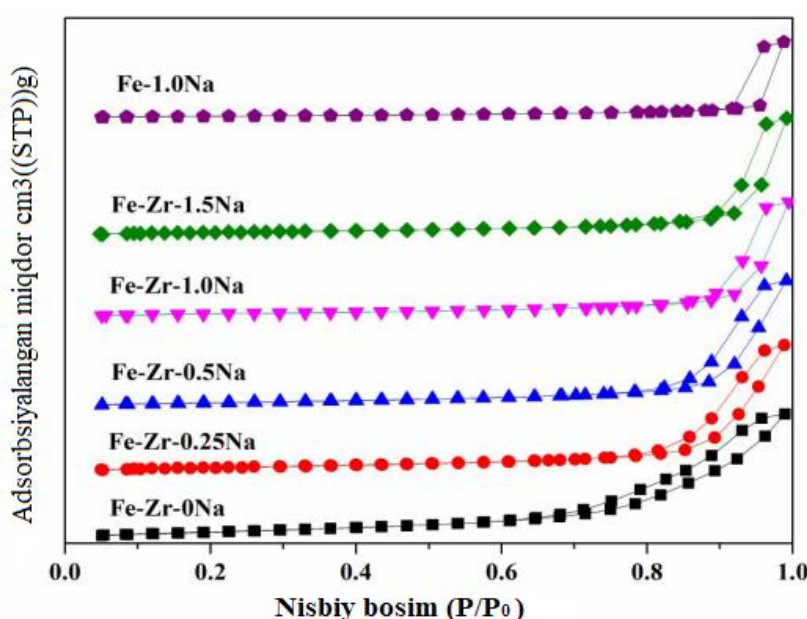
Manbalarda katalizatorlarning asosiy qismidagi gidroksidli metallarning tarqalishi muhokama qilindi [5]. Qaytarilishdan so'ng katalizator yuzasida to'plangan metall gidroksidlari, ayniqsa Na va Li uchun qoldiq natriy Fe_2O_3 ning qattiq agregatsiyasi va karburizatsiya natijasida yuzaga kelgan Fe /

Cu / K / SiO₂ katalizatoriga salbiy ta'sir ko'rsatishi o'rganildi. Ishda shuningdek, qoldiq natriyning Fe-Zn katalizatoriga ta'sirini o'rganildi. Na promoutorining temir karbid va rux oksidida turlicha taqsimlanishini aniqlandi [6]. Na-modifikatsiyalangan Fe₅C₂ olefinlarning gidrogenlanishini ingiberlanishi uchun olefinlarning adsorbsiyasini zaiflashtirishi mumkin, bu esa olefin: parafin nisbatini oshiradi. Ishqoriy metallar FT reaksiyasining ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, ammo faol fazaning shakllanishidagi Na ning roli o'zgacha. Cho'kma temir katalizatorining tuzilishi Fisher-Tropsh sintezi jarayonida temir fazasining o'zgarishi tufayli parchalanib ketishi mumkin edi [7]. Bundan tashqari sirkoniy promoutori olefinlarning gidrogenatsiyasini to'xtatishi va zanjirning o'sishi qobiliyatini ingiber qilishi mumkinligi aniqlandi. Zr aralash oksidli katalizatorlar KIT-6 dan shablon sifatida foydalanildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, temir nanozarrachalari va ZrO₂ strukturaviy qo'shimchalar o'rtasidagi kuchli o'zaro ta'sir barqaror x-Fe₅C₂ hosil

bo'lishiga olib keldi. Bundan tashqari, barqaror mezoporli tuzilmalar og'ir uglevodorodlarning diffuziya tezligini yaxshiladi, bu koksning cho'kishini kamaytiradi va katalitik faollikni saqlaydi [8]. Bu yerda har xil Na yuklanishiga ega bo'lgan bir qator Fe-Zr katalizatorlari birgalikda cho'ktirish va to'yintirish usullari bilan sintez qilindi. Fisher-Tropsh sintezida Fe-Zr katalizatorida Na ning roli tahlil qilindi [9]. Katalizatorlar Ar-adsorbsiya-desorbsiya, rentgen nurlari difraksiyasi (XRD), skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), transmissiya elektron mikroskopiya (TEM), harorat bilan dasturlashtirilgan desorbsiya (H₂ TPD, CO-TPD), rentgen fotoelektron spektrlari (XPS) va Mossbauer spektroskopiyasi (MES). bilan tavsiflangan.

Natijalar. Katalizatorlarning tuzilishi va morfologiyasi. Fe-Zr-xNa katalizatorlarining Ar-fizisorbsion izotermalari 1-rasmda keltirilgan.

Barcha katalizatorlar mezoporli materiallarni ko'rsatadigan IV turdagi izotermalarni namoyish etadi [10]. Yangi katali-



1-rasm. Fe-Zr xNa katalizatorlarining Ar-fizisorbsion izotermalari.

