

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA
MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI**

**ALISHER NAVOIY NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

TABIIY FANLAR FAKULTETI

KIMYO YO`NALISHI

ANALITIK KIMYO KAFEDRASI

**Pentadetsil spirtini sianlash reaksiyasining
makrokinetik qonuniyatlarini o`rganish.**

Malakaviy bitiruv ishi

Bajaruvchi: Abduxashimov Xurshid

Ilmiy rahbar: dots. Murodov Q.M.

Ish ko`rib chiqildi va himoyaga ruxsat berildi.

«Analitik kimyo» kafedrası mudiri :

dots. Ro`ziyev E. _____

«___» _____ 2013y.

Ilmiy rahbar :

dots. Murodov Q.M. _____

«___» _____ 2013y.

Malakaviy bitiruv ishi YaDAKning 2013-yil “_____” iyundagi majlisida himoya
qilinadi va _____ foizga baholanadi (bayonnoma №).

YaDAK raisi: _____

A`zolari:

MUNDARIJA:

I. KIRISH.....3-4

II. ADABIYOT SHARHI

2.1. Katalitik jarayonlar.....5-8

2.2. Geterogen reaksiyalarning makrokinetik qonuniyatlari.....8-11

2.3. Tashqi diffuzion soha.....11-23

III. TAJRIBAVIY QISM

3.1. Qurilma sxemasini ta'svirlash va amaliyotni o'tkazish metodikasi..... 24-26

3.2. Suyuq moddlarni analiz qilish 26-30

3.3. Tajribada olingan qiymatlar va ularning muhokamasi.....30-38

3.4. Tajribada olingan natijalarning jadval va darajalish grafiklari orqali ifodalanishi.....38-45

3.5. Ichki diffuzion soha bo'yich olingan natijalar.....45-49

IV. XULOSA50

V. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....51-53

I. Kirish.

Mavzuning dolzarbligi. Qattiq katalizatorlarda reaksiya borganda massa va issiqlikni o'tkazish bilan bog'liq bo'lgan "o'tkazish effekti" muhim ahamiyatga ega. Agarda bunday " o'tkazish " juda qisqa vaqtda amalga oshsa, aniqlovchi oldida kinetika qonuniyatlari " toza" holda yani massa- va issiqlik xodisalari aniq nomoyon bo'ladi. Bu omillarning ta'siri yaqqol ko'rinishi yoki hal qiluvchi bo'lishi mumkin , qachonki o'tkazish jarayonining tezligi qaysidir bosqichlarda reaksiya tezligining o'ziga yoki o'zidan kam bo'lgan holatlarda tezlasha olsa. Shu sababli kinetik qonuniyatlarni analiz qilayotganda , boshlang'ich modda va reaksiya maxsulotlarini ichki muhitdan katalizator yuzasiga o'tkazish effektiga, bu granula va ularning ichidagi boradigan hodisalar effektiga, hamda reaksiya davomida kuzatilishi mumkin bo'lgan temperatura gradientlariga (farqiga) ahamiyat berish kerak . Massa va issiqlik o'tkazish jarayonlarining bir – biriga o'xshashligi ularning bir-biriga ta'sirini jamlagan holda, yani umumlashgan holda ko'rib chiqishni taminlaydi.

Bu jarayonlani aniqlash va o'rganish uchun makrokinetika bo'limi ajratilgan. Bu bo'limning asosiy vazifasiga , o'rganilayotgan diffuziya va issiqlik o'tkazish qonunoiyatlarini aniqlash , hamda reaksiyalarga bu xodisalarning ta'sirini o'rganish kiradi.

Diffuziya ta'siri natijasida kimyoviy jarayonlar :

- 1- Kinetik sohada boradigan :
- 2- Diffuziya sohasida boradigan :
- 3- Ham kinetik ham diffuziya sohasida boradigan reaksiyalarga bo'linadi .

Kinetik sohada borayotgan jarayonlarda kimyoviy reaksiyalar tezligi eng sekin boradigan jarayoni bo'lib , oqim tezligi , massa almashinuvi jarayon tezligiga ta'sir etmaydi.

Diffuzion sohada borayotgan jarayonlarda umumiy tezlik moddalarning katalizatorning faol markazlariga borishi diffuziya tezligi bilan xarakterlanadi va bu yerda haqiqiy reaksiya tezligini topib bo'lmaydi.

Nitrillar – yuqori reaksiya qobiliyatga ega boʻlgan organik birikmalar sinfiga kiruvchi moddalar qatoriga kiradi. Ular va ularning hosilalari kimyo sanoatida, neftkimyosi sohasida, meditsinada va boshqa turli sohalarda ishlatiladi.

Sanoatda tarkibida $C_1 - C_4$ saqlagan nitrillar sintez qilish texnologiyasi ishlab chiqarilgan. Yuqori nitrillar sintezi texnologiyasini ishlab chiqarish boʻyicha ilmiy izlanishlar davom etmoqda.

Ushbu malakaviy bitiruv ishi, pentadetsil spirti misolida yuqori molekulyar spirtlarni sianlash reaksiyasining makrokinetik qonuniytlarini oʻrganishga bagʻishlangan.

Qoʻyilgan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalarni bajarish lozim:

- tashqi diffuzion sohani aniqlash uchun boshlangʻich spirtning nitrilga aylanish darajisiga reaksiya aralashma oqim tezligining taʼsirini oʻrganish lozim.

- ichki diffuzion sohani aniqlash uchun boshlangʻich spirtning nitrilga aylanish darajisiga katalizator diametrini taʼsirini oʻrganish lozim.

II.ADABIYOT SHARHI

2.1.Katalitik jarayonlar

Kataliz soʻzi grekcha bulib, uning maʼnosi parchalanish demakdir. Lekin katalizator tushunchasi butunlay boshqa maʼnoni bildiradi. Reaksiyani tezlatuvchi moddalar katalizator deb, katalizatorlar ishtirokida boruvchi reaksiyalar esa katalitik reaksiyalar va bunday reaksiyalar borish hodisasini kataliz deb ataladi.

Kataliz hodisasi tabiatda juda kup bulib turadi. Oʻsimlik va hayvon organizmida koʻpincha prosesslar biokatalizatorlar (fermentlar) taʼsirida buladi. Bunday katalizatorlarning baʼzilari qadim zamonlarida xam maʼlum bulib, ularni kishilar oʻz ehtiyoji uchun (masalan, xamir oshirish uchun, uzum va mevalarni bijgʻitib spirtli ichimliklar va sirka olish uchun) foydalanganlar.

XVII asrda kimyo fani taraqqiy etishi natijasida sanoat maqsadlari uchun sunʼiy katalizatorlar topiladi.

Hozirgi vaqtda kataliz kimyo sanoatining deyarli hamma sohasida keng foydalaniladi. Kataliz yordamida yangi moddalar hosil kilishga muvaffaq boʻlinadi.

Texnologik jarayonlar oddiylashtirildi, sanoat uskunalarning texnika-iqtisodiy koʻrsatkichlari anchagina kutarildi. Kataliz hodisasini tekshirishda javob bergani uchun kataliz xodisasiga qiziqish juda qulay va bu sohada anchagina muvaffaqiyatlariga erishildi. Sunʼiy kauchuk hosil qilish, vodorod va azotdan ammiak olish sunʼiy usullar bilan spirt, polimerlanish prosesslari yordamida turli plastmassalar olishda, yoqilgi sanoatida va kreking sanoatida, shuningdek, sanoatning boshqa tarmoqlarida keng ravishda katalizatorlardan foydalaniladi. Hozir kimyo sanoatining katalizator ishlatilmaydigan tarmogʻi juda kam.

Yaqingacha, asosan kataliz jarayonining amaliyotigagina ahamiyat berib kelingan edi, faqat soʻnggi vaqtlardagina uning nazariyasiga aloxida ahamiyat berila boshlandi.

Katalizatorlar reaksiyaning avtiklanish energiyasini kamaytiradi. Reaksiyani tezligi aktivlanish energiyasiga teskari proporsional ekanligini bilamiz. Qanday boʻlmasin biror reaksiya katalizatorsiz sezilarli tezlik bilan bormasa, bu hol reaksiyaning aktivlanish energiyasi, xatto katta energiya zapasiga ega bulgan molekulalarning energiyasidan xoli yukori ekanini kursatdi. Katalizatorlar

reaksiyaning aktivlanish energiyasini ma'lum sharoitda molekular yenga oladigan darajaga qadar kamaytiradi. Natijada reaksiyani tezligi oshadi. Demak, katalizatorlarning reaksiyalar tezligini oshirishiga asosiy sabab, katalizator ishtirokida reaksiya aktivlanish energiyasini kamayishidir (yoki uning maydalanishidir). Turli katalizatorlar reaksiyani aktivlanish energiyasini turli darajagacha kamaytiradi. Jadvalda turli moddalarni gidrogenlash reaksiyasi aktivlanish energiyasining turli katalizatorlar ishtirokida kanday kamayishi ko'rsatigan.

1- Jadval:

Moddalar	Aktivlanish energiyasi (kal/4,187·10 ⁶ Dj/k mol)			
	Pt – asbest	Pt – kumir	Pa	Ni
Geksagidrobenezol	18040	18040	15300	9170
Dekagidronaftalin	18990	18990	-	-
Piperidin	1930	-	16250	-

Kataliz reaksiya borgan sohaga va reaksiya mexanizmiga karab ikki xil klassifikasiyalanadi.

Kataliz reaksiya borgan sohaga ko'ra gomogen va geterogen (kontakt) katalizga bo'linadi. Gomogen katalizda reagentlar va katalizator bir muhitda, bir xil agregat holatda buladi. Masalan, efirlar ishqorlanish reaksiyasida efir, katalizator kislota – suyuqlik, nitroza usuli bilan HNO₃ olishda esa reagent ham, katalizator ham gazdir.

Geterogen katalizda reagentlar va katalizatorlar turli muhitda, turli agregat holida buladi. Masalan, ammiakni sintez reaksiyasi ($3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$) dan reagentlar gaz holatda, katalizator (Fe, Pt) esa qattiq holatda bo'ladi.

Amalda eng ko'p tarqalgan kataliz geterogen bo'lib, kimyo sanoatida 80 % maxsulot shu usulda olinadi. Kataliz reaksiyaning mexanizmiga qarab, kislota – asos kataliz bilan oksidlanish – qaytarilish kataliziga bo'linadi.

Ko'pchilik gomogen katalizlar kislota – asos kataliz mexanizmi bilan, geterogen kataliz esa, asosan oksidlanish-qaytarilish kataliz – almashish mexanizmi bilan boradi.

Kataliz hodisasi bir nechta umumiy prinsipga ega.

Katalizatorlar saylash (selektivlik) xossasiga ega. Hamma kimyoviy reaksiyalar uchun umumiy katalizator bo'lmaydi. Ma'lum reaksiyani yoki reaksiyalar guruhini ma'lum katalizatorgina tezlatadi. Biror reaksiyani tezlatadigan katalizator boshqa reaksiya uchun katalizator bo'la olmasligi mumkin. Reaksiya bir nechta yo'nalishda borishi mumkin bo'lsa, ma'lum katalizator ma'lum yo'nalishnigina tezlatadi. Masalan, etil spirtni turli katalizatorlar yordamida parchalab, bir qancha yo'nalishda olib borishi mumkin.

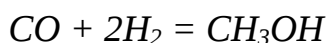
2-jadval:

Katalizatorlar	Reaksiyani yunalishi
Maxsus	
Cu (200-250 ⁰ C)	CH ₃ COOC ₂ H ₅ + 2H ₂
Al ₂ O ₃ (350 ⁰ C)	C ₂ H ₄ + H ₂ O
Al ₂ O ₃ (250 ⁰ C)	(C ₂ H ₅) ₂ O + H ₂ O
Aktivlangan	
Su (200 ⁰ C)	CH ₃ CHO + H ₂
ZnO·Cr ₂ O ₃	CH ₂ =CH·CH=CH ₂
Na	C ₄ HgOH + H ₂ O

Katalizatorlarning selektivligidan, ya'ni ma'lum katalizatorning ma'lum reaksiyani yoki ma'lum reaksiya yo'nalishini tezlatishidan sanoatda keng foydalaniladi. Katalizatorning bu xossasi kerakli reaksiya yo'nalishinigina tezlatishi hamda qo'shimcha reaksiyalarni borishiga yo'l qo'ymaydi.

Katalizatorlar reaksiya muvozanatiga ta'sir etmaydi. Katalizatorlar nazariy yo'l bilan hisoblab topilganiga qaraganda ko'p mahsulot hosil qilishga yordam bermaydi, ya'ni muvozanat konstantasining qiymatini o'zgartirmaydi. Katalizatorlar nazariy jihatdan chiqishi kerak bo'lgan mahsulot miqdorini qisqa vaqt ichida olishga imkon beradi xolos, masalan, $H_2 + J_2 = 2HJ$ reaksiyaning muvozanati katalizatorlarsiz va turli katalizatorlar ishtirokida mukammal tekshirilgan. 350⁰S da HJ ning dissosiyalanish darajasi katalizatorlarsiz 0,186 ga, Pt katalizator ishtirokida esa 0,19 ga teng.

Ma'lum katalizator ta'sirida qaytar reaksiyani tezlanishi. Katalizatorning reaksiya muvozanatini siljitmasligidan ular to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligini bir xildi oshiradi degan xulosa kelib chikadi. Masalan,



Bu reaksiya bosim ostida turli katalizatorlar (ZnO , $ZnO \cdot Cr_2O_3$; $8ZnO \cdot Cr_2O_3$ $Cr O_3$ va boshkalar) ishtirokida olib boriladi. Ular yuqori bosimda reaksiyani chapdan o'ngga, past bosimda esa o'ngdan chap tomonga tezlatadi. Yana bir misol:



Pt, Pd, Ni – katalizatorlarda tezlashadi. 200-240⁰S da benzol faqat siklogeksanga, 200-300⁰S da esa siklogeksan deyarli to'la parchalanib, benzol va vodorodga aylanadi. Oraliq haroratda esa bu moddalarning hammasi mavjud bo'ladi.

2.2. Geterogen reaksiyalarning makrokinetik qonuniyatlari.

Qattiq katalizatorlarda reaksiya borganda massa va issiqlikni o'tkazish bilan bog'liq bo'lgan "o'tkazish effekti" muhim ahamiyatga ega. Agarda bunday "o'tkazish" juda qisqa vaqtda amalga oshsa, aniqlovchi oldida kinetika qonuniyatlari "toza" holda yani massa- va issiqlik xodisalari aniq nomoyon bo'ladi. Bu omillarning ta'siri yaqqol ko'rinishi yoki hal- qiluvchi bo'lishi mumkin, qachonki o'tkazish jarayonining tezligi qaysidir bosqichlarda reaksiya tezligining o'ziga yoki o'zidan kam bo'lgan holatlarda tezlasha olsa. Shu sababli

kinetik qonuniyatlarni analiz qilayotganda , boshlang'ich modda va reaksiya maxsulotlarini ichki muhitdan katalizator yuzasiga o'tkazish effektiga , bu granula va ularning ichidagi boradigan hodisalar effektiga ,hamda reaksiya davomida kuzatilishi mumkin bo'lgan temperatura gradientlariga (farqiga) ahamiyat berish kerak . Massa va issiqlik o'tkazish jarayonlarining bir – biriga o'xshashligi ularning bir-biriga tasirini jamlagan holda, yani umumlashgan holda ko'rib chiqishni taminlaydi.

