

PROPAN-BUTAN FRAKSIYALARINI KATALITIK AROMATLASH REAKSIYASI KATALIZATORLARINING FIZIK-KIMYOVIY VA TEKSTUR XARAKTERISTIKALARI

Sh.X. Xolliyev

J. Javharov

Samarqand davlat universiteti

ANNOTATSIYA

Maqolada propan-butan fraksiyasini katalitik aromatlash reaksiyasini $(\text{MoO}_3) \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ tarkibli mezog'ovakli katalizatorlarda o'tkazish natijasi va bu jarayonning maqbul sharoitlari, $(\text{MoO}_3) \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ tarkibli mezog'ovakli katalizatorga nanokukunlar (1,0 massa % Zr) qo'shilganda har ikkala turdagi kislotalik markazlarining konsentratsiyalari o'rganilgan.

***Kalit so'zlar:** propan, butan, xromatografik analiz, hajmiy tezlik, yuqori kremniyli seolit, katalizator, tekstur xarakteristika, mezo g'ovak, kislotalik markazi, adsorbsiya-desorbsiya izotermasi.*

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕКСТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ АРОМАТИЗАЦИИ ПРОПАН- БУТАНОВЫХ ФРАКЦИЙ

Ш.Х.Холлиев, Ж.Жавҳаров

Самаркандский Государственный Университет

АННОТАЦИЯ

В статье изучен результат проведения реакции каталитического ароматизации пропан-бутановой фракции на мезо пористом катализаторе с содержанием $(\text{MoO}_3) \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ и оптимальные условия этого процесса, концентрации центров кислотности обоих типов при добавлении нано частиц (1,0% Zr) в мезо пористый катализатор с содержанием $(\text{MoO}_3) \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$.

***Ключевые слова:** пропан, бутан, хроматографический анализ, объемная скорость, цеолит с высоким содержанием кремния, катализатор, характеристика текстуры, мезопористость, центр кислотности, изотерма адсорбции-десорбции.*

THE PHYSICO-CHEMICAL AND TEXTURE CHARACTERISTICS OF CATALYTIC AROMATIZATION REACTION CATALYSTS OF PROPANE- BUTANE FRACTIONS

Sh.X.Xolliev, J.Javharov
Samarkand State University

ABSTRACT

The article studies the result of the reaction of catalytic aromatization of the propane-butane fraction on a mesoporous catalyst containing $(\text{MoO}_3) \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ and the optimal conditions for this process, the concentration of acidity centers of both types when nanoparticles (1.0% Zr) are added to the mesoporous catalyst containing $(\text{MoO}_3) \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$.

Keywords: propane, butane, chromatographic analysis, volumetric velocity, high silicon zeolite, catalyst, texture characteristic, meso porosity, acidity center, adsorption-desorption isotherm.

KIRISH

Propan-butan fraksiyasini qayta ishlashning eng samarali usuli ularni kimyoviy qayta ishlab aromatik uglevodorodlar olishdir. Aromatik uglevodorodlar—asosiy organik sintez sanoatida muhim boshlang'ich mahsulotlardir. Hozirgi vaqtda aromatik uglevodorodlar neftni katalitik riforming va piroliz qilish jarayonlari suyuq mahsulotlarini qayta ishlab olinmoqda. Neft kimyoviy kompleks xomashyo bazasining o'garishi bu uglevodorodlarning tanqisligini keltirib chiqarmoqda. Shuning uchun aromatik uglevodorodlar olish uchun neft mahsulotlarining o'rnini bosuvchi alternativ energiya manbalarini izlab topish muhim vazifa bo'lib qolmoqda. Bundan alternativ manbalar bugungi kunda tabiiy gaz, neft yo'ldosh gazlaridir. Aromatik uglevodorodlarning katalitik sintezi bo'yicha bir qancha olimlar ilmiy – tadqiqot ishlarini olib borilmoqda [1-5]. Bu reaksiyada Zn, Zr va Pt saqllovchi yuqori kremniyli seolitlar yuqori katalitik faollikka ega [2,5,6]. Bu sistemalar katalitik ta'sirlashuvining kamchiligi reaksiya natijasida ma'lum miqdorda metan va yuqori molekulyar aromatik uglevodorodlar (naftalin, alkilnaftalinlar) va hosil bo'lishidir. Natijada katalizatorlarning barqaror ishlash muddati qisqaradi.

Ayni vaqtda dunyo olimlarini tabiiy gaz va neft yo'ldosh gazlaridan bir bosqichda aromatik uglevodorodlar olish jarayoni qiziqtirib kelmoqda.

Seolitli katalizatorlar, ayniqsa, ularning metallar va metall oksidlari bilan modifikatsiya qilinganlari neftni qayta ishlashda va neft kimyosida keng ishlatilmoqda [7-11]. Bunday katalitik sistemalarni olishning an'anaviy usuli metall

