



НЕФТЬ ЙЎЛДОШ ГАЗЛАРИНИ КАТАЛИТИК АРОМАТЛАШ УЧУН СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН КАТАЛИЗАТОРЛАРНИНГ ТЕКСТУР ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Махмудов Отабек Болбек ўғли
, Файзуллаев Нормурот Ибодуллаевич,
Шукуров Жасур Хошимович.
Самарқанд Давлат Университети

Аннотация: Тадқиқотлар жараёнида азотнинг қуйи ҳароратли десорбцияси усули, ИҚ спектрал таҳлил, электрон-микроскопик таҳлил, энг кичик квадратлар усули, БЕТ методи, рентгенофазовий таҳлил, кимёвий кинетиканинг экспериментал усуллари, УБ-, ЯМР-спектроскопия, сканирловчи электрон микроскопия, статистик усуллар ва рентгенографик анализ усулларидадан фойдаланилди. Нефть йўлдош газларини каталитик ароматлаб ароматик углеводородлар олиш реакцияси ва физик-кимёвий асослари маҳаллий хомашёлар асосида олинган ЮКЦ ли катализаторларда оқимли каталитик қурилмада ўрганилган ва олинган натижалар асосида жараён боришининг мақбул шароити танланган.

Калит сўзлар: нефть йўлдош газлари, Zn-Zr /, катализатор, ароматик углеводород, ЮКЦ, маҳсулот унуми, C₁-C₄, физик-кимёвий таҳлил, текстур характеристика.

КИРИШ

Ҳозирги вақтда нефть йўлдош газларидан унумли фойдаланиш учун нефть хомашёси қазиб олинган жойларда газни қайта ишлаш иншоотларини барпо этиш мақсадга мувофиқ бўлиб, бу эса катализаторлар иштирокида нефть йўлдош газларидан ароматик углеводородларни олиш имконини беради. Республикамиз мустақиллигидан сўнг, барча соҳалар қаторида нефть ва газ саноати ривожланишига алоҳида эътибор берилди. Мамлакатимизда нефть ва газ хомашёларини қазиб олиш ва янги конларни очиш билан дунёда кўпгина йирик компаниялар шуғулланмоқда. Ўзбекистон Республикасида тармоқни жадал ривожланишида “Шўртан газ кимё мажмуаси”, “Шўртаннефтгаз” УШКларнинг алоҳида ўз ўрни бор. Ҳозирги вақтда “Шўртаннефтгаз” УШК тасарруфидаги Шимолий Шўртан конида нефть йўлдош газларини утилизация қилиш ва “Шўртан” конидаги газ қудуқлари газларини газсизлантириш ишлари олиб борилмоқда. Нефть йўлдош газларининг каталитик ўзгаришлар и ва улардан ароматик углеводородлар, олефинлар ва юқори молекуляр алканлар олиш технологияларини яратиш бўйича мамлакатимизда С.Р. Расулов, А.Ф.Ахметов, С.М.Туробжонов, Н.И.Файзуллаев ва бошқалар илмий-тадқиқотлар олиб борганлар[1,2]. C₁-C₄-алканлар табиий, нефть йўлдош газлари ва нефтни қайта ишлаш заводлари





чиқинди газларининг таркибий қисми бўлиб, улардан кўп функцияли катализаторлар иштирокида ароматик углеводородлар, олефинлар ва юқори молекуляр алканлар олиш мумкин[3,4]. Ҳозирги тадқиқот углеводородлардан уларнинг каталитик парчаланиши орқали ароматик углеводородлар ишлаб чиқариш жараёнининг хусусиятларини чуқур ўрганишга қаратилган. Барча тажрибалар модел катализатори сифатида $-[(MoO_3)_x(ZnO)_y(ZrO_2)_z(B_2O_3)_k]$ ЮКЦ композицияси ёрдамида амалга оширилди. Ушбу композицияни танлаш бизнинг турли таркибли углеводородларнинг парчаланишидаги тажрибамизга асосланган. Нефть йўлдош газларини қайта ишлаш маҳсулотлари ёки аниқроғи, газни қайта ишлаш заводларида НЙГни фракциялаш маҳсулотлари қуруқ газ (ҚГ, асосан метан), барқарор бензин газы (ББГ, C5 + углеводородлар) ва енгил углеводородларнинг кенг қисми (ЕУКҚ ёки пропан-бутан аралашмаси) ва турли мақсадларда фойдаланиладиган газлар ҳисобланади [5].

