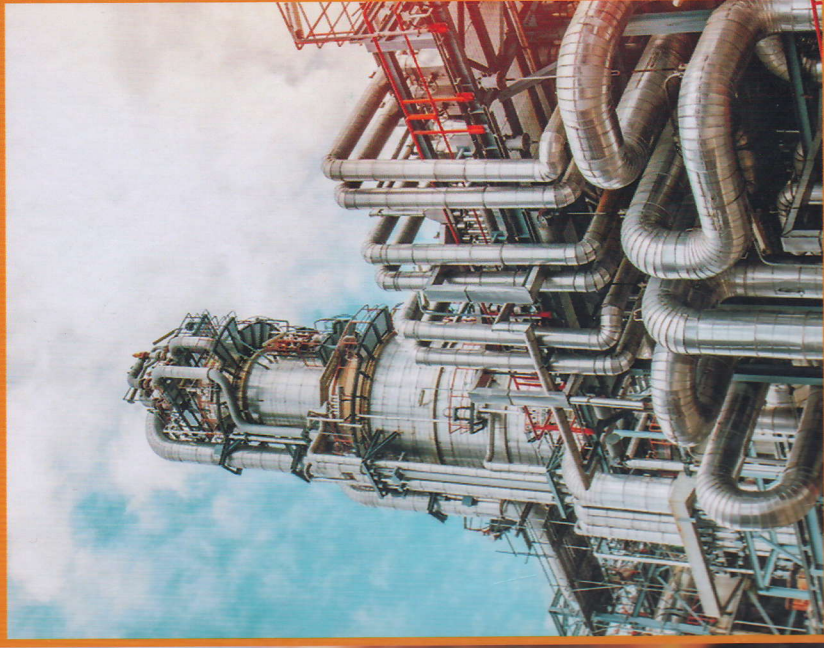


M.J. Maxmudov, L.I. Tilloyev, B.Z. Adizov,
A.A. Alimov, T.X. Naubeyev

NEFT VA GAZKIMYO SANOATIDA KATALIZ

Darslik



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

BUXORO MUHANDISLIK - TEXNOLOGIYA INSTITUTI

**M.J. Maxmudov, L.I. Tilloyev, B.Z. Adizov,
A.A. Alimov, T.X. Naubeyev**

NEFT VA GAZKIMYO SANOATIDA KATALIZ

*(5321400 - Neft-gazkimyo sanoati texnologiyasi bakalavriat ta'lim yo'nalishida
tahsil olayotgan talabalar uchun darslik)*

Kimyo fanlari doktori, professor H.B.Do'stov taxriri ostida

**BUXORO - 2021
«DURDONA» NASHRIYOTI**

88.4

377:159.9(07)

A 95

Maxmudov M.J.

Neft va gazkimyo sanoatida kataliz [Matn] : darslik / M.J. Maxmudov, L.I. Tilloyev, B.Z. Adizov, A.A. Alimov, T.X. Naubeyev – Buxoro: "Sadriddin Salim Buxoriy" Durdona nashriyoti, - 2021. - 344 b.

UO'K 377:159.9(07)

BBK 88.4

TAQRIZCHILAR

Salixanova D.S.

– O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti «Kolloid kimyo» laboratoriyasi bosh ilmiy xodimi, t.f.d., prof.

Ro'ziev A.T.

– «Buxoro neftni qayta ishlash zavodi» MChJ asosiy ishlab chiqarish sexi boshliq o'rinbosari

M.N. Murodov

– Buxoro muhandislik – texnologiya instituti «Neftni qayta ishlash texnologiyasi» kafedrasida katta o'qituvchi, texnika fanlari nomzodi

Mazkur o'quv qo'llanma Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi Buxoro Muhandislik-texnologiya instituti kengashining 2021 yil 3-mart 8-sonli qaroriga asosan nashr qilishga ruxsat etilgan.