tuzlarini nositelga yuttirish va kiritilgan prekursorini asta-sekin parchalashdir [12-19]. Ammo bu usulda nositelning butun hajmida modifikatorlar teng taqsimlanmaydi, balki seolit kristallari yuzasida lokalizatsiyalangan holda bo'ladi. Bu esa katalizatorning ishlash samaradorligini kamaytiradi. Shu bilan birga katalizatorning kislotalik markazlari ham katalitik sistemaning katalitik faolligida muhim o'rin tutadi. Seolit kristall panjarasidagi alyuminiy yoki kremniyning modifikatorlarga izomorf almashinishini ta'minlashda gidrotermal sintez muhim ahamiyatga ega. Gidrotermal sintezda izomorf almashinishi hisobiga katalizatorning kislotali va tekstur xarakteristikalarini yaxshilanadi. Ushbu maqolada $(\text{MoO}_3)_x \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ katalizatorida propanni katalitik aromatlash reaksiyasining kinetik qonuniyatlarini o'rganish natijalari keltirilgan. Nositel sifatida O'zbekiston Respublikasi Paxtachi tumanidagi kaolindan olingan yuqori kremniyli seolit ishlatildi. Nositelga rux va sirkoniy gidrotermal sintez bosqichida kiritildi. Struktura hosil qiluvchi sifatida geksametilen diamin va limon kislota ishlatildi. Sirkoniy va rux oksidlari manbai sifatida sirkonil nitrat $\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2$ va $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ tuzlarining suvli eritmaları ishlatildi. $(\text{MoO}_3)_x \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ katalizatorining sintezi 200-230 °C da po'latdan yasalgan avtoklavda amalga oshirildi.

Ushbu ishning maqsadi $(\text{MoO}_3)_x \cdot (\text{ZnO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ tarkibli mezog'ovakli katalizator olish, uning fizik kimyoviy va katalitik xossalarini propanni aromatlash reaksiyasida o'rganishdan iborat.

TAJIRIBA QISMI. Propanni katalitik aromatlash reaksiyasi oqimli differensial reaktorda quyidagi maqbul sharoitda o'rganildi. $V_{\text{kat}}=1,0 \text{ sm}^3$, katalizator granularining o'lchami 0,5-1,0 mm. Harorat 450-650°C, $P=0,1 \text{ MPa}$, propanning hajmiy tezligi 600 soat⁻¹.

Reaksiya mahsulotlari quyidagi maqbul sharoitda xromatografik usulda tahlil qilindi: Svet 100M (21) xromatografi; alanga-ionizatsion detektor (23); kapillyar xromatografik kolonka OV-101 (100 m x 0,25 mm x 0,5mm) (22); tashuvchi-gaz-azot (19). Azot-ning sarfi-30 ml/min, vodorodning sarfi (20)-30 ml/min, havoning sarfi-300 ml/min. Gazlarning sarfi gazlarni tayyorlash bloki (17) yordamida boshqariladi. Bug'latgich harorati-250°C termostat harorati programmalash rejimida-xona haroratidan to 250°C gacha. Detektor signali potentsiometr KSP (24) bilan registratsiya qilindi.

Sintez qilingan katalizatorlarning sifati IK-spektroskopiya va rentgenofazali tahlil usulida nazorat qilindi. Namunalar IK-spektri IK-Fure spektrometri (Nicolet 5700)da 2000-400 cm^{-1} sohada olindi. Katalizatorlarning kristallik darajasi IK-spektroskopiya usulida aniqlandi [6]. Rentgenofazaviy tahlil DiSCOVERD8 (Bruker)

difraktometrida burchaklar diapazoni $2\theta = 10-70$ gradus bo'lganda amalga oshirildi. Namunalarning kislotalik xossalari azotning termoprogrammalashgan desorbsiya usulida tekshirildi. G'ovak strukturalarning parametrlarini baholash va namunalarning solishtirma yuzalarini aniqlash avtomatlashtirilgan gaz-absorbsion analizatorda (TriStar 3020) amalga oshirildi. Solishtirma sirt yuza azot bug'larining quyi haroratli sorbsiyasi izotermalari bo'yicha hisoblandi.

"Sintezlangan katalizatorlarning kislotalilik xossalari o'rganish namunani dasturlashtirilgan isitish va detektordan signalni ro'yxatga olish bilan termal desorbsion qurilmada o'tkazildi. Dasturlashtirilgan termal desorbsiyaning xromatografik varianti shundan iboratki, katalizator namunasi avval unga adsorbsiyalangan zond moddasi (ammiak) molekulalari bilan tashuvchi gaz (geliy) oqimida ma'lum tezlikda qizdiriladi. Desorbsiya jarayonida gaz fazasidagi modda katarometr xujayrasi orqali o'tadi, natijada olingan signal kompyuterda dasturiy mahsulot yordamida qayd qilinadi va qayta ishlanadi. Katalizatorlarning kislotali joylarining kuchi termal desorbsiya egri chiziqlaridagi maksimal haroratdan hisoblangan va ularning konsentratsiyasi desorbsiya cho'qqilarini belgilash momentida desorbsiyalangan ammiak miqdoridan aniqlangan va katalizatorda 1 g mikromolda ifodalangan.

JEM-2010 va JEM-2200FS elektron mikroskoplarida (JEOL Ltd.) yuqori aniqlikdagi transmissiya elektron mikroskopiya (HRTEM) tasvirlari mos ravishda 0,14 va 0,1 nm panjara o'lchamlari bilan olingan.

Energiya dispersli rentgen (EDX) spektrlari va elementar xaritalar JED-2300T spektrometri yordamida qorong'u maydon rejimida (HAADF-STEM) JEM-2200FS asbobida skanerlash rejimida olingan.