C₁-C₄ алканлар $\xrightarrow{550-600^{\circ}C/kat}$ C₆-C₁₀ ароматик углеводородлар

Ароматик углеводородларнинг каталитик синтези бўйича бир қанча олимлар илмий –тадқиқот ишларини олиб боришмоқда [6].

Синтез қилинган катализаторларнинг текстур характеристикалари Нефть йўлдош газларидан ароматик углеводороднинг ҳосил бўлиш унуми бентонитдан олинган юқори кремнийли цеолитни Zr, Zn ва Ga билан модификация қилинганда юқори бўлишлиги аниқланди[7].

Дастлабки тадқиқотларнинг кўрсатишича нефть йўлдош газларини каталитик ароматлаш учун бентонитдан олинган юқори кремнийли цеолитнинг ўзини ишлатиб кўрганимизда 450°C да $V_{НЙГ} = 1000$ соат⁻¹ бўлганда ароматик углеводородларнинг ҳосил бўлиши кузатилмади. Бентонитдан олинган юқори кремнийли цеолитга молибден металининг нанокунларларини киритганимизда нефть йўлдош газларининг ароматик углеводородларга айланиши кузатилди[8]. Тадқиқотлар натижасида бентонитдан олинган юқори кремнийли цеолит таркибида Мо нинг мақбул концентрацияси 5,0% бўлганда бошланғич моддалар конверсияси, ароматик углеводородларга нисбатан селективлик ва унум юқори бўлиши аниқланди. Ароматик углеводородлар ҳосил бўлишида таркибида 5,0% молибден сақлаган катализаторни турли металллар билан модификация қилинганда унинг фаоллиги ортади. Шунинг учун унга рух, галлий, цирконий, марганец, темир металлларини қўшиб, уларнинг каталитик фаоллигини ўргандик.

Катализаторнинг каталитик фаоллиги нафақат унинг таркибига балки унга термомеханик ишлов бериш шароитига ҳам боғлиқ. Катализаторга термомеханик ишлов берилганда ортиқча энергияга эга бўлган юқори дисперс заррачалар кўпроқ ҳосил бўлади. Таркибида 2,0 % цирконий сақловчи катализаторга 500-600°C да 2-3 соат давомида термомеханик ишлов берилганда унинг ароматловчи хоссаси деярли ўзгармади. Ҳарорат 550-600°C гача оширилганда катализаторнинг ароматловчи фаоллиги ортиши кузатилди.





Шу билан бирга крекинг ва дегидрогенланиш реакцияси маҳсулотларининг ҳосил бўлиш унуми камаяди.

ТАЖРИБА ҚИСМИ

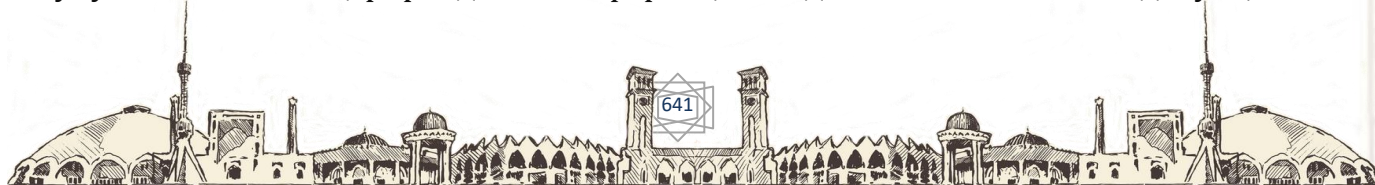
Катализаторнинг фаоллиги ва селективлиги билан бир қаторда унинг муҳим кўрсаткичлардан бири узоқ вақт давомида юқори ароматлаш хоссасини ўзгартирмасдан ишлай олиши (стабиллиги) дир. Углеводородларни ароматлаш жараёнида катализатор сиртида кокс ҳосил бўлади, бу эса катализаторнинг самарали каталитик таъсирлашишига салбий таъсир этади ва унинг фаоллигини аста-секин камайтиради. Шунинг учун катализаторни регенерация қилиш талаб этилади. Катализатор регенерацияси 650°C да ҳаво оқимида 8 соат давомида ҳаводаги кислороднинг ҳажмий концентрациясини аста-секин ошириш билан олиб борилди. Регенерациядан сўнг катализатор ўзининг дастлабки фаоллигини тўлиқ тиклайди.

