



CO₂ NI OLEFINGA BOY C₂+ UGLEVODORODLARGA SELEKTIV GIDROGENLASH UCHUN BIMETALIK Fe-Cu KATALIZATORLARI

Qo'yoqarov Oybek Ergashovich

Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti

Annotatsiya: CO₂ gidrogenatsiyasidan engil olefinlarning to'g'ridan-to'g'ri oziqlanishi uning CO₂ emissiyasini kamaytirishdagi muhim rolga katta qiziqish uyg'otdi. Biz bu yerda sezilarli darajada samarali, mustahkam va ko'p funktsiyali NiCu/CeO₂-YUKS katalizatorini o'rganamiz, CO₂ni selektivligi 78,2% gacha (C₂H₄ ¼ 22,7%, C₃H₆ ¼ 35,5% va C₄H₈ %) ¼ 18 .4 ga to'g'ridan-to'g'ri engil olefinlarga aylantira oladi. Optimal reaksiya sharoitida CO selektivligi 65% dan past bo'ladi. Katalizatorning fizik-kimyoviy tavsifi BET, NH₃-TPD, H₂-TPR, XRD, TEM va SEM usullari yordamida amalga oshirildi. YUKS va NiCu/CeO₂ ning rentgen nurlari diffraktsiya naqshlari bilan solishtirganda, kompozitsion ikkala namunaning barcha xarakterli rentgen nurlari diffraktsiya cho'qqilarini ko'rsatdi. Bundan tashqari, bizning ishlab chiqilgan gibrid katalizatorimiz ham foydali katalitik barqarorlikka ega, u 90 soat davomida aniq faollikni yo'qotmasdan ishlashi mumkin.

kalit so'zlar: metan, is gazi, vadorod, sintez gaz, nekil, cobalt, katalizator, oksidlash, suv bug'i.

Kirish

Karbonat angidrid yaqinda atrof-muhitning yomonlashishiga olib kelgan muhim ifloslantiruvchi hisoblanadi. Xususan, CO₂ nafaqat issiqxona gazi, balki engil olefinlar kabi bir qator yuqori sifatli mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun uglerod manbai sifatida ishlatilishi mumkin [1-7] Pastki olefinlar (C₂H₄ va C₃H₆) turli xil kimyoviy moddalarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan asosiy neft-



kimyo qurilish bloklaridir [8-13] Biroq, karbonat angidrid, albatta, uglerod va kislorod o'rtasidagi qo'sh aloqalar tufayli barqaror molekula bo'lib, uni kimyoviy jihatdan inert qiladi. Shunga ko'ra, CO₂ faollashuvi karbonat angidrididan foydalanishda sezilarli muvaffaqiyat bo'lib ko'rinadi. CO₂ ning engil olefinlarga gidrogenlash mexanizmlariga kelsak, odatda ikkita reaksiya yo'li tan olinadi: MTO (metanol vositachiligidagi reaksiya) va modifikatsiyalangan Fisher-Tropsch sintezi (CO vositachiligidagi reaksiya) O'zgartirilgan Fisher-Tropsch sintez usulida CO₂ birinchi navbatda teskari suv gazining siljishi (RWGS) yordamida karbon monoksitga aylanadi va keyin o'zgartirilgan Fisher-Tropsch sintez usuli yordamida quyi olefinlarga vodorodlanadi [14-19]. Metanol jarayonida CO₂ va H₂ gibril katalizator tomonidan metanolni sintez qilish uchun so'riladi va keyin engil olefinlarga aylanadi [20-25]. Modifikatsiyalangan FT katalizatorlarida olefinlarning selektivligi odatda 60% dan kam, chunki Anderson-Shults-Flori taqsimoti cheklangan [26]. Biz metanol yordami jarayoni (MTO) bu cheklovni ikki funksiyali katalizator yordamida engib o'tishini kutamiz. InZr- YUKS da olefin selektivligi 9 l g 1 soat 1, 380 ° C va 20 bar bo'lgan kosmik tezlikda CO₂ konversiyasi 26,2% bilan 74,5% ga yetdi. ZnZr- YUKS dan foydalanganda CO₂ konversiyasi 380 °C haroratda va 20 bar bosimda 80% selektivlik bilan 13% ni tashkil etdi [27]. Nikel bilan bog'langan mis kabi metallarning kiritilishi CO₂ dan CH₃OH sintezi uchun katalizatorlarni sintez qilishning yana bir usuli hisoblanadi [28,29]. O'zining noyob xususiyatlari tufayli o'tish metallari ko'pincha sof o'tish metallari bilan solishtirganda geterogen katalitik jarayonlarda qo'llaniladi [30]. Ni-Cu qotishmalari hozirgi vaqtda CH₄/C₂H₅OH/C₂H₆O bug'ini qayta ishlash, CH₄ gidrogenatsiyasi va karbon monoksit, karbonat angidrid va C₄H₆O₄ yordamida parchalanish+ jarayonlari kabi bir qancha kimyoviy jarayonlar uchun katta qiziqish uyg'otadi. +[29,31-34]. Shu bilan birga, metall oksidlaridan (Al₂O₃, CeO₂, MnO₂ va La₂O₃) tayanch sifatida foydalanish katalitik selektivlikni hamda faollikni yaxshilashi hujjatlashtirilgan [30,35-38]. Misol uchun, CeO₂ asosidagi Ni



