



ASETILENDAN OLINADIGAN MAHSULOT ATSETONNING KINETIK QONUNIYATLARI

¹B.Sh. Omanov, ²S.M. Turobjonov, ³N.I. Fayzullayev,
¹M.S. Xatamova, ¹R.Sh. Sunnatova

¹Navoiy davlat universiteti

²Toshkent davlat texnika universiteti

³Samarqand davlat universiteti

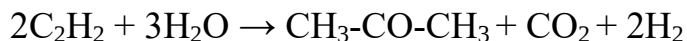
Annotatsiya. M.G. Kuchеров tomonidan 1881 yilda ochilgan asetilen (va uning hosilalari) ning Hg (II) tuzlari eritmasidagi gidratlanishi uzoq vaqt davomida sanoat organik sintezida muhim o‘rin tutib keldi. Yuqorida ta’kidlangan asoslar asosida, biz mahalliy xom-ashyolarni ishlatgan holda suspenziyalash usulini qo‘llab, yuqori faollik, selektivlik va unumdorlikka ega, tanlab ta’sir etuvchi va termik barqarorligi yuqori bo‘lgan katalizatorni tanladik. Katalizator qatlami balandligining reaktor diametriga nisbati 50-60, asetilenning hajmiy tezligi 180 soat⁻¹ bo‘lgan sharoit eng maqbul sharoit ekanligi isbotlandi. Bu sharoitda №9 katalizatori (5-jadval)doimiy faollik bilan 300 soat ishlaydi, 18-24 soatli regenerasiyadan so‘ng katalizator o‘zining faolligini to‘liq tiklaydi

Kalit so‘zlar: aseton, suv, asetilen, bentonit, katalizator, selektivlik, hajmiy tezlik, mol nisbat

Kirish. M.G. Kuchеров tomonidan 1881 yilda ochilgan asetilen (va uning hosilalari) ning Hg (II) tuzlari eritmasidagi gidratlanishi uzoq vaqt davomida sanoat organik sintezida muhim o‘rin tutib keldi. Uchbog‘ning katalitik gidratlanishi – sintetik kimyoda eng tarqalgan sintez usulidir va simobsiz katalizatorlar va suyultirilgan asetilen ishlatilganda muayyan sharoitda yana sanoatda muhim jarayon bo‘lishi mumkin [1]. Asetilen gidratlanishining 1967 yilgacha tekshirish natijalari monografiyalarda, shu reaksiyaning ishlatilishining sintetik aspekti esa umumiy maqolalarda yoritilgan. Uchbog‘ning gidratlanish reaksiyasi proton kislotalar, asoslar, metallar komplekslari, tuzli va oksidli geterogen katalizatorlarda tezlashadi. Agar asetilen konsentirlangan sulfat kislotada deyarli suv molekulasini biriktirib olmasa (bu reaksiyaning tezlik konstantasi etilen gidratlanishidan 100 marta kichik), almashingan asetilenlar yumshoqroq sharoitda gidratlanadi.

Asetilenni suv bug‘i bilan reaksiyaga kiritish orqali atseton olish usuli ham mavjud. Jarayon katalizator (rux va temir oksidi) ishtirokida 460°C da amalga oshiriladi. Suv bug‘lari ortiqcha miqdorda beriladi. Katalizator vaqti-vaqti bilan yangilanadi.

Umumiy reaksiyani quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin [2]:



Aloqa gazlari suv bilan yuviladi va natijada Atsetonning 10% suvli eritmasi qayta faollashtiriladi. Atsetonning unumi nazariy jihatdan taxminan 85% ni tashkil qiladi [3; 4].

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. Yuqorida ta’kidlangan asoslar asosida, biz mahalliy xom-ashyolarni ishlatgan holda suspenziyalash usulini qo‘llab, yuqori faollik, selektivlik va unumdorlikka ega, tanlab ta’sir etuvchi va termik barqarorligi yuqori bo‘lgan katalizatorni tanladik. Asetilenni katalitik gidratlash jarayonida mahsulot unumdorligi va selektivligiga turli omillarning (masalan, harorat, hajmiy tezlik, $\text{C}_2\text{H}_2:\text{H}_2\text{O}$ nisbatlari, katalizator tarkibi va boshqalar) ta’siri o‘rganildi. 1-jadvalda esa reaksiya mahsulotlariga katalizatorning faol komponentlarining ta’siri ko‘rsatilgan.