Қуйи алканларни ароматлаш реакциясида катализаторнинг фаоллиги ва унумдорлигига катализаторнинг тайёрланиш технологияси ҳам катта таъсир кўрсатади.

Zn-Zr / ЮКЦ катализатори синтези ва унинг физик-кимёвий ва текстур характеристикалари.

Рух ва цирконийли цеолитнинг синтези алюмосиликатнинг гидротермал кристалланиш йўли орқали амалга оширилди, бунда алюминийнинг бир қисми цирконий ва рух билан алмаштирилди. Zn^{2+} ва Zr^{4+} ионларининг манбаи сифатида тегишли нитрат кислотаси тузларининг сувли эритмаларидан фойдаланилди. Структура ҳосил қилувчи қўшимчалар сифатида гексаметилендиамин (ГМДА) ишлатилди, кремний манбаи сифатида суюқ шишадан фойдаланилди. Цеолитдаги рух оксиди масса жиҳатдан 1,0 % ни, цирконий оксиди 2,0 % ни ташкил этади. Рух ва цирконий алюмосиликат (Zn-Zr / ЮКЦ) синтези қуйидаги услубда амалга оширилди: суюқ шишага интенсив аралаштириб турган ҳолда ГМДА нинг сувли эритмаси, ва цирконий тузларининг эритмасидан қўшилди. Реакцион аралашманинг рН қиймати 0,1n нитрат кислота эритмаси қўшиш орқали бошқариб борилди. Олинган реакцион массанинг кристалланиши пўлат автоклавларда 180°C ҳароратда 4 кун мобайнида олиб борилди. Кристалланиш тугаганидан сўнг, қаттиқ фаза суюқ фазадан филтрлаш орқали ажратиб олинди, ювувчи сув муҳити $\text{pH} \leq 9$ га етгунга қадар дистилланган сув билан ювилди. Сўнгра 100°C да ҳавода қуритилди ва 560°C ҳароратда 12 соат давомида куйдирилди. Цеолитни фаол Н-шаклга ўтказиш учун олинган намунага NH_4Cl нинг 25% ли сувли эритмаси билан 90°C да 1 соат давомида ишлов берилди, натрий катионлари йўқотилгандан сўнг NH_4 -шаклдаги цеолит 120°C да 10 соат давомида қуритилди ва ҳавода 560°C да 4 соат давомида куйдирилди.

Куйдириш ҳароратини катализаторнинг хоссаларига таъсирини ўрганиш учун $650\text{--}750^{\circ}\text{C}$ ҳароратда атмосфера ҳавосида 4 соат мобайнида у қайта



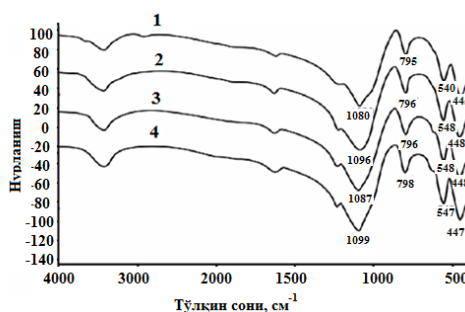


ишланди. Олинган намуналарнинг сифат назорати ИК-спектроскопия ва рентгенофазали таҳлил ёрдамида амалга оширилди. Ўрганилаётган цеолитларнинг ИҚ-спектрлари ИК-Фурье спектрометрида Nicolet- 5750 да $2000-4000\text{см}^{-1}$ соҳасида KBr (250 мг KBr учун 1,5 мг ЮКЦ) таблеткаларида ҳавода тасвирга олинди.