Bu jarayonlarni aniqlash va o'rganish uchun makrokinetika bo'limiajratilgan. Bu bo'limning asosiy vazifasiga , o'rganilayotgan diffuziya va issiqlik o'tkazish qonunoiyatlarini aniqlash, hamda reaksiyalarga bu xodisalarning ta'sirini o'rganish kiradi.

Diffuziya ta'siri natijasida kimyoviy jarayonlar :

- 1- Kinetik sohada boradigan :
- 2- Diffuziya sohasida boradigan :
- 3- Ham kinetik ham diffuziya sohasida boradigan reaksiyalarga bo'linadi .

Kinetk sohada borayotgan jarayonlarda kimyoviy reaksiyalar tezligi eng sekin boradigan jarayoni bo'lib , oqim tezligi , massa almashinuvi jarayon tezligiga ta'sir etmaydi.

Diffuzion sohada borayotgan jarayonlarda umumiy tezlik moddalarning katalizatorning faol markazlariga borishi diffuziya tezligi bilan xarakterlanadi va bu yerda haqiqiy reaksiya tezligini topib bo'lmaydi.

Diffuzion va kinetik sohalarni bir- biridan ajratishning quyidagi usullari mavjud :

1. Jarayonning harorat ko'fitsenti qiymatini aniqlash bo'yicha , agar haroratni har 10°C ga ko'targanda reaksiyaning tezligi 2-3 marta ko'tarilsa , jarayon kinetik sohada boradi . Agar haroratni har 10°C ga ko'targanda , reaksiyaning tezligi ikki martadan kam oshsa , demak reaksiya diffuzion sohada olib borilmoqda .

2. Reaksiya tartibini aniqlash bo'yicha .

Agar reaksiya tartibi birdan farq qilsa , bu holda eng sekin ketadigan jarayon kimyoviy reaksiya bo`ladi . Reaksiya tartibi birga teng bo`lgan holatda eng sekin boradigan jarayonni aniqlash ancha qiyin , chunki moddalar almashuvi , konsentratsiya singari birinchi darajada bo`lishi mumkin .

3. Jarayonning umumiy tezligining gidrodinamik sharoitlarga bog`liqlik darajasini o`rganish usuli .

4. Tashqi diffusion sohada reaksiyaning tezligi katalizator sirt yuzasiga bog`liq bo`ladi , Kinetik sohada esa reaksiyaning tezligi katalizator hajmiga tog`ri proporsional bo`ladi .

5. Ekzotermik reaksiyalar uchun katalizator va reaksiya aralashma o`rtasida haroratning juda ham keskin farq qilishi , katalizatorning qizishi .

6. Reaksiyaning tezligiga katalizator aktivligining ta`sir etmasligi.

Agar umumiy tezlik sharoitning gidrodinamik kattaliklariga big`liq bo`lmasa, u holda limitlovchi bosqich massa almashuvi yoki bir vaqtning o`zida massa almashinuvi va kimyoviy reaksiya bo`ladi (Jarayon – diffuzion – kinetik sohada boradi) .

Tarkibida bir necha miqdorda granulaga ega bo`lgan qo`zg`almas yoki harakatchan qatlamli katalizatorlarda reaksiya o`tkazilayotganda , quyidagi o`tkazish jarayonlari kuzatiladi.

1. Boshlang`ich moddani gaz yoki suyuqlik fazadan katalizator qatlamiga o`tkazish va (qo`zg`almas qatlamda) va granular o`rtasidagi muhitdan ustki sirtiga o`tkazishdir (Tashqi diffuziya). Bu jarayonlar katalizatorlarda moddalarning sarflanishi natijasida yuzaga kelgan konsentratsiya farqi hisobiga boradi. Uch fazali sistemalarda gaz-suyuqlik –qattiq katalizatorlar (masalan suyuq fazali gidrogenlash) bo`lganda gaz holatidagi moddani( $H_2$ ) suyuqlik fazasidan ham o`tkazish kerak bo`ladi .

2. Boshlang`ich moddani katalizator granulasi sirtidan uning markaziga o`tkazish. Bu yerda ham konsentratsiya farqi asosiy o`rinni egallaydi (Ichki diffuziya).

3. Katalizator granularining ichki sirtida hosil bo'lgan reaksiya maxsuloti , hamda granulalarda hosil bo'lgan konsentratsiya farqi hatijasida reaksiyaga kirishmagan moddalarni tashqi sirtga o'tkazish (Ichki diffuziya) .

4. Reaksiya maxsulotlarini granularning tashqi sirtidan ularning o'rtasidagi muhitga, reaksiyaga kirishmagan moddalar bilan birga muhit markaziga o'tkazishdir.

Bu jarayonlar bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar quyidagi sohalarda borishi mumkin .

1. Reaksiyani tashkil etuvchi barcha diffuzion bosqichlar , kimyoviy bosqichlarga nisbatan tez boradigan –kinetik soha . Bu sohada massa o'tkazish hodisalari reaksiya qonuniyatiga tasir qilmaydi . Ammo katalizator hamda jarayonning o'ziga xosligi natijasida issiqlik o'tkazish yomon sharoitlarda o'tayotganda , qaysidir bosqichlarda temperatura tushishi , izotermik bo'lmagan holatlar kuzatilishi ham mumkin

2. Sistema hajmidan katalizatorning tashqi qismiga yoki undan sistema hajmiga reaksiya tezligiga nisbatan ancha kam tezlik bilan boradigan o'tkazish kiradi . Bu soha tashqi diffusion sohadir . Bu yerda issiqlik berish tezligi sust ketishi natijasida katalizatorlarning qizishi ham kuzatiladi.

3. Ichki diffusion soha , bu sohada katalizatorlar granulalarda boradigan diffuziya tezligiga nisbatan reaksiya tezligining ancha oshishi kuzatiladi . (yani, tashqi qatlamdan ichki qatlamga va aksincha) . Jarayon davomida kuzatiladigan qizishlar issiqlikning bir granuladan ikkinchisiga juda sust o'tishi bilan bog'liq bo'ladi

4. O'rta soha, bu sohada har xil sohalarning o'ziga xosligi saqlanib turadi . Bir jarayon tezligining oshishi yoki kamayishi kuzatilmaydi.

2.3. Tashqi diffuzion soha.

Tashqi diffusion sohada boradigan reaksiyalar , molekulyar diffuziya qonunlari va gidrodinamik omillar bilan aniqlanadi .

Fik qonuniga ko'ra ,turg'un muhitda diffuziya oqimi P_D L masofaga vaqt birligi ichida konsentratsiya farqiga proporsionaldir :

$$P_D = -D \frac{dc}{dt}$$

Bu yerda : D konsentratsiyaga bog'liq bo'lmagan diffuziya koefitsienti. Formula oldidagi minus oqim yo'nalishini yonalishini ko'rsatadi ,yani yuqori konsentratsiyadan past konsentratsiyaga qarab oqishi.

Frue qonuniga ko'ra , massa va issiqlik o'tkazishning bir-biriga o'xshashligi tufayli issiqlik oqimi P_q temperature farqiga proporsionaldir:

$$P_q = -\lambda \frac{dc}{dc}$$

Bu yerda : λ – Issiqlik o'tkazish koefitsientidir .

Bu ikki qonuniyatlar juda soda sharoitlarda to'g'ri bo'ladi , yani diffuziya va issiqlik o'tkazish bir-biriga tasir qilmaganda , muhitning gomogenligida va har xil komponentlarning diffuziyalari mustaqil bo'lganda bajarilishi mumkin . Agar harakatlanuvchi sistema chiziqli harakatlansa kovektiv o'tkazish birdaniga berilsa Furie va Fik qonunlari quyidagicha bo'ladi :

$$P_D = -D \frac{dc}{dl} + U_1 C$$

$$P_q = -\lambda \frac{dc}{dc} + C_p \rho U_1 T$$

C_p va ρ - issiqlik sig'imi va sistema zichligidir. Aytib o'tilgan sharoitlarda moddaning berilgan nuqtada tezlik bilan to'planishi Fikning II- qonuni bilan ifodalanadi.

$$\left(\frac{\partial c}{\partial \tau_D} \right) = D \frac{\partial^2 c}{\partial l^2}$$

Uch o'lchovli fazada diffuziya quyidagicha ifodalanadi :

$$\left(\frac{\partial c}{\partial \tau_D} \right)_l = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial l_x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial l_y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial l_z^2} \right)$$

Enshteyn qonuniga binoan zarracha harakatlanishining o'rtacha kvadrati diffuziya vaqtiga τ_D proporsionaldir.

$$l^2 = 2D_{\tau_D}$$

Bu yerda diffuziya koefitsientining birligini aniqlash mumkin .[D]=

Agar konvektiv o'tkazish bo'lmasa :

$$\alpha_D = D/l$$

Agarda bo'lsa uning tasiri juda qiyin ko'rinishda bo'ladi , massa o'tkazish koefitsienti , diffuziya koefitsienti bo'lgan darajada proporsional bo'ladi . Uning o'lchov birligi quyidagiga teng : [uzunlik] x [vaqt]⁻¹ . Issiqlik oqimi temperature tasiriga proporsional ko'riladi, yani:

$$P_q = \alpha_q \Delta T$$

Bu yerda: χ_q - issiqlik o'tkazishning koefitsientidir.

Konvektiv oqimning gidrodinamik xorakterini ,hamda diffuziya va issiqlik oqimlarini tushuntirishda har-xi foydalaniladi.

Reynolds o'z qarashlarida gaz yoki suyuqlik oqimining chiziqli tezlikgi bilan bog'liqligini bog'liqligini tushuntiradi, yani

$$R_e = \frac{U_l a p}{\eta^*} = \frac{U_l a}{\nu}$$

Bu yerda ;

χ_q - ciziqli o'lchov

P – zichlik,

η – qovushqoqlik,

ν – kinematik qovushqoqlik.

Tashqi diffyuzion soha chiqishi ham ochiq sistemalarda ham yopiq sistemalarda ham hosil bo'lishi mumkin .yani ochiq sistemalrda gaz yoki suyuqlikning harakatlanuvchi oqimi sharoitida qattiq katalizator zarrachalarini yuvganida hosil bo'ladi vayopiq sistemalarda gaz yoki suyuqlikning qattiq katalizator bilan berk hajimda yegishida hosil bo'ladi.

Konsentratsiya o'zgarishi. $\Delta C_j = C_j - c_j$, $\Delta C'_j = C_j - c_j$ chegarada joylashgar diffusion qatlamda kuzatiladi . Bu qatlamning qalinligi δ bir qancha omillarga bog'liq va laminar oqimda ($Re \gg 1$) $\propto Re^{-6,5}$ ga propartsianaldir. Δ qalinligining

kamayishi ,konsentratsiya farqi oshganda , diffuziya tezligini oshiradi, u esa yopiq sistemalarda oqimning turbillanishini va intensiv aralashishiga olib keladi.

Massa o'tkazish va issiqlik o'tkazish jarayonlarining tufayli tashqi duffuzion soha da katalizatorlarning tashqi sirti va sistema hajmi o'rtasida issiqlik o'tkazishning susayishi hosil bo'ladi. Shu sababli temperatura tushishi va katalizator qizishi kuzatiladi, bu esa issiqlik berishning unumini kamaytiradi. Statsianar holatda issiqlik balansi quyidagicha bo'ladi :

$$\alpha_q S' / (T' - T) = Q_r (C_j - C_j', T)$$

Bu yerda :

T' va T – Sistemaning absalyut temperaturasi hamda katalizatorning tashqi yuzasidagi temperaturadir.

Q - reaksiyaning issiqlik effektidir .

Oxirgi ifodalardan quyidagi formula kelib chiqadi:

$$T = T' + \frac{\alpha_D Q}{\alpha_q} (C_j - C_j')$$

Agarda katalizator bo'lakchalarida qizish kuzatilmasa issiqlik o'tkazish koifitsenti λ quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{T' - T}{T} \approx \pm \frac{RT}{E} \frac{\lambda^*}{\lambda} Nu_q^{-1}$$

Nusseltning oddiy o'lchovi joylashgan chegaraga miqdoriy tartib birligi , issiqlik o'tkazuvchanligi uning atrofidagi donador muhitni taxminan 10 martaga oshiradi , lekin RT/E nisbat ahamiyatga ega , shuning uchun haroratning farqi 0.03-0.1 juda katta bo'ladi .

- tenglamaning o'ng qismi issiqlikning chiqishi yani , ekzotermik reaksiyalar , chap qismi esa issiqlikning yutilishidan iborat .

Berilgan reaksiya tezligi issiqlik chiqishi tezligi ko'payishi bilan issiqlik o'tkazish koifitsenti ham oshadi va proporsianallik qiymati ketma-ketligi

temperatura hamma katalizatorning tashqi yuzasi va atrofidagi muhit mustahkam sharoitda amalga oshadi .

Temperaturani o'zgartirishdan oldin issiqlik chiqarish tezligi va issiqlik o'tkazish ko'effitsienti qiyali to'g'ri chizig'i aniqlanadi . Natijada reaksiya tezligiga mos keluvchi eksponensial bog'liqligi bilan issiqlik ajralishining temperature egri chizig'i murakkab shakilga ega bo'ladi .

Makrokinetik jarayonlar , kimyoviy o'zgarishning borishi , kimyoviy jarayonlarda massa , issiqlik va elektor zaryadining ko'chishi bilan o'zaro bog'liqligi orqali ifodalanadi .

Makrokinetika termini XX asrning 40- yillarida qo'llanila boshlandi (xsusan , fizik-kimyogar olim D. A. Frank-Kamenskiyni) va hamma hodisalarni qamrab oladi . Kimyoviy o'zgarishning tezligi issiqlik va modda ko'chish jarayonining ta'siri natijasida paydo bo'ladi . Kimyoviy kinetikada faqat kimyoviy reaksiyaning xususiy tezligi qarab chiqiladi .

Katalitik reaksiyalarning borishida ularga diffuz omillarning ta'sirini tekshirishda kinetik tekshirishlar o'tkazish kerak, buni hal qilmasdan, olingan ma'lumotlarni qo'llab bo'lmaydi.

Bu maqsad uchun eksperimental va hisoblash kriteriyalaridan foydalaniladi. Bu ikkita kriteriyalarning har biri, alohida holda diffuz reaksiyalarning tormozlanishi haqida to'liq va aniq ma'lumat bera olmaydi, shuning uchun turli xil tekshirish usullaridan foydalaniladi.

- Diffuz holatlarning kechishi, hamda uning o'tish hududidagi tezligi.
- Haroratga bog'liq bo'ladi, temperature intervalining yuqori chegarasida bunday effektlarning yo'qligini yetarli darajada ko'rish mumkin.

