

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
“ГЕОЛОГИЯ-ҚИДИРУВ” ФАКУЛЬТЕТИ
“НЕФТ-ГАЗНИ ҚАЙТА ИШЛАШ ОБЪЕКТЛАРИ” КАФЕДРАСИ



«ГАЗ-КИМЁ САНОАТИДА КАТАЛИЗ»

фанидан ўқув слубий

М А Ж М У А

5A321401 «Кимёвий ва нефть-газкимёвий технологияси» таълим
йўналиши



Тошкент 2021

Тузувчилар: Ўринов У.К.— ТДТУ —Нефт-газни қайта ишлаш объектлари|
кафедраси мудири, доцент, техника фанлари доктори (DSc),

Бозоров Ж.Т.— ТДТУ —Нефт-газни қайта ишлаш объектлари|
кафедраси доцент, техника фанлари номзоди(PhD)

М.Эшмухаммедов—ТДТУ —Нефт-газни қайта ишлаш объектлари|
кафедраси доцент, кимё фанлари номзоди, доцент

Ф.Бадриддинова.— ТДТУ —Нефт-газни қайта ишлаш объектлари|
кафедраси доцент, техника фанлари номзоди, доцент

Г.Таджиева— ТДТУ —Нефт-газни қайта ишлаш объектлари|
кафедраси ассистенти

Такризчи: Бозоров Т.Б., ТКТИ —Нефть ва газни қайта ишлаш кимёвий
технологияси| кафедраси доценти, кимё фанлари номзоди, доцент

Амиркулов Н. – ТДТУ —Нефт-газни қайта ишлаш объектлари| кафедраси
доценти, техника фанлари номзоди, доцент

Ушбу ўқув услубий мажмуада катализнинг мақсади ва вазифаси,
нефтни ва нефть маҳсулотларини қайта ишлашда катализаторларни
қўллашнинг назарий асослари, катализатор тайёрлашда ишлатиладиган
ёловчилар ҳамда уларнинг барқарорлигини ошириш, активлигини қайта
тиклаш ва тайёрлаш усуллари келтирилган

Ўқув услубий мажмуа —Геология қидирув| факультетининг —Нефт
ва газни қайта ишлаш объектлари| кафедраси мажлисида (2020 —__||
_____ даги ____ -сон баённома) муҳокама этилди ва факультетнинг
ўқув-услубий кенгашига тавсия этилди.

Кафедра мудири: _____ Эшмухаммедов
Кафедра котиби: _____ Рустамов Д.

Ўқув услубий мажмуа —Геология қидирув| факультетининг ўқув-
услубий кенгашида кўриб чиқилди (2020 —__|| _____ даги ____ -сон
баённома) ва университетнинг Илмий услубий кенгашига тасдиқлашга
топширилди.

Факультет кенгаши раиси _____ У.К.Уринов

Ўқув-услубий мажмуа университетнинг Илмий-услубий кенгашида
кўриб чиқилди ва тасдиқланди (2020 —__||__ даги __ -сон
баённомаси)

Ўқув-услубий бошқарма бошлиғи _____
Б.Боймирзаев.

МУНДАРИЖА

№	Номланиши	Бетлар
1.	Фан бўйича асосий назарий материаллар.....	4
2	Фани бўйича маърузалар, таянч сўз ва иборалар, асосий матни, иллюстратив материаллар, хорижий адабиётларга хаволалар.....	5
3	Амалий машғулотлар, асосий матни, топшириқлар, вариантлар, масалалар ва мисоллар, кўрсатмалар.....	141
	Лаборатория ишлари мавзулари, асосий матн, зарур асбоб-ускуналар, хорижий адабиётларга хаволалар.....	188
	Фан бўйича якуний назорат саволлари.....	252
	Тестлар.....	267
3.	Мустақил таълим бўйича кўрсатма ва тавсиялар.....	320
	Глоссарий	321
	Иловалар	326
	Фан ва ишчи дастурлар.	
4.	Фойдаланилган адабиётлар.....	366

Eslatmalar:

1. О‘quv-uslubiy majmualarni chop etishga tayyorlash Vazirlikning 2017 yil 1 mart 107 - sonli buyrug‘i ilovasi asosida tayyorlanadi.
2. О‘quv-uslubiy majmua A4 shaklda ikki tomonlama yozilishi mumkin.

ГАЗ-КИМЁ САНОАТИДА КАТАЛИЗ

ФАН БЎЙИЧА АСОСИЙ НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

Фани бўйича маърузалар

1-МАЪРУЗА.

КАТАЛИТИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ ТАРИХИ

Режа:

1. Кириш. Катализнинг классификацияси (таснифи).
2. Катализнинг умумий хусусиятлари.
3. Катализаторларнинг реакция мувозанатига таъсири.
4. Катализатор таъсирида қайтар реакцияларининг тезланиши.

КИРИШ

Катализ сўзи грекча бўлиб, унинг маъноси парчаланиш ёки емирилиш демакдир. Лекин катализатор тушунчаси бутунлай бошқа маънони билдиради. Реакцияни тезлатувчи моддалар катализаторлар деб, улар иштирокида боровчи реакциялар эса каталитик реакциялар ва бундай реакцияларни бориш ходисасини катализ деб аталади.

Катализ шодисаси табиатда жуда кўп учрайди. Ўсимлик ва ҳайвон организмидаги кўпчилик жараёнлар биокатализаторлар (ферментлар) таъсирида бўлади. Бундай катализаторларнинг баъзилари қадим замонларда ҳам маълум бўлиб, уларни инсон ўз эҳтиёжи учун (масалан, ҳамир ошириш, узум ва меваларни бижғитиб спиртли ичимликлар ва сирка олиш учун) фойдаланганлар.

XVII асрда кимё фани тараққий этиши натижасида саноат мақсадлари учун сунъий катализаторлар яратилди.

Ҳозирги вақтда катализдан кимё саноатининг деярли ҳамма соҳасида кенг фойдаланилади. Катализ ёрдамида янги моддалар ҳосил қилишга муваффақ бўлинди.

Катализатор қўлланилганда технологик жараёнлар соддалаштирилиб, саноат ускуналарининг техника иқтисодий кўрсаткичлари анчагина

кўтарилади. Катализ ҳодисасини текширишда, олинган натижалар кимё саноатини (талабларига бевосита жавоб бергани учун) катализ ҳодисасига қизиқиш жуда кўпайди ва бу соҳада анчагина муваффақиятларга эришилди. Сунъий каучук олиш, водород ва азотдан аммиак олиш, сунъий усуллар билан спирт, полимерланиш жараёнлари ёрдамида турли пластмассалар олишда, ёқилғи саноатида, шунингдек, саноатнинг бошқа тармоқларида кенг равишда катализаторлардан фойдаланилади. Ҳозирги кимё саноатининг катализатор ишлатилмайдиган тармоғи жуда кам.

Яқингача, асосан катализ жараёнлар амалиётигагина аҳамият бериб келинган эди, фақат сўнгги вақтлардагина унинг назариясига алоҳида эътибор берилди. Катализ назариясини яратишда МДХ олимлари А.А. Баландин, Н.И. Кобозев, С.З. Рогинский, Г.К. Боресков, Б.А. Казанский, А.С. Султанов ва бошқалар муҳим ўрин тутганлар.

Республикамызга нефтни қайта ишлаш саноати янги жараёнларининг кириб келиши рангсиз нефть маҳсулотларини (бензин, керосин, дизель ёқилғиси) кўплаб ишлаб чиқаришга олиб келмоқда.

Нефтни комплекс қайта ишлаш соҳасида, айниқса, юқори сифатли нефть маҳсулотлари – бензин, керосин, дизель ёқилғиси, мойлар, спиртлар, пластификаторлар, қаттиқ парафинлар ва бошқа қимматбаҳо кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун янги каталитик жараёнларни саноатга татбиқ қилиш билан бир вақтда (каталитик крекинг, каталитик риформинг, алкиллаш, полимерлаш, гидротозалаш ва ҳоказо жараёнлар учун) янги катализаторларни синтез қилиш ва саноатга жорий қилиш лозим. Бир реакторда юкланган полифункционал катализатор ёрдамида икки-уч жараённи олиб бориш юқорида кўрсатилган камчиликларга барҳам беришга ёрдам беради.

Нефтни қайта ишлаш ва нефть кимёси саноатида ҳозирги вақтда саноат миқёсида жуда кўп катализаторлар ишлаб чиқарилмоқда, улар асосан Россия Федерациясида ва бошқа мамлакатларда амалга оширилмоқда.

Реакцияларни гетероген фазада олиб бориш учун қаттиқ катализаторлар керак. Саноатда ишлатиладиган катализаторларнинг асосини қаттиқ катализаторлар ташкил қилиб, улар ҳиссасига 80% тўғри келади. Ишлаб чиқаришга тавсия қилинаётган катализаторлар юқори даражада актив бўлишлари керак, бу эса ўз навбатида катализаторнинг юзасига боғлиқ бўлиб, у катализаторни тайёрлаш усуллари ва уларни реакцияда ишлатишдан олдин қайта ишлашга боғлиқдир. Қаттиқ катализаторларга қўйиладиган асосий талаблар: унинг активлиги, барқарорлиги (турғунлиги), танловчанлиги (селективлиги), узок муддат ишлаши, захарларга ва юқори ҳароратга чидамлилиги, регенерирашнинг осонлиги, тайёрлашнинг соддалиги ва арзонлиги. Катализаторнинг ишга яроқлилиги (активлиги) уни тайёрлашда ишлатилган материалларга ва ишлаб чиқариш шароитига боғлиқдир.

Катализаторнинг узоқ муддат ишлаши, унинг оптимал иш шароитини тўғри олиб боришга боғлиқдир. Ишлаш шароитларига риоя қилмаслик катализаторнинг тезда ишдан чиқишига олиб келади. Ҳозирги замон катализаторлари мураккаб ва кўп компонентли аралашмалар ва бирикмалардан тузилган бўлиб, уларнинг таркибига активловчи (промотор) қўшимчалар киритилган бўлади.

Катализаторларни тайёрлаш учун кўпинча нитрат тузларининг ёки органик карбон кислота тузларининг эритмаларидан фойдаланилади, чунки уларни ҳарорат билан ишлов берилганда тезда парчаланиб, газлар учуиб кетади. Сульфатлар ва галогенидларни ишлатиш таклиф қилинмайди, чунки SO_4^{2-} ва Cl^- ионлари гелларга (ёювчи) адсорбцияланиб, тайёр катализаторнинг активлигини пасайтиради.

Каталитик реакциялар ва уларнинг аҳамияти

Катализаторлар реакциянинг активланиш энергиясини камайтиради. Реакцияни тезлиги активланиш энергиясига тескари пропорционал эканлигини биламиз. Қандай бўлмасин бирор реакция катализаторсиз сезиларли тезлик билан борса, бу ҳол реакциянинг активланиш энергияси, ҳатто катта энергия захирасига эга бўлган молекулаларнинг энергиясидан ҳам юқори эканлигини кўрсатади.

W , W_k – реакция тезлиги, катализаторсиз ва катализатор иштирокида E – активланиш энергияси бўлсин.

Катализатор реакциянинг активланиш энергиясини маълум шароитда молекулаларни ўзаро кучини енга оладиган даражага қадар камайтиради, натижада реакция тезлиги ошади ($W_k > W$). Демак катализаторларнинг реакциялар тезлигини оширишига асосий сабаб, катализатор иштирокида реакцияни активланиш энергиясини камайтиришидир ёки унинг парчаланишидир

($E \square E_1 + E_2 + E_3$). Турли катализаторлар реакцияни активланиш энергиясини турли даражагача камайтиради.

Қуйидаги жадвалда айрим моддаларни гидрогенлаш реакциясини активланиш энергиясининг, турли катализаторлар иштирокида қандай камайтириши кўрсатилган (1 - жадвал).

1 –

жадвал Айрим моддаларни активланиш энергияси.

	Активланиш энергияси (кал/моль)

Катализатор/ Моддалар	Pt/ Асбест	Pt/ кўмир	Pd	Ni
Гексагидробензол	18040	18040	15300	9170
Декагидронафталин	18990	18890	-	-
Пиперидин	1930	-	16250	-

1.1. Катализнинг классификацияси (синфланиши)

Катализ реакцияни бориш шароитига ва реакция механизмига қараб икки хил классификацияланади, яъни гамоген ва гетероген катализга бўлинади. Гамоген катализда реагентлар ва катализатор бир муҳитда, бир хил агрегат ҳолатда бўлади. Масалан, эфирларни ишқорланиш реакциясида, реагент эфирсуюқлик, катализатор кислота-суюқлик, нитроз усули билан HNO_3 олишда эса, реагент ҳам катализатор ҳам газдир.



Гетероген катализда реагентлар ва катализаторлар турли муҳитда, турли агрегат ҳолатда бўлади. Масалан, аммиакни синтез реакцияси ($3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$) да реагентлар газ ҳолатда, катализатор (Fe, Pt) эса қаттиқ ҳолатда бўлади. Бу хилда синфлаш фақат расман бўлибгина қолмасдан, ҳарактерлидир.

Амалда кенг тарқалган катализ – гетероген катализ бўлиб, кимё саноатида 80% маҳсулот шу катализ ёрдамида олинади. Катализ реакциянинг механизмига қараб, кислота – асос катализи билан оксидланиш-қайтарилиш катализига бўлинади.

Кўпчилик гамоген катализлар кислота – асос катализи механизми билан, гетероген катализ эса, асосан оксидланиш – қайтарилиш катализи – алмашиш механизми билан боради.

1.2. Катализнинг умумий хусусиятлари

Катализаторлар сайлаш (селективлик) хоссасига эга

Ҳамма кимёвий реакциялар учун умумий катализатор бўлмайди. Маълум реакцияни ёки реакциялар гуруҳини, айрим катализаторгина тезлатади. Бирор реакцияни тезлатадиган катализатор бошқа реакция учун катализатор бўла олмаслиги мумкин. Реакция бир нечта йўналишда бориш мумкин бўлса, маълум катализатор, маълум йўналишнигина тезлатади. Масалан, этил спиртини турли катализаторлар ёрдамида парчалаб, бир қанча йўналишда олиб бориши мумкин (2 – жадвал).

Этил спиртини турли катализаторлар ёрдамида парчалаш.

Катализаторлар	Реакциянинг йўналиши
Махсус Cu(200-250°C)	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + 2\text{H}_2$ этилацетат эфир
$\text{Al}_2\text{O}_3(350^\circ\text{C})$	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ этилен
$\text{Al}_2\text{O}_3(250^\circ\text{C})$	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ ацетон (кетон)
Активланган Cu(200°C)	$\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2$ сирка алдегиди
$\text{ZnO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{CH}_2=\text{CH} \cdot \text{CH}=\text{CH}_2$ 1,3-бутадиен (дивинил)
$\text{NaC}_2\text{H}_5\text{O}$	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ бутанол

Катализаторларнинг селективлигидан, катализаторнинг маълум реакцияни йўналишини тезлатишидан саноатда кенг фойдаланилади. Катализаторнинг бу хоссаси керакли реакция йўналишинигина тезлатиши ҳамда қўшимча реакцияларни боришига йўл қўймайди.

1.3. Катализаторларни реакция мувозанатига таъсири

Катализаторлар назарий йўл билан ҳисоблаб топилганига қараганда кўп маҳсулот ҳосил қилишга ёрдам бермайди. Яъни мувозанат константасининг қийматини ўзгартирмайди ($f(k) = \text{const}$). Катализаторлар назарий жиҳатдан ҳосил бўлиши керак бўлган маҳсулот миқдорини қисқа вақт ичида олишга имкон беради холос, масалан, $\text{H}_2 + \text{J}_2 = 2\text{HJ}$ реакциянинг мувозанати катализаторларсиз ва турли катализаторлар иштирокида мукамал текширилган. 350°C да HJ нинг диссоцияланиш даражаси катализаторларсиз 0,186 га, Pt катализатор иштирокида эса 0,19 га тенг бўлган.

1.4. Катализатор таъсирида қайтар реакциянинг тезланиши
Катализаторнинг реакция мувозанатини силжитмаслигидан, улар тўғри ва тескари реакциялар тезлигини бир хилда оширади деган хулоса келиб чиқади.

Масалан,



Бу реакция босим остида турли катализаторлар (ZnO , CrO_3 ва бошқалар) иштирокида олиб борилади. Улар юқори босимда реакцияни чапдан ўнгга, паст босимда эса ўнгдан чап томонга тезлатади. Яна бир мисол: Бу реакция



Pt, Pd, Ni катализаторларида тезлашиб, 200-240⁰C да бензол фақат циклогексанга, 260-300⁰C да эса, циклогексан деярли тўла парчаланиб, бензол ва водородга айланади. Оралиқ температурада 240-260⁰C да эса бу моддаларни ҳаммаси мавжуд бўлади.

2-МАЪРУЗА.

КИРИШ. НЕФТЬ ВА ГАЗНИ ҚАЙТА ИШЛАШДА КАТАЛИТИК РЕАКЦИЯЛАР ВА УЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ

РЕЖА:

1. Катализатор тўғрисида умумий тушунчалар.
2. Катализаторли реакцияларни бориш механизми.
3. Реакцияларнинг активланиш энергияси.

Яқин йиллар ичида ўзбекистон нефть, газ ва газоконденсат қазиб олиш бўйича МДХда етакчи ўринлардан бирини эгаллади. Бу эса республикада юқори сифатли ёқилғи ишлаб чиқаришга ва келгусида кимё саноати учун маҳсулотлар етказиб берадиган хом ашё базасини ташкил этишга ёрдам беради. ўзбекистонда табиий газ конлари ва уларнинг захиралари жуда кўп. Бу эса газ қазиб олинганда чиқадиغان (газ билан) газоконденсатни ишлаб чиқаришни кўпайтиради. Шунингдек нефтнинг ҳам захиралари катта, шунинг учун Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи 1997 йил ишга туширилди (қуввати 5,5 млн. т/йил, газоконденсат бўйича).

Газоконденсатларни юқори сифатли эканлиги – уларни таркибида нафтен ва ароматик углеводородларнинг кўплиги (70% гача) ва ундаги смола – асфальтенли бирикмаларни деярли йўқлиги, олтингугуртли органик бирикмаларни камлиги, улардан нефткимё саноати учун ва бошқа кимёвий маҳсулотлар олиш учун қимматбаҳо хом ашё эканлигини кўрсатиб турибди.

Нефтни қайта ишлаш саноатига янги жараёнларнинг кириб келиши рангсиз (бензин, керосин, дизель ёқилғиси) нефть маҳсулотларини кўплаб ишлаб чиқаришга олиб келди. Республикамизда халқ хўжалигини нефть маҳсулотларига бўлган эҳтиёжини кондириб, ҳозирда, нефть ва нефть маҳсулотлари мустақиллигига эришишга муваффақ бўлинди.

Лекин нефть қайта ишлаш саноатининг ва бошқа соҳаларнинг ютуқлари қанча юқори бўлмасин – уларни ривожланишини техникавий даражаси жаҳон техника даражасидан, маҳсулотларни комплекс қайта ишлаш соҳасида,

айниқса, юқори сифатли нефть маҳсулотлари – бензин, керосин, дизель ёқигиси, мойлар, спиртлар, пластификаторлар, қаттиқ парафинлар ва бошқа қимматбаҳо кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришда орқада қолмоқда.

Бу масалаларни ҳал қилиш учун янги каталитик жараёнларни саноатга тадбиқ қилиш билан бир пайтда (каталитик крекинг, каталитик риформинг, алкиллаш, полимерлаш, гидротозалаш ва ҳоказо жараёнлар учун) янги катализаторларни синтез қилиш ва саноатга жорий қилиш керак. Бир реакторда, полифункционал катализатор ёрдамида икки-уч жараёни олиб бориш юқорида кўрсатилган камчиликларга барҳам беришга ёрдам беради.

Янги катализаторларни яратиш, саноат миқёсида синаб кўриш кўп вақт талаб қилади, шунинг учун илмий текширув ишларини олиб бориш учун янги ускуналарни қўллаш керак бўлади. Бу эса илмий-тадқиқот ишларни бажариш учун кетадиган вақт ва ҳаражатларни анча камайтиради. Бу ерда аналитик таҳлилда қўлланиладиган хроматограф ва физик-кимёвий анжомлар, уларни тадқиқ қилиш масаласи туради.