1-jadval. Asetilenni katalitik gidratlashlash reaksiyasida katalizator faolligiga boshlang‘ich moddalarining ta’siri

($T=425-430^\circ\text{C}$, $\text{C}_2\text{H}_2:\text{H}_2\text{O}$ 1:4, $V_{\text{C}_2\text{H}_2}=180$ soat⁻¹, promotor: 1 % $\text{VO}(\text{NO}_3)_3$)

№	Katalizator tarkibi	C ₂ H ₂ ning konversiyasi, %		Selektivlik S %
		Umumiy	Atsetonga	
1	ZnO:Fe ₂ O ₃ /YuKS	52.7	42.1	79.8
2	ZnO:Cr ₂ O ₃ /YuKS	53.1	42.7	80.4
3	ZnO/:Fe ₂ O ₃ :MnO ₂ /YuKS	62.4	50.8	81.4
4	ZnO:Cr ₂ O ₃ :MnO ₂ /YuKS	63.2	51.9	82.1
5	ZnO:Fe ₂ O ₃ :Cr ₂ O ₃ /YuKS	70.2	60.3	85.8
6	ZnO/:Fe ₂ O ₃ :MnO ₂ :V ₂ O ₅ /YuKS	75.8	66.5	87.7
7	ZnO:Cr ₂ O ₃ :MnO ₂ :V ₂ O ₅ /YuKS	85.7	78.9	92
8	ZnO:Fe ₂ O ₃ :Cr ₂ O ₃ :MnO ₂ /YuKS	92.8	87.6	94.3
9	ZnO:Fe₂O₃:Cr₂O₃:MnO₂:V₂O₅/YuKS	97,2	93.6	96.3
10	ZnO:Co ₂ O ₃ :Cr ₂ O ₃ :MnO ₂ :V ₂ O ₅ /YuKS	90.2	84.2	93.3
11	ZnO:Co ₂ O ₃ :Cr ₂ O ₃ :Mn ₂ O ₃ :V ₂ O ₅ /YuKS	84.3	76.2	90.3
12	ZnO:Fe ₂ O ₃ :Cr ₂ O ₃ :Mn ₂ O ₃ :V ₂ O ₅ /YuKS	78.3	65.4	83.5

1-jadvalda keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, sof ZnO:Fe₂O₃/YuKS ning faolligi ancha yuqori. Uning ishtirokida asetilennning umumiy konversiyasi 52.7%, Atsetonning unumi 42.1%, Atsetonning selektivligi 79.8% ni tashkil qiladi. Ushbu katalizatorga Co₂O₃ va Mn₂O₃ ning kiritilishi Atsetonning unumini pasayishiga olib keladi. ZnO:Fe₂O₃/YuKS dan tayyorlangan katalizator tarkibiga Cr₂O₃, MnO₂ va V₂O₅ ning kiritilishi Atsetonning unumiga boshqacha ta’sir qiladi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, ZnO:Fe₂O₃:Cr₂O₃:MnO₂/YuKS katalizatorga V₂O₅ qo‘shilsa, atsetonning unumi eng yuqori bo‘ladi. Katalizator tarkibiga V₂O₅ qo‘shilishi ijobiy

ta’sir ko‘rsatdi katalizatorning faolligi ortadi. V_2O_5 qo‘shilishi bilan atsetonning unumi 92.8% dan 97.2% gacha, selektivlik 94.3% dan 96.3% gacha ko‘tarildi.

Selektivlik- dastlabki moddaning (ya’ni konversiyaga uchragan moddaning, bizning 1-jadvalimizda konversiyaga uchragan asetilenning) qancha qismi maqsadli mahsulot (Atseton)ga aylanganligini ko‘rsatadi.

$$S\% = \frac{93.6}{97.2} \cdot 100\% = 96.3\%$$

Yuqorida qayd etilganlardan kelib chiqqan holda biz mahalliy xomashyolar asosida suspenziyalash usulida yuqori faollik, selektivlik va unumdorlikka ega, tanlab ta’sir etuvchanligi yuqori, termik barqaror bo‘lgan katalizator tanladik [76].