Tashqi diffuziyaning ta'sir kriteriyalari.

Tashqi diffuz ta'sir tormozlanishi. Keyinga ekspremental ma'lumotlarni berishi mumkin.

1. Temperaturaning yetarli darajada qayta tushishi, reaksiya aralashma va tez oquvchi katalizator o'rtasidagi oxirgi ekzotermik reaksiyadan avtotermik jarayongacha.

2. Aniqlik chegarasining yo`qligi, jarayon tezligiga katalizator aktivligining o`zgarishi bilan ta'sir ko`rsatadi.
 3. Chiziqli tezlik oqimining (doimiy xajmiy tezlik) yoki aralashma intensivligining o`zgarishi jarayon tezligiga ta'sir ko`rsatadi.
 4. Kichik temperatura koeffitsientida tezlik reaksiya va uning aniq salmog'i Arrenius grafigida.
 5. Reaksiyaning 1-tartibini kuzatish.
 6. Ta'sir katalizator granulalarining o`zgarishiga olib keladi.
- Ba'zida bunday ma'lumotlar, tashqi diffuz ta'sir bor yoki yo`qligi haqida, hech narsa bermaydi va bunda kerakli natija kuzatilmaydi.
 - Ekspriment to`gri shakllanishi yetishmovchiligida ham  $t^0$  C tushadi, endotermik reaksiyada, diffuz ta'sir katalizator (yonuvchan) joyini o`zgarishiga olib kelmaydi.
 - Kichik o`lchamdagi energiya aktivlanishi, kinetik hududda o`z o`rniga ega bo`lishi mumkin. Huddi 1-tartibli reaksiyadagi "Arrenius grafigidagi sinishlar, jarayon mexanizmi va kinetikasi o`zgarishida kuzatiladi.
- Kristal o`lchamining o`zgarishi jarayon tezligiga va boshqa diffuz hududlarga juda tez ta'sir ko`rsatadi.
- Tashqi diffuz tormozlanish ta'sirida yuzaga keladigan asosiy kriteriya – chiziqli tezlik o`zgarishi.
 - Bu effektivlik Chambers va Budar tadqiqotlarida ham ifodalanadi.
- Shuning uchun, chiziqli tezlik ta'sirining yo`qligi  $Re < 50$  bo`lganda tashqi diffuz ta'siri yo`qligiga kuzatuvchilik qila olmaydi
- Qo`shimchalarsiz sistemalarda uning qo`lanilishi faqatgina oqim tezligiga emas, balki uning aralashuvida yuzaga kelgan tezlikka ham ta'sir qiladi.
- Bunday kriteriyalar asosan suyuq fazali reaksiyalarda qabul qilinadi. Jarayon tezligining o`zgarishi maydalanish va boshqa omillar ta'sirida bo`lishi mumkin.

Ma'lum sistemadagi diffuziya koeffitsienti haqidagi ma'lumat. Og'irlik oqimi tezligini hisoblashga va uni ko'rinarli jarayon tezligi bilan solishtirishga yordam beradi.

Bunday qiyoslash, 1 natijalar yetishmovchiligini hal qilishda yordam beradi. Ba'zi maxsus olingan natijalar, og'irlik olib kelish ta'sirini aniqlashda, isbot bo'lmaganda hal qiluvchi bo'lib hisoblanadi.

Kinetik izotop effektivligining qayta kuzatilishi, diffuzion hudud o'rnida hech qanday ahamiyat kasb etmas edi, u yerda qarama-qarshi effekt yuzaga kelishi mumkin edi.

Kimyoviy texnologiya jarayonlarining matematik modellari strukturasi, avvalo gidrodinamik parametrlar bilan aniqlanadi va oqim zarrasining qaralayotgan sistemada bo'lish vaktining taqsimoti xarakterida ko'rinadi.

Taqsimot xakteri sistema o'tayotgan signal turiga ko'ra aniqlanadi. Bunday signal sifatida sistema kirishiga pag'onali, impulsli yoki chastotali gallayenlanishlar shaklida beriladigan modda (indikator) foydalaniladi.

Impulsli g'allayonlanishlar taksimot statistik funksiyasi (S-egri chizik) quyidagicha yoziladi.

$$C = \frac{\int_0^{\infty} \pi(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} c(\tau) d\tau} \approx \frac{\sum \pi}{\sum c}$$

Bo'lish vakti taksimoti funksiyasi S sistemadan chikayotgan oqimdagi indikator ulushini bildiradi.

O'rtacha bo'lish vakti τ

$$\tau = \frac{\int_0^{\infty} \tau c(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} c(\tau) d\tau}$$

s (τ) taqsimot funksiyasi quyidagicha ko'rinishda bo'ladi.

$$C(\tau) = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{c}{c_0} = \frac{c}{\sum c \Delta \tau} \quad \text{sek}^{-1}$$

Bu yerda, $\Delta \tau$ - namunalar olish intervali

Bulishning o'lchamsiz vaqti

$$\theta = \frac{\tau}{\tau}$$

τ ma'lum bulsa S-egri chiziqni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$C = \frac{c}{c_o} = \tau(c(\tau))$$

s_o -kirishdagi boshlang'ich konsentrasiya

Qaralayotgan kattalikning o'rtacha qatlam atrofidagi sochilganligi dispersiya deyiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta_{\tau}^2 = \frac{\sum x_i^2 f(x_i)}{\sum f(x_i)} - \left[\frac{\sum x_i f(x_i)}{\sum f(x_i)} \right]^2$$

Vaqtning o'lchamsiz birliklaridagi dispersiya uchun

$$\delta^2 = \frac{\delta_{\tau}^2}{(\tau)^2}$$

Pog'onali va impulsli g'allayonlanishlardagi taksimot funksiyalari orasidagi bog'lanish

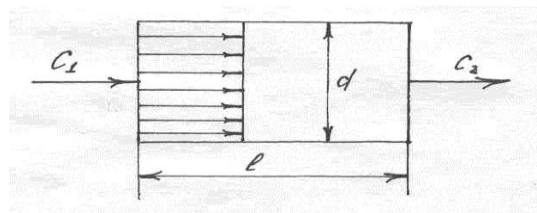
$$F = \int_0^{\infty} c d\theta \quad c = \frac{dF}{d\theta}$$

Taqsimot funksiyasining turiga ko'ra oqimlar matematik modellari bir nechta tipik modellarga ajratiladi.

Ideal surilish modelida oqimning harakat yo'nalishi perpendikulyar yo'nalishda bir tekis taqsimlangan modda aralashmasdan porshensimon harakat qiladi.

Bunda zarralarning o'rtacha bo'lish vaqti bir xil va sistema hajmining suyuqlik sarfiga nisbati bilan aniqlanadi.

$$\tau_{yp} = \frac{l}{w} = \frac{2S}{Q}$$



Truba uzunligi bo'yicha konsentrasiya taqsimoti quyidagi xususiy hosilali differensial tenglama bilan ifodalaniladi.

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = -w \frac{\partial c}{\partial x}$$

bu yerda:

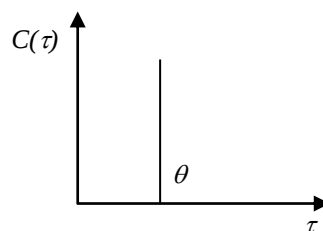
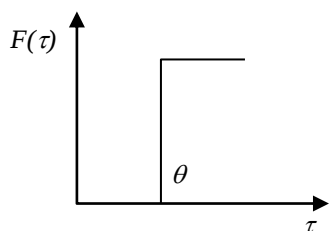
s – modda konsentrasiyasi,

τ - vaqt,

w – chiziqli tezlik,

x – koordinata.

Ushbu modelning pog'onali va impulsli rejimdagi chiqish egri chiziqlari $F(\tau) = c/c_o$ va $C(\tau) = c/c_o$ quyidagicha.



Agar trubaga indikatorning ma'lum porsiyasi kiritilsa truba oxirida τ_{ur} vaqtdan keyin chikadi. O'lchamsiz vakt θ quyidagicha aniklanadi.

$$\theta = \frac{\tau \cdot V_c}{V}$$

bu yerda:

V_c – oqimning hajmiy tezligi,

V – sistema hajmi,

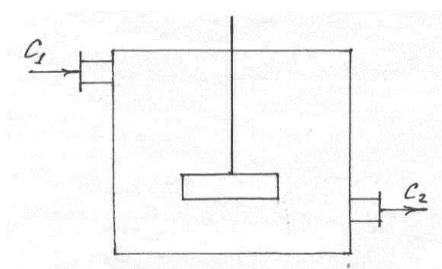
τ - berilgan vaqt.

Ideal so'rilish modeli uzunligi diametriga nisbatan 100 martacha katta bo'lgan trubali apparatlarga xos.

Ideal aralashish modelida modda butun oqimda bir tekis taqsimlanadi deb qabul qilinadi. Idishga kiritilayotgan indikator bir zumda undagi butun suyuqlik hajmiga tarkaladi. Idishdan chiqayotgan suyuqlik konsentrasiyasi idish ichidagi suyuqlik indikator konsentrasiyasini suyultirib boradi, ammo suyuqlikda cheksiz vaqt mobaynida ham indikator konsentrasiyasi nolga teng bo'lmaydi. Shuning uchun ham ushbu holda zarraning o'rtacha bo'lish vaqti alohida ahamiyat kasb etadi.

O'rtacha bo'lish vaqti apparat hajmining sarfga nisbati bilan aniqlanadi.

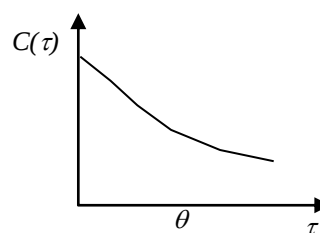
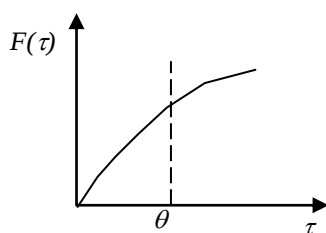
$$\tau_{yp} = \frac{V_o}{V_c}$$



Indikatorning kirishdagi (S_1) va chiqishdagi (S_2) konsentrasiyalari orasidagi bog'lanish

$$\frac{dc_2}{d\tau} = \frac{V_c}{V_o}(C_1 - C_2)$$

Pog'onali va impulsli g'allayonlanishdagi chiqish egri chiziqlar va quyidagicha



Demak indikator konsentrasiyasi kiritish paytida eksponensial oshadi, kiritish to'xtagach eksponensial kamayadi.

Biz yuqorida ideal gidrodinamik modellarni ko'rib chiqdik. Aslida apparatlarda niodeal jarayonlar yuz beradi. Kirayotgan suyuqlik qisman aralashadi. Apparat o'rtasida suyuqlik tezroq oqadi va devrga yaqin qatlamlardan o'tib ketadi. Bu model yuqoridagi ikki model o'rtasida joylashadi.

Apparat o'lchamini (diametrini) kichraytirish bilan gidrodinamik struktura ideal surilishga o'tadi, D kattalashi bilan ideal aralashishga.

Bir parametrlil va ikki parametrlil diffuzion modellar mavjud.

Bir parametrlil modelda xarakterli parametr turbulent diffuziya koeffisienti yoki bo'ylama aralashish koeffisienti D . bo'lib hisoblanadi.

Bir parametrlil modelda quyidagilar shartli qabul qilinadi: indikator konsentrasiyasini o'zgarishi koordinataning uzluksiz funksiyasi deb olinadi, berilgan kesimda indikator konsentrasiyasi doimiy, oqimning hajmiy tezligi va bo'ylama aralashish koeffisienti oqimning uzunligi va kesimi bo'yicha o'zgarmaydi.

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = -w \frac{\partial c}{\partial x} + \mathcal{D}_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$$

Tenglamaning $\mathcal{D}_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$ kismi bilan ideal so'rilish modelidan farq qiladi. Bu had turbulent diffuziya yoki ko'ndalang aralashishni ifodalaydi. D_L tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Ikki parametrlil modelda oqimning bo'ylama va ko'ndalang aralashuvi xisobga olinadi. Bo'ylama D_L va ko'ndalang D_R aralashish koeffisientlari apparat uzunligi va kesimi bo'yicha o'zgarmaydi, tezlik doimiy deb qabul qilinadi.

R radiusli silindrsimon, apparatda uzunlik va kesim bo'yicha doimiy tezlik holati uchun ikki parametrlil model quyidagicha ko'rinishga ega.

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = -w \frac{\partial c}{\partial x} + \mathcal{D}_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\mathcal{D}_R}{R} \cdot \frac{\partial}{\partial R} \left(R \cdot \frac{\partial c}{\partial R} \right)$$

Ushbu tenglamadan ko'rinib turibdiki bir qism suyuqlik asosiy oqimdan o'tib ketadi yoki orqada qoladi, bir qismi ko'ndalang ko'chadi.

A_2 va A_R oshishi bilan aralashish kuchayib model ideal aralashishga yaqinlashadi. $A_2 = 0$, $A_R = 0$ da esa ideal so'rilish modeli qaror topadi.

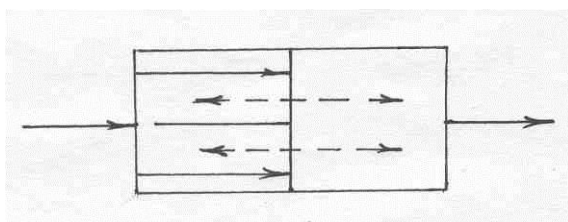
A_2 va A_R ni tajribada aniqlashda ularni o'lchamsiz kompleks Pekle kritiriyasi shaklida ifodalaydilar.

$$Pe = \frac{wL}{\mathcal{D}_L} \text{ yoki } Pe_R = \frac{wL}{\mathcal{D}_R}$$

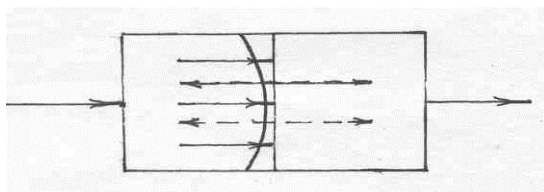
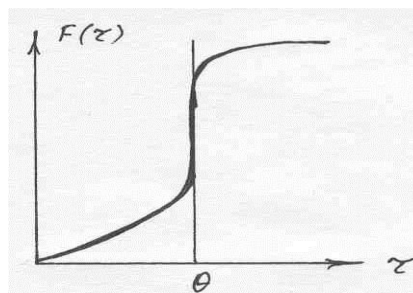
bu yerda: L - sistemaning aniqlovchi chiziqli o'lchami. U holda model ham o'lchamsiz shaklga keladi. Shu maqsadda quyidagilar kiritiladi: o'lchamsiz konsentrasiya $S=s/s_0$ o'lchamsiz uzunlik va vaqt. U holda tenglama quyidagi ko'rinishda keladi.

$$-\frac{\partial c}{\partial z} + \frac{D_L}{wL} \cdot \frac{d^2 c}{dz^2} = 0$$

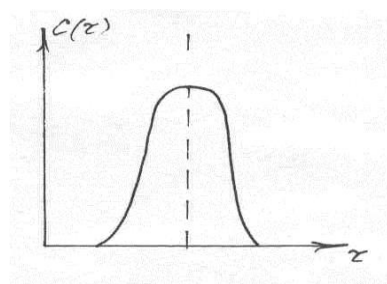
Agar $D_L / wL = 0$ ($Pe = \infty$), u holda diffuzion model ideal so'rilishga o'tadi. Agar $D_L / wL = \infty$ ($Pe = 0$) ideal aralashish modeli vujudga keladi.