Нефтни қайта ишлаш ва нефткимёси саноатида ҳозирги вақтда саноат миқёсида жуда кўп катализаторлар ишлаб чиқарилмоқда. Лекин бу катализаторларни кўпчилиги 20-30 йил аввал яратилиб саноатга тадбиқ этилган. Янги назариялар асосида тайёрланган ва тадбиқ этилган катализаторлар деярли йўқ.

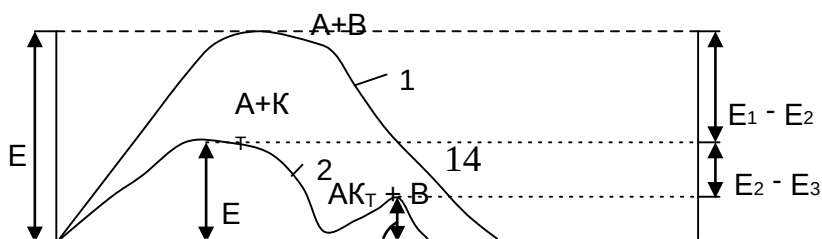
2.1. Катализатор тўғрисида умумий тушунчалар

Катализаторлар – булар шундай моддаларки, реакцияга киришаётган реагентлар билан кўплаб оралиқ реакцияларга киришиб, реакцияни механизмини ўзгартириб, уни тезлигини оширади.

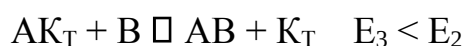
Оралиқ реакцияларда иштирок этиб бўлгандан кейин (ҳар циклдан) улар ўзларининг кимёвий таркибларини қайта тиклайди, яъни бошланғич ҳолатга қайтади.

Катализаторни кимёвий реакцияни механизмига бўлган таъсирини куйидаги мисолда кўриш мумкин.

Энергия активлиги E_1 бўлган бир босқичли реакция кетаётган бўлсин,
 $A + B = AB$ Реакциянинг бориши диаграммада келтирилган (1-расм),
 (1-чизик).



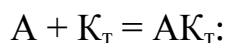
1 – расм. Катализатор ва катализаторсиз реакцияларнинг энергиясини ўзгариши.



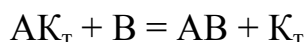
$$E_2 + E_3 < E_1$$

1 – эгри чизик – реакция катализатор иштирокисиз борганда.

2 – эгри чизик шуни кўрсатадики, катализатор иштирокида реакция бир нечта кетма-кет босқичда боради. Масалан, биринчи босқичда активланган оралиқ комплекс (AK_T) ҳосил бўлиши мумкин.



Кейинги босқичда активланган комплекс иккинчи реагент билан маҳсулот ҳосил қилади ва катализатор янги циклда иштирок этишга тайёр бўлади.



Ҳар бир босқич реакцияси ўзининг активланиш энергиясига эга бўлади. (E_2 , E_3 , 2-чизик). Бу потенциал тўсиқларнинг баландлиги, катализаторсиз бораётган реакцияни активланиш энергиясидан E_1 дан кичикдир.

Шундай қилиб, катализатор иштирокида реакция энергетик қулай йўналишда боради ва реакцияни катта тезликда олиб боришга ёрдам беради.

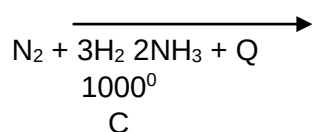
Бошланғич (1) ва (2) энергетик ҳолат (реакцион системани) катализатор иштирокида ва катализаторсиз бир хил бўлиб қолади. Демак, катализатор кимёвий мувозанатни ўзгартира олмайди, чунки у реакция йўналишига боғлиқ эмас.

Катализаторнинг вазифаси реакция мувозанати тезлигини ўзгартиришдир. Катализатор термодинамик мумкин бўлган реакцияларни

тезлигини оширади, термодинамик мумкин бўлмаган реакцияларни тезлигини ўзгартира олмайди.

Баъзи бир кимёвий реакциялар активланиш энергияси катта бўлганлиги учун катализаторсиз умуман бормайди.

Юқори энергия тўсиғини температурани кўтариш билан реакцияни олиб бориш мумкиндек бўлиб кўринади. Лекин кўпгина қайтар реакциялар учун температурани юқори кўтариш мувозанатни тескари томонга буриб юборади. Бундай ҳолларда катализаторларни қўллаш муҳим аҳамиятга эгадир. Масалан, аммиакни синтез қилиш реакциясини кўрсак, бу реакцияни активланиш энергияси 280 кж/моль. Шундай энергия тўсиғини енгиб ўтиш учун реагентларни 1000⁰С дан юқори даражага кўтариш керак. Шунда ҳам реакция мувозанатида ҳосил бўладиган маҳсулот жуда оз миқдорда бўлади.

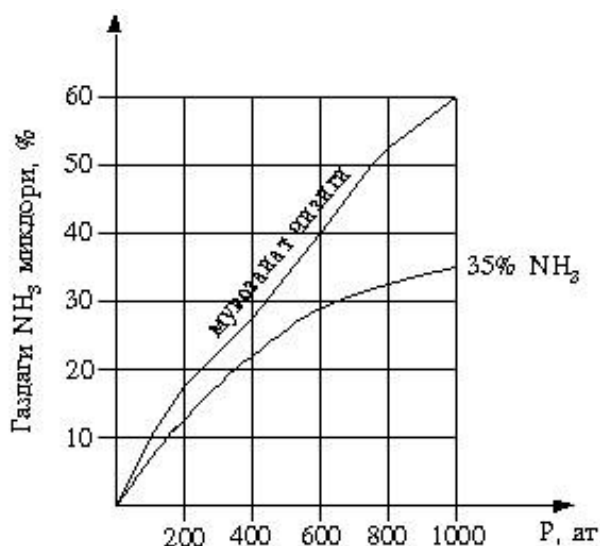


$$E_0 = 280 \text{ кж/моль}$$

$$E_1 = 160 \text{ кж/моль}$$

$$E_0 = E_1 - \text{активланиш энергияси.}$$

$\text{N}_2 : \text{H}_2 = 1:3$	$P, \text{ ат}$	$\text{NH}_3, \%$	$E, \text{ кж/моль}$
$T = 200^{\circ}\text{C}$	300	89,94	55,8
$T = 200^{\circ}\text{C}$	1000	98,29	66,8



2-расм. Аммиакни чиқишини босимга боғлиқлиги.

Аммиакнинг синтези темир катализатори иштирокида, газларнинг ҳажмий тезлиги 30000 соат^{-1} билан боради. Температурани ошиши билан аммиакни ҳосил бўлиши камаяди. Темир асосида олинган катализатор иштирокида аммиакни синтез қилиш реакциясини энергия тўсиғи, активланиш энергияси – 160 кж/моль гача пасаяди ва жараёни юқори тезликда, юқори босимда, $400\text{--}500^\circ\text{C}$ да олиб борилади. Бошланғич моддалар бу шароитда 20-35% гача реакцияга киришади.

3-МАЪРУЗА.

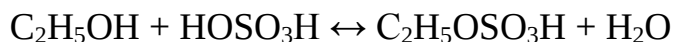
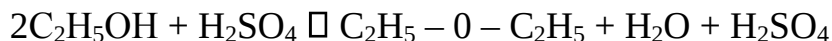
Каталитик жараёнларнинг саноатда тутган ўрни ва вазифалари

РЕЖА:

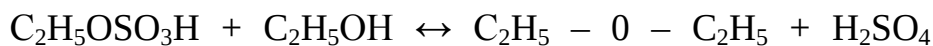
1. Кислота – асос катализи.
2. Катализаторли реакцияларни бориш механизми.
3. Реакцияларнинг активланиш энергияси.

Реагент ва катализатор бир хил агрегат ҳолатида бўлган катализ гамоген катализ дейилади. Эфирларни гидролизи, эфирланиш, алкиллаш, суюқ фазада олефинларни полимерланиши гамоген катализга мисол бўлади.

а) эфирланиш: спирт + кислота $\rightleftharpoons$ эфир + H_2O

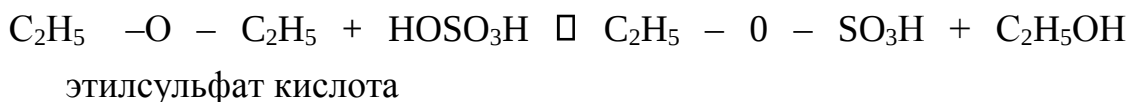


этилсульфат кислота

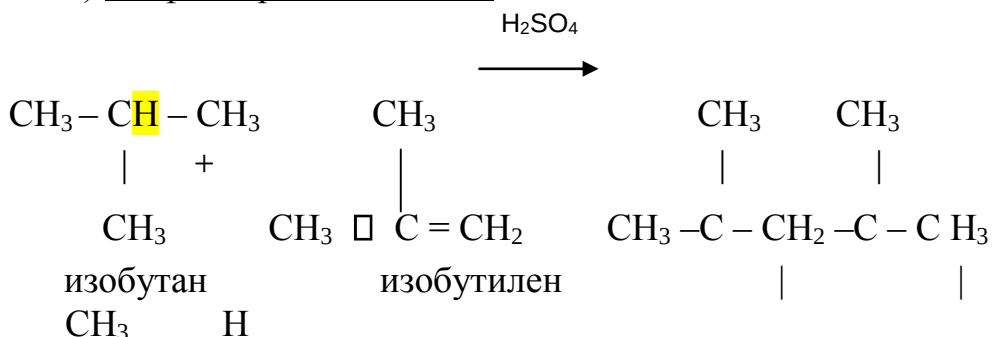


диэтил эфир

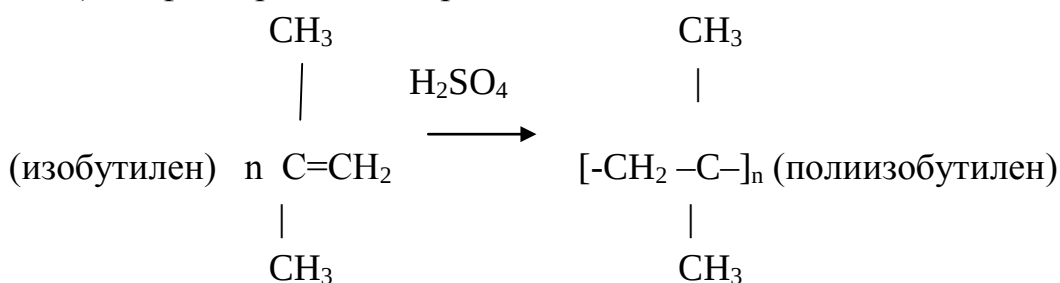
б) эфирларни гидролизланиши:



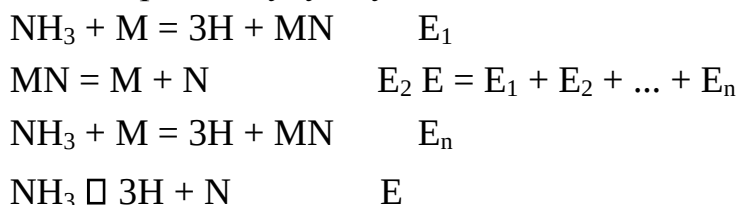
в) олефинларни алкиллаш:



г) олефинларни полимерлаш:

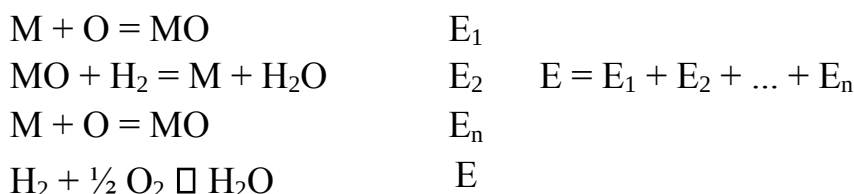


Гамоген катализни сабабини (механизмини), катализнинг кимёвий назарияси билан тушунтирилади. Бу назария оралиқ бирикмалар назарияси деб ҳам айтилади. Бу назарияга мувофиқ, гамоген катализда жараённинг тезланишига асосий сабаб активланиш энергиясини бўлинишидир (парчаланишидар). Жараён бирин-кетин борадиган қатор реакциялардан иборат бўлиб, бунда беқарор бир нечта оралиқ моддалар ҳосил бўлади. Бу оралиқ моддаларни ҳамма вақт ажратиб олиб бўлмаса ҳам, уларни борлигини турли усуллар билан аниқлаш мумкин. Металл (М) катализаторлар иштирокида аммиакни парчалаш учун қуйидаги механизм таклиф қилинган:

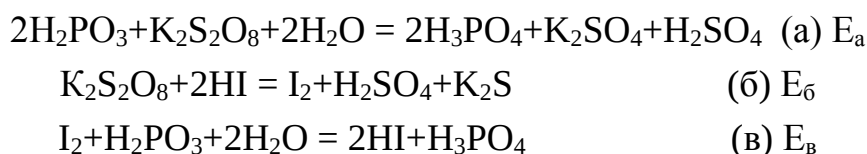


Ҳақиқатдан, бу реакцияда металл нитрид (MN) оралиқ модда (бирикма) ҳосил бўлганлиги тажрибада тасдиқланган. Майдаланган Cu, Pd, Fe, Co, Ni, Ag металлари ($\text{H}_2 + \text{O}_2$) аралашмасини сувга айланиш реакциясида катализатор бўла олади. Лекин бу металлларда катализаторлик хоссаси фақат уларни оксидлари, водород билан қайтарилиши мумкин бўлган температурадан юқори

температурада намоён бўлади. Бу кузатишлардан ($H_2 + O_2$) аралашманинг металл катализаторлар иштирокида сув ҳосил қилиш реакцияси бирин-кетин борадиган оксидланиш – қайтарилиш реакциялардан иборат деган хулоса чиқарилган.

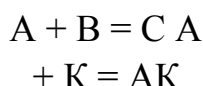


Метафосфит кислотанинг калий персульфат билан оксидланиш реакциясида HJ – кислотаси катализатор вазифасини бажаради. Бу реакция катализатор мавжудлигида қуйидаги босқичлар билан боради:

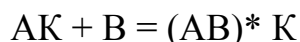


Бу бирин-кетин борадиган (б, в) реакциялардан, ҳар қайсиси – (а) реакция активланиш энергиясидан кичик бўлади. $E_a = E_б + E_в$: Шунга кўра, (б, в) реакциялар умумий (а) реакцияга нисбатан тез боради. Бу катализми кимёвий назариясидир, фараз қилайлик:

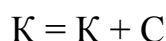
а) $A + B = C$ реакцияси K катализатор иштирокида борадиган бўлсин, бу реакция қуйидаги босқичлар билан боради.



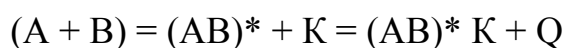
б) Бу AK оралиқ бирикма иккинчи компонент билан актив комплекс ҳосил қилади:



в) Актив комплекс парчаланиб (C) маҳсулотни ҳосил қилади: $(AB)^*$

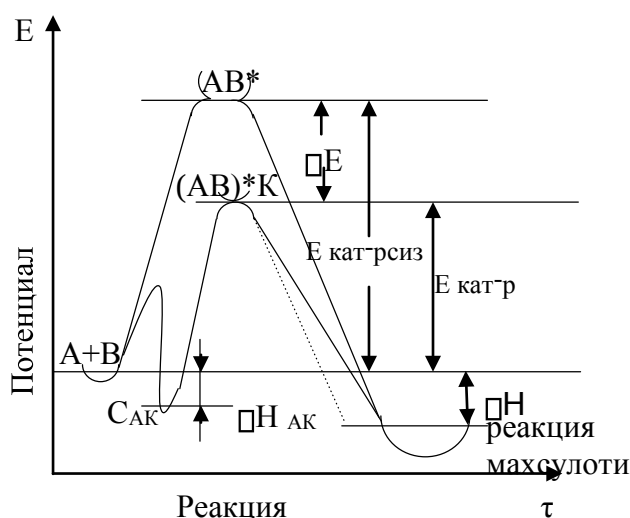


Агар катализатор иштирокисиз ҳосил бўлган актив комплекс, катализатор мавжудлигида ҳосил бўлган актив комплексга ўтганда иссиқлик ажралса, яъни,



экзотермик бўлса, катализатор мавжудлигида активланиш энергияси $-\Delta E$ га камаяди эндотермик бўлса $+\Delta E$ га ошади (3-расм).

$$E = E_{\text{некат}} - \Delta E \quad E_{\text{некат}} = E + \Delta E$$



3-расм. Катализаторли ва катализаторсиз реакцияларни бориш графиги. 1

– катализаторсиз борувчи реакция

2 – катализатор иштирокида борувчи реакция, яъни каталитик реакция

Агар бунда, масалан, $T = 300^{\circ}\text{K}$ да, $\Delta E = 10000$ кал/моль бўлса, реакция тезлиги, $W = e^{E/RT}$ бўлса, унда

$$W = (e^{-(E + 10000)/RT}) / (e^{-E/RT}) = e^{-\Delta E/RT} = e^{-10000/1.98 \cdot 300} \approx 2.5 \cdot 10^8 \text{ ёки}$$

катализаторли катализаторсиз

$$W = 1 - (E + 10000)RT / 1 - E/RT = 1 - 10000/1.98 \cdot 300 = 2.5 \cdot 10^8$$

Реакция тезлиги (W) катализатор иштирокида катализатор бўлмаганга нисбатан $2.5 \cdot 10^8$ марта тез боради.

3.1. Кислота – асос катализи

Кўпчилик реакциялар учун H_3O^+ ва OH^- ионлари катализатордир. Демак, кучсиз кислота ва асослар каталитик активлиги $\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+]$ қийматига пропорционал.

Кучли кислота ва асосларда эса уларнинг каталитик активлиги кислоталик функциясига H_0 (ёки асослик функция) боғлиқ. H_0 баъзан Ҳаммет функцияси деб ҳам аталади.

$$\text{H}_0 = -\lg h_0; h_0 = [(\text{AH}_3\text{O}^+)/(\text{AH}_2\text{O})] \square (\text{YA}/\text{YAH}^+)$$

YA , YAH^+ ионланмаган ва ионланган асоснинг активлик коэффиценти. Суюлтирилган эритмада $\text{AH}_2\text{O} = \text{YA} = \text{YAH}^+ \square 1$ ва демак, $\text{AH}_3\text{O}^+ \square [\text{H}_3\text{O}^+]$ бўлади. Маълум кислота турли концентрацияда турлича H_0 қийматга эга бўлади. Турли кислота бир хил H_0 қийматида баравар каталитик активликка эга бўлади.

$$\text{pK} = \text{A} - \text{H}_0, \text{A} - \text{const (турғун сон)}$$

Тажрибалар кўрсатишича, маълум муҳитда (кислота - маълум концентратиясида) (YA/YAH^+) нисбати - қиймати асос - A нинг табиатига боғлиқ эмас. Шундай қилиб, h_0 - қиймати асосан муҳитнинг шароитига боғлиқ. h_0 - қиймати қанча катта бўлса, AH^+/A нисбат қиймати ҳам шунчалик катта бўлади, яъни маълум асос протонлашган бўлади. Шундай қилиб, h_0 - қиймати муҳитнинг протон бериш қобилиятини ҳарактерлайди, шунга кўра h_0 ни муҳитни кислоталилиги дейилади. Агар реакция аралашмага кислота билан бирга шу кислота тузи қўшилса, каталитик эффект ортади. Ваҳоланки, туз таъсирида кислотани диссоцияланиши камайиши натижасида водород ионлари ҳам камайиб, пировардида каталитик активлик камайиши керак. Бу ҳодиса иккиламчи туз эффекти дейилади. Кислотага шу кислота тузи қўшилганда анион кўпаяди, демак кислота аниони ҳам катализатордир.

Иккинчи туз эффекти.



