

ISSN 2181 – 8193

**БМИИ**  
Бухоро муҳандислик-  
технология институти



**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ТАРАҚҚИЁТИ**  
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**1**  
**2019**

# МУНДАРИЖА

<b>ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИХОЗЛАР</b>	
Хўжакулова Н.Ф., Жабборова Д.Р., Махмудов Р.А., Мажидов К.Х. Донли экинни сугориш давомийлигининг донни қайта ишлаш маҳсулотни кўрсаткичларига таъсири.....	5
Шойимова С.П. Қишлоқ хўжалик экинлари уругини саралаш бўйича электр саралигич қурилмасининг афзалликлари.....	9
<b>КИМЕ ВА КИМЕВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР</b>	
Рахматов Х.Б., Джураева Ш.Д., Сафаров М.Дж., Хидирова З.У., Бобилова Ч.Х. Сувсиз ва аралаш мухитларда соф металлларни азотли реагентлар эритмаси билан амперометрик титрлаш.....	13
Эргашов М.Й., Файзуллаев Н.И. Металли карбонатли конверсиялаш реакциясининг кинетик қонуниятлари.....	19
Жумаев Ж.Х. Пахта толасидаги металлкомплексларининг гидротермик мустаҳкамлиги тадқиқи.....	27
Қурбонов М.Ж., Алиқулов Ш.Ф., Элмуратов А.А. Ишлатилган минерал мойларни адсорбцион усулда тозалаш.....	33
Рахматов Х.Б., Джураев Х.Ф., Сафаров М.Дж., Рузиева З.Т., Умаров Ш.Ш. Флотацион калий хлориди ва натрий сульфати чангидан калий сульфатини конверсиялашда температуранинг таъсирини ўрганиш.....	38
Уринов У.К., Максумова О.С., Махмудов Р.А. Морфолин фрагментли мураккаб эфирлар.....	43
Шамсиева М.Б., Кодиров Т.Ж., Махаммадиева Х.Н., Рустамов Б.И. Олеин кислотаси ва изоамил спирти билан этерификация асосида мураккаб эфир синтези ва кинетик қонуниятлари.....	47
<b>МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА</b>	
Имомов Ш.Ж., Мамадалиева З.М. Биогаз қурилмалар бўгинлар ишининг пухталигини башорат қилиш услубиёти.....	52
Бафоев Д.Х., Косимов Ф.Э. Плазмали суюлтириб қолаш – машина деталларининг пухталиги ва умрбоқийлигини оширишнинг самарали усули.....	56
Бибутов Н.С. Комбинацияли ишчи орган билан юмшатиш тупроқ юзасини аниқлаш..	63
Асланова Г.Н. Насос қурилмасининг автоматлаштирилган энергиятежамкор асинхрон элект узатмаси тизимини танлаш ва ишлаб чиқиш.....	69
Набиев М.Б. Автоматик понасимон тасмали вариаторлар ҳисоблаш схемасини танлаш ва қабул қилинган чекловлар.....	74
Паноев А.Т. Бухоро вилояти Бухоро шаҳридаги “RUSHAN TEKS” корхонасидаги тўқимачилик дастгоҳлари ва йиғирув машиналарида қўлланилаётган асинхрон моторларнинг реактив қувватини қолаш орқали электр энергия тежамкорлигига эришиш.....	80
Уринов Н.Ф., Саидова М.Х., Дубровец Л.В. Пластинкали пичоқлар кесиш қиррасининг озик-овқат полуфабрикатларини кесишдаги иш унумдорлигига таъсири.....	86
Сиддиқов И.Х., Жалилов Р.Б., Аслонов К.З. Комплект трансформатор подстанциялар иш режимини бошқаришда автоматлаштириш тизими элементларининг ишига турли факторлар таъсирининг регрессион таҳлили.....	92
Махмудов М.И., Мирзаев Н.Н., Назаров Г.Г., Жумаев А.А. Рақамли ва дастурий воситаларини қўллаш орқали электр қурулмаларининг бошқарув ва назорат тизимлари ишончлилигини ва аниқлилигини ошириш.....	97
Мухамедханов У.Т., Нематов Ш.Н. Кичик қувватли истеъмолчилар электр таъминотининг энергетик самарадорлиги ва ишончлилигини ошириш.....	104
Абдиев О.Х. Конвейердаги потекис юк оқимини тадқиқ қилиш.....	111
Таслимов А.Д., Рахимов Ф.М. Тақсимловчи электр тармоқларини қуриш схемаси қўлланилишининг мақсадга мувофиқ соҳасини аниқлаш.....	116

## METANNI KARBONATLI KONVERSIYALASH REAKSIYASINING KINETIK QONUNIYATLARI

ERGASHOV M.Y., FAYZULLAYEV N.I.