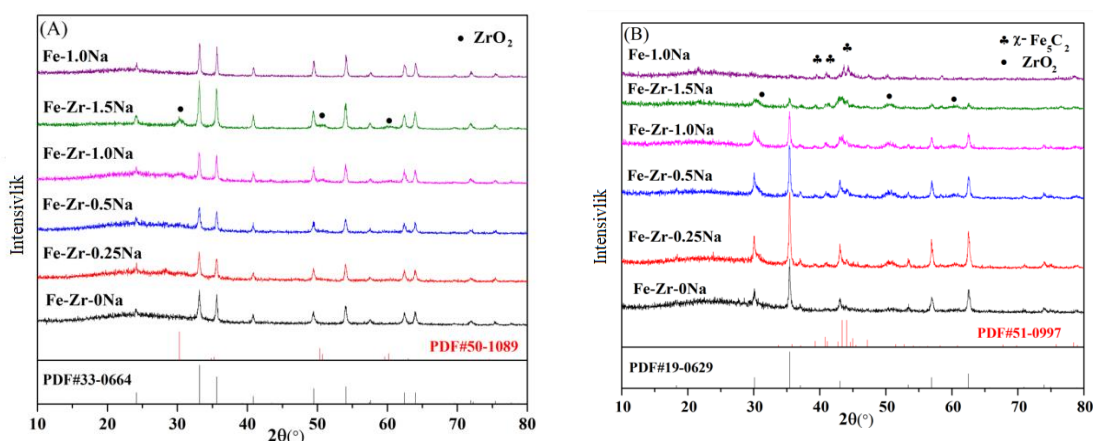
zatorlarning BET yuza maydoni (SBET), o'rtacha g'ovak hajmi (D_p), umumiy g'ovak hajmi (V_p), tarkibi va kristallit hajmi

chami 28,1 nm va Fe-1,0Na gematit kristallitidan namunasidan kichikroqdir, bu sir-koniy gematit kristallitini ajratuvchi va

1-jadval

Yangi katalizatorlarning teksturaviy xossalari

Katalizator	Na yuklanishi (mass %)	SBET ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	V_p ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	D_p (nm)	$d\text{Fe}_2\text{O}_3$ (nm)
Fe-Zr-0Na	0	58,2	0,25	12,3	22,8
Fe-Zr-0,25Na	0,24	35,8	0,26	20,2	23,7
Fe-Zr-0,5Na	0,50	32,1	0,26	21,7	25,0
Fe-Zr-1,0Na	0,93	24,7	0,23	27,8	28,1
Fe-Zr-1,5Na	1,50	22,1	0,24	37,6	37,4
Fe-1,0Na	0,96	12,2	0,14	41,6	47,2



1-rasm. Katalizatorlarning XRD naqshlari: (a) yangi katalizator va (b) reaksiyadan keyin.

($d\text{Fe}_2\text{O}_3$) 1-jadvalda keltirilgan.

BET sirt maydoni 58,2 dan 22,1 $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ gacha kamayadi, o'rtacha g'ovak hajmi esa 12,3 dan 37,4 nm gacha oshadi, Na yuklanishi 0 dan 1,5% gacha. Yangi katalizatorning umumiy g'ovak hajmiga Na yuklanishi kamdan-kam ta'sir qiladi, bu katalizator g'ovaklari to'sib qo'yilmasligi mumkinligini ko'rsatadi. Fe-Zr-1,0Na namunasining BET sirti Fe-1,0Na dan taxminan ikki baravar katta. Fe-Zr-1,0Na namunasining gematit kristallitining o'l-

o'sishni taqiqlovchi mos struktura tipidagi promoter ekanligini isbotlaydi [11].

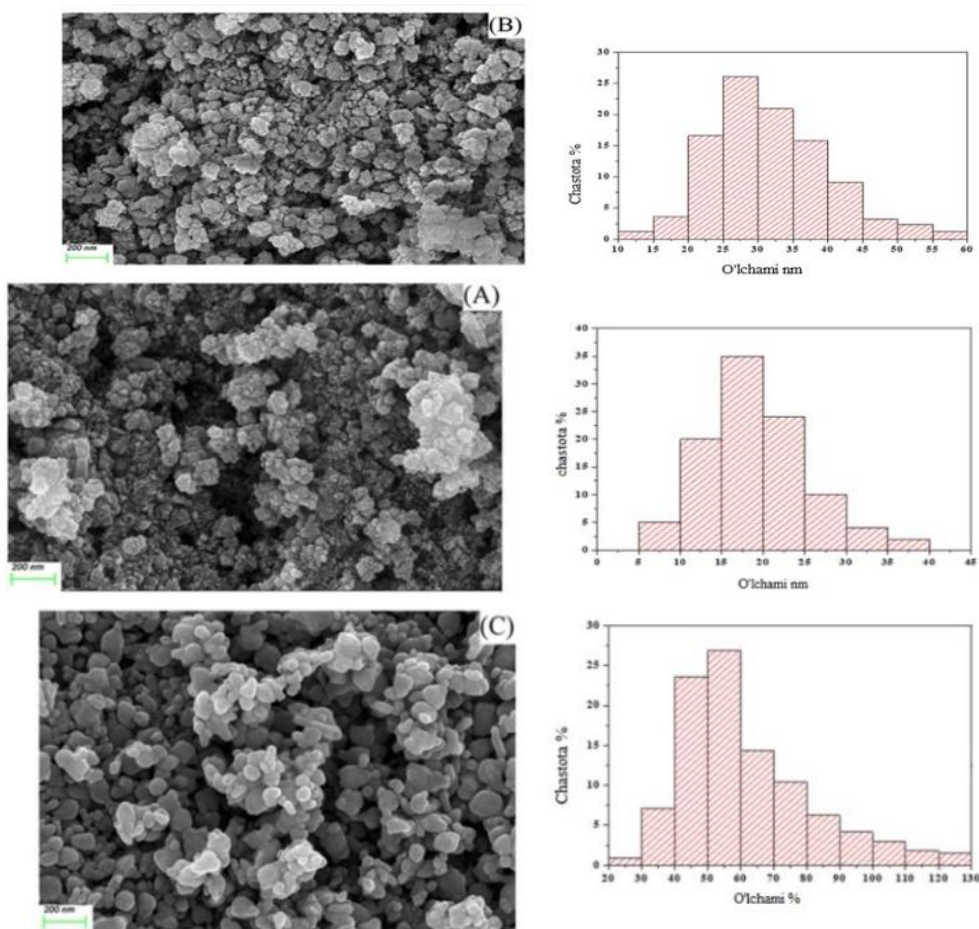
Sarflangan katalizatorlarning XRD naqshlari tasvirlangan 1b-rasm. 30,0, 35,5, 43,0, 53,5, 56,9 va 62,4° da diffraksiya cho'qqilari Fe_3O_4 sifatida tasdiqlanishi mumkin. 39,4, 41,0 va 44,0° da diffraksiya cho'qqilari odatda temirga asoslangan FTS ning faol fazasi sifatida qaraladigan chFe_5C_2 nomidandir. Na yuklanishi ortib borishi bilan temir karbidning 39,4 va 41,0° da diffraksiya cho'qqilari paydo bo'ladi. Dif-

