



ZNO/ZRO₂-ZSM-5 KATALIZATORI ORQALI AROMATIK MODDALAR ISHLAB CHIQRISH

Qo'yboqarov Oybek Ergashovich

Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti

Annotatsiya: *Ishda qazib olinadigan yoqilg'idan foydalanish insoniyat tsivilizatsiyasining rivojlanishiga yordam bergan bo'lsa-da, CO₂ ning katta emissiyasi jiddiy ekologik muammolarni keltirib chiqardi. Shu sababli, CO₂ emissiyasini nazorat qilish XXI asrning asosiy muammolaridan biriga aylandi va uning atrof-muhitga salbiy ta'sirini yumshatish uchun shoshilinch ehtiyoj bor. Katalitik CO₂ konversiyasi istiqbolli yondashuvlardan biridir, chunki u yoqilg'i va kimyoviy moddalarni ishlab chiqarish uchun barqaror yondashuvni taklif qiladi, shuningdek, qayta tiklanmaydigan energiya manbalariga qaramlikni kamaytirishga yordam beradi.*

kalit so'zlar: *CO₂ gidrogenatsiyasi, metan, is gazi, vadorod, sintez gaz, nekil, kobalt, katalizator, oksidlash, suv bug'i.*

Kirish

So'nggi o'n yilliklarda CO₂ gidrogenatsiyasi [1-7], metan [8-10], metanol [11-16], uglerod oksidi [17] kabi turli xil C1 mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun samarali texnologiyalarni ishlab chiqish uchun katta kuch sarflandi. chumoli kislotasi [18]. So'nggi paytlarda CO₂ ni suyuq yoqilg'iga [19,20] va quyi olefinlarga [21,22] gidrogenlash ham katta yutuqlarga erishdi, bu CO₂ dan foydalanish chegarasini oshiradi. Xushbo'y moddalar asosan polimerlar ishlab chiqarish uchun ishlatiladi, bu esa tovar neft-kimyo bozorining uchdan bir qismini tashkil qiladi. Benzol hosilalari, poliestер tolalari va qatronlariga jahon miqyosida talab yiliga 6% ga tez o'sib bormoqda. Hozirgi kimyo sanoatida aromatik moddalarni ishlab chiqarish asosan neftga tayanadi. Neftning kamayishi va talab va taklif o'rtasidagi tafovut muqobil uglerod manbalaridan aromatik moddalarni sintez qilish bo'yicha yangi strategiyani talab qiladi [23-29]. CO₂ ning metanol oraliq mahsuloti orqali aromatik moddalarga



bir marta aylanishi doimiy ravishda ortib borayotgan CO₂ darajasi bilan bog'liq "3R" (kamaytirish, qayta ishlatish va qayta ishlash) muammosini hal qilishning, shuningdek, talab va taklif o'rtasidagi ziddiyatni hal qilishning istiqbolli usuli hisoblanadi. aromatik moddalar, bu g'alaba qozonish sxemasini yaratadi. CO₂ni metanolga aylantirish yuqori bosim va past haroratda (473-573 K) termodinamik jihatdan qulaydir, metanoldan aromatik moddalarga (MTA) reaksiya odatda past bosim (atmosfera) va yuqori haroratni (673-823 K) talab qiladi. Shu sababli, CO₂ ning aromatik moddalarga bir martalik konversiyasi CO₂ dan metanol va MTA ga alohida ishlaydigan ikki bosqichli jarayonda murakkab jarayon dizaynidan qochishga yordam beradi. Shuningdek, u CO₂ ning muvozanat konversiyasini termodinamik ravishda o'zgartirishi mumkin [30]. Metall katalizatorlar (Pd, Au, Cu va boshqalar) CO₂ dan metanol ishlab chiqarish uchun yuqori faol katalizatorlar vakillari bo'lgan [31-33]. Yaqinda tadqiqotchilar metall oksidlari (In₂O₃, Ga₂O₃ va boshqalar) ham yuqori faollikka ega ekanligini aniqladilar [13,34,35]. Shuni ta'kidlash kerakki, metall oksidlari yuqori haroratlarda ko'pincha metanol selektivligini ko'rsatadi, bu esa MTA qulay bo'lgan reaksiya sharoitida metanolni sintez qilish imkonini beradi. Zeolit ZSM-5 bir hil faol joylarni, bir xil gözenek tuzilishini, aniq kislota kuchi va sozlanishi kislota miqdorini ta'minlashda foydalidir va u metanoldan uglevodorodlarga (MTH) kabi uglerod zanjiri o'sish reaksiyasini katalizlashga qodir [36-39]]. Shuning uchun, aromatik moddalarga bir martalik CO₂ gidrogenatsiyasi muammosini hal qilish uchun bizning strategiyamiz metall oksidi va zeolitdan iborat tandem katalitik tizimni ishlab chiqishdan iborat bo'lib, unda CO₂ faollashuvi va CeC ulanish reaksiyasi ketma-ket ikki xil turdagi faol joylarda sodir bo'lishi mumkin. zanjir o'sishi uchun oraliq sifatida CH₃OH bilan. Reaksiya yo'lining bunday dizayni ikkita mustaqil faol maydonni aniq moslashtirish va zeolit kanallarining shakli-selektiv ta'siri bilan maqsadli mahsulotlarni yuqori tanlangan ishlab chiqarish uchun foydalidir. Ushbu strategiya yordamida biz metanol sintezi uchun faol komponent sifatida noyob gidrogenlash qobiliyatiga va sirt vodorod turlarining boshqariladigan zichligiga ega ZnO ni tanladik [23,40] Bundan tashqari, oksid qo'llab-quvvatlashining kislorodni saqlash qobiliyati CO₂, CO va H₂O kabi kichik kislorod o'z ichiga olgan molekulalarning