XPS spektrlari ES300 fotoelektron spektrometrida (Kratos Analytic) fotoelektron energiya analizatorining doimiy uzatish energiya rejimida qayd etilgan. Ushbu ishda faollashtirilgan va boyitilgan bentonitdan olingan yuqori kremniyli seolit (YuKS) ishlatildi. U quyidagicha sintez qilindi: 300 ml bidistillangan suvda 30 g bentonitni aralashtirib, suspenziya tayyorlandi va sekinlik bilan aralashtirildi, bu vaqtda bentonit tarkibiga kiruvchi minerallarning zarrachalari fraksiyalariga ajraladi. Olingan suspenziya bir sutka davomida qoldirildi. Keyin namuna 5 minut davomida 7000 aylanma/minut tezlik bilan sentrifugalanib ajratildi. Olingan fraksiya 6 soat davomida uy haroratida ochiq havoda, so'ngra 65 °C da 12 soat davomida quritildi. Keyin namunani faollashtirish 1,5M nitrat kislotada 80-90 °C da 2 soat davomida amalga oshirildi. Faollashtirilgandan so'ng bentonit suspenziyasiga 200 ml distillangan suv solib, tezda sovutildi. Keyin olingan namuna distillangan suv bilan

bir necha marta yuvildi, sentrifugalandi va 12 soat davomida uy haroratida, soʻngra 12 soat davomida 65 °C da quritildi. Xuddi shunday yuqoridagi tartibda natriy karbonat bilan ham kimyoviy ishlov berildi. Namunaning kimyoviy tarkibi skanirlovchi elektron mikroskop oʻrnatilgan energodispersion spektrometrda va rentgenografik usulda tahlil qilindi.

Bentonitni kislotali, ishqoriy va termik faollashtirish organik va noorganik moddalar sintezi uchun gʻovakli sorbentlar olishda keng tarqalgan usul hisoblanadi.

TAJIRIBA NATIJALARI VA ULARNING MUHOKAMASI

Ilmiy adabiyotlardan maʼlumki, modifikatsiyalangan katalizatorlarning katalitik xossalari ularning kislotalik xossalariga bevosita bogʻliq. Seolitli katalizatorlar kislotalik markazlari ularning katalitik faolligini aniqlashda muhim omil boʻlib, bunday markazlar 2 xil boʻladi. Kuchsiz kislotali va kuchli kislotali markazlar. Tadqiqotlarning koʻrsatishicha, katalizator tarkibida sirkoniyning miqdori ortishi bilan katalizatorning kislotalik markazlari kamayadi, bu esa u katalitik faolligini kamayishiga olib keladi. Olingan katalizatorlarning kislotali xossalarini tadqiq etish natijalari 1–jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Zr-Mo saqllovchi seolitlarning kislotalik xarakteristikalar

Katalizator	T _{mak} , °C		Kislotalik markazlar konsentratsiyasi (mkmol/g)		
	T ₁	T ₂	C ₁	C ₂	C ₃
5,0% Mo/YuKS	188	390	330	198	528
1,0% Zr-5,0% Mo/YuKS	195	398	377	240	617
1,5% Zr-5,0% Mo/YuKS	205	410	355	210	565
2,0% Zr-5,0% Mo/YuKS	212	400	300	120	420

C₁ –kuchsiz kislotalik markazlar; C₂-kuchli kislotalik markazlar; C₃-umumiy kislotalik.

Barcha tekshirilayotgan namunalar 2 xil turdagi kislotalik markazlariga ega. 6,0 massa % Mo/YuKS katalizatoriga 1,0 massa % Zr nanokukunlari qoʻshilganda har ikkala turdagi kislotalik markazlarining konsentratsiyalari va kuchi ortishi kuzatildi. 1,0% Zr-6,0% Mo/YuKS namunasi uchun kuchsiz kislotalik markazlari konsentratsiyalari 377 mkmol/g ni, kuchli kislotalik markazlari konsentratsiyalari 240 mkmol/g ni tashkil etadi, bu esa Zr saqlamagan katalizatorning ana shunday

xossalariga nisbatan mos ravishda 48 va 42 mkmol/g ga yuqoridir. Katalizatorlarda sirkoniyning miqdori ortib borishi bilan har ikkala turdagi kislotalik markazlarining konsentratsiyalari kamayib boradi. Masalan Mo/YuKS katalizatorida sirkoniyning miqdori 2,0% ga ohsa, kislotalik markazlar konsentratsiyalari 120 mkmol/g ga kamayadi. Shunday qilib, 6,0% Mo/YuKS ga Zr bilan modifikatsiyalangan katalizatorlarning kislotalik xossalarini tadqiq etish natijalari shuni ko'rsatadiki, 6,0% Mo/YuKS katalizatoriga Zr ning qo'shilishi kislotalik markazlarining konsentratsiya va kuchi qo'shilishi kislotalik markazlarining konsentratsiya va kuchi bo'yicha qayta taqsimlanishiga sabab bo'ladi. Natijada kislotalik markazlarining nisbatlari o'zgaradi, bu esa seolitning kislotalik xossalarining o'zgarishiga sabab bo'ladi.