raksiyaning eng yuqori intensivligining $44,0^\circ$ da ko'tarilishi va $35,5^\circ$ da joylashgan diffraksiyaning eng yuqori intensivligining tushishi FT sintezidan keyin $\text{ch-Fe}_5\text{C}_2$ tarkibining ortib borishini, FT sintezidan keyin magnetit miqdorining kamayishini ko'rsatadi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, natriy qo'shimchasi temir fazasining karbonizatsiyasini osonlashtirishi mumkin. Biroq, karbid turlarining past intensivligi va XRD miqdoriy tahlilining cheklangan aniqligini hisobga olgan holda, Fe-Zr-xNa katalizatorlarida karbid turlari tarkibining o'zgarishini XRD natijalaridan aniq olish mumkin emas. Shuning uchun, reaksiyadan keyin temir fazali kompozitsiyalar Mossbauer spektroskopiyasi bilan aniq hisoblangan.

Fe-Zr-xNa katalizatorlarining morfo-

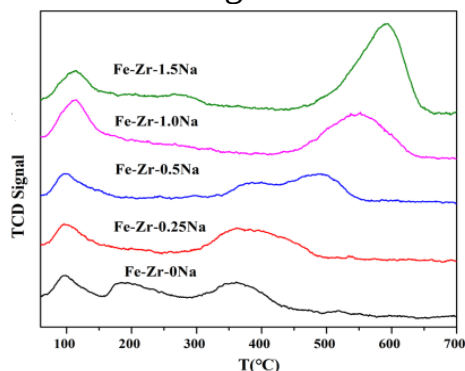
logiyalari 2-rasmda keltirilgan.

Katalizatorlar taxminan sferik nanozar-rachalardan iborat. Ar fizisorbsiyasi natijalari bilan birlashganda, Na-siz va Na rag'batlantirilgan katalizatorlar mezoporlar va granulararo g'ovaklarga ega bo'lib, ular past massa o'tkazuvchanligi va koks cho'kishini ingiber qilish xususiyatlari bilan katalitik faollikni yaxshilash uchun foydalidir. Natriyning modifikatsiyasi bilan Fe-Zr-1.0Na katalizatori zarracha kattaligi kengroq taqsimotga ega va SEM bilan o'lchangan o'rtacha zarracha hajmi ortadi. Bundan tashqari, Fe-1,0 Na katalizatorining zarracha hajmi Fe-Zr-1,0Na katalizatoriga nisbatan keskin ortadi. Bundan tashqari, tsirkonyum gematit kiristalining agregatsiyasini cheklab qo'yishi va gematit



2-rasm. (A) Fe-Zr-0Na, (B) Fe-Zr-1.0Na va (C) Fe-1.0Na ning SEM tasvirlari.

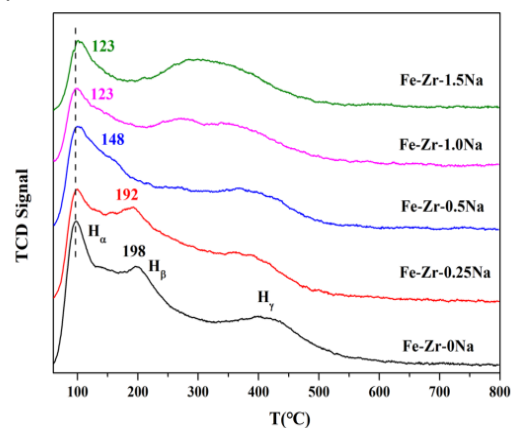
kristallitini tarqatishi mumkin, bu Fe-Zr-1.0Na katalizatorida BET sirtining sezilarli darajada oshishiga olib keladi. Katalizatorlarning kimyosorbsion xossalari. CO-TPD qisqartirilgan katalizatorlarning profil-lari 3-rasmda ko'rsatilgan.



3-rasm. Qaytarilgan katalizatorlarning CO-TPD profillari.

Na-siz namunada CO ning uchta aniq desorbsiya cho'qqilari mavjud bo'lib, ular past haroratli joylarni (taxminan 100°C), o'rta haroratli joylarni (taxminan 180°C) va yuqori haroratli joylarni (300°C dan yuqori) ifodalaydi. Past va o'rta desorbsiya cho'qqilarini molekulyar CO desorbsiyasi deb hisoblash mumkin, yuqori haroratli desorbsiya cho'qqisi esa dissotsiativ CO turlarining desorbsiyasi sifatida ko'rib chiqilishi mumkin [12]. Na miqdori ortishi bilan o'rta haroratli desorbsiya cho'qqisi keskin kamayadi; dissotsiativ adsorbsiya cho'qqisi yuqori haroratga qarab harakat qiladi va tepalik maydoni sezilarli darajada oshadi, bu Na ning CO ning dissotsiativ adsorbsiyasiga yordam beruvchi ta'sirini ochib beradi. Na qo'shimchasi CO ning adsorbsion joylarini o'zgartirishi va temir fazasida CO ning ajralishini kuchaytirishi mumkin. Shuning uchun, Na targ'ib qilingan katalizatorlar CO ning dissotsiatsiyasi uchun faolroq joylarni ta'minlashi mumkin, bu esa katalizator yuzasida uglerod turlari konsentratsiyasi-