faollashishi bilan bog'liq [34,35,41-43] Shu nuqtai nazardan, CO₂ [10,15,44] adsorbsiyasi va faollashuviga yordam berish uchun tegishli kislorod saqlash sig'imi bo'lgan ZrO₂ tanlangan. Shuning uchun ZnO / ZrO₂ katalizatori yuqori haroratda CO₂ gidrogenatsiyasidan metanol sintezi uchun tanlangan, bu erda MTA reaksiyasi bilan bog'lanish uchun qulaydir va yon mahsulotlarning shakllanishi va past uglerodli olefinlarning ikkilamchi gidrogenatsiyasini inhibe qilish mumkin [15,23] Ushbu ishda biz CO₂ ni ~70% selektivlikka ega aromatik moddalarga gidrogenlash uchun ZnO / ZrO₂-ZSM-5 tandem katalizatorini muvaffaqiyatli qurdik. Reaksiya sharoitlari va zeolitning kislotaliligining katalitik ko'rsatkichlarga ta'siri batafsil o'rganildi. Hozirgi ish faollik va selektivlikni boshqarish uchun tandem katalizatorlarining oqilona dizayniga yoritib beradi, bu esa CO₂ ni ilgari erishib bo'lmaydigan yo'l orqali ishlatish uchun yangi yo'l ochadi.

Tadqiqot usuli:

ZnO/ZrO₂ boshlang'ich nam emdirish orqali sintez qilindi usul. Birinchidan, qo'llab-quvvatlovchi zirkoniya Zn (NO₃)₂·6H₂O ning suvli eritmasi bilan singdirildi. Bir kechada 373 K haroratda quritilganidan so'ng, mahsulot 6 soat davomida 673 K haroratda statik havoda kaltsiylangan. Olingan katalizator ZnO/ZrO₂ deb belgilandi.

Nano o'lchamdagi S-1 kristalli urug'ining sintezi.

Nano miqyosdagi Silikalit-1 (S-1) kristalli urug'i gidrotermik usul yordamida tayyorlangan, kremniy manbai sifatida tetraetoksisilan (TEOS, analitik reagent (AR)), tetrapropilammoniy gidroksid (TPAOH, natriy va kaliy miqdori kamroq bo'lgan). 5 ppm dan ortiq) shablon sifatida ishlatilgan va asos sifatida natriy gidroksid (NaOH, AR) ishlatilgan. Molyar tarkibi 1,000TEOS: 0,172TPAOH: 0,008NaOH: 30,420H₂O edi. 308 K haroratda 6 soat aralashtirgandan so'ng, aralashma 3 kun davomida 373 K haroratda teflon qoplamali zanglamaydigan po'latdan yasalgan avtoklavga joylashtirildi. Olingan eritma keyingi ishlovsiz ZSM-5 sintezi uchun ishlatilgan.

