ISNN:2181-1296



SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА

SAMARKAND STATE UNIVERSITY NAMED AFTER SHAROF RASHIDOV

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК
SCIENTIFIC JOURNAL

ANIQ VA TABIIY FANLAR SERIYASI

Matematika, Mexanika, Informatika
Fizika, Kimyo, Biologiya, Geografiya

№ 1/1 (137)
2023

ISSN 2181-1296

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК SCIENTIFIC JOURNAL

2023-yil, 1-son (137/) ANIQ VA TABIY FANLAR SERIYASI

Matematika, Mexanika, Informatika, Fizika, Kimyo, Biologiya, Geografiya

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro‘yxatdan o‘tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR **R. I. XALMURADOV, t.f.d., professor**
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARLARI: **H.A. XUSHVAQTOV, f-m.f.d., dotsent**
A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

ANIQ FANLAR

SH.A.ALIMOV - O‘zFA akademigi
S.N.LAKAYEV - O‘zFA akademigi (SamDU)
M.M.MIRSAIDOV - O‘zFA akademigi
A.S.SOLEEV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
I.A.IKROMOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
B.X.XO‘JAYAROV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
A.G.YAGOLA - f.-m.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
I.I.JUMANOV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
X.X.XUDOYNAZAROV - t.f.d., professor (SamDU)
ALBERTO DEL BIMBO - Florensiya universiteti professori, Italiya
L.SABIROV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
A.JUMABOYEV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
N.N.NIZAMOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
O.Q.QUVONDIQOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
I.A.RAXMATULLAYEV - f.-m.f .d., professor
A.SH.YARMUXAMEDOV - f.-m.f.n., (SamDU)
X.S.XAYDAROV - f.-m.f .n., dotsent (SamDU)

TABIY FANLAR

M.X.ASHUROV - O‘zFA akademigi
N.B. FERAPONTOV - k.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
SH. M. TUGIZOV - professor, Koliforniya universiteti, AQSh
H. I. AKBAROV - k.f.d., professor (O'zMU)
E. A. ABDURAXMONOV - k.f.d., professor (SamDU)
N. K. MUXAMADIYEV - k.f.d., professor (SamDU)
L. A. BULAVIN - Kiev milliy universiteti professori, Ukraina
X. Q. XAYDAROV - b.f.d., professor (SamDU)
Z. I. IZZATULLAYEV - b.f.d., professor (SamDU)
Sh. T. XOLIQULOV - g.f.d., professor (SamDU)
S. B. ABBASOV - g.f.d., professor (SamDU)
Q. S. YARASHEV - g.f.d., professor (SamDU)
GUN-SIK PARK - Seul univeriteti professori, Koreya
D.B.XURSANOV - g.f.f.d., dotsent (SamDU)
M. S. QUZIYEV - b.f.f.d., dotsent (SamDU)

Obuna indeksi – yakka tartibdagi obunachilar uchun **- 5583,**
tashkilot, korxonalar uchun **- 5584**