ISBN 978-9943-7078-4-9

© M.J. Maxmudov, L.I. Tilloyev,
B.Z. Adizov, A.A. Alimov,
T.X. Naubeyev

ANNOTATSIYA

Ushbu darslikda neft va neft fraksiyalarini, gazokondensatlarni, tabiiy va yo'l-dosh gazlarni qayta ishlashni o'z ichiga olgan neft va gazkimyo sanoatidagi jarayonlarda qo'llaniluvchi katalizatorlar va katalitik jarayonlarni nazariy va amaliy o'rganish yoritilgan. Shuningdek, uglevodorod xomashyolarini qayta ishlash uchun katalizatorlarni tanlash va tayyorlash texnologiyalari asosini tashkil etuvchi muhim nazariy qonuniyatlar ochib berilgan.

Darslik oliy ta'limning «5321400 – Neft-gazkimyo sanoati texnologiyasi» yo'nalishi talabalari va «5A321401 – Kimyoviy va neft-gazkimyoviy texnologiyalari» mutaxassisligi bo'yicha ta'lim oladigan magistr'larga, shuningdek tayanch doktorantlar, o'qituvchilar va shu bilan birga katalizator ishlab chiqaruvchi, neftni qayta ishlash va neft va gaz kimyosi tarmoqlaridagi ilmiy va injener – texnolog xodimlar uchun mo'ljallangan.

АННОТАЦИЯ

В этом учебнике охватывается теоретическое и практическое изучение кatalизаторов и кatalитических процессов, используемых в процессах в нефтехимической промышленности, включая переработку нефти и нефтяных фракций, газового конденсата, природного и попутного газа. Выделены важнейшие теоретические закономерности, лежащие в основе технологий выбора и приготовления кatalизаторов переработки углеводородов.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений направления «5321400 – Технология нефтегазохимической промышленности» и магистров по специальности «5A321401 – химические и нефтегазохимические технологии», а также докторантов базовой докторантуры, для преподавателей а также производителей кatalизаторов, может быть использован научными и инженерными кадрами в области нефтегазопереработки и нефтегазохимии.

ANNOTATION

This textbook covers the theoretical and practical study of catalysts and catalytic processes used in processes in the petrochemical industry, including refining petroleum and petroleum fractions, gas condensate, natural and associated gas. The most important theoretical laws underlying the technologies for the selection and preparation of catalysts for the processing of hydrocarbons are highlighted.

The textbook is intended for students of higher educational institutions of the direction «5321400 – Technology of the petrochemical industry» and masters in the specialty «5A321401 – Chemical and petrochemical technologies», as well as doctoral students of basic doctoral studies, for teachers as well as manufacturers of catalysts, can be used by scientific and engineering personnel in the field oil and gas processing and oil and gas chemistry.

carbonaceous chondrite groups // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2005. V. 69. 4. P. 1085-1097.

34. Nijhuis T.A., Van Koten G., Moulijn J.A., Optimized palladium catalyst systems for the selective liquid-phase hydrogenation of functionalized alkynes // *Applied Catalysis A: General*. 2003. V. 238. 2. P. 259-271.

35. Bridier B., Pérez-Ramírez J., Cooperative Effects in Ternary Cu-Ni-Fe Catalysts Lead to Enhanced Alkene Selectivity in Alkyne Hydrogenation // *Journal of the American Chemical Society*. 2010. V. 132. 12. P. 4321-4327.

36. Baranov A.N., Sokolov P.S., Kurakevych O.O., Tafeenko V.A., Trots D., Solozhenko V.L., Synthesis of rock-salt MeO-ZnO solid solutions (Me=Ni²⁺, Co²⁺, Fe²⁺, Mn²⁺) at high pressure and high temperature // *High Pressure Research*. 2008. V. 28. 4. P. 515-519.

37. Vershinin N.N., Efimov O.N., Bakaev V.A., Aleksenskii A.E., Baidakova M.V., Sitnikova A.A., Vul' A.Y., Detonation Nanodiamonds as Catalyst Supports // *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*. 2010. V. 19. 1-2. P. 63-68.

38. Volker E., David A.J., Faysal B., Peter C.T., Angel B.-M., Brian F.G.J., Andrew E.H.W., Nanoparticulate PdZn—pathways towards the synthetic control of nanosurface properties // *Nanotechnology*. 2011. V. 22. 20. P. 205701.