**Buxoro Davlat universiteti, Samarqand Davlat universiteti**

*Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasining kinetik qonuniyatlari o'rganish maqsadida  $(Ni_2O_3)_x \cdot (Co_2O_3)_y \cdot (ZrO_2)_z \cdot (B_2O_3)_k / Al_2O_3$  tarkibli original katalizator tanlangan. Tanlangan katalizator ishtirokida metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasi tezligiga turli omillarning ta'siri o'rganilgan. Tadqiqotlar natijasida reaksiyaning quyidagi maqbul sharoiti tanlangan:  $CO_2:CH_4 = 1,5$ ,  $T = 820^\circ C$ ,  $V_{metan} = 1000$  soat<sup>-1</sup>. Olingan natijalar asosida metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasining borish mexanizmi taklif etilgan.*

*Tayanch iboralar:* metan, karbonat anhidrid, konversiya, katalizator, harorat, hajmiy tezlik, mahsulotlar unumi, selektivlik, mexanizm.

*В целях изучения кинетических закономерностей реакции по карбонатной конверсии метана выбран оригинальный катализатор имеющий состав  $(Ni_2O_3)_x \cdot (Co_2O_3)_y \cdot (ZrO_2)_z \cdot (B_2O_3)_k / Al_2O_3$ . Рассмотрены различные факторы, влияющие на скорость реакции карбонатной конверсии метана с участием выбранного катализатора. В результате исследований выбрано следующее оптимальное условие реакции:  $CO_2:CH_4 = 1,5$ ,  $T = 820^\circ C$ ,  $V_{метан} = 1000$  час<sup>-1</sup>. На основе полученных результатов предложен механизм протекания реакции по карбонатной конверсии метана.*

*Ключевые слова:* метан, двуокись углерода, конверсия, катализатор, температура, объемная скорость, результативность продуктов, селективность, механизм.

*In order to study the kinetic regularities of the reaction on the carbonate conversion of methane, an original catalyst having a composition  $(Ni_2O_3)_x \cdot (Co_2O_3)_y \cdot (ZrO_2)_z \cdot (B_2O_3)_k / Al_2O_3$  was chosen. The various factors affecting the rate of carbonate conversion of methane with the participation of the selected catalyst was considered. As a result of the research, the following optimal reaction condition was chosen.  $CO_2:CH_4 = 1,5$ ,  $T = 820^\circ C$ ,  $V_{methane} = 1000$  h<sup>-1</sup>. Based on the results obtained, a mechanism for the reaction on the carbonate conversion of methane has been proposed.*

*Key words:* methane, carbon dioxide, conversion, catalyst, temperature, volume speed, products flour, selectivity, mechanism.

Bugungi kunda dunyo bo'yicha yiliga 15 milliard tonna karbonat anhidrid atmosferaga chiqarilmoqda. Atmosferada karbonat anhidrid miqdorining bunday keskin ortib borishi oqibatida yaqin 15-20 yil ichida yer yuzida harorat 0,35 darajaga, 100-120 yildan so'ng 1,5-2 darajaga ko'tarilishi bashorat qilinmoqda. Bu esa global ekologik va iqtisodiy muammolarni keltirib chiqaradi. Ushbu ekologik muammoni hal qilishning eng istiqbolli usuli karbonat anhidridni metan bilan konversiyalashdir. Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasi sintez-gaz ( $H_2$  va  $CO$ ) olish reaksiyalari orasida eng muhimi hisoblanadi. Bu jarayon sanoatda vodorod olish uchun muhim reaksiya bo'lib, Fisher-Tropsh metodi bo'yicha yuqori molekulyar uglevodorodlar, metanol, kislorod saqlovchi organik moddalar va kimyo sanoatining muhim mahsulotlarini ishlab chiqarishda katta ahamiyatga ega [1-3].

Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasi  $600-800^\circ C$  da o'tkazilganda  $H_2/CO$  nisbati 1 dan kichik,  $850^\circ C$  dan yuqori haroratda 1 ga teng bo'ladi. Bundan ko'rinib turibdiki, reaksiya  $850^\circ C$  dan yuqori haroratda olib borilganda  $H_2/CO$  nisbati 1 ga teng bo'ladi va bu esa Fisher-Tropsh usulida suyuq yoqilg'i, ayniqsa yuqori molekulyar spirtlar olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Sintez-gaz yirik tonnali organik kimyoviy ishlab chiqarishda xom-ashyo hisoblanadi. Metanni karbonatli konversiyalab olinadigan vodorod va uglerod (II) oksid aralashmasi gidroformillashda, formaldegid, polikarbonatlar, dimetil efir olishda, Fisher-Tropsh usuli bo'yicha uglevodorodlar sintezida ishlatiladi. Metanning karbonatli konversiyasi tarkibi  $H_2:CO = 1:2$  nisbatgacha bo'lgan sintez-gaz olish imkonini beradi, bu esa birinchi nisbatda oksosintez (olefinlarni gidroformillash) jarayonini amalga oshirish uchun zarurdir. Metanning

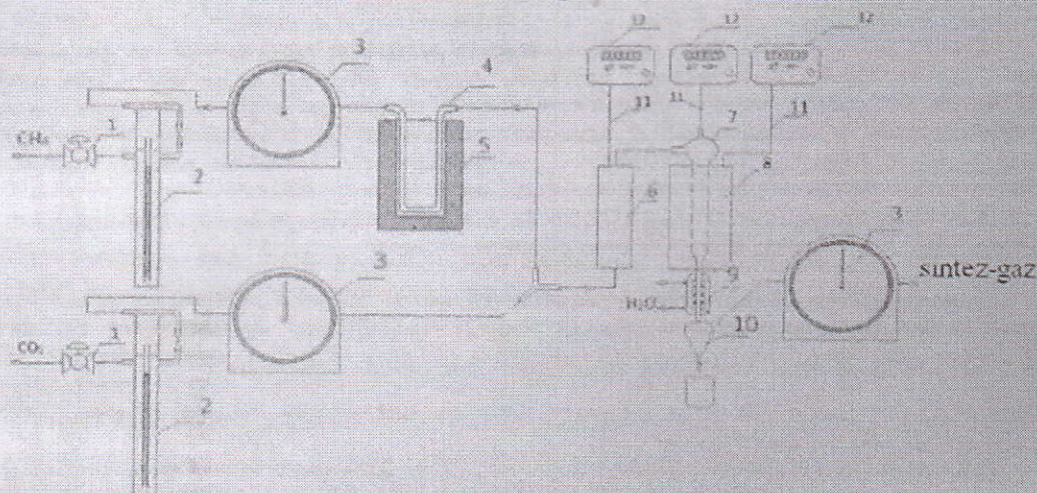
karbonatli va bug'li konversiyalari kombinatsiyalarini qo'llash olinayotgan sintez-gaz tarkibini o'zgartirish salitsil kislotasi ishlab chiqarish uchun ishlatiladi) [4-8].

Karbonat anhidrididan foydalanishga qaratilgan jarayonlarning ko'payishi gazokimyoning rivojlanishi uchun istiqbolli yo'nalishdir. Shuning uchun turli katalizatorlarda metanni karbonatli konversiyalash jarayoni borishining asosiy qonuniyatlarini o'rganish va yuqori faolligi hamda kokslanishining pasayganligi bilan xarakterlanadigan katalitik sistemalar yaratish muhimdir.

### TAJRIBA QISMI

Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasi oqimli laboratoriya qurilmasida olib borildi. Eksperimental tadqiqotlar diametri 2 sm va uzunligi 20 sm bo'lgan silindrik reaktorda,  $20\text{sm}^3$  katalizator ishtirokida o'tkazildi.

Qurilma sxemasi quyidagi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Metanni karbonatli konversiyalash qurilmasi

1-kran, 2-reometr, 3- gaz soati, 4- oltinugurt tozalash reaktor trubkasi, 5-oltinugurtni tozalash reaktori pechi, 6- dastlabki qizdirish pechi, 7-reaktor, 8- reaktor pechi, 9- suvli muzlatgich, 10-qabul qilgich, 11-termopara, 12- harorati o'Ichagich-regulyator.

Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasi uchun katalizator quyidagicha tayyorlandi: katalizatorni ushlab turuvchi modda sifatida keramzitdan foydalanildi. Ishlatishdan oldin keram-zit 2-3 mm li fraksiyalarga bo'linadi. Jarayonni amalga oshirish uchun yutirish usulida turli xil tarkibli katalizatorlar yaratildi. Buning uchun  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2$  va  $\text{H}_3\text{BO}_3$  larning suvli eritmalaridan foydalanildi. Yuqoridagi tuzlarning 30% li eritmaları tayyorlanib, 3 soat davomida keramzitga yuttirildi. Keyin olingan namuna 1 soat davomida  $300^\circ\text{C}$  da havo oqimida, so'ngra  $700^\circ\text{C}$  da 4 soat davomida qizdirildi.

Metanni katalitik karbonatlash reaksiyasining gaz va suyuq mahsulotlari sifat va miqdor jihatdan gaz xromatografiyasi usulida tahlil qilindi. Gaz xromatografiyasi usulida aniqlashga doir barcha ishlar "Gazoxrom 3101" va "Svet 100, model 165" xromatograflarida bajarildi.

Tayyorlangan katalizatorlarning qiyosiy tahlili is gazi va karbonat anhidridning termoprogrammalashtirilgan desorbsiyasi usulida reaksiya mahsulotlarining unumi xromatografik usulda aniqlandi. Katalizatorlarning solishtirma sirt yuzasi g'ovaklari hajmi va ularning o'Ichamlari bo'yicha taqsimlanishi  $-196^\circ\text{C}$  da azotning adsorbsiyasi yordamida Micromeritics ASAP 2000 uskunasi o'Ichandi. Har bir tahlil uchun 0,2 g katalizator

Uglerod bo'yicha material balans

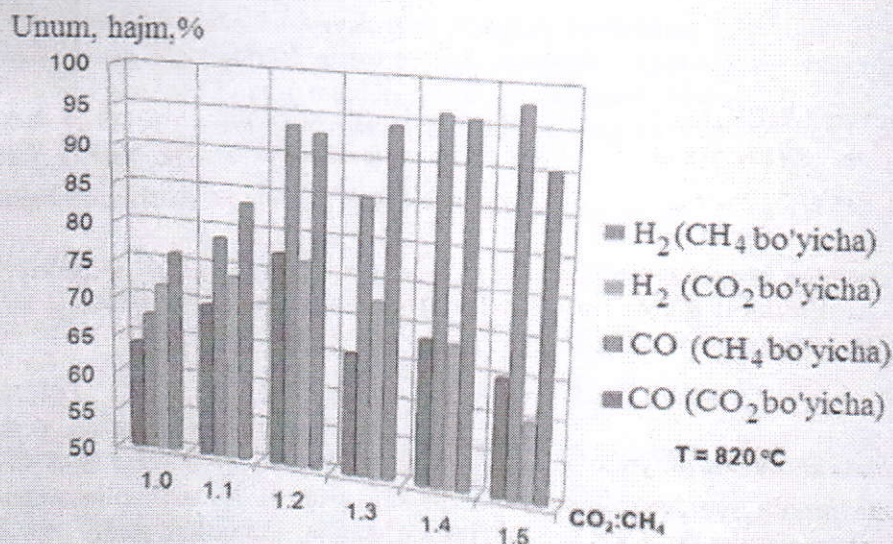
Harorat, °C	Metanning konversiyasi, %	Uglerod kiritildi, mol	Uglerod olindi, mol	Absolyut xato, mol	Nisbiy xato, %
700	78,44	8,41	8,19	0,22	2,6
750	90,35	8,38	8,27	0,11	1,3
800	97,83	7,68	7,52	0,16	2,1
850	99,62	6,98	6,70	0,28	4,0
900	99,96	6,05	5,98	0,07	1,2

2-jadval

Vodorod bo'yicha material balans

Harorat, °C	Metanning konversiyasi, %	Vodorod kiritildi, mol	Vodorod olindi, mol	Absolyut xato, mol	Nisbiy xato, %
700	78,44	6,99	6,89	0,10	1,4
750	90,35	6,25	6,08	0,17	2,7
800	97,83	6,14	6,01	0,13	2,1
850	99,62	5,65	5,60	0,05	0,9
900	99,96	5,76	5,68	0,08	1,4

Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasi o'tishining maqbul sharoitini topish uchun jarayonga turli omillar ( $\text{CO}_2:\text{CH}_4$  nisbati, harorat, boshlang'ich moddalar hajmi tezliklari va boshqa omillarning ta'siri, maqsadli mahsulotlar unumi, jarayonning konversiyasi va selektivligi, shuningdek katalizator faolligiga turli promotorlarning ta'siri o'rganildi.