Bir parametrlı model



Ikki parametrlı model



Yacheykali modelning asosini ketma-ket joylashgan yacheykalarda ideal aralashish tashkil qiladi. Yacheykalararo aralashish yo`q. Ushbu modelni harakterlovchi parametr yacheykalar sonidir.

Yacheykali modelning matematik ifodasi quyidagicha.

$$\frac{1}{m} \frac{dc}{d\tau} = \tau_n (C_{i-1} - C_i)$$

bu yerda: $i = 1, 2, \dots$

S egri chiziq va yacheykalar soni m orasidagi bog'lanish

$$C = \frac{c}{c_o} = \frac{m\theta^{m-1}}{(m-1)!} \cdot e^{-m\theta}$$

bu yerda:

$$\theta = \frac{\tau}{V/V_c}$$

Yacheykalar soni va δ^2 dispersiya orasidagi munosabat.

$$\delta^2 = \frac{1}{m} = 2 \frac{\mathcal{A}_L}{wL} - 2 \left(\frac{\mathcal{A}_L}{wL} \right)^2 \left(1 - e^{-wL/\mathcal{A}_L} \right)$$

$m > 10$ da

$$\delta^2 = \frac{1}{m} = 2 \frac{\mathcal{A}_L}{wL}$$

$m=1$ da yacheykali model ideal aralashish modeliga $m=\infty$ da ideal so'rilish modeliga o'tadi.

Ketma-ket joylashgan aralashtirgichli apparatlar, absorber va ekstraktorlarning ayrim gidrodinamik rejmlari, mavhum qaynashli apparatlar taqsimot formulasi yacheykali modelga mos keladi.

III. AMALIYOTNI O`TKAZISH SXEMASI

3.1. Qurilma sxemasini tasvirlash va amaliyotni o`tkazish metodikasi.

Boshlang`ich spirtlarni ammiak bilan sianlashni gaz fazasida , atmosfera bosimi ostida oqava qurilmada bajarilgan va 1-rasmda tasvirlangan. Bu qurilma shisha reaktordan (2) joylashgan va u elektr quvir pechidan (1) iborat. Reaktorni yuqori va pastki qismida “reaksiya zonasida” katalizator joylashtirilgan, kvarts shishasi bilan (1:1) nisbatda aralashtirilgan. Reaktorni yuqori qismi qizdiruvchi va bug`lantiruvchi bo`lib hizmat qiladi. Temperaturani esa hromel termapor bilan o`lchanadi (5)potensiometr bilan biriktirilgan (6) va termaregulyator bilan boshqariladi (7) uni aniqligi $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ga teng. Spirtni etkazib beruvchi (8) tibbiyot shpirtsidan iborat. U porshen D.S.P-2P elektrodvigatel yordamida va shestrnalar yordamida harakatlanadi(u spirtni reaktorga etkazib berib turishini boshqaradi). Qabul qiluvchi (9) va tuzoq(10) shishadan tayyorlangan shuningdek suv ko`ylakchalari bilan qoplangan gaz qurilmasini asosiy tugunlari : ammiak balloni (10), kiritiladigan gazni tezligini o`lchaydigan reometr (11), gazsimon reaksiya mahsulotlarini yig`ish uchun gazometr (12).

Tajribani o`tkazish uchun ammiak (10) reometr orqali (11) va qurituvchi orqali reaktorni yuqori qismiga o`tadi, u erda esa bir vaqtning o`zida belgilangan tezlikda boshlang`ich modda spirt ham dozator yordamida etkazib beriladi. Bug`lantirilgan va qizdirilgan gomagen aralashma katalizator qatlami orqali o`tadi, reaktordan chiqqan parlar kondensatsiyalanadi va qabul qiluvchi bilan tuzoqqa yig`iladi. Qurilmadan chiqqan gaz 20%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (14) bilan yuviladi va keyin ahamiyotiga ko`ra bu gazlar gazometrda yig`iladi va atmosferaga chiqarib yuboriladi. Neftkimyosi jarayonlarida ishlatiladigan reaktorlarning bunday turiga quvurli va tarelkali turlari kiradi. Umuman bunday reaktorlarda modda zarrachalari aniq yo`nalish bo`ylab harakatlanadi. Har bir zarracha oldinda va keyinda harakatlanayotgan zarracha bilan aralashmasdan o`zidan oqimdagi avvalgi zarrachani siqib chiqarib, o`rnini egallab boradi. Zarrachalarning reaktorda bo`lish vaqti hammasi uchun bir xil bo`lib:

$$\tau' = \tau = v / V_c$$

bu yerda:

τ' - elementar oqim hajmining reaktorda bo'lish vaqti,

τ - reaktorda zarrachaning mavjud bo'lishini o'rtacha vaqti,

ν – hajm,

V_s – vaqt birligiga tug'ri keluvchi modda miqdori; m³/s.

O'rganilayotgan reaktorlarda ularning uzunligi bo'yicha reaksiyaga kirishuvchi modda konsentrasiyasi bir maromda o'zgarib borishi tufayli reaksiya tezligi ham o'zgarib boradi.

Bu reaktorda reagentlarning tarkibi reaktor uzunligi bo'yicha o'zgarib borgan uchun bu jarayon material balansning differensial tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$-U_A = w \frac{\partial C_A}{\partial H}$$

U_A – A-moddasini sarflanish tezligi,

w – oqimning chiziqli tezligi,

N – reaktorning uzunligi (balandligi).

Bu reaktorning bitta trubasi (quvuri) ning juda kichik hajmida boradigan reaksiya tufayli quyidagi o'zgarishlar ro'y beradi:

τ , N , V – reagentning elektr hajmga kirishdan avvalgi vaqti, balandlik, konsentrasiya.

Reagent elementar hajmdan o'tgandan so'ng bu qiymatlar $\tau+d\tau$, $N+dN$ va $V+dV$ ga o'zgaradi.

Siqib chiqarish rejimida ishlovchi reaktorlar qatoriga gaz fazali katalizatorli, polkali (ravoqchali), filtirlash qatlamli kontakt apparatlari, konvertor va shaxtali pechlarni ham kiritish mumkin.

«Gaz va suyuqlik» fazalari o'zaro ta'sirlashuvi bilan ishlaydigan nasadkali minora (bashnya) lar ham (gazlarning sekin harakati bilan kechadigan jarayonlar 10-20 m balandlikdagi oqimda) ideal siqib chiqarish reaktorlariga yaqin bo'ladi. To'liq siljish reaktorlarida reagentlarni intensiv aralashtirish (aralashtirgich yordamida) amalga oshiriladi. Reaktorga uzluksiz reagent yuborib turiladi va uzluksiz maxsulot chiqarib turiladi.

Bu reaktorga kiritilgan reagent zarrachalari tezligi bilan reaktor ichidagi modda zarrachalari bilan aralashib, uning hajmi bo'yicha to'liq taqsimlanadi

(tarkaladi). Shu tufayli reaktorning barcha nuqtasida asosiy parametrlarning konsenrasiya o'zgarish darajasi, reaksiya tezligi, temperatura bir xil bo'ladi.

Reagentning reaktorda bo'lish vaqti: $\tau = V/\nu = H/\omega$

Lekin alohida olingan bitta zarrachaning bo'lish vaqti $\tau'=0$ dan $\tau'=\infty$ bo'ladi.

$$Pe' = \omega H / D_e = 0$$

Reaktorning harakteristik tenglamasi moddiy balans asosida keltirib chiqariladi. Chunki bu turdagi reaktorda ideal siljish (aralashish) (diffuziyani to'xtatuvchi omillar bo'lmagani) tufayli reagentlar konsentrasiyasi bir xil.

Moddaning kelishi $G_{pr} = VS_{Ao}$, kamayishi $G_{ub} = VC_{Ao}(1-x_A)$. Reaksiyaga kiradigan dastlabki modda miqdori: $G_{xr} = I_A \nu$. Reaktorning moddiy balansi: $G_{pr}=G_{ub}+G_{xr}$ yoki $VC_{Ao} = VC_{Ao}(1-x_A) + I_A \nu$ bundan $VC_{Ao}x_A=I_A \nu$ kelib chiqadi.

Yakuniy tenglama $\tau = \frac{\nu}{V} = \frac{C_{Ao} \cdot x_A}{U_A}$ bo'ladi. Oxirgi tenglama to'liq ideal siljish

(aralashish) reaktorining xarakteristik tenglamasi deyiladi.

Sintezni borishini kontrol qilish reaksiya mahsulotini chiqishdan aniqlanadi va berilgan xromatografik analiz orqali aniqlanadi. Hamma tajribalar qayta qilingan va natijalar ishni tajribaviy qismida keltirilgan , u tajribalar faktor bajarilgan ishlarni o'rtachasidir.

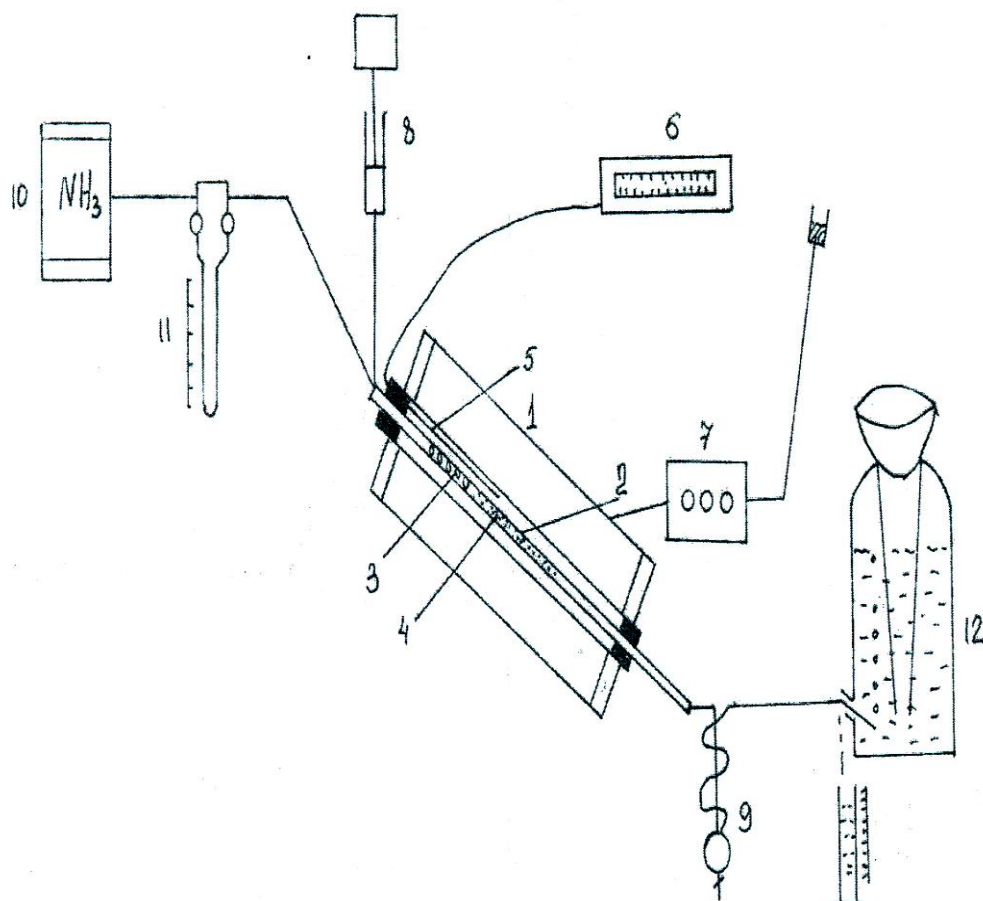
Sintezni borishini kontrol qilish reaksiya mahsulotini chiqishdan aniqlanadi va berilgan xromatografik analiz orqali aniqlanadi. Hamma tajribalar qayta qilingan va natijalar ishni tajribaviy qismida keltirilgan , u tajribalar faktor bajarilgan ishlarni o'rtachasidir.

3.2. Suyuq moddlarni analiz qilish

Xromatografik tahlil usuli – komponent tarkibiy qismlarining qo'zg'almas faza – adsorbentga turlicha yutilishiga, adsorblanishiga asoslangan.

Barcha *xromatografik tahlillarning tub mohiyati*: tahlil etiluvchi aralashma xarakatlanuvchi (suyuq, gaz) faza tarkibida stasionar ya'ni qo'zg'almas sorbent fazasi bo'ylab xarakatlanganda, uning tarkibiy qismlari, qo'zg'almas va

xarakatchan fazalarga boʻlgan moilliklari farq ettani sababli, turli tezlikda xarakatlanib, oʻzaro ajraladi.



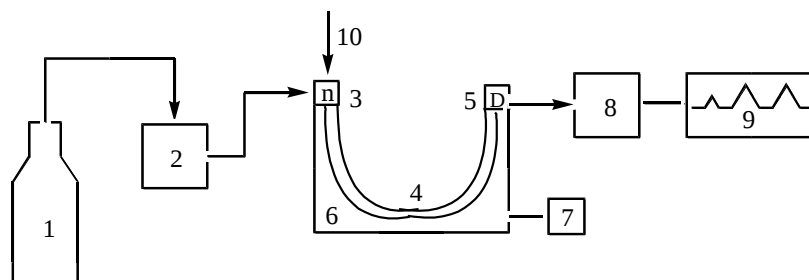
1-rasm. Nitril sintez qilish qurilmasi: 1-reaktor, 2-shisha trubka, 3-shisha maydalari, 5-termopara, 6-potensiometr, 7-termoregulyator, 8-dozator, 9-qabul qiluvchi, 10-ammiak baloni, 11-reometr, 12-gazometr

Muhim xromatografik usullardan gaz-qattiq, gaz-suyuqlik xromatografiyasi xisoblanadi. Gaz xromatografiyasi uskunasida qattiq, gʻovaksimon adsorbent, suyuq xromatografiyasida qattiq sorbent usti suyuqlik bilan qoplangan. Qoʻzgʻaluvchan faza tarkibida tahlil qilinuvchi moddalar aralashmasi saqlanadi.