Рентгенофазовий таҳлил DISCOVER D8 (Bruker) диффрактометрида, монохром $\text{CuK}\alpha$ -нурланиши ва LynxEye детекторидан фойдаланиб ўтказилди. Текшириш $2\theta = 5-80$ ҳарорат, $0,02$ даражали қадам, нуқтадаги тўпланиш 3σ ораликда амалга оширилди. Пропанни ароматик углеводородларга айлантириш жараёни атмосфера босимида, $6,0\text{ см}^3$ ҳажмда реакция ҳарорати $400-650\text{ }^\circ\text{C}$ ва ҳомашёнинг фазовий тезлиги 1000 соат^{-1} гача бўлган оқим орқали турғун катализатор ётқизиғи бўлган стенд типдаги жиҳозда ўрганилди.

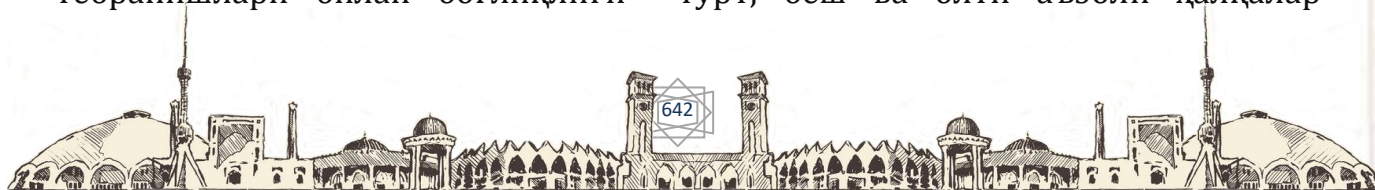
Олинган намуналарнинг кислотали хусусиятлари аммиакнинг ҳароратли дастурлаштирилган десорбция (ХДД) усули билан ўрганилди. Аммиак 100°C да олдиндан тайёрланган намунага адсорбиланди. Цеолит сиртидан аммиакнинг десорбсиланиши чизиқли қиздириш режимида 5 град / мин тезликда амалга оширилди. Катализаторлар кислотали марказларининг кучи термик десорбция эгри чизиғидаги максимум ҳарорат бўйича баҳоланди ва уларнинг концентрацияси аммиак миқдори билан, яъни десорбция пайтида десорбция чўққиларида десорбиланган аммиак миқдори билан аниқланди ва 1 г катализаторга нисбатан мкмолларда ифодаланди.

1-расмда ҳар хил ҳароратда куйдирилган Zn-Zr/ЮКЦ катализаторининг ИҚ-спектрлари келтирилган. Олинган маълумотлардан кўришиб турибдики, барча намуналарда цеолитга хос бўлган ютилиш чизиқлари тўплами мавжуд.



1-расм. Турли хил ҳароратларда: $550\text{ }^\circ\text{C}$; $650\text{ }^\circ\text{C}$; $750\text{ }^\circ\text{C}$; $850\text{ }^\circ\text{C}$ куйдирилган Zn-Zr / ЮКЦ катализаторининг ИҚ-спектрлари

$950-1250$ ва $420-500\text{ см}^{-1}$ частота диапазонидаги энг интенсив ютилиш чизиқлари тетраэдр ичидаги тебранишларга мос келади. Ютилиш чизиқлари $420-500\text{ см}^{-1}$ гача бўлган ораликда $\delta(\text{Si,AlO}_4)$ нинг деформацияли тебранишларига тааллуқли ҳисобланади. $550-560\text{ см}^{-1}$ оралиғидаги ютилиш чизиқлари $[\text{AlO}_4]$ и $[\text{SiO}_4]$ панжарадаги тетраэдрларнинг ташқи боғланишлари тебранишлари билан боғлиқлиги тўрт, беш ва олти аъзоли ҳалқалар

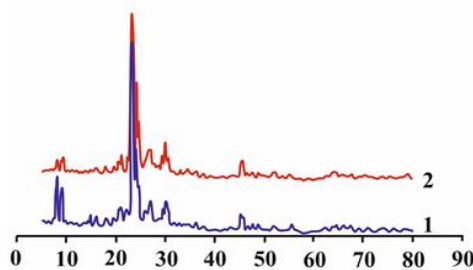




мавжудлигидан келиб чиқади. 1-расмдан кўриниб турибдики, ишлов бериш ҳарорати ортиши билан Zn-Zr /ЮКЦ катализаторининг ютилиш чизиқлари нисбатан юқори частотали соҳага силжишини кузатиш мумкин.