katalizatori metall va tayanch o'rtasidagi kuchli o'zaro ta'sir orqali Ni ning CeO₂ bilan o'zgartirilgan elektron xususiyatlari tufayli yuqori selektivlikni (99%) ko'rsatdi. [36] Ma'lumki, metanolni konvertatsiya qilish jarayonida tsexit katalizatorida C-C bog'lanishlari, masalan, quyi olefinlar paydo bo'lishi mumkin [39-42]. Zeolitlar allaqachon turli sohalarda mutlaqo foydali adsorbentlar, katalizatorlar va ion almashinuvchilar sifatida keng qo'llanilmoqda [43-51]. Ushbu zeolitlar orasida YUKS o'zining maxsus CHA qafas ramkasi (9,4 Å) [52], shuningdek, o'rtacha kislotaliligi [43,46,53] tufayli mukammal katalitik ko'rsatkichlarni ko'rsatdi, bu esa unga mukammal katalitik ko'rsatkichlarni namoyish etish imkonini beradi [39], 40.54]. Ushbu ishda biz birinchi marta CO₂ ni to'g'ridan-to'g'ri quyi olefinlarga aylantiradigan NiCu / CeO₂ va YUKS zeolitning yuqori samarali gibrid katalizatorini ishlab chiqdik. Ushbu bifunksional katalizatorida NiCu/CeO₂ yuzasida ishlab chiqarilgan metanol g'ovakli YUKS zeolitida in situ quyi olefinlarga aylantirilishi mumkin. Gaz kosmik tezligi (SV), reaksiya harorati va H₂ / CO₂ nisbatidan tashkil topgan ish sharoitlarining CO₂ ning quyi olefinlarga aylanishiga ta'siri keng o'rganilgan. Bundan tashqari, gibrid katalizatorlarning barqarorligi eng yaxshi holatlarda o'lchandi.+

Katalizator sintezi

Maxsus preparatda NiCu/CeO₂ katalizatori birgalikda cho'ktirish usuli bilan sintezlanadi. Birinchidan, 12 mmol Ce(NO₃)₃·6H₂O distillangan suvda (DV) eritildi. Keyin, 15% KOH (massa bo'yicha) va Ni(NO₃)₂ va Cu(NO₃)₂ ning 0,05 M eritmaları bir vaqtning o'zida 85 ° C haroratda va doimiy aralashtirishda qo'llanildi. Eritmaning pH qiymati 11 da saqlanadi. Olingan cho'kma 80 ° C da aralashtirish bilan 36 soat davomida hazm qilindi. Olingan qattiq kaliy aralashmalarini olib tashlash uchun bir necha marta DW bilan yaxshilab yuviladi, keyin 110 ° C da 10 soat davomida havoda quritiladi va keyin 5 soat davomida 600 ° C da kalsinlanadi.