K_C – кучсиз кислота электролитик диссоциацияси

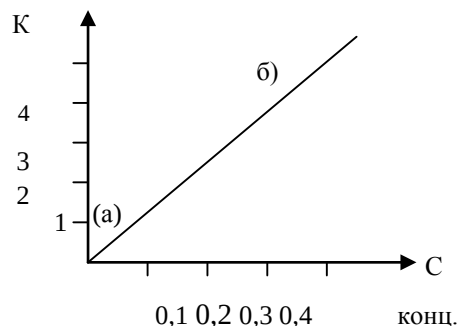
$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

а)

$$\text{K}_\text{C} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

б) бунга A_1^- туз қўшилса, K_C катта бўлади, яъни

$$K_c = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-] \cdot [A_{1-}]}{[HA]}$$



5

4-расм. Диссоциацияланиш коэффициентини модда концентрациясига боғлиқлиги.

Реакцион аралашмага кислота билан бир қаторда бошқа кислота тузи қўшилганда ҳам каталитик эффект ортади. Бу ҳодиса бирламчи туз эффекти дейилади. Бу ҳодисага сабаб туз қўшилганда эритманинг ион кучи ортади. H_3O^+ нинг термодинамик активлиги ортади, актив массалар қонунига биноан тезлик ошади.

Биринчи туз эффекти

$$K_c = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-] \cdot [A_{1-}]}{[HA]}$$

4. МАЪРУЗА.

Катализаторни саноатда тутган ўрни РЕЖА:

1. Гетероген каталитик жараёнининг босқичлари.
2. Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири.
3. Катализаторнинг майдаланганлик даражасининг таъсири.
4. Катализаторнинг эскириши.

Гетероген каталитик жараёнларнинг босқичлари.

Бу хил жараёнларда кўпинча катализатор қаттиқ модда, реагентлар эса суюқ ёки газ (буғ) ҳолида бўлади. Жараён фазалар чегарасида боради, шунга кўра

катализ асосан бирин-кетин борадиган жараёнлардан иборат бўлиб, улар; Дастлабки моддаларни катализатор юзасига олиб келиш.

Катализатор юзасида молекулаларни жойланиши ва деформацияланиши.

Катализатор юзасига адсорбланиш.

Катализатор юзасидаги реакциялар.

Реакцияда ҳосил бўлган моддани десорбцияланиши.

Ҳосил бўлган моддани катализатор юзасидан олиб кетилиши ва актив марказларни бўш қолиши.

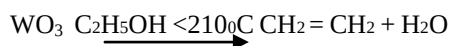
Бу жараёнларни қайси бири секин борса, умумий жараён тезлиги шу босқични тезлигига тенг бўлади. Бу босқичга чегараловчи (лимитловчи) босқич дейилади. Одатда, иккинчи босқич (кинетик соҳа) чегараловчи бўлишга интилади. Қайси босқични чегараловчи бўлиши, катализаторнинг хоссасига (активлигига) ва реакция шароитига боғлиқ.

4.2. Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири

Температуранинг таъсири. Каталитик реакцияни унумига нисбатан ВантГофф изохора – изобара тенгламаси, бу тенгламадан чиқадиган хулосалар ўз кучини сақлаб қолади. Лекин температура катализаторни активлигига таъсир кўрсатади. Ҳар бир катализатор таркиби ва тайёрланиш шароитига қараб, маълум реакция учун маълум температура чегарасида энг катта активликка эга бўлади.

Одатда, катализатор қанча актив бўлса, уни паст температурадаги активлиги шунча катта бўлади ва температурани катализатор активлигига таъсири кескинроқ сезилади. Температурани катализатор нормал ишлайдиган иш температурасидан ошиши уни активлигини камайтиради ва ҳатто, уни пассив қилиб қўяди. Катализатор юзасида кокс ва смолалар ҳосил бўлиб, уни захарлайди. Шунинг учун каталитик реакцияларда температурани ўзгариб туриши ва айниқса, ҳаддан ташқари ошиб кетиши катализатор учун зарардир. Шунга кўра, реакция натижасида, айниқса, экзотермик реакцияларда чиқаётган иссиқликни кераксиз қисмини реакция муҳитидан четлатиш керак бўлади.

Кўпинча, катализатор маълум температурадан пастда унча активлик кўрсатмайди. Масалан: кўк тусли вольфрам оксиди 210°C дан паст температурада этил спиртидан этилен ҳосил бўлиш реакциясини унча тезлатмайди.



Вант-Гофф тенгламаси:

$P_{\text{осм}} = \underline{p} R \Pi T$ v бўлса, изохора, яъни ҳажм ўзгармай

борадиган реакциялар учун $T_{\text{га}}$ боғлиқ бўлади.

$P_{\text{осм}}$ = осматик босим, n - V ҳажмдаги модданинг деворга уриладиган молекулалар сони.

R = универсаль газ доимийлиги, 1,987 кал/моль град.

T = абсолют температура, $^{\circ}\text{K}$

Газнинг парциал босими – P деб, газ аралашмасида газлардан фақат бирини қолдириб, бошқасини чиқариб олинганда, ўзгариб қоладиган газ босимига айтилади ва қуйидагича ёзилади:

$$P_i = \frac{M_i R T}{\Pi_i V}$$

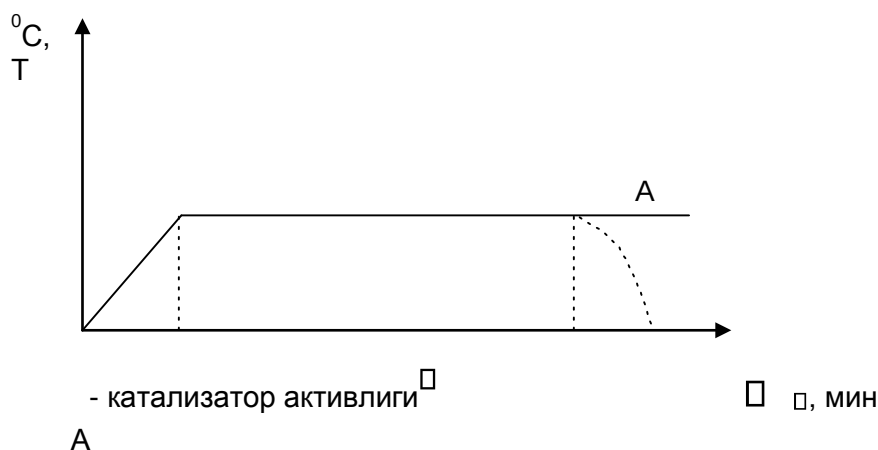
V ва T – аралашманинг ҳажми ва температураси.

Π_i – i -нинчи газнинг молекуляр оғирлиги.

M_i – газнинг массаси.

R – Больцман доимийлиги.

Баъзан температура минимум иш температурасидан ошган сари катализаторнинг активлиги узлуксиз ошавермайди, лекин маълум температурадан сўнг катализатор активлиги ўзгармас бўлиб қолади. Бу ҳол гидрогенлаш, гидрокрекинг, гидротозалаш, гидроизомеризация реакцияларида кўп учрайди.



5 – расм. Катализатор активлигини реакция температурасига боғликлиги.

Катализаторларни активлиги намоён бўладиган минимум температурага, катализаторни қандай усулда тайёрланганлигига ва реакцияни механизмига боғлиқ.

Босимнинг таъсири

Босим ўзгариши билан каталитик реакцияларни унуми, умуман, ЛеШателье принципига бўйсунди. Лекин гетероген каталитик реакцияларда жараёни биринчи босқичи адсорбцияланиш бўлганлиги учун босим ўзгариши билан реакция тезлиги, бинобарин, катализаторни активлиги ҳам ўзига хос равишда ўзгаради.

Гетероген каталитик реакциялар эффектив концентрация муҳитдаги газларни парциал босимга эмас, балки уларни катализаторларга адсорбцияланган концентрациясига тенг бўлгани ва адсорбцияланиш тўйингунча бу концентрация ошиб боргани сабабли, тўйиниш, босим ошиши билан реакцияни тезлиги ҳам оша боради. Шунинг учун босимни ўзгариши фақат молекулалар сонини ўзгариши билан борадиган реакцияни (масалан, $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$) тезлигини эмас, хатто молекула сони ўзгармасдан борадиган реакцияларни тезлигини ҳам ўзгартиради. Адсорбцияланиш, тўйиниш босимидан сўнг юзадаги концентрация ўзгармаганлиги учун юқори босимда реакция тезлигини ўзгартирмайди. Босим ўзгариши билан реакция тезлиги ўзгаришини характери турлича бўлиши мумкин. Баъзан, тўғри чизик қонуни асосида, лекин кўпинча ўзига хос равишда ўзгаради. Баъзан босимни ўзгариши реакцияни йўналишини ҳам ўзгартириши мумкин. Водород билан углерод (II) оксид орасида борадиган реакция бунга мисол бўлади. Нормал босимда реакциянинг асосий маҳсули метан бўлади. Реакция оксид катализатор (Ni ёки Co) иштирокида юқори босимда олиб борилса, метил спирт, жуда юқори босимда эса юқори молекулали спиртлар ҳосил бўлади.

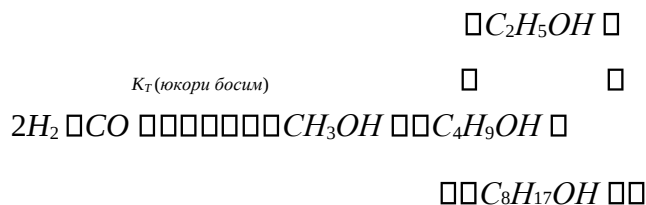
к
→

1. $3\text{H}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ агар темир катализатори ишлатилса, $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ҳосил бўлади.

$2\text{H}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ агар никель ва кобальт катализаторлари ишлатилганда.

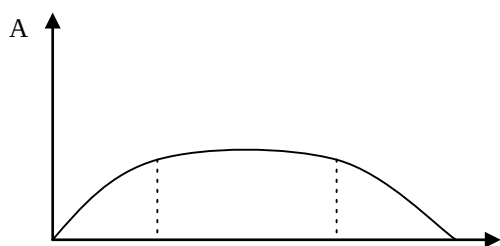
4.3. Катализаторнинг майдаланганлик даражасининг таъсири

Маълум миқдорда катализатор доначаларини ўлчами майдалашган сари унинг юзаси ортиб боради, натижада уни активлиги ҳам ортади. Иккинчи томондан доначалар кичиклаштирилган сари реагентларини диффузияланиши камая боради, бу эса катализатор активлигини камайишига олиб келади. Коллоид ҳолда катализаторлар бу жиҳатдан олганда оптимал майдаланган бўлади.



Катализатор сифатида ZnO ва $\text{ZnO} \square \text{CuO} \square \text{Cr}_2\text{O}_3$ ишлатилади. Бунда температурага бардошлиги ортади. ($8\text{ZnO} \square \text{Cr}_2\text{O}_3 \square \text{CrO}_3$) катализатори турғун ишлайди. Ҳозирда Ag/ ёювчи (пенза, алюмосиликат ва бошқа) юқори температурага чидамли катализаторлар қўлланилади.

4.4. Катализаторни эскириши



□ Реакция давомида ҳар қандай катализаторни активлиги ўзгаради, баъзан активлиги ошади, лекин кўпинча камаяди ва бора-бора бутунлай активсизланади, яъни ҳамма катализатор ҳам абадий ишламайди. Вақт ўтиши билан катализатор активлигининг камайишига катализаторни эскириши дейилади. Катализаторни кўп вақтга чидамли қилиш

амалий аҳамиятга эга, чунки бу жараён катализаторнинг заҳарланиши билан ҳам узвий боғлиқ.

5-МАЪРУЗА.

ГОМОГЕН КАТАЛИЗ ВА УНИНГ МЕХАНИЗМИ

РЕЖА:

1. Катализатор тайёрлаш усуллари.
2. Катализаторларнинг кайтарилиши.
3. Катализаторнинг хизмат вақти .

Гомоген жараёнининг катализаторлари газлар (HCl , NH_3 , BF_3 , азот оксидлари) ёки суюқ моддалар (минерал кислоталар, SO_2Cl_2 , органик асослар ва ҳоказо) дир. Улар тайёр ҳолда олинади ва маълум миқдорда реакцион системага киргизилади.

Реакцияларни гетероген фазада олиб бориш учун қаттиқ катализаторлар керак. Улар юқори даражада актив бўлишлари керак, бу эса ўз навбатида катализаторни юзасига боғлиқ бўлади, яъни катализаторни тайёрлаш усуллари ва уларни реакцияда ишлатишдан олдин қайта ишлашга боғлиқдир. Қаттиқ катализаторларга қўйиладиган асосий талаблар: унинг активлиги, барқарорлиги (турғунлиги), танловчанлиги (селективлиги), узоқ муддат ишлаши, заҳарларга ва юқори температурага чидамлилиги, регенерирлашни осонлиги. Катализаторни ишга яроқлилиги уни тайёрлашда ишлатилган материалларга ва ишлаб чиқариш шароитига боғлиқдир. Катализаторни узоқ муддат ишлаши, уни оптимал иш шароитини тўғри олиб боришга боғлиқдир. Ишлаш шароитларига риоя қилмаслик катализаторни тезда ишдан чиқишига олиб келади. Ҳозирги замон катализаторлари мураккаб ва кўп компонентли аралашмалар ва бирикмалардан тузилган бўлиб, уларнинг таркибига активловчи қўшимчалар киритилган бўлади. Бу катализаторларни таркибини атом-адсорбциялаш усулида аниқланади. Катализаторни чўктириб тайёрлаш учун кўпинча нитрат тузларининг ёки органик карбон кислота тузларини эритмаларидан фойдаланилади. Сульфатлар ва галогенидларни ишлатиш таклиф қилинмайди, чунки SO_4^{2-} ва Cl^- ионлари гелларга адсорбланиб тайёр катализаторни активлигини пасайтиради.

5.1. Катализатор тайёрлаш усуллари 1)

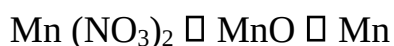
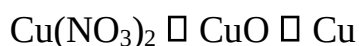
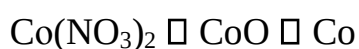
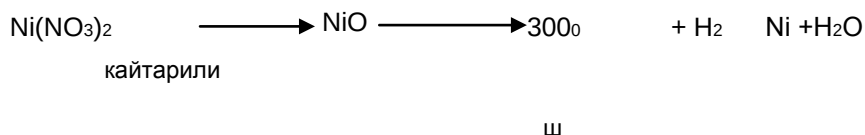
Курук усулда (ёндириш, тоблаш).

2) Хўл (нам) усулда (чўктириш билан).

3) Қотишма (сплавы).

4) Коллоид металллар олиш йўли билан.

Катализатор тайёрлашда, ёювчилар сифатида, активланган кўмир, ҳар хил лойлар, каолин, шамот, силикагель, цинк оксиди, алюминий оксиди ва бошқалар ишлатилади.



Чўктириш, аммиакни сувли эритмасини $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3, \text{Na}_2\text{CO}_3, \text{K}_2\text{CO}_3]$ тузлари билан амалга оширилади. Чўктириш жараёни совуқ ёки иссиқ шароитда, концентрланган ва концентрланмаган эритмаларда олиб борилиши мумкин. Чўктирилаётган вақтда тўла чўктиришга эришиш керак, бу эса эмпирик усулида амалга оширилади. Чўктириш тезлигини, температурасини ва эритмалар концентрациясини кенг миқёсда ўзгартириш мумкин. Масалан, актив Zn(OH)_2 ни олиш учун суюлтирилган ишқорни рух нитрат тузига таъсир эттирилса, Cu(OH)_2 ни олиш учун эса ишқорни концентрланган эритмасидан фойдаланилади, бунда чўктириш ҳарорати $60-80^\circ\text{C}$ бўлишини тақозо этади.



суюлтирилган



концентрланган

Аралаш катализаторларни олиш учун актив компонентлар тузлари эритмасини биргаликда чўктириб олиш мақсадга мувофиқдир. Ҳисобларни металллар нисбатига қараб олиш керак. Олинган чўкмаларни дистилланган сув билан OH^- ёки NO_3^- ионлари йўқолгунча ювиш керак. Кўрсатилган ионлар ювилмагунча катализатор активлиги паст бўлади ва у тез ишдан чиқади. Чўкмада

ортиқча ишқорни бўлиши конденсация жараёнини тезлаштиради. Бунинг натижасида юзада конденсация маҳсулотларининг парчаланмайдиган бирикмалар плёнкаси ҳосил бўлади, бу эса адсорбцияни қийинлаштиради, натижада катализаторнинг активлиги тез йўқолиб, унинг ишлаш вақти анча қисқаради. Ювилган чўкмалар термостатларда ҳар хил температураларда қуритилади ва улардан катализаторлар тайёрланади. Катализаторлар таблетка, донадор, симсимон ва бошқа шаклларда тайёрланади ва махсус печларда қиздирилиб меъёрига етказилади.

Каталитик активлик юза билан чамбарчас боғлиқдир. Шунинг учун актив компонентлар нейтрал бўлган ғовак материаллар юзасига чўктирилади. Бу материалларни ёювчилар (носитель) ёки «трегерлар» дейилади.

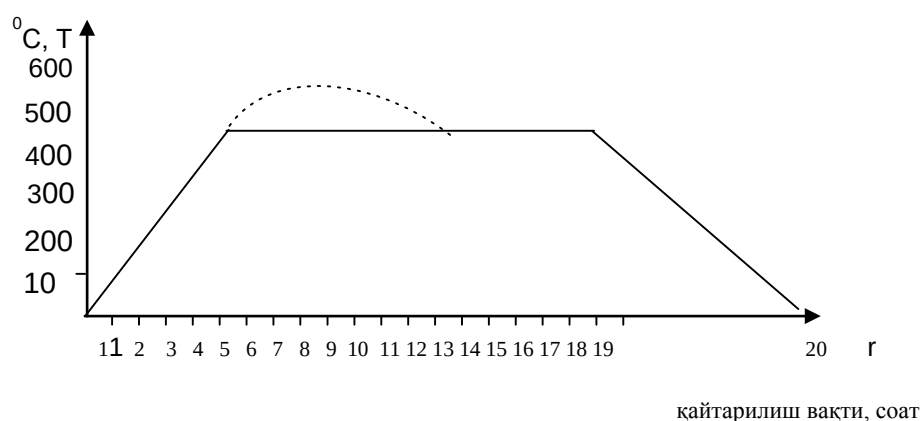
5.2. Катализаторларни қайтарилиши

Чўктириш ёки шимдириш, қиздириш усуллари билан олинган катализаторларни актив компонентлари оксид ҳолида бўлганлиги учун уларни металл ҳолигача қайтариш мумкин. Al_2O_3 , Cr_2O_3 , ThO_3 (торий), шу кабилар водород таъсирида умуман қайтарилмайди ёки жуда қийин қайтарилади (юқоридаги реакция асосида боради).

Қайтарилиш (восстановление) – металл оксидларини (гидрооксидларини) водород таъсирида металл ҳолига ўтказишга айтилади.

Оксидлар (гидрооксидлар) + $\text{H}_2 \rightarrow$ металл

Қайтарилиш жараёни қуйидаги графикда ифодаланган (7-расм).

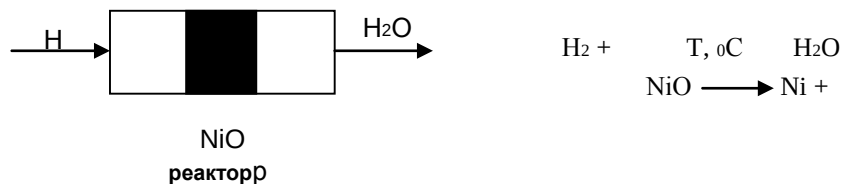


7-расм. Катализаторни қайтарилиш эгри чизиги.

CuO , NiO , CoO – водород таъсирида осон қайтарилади. Қайтарилган металл жуда ривожланган юзага эга бўлади. Катализаторнинг активлиги, яъни унинг юзасини ривожланганлиги қайтарилиш жараёнининг параметрларига

боғлиқдир. Бу параметрлар ўзгармас бўлиб, катализаторларни қайта тайёрлаганда ҳам шу натижа қайтарилиши керак. Одатда, қайтарилиш жараёни катализатор солинган реакторда ўтказилади ва кейин каталитик реакция бошланади.