Gaz-xromatografining ishlash sxemasi

Maʼlum haroratgacha isitilgan gaz oqimiga mikroshpris [10] yordamida tahlil qilinuvchi moddalar aralashmasi yuboriladi. Tahlil qilinuvchi modda parlanib, termostatlangan [4,6] kolonkaga oʻtadi. Kolonkadagi adsorbent bilan

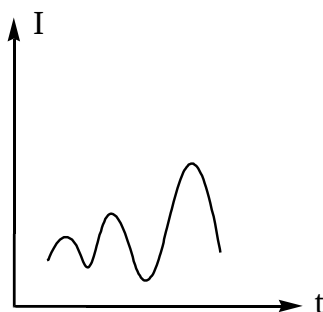
moddalar bir necha bor adsorbsiya va desorbsiyalanish jarayonlariga uchraydi. Kolonkadan chiqishda aralashma tarkibiy qismlarga ajraladi va gaz oqimi bilan detektorga [5] o'tadi.



1. Gaz manbai (CO_2 , N_2 , Ar)
2. Tozalash, quritish tizimi (harakatchan faza)
3. Parlatgich
4. Xromatografik kolonka (12-15 mm, $l = 2-20$ metr)
5. Detektor
6. Termostat
7. Termostat isitgichi
8. Kuchaytirgich (usilitel)
9. Avtomatik qayd etuvchi moslama
10. Mikroshpris

Katarometrda gaz oqimiga joylashtirilgan qizdirilgan o'tkazgich qarshiligi o'lchanadi.

Detektor signali intensivligini vaqtga bog'liqligi (aralashma komponentlarini kolonkada ushlanish vaqtiga) grafigi *xromatogramma* deyiladi.



Grafik chizilish boshidan cho'qqi yuqorisigacha bo'lgan vaqt – komponentni kolonkada ushlanish vaqti deyiladi, bu sifat tahlilining asosidir.

Xromatogrammadan miqdoriy tahlil cho'qqi balandligi yoki cho'qqi yuzasi bilan o'lchanadi.

Optimal sharoitni tanlash uchun analizga harakatlanmaydigan suyuq fazani ta'sir qiladigan miqdori, kolonkalar temperaturalari , gaz tashuvchi tezligi va boshqa narsalar suyuq mahsulotlarni xromatografik ajratish jarayonida biz tomondan o'rganilgan. Yuqorida keltirilgan faktorlarni ta'sirini o'rganishda gaz tashuvchini tezligi 30 dan 60 ml/min gacha bo'ladi. Harakatlanmaydigan fazani miqdori 5% dan 20% gacha , kolonkalar temperaturasi 100 dan 180 °C gacha va kolonkani uzunligi 1m dan to 3 m gacha . Bunda biz katalizator komponentlarini analizda to'liq ajratib ham olamiz. Shu narsa aniqlanganki kolonka temperaturalari taqsimlashda va gaz tashuvchining tezligi kerakli miqdorga yetkazish uchun analiz qilinadigan moddani molekulyar massasi orttirilishi kerak.

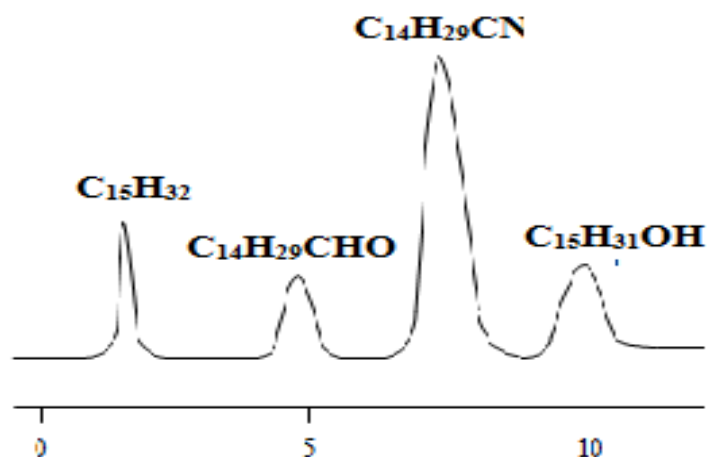
Analiz o'tkazish uchun optimal sharoit tanlashni oxirgi natijalari -jadvalda keltirilgan.

3-jadval:

XE-30 fazasida spirt va ammiakni katalizator ishtirokida ta'sirlashishidan olingan maxsulotlarni ajratish uchun keltirilgan optimal sharoitlar.

N	Tahlil etish sharoitlari	Spirtni sianlash maxsulotlari	
		S ₁₄	S ₁₅
1.	Kolonka uzunligi , m	1	1
2.	Kolonka diametri mm	3	3
3.	Kolonka harorati , °S, Haroratni programmalash Haroratni ko'tarilish tezligi	100-240 20°S/min	120-240 20°S/min
4.	Azotning oqim tezligi, ml/min.	45	45
5.	Detektor toki, mA	90	90

Yuqorida keltirilgan sharoitlarda S₁₅ spirtining sianlash reaksiyasida olingan suyuq moddalar tahlili 7 - rasmda keltirilgan.



10 – rasm. Pentadetsilonitrilning sintez maxsulotlarini xromatogrammasi.

Xromatogrammani sifat va miqdoriy interpretatsiyasi.

Xromatografik sifat analizini oʻtkazishda asosan moddalarning nisbiy ushlanish vaqti yoki nisbiy ushlanish hajmi asosiy kattalik qilib olingan.

Sifat analizi uchun bir tomondan qoʻllanilgan boshqa variantini mazmuni shundaki, kuzatiladigan aralashmaga etalon aralashmasi solinadi. Choʻqqini balandligini orttirish (xromatogrammadagi etalon qoʻshilguncha boʻlgan choʻqqi bilan solishtirib, kengaytirilmay) analiz qilinadigan aralashmada bizni komponent borligini koʻrsatuvchi boʻlib xizmat qildi. Xromatogrammani miqdoriy interpretatsiyasini ichki standart boʻyicha amalga oshirildi, u uchun atsetofenon qoʻllanildi.

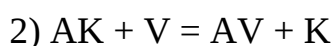
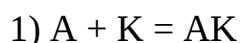
3.3. Tajribada olingan qiymatlar va ularning muhokamasi.

Kimiyoviy reaksiyalar tezligining katalizatorlar ishtirokida kataliz deyiladi. Katalizatorlar ximiyaviy reaksiyaga kirishayotgan moddalar bilan oʻzaro tahsirlashib oraliq maxsulot hosil qiladigan, lekin reaksiya oxirida ximiyaviy jixatdan oʻzgarmay qoladigan moddalardir. Agar katalizator reaksiya tezligini oshirsa, bunday prosess musbat kataliz, katalizator qoʻshilganda reaksiya tezligi kamayadigan boʻlsa, manfiy katalizator deyiladi.

Katalizator reaksiyada muvozanat holati qaror topishni tezlashtiradi, xolos, lekin uni biror tomonga siljitmaydi. Katalizator to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklarini bir xil darajada oshiradi. Amalda, ko'pincha past temperaturada muvozat xolatiga tez erish kerak, chunki xuddi shunday sharoitda reaksiya mahsulotlari ko'p hosil bo'ladi, ya'ni muvozanat konstantasining qiymati katta bo'ladi. Masalan, azot bilan vodoroddan ammiak sintez qilishda reaksiya juda yuqori temperaturalarda boradi, chunki bu gazlarning birikish reaksiyasining aktivlanish energiyasi nihoyatda katta. Lekin temperatura ko'tarilgan sari muvozanat aralashmada kamroq ammiak olinadi, temperatura ko'tarilishi bilan reaksiyaning muvozanat konstantasi kamayadi va, demak, bu reaksiya yuqori temperaturada olib borish nomaqbuldir. Shu reaksiya katalizator ishlatilganda esa past temperaturada, ya'ni ancha qulay sharoitlarda muvozanat xolatiga tez erishish mumkin.

Katalizatorlarning ikkinchi muhim xossasi tanlab tahsir eitishdir. Katalizator, odatda, biror reaksiyaning yoki mahlum tipdagi reaksiyalar gruppasini tezlashtiradi. Tabiiy murakkab katalizatorlar - fermentlar juda tanlab tahsir etuvchi bo'ladi. Katalizator, ko'pincha, aktivlanish energiyasini pasaytiradi. Lekin bahzi xollarda katalizator reaksiyaga kirishuvchi molekulalarning bir-biriga nisbatan joylashishga sababchi bo'ladi.

Katalizda uchraydigan deyarli barcha hollarda katalizator reaksiya uchun olingan moddalar bilan o'zaro tahsirlashib, oraliq maxsulotlar xosil qiladi. Bu mahsulotlar beqaror bo'lib, reaksiyaning ohirgi maxsuloti bilan katalizatorga ajraladi. Umumiy xolda $A+V \rightarrow AV$ reaksiya uchun katalizator K ishtirokida prosessni quyidagicha ifodalash mumkin:



Ba'zan kimyoviy reaksiyalardan hosil bo'ladigan moddalarning o'zi shu reaksiyalardan hosil bo'ladigan moddalarning o'zi shu reaksiyalarda katalizator sifatida tahsir etadi. Bunday reaksiyalar avtokatalitik reaksiyalar deyiladi. Bunda reaksiya tezligi avval kichik bo'lib, so'ngra tez ortib ketadi, ammo reaksiyaga

kirishuvchi moddalarning konsentrasiyasi kamayishi bilan reaksiyaning tezligi ham pasayadi.

Katalizatorlarga ta'sir etganida ularning aktivligini kamaytiradigan moddalar ham bor. Bunday moddalar katalitik zaharlar, xodisaning o'zi esa katalizatorning zaxarlanishi deyiladi. Zaharlanish qaytar va qaytmas bo'ladi. Qaytar zaharlanishda zaharli tahsir etuvchi modda tugashi bilan katalizatarning aktivligi tiklanadi. Qaytmas zaharlanishda esa katalizatorning aktivligini tiklash uchun uni regenerasiyalash yahni, maxsus ishlov berib, zaharli moddadan tozalash lozim bo'ladi. Masalan, ozgina uglerod (IV)-oksid aralashmasi mis katalizatorni zaharlaydi, selen va mishg'yak ishtirokida platinaning katalik tahsirida deyarli yo'qoladi. Katalizatorlarning ishlash muddatini o'zgartirish uchun sanoatda reaksiyaga kirishuvchi moddalar katalitik zahar hisoblangan qo'shimchalardan tozalanadi.

Qattiq katalizatorlar yuzasida boradigan geterogen reaksiyalarning borish tezligiga massa va issiqlik tashish effektlari katta tasir etadi. Ushbu omillarning tasir kuchi boradigan reaksiyaning tezligi bilan bir xil bo'lganda juda ham katta seziladi.

Biror bir o'rganilayotgan reaksiyaning kinetik qonunlarini o'rganishdan oldin, yuqorida keltirilgan omillarning ta'sir kuchini minimumgacha pasaytirish yoki, umuman yo'qotish maqsadida maxsus tajribalar o'tkazish shart.

Shu munosabat bilan umuman reaksiyaning tezligi moddalarning katalizator yuzasiga yetib borish tezligiga bog'liq bo'lib qoladi. Bunday holatga makrokinetikaning tashqi diffuzion sohasi deyiladi.

Bu sohada reaksiyalarning kinetik qonuniyatlarini o'rganish qatiyan man etiladi. Gaz oqimining tezligi 2,5 sm/sek dan katta bo'lganda reaksiyaning tezligi bilan gaz oqimining tezligi o'rtasida bog'lanish yo'qoladi. Gaz oqimining tezligini oshirgan bilan reaksiyaning tezligi o'zgarmaydi. Bundan shunday xulosa chiqarish mumkinki, gaz oqimining tezligi 2,5 sm/sek dan ortiq bo'lganda bosqichning tezligi reaksiyaning tezligi bilan tezlashadi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar bimalol aktiv markazlarga yetib boraoladi va o'zaro tasirlashib reaksiya maxsulotiga aylanadi. Makrokinetikaning bunday sohasiga kinetic soha deyiladi va ushbu sohada o'rganilayotgan reaksiyalarning kinetik qonuniyatlarini bimalol o'rganish mumkin.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator bir jinsli sistema yoki turli fazalardan iborat sistema hosil qilishga qarab gomogen yoki geterogen kataliz bo'ladi.

Geterogen kataliz. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator turli agregat xollarda bo'ladigan reaksiyalar geterogen deyiladi. Amalda uchraydigan geterogen katalizning ko'pida katalizator qattiq modda, reaksiyaga kirishuvchilar esa suyuqlik yoki gazlar bo'ladi. Shuning uchun geterogen katalizining barcha prosesslarida reaksiya katalizatorning sirtida boradi. Demak, katalizator sirtining kattaligi va xossalari, sirt qatlamining kimyoviy tarkibi, tuzilishi va xolati katalizatorning aktivligida muhim rolg' o'ynaydi. Geterogen katalizda katalizator sirtining ahamiyati kattaligi sababli sirtidagi atomlar sonini ko'paytirish uchun maydalangan aktiv moddalar ishlatiladi. Lekin kukunsimon katalizatorni gaz oqimi osongina ishlashtirib olib ketadi, ko'p miqdorda olinganda esa oqimga katta qarshilik ko'rsatadi. Shu sababli odatda, inertmaterialga (silikagelga, alyumogelga) cho'ktirilgan aktiv moddalar ishlatiladi yoki aktiv moddaning o'zini prosesslab g'ovak tabletka, sharcha yoki silindrlar shaklidagi katalizator hosil qilinadi.

Geterogen kataliz, asosan moddaning katalizator sirtiga adsorбилanishi bilan bog'liq. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar katalizator sirtiga adsorбилanib shu reaksiyaga kirishadi, so'nga xosil bo'lgan mahsulotlar katalizator sirtidan desorбилanadi - chiqib ketadi. Demak, bunda katalazator sirtining hammasi emas, balki uning aktiv qismlari, aktiv markazlarigina ishtirok etadi.

Reaksiyaga kirishuvchi molekulalar katalizator sirtiga adsorбилanganda bu moddalarning struktur-energetik holatida o'zgarish yuz beradi, ularning reaksiyaga kirishi xususiyati ortadi, molekulalardagi kimyoviy bog'lanishlar susayadi. Boshqacha aytganda bu molekulalar katalizator sirtiga oddiy fizik adsorбилangan

reaksiyaga kirishuvchi molekulalar qatlamini katalizator sirtidagi molekulalar bilan hosil bo'lgan oraliq birikmalar deyish mumkin.

Geterogen kataliz nazariyalaridan biri - 1929 yilda A.Balandin ishlab chiqqan mulg'ipletlar nazariyasi katalizator sirtidagi atomlar bilan reaksiyaga kirishuvchi molekuladagi atomlarning joylashuvida struktura jihatdan muvofiqlik bo'lishiga, shuningdek, bog'lanishlarning energetik jixatdan mos kelishiga asoslangan. Bu nazariyaga ko'ra molekula umumman katalizatorning sirti bilan tahsirlashmaydi, balki reaksiyaga kirishuvchi molekulalardagi atomlar yoki atom gruppalari katalizatorning sirt qatlamidagi atomlar yoki ionlar bilan o'zaro tahsir etadi.