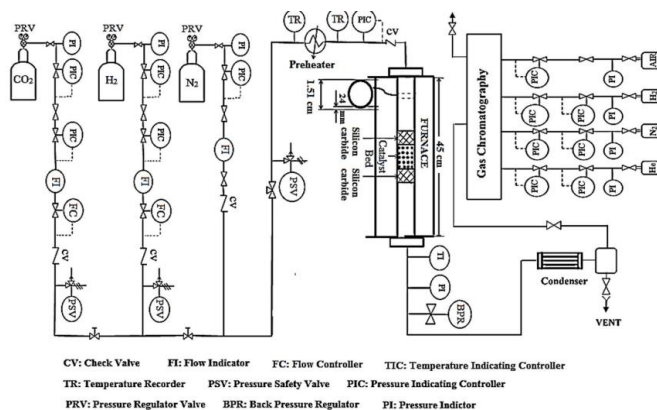
Kristalli YUKS -34 shablon sifatida morfolin va TEAOH yordamida gidrotermik usulda tayyorlangan. Si, Al va P manbalari mos ravishda kremniy kislotasi (SiO_2 , Merck), alyuminiy izopropoksid (AIP, Merck) va fosfor kislotasi (85 og'irlikdagi H_3PO_4 , Merck) edi. Jel tarkibi $1\text{Al}_2\text{O}_3$: $1\text{P}_2\text{O}_5$: $0,6\text{SiO}_2$: $0,5\text{TEAOH}$, $0,5\text{MOR}$, $60\text{H}_2\text{O}$ (molyar asos) edi. YUKS ni tayyorlash bo'yicha to'liq tushuntirish bizning oldingi ishimizda berilgan [39 41,55-59]. Sintezlangan mahsulot keyin quritilgan va 550°C da 6 soat davomida kaltsiylangan.

Gibrid kompozit NiCu/CeO_2 : YUKS $\frac{1}{4}$ 1:2 massa nisbati bilan hajmiy aralashtirish yo'li bilan tayyorlandi, va NiCu/CeO_2 - YUKS sifatida belgilandi.

Katalizatorlarni xarakterlash usullari

Bruker D8 Advance asbobida Cu Ka nurlanishi ($1\frac{1}{4}$ 1,5406 Å) bilan rentgen nurlarining diffraktsiya naqshlari qayd etilgan. Katalizatorlarning zarracha kattaligi JEOL, JEM-2200FS elektron mikroskopi yordamida transmissiya elektron mikroskop yordamida aniqlandi. Namunaning mikroskopik morfologiyasi SEM, AIS2100 (Seron Technology, Janubiy Koreya) yordamida kuzatildi. Maxsus sirt maydoni Brunauer-Emmett-Teller (BET) tenglamasi yordamida ko'p nuqtali usul (Quantachrome ChemBET-3000) yordamida o'rganildi. Namunaning mikroskopik morfologiyasi SEM, AIS2100 (Seron Technology, Janubiy Koreya) yordamida kuzatildi. H_2 -TPR o'lchovlari H_2 -Ar aralashmasidagi Micromeritics AutoChem II 2920 asbobida o'tkazildi. Qaytarilishdan oldin katalizator havo oqimida 2 soat davomida 400°C da oldindan ishlov berilgan va keyin 50°C ga sovutilgan. Keyin H_2 -TPR tajribasi haroratni minutiga 10°C tezlikda 800°C ga oshirish orqali boshlandi. Katalizatorlarning sirt kislotaligi Micromeritics 2000 adsorbsion uskunasi NH_3 -TPD yordamida aniqlangan.

Tadqiqot usuli: Shaklda. 1-rasmda laboratoriya shkalasi sxemasi ko'rsatilgan [60].



1-*рasm*. CO₂ ni engil olefinlarga gidrogenlash uchun eksperimental qurilmaning sxematik diagrammasi [60].

Katalizatorning samaradorligi qattiq yotoqli reaktorda tahlil qilindi ($D = 45$ sm, $ID = 1,51$ sm). Odatda, 1,0 g katalizator reaktorga joylashtirildi. Katalizator 400 °C da 3 soat davomida oldindan ishlov berilgan. Keyin reaksiyani boshlash uchun harorat kerakli haroratga ko'tarildi. Reaktorga gaz aralashmasi, jumladan CO₂, H₂ va N₂ ma'lum bir stexiometrik nisbatda yuborildi. Mahsulotlar TCD va FID detektorlari bilan jihozlangan Varian Chrompack CP3800 gaz xromatografi yordamida tahlil qilindi. Faoliyat sinovlari 350 dan 450 ° C gacha bo'lgan turli haroratlarda o'tkazildi, gaz maydoni tezligi 2 dan 12 Lgcat 1 soat 1 gacha, H₂ / CO₂ nisbati 1 dan 5 gacha, bosim 20 bar va reaksiya vaqti ¼ 10 gacha.