Ютилиш чизиқларидаги интенсивликларнинг 550 ва 450 см⁻¹, нисбати намуналарнинг тозалиги ва уларнинг кристалланиш даражаси ҳақида фикр юритиш имконини беради. Zn-Zr /ЮКЦ намунасининг (550°C) кристалланиш даражаси 89% ни ташкил этди, цеолитни 650°C да куйдириш кристалланиш даражасининг 81% гача камайишига олиб келади. Цеолитга ишлов бериш ҳароратининг янада ошиши унинг кристалланиш даражасининг сезиларли даражада ўзгаришига олиб келмайди ва 850°C ҳароратда куйдирилган намуна учун ҳам унинг қиймати 81%ни ташкил этди, бу эса рух ва цирконий алюминосиликатнинг юқори термик барқарорлигини кўрсатади.

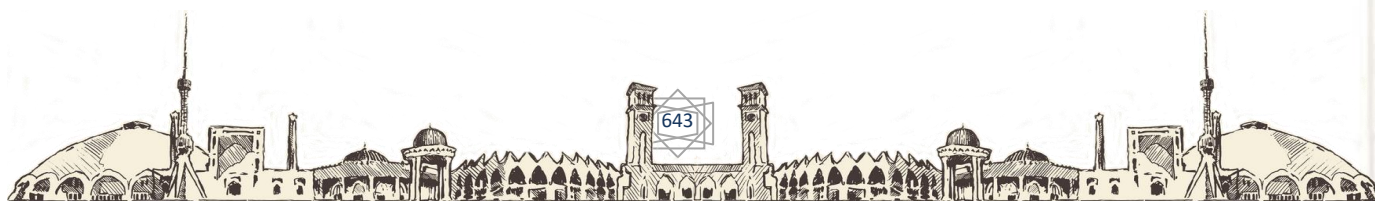
Юқори ҳароратда ишлов берилган Zn-Zr / ЮКЦ катализаторининг рентген фазали таҳлили натижалари 2-расмда кўрсатилган. Текширилган намуналарнинг дифрактограммаларида цеолит учун хос бўлган чизиқлар тўплами мавжуд.



2-расм. 550 ° C (1) ва 850 ° C (2) ҳароратда куйдирилган Zn-Zr / ЮКЦ катализаторининг рентгенограммалари

$2\theta = 6-50^\circ$ соҳада бир нечта диффракцион максимумнинг мавжудлиги яққол кўриниб турибди. 23,0, 24,0 ва 24,4° да энг интенсив триплет (учлик), 29,3 ва 29,6 °да ҳамда 45,0-45,5° да дублет чўққилар кузатилди. Рух ва цирконий алюминосиликатга ишлов бериш ҳарорати таъсирини ўрганиш шуни кўрсатдики, 750°C гача куйдирилганда намуна таркибида сезиларли ўзгаришлар бўлмайди.

Zn-Zr /ЮКЦ катализаторига ишлов беришга ҳароратнинг таъсирини ўрганиш натижалари пропаннинг ароматик углеводородларга айланиш жараёнининг фаоллиги ва селективлигига 1-жадвалда келтирилган.