Katalizatorning kristall panjarasining tuzilishiga mos ravishda katalizator sirtida joylashgan bir necha atom yoki ionlardan iborat kichikroq sirt qismlari mulg'ipletlar deb ataladi. Bu atom yoki ionlarning katalizatorning sirtqi qitlamida joylashuvi reaksiyaga kirishayotgan moddalar molekulalaridagi atomlarning joylashuviga geometrik jixatdan mos kelgandagina katalitik aktivlik namoyon bo'ldai. Bunday molekulalar adsorbilanganda katalizator sirtidagi tegishli atom yoki ionlar bilan tahsirlashuvi va qisman ular bilan bog'lanishi natijasida molekulalararo bog'lar bo'shashadi (susayadi). Katalizatorlarning o'ziga xos tahsiri ham ana shu bilan tushuntiriladi. Misol tariqasida etil spirtning degidrogenlanish reaksiyasini ko'rib chiqamiz. Multipletlar nazariyasiga muvofiq, bu reaksiya katalizatorning ikki nuqtasida (dubletda) sodir bo'ladi. Dubletning bitta atomiga CH₂ va OH gruppalarining vodorod atomlari tortiladi. Dubletning ikkinchi atomiga esa kislorod atomi va CH₂ gruppaning uglerod atomi tortiladi. Bunday tortilish natijasida C-H va O-H bog'lanishlar uziladi hamda yangi H-H va C=O bog'lanishlar sirka alg'degid hamda vodorod molekulalarida hosil bo'ladi:



Geterogen katalizining aktiv ansambllar nazriyasi ham bor. Bu nazariyaga ko'ra, katalitik xossasi bo'lmagan moda (yoyuvchi) sirtiga yuqtirilgan modda

atomlari katalitik aktivlik ko'rsatadi. Bu atomlarning kichikroq to'plamlari - ansambllari (2-3 atomdan tarkib topgan) aktiv markazlar hosil qiladi. Bunday katalizatorning aktivligi ansambllar soniga va ularning o'zaro joylashtiruv tartibiga bog'liq.

Katalizning eng yangi nazariyasi elektron-ximiyaviy nazariyasidir. Reaksiyaga kirishayotgan modda bilan katalizatorning o'zaro ta'sir xarakteriga qarab elektron nazariyada barcha katalitik reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish va kislota-ishqoriy reaksiyalarga bo'linadi. Birinchi tipdagi reaksiyalarda elektronlar katalizatorga yoki katalizatoridan moddaga o'tadi. Shuning uchun barcha oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarda metallar (Fe, Ni, Pt va boshqalar) katalizator bo'ladi. Kislota - ishqoriy reaksiyalarda kataliz protonlar o'tishi bilan boradi. Bunda katalizatorlar sifatida turli (TiO_2 , Al_2O_3 va boshqalar), kuchli kislota yoki asoslar ishlatiladi.

Katalitik jarayonlar tezligi shu jarayonda borayotgan adsorbsiya, desorbsiya va katalizator yuzasida borayotgan reaksiya tezligi bilan aniqlanadi. Ko'pchilik katalizatorlar g'ovak tuzilishga ega. Agar kimyoviy reaksiyalarning tezligi katta bo'lsa kataliz jarayonining umumiy tezligi moddalarning katalizator yuzasiga kelish tezligi bilan yoki, ularning katalizator g'ovagi ichidagi diffuziya tezligi bilan aniqlanadi.

Bu o'z navbatida jarayonlarning tashqi diffusion va ichki diffusion sohalarini belgilaydi.

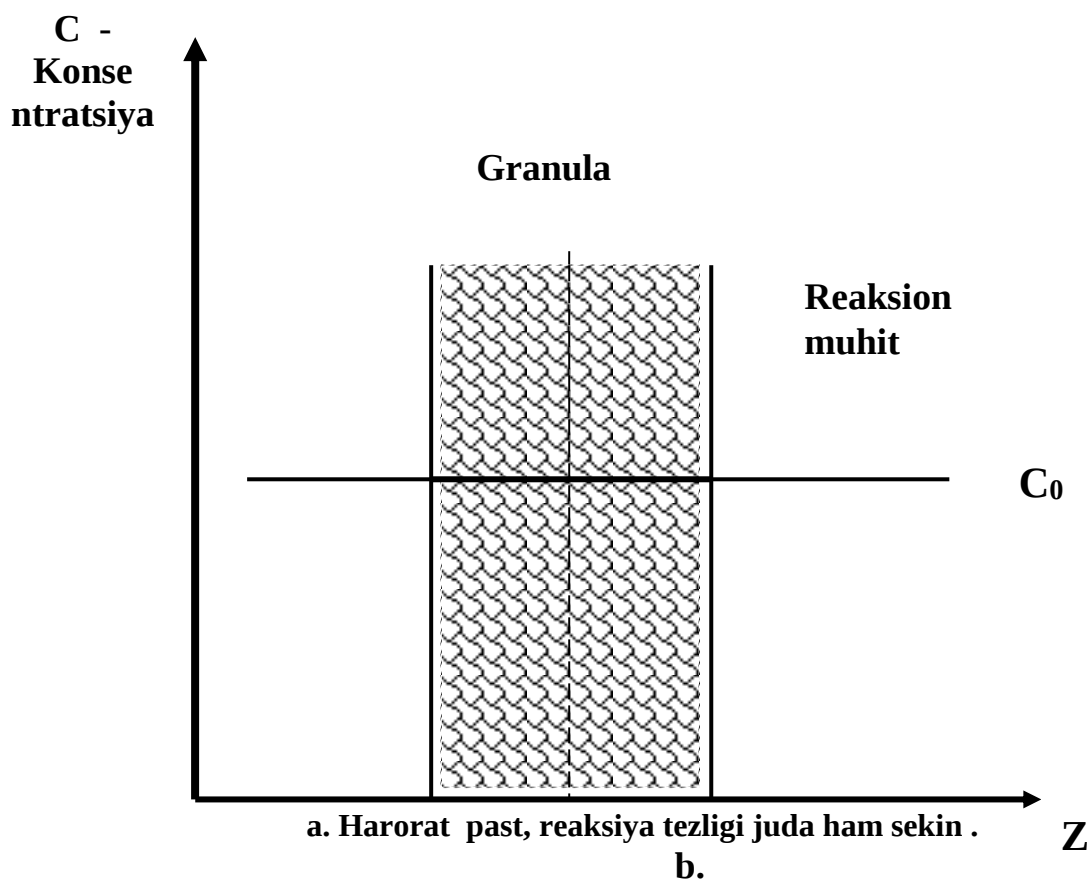
Umumiy holatda moddalarning issiqlik va massa tashishi ikki xil usulda amalga oshadi:

Konveksiya yo'li bilan va molekulyar diffuziya yo'libilan amalga oshadi.

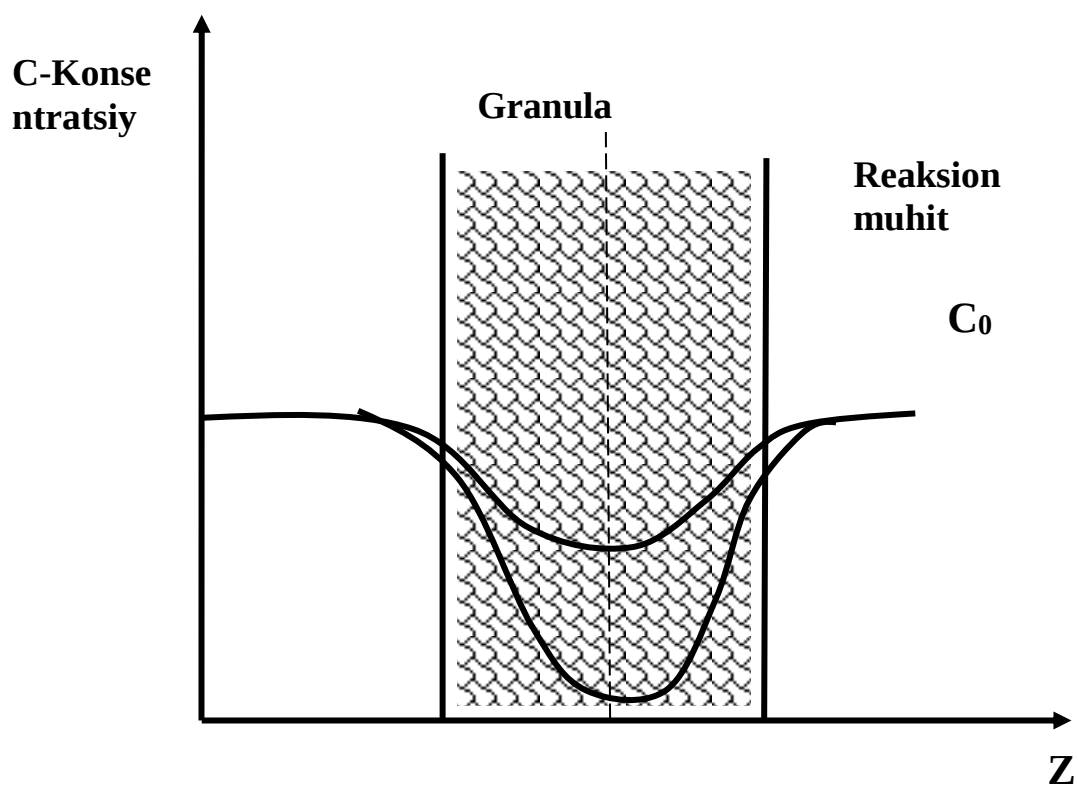
Oqim sharoitida konveksiya tufayli tarkib va temperatura reaksiya muhitda tenglashadi. bu holatda molekulyar diffuziyaning o'rnini ancha kichik bo'ladi.

Katalizatorning aktiv yuzasi oldida yupqa chegaraviy qatlam hosil bo'ladi. Bu sohada moddalar konsentratsiyasi va harorat kimyoviy jarayonlar tezligiga qarab turli xil ko'rinishga ega.

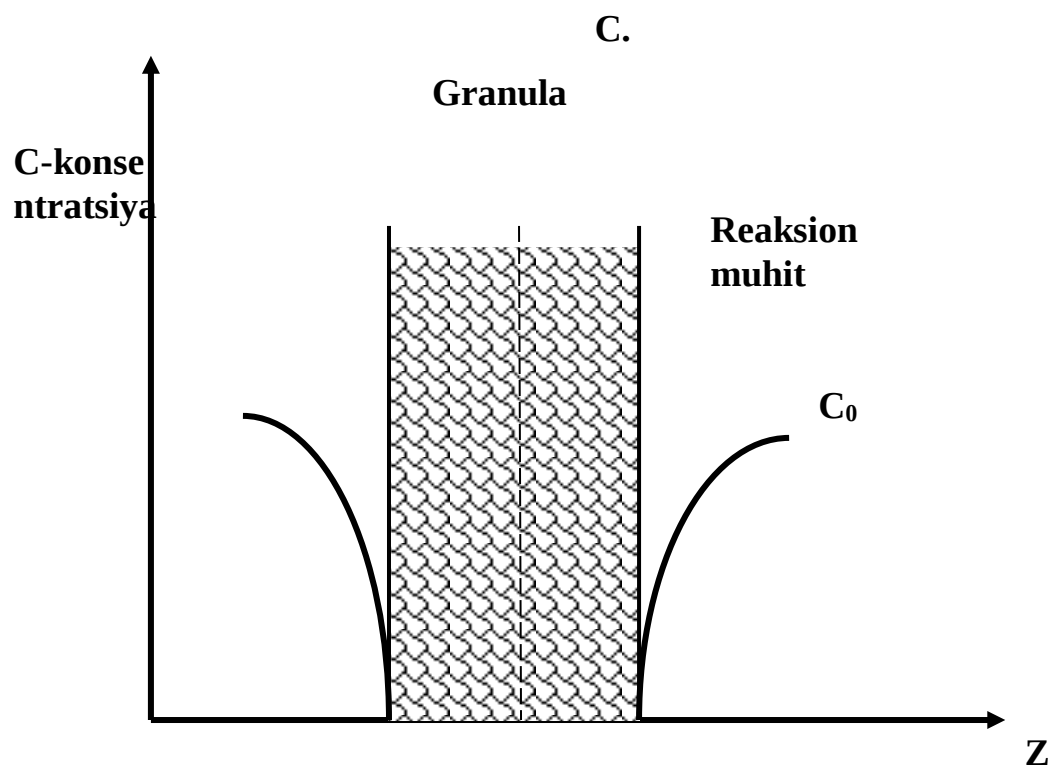
a.



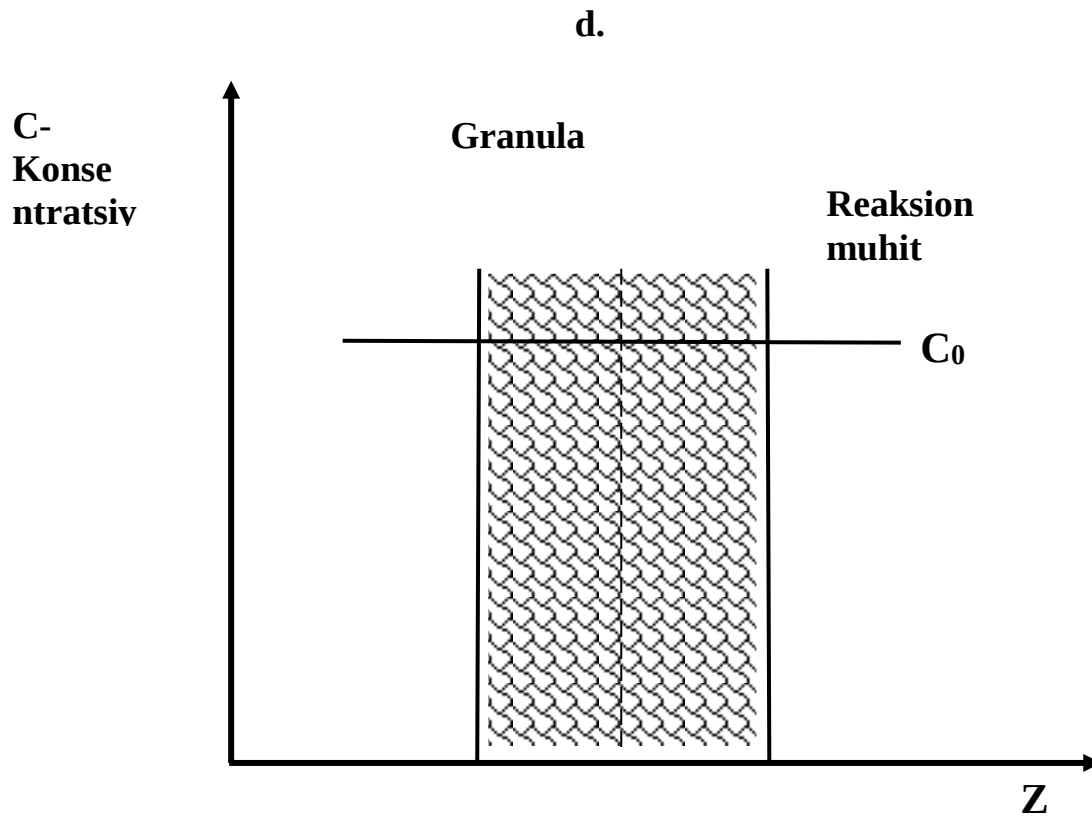
b.



b). Katalizator aktiv g'ovaklaridagi moddalarning konsentratsiyasi , boshlang'ich konsentratsiyaga nisbatan past .



c). Katalizator juda ham aktiv , reaksiya katalizator yuzasiga yaqin yoki , yuzasida ketayapti , uning tezligi moddalarning kelish tezligiga bog'liq .



d). Gomagen reaksiyalar , katalizator go`vaklarida umuman reaksiya bormaydi .