Yaratilgan yangi tarkibli yuqori faollik va unumdorlikka ega bo‘lgan №9 katalizator ishtirokida Atsetonning hosil bo‘lish unumiga haroratning ta’siri o‘rganilganda asetilenni gidratlash reaksiyasi uchun maqbul harorat 425-430°C ekanligi aniqlandi (2-jadval) [5; 6; P. 659-667].

2-jadval. Asetilenning konversiyasiga Atsetonning unumiga va jarayonning selektivligiga haroratning ta’siri (kat №9)

№	Harorat, °C	Asetilenning umumiy konversiyasi, %	Atsetonning hosil bo‘lishi, %	Selektivlik Atsetonga nisbatan S %
1	10-295	42.8	20.59	48.1
2	300-320	45.1	22,9	50.7
3	325-350	66,2	47,6	71.9
4	355-370	79,4	62.2	78,3
5	375-390	87.2	73.2	83.9
6	395-420	89.9	77.7	86.4
7	425-430	97,2	93.6	96.3
8	435-475	90.1	82.4	91.4
9	480-500	82.4	70.5	85.5

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, harorat ortgan sari asetilenning umumiy konversiyasi ortadi. Atsetonning 425-430°C gacha ortadi harorat 435°C dan oshganda kamayadi. Harorat 425-430°C dan oshganda qo‘shimcha moddalar (asetaldegid, 3-oksibutanol, kroton aldegid, butanol, etilasetat va paraldegid) hosil bo‘lishi hisobiga Atsetonning hosil bo‘lish unumi kamayadi.

Atsetonning unumiga va asetilenning konversiyasiga hajmiy tezlikning ta’siri ham o‘rganilgan bo‘lib tajriba natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval. Atseton unumiga va asetilenning konversiyasiga hajmiy tezlikning ta’siri (kat №9; T= 425-430°C)

№	Hajmiy tezlik soat ⁻¹	Asetilenning aylanish darajasi, %		S, %
		Umumiy	Atsetonga	
1	80	45.1	22,9	50.7

2	100	66,2	47,6	71.9
3	120	79,4	62.2	78,3
4	140	87.2	73.2	83.9
5	160	89.9	77.7	86.4
6	180	97,2	93.6	96.3
7	200	90.1	82.4	91.4
8	220	82.4	70.5	85.5

3-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, reaksiyon aralashmada asetilenning hajmiy tezligi ortishi bilan suvning umumiy konversiyasi oshadi.

Boshlang‘ich asetilenning hajmiy tezligi 180 soat⁻¹ gacha atsetonga nisbatan selektivligi 96.3 % ni tashkil etadi. Boshlang‘ich asetilenning hajmiy tezligi 180 soat⁻¹ dan ortganda qo‘shimcha moddalar (asetaldegid, 3-oksibutanol, kroton aldegid, butanol, etilasetat va paraldegid) hosil bo‘lishi hisobiga Atsetonning hosil bo‘lish selektivligi kamayadi.

Bundan tashqari atsetonning unumiga va asetilenning konversiyasiga C₂H₂:H₂O mol nisbatlarining ta’siri ham o‘rganildi. Tajriba natijalari 4-jadvalda keltirilgan.

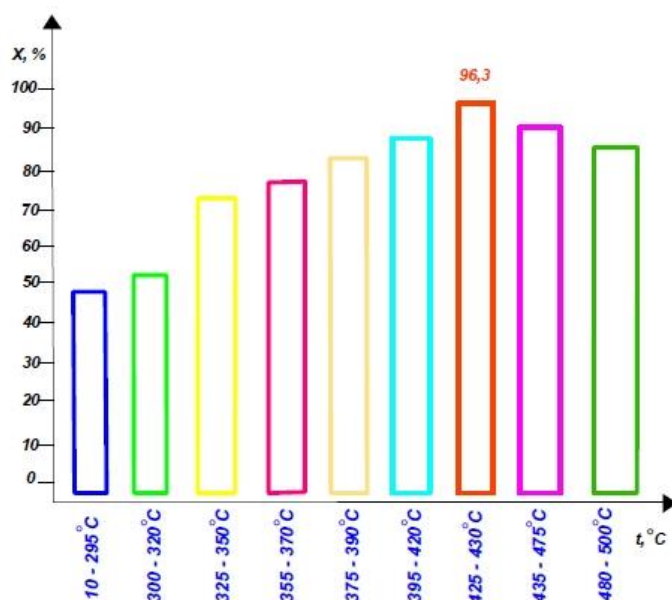
4-jadval. Atseton unumiga C₂H₂:H₂O mol nisbatlarining ta’siri
(T=425-430°C, katalizator №9)