MUNDARIJA

Faraz Mehmood, Soleev A. *New generalization of ostrowski-grüss like inequality on time scales*……..	2-9
Alimov A.A. *On the properties of solutions of a nonlinear filtration problem with a source and multiple nonlinearities*.....	10-17
Axatov A.R., Tojiyev M.R. *Fazo-vaqt tahlili va tayanch vektor mashinasi asosida yong'inni tezkor aniqlash algoritmi*……	18-25
Байжуманов А.А. *Проблемы минимизации специальных дизъюнктивных нормальных форм сложных конъюнкций высказываний систем нелинейных булевых уравнений*……	26-30
Djuraev A.S., Obidov A.E. *Pedagogik kadrlar malakasini oshirish uchun moslashuvchan elektron ta'lim tizimini modellashtirish*	31-39
Иванов А.К., Мухамедов А.К., Шаронов И.А., Эшбуриев Р.М. *Об измерении радиоактивности мукомольно-крупяной пищевой продукции*.....	40-46
Ishankulov A.F., Tursunova N.R., Ergasheva D.R., Khalilov K.F., Galyametdinov Y.G., Mukhamadiyev N.K. *Obtaining semiconductor CdS, CdSe AND CdSe/ZnS core/shell nanoparticles and their composites with polymers*……	47-51
Шодиев Д.С., Хайруллаев М., Махмудов Ш. *О задаче коши для бигармонического уравнения* ……	52-57
Рахматуллаев И.А., Ботиров Х.З., Курбонов А.К., Хайдаров Х.С., Ахмедова Ш.Ш, Абдирахматова М.П. *Способ регистрации слабых оптических сигналов с помощью резонаторных кювет и импульсно-периодических лазерных источников*……	58-65
Jo'rakulov I.T., Umrzoqov F.B. $Ge_2Sb_2Te_5$ *yupqa qatlam plyonkalarining solishtirma kontakt qarshiligini o'rganish*……	66-71
Ikromova D.I. *On the sharp estimates for the fourier transform of measures supported to surfaces related with* E_8 *type singularities*……	72-83
Arziqulov M.M., Shermuxamedov U.A. *Urganch shahri iqlimiy ko'rsatgichlarining o'zgarishi va atmosfera gazlari konsentratsiyasiga bog'liqligi*.....	84-88
Komilova N.K., Maxmudov B.X. *Geokriminogen vaziyat va uni tadqiq etishdagi yondashuvlar*……	89-94
Fayzullayev N.I., Tillayev S.U., Mamirzayev M.A. *Metandan nanouglerod va vodorod olish reaksiyasi tezligiga turli omillarning ta'siri*.....	95-101
Djabbarov O.R., Zaripova A.R., Sodiqova U.U. *Divergent ko'rinishdagi biologik populyatsiya sistemalarining avtomodel yechimlari asimptotikasi*....	102-106
Tursunova N.G., Musulmanov N.H., Fayzullaev N.I. *Mezog'ovakli uglerod sintezining maqbul sharoitini tanlash*……	107-116
Бурнашев В.Ф., Кайтаров З.Д. *Численное исследование многофазной фильтрации в деформируемой пористой среде с учетом внешнего воздействия*……	117-130
Turayeva B.I., Kutliyeva G.J., Zuhritdinova N.Y., Kamolova X.F., Maxkamov A. *Tokdan ajratib olingan bakteriyalarning uzum fitopatogen mikromitsetlariga nisbatan antifungal xususiyatlari*.....	131-135
Mardonov J.A. *Uch o`lchovli fazoda laplas maydoni uchun karleman formulasi*……	136-140

UDK 546.11 **DOI: https://doi.org/10.59251/2181-1296.2023.v1.1.1855**

METANDAN NANOUGLEROD VA VODOROD OLISh REAKSIYaSI TEZLIGIGA TURLI OMILLARNING TA'SIRI

N.I.Fayzullayev, S.U.Tillayev, M.A.Mamirzayev
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

Annotasiya. Ishda 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS va 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS tarkibli katalizatorlar ishtirokida nanouglerodli qatlamlar hosil bo'lish tezligiga metanni katalitik pirolizlash jarayonining turli parametrlari (katalizator qavati qalinligi, gaz faza harakatlanish tezligi, jarayonni o'tkazish haroratlari) ning ta'siri o'rganilgan. 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS katalizatorda nanouglerod hosil bo'lishiga harorat ta'siri bo'yicha tajribalar gaz harakatining 300 sm/daq chiziqli tezligida, katalizatorning 10 g massali va qatlamining 1 sm atrofida qalinlikdagi miqdorlarida 600, 650 va 700℃ haroratlarda amalga oshirilgan. Tajribalar natijalariga ko'ra, katalizator 100 minut ishlashi davomida 600, 650 va 700℃ haroratlarda mos ravishda 7,19; 17.34; 21.2 g/g_{kat} ni tashkil etgan.

Kalit so'zlar: metan, katalizator, nanouglerod, vodorod, mahsulot unumi, chiziqli tezlik, tekstur xarakteristika.

Influence of different factors on the reaction rate of nanocarbon and hydrogen formation from methane

Abstract. In the work, in the presence of 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/HSZ and 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/HSZ catalysts, the rate of formation of nanocarbon layers was determined by catalytic methane the influence of various parameters of the pyrolysis process (catalyst layer thickness, gas phase movement speed, process temperatures) was studied. Experiments on the effect of temperature on the formation of nanocarbon in the 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/HSZ catalyst at a linear speed of gas movement of 300 cm/min, in amounts of with a mass of 10 g of the catalyst and a layer thickness of about 1 cm carried out at temperatures of 600, 650 and 700 ℃. According to the results of the experiments, during the operation of the catalyst for 100 minutes at temperatures of 600, 650 and 700 ℃, respectively, 7.19; 17.34; was 21.2 g/g_{cat}.

Key words: methane, catalyst, nanocarbon, hydrogen, product yield, linear velocity, textural characteristics.