ning oshishiga olib keladi. Bu elektron hissa sifatida natriy ta'sirida Fe-C bog'lanishining mustahkamlanishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Uglevodorodlar sirt karbid mexanizmiga ko'ra dissotsiativ H va C atomlarining rekombinatsiyasi bo'lgan -CH₂-oralik mahsulotlarning polimerizatsiyasi natijasida hosil bo'lishi mumkin, CO dissotsiativ adsorbsiyasining oshishi katalitik faollikni yaxshilaydi. 4-rasmda qisqartirilgan H₂-TPD profillari tasvirlangan katalizatorlar.



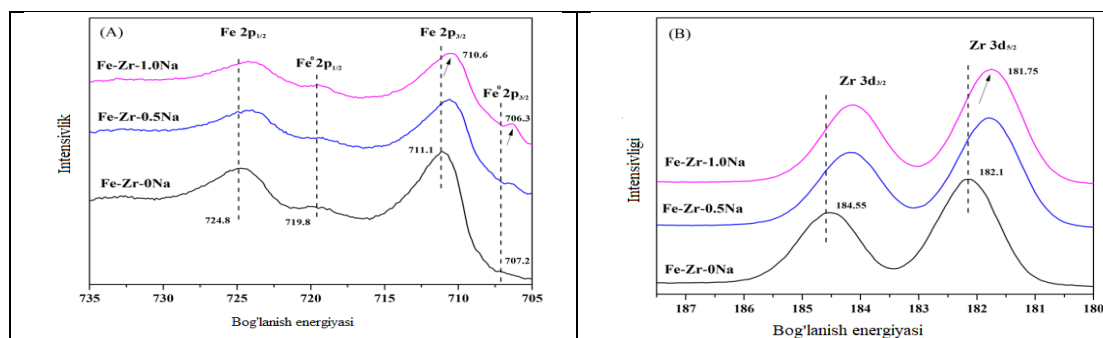
4-rasm. Qaytarilgan katalizatorlarning H₂-TPD profillari.

Muhokama. Na-bo'sh namunada uchta desorbsiya cho'qqisi mavjud bo'lib, ular kamaytirilgan katalizator yuzasida uch xil turdagi adsorbsiya joylarini nazarda tutadi. Taxminan 100°C da desorbsiya cho'qqisi (H_a) zaif Fe-H aloqasini hosil qilish uchun sayoz teshikda yoki katalizatorlarning tepasida zaif adsorbsiyalangan H turlarini hisobga olishi mumkin. Taxminan 200°C (H_b) da desorbsiya cho'qqisi chuqur bo'shliqdan H turlarining desorbsiyasi yoki metall temir yuzasidagi nuqson sifatida qaralishi mumkin. Bundan tashqari, 300°C (H_c) dan yuqori haroratda desorbsiya cho'qqisi, ehtimol, qaytarilmagan oksidlar yuzasida OH turlarining bo'linishi bilan bog'liq. Ha ning adsorbsiya-

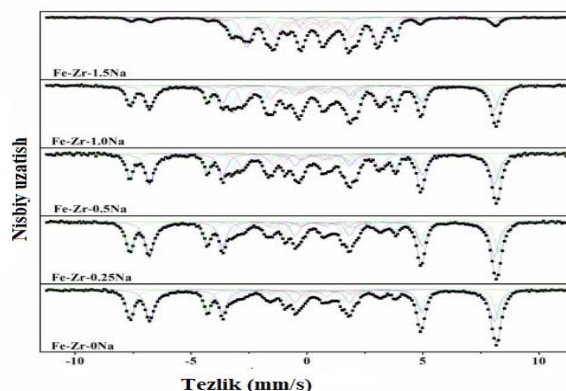
langan H turlari H ga qaraganda ko'proq reaktiv bo'ladi, bu Ha ning past desorbsiya haroratidan kelib chiqadi. Ha desorbsiya cho'qqisining joylashishiga Na yuklanishi kamroq ta'sir qiladi, H desorbsiya cho'qqisi esa Na yuklanishi ortishi bilan past haroratga o'tadi. Ha va H ning desorbsiyaning eng yuqori joylari natriy miqdori ortishi bilan sezilarli darajada kamayadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, Na yuklanishining ortishi H turlarining adsorbsiyasi uchun faol joylarning pasayishiga olib keladi va metall temir yuzasida Fe-H bog'lanish energiyasini zaiflashtiradi. Katalizatorlarda H turlari konsentratsiyasining pasayishi olefinlarning gidrogenatsiyasiga to'sqinlik qilishi mumkin, bu esa olefinlarning yuqori selektivligiga olib keladi. Hg ning desorbsiya cho'qqisi past haroratga siljiydi va mos keladigan vodorod adsorbsiya miqdori Na

yuklanishi ortishi bilan keskin kamayadi. Hg OH ning katalizator yuzasida, masalan, kamaytirilmagan ZrO_2 ning parchalanishi nomidan bo'lishi mumkin. Na qo'shimchasining H turlarining adsorbsiyasiga inhibitiv ta'siri metall temirning elektron zichligi oshishi va katalizator yuzasida elektron bo'shlig'ining kamayishi natijasida yuzaga keladi, chunki gidroksidi metallar elektron donatorlardir.