№	C ₂ H ₂ :H ₂ O mol nisbati	Asetilenning konversiyasi, %		Selektivlik, S %
		Umumiy	Atsetonga	
1	4:1	42.8	20.59	48.1
2	3:1	45.1	22,9	50.7
3	2:1	66,2	47,6	71.9
4	1:1	79,4	62.2	78,3
5	1:2	87.2	73.2	83.9
6	1:3	89.9	77.7	86.4
7	1:4	97,2	93.6	96.3
8	1:5	90.1	82.4	91.4
9	1:6	82.4	70.5	85.5

4-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, reaksiyon aralashmada Asetilenning mol miqdori ortishi bilan suvning umumiy konversiyasi oshadi. Boshlang‘ich moddalarning mol nisbatlari 1:4 nisbatdan ortganda qo‘shimcha moddalar (asetaldegid, 3-oksibutanol, kroton aldegid, butanol, etilasetat va paraldegid) hosil bo‘lishi hisobiga atsetonning hosil bo‘lish unumi kamayadi.

Atseton unumiga harorat, hajmiy tezlik, asetilen:suv nisbati va boshqalarning ta’siri o‘rganildi. Asetilen:suv mol nisbati 1:4 bo‘lganda katalizator doimiy faollik bilan 300 soatdan ko‘proq ishlaydi. Bu vaqtda Asetilenning konversiyasi 96.5-97.2% ni tashkil etadi.

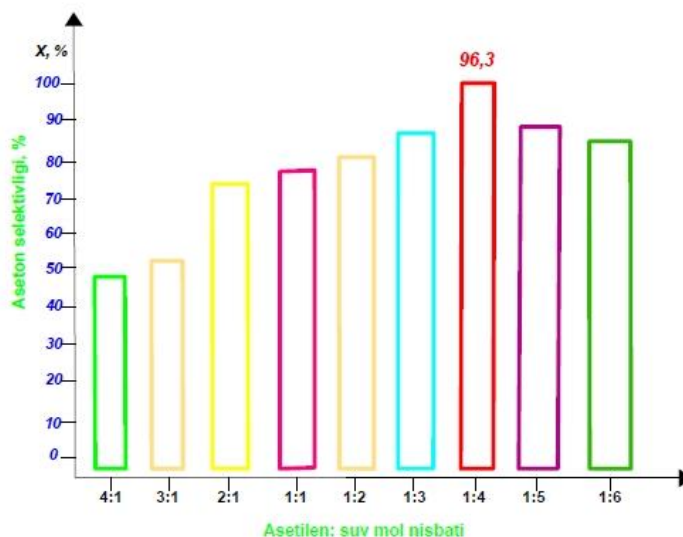
Haroratning ta’siri 10-500°C oralig‘ida o‘rganilganda harorat ortishi bilan Asetilenning konversiyasi ortishi va Atsetonning selektivligi kamayishi aniqlandi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirilgan [9; 199-204-b.].



1-rasm. Atseton unumiga haroratning ta'siri

Atsetonning unumiga haroratning ta'siri o'rganilishi natijasida 10-500°C gacha oraliqda reaksiya unumi bilan harorat o'rtasidagi bog'liqlik ekstremal xarakterga ega ekanligi va 425-430°C da unum maksimal qiymatga ega bo'lishi aniqlandi [9; 199-204-b.].