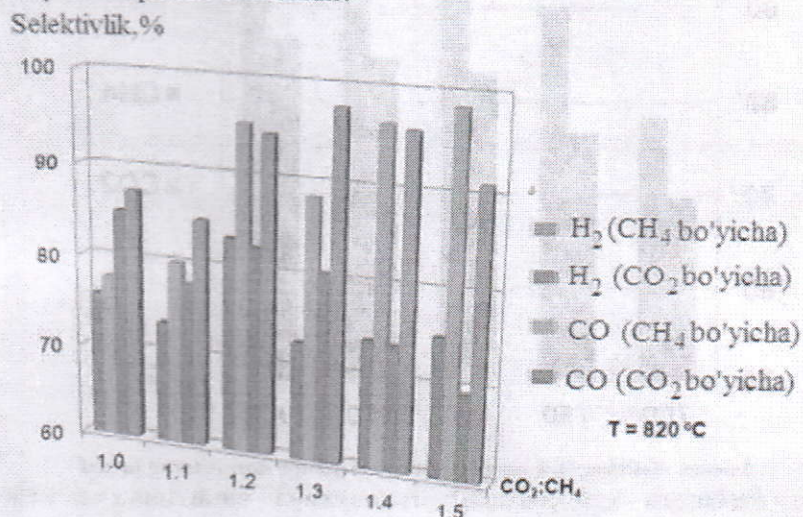


2-rasm. Karbonat angidrid:metan nisbatining mahsulotlar unumiga ta'siri

Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasining tezligiga va maqsadli mahsulotlar unumiga boshlang'ich moddalar nisbatlarining ta'sirini o'rganish uchun  $\text{CH}_4:\text{CO}_2$  nisbatlari 1 dan 1,5 gacha oralqida o'zgartirib ko'rildi. Tajriba natijalari 2- rasmda keltirilgan. 2-rasmdan ko'rinib turibdiki, vodorodning unumi yuqori bo'lishi uchun boshlang'ich moddalarning maqbul nisbatlari 1,4 bo'lishi kerak.  $\text{CO}_2$  ning miqdori ortishi bilan vodorodning unumi ortadi, boshlang'ich moddalar nisbati 1,4 dan oshgandan so'ng vodorodning unumi kamayishi

kuzatiladi. Metanga nisbatan hisoblaganda CO ning unumi  $CO_2:CH_4 = 1,5$  gacha oshadi, so'ngra esa kamayadi.

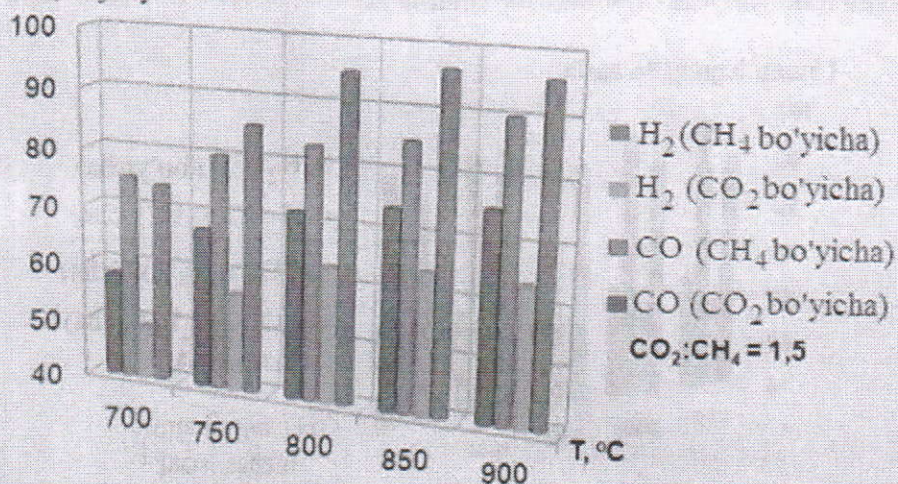
$CO_2:CH_4$  nisbatining ortishi bilan vodorod olish selektivligi avvaliga  $CO_2:CH_4 = 1,3$  bo'lganda 98% gacha ortadi, (3-rasm) so'ngra nisbat 1,5 ga teng bo'lganda 91% gacha kamayadi. Karbonat anhidridga nisbatan hisoblaganda selektivlik metanga nisbatan hisoblaganga qaraganda har doim kichik qiymatga ega bo'ladi. Buning sababi karbonat anhidridlar ortiqcha miqdorda olinishidir.