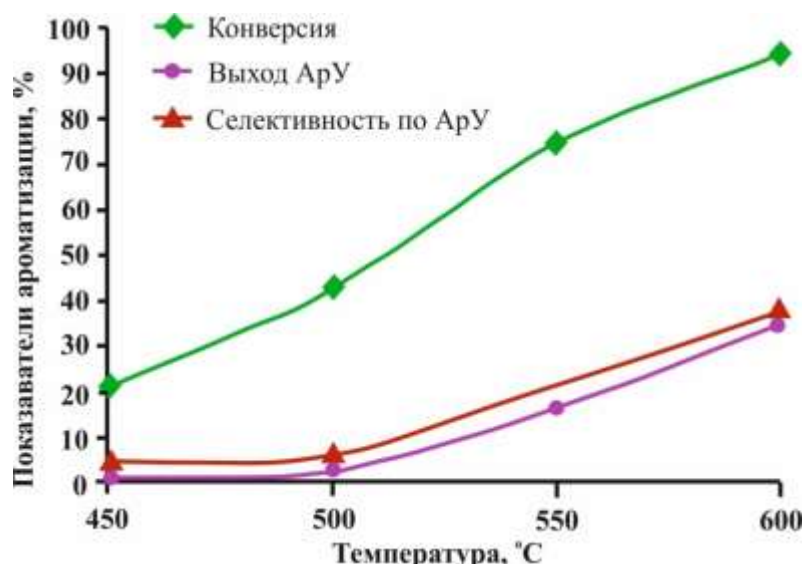
2-jadval. Sirkoniy nanokukunlari bilan ishlov berilgan rux-molibdenli katalizatorlarda propan-butan fraksiyasining katalitik o'zgarish mahsulotlari tarkibi

W, c ⁻¹	T _{reaksiya} , °C	X, %	S ₁ , %	S ₂ , %	S ₃ , %	S ₄ , %	Y _{Ar} , %
(MoO₃)_x · (ZnO)_y/YuKS							
800	550	57	6,1	61,0	2,5	30,4	17,3
800	600	88	6,5	50,5	2,0	41	36,1
800	650	98	7,2	46,4	1,0	45,4	43,6
900	650	97	7,7	40,1	1,6	50,6	49,0
1000	650	95	8,0	33,0	2,3	56,7	53,9
1200	650	93	2,5	28,2	3,2	60,1	55,9
1,0% (ZrO₂)_z · (MoO₃)_x · (ZnO)_y/YuKS							
800	550	73	6,6	47,4	1,7	44,3	32,3
800	600	89	7,0	34,0	1,3	57,7	51,4
800	650	98	8,3	26,3	0,9	64,5	63,2
900	650	98	8,8	22,7	1,2	67,4	65,8
1000	650	97	9,0	20,8	2,5	67,5	65,5
1200	650	92	9,2	16,2	2,8	71,8	66,1

2-jadvaldan ko'rinib turibdiki, rux-molibdenli katalizatorga ruxning kiritilishi katalizatorning umumiy faolligi oshishiga olib keladi. Aromatik uglevodorodlarning maksimal miqdori tarkibida 1,0 % Zr saqllovchi katalizator ishtirokida hosil bo'ladi. Tarkibida 1,0 % Zr saqllovchi katalizator ishtirokida aromatik uglevodorodlarning maksimal unumi va hosil bo'lish selektivligi boshlang'ich moddalar hajmiy tezligi

500 soat⁻¹ va harorat 650 °C bo'lganda kuzatildi va mos ravishda 65,1% va 71,8% ni tashkil etdi.

Quyidagi 1-rasmda propanni katalitik aromatlash reaksiyasida propanning konversiyasiga, aromatik uglevodorodlar unumiga va selektivligiga haroratning ta'siri keltirilgan.



1-rasm. Propanning konversiyasiga, aromatik uglevodorodlar unumiga va selektivligiga haroratning ta'siri

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, propanning konversiyasi 500°C da boshlanib 600 °C va undan yuqorida maqsadli mahsulotlar-aromatik uglevodorodlar hosil bo'ladi. S rostom temperaturi protsessa nablyudaetsya uvelichenie stepeni prevrasheniya propana i selektivnosti obrazovaniya aromaticeskix uglevodorodov, kitorie pri temperature reakcii 600 °S dostigayut sootvetstvenno 94 i 37,3%. Analogichnie zavisimosti pokazateley aromatizatsii propana ot temperaturi nablyudayutsya i dlya drugix Zr-soderzhashix seolitov.

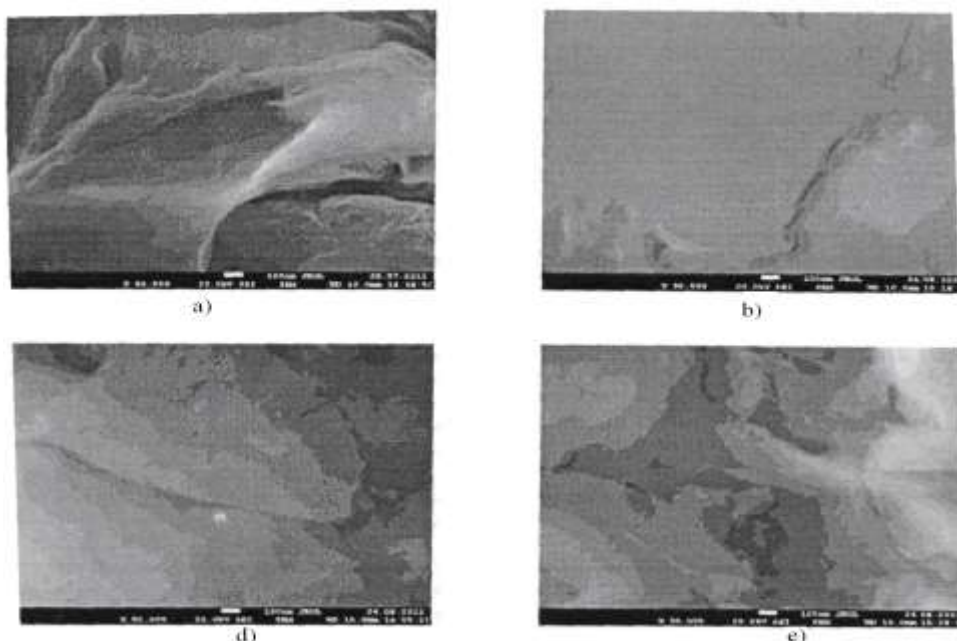
Nositel va katalizatorlarning fizik-kimyoviy va tekstur xarakteristikalar. Bentonitdan olingan YuKSning g'ovak tuzilishli xarakteristikalarini aniqlashda kislotali faollashtirishdan oldin va keyin BET usulini qo'llab benzol va suv bug'lari adsorbsiyasi o'rganildi. Benzol va suv bug'larining adsorbsiyasi Mak-Benning kvars tarozilaridan foydalanib vakuum-adsorbsion qurilmada o'lchandi. Adsorbsiya-desorbsiya izotermalari asosida monoqatlamning sig'imi, desorbilanmagan adsorbat ulushi, shuningdek suv va benzol bug'lari bo'yicha adsorbentning solishtirma sirt yuzasi aniqlandi. H-bentonit va YuKSning tekstur xakteri-stikalari mos ravishda