Влияние различных факторов на скорость реакции извлечения наноуглерода и водорода из метана

Абстрактный. В работе в присутствии катализаторов 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/ВМЦ и 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/ВМЦ определяли скорость образования наноуглеродных слоев каталитическим метаном, изучали влияние различных параметров процесса пиролиза (толщины слоя катализатора, скорости движения газовой фазы, температуры процесса). Эксперименты по влиянию температуры на образование наноуглерода в катализаторе 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/ВМЦ при линейной скорости движения газа 300 см/мин, в количествах 600, 650 и 700 с массой катализатора 10 г и толщиной слоя около 1 см проводят при температуре. По результатам опытов при работе катализатора в течение 100 мин при температурах 600, 650 и 700 соответственно 7,19; 17.34; составила 21,2 г/гкат.

Ключевые слова: метан, катализатор, наноуглерод, водород, выход продукта, линейная скорость, текстурные характеристики.

Kirish. Ma'lumki, an'anaviy yoqilg'ilarni vodorodli muqobil yoqilg'i aralashmalari bilan almashtirish samaradorlikni oshirishi va gazporshenli issiqlik elektr stansiyalari, avtonom elektr stansiyalari, avtomobillar va boshqa transport turlarining chiqindilarini kamaytirishi mumkin [1]. Vodorod ishlab chiqarishning an'anaviy usullari, masalan, metanni bug'da riforming qilish, ko'mirni gazlashtirish yoki suvni elektroliz qilish, hozircha vodorodni energetikada ishlatishning iqtisodiy maqsadga muvofiqligini ta'minlay olmaydi [2]. Shu sababli, bugungi kunda kichik hajmdagi vodorod energiyasini rivojlantirishning dolzarb vazifasi uglerod oksidi aralashmasisiz vodorodning yuqori

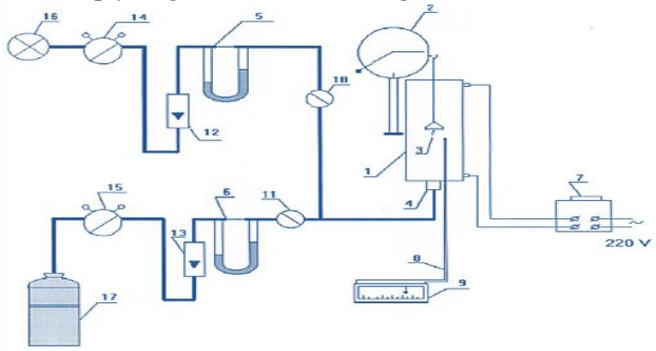
konsentrasiyali vodorodli yoqilg'isini olish imkonini beradigan texnologiyani ishlab chiqishdir. Bu usul uglevodorodlarning katalitik pirolizidir [3].

Fullerenlar [4], nanotrubkalar [5-7] va gibrid grafen/uglerodli nanotrubkalar [8] kabi uglerodli nano tuzilmalar ko'plab ajoyib mexanik, optik, elektr va issiqlik xususiyatlariga ega bo'lib, ularni ko'plab sanoat dasturlarida, ayniqsa nanotexnologiya sohasida foydalanish uchun istiqbolli materialga aylantiradi. Ko'pgina tadqiqotlar uglerod nanotrubkalarining fizik shaklini aniq nazorat qilishga muvaffaqiyatli urinishdi [5,6]. Xususan, diametri, grafen qatlamlari soni, nuqsonlar zichligi, uzunligi va boshqalar kabi turli xil o'sish parametrlarining hosil bo'lgan nanotrubkalarning xususiyatlariga ta'siri o'rganildi [9, 10]. Bundan tashqari, nanouglerod trubkalarining o'z-o'zidan yig'iladigan grafen parchalari [11], nanouglerod trubkalarida grafen qatlamlarining kimyoviy bug'lanishi [13-14] va oddiy mexanik aralashtirishga, gibrid (grafen/uglerodli nanotubalar) tuzilmalarni tayyorlashga ko'plab yondashuvlar taklif qilingan.

Bu ishda har xil katalizatorda $CH_4 \rightarrow 2H_2 + C$ reaksiyasi bo'yicha metanning katalitik pirolizi bilan vodorod olish jarayoni ko'rib chiqiladi. Vodoroddan tashqari, reaksiya paytida qimmatbaho mahsulot - nanotolali uglerod hosil bo'ladi, uni, masalan, kompozit materiallarga to'ldiruvchi sifatida, o'tga chidamli materiallar sintezi uchun reaktiv sifatida ishlatish mumkin.