39. Boudjahem A.-G., Bouderbala W., Bettahar M., Benzene hydrogenation over Ni-Cu/SiO₂ catalysts prepared by aqueous hydrazine reduction // *Fuel Processing Technology*. 2011. V. 92. 3. P. 500-506.

40. Ильин А.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.А., Кунин А.В. Способ приготовления катализатора для среднетемпературной конверсии оксида углерода водяным паром. Патент РФ № 2254922, 2004.

41. Посохова О.М., Целютин М.И., Резниченко И.Д. и др. Способ приготовления оксида алюминия, используемого в качестве носителя катализаторов гидроочистки. Патент РФ № 2362620, 2006.

M U N D A R I J A

KIRISH.....	4
I-BOB. KATALIZ TO'G'RIDA TUSHUNCHA	
1.1. Kataliz tarixi.....	7
1.2. Katalizni neft-gazkimyo sanoatidagi ahamiyati.....	13
1.3. Katalizning klassifikatsiyasi va umumiy xususiyatlari.....	14
1.4. Katalizning turlari.....	22
1.5. Kataliz nazariyalari.....	27
II BOB. KATALIZATORLAR VA ULARNING KIMYOVIY REAKSIYALARGA TA'SIRI	
2.1. Katalizatorlar to'g'risida umumiy tushunchalar.....	44
2.2. Katalizator ishlab chiqaruvchi zavodlar.....	52
2.3. Katalizatorlarning reaksiya aktivlanish energiyasiga ta'siri.....	64
2.4. Katalizator selektivligi.....	65
2.5. Katalizatorlarning reaksiya muvozanatiga ta'siri.....	67
2.6. Katalizator ta'sirida qaytar reaksiyaning tezlanishi.....	67
III-BOB. KATALIZATORLARNING FIZIK - KIMYOVIY XOSSALARI	
3.1. Qattiq katalizatorlarning fraksion tarkibi.....	79
3.2. Qattiq katalizatorlarning zichligi.....	81
3.3. Katalizator va adsorbentlarning g'ovakligi.....	84
3.4. Katalizator aktiv komponentlarining yuzasi.....	88
3.5. Katalizatorlarning mexanik mustahkamligi.....	89
3.6. Katalizatorning fazoviy tarkibi.....	90
3.7. Katalizatorlarning kislotali-ishqorli xususiyatlari.....	90
3.8. Kislotali xususiyatiga ega bo'lgan qattiq katalizatorlar.....	91
3.9. Katalizatorlarning barqaror faolligi.....	91
3.10. Qattiq katalizatorlarning issiqlik o'tkazuvchanligi va issiqlik sig'imi.....	97
3.11. Katalizatorlar faolligini aniqlash usullari.....	103
3.12. Katalizatorlar turg'unligini aniqlash.....	113
3.13. Katalizatorlarning indeks aktivligini aniqlash.....	113
IV-BOB. KATALIZATOR AKTIVLIGIGA TURLI OMILLARNING TA'SIRI	
4.1. Haroratning ta'siri.....	119
4.2. Bosimning ta'siri.....	120
4.3. Reagentlar konsentratsiyasining ta'siri.....	120