Ilmiy adabiotlardan malumki spirtlarning amiak bilan geterogen reaksiyalarining makrokinetik qonuniyatlari C_2 - C_{12} alifatik spirtlar va benzyl spirit misolida o`rganilgan. Yuqori molekulyar spirtlarning ( $C_{15}$ - $C_{16}$ ) ammiak bilan tasirlashish reaksiyasining makrokinetik qonuniyatlari o`rganilgan emas. Shu munosabat bilan oksid katalizator ishtirokida pentadetsil spirit misolida, yuqori molekulyar spirtlarning ammiak bilan tasirlashish reaksiyasining makrokinetik qonuniyatlari o`rganildi.

3.4. Tajribada olingan natijalarning jadval va darajalish grafiklari orqali ifodalanishi.

Tajribalar atmosfera bosimi (0,1 mPa) boshlangich spirtning potensial bosimi 0,14 mPa va ammiakniki 0,086 mPa sharoitda, 250-300 °C harorat o`rtasida o`rganilgan.

Boshlang`ich aralashma gaz oqimining ta`siri:

Boshlang`ich gaz oqimining tezligini 1,3- 5,2 sm/sek qiymat orasida o`rganildi. Bunda boshlang`ich spirtning solishtirma hajmiy tezligi 15-38 mol/ kg. kat.s qiymatga ega bo`ldi.

Boshlang`ich gaz aralashmasining tezligi reaksiyaga yuboriladigan spirt - ammiak aralashmasining miqdori o`zgartirilishi bilan amalga oshiriladi.

Aralashmani solishtirma hajmiy tezligining doimiy qiymati ushbu tajribalarda reaktorga solinadigan katalizator miqdorini o`zgartirish yo`li bilan amalga oshiriladi.

Gaz oqimini tezligining pentadetsil spirtini sianlash reaksiyasiga tasiri bo`yicha qilingan tajribalar natijalari 4-9 - jadval va 1-2- darajalash grafiklaaridalarda keltirilgan.

4 -jadval:

Pentadetsil spirtining nitrilga aylanish darajasiga gaz – oqimi tezligi tasirini o`rganish . ($V= 15,3 \text{ mol / l . min .}$) $T= 240$

№	Gaz oqimi tezligi . (ml / min)	Spirtning umumiy aylanish darajasi	Spirtning aylanish darajasi	
			Nitrilga	Boshqa moddaga
1	1,3	40	30	10
2	2,7	48	40	8
3	3,6	51	41	10
4	4,4	48	39	9
5	5,2	50	38	12

5 -jadval:

Pentadetsil spirtining nitrilga aylanish darajasiga gaz – oqimi tezligi tasirini o`rganish . ($V= 15,3 \text{ mol / l . min .}$) $T= 260$

№	Gaz oqimi tezligi . (ml / min)	Spirtning umumiy aylanish darajasi	Spirtning aylanish darajasi	
			Nitrilga	Boshqa moddaga
1	1,3	44,2	34,0	10,2
2	2,7	55,8	43,0	12,8
3	3,6	56,1	44,3	11,8
4	4,4	55,9	45,1	10,8
5	5,2	55,2	43,8	11,4

6 -jadval:

Pentadetsil spirtining nitrilga aylanish darajasiga gaz – oqimi tezligi tasirini o`rganish . (V= 15,3 mol / l . min .) T= 280

№	Gaz oqimi tezligi . (ml / min)	Spirtning umumiy aylanish darajasi %	Spirtning aylanish darajasi	
			Nitrilga	Boshqa moddaga
1	1,3	50,5	38,0	12,5
2	2,7	64,2	48,6	15,6
3	3,6	65,6	49,5	16,1
4	4,4	63,4	47,9	15,8
5	5,2	63,6	48,3	15,3

7 -jadval:

Pentadetsil spirtining nitrilga aylanish darajasiga gaz – oqimi tezligi tasirini o`rganish . (V= 30,8 mol / l . min .) T= 240

№	Gaz oqimi tezligi . (ml / min)	Spirtning umumiy aylanish darajasi	Spirtning aylanish darajasi	
			Nitrilga	Boshqa moddaga
1	1,3	26,3	22,4	3,9
2	2,7	34,8	29,3	5,5
3	3,6	35,6	30,7	4,9
4	4,4	33,9	29,7	4,2
5	5,2	34,3	31,3	3,0

8 -jadval:

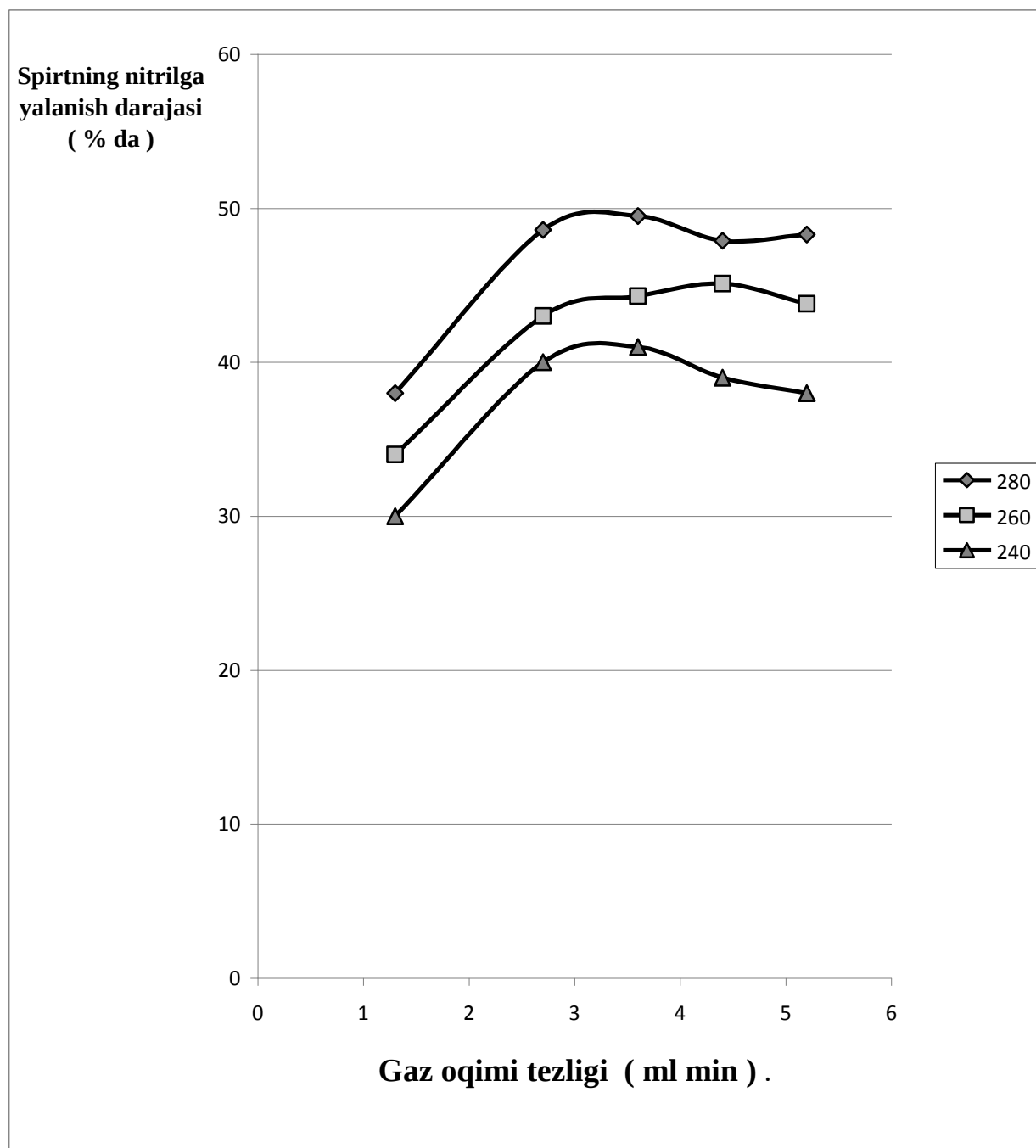
Pentadetsil spirtining nitrilga aylanish darajasiga gaz – oqimi tezligi tasirini o`rganish . (V= 30,8 mol / l . min .) T= 260

№	Gaz oqimi tezligi . (ml / min)	Spirtning umumiy aylanish darajasi	Spirtning aylanish darajasi	
			Nitrilga	Boshqa moddaga
1	1,3	33,4	28,3	5,1
2	2,7	44,4	35,8	8,6
3	3,6	43,3	36,1	7,2
4	4,4	44,9	36,3	8,6
5	5,2	43,2	35,9	7,3

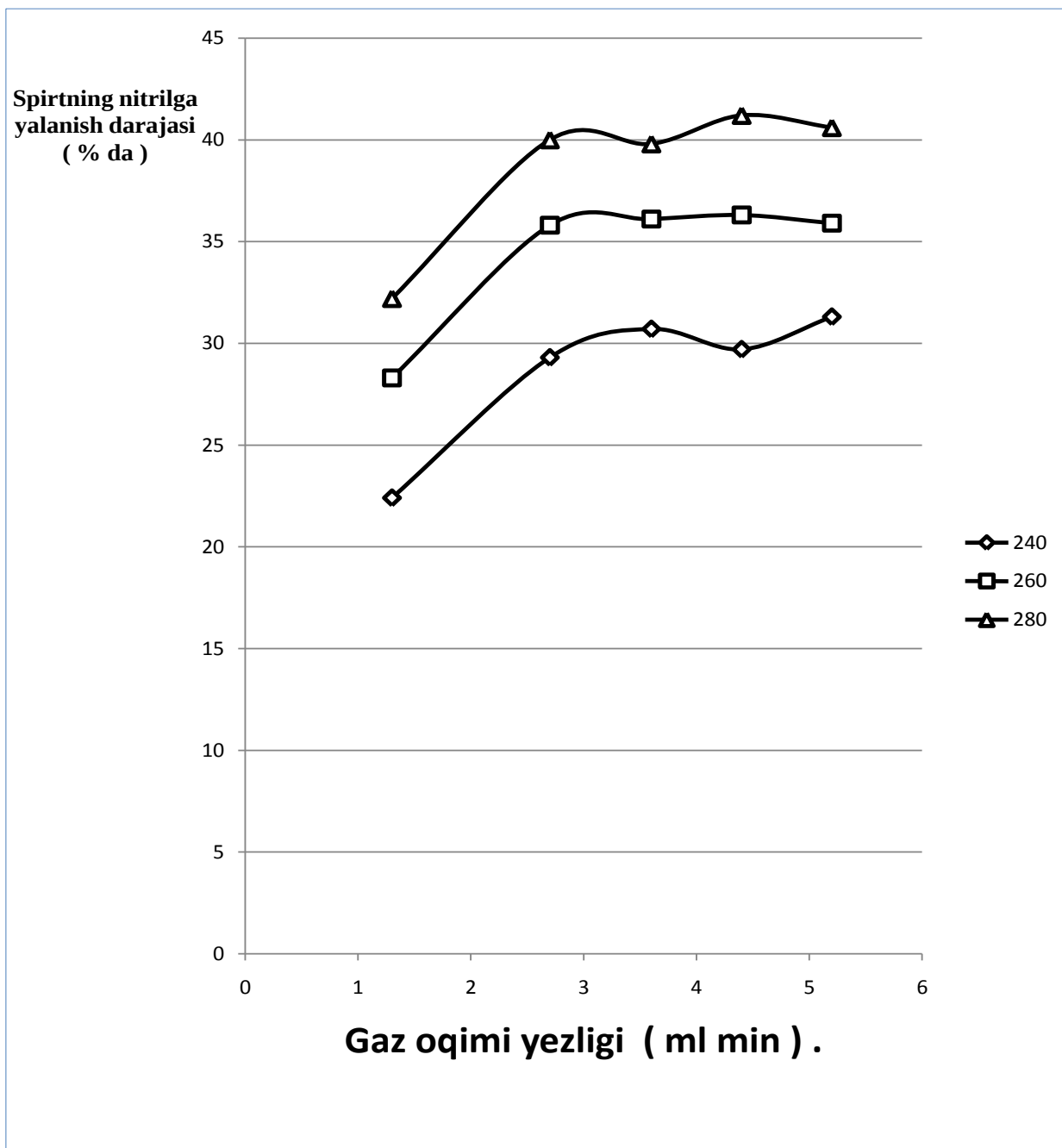
9 -jadval:

Pentadetsil spirtining nitrilga aylanish darajasiga gaz – oqimi tezligi tasirini o`rganish . (V= 30,8 mol / l . min .) T= 280

№	Gaz oqimi tezligi . (ml / min)	Spirtning umumiy aylanish darajasi	Spirtning aylanish darajasi	
			Nitrilga	Boshqa moddaga
1	1,3	41,3	32,2	9,1
2	2,7	52,3	40,0	12,3
3	3,6	50,7	39,8	11,9
4	4,4	53,0	41,2	11,8
5	5,2	52,7	40,6	12,1



Pentadetsil spirtining nitrilga aylanish darajasiga gaz – oqimi tezligi tasirini o`rganish . (V= 15,3 mol / l . min .)
T= 240 - 260 - 280 °C dagi diagrammasi.



Pentadetsil spirtining nitrilga aylanish darajasiga gaz – oqimi tezligi tasirini o`rganish . (V= 30,8 mol / l . min .)
T= 240 – 260 – 280 °S . dagi jadvali .

Yuqorida keltirilgan natijalardan ko`rinib turibdiki , gaz oqimining tezligi 1,3 – 2,5 sm/ sek gacha bo`lgan oraliqda boshlang`ich spirtning nitrilga aylanish darajasi keskin ortib boradi. Demak ushbu sharoitlarda reaksiyaning tezligi moddalarning katalizator yuzasiga yetib borish tezligidan kichik . Tashqi diffuzion sohani o`rgangan paytimizda massa almashinuvini hisoblashda nafaqat molekulyar diffuziyani balki , konveksiyani ham hisobga olish kerak . Oqimlar o`z xususiyatiga ko`ra Laminar va Turbulent oqimlarga bo`linadi .