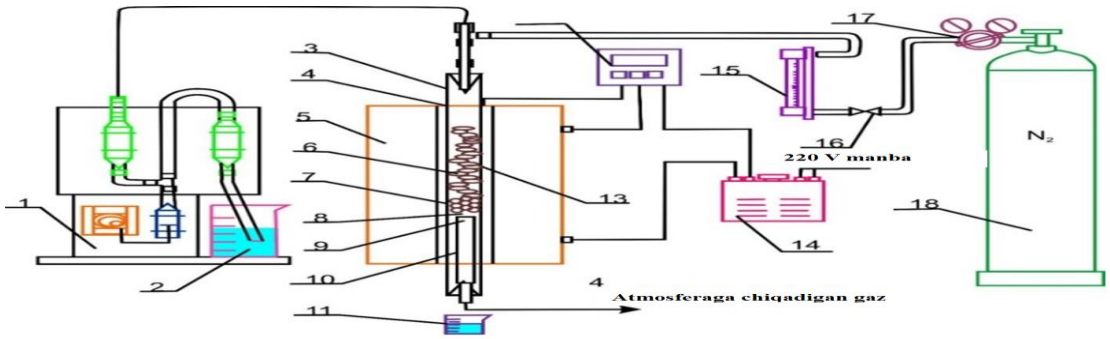
Tajriba qismi. Ishda O'zbekiston Respublikasi, Navoiy viloyati, Navbahor tumanidan keltirilgan bentonitdan olingan yuqori kremniyli seolit (YuKS) va organik modda masalan, glisin va limon kislotasi aralashmasining havoda ≥500 haroratlarda o'zaro ta'sirlashishidan hosil bo'lgan kompozit ishlatildi. Olingan kompozitga $(Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $Fe(NO_3)_2 \cdot 9H_2O$, $Cu(NO_3)_2 \bullet 3H_2O$ metall nitratlari va $(NH_4)_2MoO_4 \bullet 24H_2O$ ammoniy molibdat 12 soat davomida yuttirildi. So'ngra olingan katalitik sistema 500°C dan yuqori haroratda qizdirildi, bu vaqtda metallarning nitratlari va ammoniy molibdat parchalanib metallarning yupqa dispers oksidlari hosil bo'ladi. Navbahor tumanidan keltirilgan bentonitdan olingan mezog'ovakli yuqori kremniyli seolitlarning katalitik faolligi juda yuqori bo'lib, ushbu yuqori kremniyli seolitlarning fizik-kimyoviy va tekstur xarakteristikalari o'rganilgan va tabiiy gazni, neft yo'ldosh gazlarini va propan-butan fraksiyalarini aromatlashda va Fisher-Tropsh jarayonida hamda dimetilefirdan olefinlar olishda qo'llanilgan.

Nanouglerod olish kinetikasini o'rganish uchun ichki diametri 60 mm va uzunligi 400 mm bo'lgan, yuboriladigan gaz aralashmasini bir maromda qizdirish uchun 100 mm ga nasadka bilan to'ldirilgan va pastki yon tomonidan gaz kiritish uchun shtuser bilan jihozlangan oqimli reaktor yig'ildi. Reaktorning sxemasi quyidagi 1–rasmda keltirilgan.



1-rasm. Nanouglerod hosil bo'lishi kinetikasini o'rganish uchun eksperimental qurilma sxemasi 1 – reaktor; 2 – torsion tarozi VT-500; 3 – katalizatorli qayiqcha; 4 – gaz fazani kiritish uchun shtuser; 5, 6 – difmanometr; 7 – laborator avtotransformator; 8 – xromel-alyumelli termopara; 9 millivoltmetr; 10, 11 – bir yo'lakli kran; 12, 13 – rotametr RM-0,25G; 14, 15 – manometrli reduktolar; 16, 17 – gaz manbai

Jarayonni o'tkazishda massaning o'zgarishi torsion tarozida nazorat qilindi. Reaktorni qizitish elektropech bilan amalga oshirildi, uning harorati laboratoriya avtotransforatori yordamida boshqarildi. Reaktordagi harorat nazorati reaktorning ichida joylashgan, kalibrlangan xromel-alyumelli termopara va millivoltmetr yordamida amalga oshirildi.