4.4.	Katalizatorlarni maydalanganlik darajasining ta'siri.....	123
4.5.	Katalitik jarayonda qo'llanadigan qo'shimcha reagentlar ta'siri.....	123
	V-BOB. KATALIZATOR ZAHARLANISHI VA KOKSLANISHI	
5.1.	Katalizatorlarning zaharlanishi.....	132
5.2.	Qaytar zaharlanish, qaytmas zaharlanish, kummulyativ zaharlanish, qulay zaharlanish.....	138
5.3.	Zaharlanishni oldini olish usullari.....	142
5.4.	Katalizatorni xizmat vaqti.....	143
5.5.	Katalizatorni eskirishi.....	144
5.6.	Kokslanish.....	145
5.7.	Kokslanishni oldini olish.....	146
5.8.	Regeneratsiya jarayoni.....	147
5.9.	Qayta tiklangan katalizatorga ishlov berish.....	149
	VI-BOB. KATALITIK KREKING JARAYONI VA KATALIZATORLARI	
6.1.	Jarayonning rivojlanish tarixi.....	156
6.2.	Katalitik krekning jarayoni kimyosi va mexanizmi.....	159
6.3.	Katalitik krekning xomashyosi.....	164
6.4.	Krekning katalizatorlari.....	165
6.5.	Seolit va amorf alyumosilikatlarning o'rni.....	167
6.6.	Krekning katalizatorlarini ishlab chiqarish.....	168
6.7.	Krekning katalizatorlariga qo'shimchalar.....	172
	VII-BOB. KATALITIK RIFORMING JARAYONI VA KATALIZATORLARI	
7.1.	Katalitik riforming tarixi.....	176
7.2.	Jarayon kimyosi va termodinamikasi.....	177
7.3.	Riforming katalizatorlari.....	178
7.4.	Riforming jarayoni xomashyosi.....	186
7.5.	Riforming reaksiyalari.....	188
	VIII-BOB. IZOMERIZATSIYA JARAYONI VA KATALIZATORLARI	
8.1.	Yengil alkanlarning izomerizatsiyasi.....	195
8.2.	Jarayon kimyosi va termodinamikasi.....	196
8.3.	Xomashyo va jarayonni boshqarish.....	198
8.4.	Jarayon katalizatorlari.....	200
	IX-BOB. TERMOGIDROKATALITIK JARAYONLAR VA KATALIZATORLARI	
9.1.	Gidrototalash jarayoni kimyosi va katalizatorlari.....	209
9.2.	Gidrototalash katalizatorlari regeneratsiyasi.....	215
9.3.	Gidrokrekning jarayoni kimyosi va katalizatorlari.....	216
	X-BOB. ALKILLASH JARAYONLARI VA KATALIZATORLARI	

10.1.	Alkillash jarayoni.....	223
10.2.	Olefinlarni izobutan bilan alkillash.....	223
10.3.	Alkillash jarayoni kimyosi.....	224
10.4.	Alkillash katalizatorlari.....	227
	XI-BOB. POLIMERIZATSIYA JARAYONI VA KATALIZATORLARI	
11.1.	Olefinlarni polimerlash.....	232
11.2.	Oligomerizatsiya jarayoni katalizatorlari.....	232
11.3.	Etilenni polimerlash jarayoni katalizatorlari.....	234
11.4.	Propilenni polimerlash jarayoni katalizatorlari.....	239
	XII-BOB. GAZDAN SUYUQLIK OLISH JARAYONLARI VA KATALIZATORLARI	
12.1.	Gazdan suyuqlik olish jarayoni.....	243
12.2.	Fisher-Tropsch sintezi.....	249
12.3.	Jarayon katalizatorlar.....	250
12.4.	Fisher-Tropsch sintezi texnologiyasi.....	253
	XIII-BOB. GOMOGEN VA GETEROGEN KATALITIK JARAYON REAKTORLARI	
13.1.	Katalitik jarayon reaktorlari.....	257
13.2.	Katalizator qatlami qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas reaktorlar.....	261
13.3.	Reaktorlarga katalizatorni yuklash va bo'shatish texnologiyasi.....	267
13.4.	Hozirgi zamon katalitik jarayon reaktorlari.....	271
	XIV-BOB. KATALIZATOR YOYUVCHILARI VA PROMOTORLAR	
14.1.	Yoyuvchilar.....	281
14.2.	Katalizator tayyorlashda ishlatiladigan asosiy yoyuvchilar.....	281
14.3.	Tabiiy yoyuvchilar.....	282
14.4.	Metall oksidli yoyuvchilar.....	284
14.5.	Aralash oksidlar.....	284
14.6.	Alyuminiy suboksidlari.....	288
14.7.	Glinozem va uning gidratlarining xossalari.....	288
14.8.	Alyuminiy oksidini olish usullari.....	289
14.9.	Alyumosilikatlar.....	289
14.10.	Seolitlar.....	291
14.11.	Boshqa turli yoyuvchilar.....	293
14.12.	Modifikatorlar va promotorlar.....	294
14.13.	Katalizatorlarni promotorlash.....	295