quyidagiga tengligi aniqlandi: $S_{\text{sol}}=72,0$ va $170,0 \text{ m}^2/\text{g}$; $V_{\text{rovak}} = 0,107$ va $0,178 \text{ sm}^3/\text{g}$ (suv adsorbsiyasi bo'yicha $V = 0,26$); $d_{\text{g'ovak}}=50$ va $80\text{\AA}$; tekisliklararo masofa $d_{001}-9,8$ va $17,6\text{\AA}$. Tekshirilayotgan bentonit tuzilishi tahlili skanirlovchi elektron mikroskopiya usulida amalga oshirildi. Namunalar tarkibi va tuzilishining o'ziga xosligi rentgenodifraktometrik va termik tahlillar yordamida tekshirildi. Solishtirma sirt yuzasi argonning issiqlik desorbsiyasi bo'yicha xromatografik usulda aniqlandi.



2-Rasm. Tabiiy bentonit zarrachalarining elektron fotosurati

Adsorbsion xususiyati suv va benzol bug'lari desorbsiyasi bo'yicha statistik sharoitda eksikator usulida o'rganildi. Dispers tarkibini aniqlash uchun sedimentasion tahlil usuli-dan foydalanildi. Namunalarning elektron mikrofotosuratlari 2-rasmda keltirilgan.



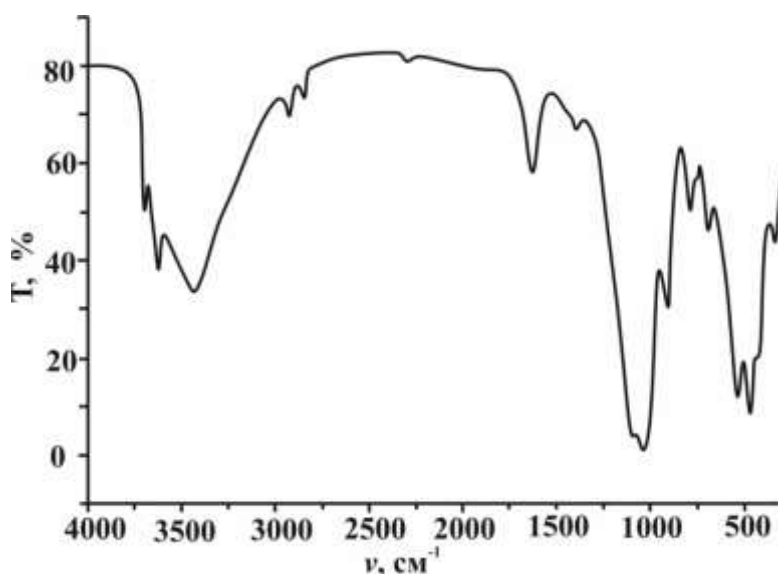
3-rasm. Bentonit namunalarining elektron mikrofotosi

a) tabiiy bentonit; b) boyitilgan bentonit; d) $0,1 \text{ M li HNO}_3$ bilan faollashtirilgan namuna; ye) $1,8 \text{ M HNO}_3$ bilan faollashtirilgan namuna.

Infraqizil spektroskopiya metodi yordamida katalizator komponenti bilan sirdagi gidroksoguruh bog'lar xarakteri va katalizatorlar tarkibi va xossalari reaksiyalarning borish yo'liga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Katalizatorning qimmatligini belgi-lovchi asosiy xossalari: selektivlik, aktivlik, stabillik va solishtirma sirt-yuzasidir. Qattiq katalizatorlarning aktivligi tutuvchi modda sirt yuzasidagi faol markazlar soni va faolligi hamda tutuvchi moddaning tuzilishi bilan belgilanadi. Katalizator ekspluatatsiyasi uning faolligi-ning kamayishi (bu tutuvchi modda tuzilishining o'zgarishi bilan bog'liq) yoki faol markazlarning faolsizlanishi bilan bog'liq.