Z5-AT sintezi.

ZSM-5 gidrotermik usulda tayyorlangan, kremniy manbai sifatida silika dioksidi (30 og'irlik%), alyuminiy manbai sifatida Al₂ (SO₄)₃·18H₂O, shablon sifatida nano o'lchovli S-1 kristali va natriy gidroksid (NaOH) dan foydalanilgan. asos



sifatida. Odatda, 1,90 g NaOH 50,8 ml deionizatsiyalangan suv va 1,59 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ dan iborat eritma bilan aralashtiriladi va hosil bo'lgan aralashma 308 K haroratda 5 daqiqa aralashtiriladi, so'ngra 5,10 g kabi qo'shiladi. -sintezlangan nano o'lchamdagi S-1 kristalli urug'lik eritmasi. Yuqoridagi aralashma 308 K haroratda 5 daqiqa va 12,75 g silika dioksidi (30 og'irlik%) qo'shilgandan keyin yana 4 soat aralashtiriladi. Aralash teflon qoplamali zanglamaydigan po'latdan yasalgan avtoklavga 6 soat davomida 483 K haroratda joylashtirildi. Zeolit mahsuloti filtrlanadi va deionizatsiyalangan suv bilan yaxshilab yuviladi, 10 soat davomida 373 K da quritiladi. Shablon 6 soat davomida 813 K haroratda statik havoda kalsinatsiya qilish yo'li bilan olib tashlandi. ZSM-5 1,0 M NH_4NO_3 eritmasi bilan 353 K da 2 soat davomida ion almashinuvi orqali olingan. Mahsulot filtrlanadi va deionizatsiyalangan suv bilan yaxshilab yuviladi, 373 K haroratda 10 soat davomida quritiladi. Mahsulot 4 soat davomida 813 K haroratda statik havoda kaltsiylangan, bundan keyin Z5 deb nomlanadi. Ishqoriy ishlov berilgan ZSM-5 Z5 ni 0,6 M NaOH eritmasi bilan 353 K da 1 soat davomida ishlov berish orqali tayyorlandi. Mahsulot neytral holga kelgunga qadar deionizatsiyalangan suv bilan yuvildi va Z5-AT ZSM-5 ning ion almashinuv jarayoniga mos keladigan ion almashinuvi orqali olindi.

Z5-x sintezi.

Turli alyuminiy tarkibiga ega ZSM-5 kremniy manbai sifatida TEOS va alyuminiy manbai sifatida $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ yordamida tayyorlangan; Shablon va asos sifatida tetrapropilammoniy gidroksid (TPAOH, 1,2 M) ishlatilgan. Aralashmaning molyar tarkibi 1TEOS: 0,27TPAOH: $n\text{Al}_2\text{O}_3$: $67\text{H}_2\text{O}$ ($n = 0,005, 0,00167, 0,00125, 0,000833$ va $0,000625$) edi. 6 soat davomida 308 K haroratda aralashtirgandan so'ng, aralashma 3 kun davomida teflon bilan qoplangan zanglamaydigan po'latdan yasalgan avtoklavga 443 K haroratda joylashtirildi. Zeolit mahsuloti filtrlanadi va yaxshilab yuviladi deionlangan suv, 373 K da 10 soat quritilgan. Z5-100, Z5-300, Z5-400, Z5-600 va Z5-800 statik havoda 813 K haroratda 6 soat davomida kalsinlash yo'li bilan olingan. Z5-50 yuqorida aytib o'tilgan shunga o'xshash usul bilan tayyorlangan va aralashmaning molyar tarkibi 1TEOS: 0,47TPAOH: $0,01\text{Al}_2\text{O}_3$: $64\text{H}_2\text{O}$. Ishqoriy ishlov berilgan ZSM-5-300 Na_2CO_3 va TPAOH eritmasi (0,1 M TPAOH, 0,2 M



Na_2CO_3) bilan 353 K da 2 soat davomida tayyorlandi va neytral holatga qadar deionlangan suv bilan yuvildi. Namuna NaZ5-300-AT sifatida belgilangan. Z5-300-AT 1 soat davomida 353 K da 1,0 M NH_4NO_3 eritmasi bilan uchta takroriy ion almashinuvi natijasida olingan. Mahsulot filtrlanadi va deionizatsiyalangan suv bilan yaxshilab yuviladi, 10 soat davomida 373 K da quritiladi, nihoyat, Z5-300-AT ammoniy shakli namunalarini 813 K da 4 soat davomida kalsifikatsiya qilgandan so'ng olindi.