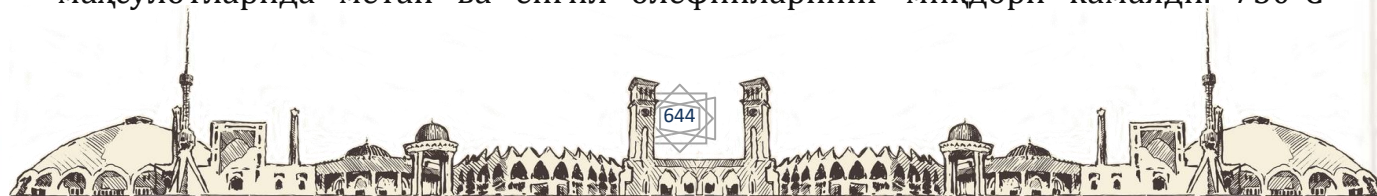
1-жадвал

Юқори температурали шароитда ишлов берилган Zn-Zr / ЮКЦ –даги
жараёнларнинг кўрсаткичлари, °С

	T, °C	X, %	A, %	Маҳсулот бўйича селективлик, % масс				
				H ₂	CH ₄	Алканлар C ₂ ⁻ C ₅	Алкенлар C ₂ ⁻ C ₄	Аренлар р
550	450	26	4,3	7,9	31,3	36,7	7,6	16,5
	500	67	33,7	5,6	26,9	12,9	3,6	53,0
	550	92	48,9	4,3	24,8	12,7	4,0	54,2
	650	94	50,1	4,4	25,1	13,5	5,4	52,8
650	450	33	5,3	6,7	37,5	34,1	5,6	16,1
	500	75	39,9	4,0	25,7	13,6	3,5	53,2
	550	95	52,9	4,3	24,6	12,3	3,1	55,7
	650	97	53,2	4,4	25,0	13,1	3,8	54,2
750	450	22	4,4	7,4	36,6	29,4	6,4	20,2
	500	62	29,2	5,2	29,9	13,5	4,6	46,8
	550	91	47,4	4,6	28,7	10,7	3,7	52,3
	650	98	48,1	4,9	29,6	13,4	3,2	48,9
850	450	9	1,9	7,6	21,2	34,8	15,8	20,6
	500	25	4,2	9,8	28,9	26,6	18,0	16,7
	550	67	33,7	5,0	16,1	12,8	12,7	54,6
	650	82	39,2	4,7	17,6	13,9	15,9	47,9

**Т- жараён температураси, Х-конверсия, А-Ароматик
углеводородларнинг чиқиши.**

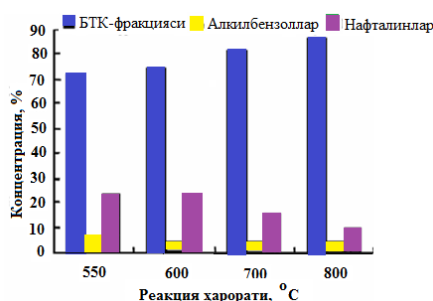
Келтириб ўтилган маълумотлардан кўриниб турибдики, Zn-Zr / ЮКЦ намунасида (550°C) пропаннинг сезиларли конверсияланиш реакцияси 440°C ҳароратда бошланади, 500°C ва ундан юқори ҳароратларда мақсадли маҳсулот –ароматик углеводородларнинг етарли даражада кўп ҳосил бўлишини кузатиш мумкин. Қўшимча маҳсулотлар газсимон углеводородлар - метан ва этан, кам миқдорда водород ва C₁-C₄ олефинлари ҳамда ароматик углеводородларга айланмаган пропандан иборат. Жараён ҳарорати ошиши билан пропан конверсияланиш даражаси ва ароматик углеводородлар ҳосил бўлиши селективлиги ошади. 650°C ҳароратда рух ва цирконий алюминосиликат (550°C) намунасида ароматик углеводородлар ҳосил бўлиш конверсияси ва селективлиги мос равишда 94 ва 52,8% га етади. Zn-Zr / ЮКЦ катализаторини 650°C ҳароратда куйдириш унинг умумий ва ароматловчи фаоллигининг ошишига олиб келади 500°C реакция ҳароратида, унда ҳосил бўлган ароматик углеводородлар миқдори рух ва цирконий алюминосиликат (550°C) намуналарига нисбатан 5,2% га ошади, 650°C да пропаннинг конверсияланиш даражаси 97% бўлганда, максимал қийматга (54,2%) етади. Реакция маҳсулотларида метан ва энгил олефинларнинг миқдори камаяди. 750°C