5-rasmda qisqartirilgan Fe-Zr-xNa katalizatorlarining XPS spektrlari tasvirlangan. 5A-rasmda ko'rsatilganidek, 711,1 va 724,8 eV bog'lanish energiyasida joylashgan cho'qqilar Fe 2p_{3/2} va Fe 2p_{1/2} ning odatiy cho'qqilarini ifodalaydi. Bundan tashqari, 707,2 va 719,8 eV da kuzatilgan cho'qqilar FeO 2p_{3/2} va FeO 2p_{1/2} uchun javobgar bo'lishi mumkin, bu pasayish jarayonida temir fazasi o'zgarishini hisobga



5-rasm. Reduksiyalangan Fe-Zr-xNa katalizatorlarining XPS spektrlari: (A) Fe 2p va (B) Zr 3d.



6-rasm. Reaksiyadan keyin Fe-Zr-xNa katalizatorlarining Mossbauer spektrlari.

oladi. Bog'lanish energiyasining o'zgarishi markaziy atomning elektron buluti zichligining o'zgarishi natijasida yuzaga keladi. Napromotlangan namunalar Fe 2p ning kamroq bog'lanish energiyasiga ega, bu Na bilan solishtirganda Fe (1,83) ning yuqori elektronegativligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. (0,93). Temir atomlari Na atomlarini elektronlardan mahrum qilishi mumkin, bu esa temir atomlarining elektron

bulutlarining zichligini oshiradi. Shuning uchun natriyni elektronlar hissasi sifatida ko'rib chiqish mumkin va elektron bilan boyitilgan temir turlari CO ning dissotsiatsiyasini kuchaytirishi va H₂ adsorbsiyasini inhibe qilishi mumkin, H₂-TPD bilan birlashtirilgan CO-TPD tomonidan tasdiqlangan. 5,35 Zr 3d XPS spektrlari 5B-rasmda ko'rsatilgan.

Reaksiyadan keyingi katalizatorlar-

2-jadval

Ishlatilgan katalizatorning Moussbauer spektrlari parametrlari.

Katalizator	Bosqichi	Hhf (koe)	IS (mm/S)	QS (mm/S)	Are2
Fe-Zr-ON ₂	Fe _(spm)	491,47	a,30	-a,03	33.5
	Fe ₃ O ₄ (A)	459,79	a,66	a,01	42.9
	Fe ₃ O ₄ (B)	217,29	a,23	-a,06	6.9
	x-Fe ₅ C ₂	183,62	a,18	-a,03	8.9
		105,70	a,14	-a,02	3.0
			a,28	1.14	3.3
Fe-zr-0,25Na	Fe _(spm)	490.92	a,30	-a03	30.5
	Fe ₃ O ₄ (A)	459.49	a,66	a02	41.6
	Fe ₃ O ₄ (B)	216.73	a,25	-a13	10.2
	x-Fe ₅ C ₂	183.34	a,23	a04	10.5
		106.72	a,14	a09	3.9
			a,35	1.09	3.9
Fe-Zr-0,5Na	Fe _(spm)	490.68	a,30	a03	22.4
	Fe ₃ O ₄ (A)	459.28	a,24	a02	36.5
	Fe ₃ O ₄ (B)	216.61	a,21	-a14	13.0
	x-Fe ₅ C ₂	183.80	a,18	a04	17.6
		104.97	a,09	a01	6.6
			a,34	1.08	3.8
Fe-Zr-1,0Na	Fe _(spm)	490.22	a,30	a02	19.3
	Fe ₃ O ₄ (A)	459.57	a,66	a02	27.3
	Fe ₃ O ₄ (B)	216.62	a,26	-a11	17.7
	x-Fe ₅ C ₂	183.71	a,18	a05	21.2
		107.52	a,23	a07	10.7
			a,18	1.94	4.2
Fe-Zr-1,5Na	Fe _(spm)	487.60	a,30	a04	4.4
	Fe ₃ O ₄ (A)	455.96	a,71	a09	8.5
	Fe ₃ O ₄ (B)	215.61	a,27	-a10	21.6
	x-Fe ₅ C ₂	175.13	a,26	a03	45.8
		101.4172	a,12	a04	15.5

ning temir turlari.

Sarflangan katalizatorlarning temir turlari Moussbauer spektrlari bilan tahlil qilinadi. **6-rasmda** ko'rsatilganidek, MES spektrlarini markaziy dublet va beshta seksetga bo'lish mumkin.

2-jadvalda mos keladigan Moussbauer spektri parametrlari jamlangan. Taxminan 491 va 459 kOe Hhf qiymatlari bo'lgan seksetlar Fe_3O_4 da mos ravishda tetraedral

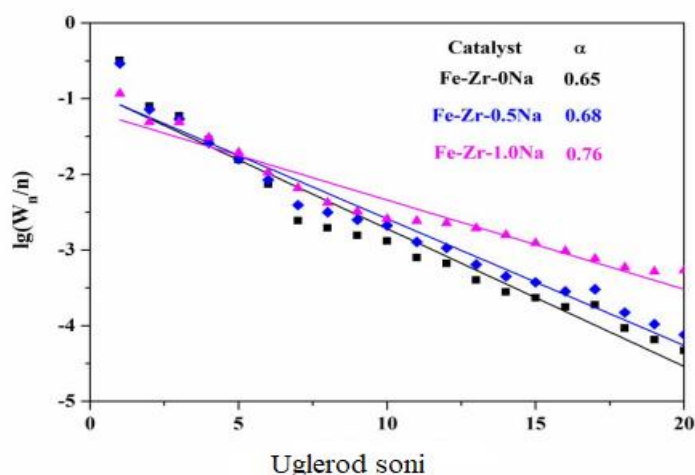
maydonni (A uchastkasi) va oktaedral maydonni (B maydoni) ifodalashi mumkin. Taxminan 217, 183 va 105 kOe da joylashgan Hhf qiymatlari ch- Fe_5C_2 ga tegishli bo'lishi mumkin. Reaksiyadan keyin Fe-Zr-xNa katalizatorlarining temir fazali tarkibi asosan Fe_3O_4 va ch- Fe_5C_2 bo'lib, bu XRD dan olingan natijalarga mos keladi.