Konvertatsiya va selektivlik quyidagicha aniqlanadi:

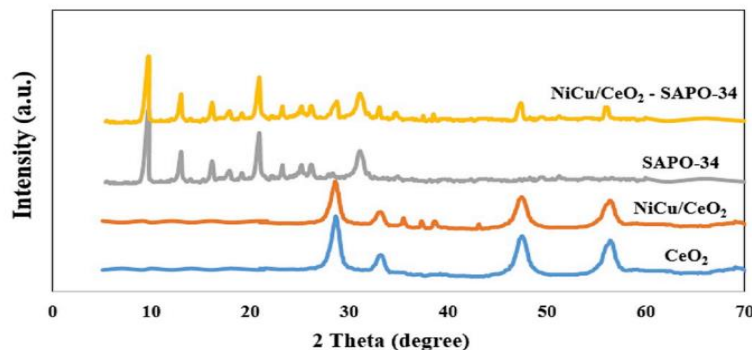
$$CO_2 Conversion = \frac{CO_{2inlet} - CO_{2outlet}}{CO_{2inlet}} \times 100\% \quad (1)$$

$$CO Selectivity = \frac{CO_{outlet}}{CO_{2inlet} - CO_{2outlet}} \times 100\% \quad (2)$$

$$C_nH_m Selectivity = \frac{nC_nH_{moutlet}}{CO_{2inlet} - CO_{2outlet} - CO_{outlet}} \times 100\% \quad (3)$$



Natijalar va ularning muxokamasi: 2-rasmda 550 °C da kalsinatsiyadan so'ng va xona haroratida o'lchovdan so'ng turli xil namunalarning rentgen nurlari diffraktsiyasi ko'rsatilgan.



2-rasm. CeO₂, NiCu/CeO₂, YUKS va NiCu/CeO₂- YUKS namunalarining rentgen nurlanishining diffraktsiya chiziqlari.

28,5, 33,2, 46,8 va 56,4 dagi diffraktsiya cho'qqilari barcha namunalarda seriy florit tipidagi strukturaning mavjudligini ko'rsatadi [61-63]. Bundan tashqari, NiCu/CeO₂ oksidi namunasida CuO (2 teta = 35,3 va 39,1) va NiO (2 teta = 37,2 va 43,1) ning fazaviy xarakteristikalar ham aniqlangan. Bu birgalikda cho'ktirish usuli bilan sintez qilingan namunada ham CuO, ham NiO ning quyma oksidlari mavjudligini ko'rsatadi. Sintezlangan YUKS ning rentgen nurlari diffraktsiya chiziqlari chabazitning tuzilishini tasdiqladi. Ko'rinib turibdiki, strukturaning 2 teta = 9,6, 13,1, 16,1, 20,5, 24,9, 25,9, 30,7, shuningdek 31,2 da eng yuqori pozitsiyalari bor. YUKS va NiCu/CeO₂ ning XRD namunalari bilan taqqoslaganda, kompozitsion ikkala namunaning barcha xarakterli XRD naqshlarini ko'rsatdi. Bu shuni ko'rsatadiki, NiCu-CeO₂ / YUKS kompozitsiyasining ikkilik tuzilishi sintetik m ni jismoniy aralashtirish uchun sintezlanishi mumkin. 1-jadvalda barcha katalizatorlarning kristalligi ko'rsatilgan. Namunalarning nisbiy kristalligi mos yozuvlar intensivliklariga asoslangan eng muhim cho'qqilarning intensivliklari yig'indisi orqali o'lchandi. O'zgartirilgan YUKS ning kristalliligi (87%)