Tandem katalizatorlarini tayyorlash.

Tandem katalizatori odatda "chang aralashtirish" orqali tayyorlanadi. Ikki komponent, ya'ni ZnO/ZrO_2 va zeolit (Z5, Z5-AT, S-1, Z5-x, Z5-x-AT) 1:2 da qattiq massa nisbati bilan 10 daqiqa davomida ohak va pestle aralashtirildi (maxsus ko'rsatmalar bundan mustasno). Chang aralashmasi presslangan, maydalangan va 20-40 mesh (ya'ni, 380-830 mkm) gacha elakdan o'tkazilgan va natijada olingan katalizator $\text{ZnO} / \text{ZrO}_2$ -zeolit deb belgilangan.

Katalizatorning xarakteristikasi.

Katalizatorlarning rentgen nurlanishining (XRD) naqshlari Rigaku SmartLab (9) difraktometri yordamida CuK α nurlanish manbasi yordamida 0,02 ° qadam o'lchamida va 8 ° min⁻¹ skanerlash tezligida 5 ° va 80 ° oralig'ida qayd etilgan. Kristallit fazalari diffraksiyani solishtirish orqali aniqlandi chang standartlari bo'yicha qo'shma qo'mitasining ma'lumotlari bilan naqshlar (JCPDS). Skanerli elektron mikroskop (SEM) tasvirlari 5 kV tezlanish kuchlanishiga ega sovuq maydon emissiyasi Hitachi SU8200 asbobida olingan. Transmissiya elektron mikroskopiya (TEM) tasvirlari 100–300 kV tezlanish kuchlanishiga ega Tecnai G2 20 S-twin asbobi (FEI kompaniyasi) yordamida olingan. 77 K da N₂ adsorbsion izotermalar QUADRASORB SI analizatorida to'plangan. O'lchovdan oldin namunalar vakuumda 573 K haroratda 6 soat davomida gabsizlandi. BET sirt maydoni BET usuli bilan hisoblab chiqilgan. Taxminan 100 mg katalizator geliyda 773 K da 1 soat davomida faollashtirilgan. 373 K ga sovutilgandan so'ng, etarli adsorbsiya uchun 8% NH₃ / 92% aralash gaz U ishladi. Keyinchalik, namuna 1 soat davomida 393 K haroratda He ta'sir ettirildi. TPD profillari 393 K dan 923 K gacha bo'lgan 10 K min⁻¹ isitish tezligida



olingan. Desorbsiyalangan ammiak issiqlik o'tkazuvchanlik detektori yordamida aniqlangan. Piridin (Py) adsorbsiyasi infraqizil Furiye transformatsiyasi spektroskopiyasi yordamida amalga oshirildi va spektrlar 4 sm^{-1} o'lchamdagi EQUINOX55 Fourier transform infraqizil spektrometrida (FT-IR) to'plandi. Namunalarning termogravimetrik tahlili (TGA) SDT Q600 termal gravimetrik analizatorida (TA Instruments, AQSh) harorat oralig'i xona haroratidan 1073 K gacha bo'lgan havoda 10 K min^{-1} rampa tezligida amalga oshirildi.

Katalitik baholash.

CO_2 gidrogenatsiyasida kataliz sinovlari doimiy oqimli, yuqori bosimli va kvars trubkasi qoplamali (ichki diametri, $7,8 \text{ mm}$) statsionar qatlamli reaktorda o'tkazildi.

Odatda, agar boshqacha ko'rsatilmagan bo'lsa, oksid / Zeolit = $1/2$ (massa nisbati) bilan $0,75 \text{ g}$ kompozit katalizator ($20\text{-}40 \text{ mesh}$) ishlatilgan. Reaktor $3,0 \text{ MPa}$ sof H_2 da reaksiya haroratiga qizdirilgach, reaktorga reaktiv gaz aralashmasi, $\text{H}_2/\text{CO}_2/\text{N}_2$ ($63/21/16$) kiritildi. Reaktiv gaz aralashmasining oqimi 60 ml min^{-1} da doimiy bo'lib qoldi. Mahsulotlar onlayn gaz xromatograflari (GC) tomonidan tahlil qilindi.