Katalitik ishlash. Fe-Zr-xNa namunalari YuHTFT sintezi samaradorligini

3-jadval

Katalizatorlarning faolligi va selektivligi.

Uglevodorod taqsimoti						Massa balansi			
Katalizator	$X_{\text{Co}}(\%)$	$X_{\text{H}_2}(\%)$	$S_{\text{CO}_2}(\%)$	CH_4	$\text{C}_2\text{-C}_4$	$\text{C}_2^0\text{-C}_4^0$	C_5	O/P ^b	C
Fe-Zr-ONa	80.1	50.7	37.8	24.7	22.1	25.5	30.7	0.98	96.3
Fe-Zr-0.25Na	96.1	54.6	37.7	26.9	20.8	22.5	29.7	0.92	96.7
Fe-Zr-0.5Na	98.0	58.2	34.4	22.7	26.9	15.2	35.3	1.76	97.2
Fe-Zr-1.0Na	95.2	50.2	36.5	13.5	35.5	6.28	44.4	5.68	96.4
Fe-Zr-1.5Na	94.2	51.6	37.4	12.1	12.4	5.0	51.1	6.30	97.0
Fe-1.0Na	40.9	30.1	34.9	15.7	15.7	6.2	45.8	5.21	95.5



7-rasm. Fe-Zr-xNa katalizatorlari uchun mahsulot taqsimoti.

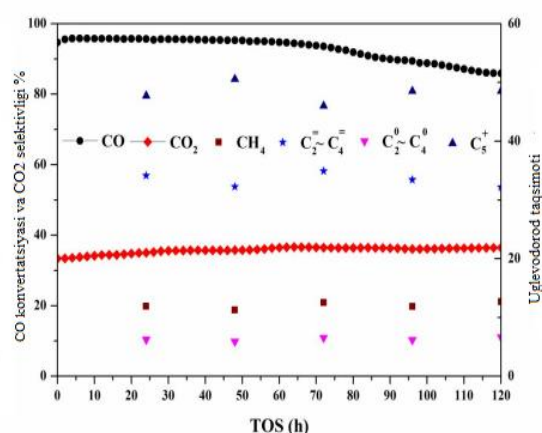
tekshirish uchun ishlatilgan. Namunalarning CO konversiyasi va uglevodorod taqsimoti 3-jadvalda keltirilgan.

7-rasmda ko'rsatilganidek, zanjirning o'sish ehtimoli koeffitsientining (a) 0,65 dan 0,76 gacha o'sishi Na zanjirning tarqalishini kuchaytirishi mumkinligini ko'rsatadi. Katalizator yuzasida vodorod va CO o'rtasidagi raqobatbardosh kimyosorbsiya bu hodisaga yordam berishi mumkin.

NaCO va vodorodning dissotsiativ adsorbsiyasi uchun faol joylarni sezilarli darajada o'zgartiradi, bu esa H₂-TPD va CO bilan aniqlanganidek, Na yuklanishi 0,25 dan 1,5% gacha oshishi bilan katalizator yuzasida CO dissotsiativ adsorbsiyasining kuchayishi va zaiflashgan vodorod adsorbsiyasiga olib keladi. TPD; bu oraliq mahsulotlarning gidrogenlanishini taqiqlashi va zanjirning tarqalishiga yordam berishi mumkin. Na, shuningdek, C-C birikmasini kuchaytirish uchun javobgar bo'lishi mumkin bo'lgan temir turlarining karbonizatsiyasini osonlashtirishi mumkin. Bundan tashqari, XPS natijalari shuni ko'rsatadiki, Na elektron bilan boyitilgan temir turlarining shakllanishini qanoatlantiradi. Elektron bilan boyitilgan temir turlari olefinlarning gidrogenatsiyasini inhibe qilishi va katalizator yuzasida olefinlarning zaif adsorbsiyasi natijasida mahsulotdagi O/P nisbatini keskin oshirishi mumkin. Yuqorida aytib o'tilganidek, yengil olefinlarning shakllanishiga Na promotori chuqur ta'sir qiladi, bu ikkilamchi gidrogenatsiya reaksiyasini inhibe qilishi va zanjirning tarqalishini kuchaytirishi mumkin. Na ning gidrogenatsiyaga inhibitiv ta'siri yengil olefinlar mahsuloti uchun foydali bo'lsa, zanjirning tarqalishi yengil olefinlarning shakllanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun Fe-Na o'zaro

ta'sirini sozlashi mumkin bo'lgan Na yuklanish miqdorini nazorat qilish orqali yengil olefinlarning optimal selektivligini olish mumkin. Fe-Na ning zaif o'zaro ta'siri metan va parafinlarning hosil bo'lishiga yordam beradi, kuchli Fe-Na o'zaro ta'siri esa og'ir uglevodorodlarning selektivligini oshiradi. Optimal Na yuklanishi 1,0 wt% bo'lganida, Fe-Zr-1,0Na katalizatori eng yuqori yorug'lik olefin selektivligini namoyish etadi. Fe-Zr-1,0Na namunasi bilan solishtirganda, Fe-1,0Na namunasi FTS faolligining pastligini ko'rsatadi. XPS va Ar fizisorbsiya natijalari shuni ko'rsatadiki, tsirkonyum gematit kristallitlarining o'sishiga to'sqinlik qilishi va o'ziga xos sirt maydonini sezilarli darajada oshirishi mumkin bo'lgan barqaror tuzilish promouteridir, bu faol fazalarni barqarorlashtirishi va FT reaksiyasi uchun yanada faol joylarni ta'minlaydi. Shuning uchun sirkoniy va natriy o'rtasidagi sinergetik ta'sir yuqori FT faolligiga va Fe-Zr-1,0Na katalizatorida uglevodorod taqsimotida yengil olefinlarning optimal selektivligiga olib keladi.