2-rasm - Nanouglerodni bug' bilan faollashtirish uchun laboratoriya qurilmasining sxemasi 1 – mikronasos; 2 – distillangan suv uchun sig'im; 3 – kvars trubka (reaktor); 4 – asbest to'r; 5 – pech; 6 – nasadka; 7 – uglerod materiali (granullar); 8 – maydalangan kvars; 9 –metall to'r; 10 – kvars trubka; 11 – qabulqilgich; 12 –temperaturani o'lchagich-regulyator; 13 – termopara; 14 – LATR; 15 – rotametr; 16 – ventil; 17 – reduktor; 18 – azotli ballon

Nanouglerodning o'ziga xos sirt yuzasi (S_{sol}) va g'ovakliligi (G') Brunauer-Emmett-Teller (BET) usuli yordamida Micromeritics (AQSh) kompaniyasining ASAP 2020 asbobida azotning past haroratli adsorbsiyasi bo'yicha aniqlandi. Azotning adsorbsiyasi - desorbsiya izotermlari 77 K haroratda P/P_s = 0,0–1,0 nisbiy bosim oralig'ida qayd etildi. S_{sol} qiymati P/P_s = 0,05-0,30 da adsorbsion izotermaga asoslangan BET usuli bilan baholandi. Mezog'ovaklar hajmi va ularning o'lchamlari bo'yicha taqsimoti Barrett, Joyner va Xalenda (BJH) usuli yordamida P/P_s = 0.35-0.95 da, mikroporalar uchun bu parametrlar P/P_s = 0,00 ÷ 0,01 diapazonida azot adsorbsiyasi-desorbsiya izotermasi orqali topilgan.

Rentgen fazaviy tahlil DRON-5M markali difraktometrda, nikel filtr bilan filtrlangan misning xarakterli nurlanishi (K_α chiziq) foydalanildi, 20 kV tasvirga olish rejimida o'tkazildi. Uglerodning strukturaviy va morfologik xususiyatlari skanirlovchi va yorituvchi elektron mikroskoplari yordamida o'rganildi. Skanirlovchi elektron mikroskopiyada JSM-6460 mikroskopi ishlatildi. Yorituvchi elektron mikroskopik (YoEM) tasvirlar JYeOL JYeM-2010 elektron mikroskopi yordamida olindi. Yorituvchi elektron mikroskop 200 kV tezlashtiruvchi kuchlanishda ishlaydi va 0,14 nm o'lchamdagi panjaraga ega. Derivatografik tahlil havo muhitida F. Pulik, Y. Paulik va L. Erdey sistemasi derivatografida haroratni 1 dan 10/daq gacha ko'tarish haroratida amalga oshirildi.

Gaz aralashmalarini qo'shimchalardan tozalash va namdan quritish uchun seolit asosidagi filtrdan foydalanildi. Reaksiyaning gaz moddalarining sifatiy va miqdoriy tarkibi gazoxromatografik usulda “"Xromatek-Kristall 7000" xromatografida tahlil qilindi.

Nanouglerodning unumi quyidagi formula yordamida aniqlandi:

$$X_{HU} = (m_{KOH} - m_{bosh})/m_{bosh})$$

Bu yerda X_{NU} –nanouglerod unumi, g/g_{kat}; m_{bosh} – tajriba boshlanishidan oldin namuna massasi, g; m_{bosh} - tajriba yakunidagi namuna massasi, g.

Tajriba natijalari va ularning muhokamasi. 650 haroratda va 4 g massali katalizatorda metanning 170 sm/daq chiziqli tezligida jarayon davomiyligining ortishi bilan nanouglerodning unumi ortib boradi va 200-240 daqiqadan so'ng doimiy qiymatga erishiladi (1-jadval).

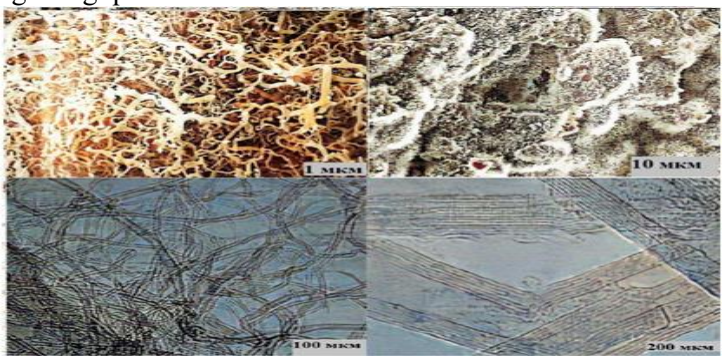
1-jadval

Nanouglerodning unumiga jarayon davomiyligining ta'siri (650 harorat, 4 g massali 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS tarkibli katalizator, gaz oqimining tezligi 170 sm/daq)

Jarayon davomiyligi, daq	Mahsulotning nanouglerod unumii, g/g
10	0,2
50	0,8
90	3,8
130	6,7
150	8,9
200	12,5
240	17,6

Olingan mahsulotning o'lchami 15-60 nm va tozalik darajasi 96% ni tashkil etadi. Sintez qilingan nanouglerodning JSM-6460 elektron mikroskopi yordamida olingan mikrotasviri 3-rasmda keltirilgan.