XV-BOB. QATTIQ KATALIZATORLAR ISHLAB CHIQARISH TEKNOLOGIYASI

15.1.	Qattiq katalizatorlar tasnifi.....	301
15.2.	Katalizatorlarga qo'yilgan talablar.....	307
15.3.	Katalizator tayyorlash usullari.....	308
15.4.	Qattiq katalizatorlar ishlab chiqarish texnologiyalari.....	309
15.5.	Turli xil katalizatorlar tayyorlash usullari.....	314
15.6.	Skletli katalizatorlar tayyorlash.....	316
15.7.	Silliqlik va qattiq kontakt massalar.....	318
15.8.	Seolit asosli katalizatorlar.....	319
15.9.	Gibrid katalizatorlar.....	322
15.10.	Kompleks katalizatorlar.....	324
15.11.	Katalizatorlarni qaytarish.....	330
XVI-BOB. AMALIY MASHG'ULOTLAR		
16.1.	Gomogen katalizga oid hisoblash.....	334
16.2.	Geterojen katalizga oid hisoblash.....	338
16.3.	Qattiq katalizatorlarning fizik xossalarga oid hisoblash.....	340
16.4.	Katalitik reaksiyani aktivlanish energiyasini hisoblash.....	346
16.5.	Katalizatorlarning faolligini hisoblash.....	349
16.6.	Katalizatorlarning selektivligi va umumdorligini hisoblash.....	350

XVII-BOB. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

17.1.	Qattiq katalizatorlarni granulometrik tarkibini aniqlash.....	353
17.2.	Qattiq katalizatorlarni zichligini aniqlash.....	355
17.3.	Qattiq katalizatorlardagi suv miqdorini aniqlash.....	356
17.4.	Katalizatorlardagi koks miqdorini aniqlash.....	357
17.5.	Katalizatorlarni mexanik mustaxkamligini va mexanik eskirishini aniqlash.....	360
17.6.	Qattiq katalizatorlarni indeks aktivligini aniqlash.....	364
17.7.	Alyumonikelmolibden katalizatorini tayyorlash.....	368
17.8.	Bag usuli yordamida nikel katalizatorlarini tayyorlash.....	370
	Izohli lug'at.....	371
	Nazariy mashg'ulotlarni mustahkamlash bo'yicha berilgan test savollarining javoblari kaliti.....	380
	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	381

O'G'LAVLENIYE

ВВЕДЕНИЕ.....		4
I ГЛАВА. ПОНЯТИЕ О КАТАЛИЗЕ		
1.1.	История катализа.....	7
1.2.	Значение катализа в нефтегазохимической промышленности.....	13
1.3.	Классификация и общие особенности катализа.....	14
1.4.	Виды катализа.....	22
1.5.	Теории катализа.....	27
II ГЛАВА. КАТАЛИЗАТОРЫ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ		
2.1.	Общие понятия о катализаторах.....	44
2.2.	Заводы производящие катализаторы.....	52
2.3.	Влияние катализаторов на энергию активации реакции.....	64
2.4.	Селективность катализатора.....	65
2.5.	Влияние катализатора на равновесию реакции.....	67
2.6.	Ускорения обратимых реакций с влиянием катализатора.....	67
III ГЛАВА. ФИЗИКО – ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАТАЛИЗАТОРОВ		
3.1.	Фракционный состав твёрдых катализаторов.....	79
3.2.	Плотность твёрдых катализаторов.....	81
3.3.	Пористость катализатора и адсорбентов.....	84
3.4.	Поверхность активных компонентов катализатора.....	88
3.5.	Механическая прочность катализаторов.....	89
3.6.	Пространственный состав катализатора.....	90
3.7.	Кислотно – щелочные свойства катализаторов.....	90
3.8.	Твёрдые катализаторы с кислотными свойствами.....	91
3.9.	Стабильная активность катализаторов.....	91
3.10.	Теплопроводность и теплоёмкость твёрдых катализаторов.....	97
3.11.	Методы определения активности катализаторов.....	103
3.12.	Определение стабильности катализаторов.....	113
3.13.	Определение индекса активности катализаторов.....	113
IV ГЛАВА. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА АКТИВНОСТЬ КАТАКАТИЛИЗАТОРОВ		
4.1.	Влияния температуры.....	119
4.2.	Влияния давления.....	120
4.3.	Влияние концентрации реагентов.....	120
4.4.	Влияние степени раздробленности катализаторов.....	123
4.5.	Влияние дополнительных добавок используемых в каталитических процессах.....	123
V ГЛАВА. ТОКСИЧНОСТЬ И КОКСУЕМОСТЬ		