Laminar oqim bu bir xil chiziqli tezlikka ega bo`lgan bir jinsli zarrachalarning harakati. Laminar oqim sharoitida moddalarning katalizator markaziga yrtib kelishifaqat molekulyar diffuziya hisobiga amalga oshadi . Turbulent oqim - vaqt va fazo bo`yicha tartibsiz harakat hisoblanadi . Turbulent oqim tezligi qanchalik katta bo`lsa , chegaraviy qatlam qalinligi shuncha kichik bo`ladi .

Oqimning gidrodinamikasi , o`lchami bo`lmagan quyidagi parametr kattaliklari bilan aniqlanadi :

Re (reynolds soni) , Nu_d (Nusseltning diffuziya soni) , Pr_d (Prandtlyaning diffuziya soni) .

$$Re = \frac{U_1 d}{\mu} , \quad Nu_d = \frac{\beta d}{D} , \quad Pr_d = \frac{\mu}{D}$$

U_1 – oqimning chiziqli tezligi, d - zarrachalarning diametri , μ – kinematik qovushqoqlik .

Agar laminar oqim bo`lsa , Reynolds qiymati kichik bo `ladi , Turbulent bo`lsa qiymati katta bo`ladi.

Trubadan o`tayotgan gaz yoki, suyuq moddalartning laminar oqimdan , turbulent oqimga o`tishi Reynolds kattaligining 2300 qiymatidan boshlanadi. Katalizator qatlamida bo`lga trubadan o`tayotgan oqimning laminardan turbulentga o`tish sohasi 40 – 350 gacha bo`ladi .

3.5. Ichki diffuzion soha bo'yich olingan natijalar .

G'ovak tuzilishga ega bo'lgan katalizatorning ichki g'ovak yuzasi katalizator umumiy yuzasining 99% igacha yetishi mumkin . Katalizator ichki aktiv markazlarga yetib borishi uchun , oqimdagi molekulalar katalizator g'ovaklari ichiga harakatlanishi lozim . Agar molekulalarning g'ovak ichidagi diffuziya tezligi katalizator yuzasida borayotgan reaksiya tezligidan kichik bo'lsa bu holatda harorat va konsentratsiyaning katalizator yuzasiga bog'liq bo'lgan gradiyenti yuzaga keladi . Bu ichkidiffuzion sohani tashkil etadi .

Ichki diffuz ta'sir kriteriyalari.

Maxsus ichki diffuz tormozlanish keyingi eksperimental ma'lumotlar uchun isbot bo'lishi mumkin.

1. Katalizator kristallari o'lchamining o'zgarishi jarayon tezligiga ta'siri.
2. Kristal markazida va uning tashqi yuzasida konsentratsiya farqlanishi.
3. Katalizator g'ovakligining o'zgarishiga ta'siri.
4. Katalizator aktiv komponenti bo'laklarining o'zgarishining tashuvchilarga ta'siri.
5. Arrenius grafigudagi maxsus egriliklar.

Ko'pincha tarqalgani 1-kiteriya, ba'zida granula (kristal) o'lchami kinetik hududga ta'sir etmasligini isbotlaydi.

Bidispers strukturadagi katalizatorlarda, tormozlanish ingichka yuzada, maydalanish bo'lmaganda diffuz ta'sir bo'lmaganday ko'rinadi.

Nima bo'lishidan qat'iy nazar, qayta ishlash usuli turli xil bo'lganda, turli xil o'lchamdagi kristallarning katalizator aktivligining identik chiqishi haqida fikr yuritish mumkin.

Shuning uchun, qulay holatlarda turli xil hisoblash kriteriyalaridan foydalaniladi.

$$\eta = \frac{t_{hh}}{h}$$

Peterson ta'kidlashicha og'irlik kriteriysi ayrim holatlarda masalan maxsulotlarni tormozlash reaksiyasida turg'un emas va u omilini tadbqiq qildi.

Peterson

$$h = L \sqrt{\frac{2r}{D^* c}}$$

Xedjins kinetik tengligiga bog'liq bo'lmagan holda katalizatorni izometrik granulalarini diffuziyaga ta'sirini tadbqiq qildi.

$$rD_r^2/cD < r/c(\partial r/\partial c)$$

Bu tenglikni bajarish vaqti granulani yuzasi va markazi (r) 5% dan oshmasligi kerak. Bu tenglikni doimiy turg'un bo'lmagan kinetik tengliklarda o'tkazish maqsadga muvofiq.

$$\eta = 1 - [-R_r^2/15 \sum v_{j/Dj} (\partial r/\partial c_j) R_r]$$

Kriteriyalar kinetik tenglamalarni natijasini bilish va buni boshqa usullarni tekshirish va xulosa chiqarish uchun xizmat qiladi.

Issiqlik uzatish kriteriyalari.

Izotermik bo'lmagan granulalarni inkoniyatlarni aniqlash uchun Anderson jarayonning tezlashish darajasi 5% dan oshmasligi kriteriyasini ishlab chiqdi.

Pentadetsil spirtining ammiak bilan sianlsh reaksiyasida tashqi diffuzion sohani tasirini o'rganish maqsadida, boshlang'ich spirtning nitrilga aylinish darajasining katalizator dimetriga bog'liqligi o'rganib chiqildi. Tajribalar atmosfera bosimi (0,1 mPa) boshlangich spirtning potensial bosimi 0,14 mPa va ammiakniki 0,086 mPa sharoitda , 240-280 C harorat o'rtasida o'rganilgan .

Olingan natijlar quyidagi jadvallrda keltirilgan (10-12-jadvallar)

10 -jadval:

Pentadetsil spirtning nitrilga aylanish darajasiga katalizator diametri tasirini`rganish (V= 15,3 mol / l . min) , (V= 30,8 mol / l . min), T = 240 °C .

№	Sirtning hajiy tezligi mol / kg. kat.soat	Katalizator diametri . mm.	Sirtning umumiy aylanish darajasi	Sirtning aylanish darajasi	
				Nitrilga	Boshqa moddaga
1	15,3	0,5 – 1	51,0	41,0	10
2	15,3	1 – 2	49,0	39,0	10
3	15,3	2 - 3	50	38,0	12
1	30,8	0,5 – 1	35,2	30,7	4,5
2	30,8	1 – 2	33,9	29,8	4,1
3	30,8	2 - 3	34,3	31,2	3,1

11 –jadval:

Pentadetsil spirtning nitrilga aylanish darajasiga katalizator diametric tasirini o`rganish ($V= 15,3 \text{ mol / l . min}$) , ($V= 30,8 \text{ mol / l . min}$), $T = 260 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

№	Sirtning hajiy tezligi mol / kg. kat.soat	Katalizator diametri . mm.	Sirtning umumiy aylanish darajasi	Sirtning aylanish darajasi	
				Nitrilga	Boshqa moddaga
1	15,3	0,5 – 1	56,1	44,2	11,9
2	15,3	1 – 2	55,8	45,0	10,8
3	15,3	2 - 3	55,0	43,8	11,2
1	30,8	0,5 – 1	43,2	36,1	7,3
2	30,8	1 – 2	44,8	36,2	8,6
3	30,8	2 - 3	43,2	36,0	7,2

12 -jadval:

Pentadetsil spirtning nitrilga aylanish darajasiga katalizator diametri tasirini o`rganish ($V = 15,3 \text{ mol / l} \cdot \text{min}$), ($V = 30,8 \text{ mol / l} \cdot \text{min}$), $T = 280 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

№	Spirtning hajiy tezligi mol / kg. kat.soat	Katalizator diametri . mm.	Spirtning umumiy aylanish darajasi	Spirtning aylanish darajasi	
				Nitrilga	Boshqa moddaga
1	15,3	0,5 – 1	65,4	49,3	16,1
2	15,3	1 – 2	63,1	47,7	15,4
3	15,3	2 - 3	63,6	48,3	15,3
1	30,8	0,5 – 1	50,7	39,8	11,9
2	30,8	1 – 2	53,0	41,2	11,8
3	30,8	2 - 3	52,7	40,6	12,1

Yuqorida keltirilgan qiymatlardan ko`rinib turibdiki, barcha o`rganilgan haroratlarda katalizatorning dimetri 0,5-3 mm oralig`ida spirtning nitrilga aylanish darajasi katalizator dimetriga bog`liq emas. Bundan shunday xulosa qilish mumkinki , boryotgan jarayonga ichki diffuzion sohaning tasiri yo`q yani, reaksiya kinetik sohada olib borilmoqda.

IV.Xulosa

- 1.Pentadetsil spirtining ammiak bilan sianlash reaksiyasining makrokinetik qonunlari oksidli katalizatorlar ishtirokida atmosfer bosimi va haroratning 240-280⁰ C oralig`ida o`rganildi.
- 2.Tashqi diffusion sohani aniqlash maqsadida boshlang`ich spirtning nitrilga aylanish darajasining gaz oqimi tezligiga bo`lgan bog`liqlik o`rganildi. Tajribalar natijasiga ko`ra , gaz oqimining qiymati 2,5 sm/sek dan katta bo`lganda kinetik soha sharoiti amalga oshadi.
3. Ichki diffuzion sohani aniqlash maqsadida boshlang`ich spirtning nitrilga aylanish darajasining katalizator diametriga bo`lgan bog`liqlik o`rganildi. Tajribalardan aniqlndiki , kataliztor diametri 0,3 dan 3 mm gach o`zgartirilganda ichki diffuzion sohaning tasiri yo`qligi aniqlandi.

V. Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.

1. Адельсон С.Б. , Вишняков Т.П. , Пушкин Я .М. , Техналогия Нефтехимического синтез . М. : Химия, 1985. 599 с.
2. Алхазов Т.Г. ,Лисовский А.Е. Окислительнос дегидрирование углеводородов. М.: Химия, 1982. 232 с.
3. Алхазов Т.Г., Марголис Л.Я. Высокоселективные катализаторы окисления углеводородов. М.: Химия , 1988. 191 с.
4. Алхазов Т.Г. , Марголис Л.Я. Глубокое каталитическое окисление органических веществ. М.: Химия, 1985. 186 с.
5. Андерсон Дж. Структура металлических катализаторов. М. : Мир. 1979. 465 с.
6. Арутюнов В.С. , Крылов О.В. Окислительные превращения метана. М.: Наука. 1998. 353 с.
7. Ашкрофт Н. , Мермин Н. Физика твердого тела: В 2 т. М.: Мир, 1979. 784 с.
8. Боресков Г.К . гетерогенный катализ. М.: Наука, 1986. 300 с.
9. Боресков Г.К . Катализ: В 2 ч. Новосибирск: Наука, 1971. 264 с.
10. Боресков Г.К. Катализ: Вопросы теории и практики. Новосибирск: Наука. 1987. 534 с.
11. Бутягин П.Ю. Химическая физика твердого состояния вещества: Кристаллы и стекла. М.: МФТИ, 1989. 155 с.
12. Вудраф Д. Делчар Т. Современные методы исследования поверхности. М.: Мир. 1989 555 с.
13. Гэйтс Б. , Кетцир Дж. , Шуит Г. Химия каталитических процессов. М.: Мир. 1981. 546 с.
14. Голодец Г.И. Гетерогенно-каталитическое окисление органических веществ. Киев: Наук. Думка, 1978. 372 с.
15. Голодец Г.И. Гетерогенно-каталитические реакции с участием молекулярного кислорода. Киев: Наук. Думка, 1977. 356 с.
16. Горохаватский Я.Б., Корниенко Т.П., Шапя В.В. Гетерогениогомогенные реакции. Киев: Техника, 1972. 201 с.
17. Давыдов А.А. ИК-спектроскопия в химии поверхности оксидов. Новосибирск: Наука СО АН ,1984.242 с.
18. Зенгуил Е. Физика поверхности . М.: Мир, 1990. 528 с.
19. Киперман С.Л. Введение в кинетику гетерогенных каталитических реакций. М.: Наука, 1964. 586 с.

20. Киперман С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе. М.: Химия, 1979. 349 с.
21. Киселев В.Ф., Козлов С.П., Зотеев А.В. Основы физики поверхности твердого тела. М.:Изд-во МГУ, 1999. 279 с.
22. Крылов О.В., Киселев В.Ф. Адсорбция и катализ на переходных металлах и их оксидах. М.: Химия, 1981. 286 с.
23. Крылов О.В., Матышак В.А. Промежуточные соединения в гетерогенном катализе. М.: Наука, 1996. 310 с.
24. Макогон Ю.Ф. Газовые гидраты. М.: Недра, 1985. 280 с.
25. Марголис Л.Я. Окисление углеводородов на гетерогенных катализаторах. М.: Химия, 1977. 322 с.
26. Мухленов И.П., Добкина Е.И., Дерюжкина В.И., Сороко В.Е. Технология катализаторов. Л.: Химия, 1989. 272 с.
27. Робертс М., Макки Ч. Химия поверхности раздела метал-газ. М.: Мир. 1981. 529 с.
28. Розовский А.Я., Лин Г.И. Теоретические основы процесса синтеза метанола. М.: Химия, 1990. 286 с.
29. Стайлз Е.Б., Носители и нанесенные катализаторы: Теория и практика. М.: Химия, 1991. 244 с.
30. Рященцева М.А., Миначев Х.М. Рений и его соединения в гетерогенном катализе. М.: Наука, 1983. 244 с.
31. Танабе К. Катализаторы и каталитические процессы. М.: Мир, 1983. 166 с.
32. Танабе К. Твердые кислоты и основания. М.: Мир, 1973. 182 с.
33. Физика поверхности: Колебательная спектроскопия адсорбатов / Под ред. Р. Уллиса. М.: Мир, 1984. 243 с.
34. Физическая энциклопедия: В 5 т. М.: Сов. энциклопедия, Рос. энциклопедия. 1988 – 1998.
35. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. 3-е изд. М.: Наука, 1967. 473 с.
36. Химическая энциклопедия: В 5 т. М.: Сов. энциклопедия. Рос. энциклопедия. 1988-1998.
37. Хофман Р. Строение твердых тел и поверхностей. М.: Мир, 1990. 212 с.

38. Хюз Г. Дезактивация катализаторов . М.: Химия, 1989. 139 с.
39. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике . М.: Наука, 1987.
40. Семенов Н.Н. Цепные реакции . М.: Наука, 1986.
41. Жижин Г. В. Макрокинетики в реакторах фронтальной полимеризации . СПб.: Политехника , 1992.
42. Мержанов А.Г., Усенский И.М. Созидающий огонь . М.: Сов. Россия,1989.
43. Берлин Ал. Ал. , Валфьсон С. А . Вихри Невраждевные // Химия и жизнь . 1990. № 11. С. 25-29.

**Ushbu bitiruv malakaviy ishini tayyorlashda quyidagi internet
saytlaridan foydalanildi:**

<http://www.rushim.ru/books/books.htm>

<http://www.ximicat.com/ebook.php>

<http://chemistry-chemists.com/forum/index.php>

<http://library.ksu.ru/>

<http://www.librus.ru/category/50041/page/1>

<http://moya-shkola.info/>

<http://himlib.ru/>

<http://www.ph4s.ru/>

<http://chemistry-chemists.com/Libraries.html>

www.knigka.info/category/himikal/

<http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>

<http://www.hromatograf.ru/info/30.html>