Katalizator qavati qalinligining nanouglerod unumiga ta'sirini o'rganish bo'yicha tajriba natijalari 2-jadvalda keltirilgan. Ularni olish uchun katalizatorning turli miqdorlari bir xil yuzada bir tekis qatlam bilan taqsimlandi va reaktorda gaz yo'nalishi bo'yicha ularning massasi ortishi yoki kamayishi bilan reaktorga joylashtirildi. Tajribalar 650 haroratda va gazning 170 sm/daq chiziqli tezligida 240 daq davomida o'tkazildi. Gaz oqimi bo'yicha katalizator qanday tartibda joylashganiga bog'liq bo'lmasdan, balki qatlam qalinligining qiymatiga bog'liq bo'lib, nanouglerod unumi qiymatiga ta'sir qilmaydigan qalinlik 1,4 sm dir. Keyingi tadqiqotlarda ichkidiffuzion sohaga to'g'ri kelmasligi uchun tajribalar 1 sm ga teng qalinlikda o'tkazildi.



3-rasm. 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS katalizatorda metan pirolizi mahsuloti mikrotasviri (harorat 650, metanning chiziqli tezligi 170 sm/daq, katalizator massasi 4 g)

2-jadval

Katalizator qavati qalinligining nanouglerod unumiga ta'siri (harorat 650, gazning 170 sm/daq chiziqli tezligi, tajriba davomiyligi 240 daq, katalizator - 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS)

№ konteynerlar	Katalizator massasi, g	Katalizator qavati qalinligi, sm	Mahsulot unumi, g/g
Reaktorda metan oqimi harakatlanishi yo'nalishi bo'yicha massa ortishi tartibida katalizatorning joylashishi			
1	20,1	0,5	58
2	29,7	0,7	72
3	40,1	0,9	95
4	60,2	1,4	123
5	80,7	1,8	143
Reaktorda metan oqimi harakatlanishi yo'nalishi bo'yicha massa kamayishi tartibida katalizatorning joylashishi			
1	19,6	0,5	53
2	29,7	0,7	74
3	41,1	0,9	93
4	59,2	1,4	112
5	79,7	1,8	135

Nanouglerod hosil bo'lish tezligiga gazning (metan) chiziqli tezligining ta'siri katalizator qavatining 1 sm qalinligida, jarayonni o'tkazishning 700 va 800 haroratlarida 10-40 sm/daq oraliqda o'rganildi. O'tkazilgan tajriba natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS katalizatorda metanning turli chiziqli tezliklarida 150 g/g nanouglerod unumiga erishish vaqti

Tajriba №	700		Tajriba №	800	
	metanning chiziqli tezligi, sm/daq	vaqt, sekund		metanning chiziqli tezligi, sm/daq	vaqt, sekund
1	59,0	1835	1	82,6	780
2	88,5	1255	2	176,9	550
3	118,0	1290	3	206,4	280
4	206,4	1200	4	235,9	330
5	235,9	2390	5	294,9	1715

Gazning chiziqli tezligi oshirilganida 150 g/g nanouglerod unumiga erishish jarayoni tezligi ortadi, so'ngra gaz tezliklarining qandaydir oralig'ida vaqt doimiy qoladi, ma'lum vaqtdan keyin yana o'sishda davom etadi. Harorat ortishi bilan jarayonning tezligi gazning chiziqli tezligiga bog'liq bo'lmasdan gazning kichik tezliklarida, nanouglerod hosil bo'lish jarayoni tezligi reaktor orqali o'tadigan metanning kam miqdori bilan ushlab turiladi. Metanning o'rtacha tezliklarida jarayon kinetik sohada o'tadi, ya'ni uning tezligi katalizatorda sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar tezliklari bilan belgilanadi.

Jarayonning yuqori tezliklarini ta'minlash uchun jarayonni metanning 300 sm/daq atrofidagi chiziqli tezligida o'tkazish talab etiladi. Chiziqli tezlikning bu qiymatlarida jarayonning eng katta tezligi ta'minlanadi va metan tezligining eng katta chetlanishlari nanouglerod hosil bo'lish tezligiga ta'sir ko'rsatmaydi. Shuning uchun keyingi tadqiqotlar metanning 300 sm/daq chiziqli tezligida o'tkazildi.