Мисол:



р

Ҳар бир катализатор ўзини қайтарилиш тартибига эга бўлганлиги учун бу жараёни ҳамма катализатор учун бир хил шароитда ўтказиш мумкин эмас. Мис катализаторлари 180 – 200⁰С да, никель оксиди 250 – 300⁰С да, кобальт оксиди эса 400⁰С да қайтарилади. Қайтарилиш жараёни асосан тоза водород ёрдамида олиб борилади, лекин баъзан бу мақсадда сув буғи, азот-водород аралашмаси, тоза углерод оксиди, метанол ёки этанол буғлари ва х.к. қўлланилади.

Қайтарилиш жараёнининг усуллари турлича бўлишига қарамай, жараёни умумий қоидаларига риоя қилиши керак. Катализаторни қайтарилиши температурасигача қиздириш ва қайтарилиш жараёни тугагандан сўнг уни совутиш секин-аста, бир хил тезликда олиб борилиши керак.

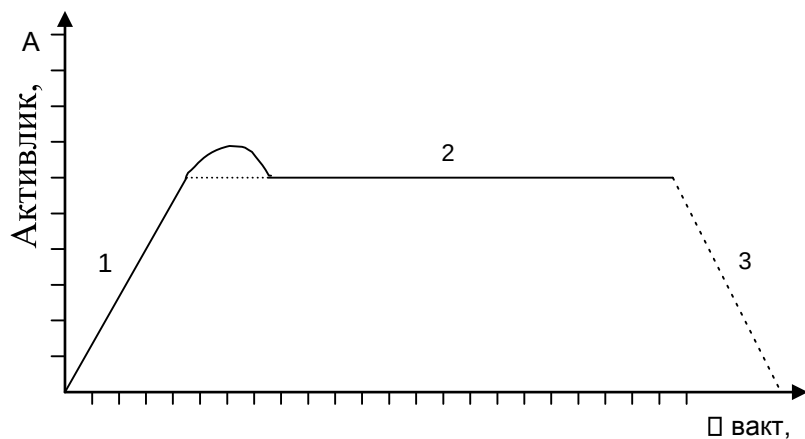
Қайтарилган катализаторлар жуда кўп водород ютган (адсорбланган) бўлади, шунинг учун улар пирофорли бўлиб, совутиш вақтида баъзида ёниб кетиши мумкин. Пирофорлигини сабаби юзага адсорбланган водородни кислород (ҳаво) ёрдамида ёнишидир. Қайтарилган катализаторларни ҳавога олиб чиқиб бўлмайди, чунки улар ўз активлигини йўқотиб қўяди, шунинг учун қайтарилган катализаторлар водород атмосферасида сақланади.

5.3. Катализаторни хизмат вақти

У ёки бу реакцияни олиб боришда ишлатилган катализатор вақт ўтиши билан ўзгарадиган, яъни у ўзини активлик хусусиятини йўқота бошлайди, шунинг учун катализаторни ишлаши уч даврга бўлинади (8-расм) Улар қуйидагича:

1. «Созревание»- етилиш даври.
2. Ўзгармас активлик даври.
3. Ортиб бораётган чарчоклик (активлигини пасайиши), расмдаги мос эгри чизиқлар.

Кўп катализаторлар учун реакция бирдан бошланмайди, балки бироз индукцион (етилиш) вақтидан сўнг бошланади. Бу даврда катализаторни активлиги ортиб боради ва максимумга эришади. Шундан сўнг активлик бироз пасайиб барқарорлашади ва катализатор оптимал иш шароитига риоя қилганда барқарор ишлайди. Бу давр катализатор активлигининг энг сермахсул фойдали, даври ҳисобланади ва уни хусусиятига боғлиқ бўлади. Бу давр бир неча соатдан бир неча йилгача бўлиши мумкин. масалан, никелли гидририлаш катализаторлари бир неча ҳафта активлигини йўқотмайди, алюмосиликат катализатори эса крекинг жараёнида 10 минутгина ишлайди.



8-расм. Катализаторни хизмат вақти.

Катализаторни ишлаш вақти, реакцияни бориш шароитига, уни активлигига ва бошқа кўплаб параметрларга боғлиқ бўлган функция бўлиб, A – активлигини белгилайди.

$$A = f(C_{\text{кат}} \square C_a \square C_g \square C_g' \square C_n \square C_{\text{қўш}} \square T \square P \square S_{\text{сол.}} \square d_{\text{д.ўр}} \square r_{\text{экв}} \square \square \square M_u \square M_u' \square M_m).$$

C – катализаторнинг, активаторнинг, дастлабки моддаларнинг, промоторнинг ва қўшимчаларнинг концентрацияси; T – температура, $^{\circ}\text{C}$; P – босим; $S_{\text{сол.}}$ – катализаторнинг солиштирма юзаси; $d_{\text{д.ўр}}$ – доначаларнинг ўртача ўлчами (диаметр); $r_{\text{экв}}$ – ғоваклар эквивалент радиуси; $\square$ – реагентлар оқимини тўғри тезлиги; M_u , M_u' , M_m – дастлабки моддаларнинг ва маҳсулотнинг молекуляр массаси.

1. МАЪРУЗА.

ГЕТЕРОГЕН КАТАЛИЗ ВА УНИНГ МЕХАНЗМИ РЕЖА:

1. Заҳарланиш турлари.

2. Промоторлар (активаторлар).

3. Заҳарланишда

Е. Мэкстед усули.

Баъзи моддалар катализатор ишлаши жараёнида, унинг активлигини камайтиради ёки бутунлай йўқотади. Бундай модда катализатор заҳари ёки контакт заҳари, баъзан эса антикатализатор деб айтилади. Аниқ заҳарларга Вг бирикмалари, HCN, As, PH₃, AsH₃, As₂O₃, P₂O₅, Hg(CN)₂CO, H₂S мисол бўлади. Катализаторнинг заҳарланиши 4 хил бўлиши мумкин.

1. Қайтар заҳарланиш (сорбцион заҳарланиш).

2. Қайтмас заҳарланиш (кимёвий заҳарланиш).

3. Кумулятив заҳарланиш (аста-секин йиғиладиган заҳарланиш).

4. Қулай заҳарланиш.

1. Қайтар заҳарланишда. Заҳарланиб активлигини йўқотган катализаторни турли усул билан яна актив ҳолга келтириш мумкин. Бу усуллардан бири катализатор юзасидаги заҳарни газ ёки суюқлик билан десорбциялаб йўқотишдир. Иккинчи усул, заҳар бошқа модда билан кимёвий реакцияга киритилиб заҳармас ёки ёмон адсорбцияланувчи моддага айлантирилади.

2. Қайтмас заҳарланишда, заҳар катализаторнинг активлигини йўқотади.

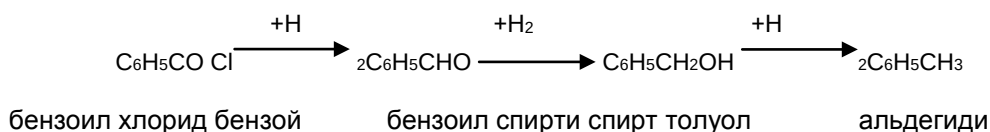
Заҳарланган катализаторнинг активлигини тиклаб бўлмайди. Масалан:

H₂S, PH₃ газлари кўп катализаторларни қайтмас заҳарлайди.

3. Баъзан реагентдаги оз миқдордаги заҳар таъсирида катализатор прогрессив равишда пасивланади. Бу заҳарланиш кумулятив ёки йиғилиб борадиган заҳарланиш дейилади.

4 Баъзан катализаторнинг активлигини камайтирувчи қўшимча катализатор активлигини камайтириш билан бирга, ўз хусусиятини ва баъзан функциясини ўзгартиради. Натижада кўп босқич билан борадиган жараён, бирор оралик босқичда тўхтаб қолади. Катализаторнинг бундай заҳарланишини қулай заҳарланиш дейилади.

Масалан, бензол эритмасида бензол хлорид платина катализатори иштирокида гидрогенланганда толуол ҳосил бўлади. Лекин бу реакция бир неча босқичда боради.



Агар тоза бензол ўрнига ифлосроқ бензол ёки хиолин аралашган бензол ишлатилса, катализаторнинг активлиги камаяди ва жараён альдегид ҳосил

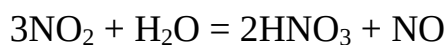
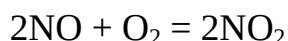
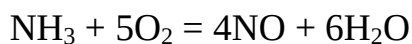
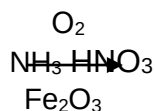
бўлиш босқичида тўхтаб қолади. Бу эса катализаиор юзасини бир жинсли бўлмасдан, турлича активликка эга бўлган актив марказлар мавжудлигини, юзани кўп жинслигини кўрсатади.

Контакт заҳарларнинг ўзига хос хусусиятларидан бири, жуда оз миқдорда бўлганда ҳам катализатор активлигини сезиларли камайтириб юбораолиши ва хатто бутунлай йўқ қилиши мумкин. Масалан, никелли катализаторларнинг активлиги 0,000005г HCN таъсирида 2 баробар камайди, 0,00003г HCN таъсирида эса катализатор тамомила пассивлашади. Мис катализатори иштирокида метил спиртини гидрогенлашда CS₂, CHCl₂, Br₂, HgI₂ лар заҳардир. Бу реакцияда 1 г – атом катализаторнинг активлигини тамомила йўқотиш учун куйидаги миқдорда (2-атом ҳисобида) заҳар кифоя килади; CS₂ дан 0,0069г; Br₂ дан 0,016г, HgI₂ дан 0,00022г. Заҳарнинг биринчи порцияси катализаторни активлигини 70-80% га камайтиради. Бу чегарада активлик тўғри чизик қонуни бўйича камаяди.

$$\frac{A_3}{A_0} = 1 - \square \square G$$

A₀, A₃ – катализаторни олдинги ва заҳарланганидан кейинги активлиги. $\square$ - заҳарланиш коэффициенти, G – заҳар миқдори (концентрацияси). Заҳарнинг сўнгги порцияларида активлик секинлик билан ўзгаради.

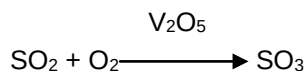
Заҳарларда ҳам катализаторлар сингари сайлаш хусусияти бор. Бирор заҳар маълум катализатор учун биргина реакцияга заҳар бўлаолиши мумкин. Бир реакцияда катализаторнинг активлигини камайтирувчи заҳар, бошқа бир реакцияда шу катализатор учун заҳар бўлмаслиги ҳам мумкин. Масалан, темир группаси (Co, Ni) катализаторлари учун гидрогенлаш реакциясида висмут бирикмалари (Bi₂O₃, BiS, BiSO₄) заҳар ҳисобланса, бошқа реакцияларда эса, масалан, темир (III) оксиди катализатори иштирокида аммиакни нитрат кислотагача оксидланганда заҳар эмас, балки промотор (активловчи) дир.



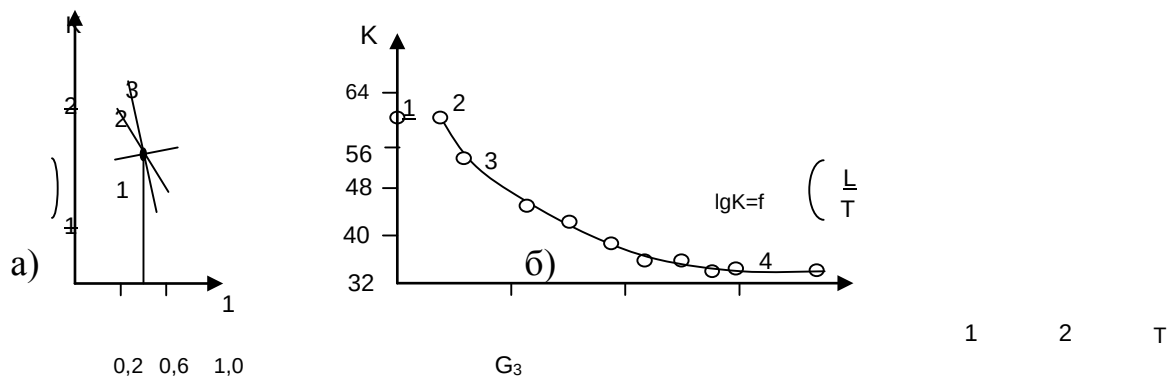
Температура кўтарилиши билан заҳарнинг таъсири камаяди. Масалан, V₂O₅ катализатори одатдаги температурада мишъяк бирикмалари таъсиридан жуда тез

заҳарланади, лекин 500°C да As_2O_3 таъсирига бардош беради. Умуман юқори температурада, масалан, $700\text{-}1000^{\circ}\text{C}$ дан юқори температурада заҳарланиш ҳодисаси жуда кам кузатилади.

Ваннадий катализатори (V_2O_5) иштирокида оксидланиш



$T > 500^{\circ}\text{C}$ да V_2O_5 – активлиги ошади, катализатор заҳарни сезмайди (9-расм).



9-расм. Катализатор заҳарларини температурага боғлиқлиги.⁵⁰

а) заҳарланиш даражаси - $\Pi_0 = k_0/k_3$ б) 1-заҳарсиз 2, 3 - тезлик константаси, аввалги - k_0 заҳарли заҳарлангандан кейинги - k_3

$$k_3/k_0 = I \quad k_0 = k_3$$

$$\underline{A_3/A_0 = I \quad A_0 = A_3}$$

1 – 2 қисм учун

катализаторнинг аввалги активлиги – A_0 заҳарлангандан

кейинги активлиги – A_3

2 – 3 қисм учун

$$A_3/A_0 = 1 - \Pi \quad G_3$$

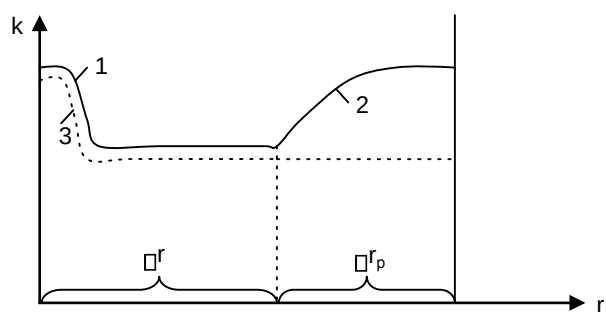
G_3 – катализатор юзасига адсорбцияланган заҳар миқдори

Π – заҳарланиш коэффиценти

Қилинган ҳисоблар шуни кўрсатадики, катализаторни активлигини тамомила йўқ қилувчи заҳарларнинг миқдори, баъзан юзада мономолекуляр қават ҳосил қилишга ҳам етмайди, яъни заҳар жуда кам бўлади.

Актив марказлар назариясига мувофиқ, заҳарланишнинг асосий сабаби, заҳарнинг катализатордаги актив марказларга мустаҳкам адсорбланиб, уларни қоплаб қўйиши ва катализатор билан кимёвий бирикмалар ҳосил қилишидир. Шундай экан, заҳар билан катализатор орасида кимёвий мойиллик бор ва шунинг учун заҳар катализаторнинг актив марказларига маҳкам адсорбланади, кейин десорбланмайди. Натижада реагентлар молекуласи заҳарни сиқиб чиқариб, актив марказларга ўтириши жуда қийинлашади. Масалан, заҳар СО нинг кўпчилиқ металл катализаторларга жуда мустаҳкам адсорбланиши аниқланган. Платина ғовагига адсорбланган 5 см^3 СО дан 250°C да насос ёрдамида атиги $0,3 \text{ см}^3$ СО ни буғлатиб чиқариш мумкин бўлган.

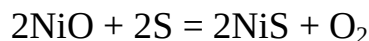
Катализаторни заҳарланиши ошиб борагани сари, уни актив юзаси камаяди.



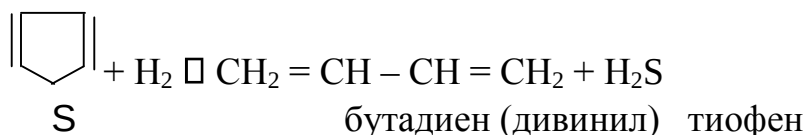
10-расм. Катализаторни заҳарланиши ва регенерациялаш.

k – регенерация тезлик константаси, 1 – қайтар заҳарланиш, 2 – регенерациядан кейинги активлик, 3 – қайтмас заҳарланиш, t_r – заҳарланиш даври, $t_{\text{рег}}$ – регенерация (активлаш) қилиш даври.

Олтингугурт бирикмалари билан никель катализаторининг заҳарланиши NiS бирикмасини ҳосил бўлишидир, Ni нинг S га мойиллиги шу қадар кучлики, никель катализатори олтигугуртни, унинг исталган бирикмасидан ажратиб ўзига бириктириб олади.



Нефть маҳсулотларида олтингугурт ва унинг ҳар хил бирикмалари (сульфидлар ва меркаптанлар) бўлади.



Катализатор таркибидаги Pt ва унинг группаси учун (Pd, Co, Ni, Ru (рутений)) олтингугурт бирикмалари – заҳар ҳисобланади.

Е. Мэкстед томонидан «якор эффекти» ҳодисаси ихтиро қилинган, бунда заҳар билан уни заҳарланиш орасидаги боғлиқлиги кўрсатилган, олтингугуртли бирикма молекуласи катталашган сари, унинг заҳарлилиги ошган, чунки олтингугурт иони актив марказни заҳарлагач, уни қолган қолдиғи катализатор юзасини қоплаб, активлигини йўқотган (реагентларни адсорбцияланиши йўқолган).

3-жадвал

Катализатор юзасини айрим олтингугуртли бирикмалари таъсирида заҳарланиши.

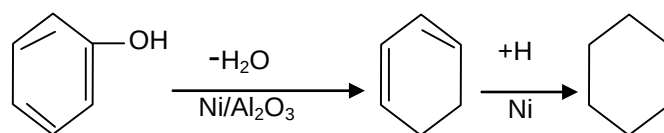
Заҳарлар	Молекул яр оғирлиги	Занжир узулиги, Å	Нисбий заҳарланиш
H ₂ S	34	-	1,0
(CH ₃) ₂ S	64	2,58	7,1
(C ₂ H ₅) ₂ S	90	3,00	10,1
(C ₄ H ₉) ₂ S	146	6,08	15,1
(C ₈ H ₁₇) ₂ S	258	11,12	25,8
(C ₁₆ H ₃₃) ₂ S	482	21,20	34,1
C ₂ H ₅ SH	62	3,50	3,9
C ₄ H ₉ SH	90	6,08	6,0
C ₈ H ₁₇ SH	146	11,12	10,10
C ₁₆ H ₃₃ SH	258	21,20	13,1

6.1. Промоторлар (активаторлар)

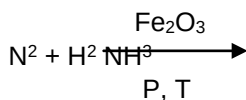
Кўпинча катализатор активлиги турли қўшимчалар таъсирида оширилади. Бу қўшимча – активловчи (ёки промотор) дейилади.

Маълум реакция учун катализатор бўлмасдан, шу реакцияда катализаторни активлигини оширувчи қўшимчалар – промоторлар деб, промотор қўшиш промоторлаш дейилади.

Промоторлар икки гурпуага; структура ҳосил қилувчилар ва модификацияловчи промоторларга бўлинади. Структура ҳосил қилувчи промоторлар катта концентрацияда бўлганда таъсир қилади. Масалан, никель катализатори мавжудлигида фенол циклогексанга айланиши 20% ли сода эритмаси қўшилгандагина яхши промоторланиб, активлиги ошади.



Структура ҳосил қилувчи промоторлар катализаторлар тузилишини яхшилайти, хусусан катализатор структура тузилишини мустаҳкамлайти, кристаллни аморфланишига тўсқинлик қилайти, юзани кўп жинслилигини сақлайти, солиштирма юзани кўпайтирайти. Масалан, аммиак синтезида Fe_2O_3 катализатор, Al_2O_3 – промотордир, реакция ўтгандан сўнг, Fe_2O_3 ғовак-ғовак заррачалардан иборат бўлиб, кристалларини бир-бирига бирлашишига йўл қўймайти, Al_2O_3 пардаси билан қопланганлиги кузатилоган. темир катализаторлари учун Al_2O_3 , K_2O , CaO , SiO_2 лар промоторлар ҳисобланайти.