(Agilent 7890B). N_2 , CO , CO_2 va CH_4 ikkita Porapak Q ustunli va molekulyar elak 5 A ustunli TCD yordamida tahlil qilindi. Organik birikmalar, jumladan, uglevodorodlar va oksigenatlar, HP-PLOT-Q ustunli va HP-PLOT Al_2O_3 ustunli olov ionizatsiyasi detektori (FID) yordamida tahlil qilindi. CO selektivligi $\text{C-mol}\%$ birligi bilan umumiy uglerod mollari asosida hisoblab chiqilgan, boshqa uglerod o'z ichiga olgan mahsulotlar, shu jumladan uglevodorodlar va kislorodlar taqsimoti esa har bir mahsulotning umumiy mollarga nisbatan nisbiy nisbati asosida hisoblangan. CO dan tashqari C o'z ichiga olgan mahsulotlarning. Turli reaksiyalarning uglerod balansi barcha reaksiyalar uchun 98% dan ortiq deb hisoblangan. Katalitik ma'lumotlar, agar boshqacha ko'rsatilmagan bo'lsa, kamida 4 soat oqim vaqtidan (TOS) keyin to'plangan.

CO_2 konversiyasi tenglama bilan hisoblangan. (1):

$$\text{CO}_2 \text{ conversion } (\%) = \frac{\text{CO}_{2\text{in}} - \text{CO}_{2\text{out}}}{\text{CO}_{2\text{in}}} \times 100\%$$

bu erda CO₂ kirish va chiqish CO₂

ning mos ravishda kirish va chiqishdagi molyar ulushini ifodalaydi.

CO selektivligi tenglamaga muvofiq hisoblab chiqilgan.

$$\text{CO selectivity } (\%) = \frac{\text{CO}_{\text{out}}}{\text{CO}_{2\text{in}} - \text{CO}_{2\text{out}}} \times 100\%$$

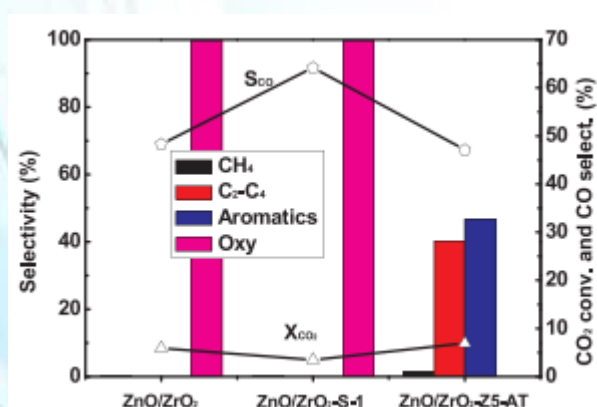
bu erda CO chiqishi CO ning chiqishdagi molyar ulushini ifodalaydi.

Boshqa C o'z ichiga olgan mahsulot taqsimoti (CO tashqari) tomonidan berilgan

Eq. (3):

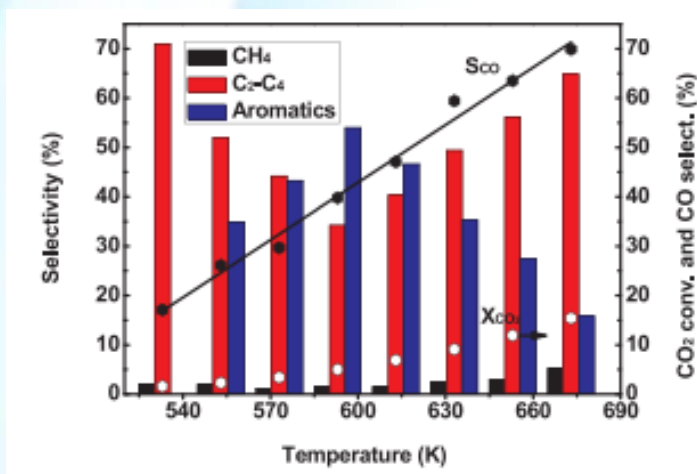
$$C_i \text{ product selectivity} = \frac{\text{Mole of } C_i \text{ product} \times i}{\sum_{i=1}^n \text{Mole of } C_i \text{ product} \times i} \times 100\%$$