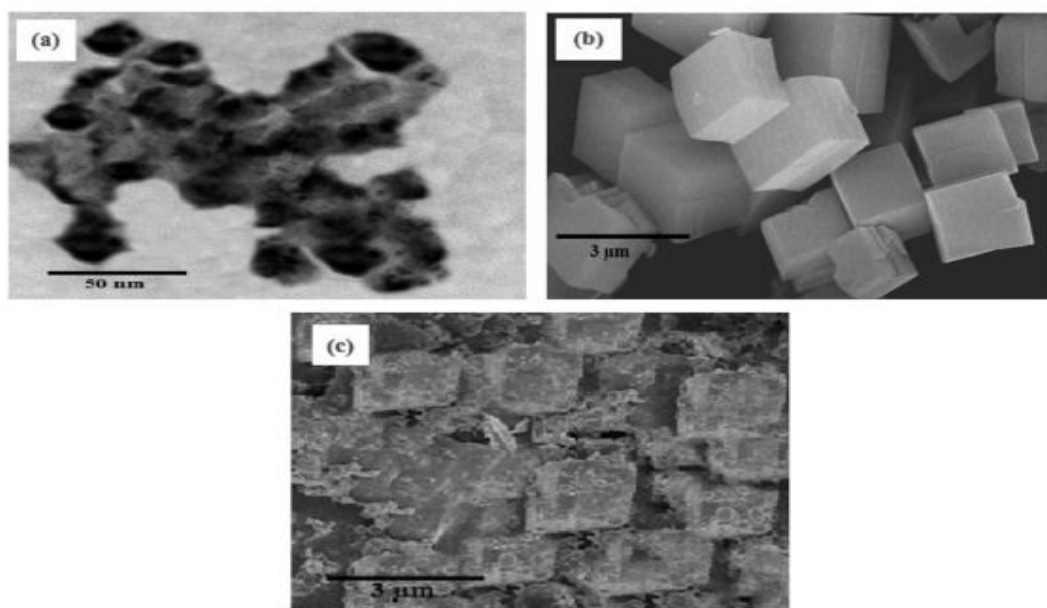


sintezlangan YUKS dan (91%) past, bu sirt silliqliqi va sirt maydonining pasayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin (1-jadval).

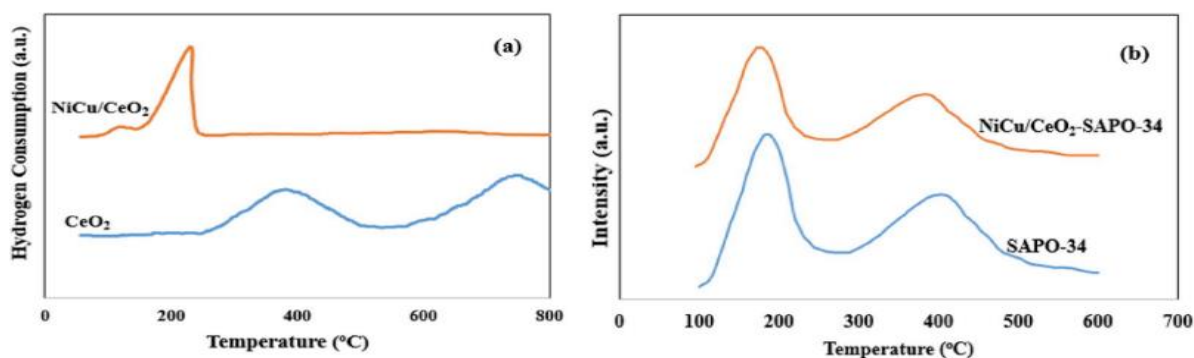
1-jadval Barcha namunalarning fizik-kimyoviy xossalari.

Namuna	S_{BET} ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$)	V_{pora} ($\text{cm}^3 \text{ g}^{-1}$)	O'rtacha teshik diametri (nm)	Kristallini
CeO_2	57	0.14	9.45	94
NiCu/CeO_2	38	0.09	6.73	89
YUKS	427	0.36	0.47	91
NiCu/CeO_2 – YUKS	308	0.25	4.92	84

CeO_2 va NiCu/CeO_2 ning o'ziga xos sirt maydoni va g'ovak hajmi mos ravishda 57 ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$), 0,14 ($\text{cm}^3 \text{ g}^{-1}$) va 38 ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$), 0,09 ($\text{cm}^3 \text{ g}^{-1}$) ni tashkil qiladi. BET YUKS sirtining maydoni ($427 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) $\text{NiCu} / \text{CeO}_2$ ni aralashtirish orqali qisqartirildi, bu ba'zi kanallar va o'zgartirilmagan teshiklarning tiqilib qolishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. **Rasm 3a** $\text{NiCu} / \text{CeO}_2$ kukunining tarqalishi va tarqalishini ko'rsatadi. TEM tomonidan taxmin qilingan o'rtacha NiCu/CeO_2 zarracha hajmi tor taqsimot bilan taxminan 20 nm edi. Shaklda. Shaki 3b YUKS namunasi taxminan bir xil o'lchamdagi xarakterli kub kristallariga ega ekanligini ko'rsatadi.