Промоторлар юзани кўпайтирайти (ғоваклар), кристалларни бир-бири билан бирлашишига йўл қўймайти ва катализаторни:

- 1) активлигини оширайти.
- 2) турғунлигини оширайти.
- 3) захарларга қаршилигини оширайти. Аррениус тенгламасига мувофиқ

$$K = K_0 e^{-\frac{E}{RT}}$$

$$A_\Gamma = A e^{-\frac{E}{RT}}$$

A_Γ – промоторланган катализаторнинг активлиги

A – тоза катализаторнинг активлиги

Γ – қўшимчани (промоторни) миқдори

$$A_\Gamma = A_{\text{макс}} e^{-E_\Gamma/RT}$$

Масалан, (Ce) церий ва (Th) торий металлари гидрогенловчи катализатор эмас, лекин уларнинг ҳар биридан никелга бирданига 5% гача қўшилганда, CO ни CH_4 конверсия катализаторининг активлигини 10 марта оширайти. Никелга 14,5% Al_2O_3 қўшиб тайёрланган катализатор CO ни метангача конверсия жараёнини 15 мартагача оширайти.

Активловчи қўшимчлар ўз ҳолига, асосий (активланувчи) катализатор ҳам бўлиши мумкин. Саноатда, кўпинча, катализатор маълум нисбатда олинган моддалар аралашмаси ишлатилайти. Бундай аралашмадан тайёрланган

катализатор аралаш катализатор дейилади. Аралаш катализатор активлиги, уни ташкил қилган катализаторлар активликларини йиғиндисидан ортиқ бўлади. Масалан, водородни NaCl билан оксидлашда осмий оксиди ва палладий ўз ҳолига катализатор бўла олади. Бу икки катализаторни бирга қўшиб, аралаш катализатор ҳосил қилинса ва маълум оғирликдаги осмий оксиди (OsO) активлигини = 1 деб, ва палладий (Pd) (шу оғирликдаги) ни активлигини 3 деб олинса, ҳосил бўлган аралаш катализаторни активлиги эса 15 га тенг бўлади. Модификацияловчи промоторлар жуда кам миқдорда таъсир қилади. С.З. Рогинский фикрича, бу хил промотор таъсирида юзада кимевий ва кўп жинслилик юза ҳосил бўлади ва натижада, актив марказлар сони ортади. Ҳар қандай катализатор ҳам ҳеч қачон соф бўлмайди, унинг юзасида маълум миқдорда бошқа моддалар ҳамма вақт адсорбланган бўлади ва у промотор (активловчи) ролини ўйнайди. Катализатор активлигини ошириш фақат қўшимчалар ҳарактеригагина эмас, уни миқдорига ҳам боғлиқ. Кўпинча, асосий катализатор активланиши учун қўшимчалар концентрацияси (миқдори) маълум минимумдан ошмаслиги керак.

Бу мураккаб ўзгаришларни – заҳарланиш ва промоторланиш каби оддий тушунчалар ўз ичига ололмайди. Шунга кўра бу ҳодисани С.З. Рогинский модификацияланиш деб атади. Катализатор мавжудлигида реакциянинг тезланишига асосий сабаб активланиш энергиясининг камайиши дейилган эди.

Катализатор активлигини турли қўшимчалар таъсирида ўзгаришига сабаб, активланиш энергияси билан бир қаторда Аррениус тенгламасидаги:

$$K = K_0 e^{-E/RT}$$

экспоненциал олдидаги соннинг (R_0) ўзгариши эканлигини аниқлайди.

Катализатор активлиги ўзгарганда E ни қиймати камайиши билан бир қаторда R_0 қиймати ортади, бир эффект иккинчи эффект билан қопланади. Бу ҳодиса компенсацион (қопланиш) эффект дейилади. Бу миқдор қуйидаги тенглама бўйича ўзгаради.

$$\Delta \lg R_0 = -\frac{\Delta E}{RT_c} - \frac{\Delta E}{RT_c}$$

Бирор T температурада E ни камайиши R_0 нинг кўпайиши билан тўла қопланади ва бундай катализатор активлиги ўзгармасдан қолади. Активлик эгри чизиқни минимумидан, максимумидан ўтишига сабаб, E , R_0 ни қарамақарши томонига ўзгаришидир. $R_0 = f(T)$.

7. МАЪРУЗА.

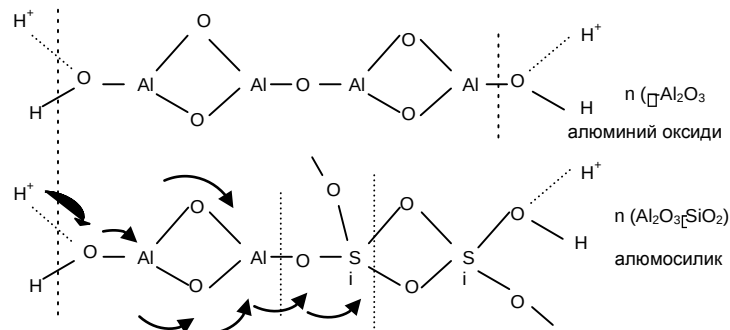
КАТАЛИЗАТОРЛАР. УЛАРНИНГ ТУРЛАРИ. КАТАЛИЗАТОР ФАОЛЛИГИГА СУВ МИҚДОРНИ ТАЪСИРИ РЕЖА:

1. Ёювчилар тўғрисида умумий тушунчалар.
2. Алюминий субоксидлари.
3. Глинозем ва унинг гидратларининг хоссалари.
4. Алюминий оксидини олиш усуллари.

Кўпинча катализаторлар ғовак материаллар (моддалар) юзасига суртилган (ёйилган) ҳолда қўлланилади. Бундай ғовак моддалар катализатор ёювчилари ёки трегерлар дейилади. Ёювчилардан фойдаланишни қуйидаги афзалликлари бор.

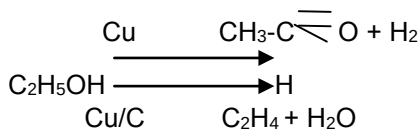
1. Қимматбаҳо металллар (Pt, Pd, Ag ва бошқалар) тежалади.
2. Катализаторни актив марказларини бир жойда тўпланиб қолишига йўл қўймай, яъни ёйилган, тарқалган ҳолда сақлайди, бунинг натижасида актив юза кўпаяди.
3. Катализатор ишлаш вақтида активлигини тез йўқотмайди.
4. Катализаторни механик мустаҳкамлиги ортади ва суюқланганда бирбирига ёпишиши қийинлашади.
5. Ёйилган катализаторлар захарланшга камроқ мойил бўлади.

Ёювчилар маълум реакциялар учун инерт ёки ўз ҳолича катализатор бўлиши мумкин, ёювчи сифатида, кўпинча тупроқ, асбест, кўмир, металллар, уларни оксидлари каби ғовак материаллар қўлланилади. Қуйида кўп ишлатиладиган алюминий оксиди ва алюмосиликатни структура тузилишини кўриб чиқамиз.



Маълум реакция ва катализатор учун ёювчи танлашда унинг табиатини ва хоссасини ҳисобга олиш керак, чунки ёювчи катализаторни фақат ёяди деган фараз нотўғридир. Ёювчи катализаторни физик-кимёвий хусусиятини ўзгартиради ва бунинг натижасида катализаторни активлиги ортади. И.Е. Абадуров фикрича ёювчи таъсирида катализаторларни активлигини ошишини сабаби шундаки, ёювчи катализаторни атом ва молекулаларини деформациялайди, уларни кутблантиради ва ташқи майдон потенциалини ўзгартиради. Ёювчи таъсиради катализаторни табиати ўзгариши ҳамда жараён йўналиши ўзгариши мумкин. Масалан, мис катализатори этил спиртидан

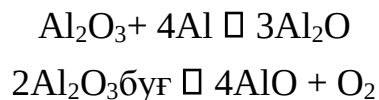
водородни чиқариб сирка альдегидга айлантиради. Худди шу мис кўмирга ёйилганда спиртни этилен билан сувга парчалайди.



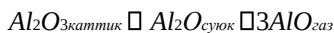
Саноатда оксид катализаторларини тайёрлашда ёювчи сифатида алюминий оксиди кенг қўлланилади. Алюминий оксиди тоза ҳолида ёки кремнеземни стабиллаштирилган ҳолида ишлатилади.

7.1. Алюминий субоксидлари

Алюминий кислород билан учта бирикма беради. Al_2O , AlO ва Al_2O_3 биринчи ва иккинчи субъоксидлари сунъий усулда юқори температурада олинади.



Бу субъоксидлар юқори температурада алюминийни корунд билан 1450°C да вакуум остида қиздириб олиш мумкин (10^{-3} мм. сим. уст.).



7.2. Глиназем ва уни гидратларининг хоссалари

Алюминий оксидининг барча полиаморф кўринишидаги турлари ичида корунд мустақкам структурага эга ва кимёвий барқарордир. □ - Al_2O_3 алюминий оксидининг кимёвий актив формасидир.

Паст температурада олинган Π - Al_2O_3 ни кислота ва ишқорлар билан реакцияга киришиш тезлиги, 3 моль сувли алюминий оксиди – гидраргиллитга ўхшайди. Шуни эътироф этиш керакки, глиноземни ва уни гидратларини кимёвий хусусиятлари, уларни ҳосил бўлиш шароитига боғлиқ.

Алюминий гидрооксидини барқарор формалари – гидраргиллит, бемит, диаспорлар 500⁰С дан юқори температурада α - Al₂O₃ га ва β - Al₂O₃ га айланади (700 – 1000⁰С).

Кейинги пайтларда алюминий гидрооксидини юқори температурадаги фазовий ўзгаришлари ўрганилиб α - Al_2O_3 дан ташқари яна 6 та тури аниқланган. Илгари бу турдаги алюминий оксидини α - Al_2O_3 деб келинар эди.



Бу ҳосил бўлган ҳар бир алюминий оксидни барқарор турининг температура чегараси $\square$ - Al_2O_3 дан $\square$ - Al_2O_3 га қараб ўзгаради.

Алюминий эритмасидан чўктириб олинган гидраргиллит, шу эритмадан карбонизация усули билан тез чўктириб олинган (40°C) байерит, гидраргиллитдан олинган бемитларни қиздирилганда алюминий оксидни ҳар хил турлари олинган.

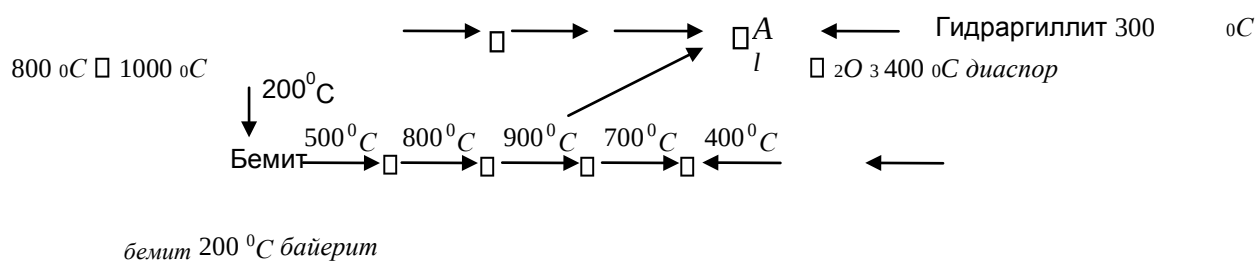
Гидраргиллит $\square$ бемит $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ - Al_2O_3

Байерит $\square$ бемит $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ - Al_2O_3

Бемит $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ - Al_2O_3

Диаспор $\square$ $\square$ - Al_2O_3

Браун, Кларк, Эллиот юқорида келтирилган ўзгаришларни тасдиқлаб, алюминий 4 хил гидратининг парчаланишини умумий чизмасини бердилар.



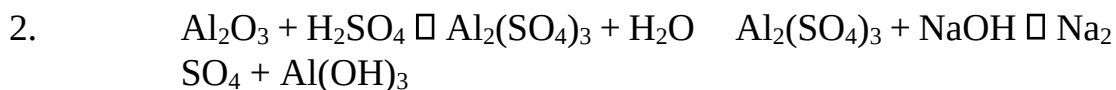
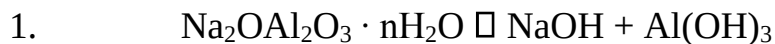
(яхши кристаллар) (ёмон кристаллар)

Бошланғич хом ашёда ишқорни миқдори юқори бўлса, ҳамма фазовий ўзгаришлар секинлашади.

Алюминий оксидини табиий бирикмаларини активлиги гидраргиллит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; $d = 2,3 - 2,4 \text{ г/см}^3$, бокситлар таркибига киради) $\square$ бемит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; $d = 3,01 \text{ г/см}^3$) ва диаспорга ($d - \text{Al}_2\text{O}_3$; $d = 3.5 \text{ г/см}^3$) қараб пасайиб боради.

7.3. Алюминий оксидини олиш усуллари.

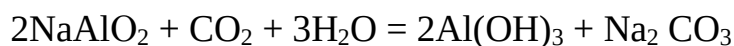
Саноатда сувсиз глиназемни олишни энг ривожланган усули Байер усулидир. Бу усулда бокситдан ишқор эритмаси билан алюминат натрий олинади ва алюминат натрийдан алюминий гидрооксиди чўктирилади. 1200°C да қиздирилиб ундан сувсиз техник глиназем олинади, у асосан $\square$ - Al_2O_3 дан ташкил топган бўлади.



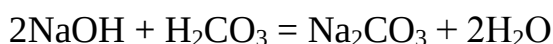
$$\text{pH} = 9.5-10.5$$

Тайёр глиназемни сифати олинган гидратни тозалигига боғлиқ бўлиб, ҳар хил қўшимчаларни, SiO_2 , Fe_2O_3 , Na_2O глиназемдаги миқдори билан аниқланади. Гидратни сифати эса алюминат эритмаларини тозалигига боғлиқдир. Алюминий эритмаси қанча тоза бўлса, ҳосил бўлган гидрат шунча тоза бўлади. Гидратни карбонизация усули билан олинганда юқори сифатли гидрат олиш мумкин.

Алюминат эритмасини карбонат ангидрид газини билан тўйинтирилганда, ундан $\text{Al}(\text{OH})_3$ чўкма тушади.



Лилев фикрича:



4-жадвал

Кристалл шаклдаги глинозем ва уни гидратларини синфланиши

Дастлабк и бирикма	Формулас и	Кристалл шакли	Зичлиги, г/см ³	Қаттиқлиги, кг/табл.	Қиздирилган да шакл формага ўтади
□ - қатор					
Гидрат лит(гидрат т)	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Моноклин	2,32, 4	2,5-3,0	Бемит

Бемит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Ромбик	3,0	3,5-4,0	$\square - \text{Al}_2\text{O}_3$
$\square - \text{Al}_2\text{O}_3$	Al_2O_3	Кубик	3,42	-	$\square - \text{Al}_2\text{O}_3$
$\square - \text{қатор}$					
Диаспор	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Ромбик	3,33,5	6,5-7	$\square - \text{Al}_2\text{O}_3$
Корунд	Al_2O_3	Гексагон ал	4,0	9,0	Эриб кетади

5-жадвал.

Алюминий оксидини чўктирилиши, уни физик хусусиятига таъсири

Темпера- тура, °C	Солиш тирма юза, м ² /г	Ғова к ҳажми, см ³ /г	Ғовакнинг ўртача радиуси, Å	Муста х- камлик коэфф., кг/мм	Сочил ув-чан зичлик, г/см ³
20 - 40 ⁰	150	0,45	57	4,2	1,0
50 – 80 ⁰	180	0,6	68	1,7	0,7
90 - 102 ⁰	230	0,9	72	1,4	0,6

Ҳозирда саноатда цеолитлар (ёювчи) асосида тайёрланган катализаторлар кўплаб ишлатилади.

Цеолитлар. $\text{Me}_{2/n}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{M} \cdot \text{SiO}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O}$ умумий формула билан ифодаланади.

Me – n та зарядли катион.

M – $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ молекулалар нисбатининг модули.

SiO_2 ва Al_2O_3 – тетраэдрик гуруҳлари ўзаро умумий кислород ионлари билан боғланган бўлади.

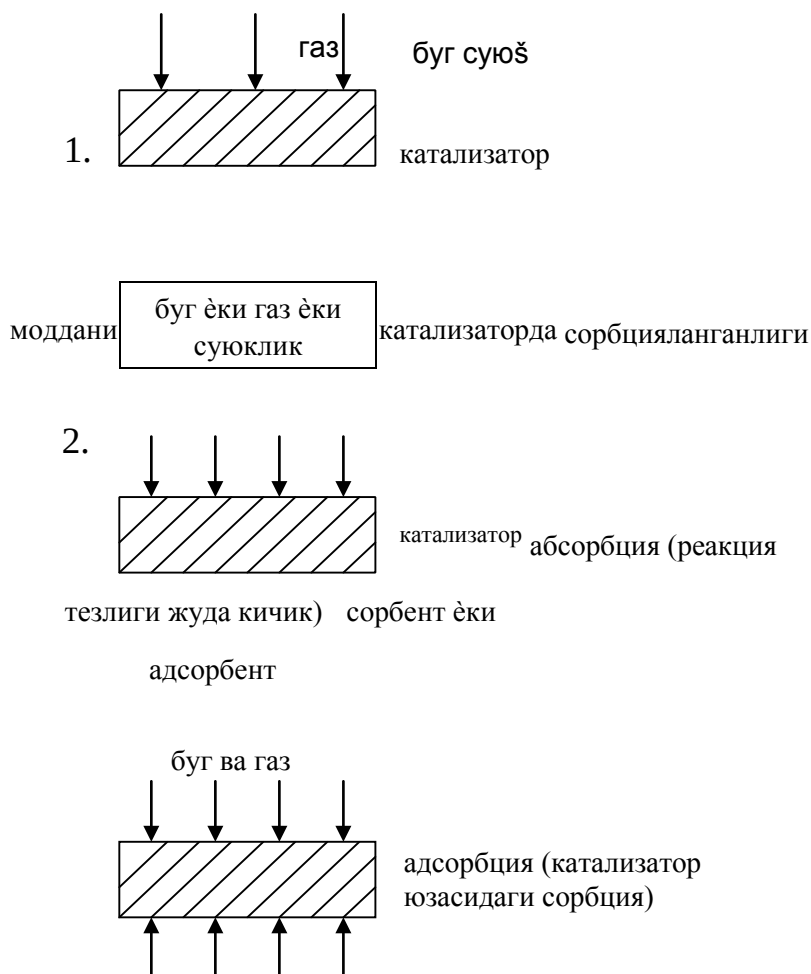
КАТАЛИЗАТОР ЗАҲАРЛАРИ. КАТАЛИЗАТОРДАГИ КОКС МИҚДОРИНИ АНИҚЛАШ РЕЖА:

1. Адсорбцияланиш жараёнини катализдаги аҳамияти.
2. Катализнинг физикавий назарияси.

Катализ ҳозирда нефть ва газни қайта ишлашда, биотехнологияда ва экологияда кенг қўлланилмоқда. Катализ ҳодисасини кенг тарқалганлиги, унинг катта амалий аҳамиятга эгалиги ва сиртдан қараганда тушуниш қийин бўлган ўзгаришларни юз бериши оқибатида, катализнинг назариясини ўрганиш зарурияти туғилди. Сўнгги вақтларда, айниқса, МДХ олимлари томонидан катализ назариясини яратишга кенг миқёсда киришилди. Ҳозирда катализни тўла – тўқис тушунтириб берадиган ягона назария йўқ, лекин катализнинг турли томонларини айрим – айрим тушунтириб берувчи назариялар мавжуд. Аммо бу назариялар ҳали мукаммал эмас. Уларни яхлит назария қилиб бирлаштириш йўлида интилишлар бўлса ҳам, бу соҳада ишлар ҳанузгача бир тўпламга келинган эмас.

Катализ назарияси тарихий нуқтаи назардан икки гуруҳга:

Кимёвий назарияга (оралиқ бирикмалар назарияси) ва физикавий назарияга бўлинади. Катализ жараёни асосан катализатор билан реагентларни сорбцияланишда намоён бўлади. Буни қуйидагича ифодалаш мумкин:



Бунда Ван – дер – Ваальс тортиш кучлари ҳисобига k нинг миқдори катта бўлади.