Natijalar va muhokama: SEM va TEM morfologiyasini tavsiflash uchun ishlatilgan ZnO/ZrO₂ katalizatori. S2a-c-rasm ZnO/ZrO₂ katalizatorida o'rtacha og'irligi ~26 nm bo'lgan monodispers zarrachalar borligini ko'rsatadi. S2d-rasmdagi XRD namunasi monoklinik tsirkoniyaga xos bo'lgan 28,1 ° va 31,5 ° markazlarida joylashgan ikkita diffraksiya cho'qqisini ko'rsatadi. ZnO diffraksiya cho'qqisi uning past yuklanishi va / yoki kichik zarracha hajmi tufayli yo'q edi. ZnO/ZrO₂ namunasi 30 m² g⁻¹ o'ziga xos sirt maydoniga ega bo'lib, zarrachalar o'rtasida formatlangan bo'shliq teshiklari tufayli yuqori P/P0 da sezilarli N₂ adsorbsiyasiga ega bo'lgan aniq I turdagi histerezisni ko'rsatadi (S2e-rasm).

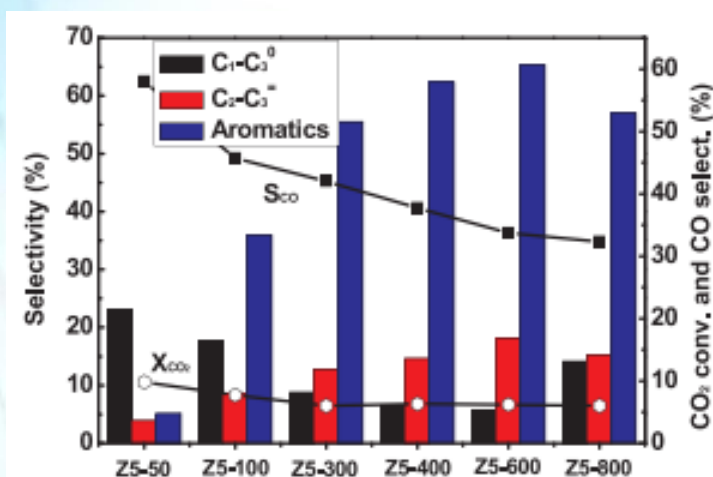


1-rasm. Ikki komponentning reaksiyadagi roli (Tanlovlilik CO dan tozalangan mahsulotlarni taqsimlashni bildiradi). Reaksiya shartlari: katalizator og'irligi 0,25 g

ZnO/ ZrO₂ + 0,50 g Z5-AT (S-1) yoki 0,25 g ZnO/ZrO₂; 613 K; H₂/CO₂ = 3:1; 3 MPa; 60 sm³ min⁻¹



2-rasm. Haroratning katalitik ko'rsatkichlarga ta'siri (Tanlash uglevodorodlarning taqsimlanishiga tegishli). Reaksiya shartlari: katalizator og'irligi 0,25 g ZnO/ ZrO₂ + 0,50 g Z5-AT; H₂/CO₂ = 3:1; 3 MPa; 60 sm³ min⁻¹



3-rasm. Si/Al nisbatlarining katalitik samaradorlikka ta'siri (selektivlik uglevodorodlarning taqsimlanishini bildiradi). Reaksiya shartlari: katalizator og'irligi 0,25 g ZnO/ ZrO₂ + 0,50 g Z5-x (5 daqiqa davomida maydalash aralashtirish); 613 K; H₂/CO₂ = 3:1; 3 MPa; 60 sm³ min⁻¹ TOS = 9 soat