3-rasm. Karbonat anhidrid:metan nisbatining mahsulotlar hosil bo'lish selektivligiga ta'siri

Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasi tezligiga haroratning ta'siri  $700-900^\circ C$  oraliqda  $50^\circ C$  qadam bilan  $CO_2:CH_4=1,5$  nisbat bo'lgan sharoitda o'rganildi. Harorat ortishi bilan (4-rasm) hosil bo'layotgan CO ning miqdori oshadi, shu sharoitda vodorodning miqdori  $820^\circ C$  gacha ortadi va  $820^\circ C$  dan yuqorida metanning uglerod va vodorod hosil qilib parchalanishi hisobiga kamayadi.

Unum, hajmiy % larda

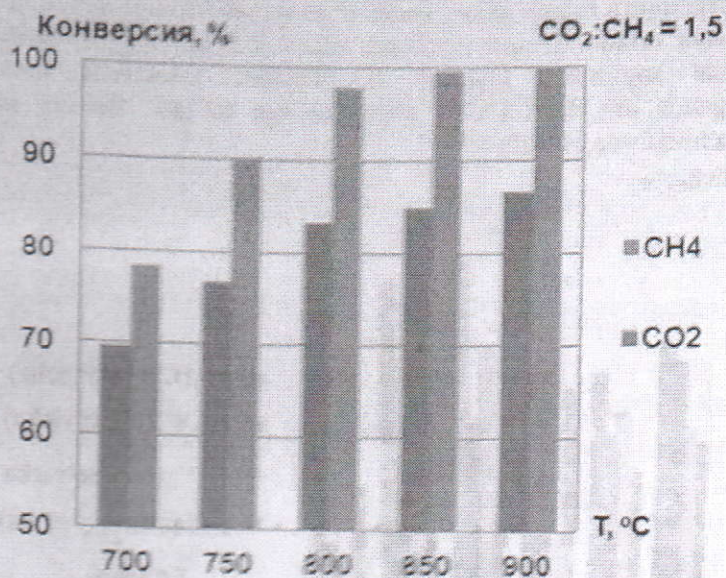


4-rasm.  $H_2+CO$  unumiga haroratning ta'siri

$800^\circ C$  dan boshlab, CO ni olish selektivligi ortadi, bundan past haroratda CO Buduar reaksiyasi bo'yicha disproportionalanib uglerod va karbonat anhidrid hosil qiladi.

Metanni karbonatli konversiyalashda harorat ko'tarilishi bilan bolang'ich moddalar konversiyasi ortadi.  $820-850^\circ C$  oralig'ida metanning konversiyasi 99,8% ga yetadi. Karbonat

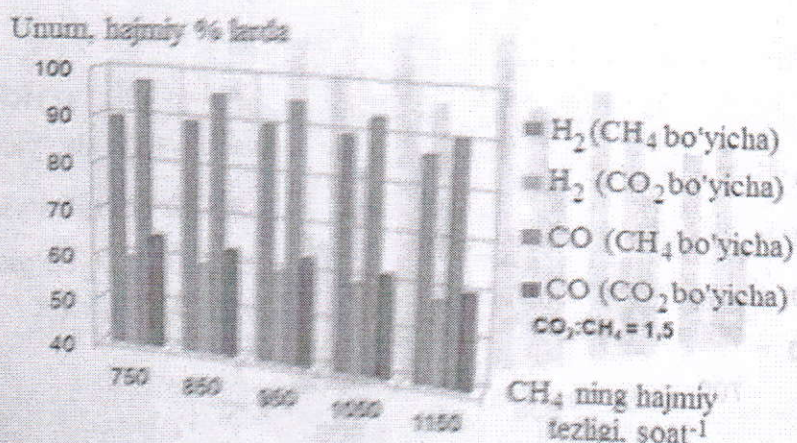
angidridning maksimal konversiyasi (86-88%) 830°C dan 900°C gacha oraliqda bo'ladi (5-rasm).