15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS katalizatorda nanouglerod hosil bo'lishiga harorat ta'siri bo'yicha tajribalar gaz harakatining 300 sm/daq chiziqli tezligida, katalizatorning 10 g massali va qatlamining 1 sm atrofida qalinlikdagi miqdorlarida 600, 650 va 700 haroratlarda amalga oshirildi. Bu tajribalar natijalari 4-jadvalda berilgan. Haroratning ko'tarilishi bilan nanouglerod hosil bo'lish tezligining ortishi sodir bo'ladi.

4-jadval

15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS katalizatorda turli haroratda nanouglerodning hosil bo'lishi (katalizator massasi 10 g, metanning chiziqli tezligi 300 sm/daq)

vaqt, daq	Nanouglerodning massasi, g/g_{kat}		
	600	650	700
5	0	0	0
10	0,02	0,25	0,62
15	0,1	1	2,12
20	0,25	1,75	3,9
25	0,67	2,44	4,86
30	1,07	3,32	5,21
35	1,49	4,14	6,41
40	1,98	4,76	·7,48
45	2,23	5,2	8,55
50	2,73	5,77	9,63
55	3,22	6,14	10.96
60	3,72	6,45	11,75
65	4,21	6,52	12.87
70	4,71	7.56	14.02
75	5,04	8.49	15.68
80	5,45	10.42	17.16
85	5,87	11.36	19.2
90	6,2	13.54	22.8
95	6,9	15.21	21.3
100	7,19	17.34	21.2

Shu bilan birga ushbu ishda 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS tarkibli katalizatorning katalitik faolligi ham sinab ko'rildi. Bu katalizator oldingi bilan solishtirilganda

15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS tarkibli katalizatorga nisbatan faolroq bo'lib chiqdi va u ishtirokidagi tajribalar ancha past haroratlar oralig'ida o'tkazildi.

Gaz oqimi chiziqli tezligining jarayon tezligiga ta'sirini 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS katalizatorda jarayonning o'rtacha tezligini tajriba boshlanishidan so'ng 20 daq o'tib hisobladik. Oldingi katalizatordan farqli ravishda, gaz oqimi chiziqli tezliklarining tadqiq qilinadigan oralig'ida jarayon tezligining gaz tezligiga bog'liqligi faqat ikki sohaga ega: birinchi sohada ya'ni gaz oqimining kichik chiziqli tezliklarida metanning chiziqli tezligi oshirilganida nanouglerod hosil bo'lish tezligi oshishi kuzatildi, ikkinchi sohada esa ya'ni gazning 20 sm/daq dan yuqori tezliklarida jarayonning tezligi reaktorda metanning chiziqli tezligiga bog'liq emas. Buni 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS ning ancha yuqori faolligi bilan tushuntirish mumkin, u katalizatorda reaksiyalarning ancha yuqori tezliklarini ta'minlaydi, buning natijasida katalizatorning yuzasiga beriladigan metan u bilan, metanning gaz oqimi bilan chiqib ketishi ro'y bermasidan oldin o'zaro ta'sirlashishga kirishishga ulguradi.

Jarayonni gaz oqimining 250 sm/daq kam bo'lmagan chiziqli tezliklarida o'tkazish talab etiladi. Keyingi tadqiqotlar metanning 300 sm/daq chiziqli tezligida o'tkazildi.

Haroratning nanouglerod hosil bo'lish tezligiga ta'siri tadqiqotlari 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS katalizatori 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS dan farqli ekanligini ko'rsatdi. Pastroq haroratlarda u yuqori unum bilan nanouglerod olishga imkon beradi. Eksperimental tadqiqot natijalari 5-6-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

3 soat davomida 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS va 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS katalizatorida turli haroratda nanouglerodning hosil bo'lishi (katalizator massasi 10 g, metanning chiziqli tezligi 300 sm/daq)

№	Katalizator tarkibi % massa ulushda	Gaz	Reaksiya harorati	C ning unumi g/soat	H_2 ning unumi l/soat
1	15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS	CH_4	550±10^{0}C	214	52
2	15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS	CH_4	650±10^{0}C	482	130
3	15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS	CH_4	750±10^{0}C	554	150
4	15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS	CH_4	550±10^{0}C	382	102
5	15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS	CH_4	650±10^{0}C	554	132
6	15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS	CH_4	750±10^{0}C	598	192

6-jadval

15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS katalizatorida turli haroratda nanouglerodning hosil bo'lishi (katalizator massasi 10 g, metanning chiziqli tezligi 300 sm/daq)