3. Қолдиқ валентлик билан юзага сорбцияланиш ёки хемосорбция (кимёвий сорбция), бунда кимёвий бирикмалар ҳосил бўлади. Актив адсорбция жараёни кетади.

4. Капилляр конденсация – буғ ва газларни катализатор ғовакларида конденсацияланиши, бу ҳам тез боради.

Оралиқ бирикмалар назарияси гамоген катализини яхши тушунтириб беради, гетероген катализда кузатишган турли ўзгаришларни тушунтириб бера олмайди. Масалан, катализатор юзасини тузилишини, уни реакцияга таъсирини ва заҳарланиш ҳодисаси сингари бир қанча факторларни тушунтириб бера олмайди. Бундан ташқари, бу назария катализ ҳодисасини кимёвий томонини ҳисобга олиб, физикавий томонини эътибордан четда қолдиради.

Сўнгги вақтларда бу назария катализни физикавий томонини эътиборга олиниши натижасида катализ назариясини тўлароқ тушунтириш имконини бермоқда.

8.1. Катализнинг физикавий назарияси

Бу назария адсорбланиш жараёнига асосланган. Физикавий адсорбция асосан Ван–дер–Ваальс кучлари томонидан пайдо бўлади (дисперсион ёки бошқа физикавий боғлиқликлар орқали амалга ошади, буғни конденсацияланиш энергиясига тенг қийматга эга бўлади).

$$\text{Ван–дер–Ваальс тенгламаси } (P - \frac{a}{V_0^2})(V_0 - b) = RT$$

a/V_0^2 -ички босим, молекулалар орасидаги ўзаро куч, в

– молекулани хусусий ҳажмини тузатмаси,

P – босим,

$V_0 = V$ ҳажмдаги 1 моль газнинг ҳажми.

Физикавий назария гетероген катализдаги кўпгина кузатишлар ва тажрибадан олинган натижаларни тушунтириб бера олади. Шунинг учун адсорбция ҳақида қисқача тўхталиб ўтамиз.

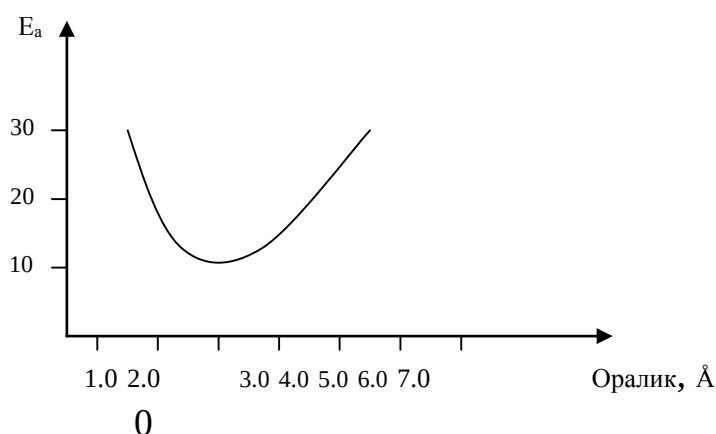
Газ ва буғларнинг қаттиқ моддаларга ютилиши мураккаб жараён бўлиб, асосан уч хил айрим жараёнлардан – адсорбланиш, абсорбланиш ва капилляр суюқланиш деб аталган босқичлардан иборат.

Газнинг бирор модда ичида диффузияланиб, унинг бутун массаси бўйича ютилиши, умуман бир модданинг иккинчи модда ичида эриши абсорбланиш дейилади. Газнинг қаттиқ модда юзасига зичланиши ва умуман, бир моддани иккинчи модда юзасида ушланиб қолиши адсорбланиш дейилади. Кўпинча

адсорбланиш ва абсорбланиш жараёнлари бир вақтда боради. Бундай жараён сорбланиш дейилади. Ютувчи модда адсорбент (сорбент), ютилаётган модда эса адсорбтив (сорбтив) деб аталади.

Адсорбланиш 2 хил бўлади – физикавий ва кимёвий. Адсорбланишда – адсорбтив адсорбент юзасига турли кучлар воситаси билан тортилиши мумкин. Бу уларни табиатига боғлиқ.

Физикавий адсорбланишда адсорбтив адсорбент юзасига кучсиз боғланган бўлиб, улар бир–бирига Ван–Дер–Ваальс кучи билан тортилиб туради. Жумладан, агар адсорбтив молекулалари қутбланган бўлса, у юзага ориентацион куч билан тортилади. Адсорбтив молекулалари қутбланмаган бўлса, адсорбент юзасидаги мавжуд зарядлар ёки диполь молекулалар таъсирида индукцион диполга эга бўлиши мумкин. Бундай ҳолда улар юзага индукцион куч таъсирида тортилади ва нихоят дисперсион куч билан водород боғланиш воситасида тортилади. Активланиш энергиясини боғлар масофаси билан боғлиги қуйидаги чизмада келтирилган (11-рasm).



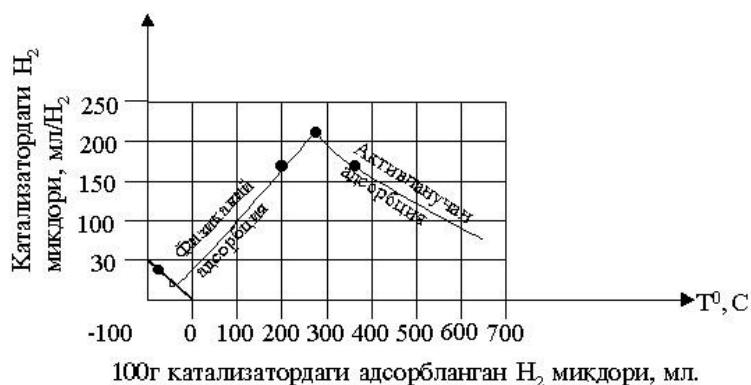
11-рasm. Активланиш энергиясини боғлар масофаси билан боғликлиги.

E_a – активланиш энергияси, ккал/моль

Å – ангеструм, $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ м} = 10^{-8} \text{ см}$

Масалан, бензол ҳалқасидаги С-С боғлар масофаси -1.40 Å га, $\text{C}=\text{C}$ -1.32 Å га, $\text{C}-\text{H}$ боғ эса -1.1 Å га тенг.

H_2 кўмирда абсорбцияланиши С-С га мувофиқ физик адсорбция тез кетади. Бунда активланиш энергияси $E = 0$ га тенг бўлиб, паст температура ва паст босимда боради.



12-расм. Водородни $\text{MnO}_2 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ катализатор юзасидаги адсорбцияланиш изобариси ($V = \text{const}$).

9-МАЪРУЗА.

САНОАТДА КАТАЛИТИК КРЕКИНГ ЖАРАЁНИДА ИШЛАТИЛАДИГАН КАТАЛИЗАТОРЛАР РЕЖА:

1. Кимёвий адсорбланишда валент кучлари таъсири.
2. Д.И. Менделеев ва А.С.Султоновларнинг кимёвий адсорбцияланиш назариясига қўшган хиссалари.
3. Реакцияда актив комплексни ҳосил бўлиши.

Кимёвий адсорбланишда валент кучлари таъсирида адсорбтив молекулалари адсорбент юзасига кимёвий боғланган бўлади. Бундай адсорбланиш, кимёвий адсорбланиш – хемосорбция дейилади. Адсорбтив адсорбент юзасидаги молекула ёки ионлар кимёвий реакцияга киришиб ёки бўлинмаган электрон жуфт ҳисобига (Льюис туридаги бирикма ҳолида) сирт бирикма ҳосил қилади.

Масалан, кислородни актив кўмирга 0°C да адсорблаб, сўнгга десорбланса, унинг кўп қисми шу температурада қайта кислород ҳолида, бир қисми эса юқори температурада ва кучли тортиш натижасида CO ва CO_2 ҳолида ажралиб чиққанлиги кузатилган. Демак, бу тажрибага мувофиқ, кислородни кўп қисми кўмир билан физикавий адсорбланган бўлса, озроқ қисми кўмир сиртидаги атомлар

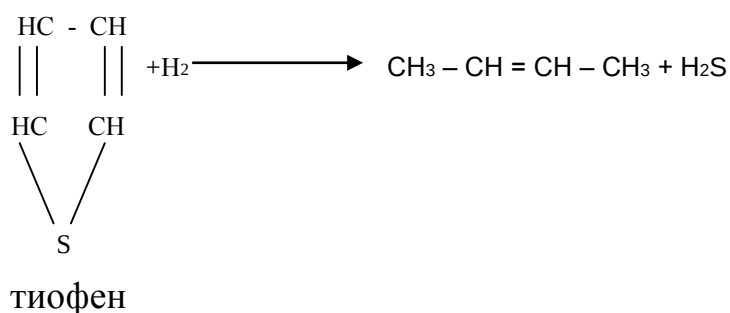
билан жуда мустаҳкам кимёвий боғланган бўлади. Хемосорбция ва унда ҳосил бўлган сиртдаги бирикмалар кимёвий реакция ва кимёвий бирикмалардан фарқ қилади.

Гетероген катализда биринчи жараён реагентларни катализатор юзасига адсорбланишдан иборат. Фарадей фикрича, реакцияга киришувчи моддалар катализатор юзасига адсорбланганда, улар бир – бирига шу қадар яқин масофада турадики, натижада улар орасида кимёвий таъсирланиш вужудга келиб, реакция

бошланади. ҳосил бўлган модда катализатор юзасидан учиб чиқади ва уни ўрнига реакцияга киришувчи моддаларни янги қисми адсорбланади.

Баъзи муаллифларни фикрича, реакцияга киришувчи моддалар адсорбцияланганда, уларни юза бирлигидаги концентрацияси ортади ва натижада массалар таъсири қонунига мувофиқ, кимёвий реакцияларни тезлиги ҳам ортади.

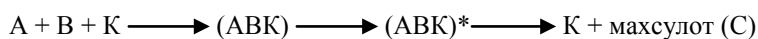
Катализми кимёвий назариясини Д.И. Менделеев яратди. Бу назарияга кўра адсорбланган молекула маълум ўзгаришларга учрайди. Юза таъсири натижасида молекуладаги боғланишлар заифлашади ва ҳатто узилади. Бунинг натижасида реакция учун кам активланиш энергияси керак бўлади ва реакцияни бориши осонлашади. Бу назария фаннинг сўнгги ютуқларидан бири бўлиб, уни А.С. Султонов мукаммаллаштирди. Сўнгги вақтда олиб борилган текширувлар ҳақиқатдан ҳам катализнинг биринчи босқичи реагент билан катализатор орасида кимёвий бирикмалар ҳосил бўлишидан иборат эканини кўрсатади. Шуларни ҳисобга олганда кимёвий ва физикавий назариялар орасида принципаал фарқ йўқ. Кимёвий ва физикавий назариялар биргаликдагина катализ ҳодисасини тушунтиради. Кимёвий адсорбциянинг каталитик жараёндаги ролини тиофенни гидрирлаш мисолида кўриб ўтамиз. Бу жараёнда катализатор сифатида $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{NiO} - \text{MoO}_3$ олинган. $100 - 400^\circ\text{C}$ оралиғида олиб борилган тажрибаларда тиофенни катализаторга физикавий адсорбланганлиги тегишли асбоблар, усуллар билан тасдиқланган ва бу температура оралиғида гидрогенлаш жараёни бормаган. 400°C дан юқорида реакция борган ва реакция натижасида транс-бутен – 2 ва H_2S ҳосил бўлган.



Ҳозирда оптик усуллар воситасида моддаларни абсорбланган ҳолатини аниқлаш мумкин, юқоридаги реакцияда катализаторни юзасида янги бирикма ҳосил бўлишини, ИК – спектр, УФ – спектр воситасида тасдиқланган.

Демак, юзада Льюис туридаги, яъни ковалент турдаги бирикма ҳосил бўлган, икки қўш боғ ўрнига битта қўш боғ қолган ва бу қўш боғ 3.4 ҳолатга қўчган. 2.5 ҳолатдаги гидрогенлаш Al_2O_3 таркибидаги OH^- даги водород ҳисобига борган.

Реакцияни сўнгги босқичида дастлаб 1 – 5, сўнгра 1 – 2 боғлар узилиб m – бутен – 2 ҳосил бўлган. Катализатор юзасида реагент ва катализатор атомлари актив комплекс ҳосил қилиши мумкин. Бу жараён чизма равишда қуйидагича ифодаланади.

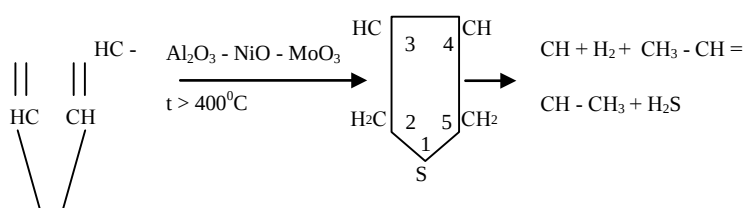


Дастлаб
ки мод- - Ката
лиза- - Ад
оралик

бирикма
сорбцион

Актив комплекс

далар тор



S

Юзада ҳосил бўлган бирикмаларни табиати (тузилиши ва улардаги боғланишлар характери), асосан юзада бирикма ҳосил қилган молекулаларни тузилиши ва кимёвий хоссаларига, катализатор юзасини хусусиятларига боғлиқ.

1). Реагент молекуласи катализатор юзасида кам деформацияланмаса, водород боғланиш ёки бўлинмаган электрон жуфт ҳисобига, Льюис турдаги кучсиз боғланишлар ҳисобига бирикма ҳосил бўлади.

2). Молекула қисман деформацияланса, гетерополяр боғланишли радикал ёки ион бирикмалар ҳосил бўлади. Юзада ҳосил бўлган бирикмалар оралик бирикмалар бўлиши мумкин. Бу ҳолда кимёвий назарияда баён этилган фикр ўз кучини сақлаб қолади. Шундай қилиб, катализ жараёни адсорбланиш жараёнида ва юзада бирин – кетин борадиган бир қанча кимёвий жараёнлардан иборат бўлади.

Актив марказларни табиати, уларнинг кимёвий таркиби ва физикавий ҳолати ҳали яхши текшириб чиқилган эмас. Бу соҳада Г. Тейлорнинг энергетик назарияси, Н.И. Кобозевнинг актив ансамбллар назарияси, С.З. Рогинскийни кимёвий назарияси, А.А. Баландинни мультиплет назарияси ва бошқалар билан таниши керак.

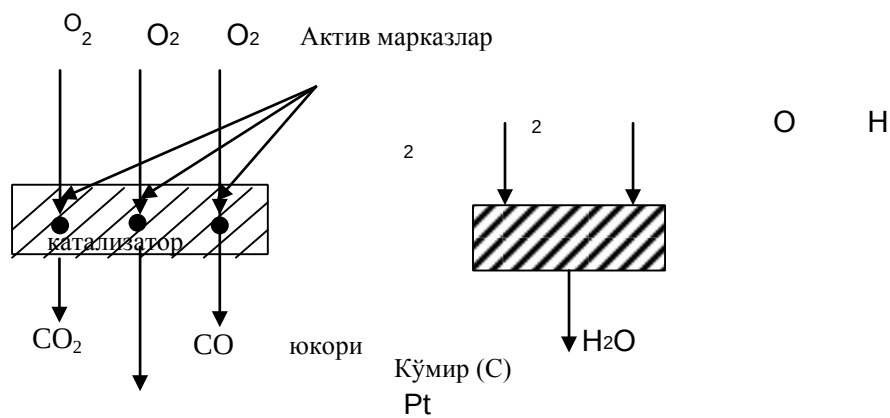
3). Реагент молекуласи катализаторнинг юзаси (S) таъсирида диссоцияланганда радикал ёки ион бирикмалар ҳосил бўлади. Масалан,

H^+ , OH^- Льюис актив марказлари

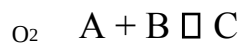
$R^1, (Al_2O_3)^- (Al_2O_3$

$* SiO_2)^-$

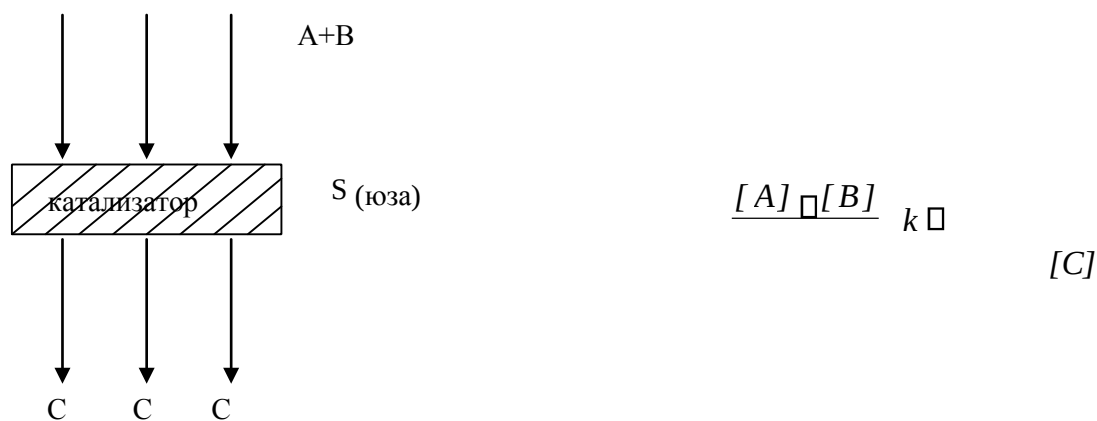
Гетерополяр боғланиш, турли кутблы бирикмалар (+,-) ($K^+ + O^-$)



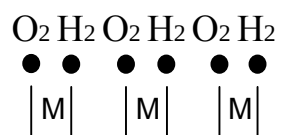
температурада



Фарадей таълимоти бўйича (массалар таъсири қонунига кўра) k – кимёвий реакция тезлигидир.



Концентрация (C) ошган сари оралиқ масофа (M) камаяди.



Саноатда каталитик крекинг

Жараённинг мақсадли вазифаси – 300-500⁰С ораликда ҳайдаладиган хом ашёдан юқори октанли бензин олишдан иборат. Бензин билан бирга ўртача дистиллат фракциялар – газойллар ва бутан – бутиленни юқори миқдорда сақловчи газ ҳосил бўлади.

Каталитик крекинг 450-525⁰С атмосфера босимига яқин (0,06-0,14 МПа) босимда алюмосиликат катализатори иштирокида олиб борилади.

Каталитик крекинг маҳсулотларининг миқдори ва сифати қайта ишланаётган хом ашё ва катализаторнинг тавсифига ҳамда жараённинг режимига боғлиқдир. Каталитик крекинг қурилмаларида ёғлиқ газ, ностабил бензин, енгил ва оғир каталитик газойл олинади. Айрим ҳолларда лигроин ажратиб олиш ҳам кўзда тутилади.

Углеводород гази 80-90 % C₃-C₄ фракциядан иборат бўлиб, ажратиб олингандан сўнг алкиллаш, полимерлаш жараёнларида, этилен, пропилен, бутadiен, изопрен, полиизобутилен, сирт – актив моддалар ва бошқа нефткимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Бензин фракцияси (қайнашнинг бошланиши – 195⁰С) – автомобиль ва авиация бензини компоненти сифатида қўлланилади. Унинг таркибига аренлар – 20-30 % (масс.), циклоалканлар – 8-15 % (масс.) ва алканлар – 45-50 % (масс.) киради. Фракциянинг октан сони 78-85 (мотор усули бўйича) ни ташкил этади.

Енгил газойл (Қ.Б. 175□200⁰С – Қ.О. 320□350⁰С) – дизель ёқилғисининг компоненти сифатида, қурум ишлаб чиқаришда хом ашё сифатида, ҳамда мазут олишда суюлтирувчи сифатида ҳам қўлланилади. Парафин хом ашёсидан олинган енгил каталитик газойлнинг цетан сони 45-56, нафтен – ароматикники эса 25-35.