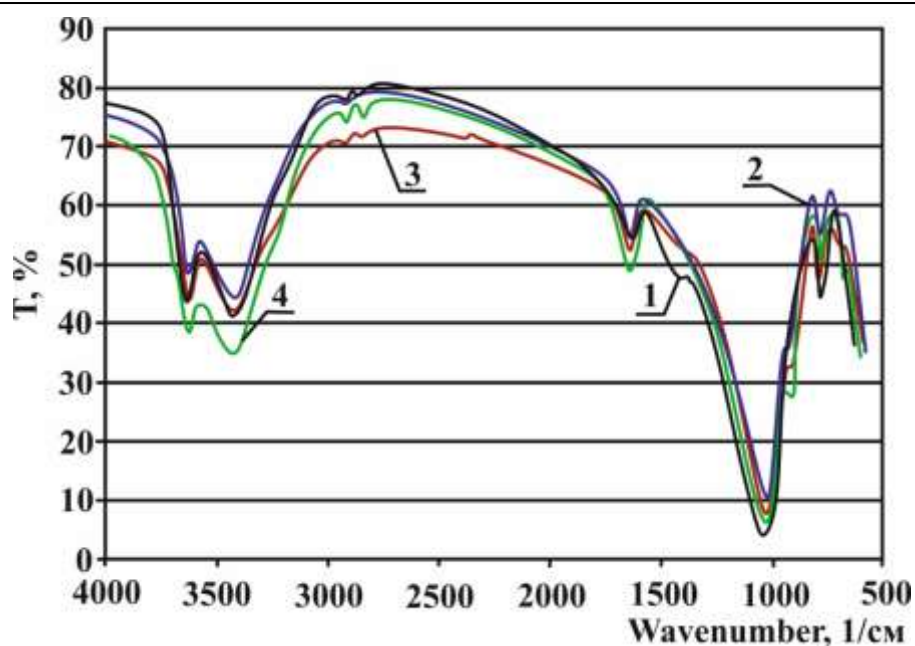
Katalizatorni qo'shimchalar bilan modifikatsiyalash jarayonning selektivligini oshiradi va koks hosil bo'lishini kamaytiradi. Tabiiy va modifikatsiyalangan bentonitning IQ-spektrlari tahlili shuni ko'rsatadiki, IQ-spektrlari 2 ta asosiy sohaga ajraladi. Birinchisi $4000-3000\text{ cm}^{-1}$ soha bo'lib, oktaedrik kation bilan bog'langan ON guruh-larning valent tebranishlariga xos.

Ikkinchisi $1400-400\text{ cm}^{-1}$ soha silikat tuzilishi chiziqlariga xosdir.



4-Rasm. Tabiiy bentonitning IQ-spektri

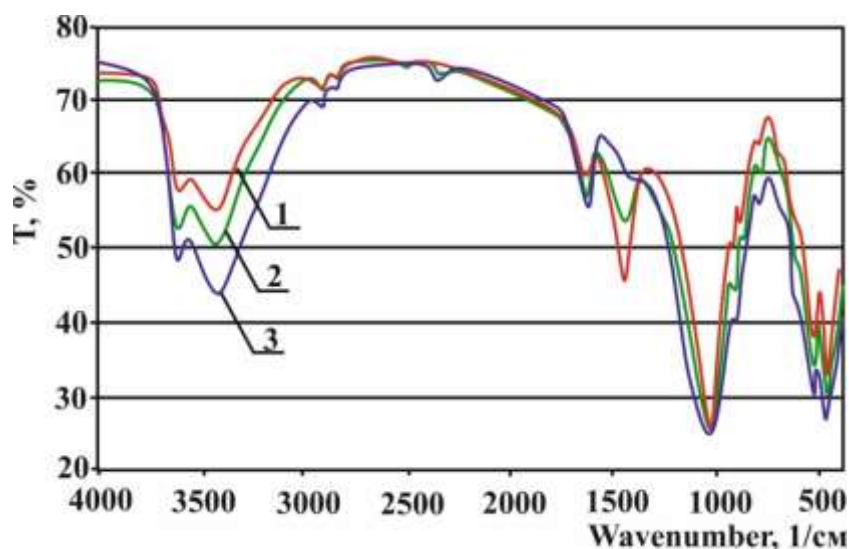
Quyidagi rasmda tabiiy bentonitning IQ-spektrlarining umumiy ko'rinishi berilgan bo'lib, u adabiyotlarda berilgan ma'lumotlarga mos keladi.



1-Navoiy viloyatining Navbahor tumanidagi bentonit; 2-Samarqand viloyati Kattaqo'rg'on tumanidagi bentonit; 3-Samarqand viloyati Nurobod tumanidagi bentonit, 4-Qashqadaryo viloyati Dehqonobod tumanidagi bentonit.

5-rasm. Turli joylardan olingan bentonitning IQ-spektrlari

Biz turli joylardan olingan faollashtirilmagan bentonitning IQ-spektrlarini tekshirib ko'rdik. Rasmdan ko'rinib turibdiki, faollashtirilmagan turli joylardan olingan bentonitlar uchun piklarning nisbiy intensivligi va ularning o'rinlarining sezilarli o'zgarishi kuzatildi. Boshlang'ich bentonitning sorbsion xususiyatini oshirish uchun unga turli kislotalar HNO_3 va H_2SO_4 hamda Na_2CO_3 tuzlari bilan ishlov berildi.