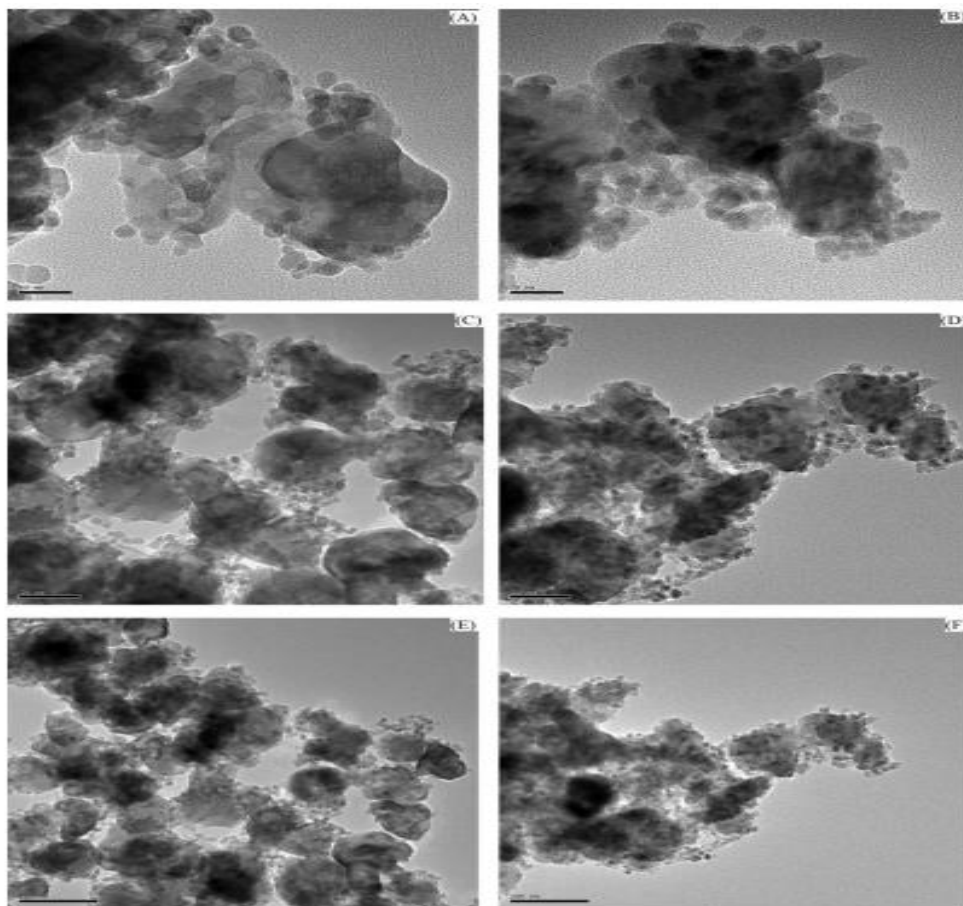
Fe-Zr-1,0Na katalizatorining barqarorligi tasvirlangan 8-rasm.



8-rasm. Fe-Zr-1,0Na katalizatorining oqim vaqti bilan barqarorligi (suv, moy va mum har 24 soatda tahlil qilinadi).

Fe–Zr–1.0Na katalizatorining CO ga aylanishi oqimning uzoq davom etishi bilan kamayadi. Ishlatilgan Fe–Zr–1.0Na katalizatorining TEM tasvirlari 9-rasmda keltirilgan.

4·5H₂O, 98%, Adamas-beta) va suvsiz natriy karbonat (Metall manbalar sifatida Na₂CO₃, 99,9%, Maklin) ishlatilgan. Cho‘k-tiruvchi sifatida ammiak eritmasi (25–28%, AR, Adamas-beta) ishlatilgan. Aralash-



9-rasm. Fe–Zr–1.0Na katalizatorining TEM tasvirlari: Yangi katalizator, (A), (C), (E); 48 soat reaksiyadan so‘ng sarflangan katalizator, (B), (D), (F).

48 soatlik reaksiyadan so‘ng sarflangan Fe–Zr–1.0Na katalizatorining zarracha o‘lchamlari yangi katalizatornikiga o‘xshaydi. Fe–Zr–1.0Na katalizatori yuqori mexanik barqarorlikni ko‘rsatadi. Narag‘batlantiruvchi katalizatorning faolsizlanishi uglerod cho‘kishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Na-qo‘shimchali Fe–Zr katalizatorlari birgalikda cho‘ktirish va shimdirish usullari bilan tayyorlangan. Temir (III) nitrat nonagidrat (Fe (NO₃)₃ · 9H₂O, 98,5%, Maklin), sirkoniy (IV) nitrat pentagidrat (Zr(NO₃)

tirilgan metall tuzi eritmasi (molyar nisbati Fe/Zr = 100/15) va ishqor eritmasi tomchilab stakanga doimiy aralashtirishda qo‘shildi. Aralashmaning pH darajasi 9,0 ± 0,1 da nazorat qilindi va jarayon harorati 70°C da saqlandi. 70°C da 4 soat davomida etgandan so‘ng, prekursor deionizatsiyalangan suv bilan tozalandi, keyinchalik 110°C da 12 soat davomida quritildi va 4 soat davomida 500°C da kalsinlanadi. Na-qo‘shimchali Fe–Zr katalizatorlari singdirish usuli bilan sintez qilindi. Fe–Zr prekursori kerakli konsentratsiyali Na₂CO₃ suvli eritmalari

bilan singdirilgan. Keyin namunalar xona haroratida 24 soat davomida saqlanadi, 110°C da 12 soat quritiladi va 4 soat davomida 500°C da kalsinlanadi. Namunalar Fe-Zr-xNa ($x = 0, 0.25, 0.5, 1.0$ va 1.5) sifatida imzolangan, bu yerda x Na ning massa ulushi (%). Fe-xNa katalizatori xuddi shu tarzda Zr qo'shilmagan holda olingan. Nihoyat, katalizatorlar katalitik sinovlar uchun kerakli to'rt zarrachalariga elakdan o'tkazildi.