Оғир газойл – каталитик крекинг қолдиқ маҳсулоти. Мазут тайёрлашда ва қурум ишлаб чиқаришда, термик крекингда ва кокслашда хом ашё сифатида ишлатилади.

Каталитик крекингнинг термикдан асосий афзалликлари – катализатор иштирокида реакция тезлигининг юқорироқ бўлиши ва олинadиган маҳсулотларнинг қадрлилиги.

Қуйида каталитик ва термик крекинг жараёнларини нисбий баҳолаш натижалари берилган.

31-жадвал

Каталитик ва термик крекинг жараёнларини таққослаш

Кўрсаткичлар	Термик крекинг	Каталитик крекинг
Жараён шароитлари:		
ҳарорат, °С	470 – 540	450 – 525
босим, МПа	2,0 – 7,0	0,06 – 0,14

Маҳсулотлар тавсифи: газ бензин енгил газойл	Асосан C_1-C_2 фракция Анчагина миқдорда нормал тузилишли алканлар, алкенлар ва диенларни ўз ичига олган	Асосан C_3-C_5 фракция Тармоқланган алканлар ва аренларни ўз ичига олган Полициклик аренларга бой
Реакциялар механизми	Радикал – занжирли	Карбкатионли, занжирли

Каталитик риформинг

Каталитик риформинг жараёнининг илмий асослари XX асрнинг бошида йўлга қўйилган. 1911 йили Зелинский олти аъзоли циклоалканларни аренларга ёнаки реакцияларсиз платинали ва палладийли катализаторларда дегидрирлашни амалга ошириш мумкинлигини кўрсатди. Шу йилнинг ўзида Ипатьев ушбу реакцияни оксидли металл катализаторда амалга оширди. 1936 йили бир вақтнинг ўзида собиқ Иттифокда алканларни аренларга дегидроциклизация реакцияси очилди: Молдавский ва Камушерлар ушбу реакцияни хром оксидида 450-470⁰С да; Казанский ва Платэ – жараёнини активланган кўмирдаги платина катализатори ва 304-310⁰С ҳароратда амалга оширдилар.

РИФОРМИНГНИНГ АСОСИЙ МАҲСУЛОТЛАРИ – водород сақловчи газ ва суюқ фракция – юқори октанли риформатдир (32-жадвалга қаранг). Қисман водород циркуляцияланаётган водород сақловчи газдаги йўқотишлар ўрнини тўлатишга ишлатилади. Водороднинг кўпроқ қисми нефть маҳсулотларини гидрокрекинг ва гидротозалаш қурилмаларига йўналтирилади. Платинали катализатордаги риформинг жараёнидаги 90% (ҳажмий) концентрацияли техник водороднинг салмоғи 0,7-1,5% (ҳажмий) ни ташкил этади.

Барқарорлаштириш орқали водород – сақловчи газдан қуруқ газ (C₁-C₂ ёки C₁-C₃) ва суюлтирилган газлар (C₃-C₄) ҳам ажратиб олинади.

Риформат – автомобиль бензинларининг юқори октанли компоненти (мотор усули бўйича октан сони 85 ёки изланиш бўйича 95) дир.

Каталитик риформинг бензини 50-60 % (массавий) аренлар, 30% (масс.) га яқин алканлар, 10-15% (масс.) циклоалканлар ва 2% (масс.) дан камроқ тўйинмаган бирикмалардан иборат. Алканлар асосан C₅-C₆ фракцияда мавжуд бўлиб, изотузилишнинг нормалга бўлган юқори нисбатларида ўз аксини топган. Аренлардан C₇-C₉ лар кўпчиликни ташкил этади. Каталитик риформинг бензинларини юқорироқ қурум ҳосил қилувчи аренларининг юқори миқдорлари

туфайли уларни тоза ҳолда автомобиль ёқилғилари сифатида ишлатиб бўлмайди ва шу боис компаундлашга жўнатилади.

Каталитик риформинг бензинларидан органик синтезда ишлатилувчи индивидуал аренлар: бензол, толуол, этилбензол, ксилолнинг ҳамма изомерлари, нафталин, псевдокумол ва айрим бошқа маҳсулотларни ажратиб олиш мумкин. Нефткимёвий маҳсулот сифатида энг аҳамиятли аренлар сифатида бензол, о – ва п – ксилоллар ишлаб чиқарилиши маълум; толуол ва м – ксилоллар эса мавжуд эҳтиёжлардан ҳам анча ортиқ миқдорда ишлаб чиқарилмоқда. Шунинг учун ҳозирги вақтда толуол ва м – ксилоллар асосида қimmatли маҳсулотлар ишлаб чиқаришга уринишлар билан биргаликда уларни деалкиллаш, диспропорциялаш ва изомеризациялаш жараёнлари муваффақиятли ривожланыпти.

Изомеризация. Нормал углеводородларни изомеризацияси алкиллашда қўлланиладиган изобутанни олишда, синтетик каучук хом ашёси ва бензинни юқори октанли компоненти бўлган изопентанни олишда ишлатилади. Изомеризация катализатори бўлиб алюминий хлорид хизмат қилади. Жараён 120-150⁰С ҳарорат ва 0,1 МПа гача босимда олиб борилади. Хом ашё сифатида пентан, бутан ва бензин фракциялари ишлатилади.

Ёқилғи юқори октанли компонентларининг синтези. Тўйинмаган углеводородлар билан изопарафинларни алкиллаш юқори октанли бензин компонентларини олиш мақсадида амалга оширилади. Тўйинмаган углеводородлар сифатида пропилен, бутиленлар, амиленлар; изопарафин углеводородлар сифатида эса – изобутан ёки изопентанлар ишлатилади.

Масалан, изобутанни бутиленлар билан алкиллаб изооктан олинади.

Алкиллаш реакцияси катализатор сифатида сульфат кислота ишлатилса 0 дан –10⁰С гача ҳароратда ёки водород фторид иштирокида бўлса 25-30⁰С да амалга оширилади.

Нефткимё саноати учун хом ашё сифатида хизмат қилувчи парафин углеводородларга , биринчи навбатда, қуйи молекуляр C₁-C₅ парафин

углеводородлар киради. Углерод атомлари сони 6-10 дан иборат бўлган парафин углеводородлар чегараланган миқдорда қўлланилади.

C₁₀-C₂₀ ва C₂₀-C₄₀ парафин углеводородлар синтетик ювиш воситалари ярим маҳсулотларини ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади. Парафин углеводородларни ишлатишда оксил-витаминли концентратларни бактериялар воситасида бижғитиш усули билан олиш янги йўналиш ҳисобланади. Парафин углеводородлар уч турга бўлинади: газ ҳолатдаги, суюқ ва қаттиқ.

Газ ҳолатдаги парафин углеводородлар. Газ ҳолатдаги парафин углеводородларга метан, этан, пропан, бутан ва изобутанлар киради. Табиий газлар бевосита ер қаъридан қазиб чиқарилади; кўпчилик ҳолларда нефт қазиб чиқаришда йўлдош газлар сифатида ажралиб чиқади; кўп ҳолларда эса алоҳида кон ҳосил қилиши мумкин.

Нефткимё учун стабилизация газлари, газ-конденсат конлари углеводородлари, нефтни қайта ишлашда ҳосил бўладиган газлар катта аҳамият касб этади.

Табиий газнинг таркибига қараб уларни 2 гуруҳга: қуруқ ва ёғлиқ газларга бўлинади. Қуруқ газ асосан метандан ташкил топган бўлиб, таркибида биров этан ҳам бўлади. Газ таркибида углеводородлардан ташқари углерод диоксид, азот, кислород, водород сульфидлар, гоҳида гелий ҳам бўлади. Газ таркибида 3-4%дан кам бўлмаган миқдорда этан бор бўлса, -20⁰С да уни енгил абсорбция мойи билан абсорбция қилиб ажратиб олиниб, нефткимё синтези қимматли хом ашёси бўлмиш этиленга дегидрогенлашда ишлатилади. Газ таркибидан 4-% гача этан ажратиб олинади, қолган газни ацетилен ишлаб чиқаришда ёки ёқилғи сифатида ишлатилади.

Нефткимё учун қимматли бўлган газ-ёғлиқ (йўлдош) газдир. Ёғлиқ газ компонентлари 3 гуруҳга бўлиниши мумкин:

1)метан, этан ва қўшимчалар (N₂,CO₂,O₂ва бошқалар), бошқача айтганда қуруқ газ;

2)пропан, бутан- 20ат босимда ва нормал температурада суюқ холатга ўтадиган углеводородлар (суюлтирилган газлар);

3)пентан, гексан ва гептан- нормал шароитда суюқ холатда бўлган углеводородлар (газ бензини).

Чуқур бурғилаш хажмларини ошириш нефткимё синтези хом ашёлари манбаи сифатида газ конденсат конлари тобора кўпроқ аҳамият касб этаёпти. Конденсат конларидан чиққан газ этан, пропан ва бутанни миқдори бўйича табиий ва йўлдош газлар оралиғидан ўрин олади.

Конденсацияланган компонентларни, яъни суюлган газларни ва газ бензинини ажратиш олиш учун 3 та усул қўлланилади:

1.компрессион(босим остида хайдаш);

2.адсорбцион (катта солиштира юзага эга бўлган материаллар билан адсорбциялаш, масалан активланган кўмир билан).

Ушбу усул газда юқори молекуляр компонентлар кам бўлганда қўлланилади.

3.абсорбцион (мой билан абсорбциялаш).

Хозирги пайтда энг кўп қўлланилаётган усул-абсорбцион усул бўлиб, бунда 35 атм босим остида турган газдан C_3 ва ундан юқори углеводородларни абсорбцион мойда эритиб, ажратиш олинади. Ютилган углеводородларни десорбциялаш ва абсорбентни регенерация қилиш тўйинган абсорбцион мой (ёғли мой) ни иситиш орқали амалга оширилади; шундан сўнг абсорбент «очиққан мой» яна абсорбцияга юборилади. Ёғдан ажратиш олинган парафин углеводородлардан газ бензини олиш учун босим остида пропан ва бутанлар хайдалиб, сўнг ажратиш учун жўнатилади.

Нефтни қайта ишлаш заводларида турли жараёнлар мавжуд бўлиб, уларда нефткимё синтези учун хом ашё бўлган газлар ҳосил бўлади. Енгил парафин углеводородлар асосан нефтни тўғри хайдаш жараёнида, дизел ёқилғисини гидротозалашда ҳамда гидрокрекингда олинади.

Қуйи молекуляр парафин углеводородлар нефткимё синтези учун қимматли хом ашё ҳисобланади. Этан ва пропан нефткимё учун қимматли хом ашё тури бўлган этилен ва пропиленни олишга ишлатилади, бутан ва пентан эса синтетик каучуклар олиш учун дастлабки мономер бўлган бутилен, бутадиен ва изопренларни олишда қўлланилади.

Парафин углеводородлар шу билан биргаликда нитролаш, хлорлаш ва оксидлаш жараёнларида ҳам ишлатилиши мумкин. Хосил бўладиган нитропарафинлар (эритувчи), метилхлорид, хлороформ, углерод IV-хлорид, этил хлорид (тетраэтилқўрғошин олиш учун ишлатилади), формалдегид, метанол, ацетальдегид ва бошқалар қимматли моддалардир.

Суюқ парафин углеводородлар. $C_5(t_{\text{қайн}} 30^{\circ}\text{C})$ дан $C_{16}(t_{\text{қайн}} 286^{\circ}\text{C})$ гача бўлган парафин углеводородлар нормал шароитда суюқликдир. Ушбу углеводородлар нефтни тўғридан-тўғри хайдаш натижасида мос ҳолда бензин ($20-200^{\circ}\text{C}$) ва керосин ($170-285^{\circ}\text{C}$) фракцияларида мавжуддир. Кейинги кимёвий қайта ишлашларга нормал тузилишга эга бўлган парафин углеводородлар қизиқиш ҳосил қилади. Мос фракциялардан ректификация йўли билан ажратиб олиш имконияти йўқ, чунки фракцияда нормал парафинлар билан бирга ўша ораликда қайнайдиған изопарафин, ароматик ва нафтен углеводородлар ҳам бор.

Тўғри занжирли парафин углеводородларни ажратиб олиш усуллари

Ҳозирги пайтда парафин углеводородларни тўғри мақсадга мувофиқ нефт фракцияларидан мочевина (карбамид) билан экстрактив кристаллизация қилиш усули билан ажратиб олинади.

Ушбу усул нормал тузилишга эга бўлган парафин углеводородлар мочевина билан бирикиб, кристалл маҳсулот (комплекс) ҳосил қилишига асосланган, углеводородларнинг бошқа турлари бундай комплексни ҳосил қилмайди.

Парафин углеводородларнинг мочевина билан берган комплексини стабиллиги углеводород занжири узунлигининг ҳамда мочевинани эритмадаги концентрациянинг ошишлари билан ортиб боради.

Кристаллизация жараёнини 35°C температурада мочевинаниг тўйинган сувли эритмаси иштирокида олиб борилиб, температурани секин-аста 25°C гача (эритмани тўйинган ҳолатда доимий ушлаб туриш мақсадида) пасайтирилади, бу эса комплекс ҳосил бўлиш тезлигига ижобий таъсир кўрсатади. Комплекс центрифуга ёки фильтрда ажратилиб, эритувчи билан ювилади ва сув ёрдамида $70-80^{\circ}\text{C}$ гача, иситиб, уни парчалайдилар. Шу каби нормал парафин углеводородлар ва мочевина ажратиб олинади, мочевина эса қайта комплекс ҳосил қилиш учун жараёнга қайтарилади.

Кейинги пайтларда карбамид ёрдамидаги депарафинлаш ўрнига иқтисодий нуқтаи назардан самаралироқ бўлган н-парафинларни молекуляр элакларда ажратиш усули кириб келди. Молекуляр элак (цеолитлар)-натрий ва калцийли синтетик алюмосиликатлар ғовакларининг ўлчамлари ($4-5\text{Å}$) тусланиши мумкин бўлиб, фақат н-парафинларни ўзларинигина ажратиб олиб қолиш имкониятини беради. Молекулаларининг диаметри катта бўлган изопарафин, ароматик ва нафтен углеводородларни эса ютмайди. Дастлабки фракция цеолит билан тўлатилган адсорбер орқали ўтказилади; уларда нпарафин углеводородлар адсорбцияланади. Десорбцияни босимни тушириб, температурани кўтариб, адсорбентни бирон-бир эритувчи билан ювиш орқали амалга оширилади. Ушбу жараённинг 200 дан 400°C гача температурада, 510атм босимда ўтказиладиган турли модификациялари мавжуд. Адсорбент $1000-3000$ соат ишлагандан сўнг оксидлаб регенерация қилинади (кокси куйдирилади).

Суюқ парафин углеводородларни қўлланилаши. Изопентан – синтетик каучук мономер-изопрен ишлаб чиқаришда ишлатилади. C_6-C_{10} парафин углеводородларни асосий қўлланиш соҳаси- махсус эритувчилар сифатида ишлатилиши билан чегараланади. $\text{C}_{10}-\text{C}_{20}$ парафин углеводородлар эса спиртгача оксидлашда ишлатилиб, ҳосил бўлган махсулотлар синтетик ювиш воситаларини олишда қўлланилади.

Қаттиқ парафин углеводородлар. Қайси нефт конидан чиққанлигига қараб нефтни мой фракцияси ($300-500^{\circ}\text{C}$) ни депарафинлаганда 30% гача парафини бўлган $\text{C}_{20}-\text{C}_{40}$ қаттиқ парафин углеводородлар олинади. Мойларни депарафинлаш эритувчилар ёрдамида олиб борилади. Сурков мойлари фракцияси тўғри келадиган эритувчи (метилэтилкетон-бензол, ацетон-бензол, бензол-дихлорэтан аралашмалари, суюқ пропан)да эритилади, сўнгра эритма совутилади ва бунда ажралиб қолган парафин филтрлаш йўли билан ажратилади. Эритувчи филтратдан хайдалади ва у жараёнга қайтарилади. Парафин қолдиқ мойдан қайноқ эритувчи, (масалан метилен хлорид) билан ювилади.

$\text{C}_{20}-\text{C}_{40}$ қаттиқ парафин углеводородлар синтетик ювиш воситалари ишлаб чиқариш учун бошланғич хом ашё бўлган Π -олефинлар ва синтетик карбон ёғ кислоталарини олишда ишлатилади. Бундан ташқари, $t_{\text{эриш}} 40-42^{\circ}\text{C}$ ли парафинлар гугурт, тери саноатида, $t_{\text{эриш}}=50-52^{\circ}\text{C}$ ли парафинлар шам ишлаб чиқаришда, хўл меваларни консервалашда, косметикада, фармацевтика саноатида, фотографияда ва шу кабиларда қўлланилади.

Техникада сифати ёмон бўлган бензинларни сифатини яхшилашда уларни каталитик риформинг жаарёнидан фойдаланилади ва шу билан бирга уларнинг антидетонацион хусусиятини хам оширилади.

Жараёнларда агар катализаторлар сифатида металл оксидлари ($\text{MoO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$) ишлатилса- гидроформинг, агарда платина катализатори ишлатилса – платформинг жараёни дейилади. Бензол ва унинг гомологлари асосан платформингда кўп ҳосил бўлади. Ароматик углеводородлар олти халқали нафтенлардан ва беш халқали нафтенларни изомерлаш орқали олти халқали нафтенларга айлантириб ва уларнинг барчасини дегидрогенлаб олинади. Бунда ароматик углеводородларнинг унуми хом ашёдаги нафтенларнинг таркибига боғлиқ. Каталиитк риформинг газида водород ва C_1C_6 тўйинган углеводородлар бўлади.