5-rasm. Boshlang'ich moddalar konversiyasiga haroratning ta'siri

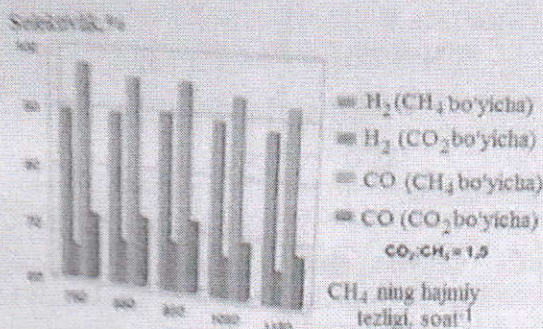
Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasiga haroratning ta'sirini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga asoslanib, shuni qayd etish mumkinki, sintez-gaz unumi, boshlang'ich moddalar konversiyasi va jarayonning selektivligi 820°C da eng yuqori bo'lib, vodorodning maksimal unumi 96%, metanning konversiyasi 99,8% va sintez-gaz komponentlarini olish selektivligi 85-97% ni tashkil etadi.

Metan oqimining hajmiy tezligi o'rganilayotgan jarayon selektivligi, maqsadli mahsulotlar unumi va boshlang'ich moddalar konversiyasiga ta'sir qiluvchi eng muhim kattalik hisoblanadi. Metanni katalitik karbonatlash reaksiyasiga hajmiy tezlikning ta'sirini o'rganish uchun 100 soat<sup>-1</sup> qadam bilan metanning hajmiy tezligini 750 dan 1150 soat<sup>-1</sup> gacha o'zgartirib ko'rdik. Natijalar 6-8-rasmlarda keltirilgan.

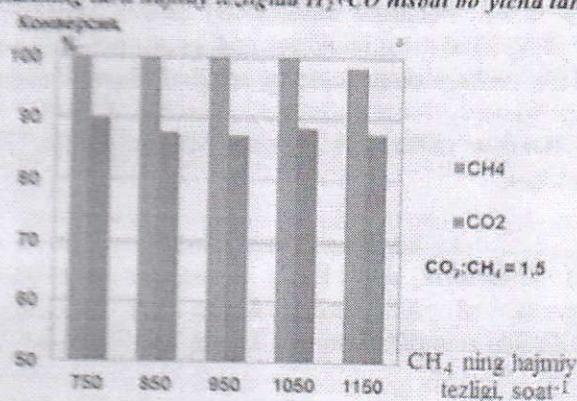


6-rasm. Metanning turli hajmiy tezligida H<sub>2</sub>+CO unumi

CO<sub>2</sub>:CH<sub>4</sub> nisbatining o'zgarishi (CO<sub>2</sub>:CH<sub>4</sub>=1,5) saqlagan holda metanning sarfi oshirilgan sari H<sub>2</sub> va CO unumi biroz kamayadi. Shuni qayd etish kerakki, boshlang'ich moddalarning maqbul nisbati (CO<sub>2</sub>:CH<sub>4</sub>=1,5) da metanning hajmiy sarfini 750 soat<sup>-1</sup> gacha o'zgartirganda sintez-gaz unumi va selektivligi 7% ga o'zgaradi.



7-rasm. Metanning turli hajmiy tezligida H<sub>2</sub>+CO nisbat bo'yicha tanlovchanligi

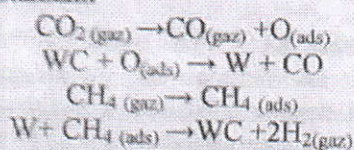


8-rasm. Metanning turli hajmiy tezligida boshlang'ich moddalar konversiyasi

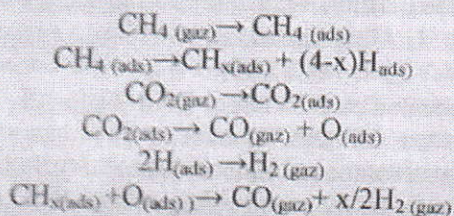
Metanning konversiyasi hajmiy tezlik qiymati 1000 soat<sup>-1</sup> gacha bo'lganda 99,8% ga teng bo'ladi. Bundan yuqorida katalizator faol markazining to'yinishi va kokslanishi sababli metanning konversiyasi kamayadi. Karbonat angidridning konversiyasi 87-90% oralig'ida o'zgaradi va metanning hajmiy sarfiga juda kam bog'liq bo'ladi. Xulosa qilib aytganda, boshlang'ich moddalar konversiyasiga va jarayonning selektivligiga nisbatan metanning maqbul hajmiy tezligi 1000 soat<sup>-1</sup> ekan.