M.J. Maxmudov, L.I. Tilloyev, B.Z. Adizov,
A.A. Alimov, T.X. Naubeyev

NEFT VA GAZKIMYO SANOATIDA KATALIZ

Muharrir:

Texnik muharrir:

Musahhili:

Sahifalochi:

G'.Murodov

G.Saniyeva

M.Raximov

M.Arslonov



Nashriyot litsenziyasi AI № 178. 08.12.2010. Original –
maketdan bosishga ruxsat etildi: 23.06.2020. Bichimi 60x84.
Kegli 16 shponli. « Palatino Linotype» garn. Ofset bosma
usulida. Ofset bosma qog'oz. Bosma tabog'i 25 Adadi 100.
Buyurtma № 88.



«Sharq-Buxoro» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Buxoro shahar O'zbekiton Mustaqilligi ko'chasi, 70/2 uy.
Tel: 0(365) 222-46-46



Maxmudov Muxtor Jamolovich – kimyo fanlari doktori (DSc). 1988 yilda Buxoro viloyati Buxoro tumanida tugʻilgan. 1 ta oʻquv qoʻllanma, 1 ta elektron darslik, 2 ta monografiya, 50 dan ortiq ilmiy maqolalar, 30 dan ortiq tezislari muallifi. Hozirda Buxoro muhandislik – texnologiya instituti «Neftni qayta ishlash texnologiyasi» kafedrasi dotsenti.



Tilloyev Lochin Ismatillayevich – 1987 yilda Buxoro viloyati Gʻijduvon tumanida tugʻilgan. 2 ta oʻquv qoʻllanma, 3 ta elektron darslik, 35 dan ortiq ilmiy maqolalar, 30 dan ortiq tezislari muallifi. Hozirda Buxoro muhandislik – texnologiya instituti «Neftni qayta ishlash texnologiyasi» kafedrasi tayanch doʻrtoranti.



Adizov Bobir Zamirovich – texnika fanlari doktori. 1982 yilda Buxoro viloyati Buxoro shahrida tugʻilgan. 1 ta darslik, 2 ta oʻquv qoʻllanma, 2 ta monografiya, 1 ta patent, 50 dan ortiq ilmiy maqolalar, 60 dan ortiq tezislari muallifi. Hozirda «Uzbekneftgaz» AJ ga qarashli «UNG training» MCHJ yagona taʼlim markazi direktori.



Alimov A'zam Anvarovich – pedagogika fanlari boʻyicha falsafa doktori (PhD), dotsent. 1985 yilda Buxoro viloyati Qorakoʻl tumanida tugʻilgan. 1 ta darslik, 2 ta oʻquv qoʻllanma, 2 ta elektron darslik, 1 ta monografiya, 30 dan ortiq ilmiy maqolalar, 20 dan ortiq tezislari muallifi. Hozirda Buxoro muhandislik – texnologiya instituti «Neftni qayta ishlash texnologiyasi» kafedrasi mudiri.



Naubeyev Temirbek Xasetullayevich – kimyo fanlari nomzodi, dotsent. 1977 yilda Qoraqalpogʻiston Respublikasi Kegeyli tumanida tugʻilgan. 3 ta elektron darslik, 1 ta monografiya, 50 dan ortiq ilmiy maqolalar, 100 dan ortiq tezislari muallifi. Hozirda Berdaq nomidagi Qoraqalpogʻiston davlat universiteti «Neft va gaz texnologiyasi» kafedrasi mudiri.