Vaqt, daq	Nanouglerodning massasi, g/g$_{kat}$		
	560	580	680
0	0	0	0
1	0,18	0,18	2,17
2	0,57	0,36	3,67
4	2,26	2,55	8,17
5	3,02	3,82	9,67
6	3,96	4,91	11,17
7	5,09	6,18	12,67
8	6,23	7,45	14,17
9	7,17	8,73	15,50
10	8,49	9,82	16,83
11	9,43	11,09	17,67
12	10,57	12,18	18,50
13	11,89	13,45	19,33
14	12,64	14,73	19,83
15	13,96	16,00	20,50
16	15,09	17,27	21,00

19	18,49	20,91	21,83
20	19,43	22,00	22,00
23	22,45	25,45	22,33
25	24,34	27,45	22,50
28	26,79	30,00	22,67
30	28,30	31,82	22,67
60	44,72	41,82	-
70	46,60	42,18	-
85	48,30	42,18	-
90	48,68	-	-
100	49,25	-	-

O'tkazilgan eksperimental tadqiqotlardan kelib chiqqan holda metandan nanouglerod olish jarayonining mexanizmini quyidagicha ifodalash mumkin:

Xulosa. Shunday qilib, markazda 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS va 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS tarkibli katalizator joylashgan reaktorda nanouglerodli qatlamlar hosil bo'lish tezligiga metanni katalitik pirolizlash jarayonining turli parametrlari: katalizator qavati qalinligi, gaz faza harakatlanish tezligi, jarayonni o'tkazish haroratlarining ta'siri bo'yicha eksperimental ma'lumotlar olingan. 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS katalizatorda nanouglerod hosil bo'lishiga harorat ta'siri bo'yicha tajribalar gaz harakatining 300 sm/daq chiziqli tezligida, katalizatorning 10 g massali va qatlamining 1 sm atrofida qalinlikdagi miqdorlarida 600, 650 va 700 haroratlarda amalga oshirildi. Tajribalar natijalariga ko'ra, katalizator 100 minut ishlashi davomida 600, 650 va 700 haroratlarda mos ravishda 7,19; 17.34; 21.2 g/g_{kat} ni tashkil etdi. 3 soat davomida 10 g massali katalizatorlar ishtirokida, metanning chiziqli tezligi 300 sm/daq bo'lganda turli haroratda nanouglerodning hosil bo'lishi o'rganilganda 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu/YuKS da 750 da 554 g/soat nanouglerod va 150 l/soat vodorod, 15%Ni•5%Co•5%Fe•5%Cu•2%Mo/YuKS da esa 598 g/soat nanouglerod va 192l/soat vodorod hosil bo'lishi aniqlandi.

Adabiyotlar

1. Кувшинов Г. Г., Попов М. В., Соловьев Е. А. и др. // Европейский исследователь. 2012. Вып. 36, Но 12-1. С. 2102.
2. Пучков Л. А., Воробьев Б. М., Васючков Ю. Ф. // Горный информационно-аналитиче-ский бюллетень. 2006. Но 1. С. 210.
3. Kuvshinov G. G., Mogilnykh Yu. I., Kuvshinov D. G. et al. // Proceedings of the 11-th World Hydrogen Energy Conf., Stuttgart (Germany), 1996. P. 2.
4. Баннов А. Г., Кувшинов Г. Г. // Материаловедение. 2011. Но 10. С. 47.
5. Крутский Ю. Л., Баннов А. Г., Соколов В. В. и др. // Рос. нанотехнологии. 2013. Но 3-4. С. 22.
6. Решетенко Т. В., Авдеева Л. Б., Исмагилов З. Р. ет ал. // Апплиед Саталйсис А: Генерал 2003. Вол. 247. П. 51.
7. Кувшинов Г. Г., Чуканов И. С., Круцкй Й. Л. ет ал. // Сарбон. 2009. Вол. 47. Р. 215.
8. Handbook of Nanophysics. Clusters and Fullerenes, edited by Klaus D. Sattler (CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2010).
9. Graphene. Synthesis and Applications, edited by Wongbong Choi and Jo-won Lee (CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2012).
10. Murty B.S., Shankar P., Badlev Raj, Rath B.B., James Murday. Textbook of Nanoscience and Nanotechnology (Springer University Press, India, 2013).
11. Springer Handbook of Nanomaterials, edited by Robert Vajtai (Springer-Verlag, Berlin, 2013).
12. Carbon Nanomaterials, Second Edition, edited by Yuri Gogotsi and Volker Presser (CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2014).
13. Debaprasad Das, Hafizu Rahaman, Carbon Nanotubes and Graphene Nanoribbon Interconnects (CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2015).
14. Carbon Nanomaterials Sourcebook, Vol. 1. Graphene, Fullerenes, Nanotubes, and Nanodiamonds, edited by Klaus D. Sattler (CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2016).