Xulosa. Ushbu maqolada promotorlarning HTFT reaksiyasining tuzilishi, kimyosorbsiya xususiyatlari va katalitik ishlashiga ta'siri o'rganildi. Elektronga boy temir turlari CO va vodorodning dissotsiativ adsorbsiyasi uchun faol joylarni o'zgartiradi, natijada CO dissotsiativ adsorbsiyasi

kuchayadi va katalizator yuzasida vodorod adsorbsiyasi kamayadi. Shuning uchun katalizator yuzasida H/C nisbati Na yuk ortishi bilan pasayadi, natijada zanjirning tarqalishi kuchayadi va yengil olefinlarning gidrogenlanishi kamayadi. Bundan tashqari, Na katalizatorlarning karbonizatsiyasini osonlashtirishi va temir karbidini oksidlanishdan himoya qilishi mumkin, bu YuHTFT reaksiyasi uchun faolroq joylarni ta'minlaydi va C-C ulanishini qo'llab-quvvatlaydi. Zr - bu gematit kristallitlarining o'sishini taqiqlashi va faol fazalarni barqarorlashtirishi va YuHTFT reaksiyasi uchun faolroq joylarni ta'minlashi mumkin bo'lgan o'ziga xos sirt maydonini sezilarli darajada oshirishi mumkin bo'lgan barqaror tuzilish promouteridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Kuyboqarov O., Anvarova I., Abdullayev B. RESEARCH OF THE CATALYTIC PROPERTIES OF A CATALYST SELECTED FOR THE PRODUCTION OF HIGH-MOLECULAR WEIGHT LIQUID SYNTHETIC HYDROCARBONS FROM SYNTHESIS GAS // Universum: технические науки. – 2023. – №. 10-7 (115). – С. 28-32.
2. Kuyboqarov O., Egamnazarova F., Jumaboyev B. STUDYING THE ACTIVITY OF THE CATALYST DURING THE PRODUCTION PROCESS OF SYNTHETIC LIQUID HYDROCARBONS //Universum: технические науки. – 2023. – №. 11-7 (116). – С. 41-45.
3. Муртазаев Ф.И., Неъматов Х.И., Бойтемиров О.Э., Куйбакаров О.Э., & Каршиев М.Т. (2019). ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СЕРЫ И НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ ДОРОЖНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. Международный академический вестник, (10), 102-105.
4. Муртазаев Ф.И., Неъматов Х.И., Бойтемиров О.Э., Куйбакаров О.Э., & Каршиев М.Т. (2019). ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННЫХ ОЛИГОМЕРОВ ДЛЯ ОБЕССЕРИВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА. Международный академический вестник, (10), 105-107.
5. Boytemirov O., Shukurov A., Ne'matov X., & Qo'yboqarov O. (2020). Styrene-based organic substances, chemistry of polymers and their technology. Результаты научных исследований в условиях пандемии (COVID-19), 1(06), 157-160.

6. Куйбокаров О., Бозоров О., Файзуллаев Н., Хайитов Ж., & Худойбердиев И.А. (2022, June). Кобальтовые катализаторы синтеза Фишера-Тропша, нанесенные на Al₂O₃ различных полиморфных модификаций. In E Conference Zone (pp. 349-351).
7. Куйбокаров О.Э., Бозоров О.Н., Файзуллаев Н.И., & Нуруллаев А.Ф.У. (2022). КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ СИНТЕЗ-ГАЗА В ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ. Universum: технические науки, (1-2 (94)), 93-103.
8. Куйбокаров О.Э., Бозоров О.Н., Файзуллаев Н.И., & Хайдаров О.У.У. (2021). СИНТЕЗ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ УГЛЕРОДОВ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГАЗА ПРИ УЧАСТИИ СО-Fe-Ni-ZrO₂/VKЦ (ВЕРХНИЙ КРЫМСКИЙ ЦЕОЛИТ). Universum: технические науки, (12-4 (93)), 72-79.
9. Куйбокаров О.Э., Шобердиев О.А., Рахматуллаев К.С., & Муродуллаева Ш. (2022). ПОЛИОКСИДНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЕТАНА В СИНТЕЗ ГАЗ. Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS), 2(5), 679-685.
10. Rustamovich O.N., Ergashovich K.O., Khujanazarovna K.Y., Ruzimurodovich K.D., & Ibodullaevich F.N. (2021). Physical-Chemical and Texture Characteristics of Coate-Fe-Ni-ZrO₂/YuKS+ Fe₃O₄+ d-FeOON. Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry, 12(3).
11. О.Э. Куйбокаров, Т.Х.Сайфуллаев Конверсия метана в карбонат на молибденовых и цирконийных катализаторах Universum: технические науки. Выпуск: 12(117) Декабрь 2023 год.
12. Qo'yoqarov O.E. Metanni karbonatli konversiyalanishi Sanoatda raqamli texnologiyalar 2(1). (2024).