1-sodali 2-kislotali (HNO_3) 3-kislotali (H_2SO_4)

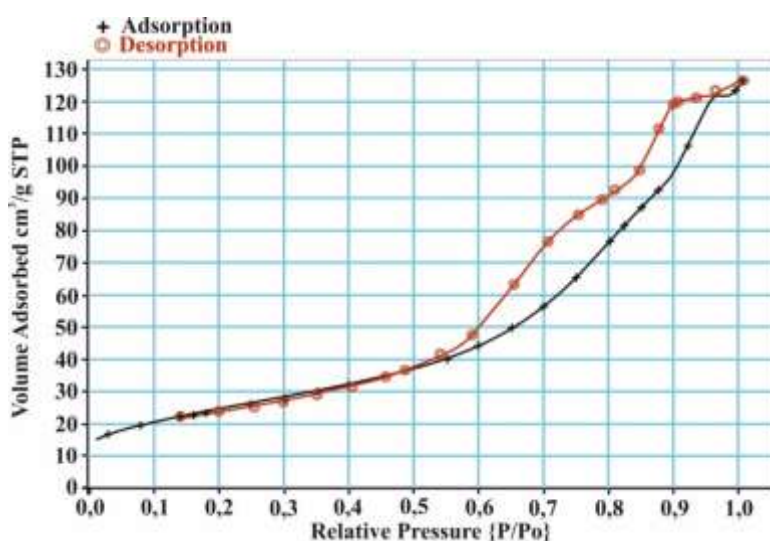
6-rasm. Navoiy viloyati Navbahor tumanidagi bentonitga turli xil ishlov berilgandan keyingi IQ-spektrlari

6-rasmdan ko‘rinib turibdiki, spektrlarda xarakterli, intensivligi bilan farqlanuvchi guruhlarni ajratish mumkin. $3600-3100\text{ cm}^{-1}$ sohada adsorбилangan suvning OH^- guruhi keng chizig‘i, 1640 cm^{-1} sohada deforma-

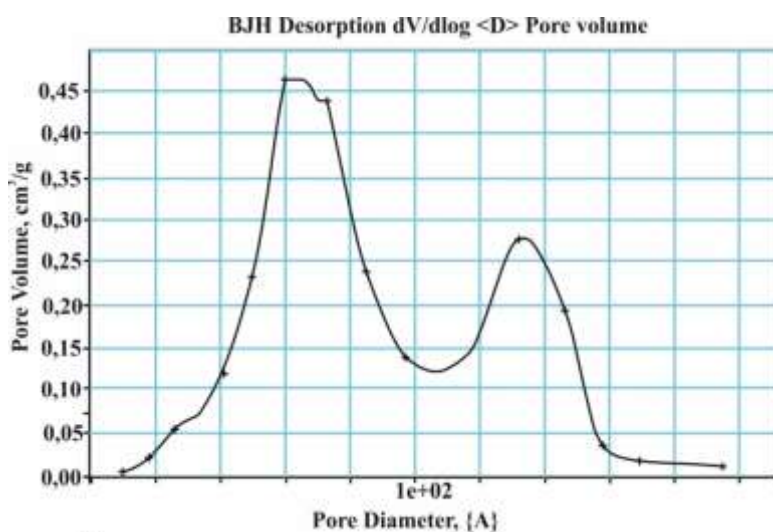
sion tebranish uchun xarakterli bo‘lgan pik hosil bo‘ladi. Natriy karbonat bilan ishlov berilgan bentonitda 1450 cm^{-1} sohasida yutilish chiziqlari intensivligi bilan xarakterlanadigan soha paydo bo‘ladi. Bu adsorбилangan CO_3^{2-} ga xos bo‘lib, sodali faollashtirilganda bentonitning kris-tall panjarasida tuzilishli o‘zgarish bo‘lganligi bilan tushuntiriladi. 1030 cm^{-1} sohadagi chiziqlar Si-O bog‘larining valent tebranishlariga xos bo‘lib, barcha holatlarda o‘zgarmasdan qolgan, bu esa bentonitga turli xil ishlovlar berilganda namunadagi kremniyning miqdori o‘zgarmasdan qolishini bildiradi.

Sintez qilingan namunalar tarkibidagi sirkoniy (IV) oksid tarkibida tetragonal va monoklinik shakllarning miqdorini aniqlash uchun rentgeno-fazoviy tahlil o‘tkazildi. Sirkoniy gidroksidni MoO_4^{2-} ionlari bilan modifikatsiya qilish sirkoniy (IV) oksidning metastabil tetragonal shakli-ning hosil bo‘lishiga imkon beradi. Sirkoniy (IV) oksidning monoklinik shakli maqsadli reaksiyalarda katalitik nafaol, katalitik sistemada uning mavjudligi MoO_4^{2-}/ZrO_2 ning effektivligi tushishiga sabab bo‘ladi.

Katalizator namunalarning adsorbsiya-desorbsiya izotermalari va o‘lchami bo‘yicha (BJH usuli bo‘yicha) g‘ovaklarning taqsimlanishini ko‘rsatuvchi egri chiziqlar quyidagi 7-8-rasmlarda keltirilgan.