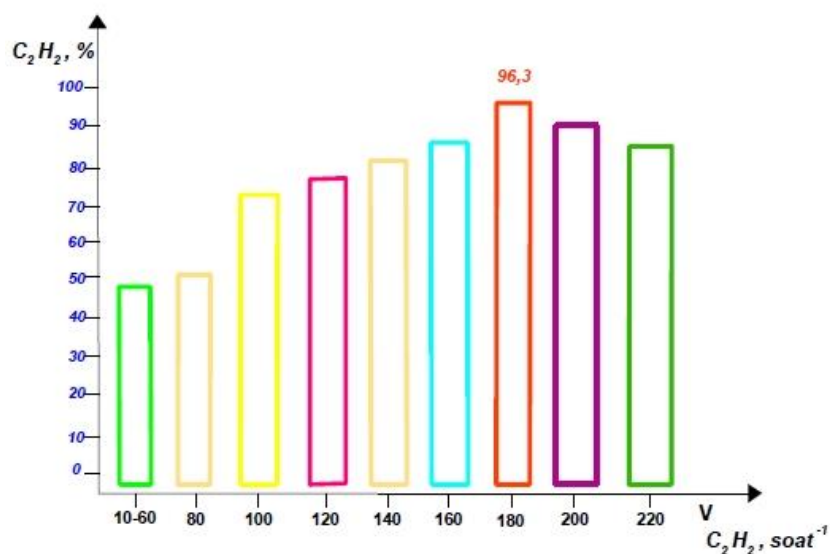
Atseton sintezi jarayonida $C_2H_2:H_2O$ nisbatining katalizator unumdorligiga ta'sirini o'rganish qiziqish uyg'otadi. Shu maqsadda 355-370°C, 375-390°C, 395-420°C, 425-430°C va 435-475°C larda gaz-bug' aralashmasining doimiy hajmiy tezlik qiymatida $C_2H_2 : H_2O$ larning molyar nisbatini 1:1 dan 1:5 gacha o'zgartirib tajribalar o'tkazdik. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan [9; 199-204-b.].



2-rasm. Asetilen:suv mol nisbatining atseton unumiga ta'siri

2-rasmdan ko'rinib turibdiki, asetilenning miqdorini oshirgan sari katalizatorning faolligi 425-430°C gacha ortadi. Harorat 430°C dan oshganda qo'shimcha moddalar (asetaldegid, 3-oksibutanal, krotan aldegid, butanal, etilasetat va paraldegid) hosil bo'lishi tufayli reaksiya unumi kamayadi. Demak, reaksiyaning tezligi asetilenning miqdoriga bog'liq bo'lib, suvning miqdoriga bog'liq emas [10; 107-114-b.].

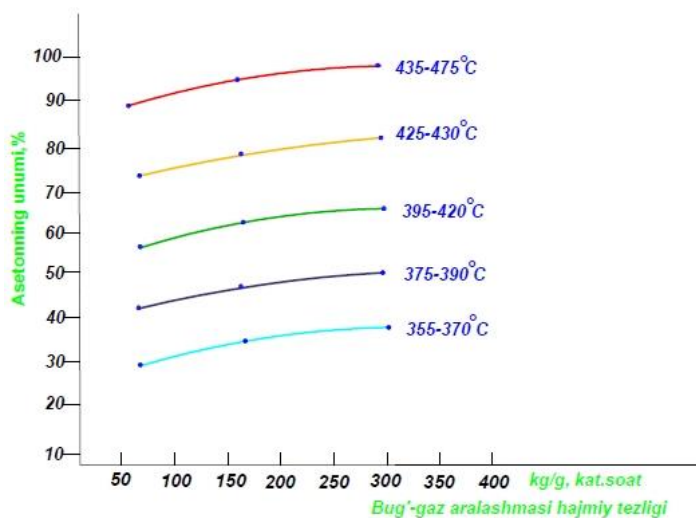
Asetilen konversiyasini o‘zgarlas 96.5-97.2% da saqlab turish uchun harorat 20-22 soatda 5-10°C da oshirib turiladi [67]. Atseton unumiga va asetilenning konversiyasiga asetilen hajmiy tezligining ta’siri 80-220 soat⁻¹ oralig‘ida o‘rganildi. Olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan.



3.-rasm. Asetilen konversiyasiga asetilen hajmiy tezligining ta’siri

3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, asetilen va suv bug‘lari aralashmasining hajmiy tezligi 80 soat⁻¹ dan 180 soat⁻¹ gacha oshirilganda asetilen konversiyasi va Atseton unumi oshadi. Asetilen va suv bug‘lari aralashmasining hajmiy tezligi 180 dan 220 soat⁻¹ gacha oshirilganda qo‘shimcha moddalar (asetaldegid, 3-oksibutanol, kroton aldegid, butanol, etilasetat va paraldegid) hosil bo‘lishi tufayli asetilen konversiyasi va atseton unumi kamayadi [43]. Bu esa jarayon tashqi diffuzion sohada boradi deb xulosa qilishga sabab bo‘ladi.