Metanning karbonatli konversiyasini 2 xil mexanizm bilan tushuntirish mumkin:

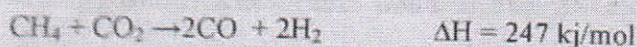
1. Oksidlanish -qaytarilish mexanizmi



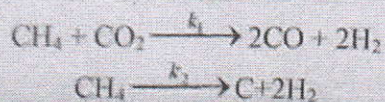
2. Analogik mexanizm:



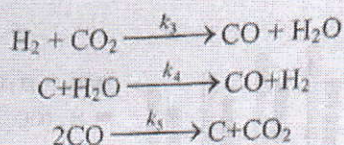
Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:



Metanni karbonatli konversiyalash jarayonida quyidagi qo'shimcha reaksiyalar sodir bo'ladi:







bu yerda  $k_1 - k_5$  – tezlik konstantalari.

#### XULOSA

- 1) Metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasini amalga oshirish uchun  $(\text{Ni}_2\text{O}_3)_x \cdot (\text{Co}_2\text{O}_3)_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_k / \text{Al}_2\text{O}_3$  tarkibli original katalizator tanlandi.
- 2) Tanlangan katalizator ishtirokida metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasi tezligiga turli omillar ( $\text{CO}_2:\text{CH}_4$  nisbati, harorat, boshlang'ich moddalar hajmiy tezliklari va boshqa omillarning ta'siri, maqsadli mahsulotlar unumi, jarayonning konversiyasi va selektivligi, shuningdek, katalizator faolligiga turli promotorlarning ta'siri o'rganildi.
- 3) Tadqiqotlar natijasida reaksiyaning quyidagi maqbul sharoiti tanlandi:  $\text{CO}_2:\text{CH}_4 = 1,5$ ,  $T = 820^\circ\text{C}$ ,  $V_{\text{metan}} = 1000 \text{ soat}^{-1}$ .
- 4) Olingan natijalar asosida metanni karbonatli konversiyalash reaksiyasining borish mexanizimi taklif etilgan.

#### Adabiyotlar ro'yxati:

1. A.L. Lapidus, F.G. Zhagfarov, A.B. Elkin. Karbon Dioxide Katalytic Reforming of Methane // Preprints of the DGMK-Konferenke "Selektive Oxidation and Funktionalization: Klassikal and Alternative Routes and Sourkes", 13–15 Oktober 2014, Berlin, Germany. – P. 151–158.
2. Аркатова Л.А. Новые высокоактивные катализаторы на основе интерметаллидов для процесса риформинга метана углекислым газом. //Химия в интересах устойчивого развития. – 2010. – Т. 18, № 5. – С. 635–648.
3. Лapidus А.Л., Жагфаров Ф.Г., Елкин А.Б., Зионг Ч. Разработка катализаторов углекислотной конверсии природного газа //Нефтепереработка и нефтехимия. – 2011. – № 8. – С. 39–42.
4. Аркатова Л.А. Влияние содержания никеля на каталитическую активность и стабильность систем на основе интерметаллида  $\text{Ni}_3\text{Al}$  в конверсии природного газа диоксидом углерода // Журнал физической химии. – 2010. – Т. 84, № 4. – С. 647–654.
5. Цапало Л.И., Найбороденко Ю.С., Касацкий Н.Г., Аркатова Л.А. Влияние механической активации на высокотемпературный синтез  $\text{Fe}_3\text{Al}$  и его каталитические свойства в процессе углекислотной конверсии природного газа //Химия в интересах устойчивого развития. – 2012. – Т. 20, № 3. – С. 377–383.
6. Нарочный Г.Б. Опыт реализации технологии кобальтового катализатора синтеза углеводородов из  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$  / Р.Е. Яковенко, А.П. Савостьянов [и др.] // Катализ в промышленности. - 2016. - № 1. - С. 37-42.
7. Яковенко Р.Е., Исследование возможности использования трубчатого реактора в высокоинтенсивном синтезе Фишера-Тропша / Г.Б. Нарочный, А.П. Савостьянов [и др.] // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2015.- № 3.- С. 11-13.
8. Савостьянов А.П. Влияние разбавления синтез-газа азотом на процесс получения высших углеводородов по методу Фишера–Тропша / Р.Е. Яковенко, Г.Б. Нарочный, [и др.] // Химия твердого топлива. - 2015. - № 6. - С. 19-22.

*Ergashov Mansur Yarashovich-kimyo fanlari nomzodi, Buxoro davlat universiteti "Kimyo" kafedrası professorı v.b. Tel:+998942426006*