7-rasm. $\text{MoO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ namunasining adsorbsiya-desorbsiya izotermasi



8-rasm. $\text{MoO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ namunasi uchun o'lchami bo'yicha g'ovaklarning taqsimlanish egri chizig'i

XULOSA

Shunday qilib, propan-butan fraksiyasini katalitik aromatlash reaksiyasini $(\text{MoO}_3)_x(\text{ZnO})_y(\text{ZrO}_2)_z$ tarkibli mezog'ovakli katalizatorlarda o'tkazish natijasida jarayonning quyidagi maqbul sharoitda tanlandi: oqimli differensial reaktor, $V_{\text{kat}} = 1,0 \text{ sm}^3$, katalizator granularining o'lchami 0,5-1,0 mm, harorat 450-650 °C, $P = 0,1 \text{ MPa}$, propanning hajmiy tezligi 600 soat^{-1} . $(\text{MoO}_3)_x(\text{ZnO})_y(\text{ZrO}_2)_z$ tarkibli mezog'ovakli katalizatorga 1,0 massa % Zr nanokukunlari qo'shilganda har ikkala turdagi kislotalik markazlarining konsentratsiyalari va kuchi ortishi isbotlandi. H-bentonit va YKSning tekstur xarakteristikalarini mos ravishda quyidagiga tengligi aniqlandi: $S_{\text{sol}} = 72,0$ va $170,0 \text{ m}^2/\text{g}$; $V_{\text{rovak}} = 0,107$ va $0,178 \text{ sm}^3/\text{g}$ (suv adsorbsiyasi bo'yicha $V = 0,26$); $d_{\text{g'ovak}} = 50$ va 80 Å ; tekisliklararo masofa $d_{001} = 9,8$ va $17,6 \text{ Å}$.

REFERENCES

1. Fayzullaev, N. I., & Sh, S. B. (2018). Catalytic aromatization of methane with non-mo-contained catalysts. *Austrian journal of technical and natural sciences*, (7-8).
2. Fayzullaev, N. I., & Shukurov, B. S. (2017). Kinetics and mechanism of the reaction of catalytic dehydroaromatization of methane. *International journal of oil, gas and coal engineering*, 5(6), 124.

3. Fayzullaev, N. I., & Shukurov, B. S. (2017). Kinetics and mechanism of the reaction of catalytic dehydroaromatization of methane. *International journal of oil, gas and coal engineering*, 5(6), 124.
4. Fayzullayev, N. I., & Turobjonov, S. M. (2015). Catalytic Aromatization of Methane. *International Journal of Chemical and Physical Science*, 4(4), 27.
5. Karakaya, C., Morejudo, S. H., Zhu, H., & Kee, R. J. (2016). Catalytic chemistry for methane dehydroaromatization (MDA) on a bifunctional Mo/HZSM-5 catalyst in a packed bed. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 55(37), 9895-9906.
6. Kosinov, N., Coumans, F. J., Uslamin, E. A., Wijpkema, A. S., Mezari, B., & Hensen, E. J. (2017). Methane dehydroaromatization by Mo/HZSM-5: mono-or bifunctional catalysis?. *Acs Catalysis*, 7(1), 520-529.
7. Ma, S., Guo, X., Zhao, L., Scott, S., & Bao, X. (2013). Recent progress in methane dehydroaromatization: From laboratory curiosities to promising technology. *Journal of Energy Chemistry*, 22(1), 1-20.
8. Majhi, S., Mohanty, P., Wang, H., & Pant, K. K. (2013). Direct conversion of natural gas to higher hydrocarbons: A review. *Journal of Energy Chemistry*, 22(4), 543-554.
9. Rodrigues, V. D. O., & Júnior, A. C. F. (2012). On catalyst activation and reaction mechanisms in propane aromatization on Ga/HZSM5 catalysts. *Applied Catalysis A: General*, 435, 68-77.
10. Spivey, J. J., & Hutchings, G. (2014). Catalytic aromatization of methane. *Chemical Society Reviews*, 43(3), 792-803.
11. Tian, M., Zhao, T. Q., Chin, P. L., Liu, B. S., & Cheung, A. C. (2014). Methane and propane co-conversion study over zinc, molybdenum and gallium modified HZSM-5 catalysts using time-of-flight mass-spectrometry. *Chemical Physics Letters*, 592, 36-40.
12. Ахметов, А. Ф., & Каратун, О. Н. (2001). Модифицированные пентасилсодержащие катализаторы для ароматизации углеводородных газов. *Химия и технология топлив и масел*, (5), 33-36.
13. Восмерикова, Л. Н., Волынкина, А. Н., Восмерилов, А. В., & Зайковский, В. И. (2015). Ароматизация этана и пропана на металлсодержащих цеолитах структурного типа ZSM-5. *НефтеГазоХимия*, (1).
14. Дергачев, А. А., & Лapidус, А. Л. (2008). Каталитическая ароматизация низших алканов. *Российский химический журнал*, 52(4), 15-21.

-
15. Козлов, А. М., Худяков, Д. С., Лapidус, А. Л., & Дергачев, А. А. (2011). Ароматизация пропан-бутановой фракции на пентасиле, модифицированном солями цинка. *Технологии нефти и газа*, 1(7).
 16. Лapidус, А. Л., & Дергачев, А. А. (2008). Превращения низкомолекулярных алифатических углеводородов на цеолитных катализаторах. *Газохимия*, (4 (3)).
 17. Мамонов, Н. А., Фадеева, Е. В., Григорьев, Д. А., Михайлов, М. Н., Кустов, Л. М., & Алхимов, С. А. (2013). Металл-цеолитные катализаторы дегидроароматизации метана. *Успехи химии*, 82(6), 567-585.
 18. Файзуллаев, Н. И., & Туробжонов, С. М. (2015). Метан ва нефтнинг йўлдош газлари-ни каталитик ароматлаш. *Кимё ва кимё технологияси*, 2, 3-11.
 19. Файзуллаев, Н. И., & Туробжонов, С. М. (2015). Метан ва нефтнинг йўлдош газлари-ни каталитик ароматлаш. *Кимё ва кимё технологияси*, 2, 3-11.