Sintezlangan YUKS odatdagi kubik rombedral morfologiyani namoyish etadi, bu tabiiy gabatsit bilan deyarli bir xil. NiCu/CeO₂- YUKS ning SEM tasvirlari (3c-rasm) YUKS dan farqli morfologiyani ko'rsatadi, unda sirtida tartibsiz kristallar kuzatiladi. Bu shuni ko'rsatadiki, NiCu/CeO₂ qo'shilishi YUKS ning normal morfologiyasini sezilarli darajada o'zgartiradi, ammo modifikatsiyalangan YUKS tuzilishi YUKS tuzilishi bilan deyarli bir xil. **Rasm 4a**, CeO₂ uchun 388 va 758 °C da amalga oshirilgan ikkita keng H₂-TPR cho'qqilari mos ravishda sirt qoplamasi kislorodini, shuningdek, massa kislorodini kamaytirish bilan bog'liq bo'lishi mumkin [64,65]. Bundan tashqari, birgalikda cho'ktirish usuli bilan sintez qilingan NiCu / CeO₂ namunasining TPR profili taqdim etiladi.



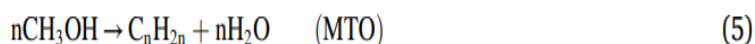
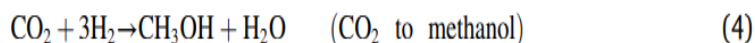
4-rasm. (a) H₂-TPR profili va (b) NH₃-TPD egri chizig'i



Аморф CuO, CeO₂ qo'llab-quvvatlashi bilan zaif o'zaro ta'sir qiladi va CuO ni kamaytiradi, tayanch bilan kuchli o'zaro ta'sir qiladi. Biroq, 200 ° C dan yuqori bo'lgan elka cho'qqisi yuqori darajada tarqalgan NiO ni kamaytirish bilan bog'liq edi [31,53,66-68]. rasm. 4b NH₃-TPD yordamida katalizatorning kislotaliligini ko'rsatadi. Kuchli kislota joylari odatda olefin ishlab chiqarish bilan bevosita bog'liqdir [33-35]. Desorbsiya egri chizig'i zaif (120-260 ° C) va kuchli kislotali joylarga (320-480 ° C da) mos keladigan ikkita tipik cho'qqini ko'rsatadi. O'zgartirilgan YUKS YUKS ga nisbatan past kislotalikka ega.

Katalitik faollik

Ko'p funksiyali kataliz tushunchasi Vayss [69] tomonidan yaratilgan. Bir bosqichda karbonat angidridni engil olefinlarga aylantirish uchun ikkita alohida turdagi faol maydonlarni birlashtirgan sintetik gibril katalizatorlar odatda oddiy kukun aralashtirish usuli bilan tayyorlanadi va bu reaksiya uchun ishlatiladi. NiCu/CeO₂ katalizatori metanol va MTO uchun YUKS zeolitini sintez qilish uchun ishlatilgan. Odatda bu jarayon ikkita mustaqil reaktorni talab qiladi, ularda birinchi reaktorda CH₃OH ga erishiladi va ikkinchi reaktorda seolitda CH₃OH dan engil olefinlar ishlab chiqarilishi mumkin. Shu bilan bir qatorda, metanol bir vaqtning o'zida bitta reaktorda sintezlanishi va quyi olefinlarga qadar suvsizlanishi mumkin [20,22,27,70-72]. Bu jarayon ikki bosqichli jarayonga qaraganda termodinamik va iqtisodiy jihatdan qulayroqdir, chunki metanol mahsuloti uchun termodinamik chegara yumshatiladi, bu esa muvozanatni yuqori CO₂ konversiyasiga o'zgartirishi mumkin.

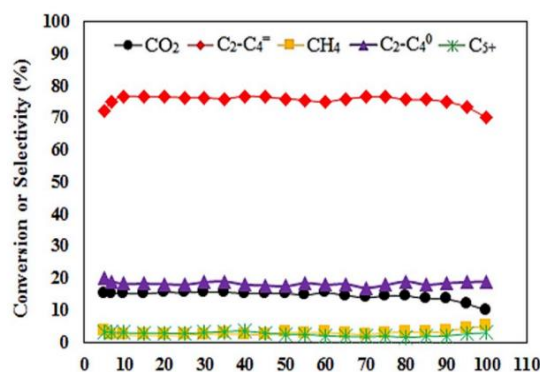


Bu erda katalitik faollikka ta'sir qiluvchi reaksiya harorati, hajmiy tezligi va H₂ / CO₂ nisbati kabi turli omillarni ko'rib chiqamiz.