Asetilenning hajmiy tezligi katalizatorning hajmiy tezligi 50-400 soat/litr oralig‘ida o‘rganildi. Hajmiy tezlikning turli haroratlarda katalizator unumdorligiga bog‘liqligi 4-rasmda keltirilgan.



4-rasm. C₂H₂:H₂O aralashmasi hajmiy tezligining atseton unumiga ta’siri

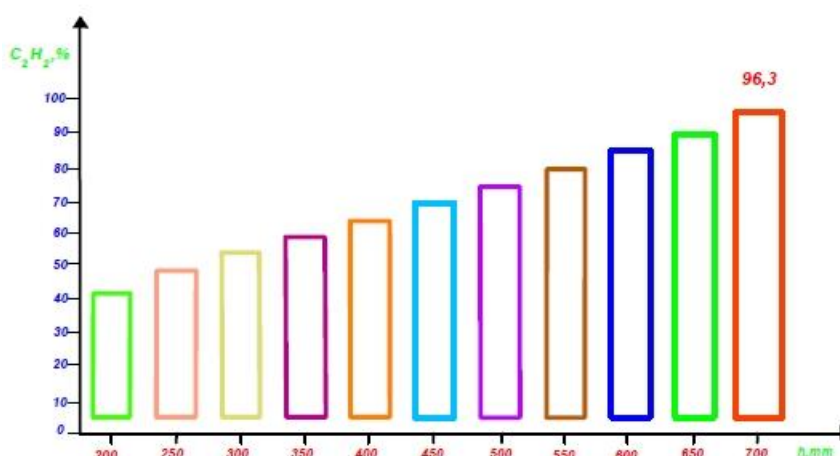
3.4-rasmdan ko‘rinib turibdiki, asetilen:suv aralashmasining hajmiy tezligi 50-200 soat/litr gacha bo‘lganda katalizatorning hajmiy tezligining pasayishi bilan bug‘-gaz aralashmasining katalizator qatlamida turish vaqti oshadi, bu esa qo‘shimcha (asetaldegid, 3-oksibutanal, kroton aldegid, butanal, etilasetat va paraldegid) moddalarning hosil bo‘lishiga olib keladi.

Asetilen:suv aralashmasining hajmiy tezligi 200-300 soat/litr oralig‘ida bo‘lganda katalizatorning unumdorligi 15-20 % ga ortadi va Atseton unimi ham ortadi.

Katalizatorning hajmiy tezligi 300 soat/litrdan oshganda, bug‘-gaz aralashmasining katalizator qatlamida turish vaqti qisqaradi, buning natijasida kerakli konversiya kamayadi va qo‘shimcha (asetaldegid, 3-oksibutanal, kroton aldegid, butanal, etilasetat va paraldegid) moddalar hosil bo‘ladi. Atseton unumi ham kamayadi.

Jarayonning texnologik parametrlariga harorat, katalizator o‘lchami, reaktor parametrlari va katalizator qatlami balandliklarining ta’siri o‘rganildi.

Asetilenning konversiya darajasiga katalizator qatlami balandligining ta’siri 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Asetilenning konversiya darajasiga katalizator qatlami balandligining ta’siri

5-rasmdan ko‘rinib turibdiki, katalizatorlar qatlami balandligi 400-750 mm gacha ortishi bilan asetilen konversiyasi ortadi, bu esa reaksiyaning ichki diffuzion sohada borishini ko‘rsatadi.

Katalizator qatlami balandligining reaktor diametriga nisbati 50-60, asetilenning hajmiy tezligi 180 soat⁻¹ bo‘lgan sharoit eng maqbul sharoit ekanligi isbotlandi. Bu sharoitda №9 katalizatori (3.2.6.1-jadval)doimiy faollik bilan 300 soat ishlaydi, 18-24 soatli regenerasiyadan so‘ng katalizator o‘zining faolligini to‘liq tiklaydi.