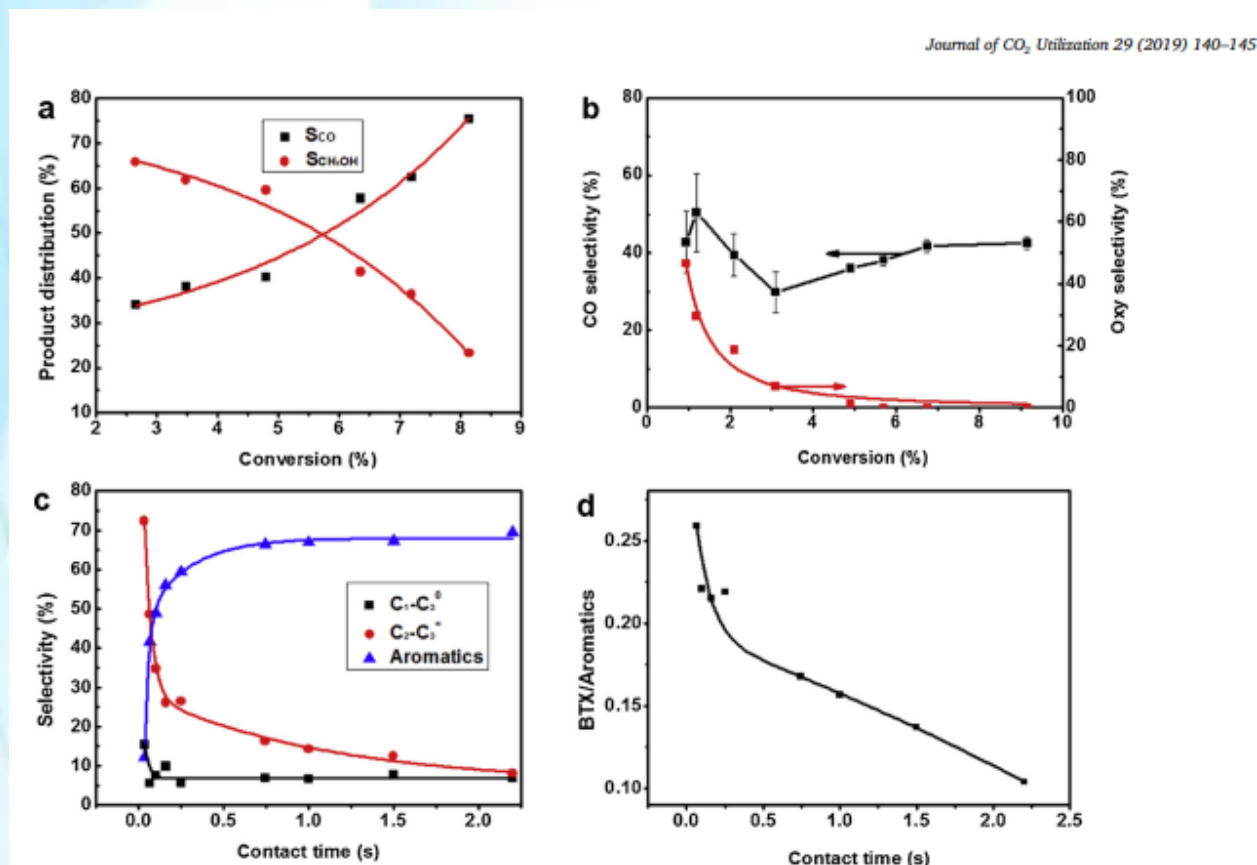
S2f, ZnO/ZrO₂-rasmdagi TPR profillari 473 K da vodorod iste'moli cho'qqisini ko'rsatadi, bu ZnO ishtirokida kislorod bo'shligining yanada oson shakllanishiga mos keladigan ZrO₂ dan ancha past. Z5-AT past haroratli gidroksidi ishlov berish natijasida qisman mikrog'ovak strukturaning yo'q qilinishi bilan bog'liq bo'lgan aniq mezoporoz taqsimoti va histerezis halqasini ko'rsatadi (S3b, d-rasm). Z5tipik MFI topologiyasini baham ko'ring (Fig. S7a), o'xshash BET sirt maydoni va