Katalizatorning barqarorligi

8-rasmda NiCu/CeO₂- YUKS gibrid katalizatorining 100 soat davomida optimal reaksiya sharoitida ($T = 375\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 20\text{ bar}$, $\text{H}_2/\text{CO}_2 = 3$, $\text{SV} = 12\text{ l g}^{-1}$) uzoq muddatli sinov natijalari ko'rsatilgan. h 1



Reaksiya vaqti (h)

Ta'kidlash joizki, katalizator aniq o'chirilmasdan 90 soat davomida yaxshi barqarorlikka ega. CO₂ konversiyasi 90 soatlik uzluksiz reaksiya uchun taxminan 15% darajasida saqlanib qoldi. Bundan tashqari, metan va olefinlarning selektivligi mos ravishda 2,6% va 76% da barqaror bo'lib qoldi. Bundan tashqari, NiCu / CeO₂-YUKS 90 soatdan keyin sekin o'chirilganligi aniqlandi, masalan, karbonat angidrid konversiyasi 15% dan 10% gacha, olefin selektivligi 76% dan 70% gacha kamaydi. Ushbu ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, ishlab chiqilgan katalizatorlar ayniqsa barqaror va CO₂ ning quyi olefinlarga gidrogenatsiyasi uchun selektivdir.

Xulosa

CO₂ gidrogenatsiyasidan to'g'ridan-to'g'ri quyi olefinlarni hosil qilish uchun biz CO₂ ni to'g'ridan-to'g'ri engil olefinlarga aylantirish uchun NiCu / CeO₂ va YUKS zeolitlaridan tashkil topgan gibrid katalizatorni sintez qildik. Katalitik faollikka ta'sir qiluvchi turli omillar, jumladan gaz fazosining tezligi (SV), reaksiya harorati, H₂ / CO₂ nisbati va barqarorlik testi batafsil o'rganildi. Optimal reaksiya sharoitlari $T \frac{1}{4} 375\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P \frac{1}{4} 20\text{ bar}$, $\text{H}_2/\text{CO}_2 \frac{1}{4} 3$, $\text{SV} \frac{1}{4} 12\text{ L g}^{-1}$ soat 1



Optimal sharoitlarda C2–C4 $\frac{1}{4}$ olefinlarning selektivligi 76,6 ga teng ekanligi aniqlandi. % (C2H4 $\frac{1}{4}$ 22,7%, C3H6 $\frac{1}{4}$ 35,5% va C4H8 $\frac{1}{4}$ 18,4%) va kerosin (C2–C40) va metan uchun selektivlik mos ravishda 18,3% va 2,1% ni tashkil etdi, uglerod oksidi 65% dan kam bo'lib, uglerod oksidi 65% dan kam. % CO2. Reaksiya haroratini oshirish orqali CO2 konversiyasi yaxshilanadi; ammo, engil olefin selektivligi kamayadi. Gaz maydoni tezligini oshirish CO2 konversiyasini kamaytiradi va yorug'lik olefin selektivligini oshiradi. H2/CO2 nisbati 1 dan 3 gacha oshirilsa, CO2 ning konversiyasi 15,27% ga oshadi va olefinlarga selektivlik 76,66% gacha kamayadi (C2H4 $\frac{1}{4}$ 22,7%, C3H6 $\frac{1}{4}$ 35,5% va C4H8 $\frac{1}{4}$ 18,4%). H2 / CO2 nisbati 3 dan 5 gacha oshgani sayin, CO2 ning konversiyasi 23,53% ga oshadi, lekin quyi olefin selektivligi 69,87% gacha kamayadi. Bundan tashqari, metan va parafinning selektivligi mos ravishda 4,40% va 23,12% gacha oshadi. Bundan tashqari, bizning ishlab chiqilgan gibrid katalizatorimiz, shuningdek, faollikni yo'qotmasdan 90 soat doimiy ishlashi mumkin bo'lgan foydali katalitik barqarorlikni ta'minlaydi; yorug'lik uchun CO2 foydalanish uchun potentsial sanoat katalizator ko'rsatadi

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., Нетьматов 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., Нетьматов 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.