Xulosa. Asetilenni katalitik gidratlash va asetillash reaksiyalari termodinamik jihatdan asoslandi. Tanlangan ZnO·Fe₂O₃·Cr₂O₃·MnO₂·V₂O₅/YuKS katalizator ishtirokida asetilenni katalitik gidratlash jarayonining gaz oqimining hajmiy tezligi, harorat va katalizator o‘lchamining keng oralig‘ida o‘rganildi. Asetilenni katalitik gidratlash reaksiyalarining kinetik

qonuniyatlari o'rganildi va ularning borish mexanizmlari taklif etildi hamda reaksiyalarning borishini ifodalovchi additiv kinetik tenglamalar taklif etildi (o'rtacha kvadratik chetlanishi 3% dan oshmaydi).

Asetilenni katalitik gidratlab atseton olish jarayonlari reaktorlari matematik modellashirildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Юсупов Б. Д. (2009) Разработка новых катализаторов для парофазной гидратации ацетилена и исследование их свойств // Диссертация.

<http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/OnlineView/32172>

2. Современная медицина и фармацевтика: новые подходы и актуальные исследования материалы. 75-ой Международной научно-практической конференции студентов-медиков и молодых учёных (Самарканд, 18 мая 2021 г.) Часть I <https://www.sammu.uz/upload/d-file/files/6172e7f41e3a2-6172e7f41e3a3-6172e7f41e3a4-6172e7f41e3a5.pdf>

3. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. - Химия, 1968. – 846 с. <https://djvu.online/file/mJDzlxGHigKjJ>

http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec41/ukelson_tehnologiya_org_synteza.djvu#17 <http://booksonchemistry.com/index.php?author=ukelson-ii&book=1968&category=organik-chem&id1=3&page=211>

4. Н.А. Платэ, Е.В.Сливинский. Основы химии и технологии мономеров: Учеб. Пособие /. – М.: Наука: МАИК “Наука/Интерпериодика”, 2002. - 696 с.: ил. ISBN 5-02-006396-7 <https://makston-engineering.ru/f/plate.pdf> <https://studfile.net/preview/10062633/> <http://diss.seluk.ru/monografiya/82824-6-na-plate-slivinskiy-osnovi-himii-tehnologii-monomerov-nastoyaschaya-monografiya-odobrena-sovetom-federalnoy-celevoy-programmi-gosu.php#2> <http://diss.seluk.ru/monografiya/82824-6-na-plate-slivinskiy-osnovi-himii-tehnologii-monomerov-nastoyaschaya-monografiya-odobrena-sovetom-federalnoy-celevoy-programmi-gosu.php> <http://shr.receptidocs.ru/v5100/?download=file#10>

5. Научный журнал "Вестник АУНиГ" №1 (45) 2018г.

[http://atrmgu.kz/uploaded/files/Vestnik1\(45\),2018.pdf](http://atrmgu.kz/uploaded/files/Vestnik1(45),2018.pdf)

6. Fayzullaev N.I, Akmalayev K.A, Karjavov A. Catalytic Synthesis of Acetone from Acetylene //Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal . Vol. 10, Issue 8, August 2020. pp. 659-667 DOI:10.5958/2249-7137.2020.00859.9

<https://saarj.com/wp-content/uploads/ACADEMICIA-AUGUST-2020-FULL-JOURNAL.pdf>

7. Икрамов А., Кулдошев А., Зиядуллаев А.Э. Сравнительные активности гетерогенных катализаторов на основе соединений металлов d-группы при гидратации ацетилена. Universum: технические науки. 2022. № 12-5 (105). С. 22-27 <http://elibrary.ru/item.asp?id=50114578>

8. Файзуллаев, Н. И., Курбанов, А. М., & Досказиева, Г. Ш. (2016). Парофазный каталитический синтез ацетона из ацетилена. In Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли. pp. 468- 474.

<http://elibrary.ru/item.asp?id=29030119>

9. Omanov B.Sh. Compact technology of acetone production // Science and Education in Karakalpakstan. 2024 №1/1. 199-204 betlar.

10. Оманов Б.Ш., Файзуллаев Н.И., Жуманазаров Р.Б., Норкулов У.М. Винацетат ишлаб чиқаришнинг ихчамлаштирилган технологияси. //СамДУ илмий ахборотномаси. Самарқанд. 2018 йил, №1. 107-114 бет <http://research.samdu.uz/files/1619689787.pdf>
https://www.samdu.uz/images/ilmiyjurnal/nsec4cU7IA_ilmiy_jurnal.pdf