ҳароратда куйдирилган рух ва цирконий алюминосиликат намунаси учун катализатор ароматлаш фаоллигининг бир оз пасайиши кузатилади. Реакция ҳарорати 550°C бўлганида амалда пропаннинг бир хил конверсияланишида унинг таркибидаги ароматик углеводородларнинг чиқиши рух ва цирконий алюминосиликат намунаси (550°C) билан таққослаганда 3,9% га камаяди. 850°C ҳароратда ишлов берилган рух ва цирконий алюминосиликат намунаси учун пропан конверсияланиш даражасининг сезиларли пасайиши кузатилади, шу билан бирга унинг юқори ҳароратларда ароматлаш фаоллигининг анча юқорилиги сақланиб қолади. Шунингдек пропан учун 550°C да рух ва цирконий алюминосиликат намунасида ароматик углеводородлар ҳосил бўлиши селективлиги (850°C) пропаннинг 67% ли конверсияланиш даражасида 54,6%ни ташкил этади. Ушбу катализаторда ҳосил бўлган маҳсулотлар таркибида етарли миқдордаги C₁-C₄ олефинлар мавжуд бўлиб, жараён ҳароратининг 450 дан 650°C гача кўтарилиши билан уларнинг ҳосил бўлиш селективлиги 24,2% дан 12,7% гача ўзгариб туради. Бу 850°C да ишлов берилган Zn-Zr / ЮКЦ катализатори фаоллигининг протонли кислота марказлари иштирокида содир бўлаётган олигомерланиш реакциясининг пасайганлигидан далолат беради.

Пропаннинг конверсияланишида ҳосил бўлган суюқ маҳсулотлар таркибини текшириш натижалари рух ва цирконий алюминосиликат намуналарида асосан бензол, толуол ва ксилол (БТК фракцияси), C₈-C₁₀ таркибли алкилбензоллар, шунингдек таркибида нафталин ва унинг ҳосилалари бўлган юқори молекуляр ароматик бирикмалар ташкил этади. 3-расмда Zn-Zr / ЮКЦ катализаторини куйдириш температурасининг пропанни конверсиялаш натижасида ҳосил бўлган суюқ маҳсулотлар таркибига боғлиқлиги бўйича маълумотлар келтирилган.



3-расм. Ҳар хил ҳароратда куйдирилган Zn-Zr / ЮКЦ катализаторида 550 °C ҳароратда пропан конверсияси натижасида ҳосил бўлган суюқ маҳсулотлар таркиби

Кўриниб турибдики, рух ва цирконий алюминосиликатнинг барча намуналарида катта миқдордаги БТК фракцияси ҳосил бўлади ва унинг суюқ маҳсулотдаги улуши 68% дан ортиқни ташкил этади. Бундай ҳолда, Zn-Zr /ЮКЦ катализатори куйдириш ҳароратининг ошиши билан унинг катализдаги миқдори ортади ва 850°C ҳароратда куйдирилган рух





алюминосиликат намунасида бензол, толуол ва ксилолнинг умумий миқдори 89,6% гача етади. Рух ва цирконий алюминосиликатга ишлов бериш ҳароратининг кўтарилиши нафталин углеводородлари шаклланишининг сезиларли даражада пасайишига олиб келади, C₈-C₁₀ таркибли алкилбензолларнинг концентрацияси жуда кам ўзгаради.

Шундай қилиб, олинган натижаларга асосланиб, 650°C ҳароратда рух ва цирконий тутувчи катализаторга ишлов бериш пропаннинг конверцияланиш жараёнида унинг умумий ва ароматловчи фаоллигининг ошишига олиб келади, деган хулосага келиш мумкин ва 850°C ҳароратда ишлов берилгандан кейин катализаторнинг фаоллиги сезиларли даражада пасаяди, шу билан бирга унинг ароматик углеводородларга нисбатан селективлиги анча юқори эканлиги аниқланди.