mikropore

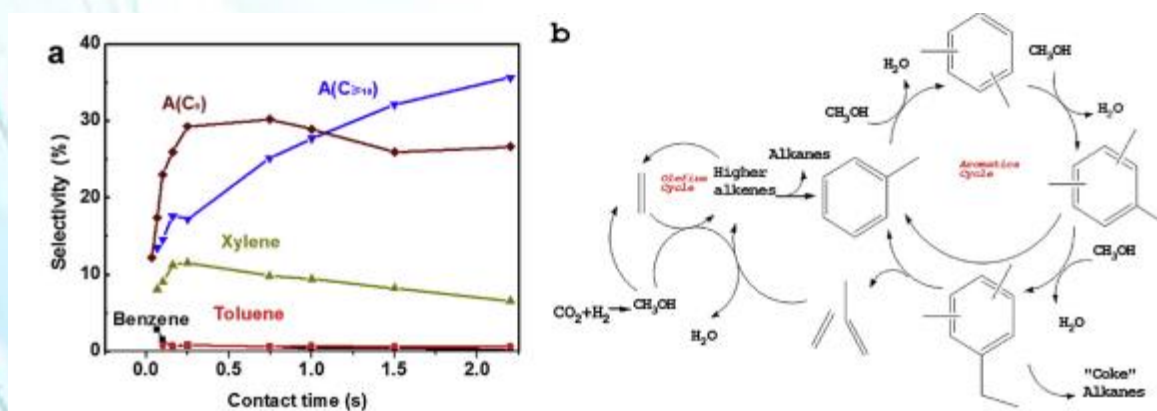
hajmi

(jadval

S3).



4-rasm. (a) CO₂ konversiyasining mahsulotning ZnO/ZrO₂ katalizatorida taqsimlanishiga ta'siri (chang namunasi). (b) CO₂ konversiyasining ZnO/ZrO₂-Z5-300 katalizatorida CO va Oksi (CO ni kuting) selektivligiga ta'siri. (c) ZnO/ZrO₂-Z5-300 katalizatorida uglevodorodlarning tarqalishiga aloqa vaqtining ta'siri. (d) aromatik moddalardagi BTXga aloqa vaqtining ta'siri. Reaksiya shartlari: 613 K; H₂/CO₂ = 3:1; 3 MPa; 60 sm³ min⁻¹.



5-rasm. (a) Uglevodorodlardagi individual aromatikning kontakt vaqtiga bog'liqligi. Reaksiya shartlari: katalizator og'irligi, 0,02-1,33 g; 613 K; H₂/CO₂ =



3:1; 3 MPa; 60 sm³ min⁻¹ (b) tandem katalizatori orqali CO₂ ni aromatizatsiya qilish uchun tavsiya etilgan uglevodorod hovuzi mexanizmi.

Xulosalar.

Xulosa qilib aytganda, biz CO₂ dan aromatik moddalarni bir martalik sintez qilish uchun ZnO/ZrO₂-ZSM-5 tandem katalizatorini tayyorladik, bunda ZnO/ZrO₂ CO₂ ning metanolga gidrogenatsiyasi uchun javob beradi va ZSM-5 keyingi CeC ulanish reaksiyasi va aromatizatsiyasi uchun javobgardir. . Uglevodorodlardagi aromatik moddalarning selektivligi 613 K da 9% CO₂ konversiyasi bilan 70% ga etadi, kiruvchi CH₄ ning selektivligi esa 1% dan kam. ZSM-5 dagi tegishli kuchli kislota joylari, mos reaksiya harorati va aloqa vaqti yuqori, tanlab olingan aromatik moddalarni ishlab chiqarish uchun ajralmas hisoblanadi. Ushbu ish CO₂ ni aromatik moddalarga samarali aylantirish uchun tandem katalizatorlarini loyihalashda muhim ahamiyatga ega.

Adabiyotlar

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 Al_2O_3 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 CO-FE-NiZrO₂/ВКЦ (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. О.Э.Куйбокаров. Контроль качества препарата самарий153sm-оксобифор
Universum: технические науки. Выпуск: 3 (120) март 2024 год.
13. Qo‘yboqarov O.E. Metanni karbonatli konversiyalanishi Sanoatda raqamli
texnologiyalar 2(1). (2024).
14. Oybek Kuybokarov, Muradulla Karshiyev, Ganisher Rakhimov, Research of the
catalytic properties of a catalyst selected for the production of high-molecular weight
liquid synthetic hydrocarbons from synthesis gas E3S Web Conf. III International
Conference on Actual Problems of the Energy Complex: Mining, Production,
Transmission, Processing and Environmental Protection (ICAPE2024) Volume 498,
2024.