ХУЛОСА

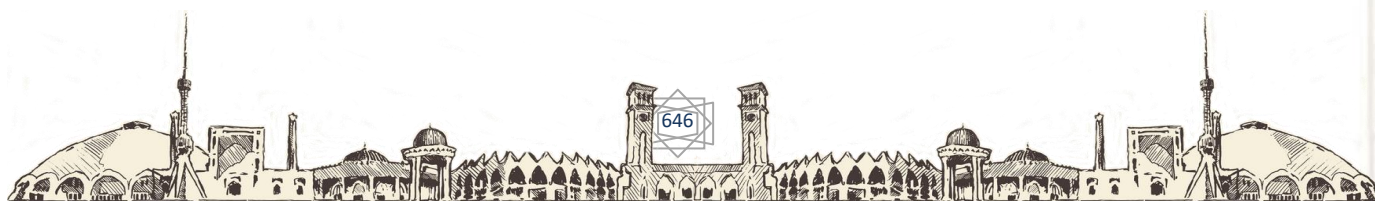
Шундай қилиб олиб борилган илмий-тадқиқот ишларининг натижалари асосида нефть йўлдош газларини каталитик ароматлаб ароматик углеводородлар олиш реакцияси ва физик-кимёвий асослари маҳаллий хомашёлар асосида олинган ЮКЦ ли катализаторларда оқимли каталитик қурилмада ўрганилди ва олинган натижалар асосида жараён боришининг мақбул шароити танланди. Олинган янги таркибдаги юқори унумдорлик ва селективликка эга бўлган ЮКЦ катализаторнинг каталитик фаоллиги нефть йўлдош газларини каталитик ароматлаш жараёнида тадқиқ этилди ва катализаторнинг текстур ва физик-кимёвий характеристикалари ўрганилди. (MoO₃)_x(ZnO)_y(ZrO₂)_z(B₂O₃)_k катализаторида C₁-C₄-алканларнинг каталитик ўзгариши: ароматик углеводородлар унуми ва селективлиги мос равишда 550°C да 36,4% ва 48,4% ни ташкил этади.

АДАБИЁТЛАР:

1. N.I.Fayzullaev., S.Yu.Bobomurodova. Laws of Catalytic Aromatization Reaction of C₁-C₄-Carbohydrates and Texture Characteristics of Catalysts//International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 04, 2020. P-7925-7934 .

2. N.I. Fayzullaev., S.Yu. Bobomurodova., L.M. Kurbanova., A.Yu. Buronov.The Physicochemical and Textural Characteristics of Catalysts in the Catalytic Aromatization Reaction of Propane- Butane Fractions// International Journal of Control and Automation Vol. 13, No. 4, (2020), pp. 888 – 896

3. Fayzullaev N.I., Bobomurodova S.Y., Xolmuminova D.A. Physico-chemical and texture characteristics of Zn-Zr/VKTS catalyst.// Journal of Critical Reviews.Vol. 7, Issue 7, -2020.P.. 917-920





4. N.I. Fayzullaev, S.Yu. Bobomurodova, G.A. Avalboev, M.B. Matchanova, Z.T. Norqulova. Catalytic Change of C₁-C₄-Alkanes. // International Journal of Control and Automation Vol. 13, No. 2, (2020), pp. 827 – 835

5. Fayzullayev N.I., S.M.Turobjonov. Catalytic Aromatization of Methane // International Journal of Chemical and Physical Science. -2015. -Vol. 4, No-4. P 27-34

6. S.Yu. Bobomurodova., N.I. Fayzullaev., K.A. Usmanova. Catalytic Aromatization of Oil Satellite Gases // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 5, (2020), pp. 3031 – 3039

7. Файзуллаев Н. И., Туробжонов С. М. Метан ва нефтингйўлдош газлари-ни каталитик ароматлаш // Кимё ва кимётехнологияси. 2015. – №. 2. Б. 3–11

8. Rasulov S.P., Mustafaeva G.P., Mahkmudova L.A. Perspective catalysts of aromatization of propane. Neftepererabotka i neftekhimia, 2012, no. 1, pp. 36– 41. (in Russian)