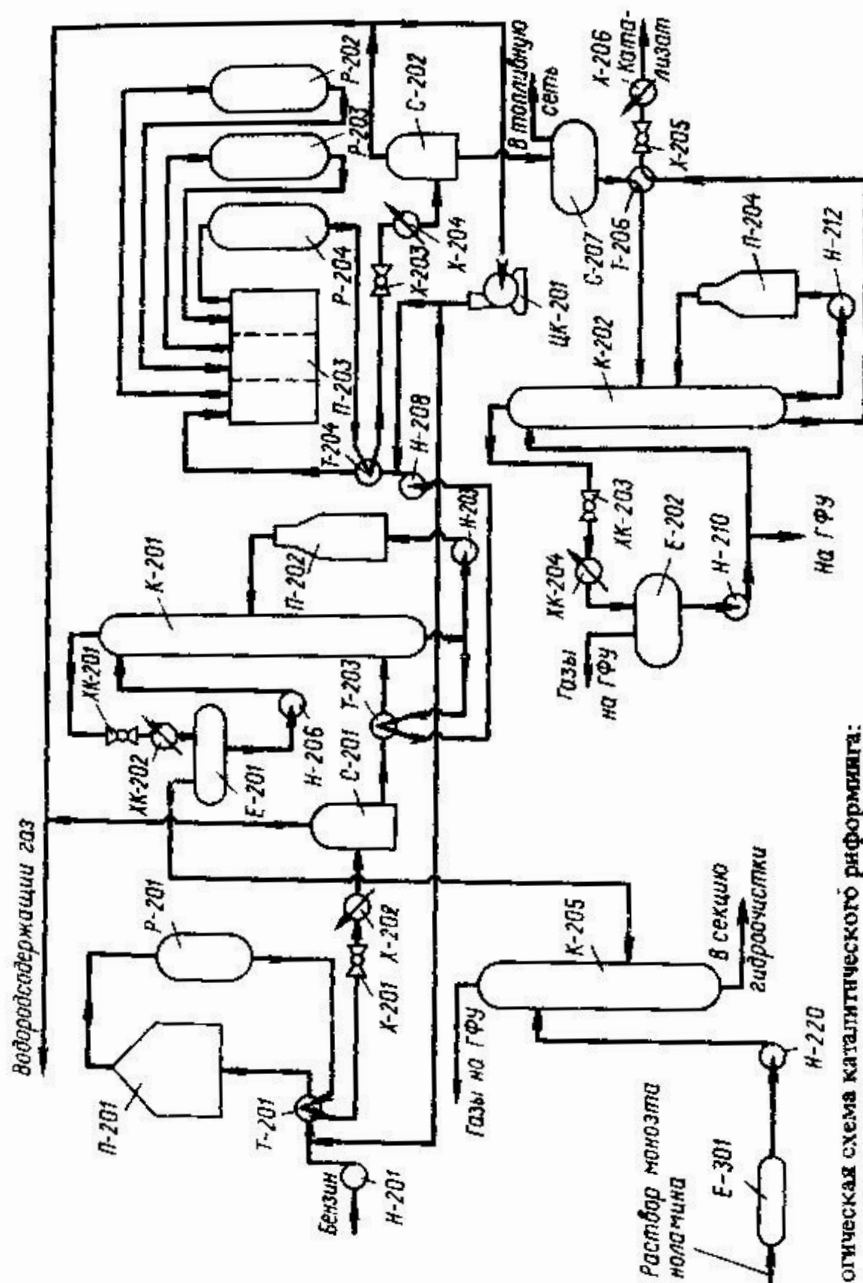


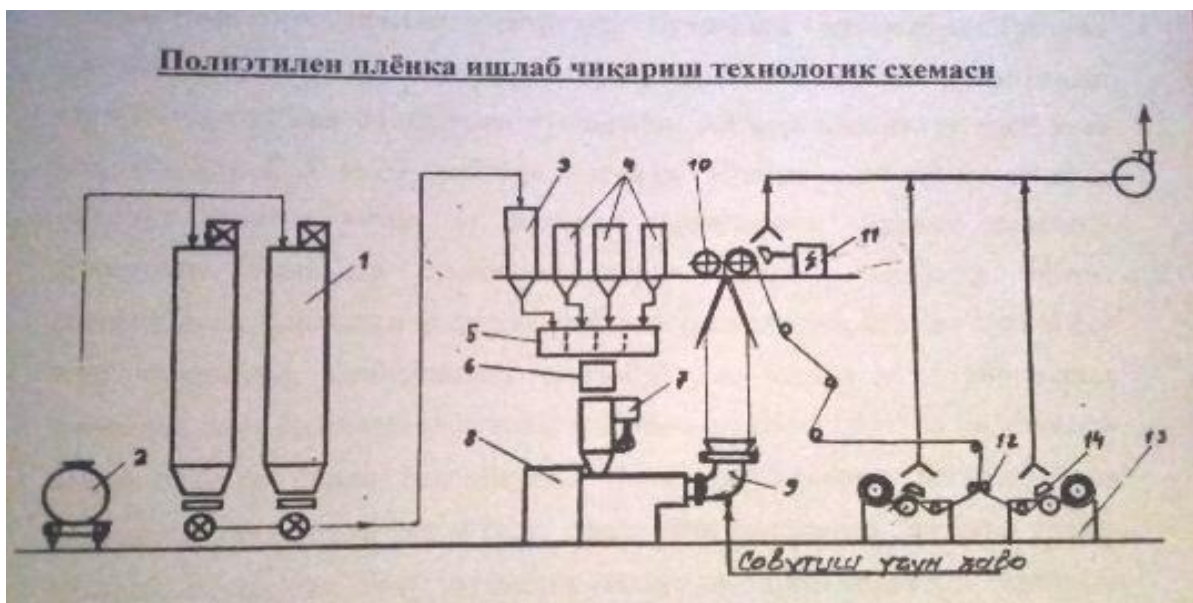
Рис. 4. Технологическая схема каталитического риформинга:

Н-201 — сырьевой насос; П-201, П-202, П-204 — нагревательные печи; П-203 — многотопочная печь; Р-201 — реактор предварительной и расщелки; Р-202, Р-203, Р-204 — реакторы риформинга; С-201, С-202, С-203, С-204 — сепараторы; К-201 — отпарная колонна; К-202 — табуляционная колонна; К-203 — абсорбер от сжи углеводородных газов; Т-201, Т-202, Т-203, Т-204, Т-205 — теплообменники; ЦК-201 — центральный компрессор; Х-201, Х-202, Х-203, Х-204, Х-205 — воздушные холодильники конденсаторов; Х-201, Х-202, Х-203, Х-204, Х-205 — аппараты воздушного охлаждения; Х-206, Х-207, Х-208, Х-209, Х-210, Х-211, Х-212, Х-213, Х-214, Х-215, Х-216, Х-217, Х-218, Х-219, Х-220 — насосы; Е-201, Е-202 — рефлюксные емкости.

Список литературы:

1. Пичугин А.П. Переработка нефти. М., Гостопттехиздат, 1960.

2. Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Часть вторая. М., «Химия», 1968.
3. Суханов В.П. Каталитические процессы в нефтепереработке. М., «Химия», 1973.
4. Орочко Д.И., Сулимов А.Д., Осипов Л.Н. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке. М., «Химия», 1971
5. С. А. Фармазов. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация. М., «Химия», 1978.
- 6.



10-мавзу Ташувчилар. Алуминосиликат катализаторларни индекси активлиги

Саноатда ишлатиладиган каттик катализаторлар гохида контактлар деб номланади ва улар алохида бир моддадан ташкил топмаган. Улар асосан мураккамб аралашмалар булиб ва купгина холларда контакт масса деб юритилади. Контакт массада бир хил моддалар катализаторлар булиб, бошқалари активатор ва ташувчи вазифасини бажаради.

Активатор ёки промоторлар деб асосий катализаторнинг активлигини оширувчи моддаларга айтилади. Масалан. сульфат кислота ишлаб чиқаришда асосий компонент ванадий 5 оксидига зарур кушимча сифатида ишқорий металллар оксидлари кушилади. Кушимчаларнинг фаоллаштириш механизми кийин ва шу билан бирга хилма-хилдир. Баъзида активатор каталитик актив

модданинг сиртини катталаштиради ёки катализаторнинг хароратга чидамлилигини оширади, баъзида катализаторни захарли моддалар билан таъсирлашишини олдини олиб химоя вазифасини бажаради. Ташувчилар ёки трегерлар деб иссиқликка чидамли инерт, сиртига катализатор суртилган моддалар тушунилади. Ташувчилар сифатида пемза, асбест, силикагель, алюмогель, алюмосиликатлар, каолин, кумир ва бошқа турзлар кулланилиши мумкин.

Саноат катализаторлари берилган реакцияга мувофик актив, захарли моддаларга чидамли, арзон ва контакт аппаратларида ишлатиш учун чидамли: механик, пишик, иссиқликка чидамли ва маълум даражада иссиқлик утказувчан булиши керак.

Фаол катализаторлар тайёрлашнинг асосий методлари

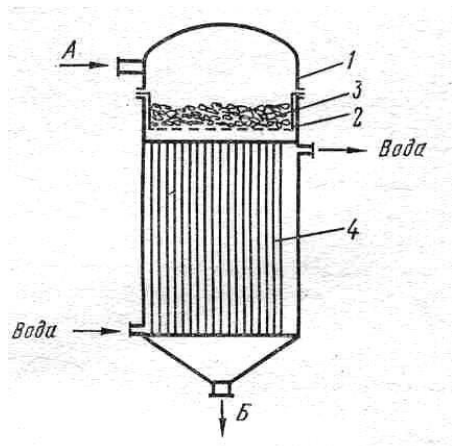
1. Гидроокис ва карбонатларнинг уларнинг тузлари аралашмасидан чуқиши ва кейинчалик формаланиши ва тобланиши.
2. Аралаш катализаторлар ёки активатор ва ташувчилари булган катализаторлар олиш учун кукунларни кушма пресслаш.
3. Бир нечта моддаларни эритиб, шу билан бирга улардан бирини ишкорлантириш. Гидритлаш катализатори булган Ni – катализаторини тайёрлашда Ni, Al билан бирга эритилиб ва алюминий ишкорга айлантирилади.
4. Говак ташувчиларни катализатор ва активатор саклаган эритма билан туйинтириш ва уни куришиб тоблаш. Бу тур катализаторларга металл, оксид, кислотали ва асосий катализаторлар киради.

Баъзида катализаторларни хар хил металлларнинг котишмаларидан ингичка сетка куринишида тайёрланади (платина-палладий-родийли сетка аммиакни оксидлаш учун).

Катализатор сифатида баъзи бир минераллар ва уларнинг аралашмаси кулланилади. Масалан: алюмосиликат, темир оксидлари, оксидлар ва бошқалар. Каталитик жараёнларни (жихозий, ускунавий) тасвирлаш

Гомоген катализ реакторлари ажралиб турадиган характерга эга эмас. Бир жинсли мухитда каталитик реакциялар утказиш жуда енгил ва махсус

конструкцияга эга булган жихозларни талаб этмайди. Бу жихозларга камералар, колонналар, трубкали иссиқлик алмаштиргичлар киради.



Гетероген катализ реакторларида асосан газ ва каттик катализаторлар таъсирлашадиган контакт жихозлар узига хос ва хилма-хил булади.

Фазалар белгисига караб реакторлар турт турга булинади.

I. Таъсирлашувчи мухит – газ: катализатор – каттик

1. Сирт контакт жихозлари.

2. Кузгалмас катламли катализаторли

Юкори актив катализаторли

контактли жихози

контакт жихозлари

1-жихознинг устки кисми; 2-

решетка, 3- катализатор, 4- 3. Муаллак катламли катализаторли совуткич, А-дастлабки газ, Б-

реакция махсулоти

контакт жихозлари

4. Харакатланувчи катализаторли

контакт жихозлари

II. Таъсирлашувчи мухит – суюқлик: катализатор – каттик

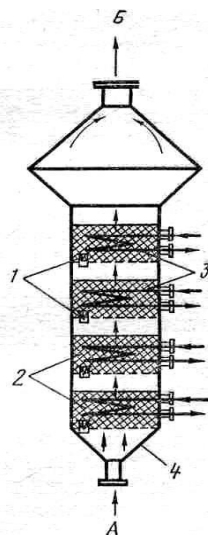
1. Кузгалмас катализаторли жихозлар

2. Муаллак катламли катализаторли жихозлар

3. Аралаштиргичи булган жихозлар

Сирт контактли жихозларда катализаторнинг труба ва сетка шаклида катализатор жойлшатирилади ва ундан газ утказилади. бу турдаги жихозлар филтрловчси ёки муаллак катламли катализатори булган жихозлардан камрок ишлатилади, чунки бу жихозларда катализаторнинг актив сирти камрок. Шунинг учун бу жихозлар юкори актив катализатор иштирокида борадиган экзотермик реакцияларда кулланилади.

Фильтрловчи катламли
хозирги вақтда куп таркалган,
реакцияларда кулланилади.
неча катлам катализатор
полкаларида туради.
аралашмаси катализаторлар
катализаторлар донатор ёки
Муаллак катламли



катализаторли жихозлар
улар хамма каталитик
Бу хил жихозларда бир ёки бир
кузгалмас равишда решетка ва
Таъсирлашувчи газлар
оркали утади. Бу ердаги
гранула шаклида булади.
катализаторли жихозлар.

Бу жихозларда асосан
кичик донали катализатор
майда кисмларининг муаллак катлами таъсирлашувчи моддаларнинг газ
(суюклик) катламида хосил булади. Бунинг учун устида катализаторлар
турган решетка оркали газ пастдан юқорига катта тезликда юборилади.
Шундан кейин катализатор кисмлари ҳаракатга келиб, кузгалмас ҳолатдан
муаллак ҳолатга утади. муаллак ҳолатдаги катализатор куп йуналишлар
буйлаб вихирли ҳаракатланиб ва бунинг натижасида оқим ядросидан
катализаторлар кисмларига реагентлар диффузияси тезлашади. Муаллак
катламли катализаторли контакт жихозининг схемаси куйидаги расмда
берилган.

Катализаторни муаллак ҳолатидаги куп катламли контактли аппарат.

1-газ таксимлайдиган калпокчали решетка, 2-муаллак ҳолдаги катализатор,
3-сувли совутгич, 4-газ таксимлагич, А-дастлабки газ, Б-реакция маҳсулоти.

Алюмоникельмолибден катализаторини қуруқ усул билан тайёрлаш

Одатда ишлатилаётган катализаторларнинг кўпчилиги қуруқ усул билан
олинади. Бунга сабаб бу технологиянинг кенг тарқалганлиги ва оддийлигидир.
Нефтни қайта ишлаш корхоналарида ишлатилаётган катализаторларнинг
кўпчилигини юқорида келтирилган усул билан олинади, жумладан
алюмокобальтмолибден, алюмоникельмолибден катализаторлари ва бошқалар.
Улар асосан нефть фракцияларини гидротозалаш жараёнларида ишлатилади.

Биз юқорида қимматбаҳо кобальтни никелга алмаштириш ҳақида ахборот
бериб ўтган эдик, шунинг учун бу тўғрида батафсил тўхталиб ўтмаймиз. Қуруқ
усулда катализатор тайёрлаш учун керакли реактивлар, идишлар ва жихозлар:

1. Алюминий гидрат оксиди $\text{Al}(\text{OH})_3$.
2. Никель нитрат тузи $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
3. Аммоний молибденнинг нордон тузи $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

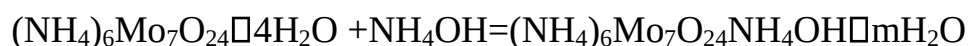
4. 25% ли аммоний гидроксиди (NH_4OH) , аммиакли сув.
5. Дистилланган сув.
6. Шиша таёқча ва 0,5л ўлчов стакани.
7. Чинни лycopча.
8. Электрoплитка.
9. Термометр (0-250°C).
10. Қуритиш шкафи.
11. Потенциометр орқали уланган муфель печи.
12. Таблетка қилиш машинаси.
13. Элак.
14. Чинни ҳовонча.

Алюмоникельмолибден катализаторини қуруқ усулда тайёрлаш жараёни қуйидаги асосий босқичлардан иборат:

1. Ишчи эритмаларни тайёрлаш.
2. Компонентларни ёювчи билан аралаштириш.
3. Олинган массани қуритиш.
4. Қуриган массани майдалаш ва таблеткалaш.
5. Олинган таблеткаларни тоблаш ва саралаш.

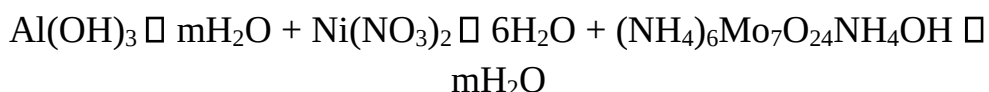
Ишчи эритмаларни тайёрлаш

Ҳажми 0,5л бўлган механик аралаштиргич билан жиҳозланган стаканга 50 мл 25% ли аммиакли сув ва 200 мл дистилланган сув қуйилади. Аралашма 70°C гача қиздирилади ва унга 113 г молибден тузи солинади, сўнгра 10-15 дақиқа давомида юқоридаги ҳароратда аралаштириб турилади. Бунда туз тамоман эриб кетиши керак. Молибден тузининг аммиакли сувда эриш жараёни:



Компонентларни ёювчи билан аралаштириш

Компонентларни аралаштириш чинни ндишда олиб бoрилади. Чинни идишга 333г алюминий гидрат оксиди ва 334г никель нитрат тузидан солиниб аралаштирилади. Бу аралашмага молибден тузининг эритилган ишчи эритмаси қуйилади ва 30 дақиқа давомида яхшилаб аралаштирилади. Ҳосил бўлган масса ҳамирга ўхшаш бўлиши керак. Реакция тенгламаси:





Олинган массани қуритиш

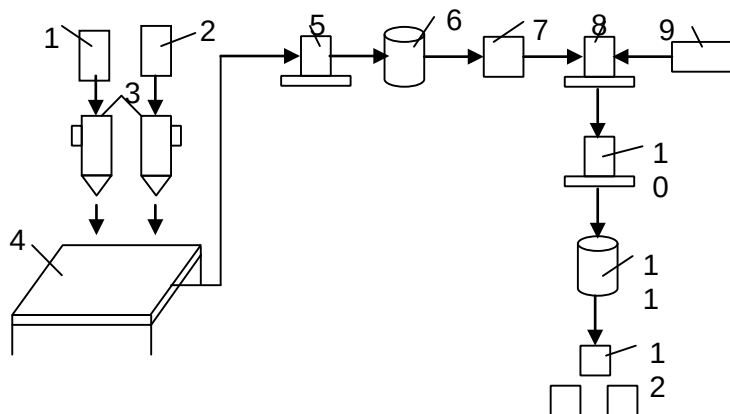
Яхшилаб аралаштирилган катализатор массасини (ҳамирга ўхшаган) чинни ликопчаларга солиб қуритиш печига қўямиз ва аста-секинлик билан ҳароратни кўтарамиз, бунда температура 120-130°C га чиққанда 2 соат ушлаб турилади ва унинг ҳароратини 330-350°C гача кўтариб яна 2 соат ушлаб турилади. Бу шароитда катализатор массасидаги сув буғлари, азот оксидлари ва аммиакнинг кўп қисми учиб чиқиб кетади ва массада 2-5% гача умумий намлик сақланиб қолади.

Қуриган массани майдалаш ва таблеткалаш

Қуриган катализатор массасини олиб чинни ҳовонча ёрдамида майдаланади. Майдаланган массани элакдан (тешиклар диаметри 60 меш) ўтказилади ва унга 4-5% коллоид ҳолидаги графит кукуни қўшилиб, яхшилаб аралаштирилади. Тайёр бўлган катализатор массасини таблетка қиладиган машиналарда таблеткаланади, унинг ўлчамлари аввалдан берилган буюртма бўйича бўлади (одатда 5×5мм).

Олинган таблеткаларни тоблаш ва саралаш

Тайёр таблеткаларни чинни идишларга солиниб, электр токига потенциометр орқали уланган муфель печига жойланади. Ҳароратни секинасталик билан соатига 50°C дан кўтариб катализаторни тоблашни бошлаймиз, печнинг температураси 580°C га етгач уни шу температурада 6 соат ушлаб турамиз. Сўнгра температуранинг соатига 50°C дан камайтириб бориб, тобланган катализаторларни совитамиз. Муфель печининг ҳарорати хона ҳароратига тенглашгач, катализатор таблеткаларини олиб, уни элаймиз ва бутун таблеткаларни идишга жойлаб оғзини беркитиб қўямиз.



22-расм. Алюмоникельмолибден катализаторини куруқ усул билан тайёрлаш чизмаси.

1-никель тузини эритиш учун реактор; 2-молибден тузини эритиш учун реактор; 3-ўлчагичлар; 4-аралаштиргич; 5-қуритиш камераси; 6-тегирмон(майдалаш); 7-элак; 8-графит билан аралаштиргич; 9-графит учун идиш; 10-таблетка қиладиган машина; 11-элак; 12-идишлар.

11-МАНЗУ: Катализ назариялари. Катализаторни тайёрлаш турлари ва усуллари. Физикавий назария РЕЖА:

1. Алюминий оксидини турлари.
2. Фаол алюминий оксидини ишлатилиши
3. $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ олиниш технологияси

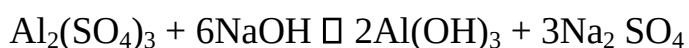
Алюминий оксидларининг бир неча турлари бўлиб, биз бу ерда энг асосийлари билан танишиб чиқамиз.

Корунд $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Корунд алюминий оксидининг энг турғун шакли бўлиб, у 99% Al_2O_3 дан иборат. Унинг таркибида титан ва кремний оксидларининг озгина

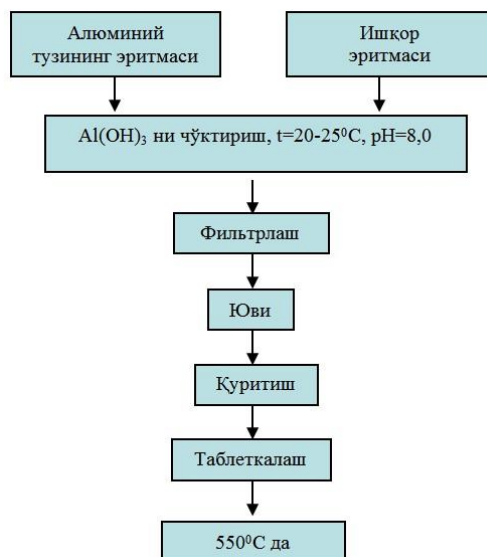
қолдиғи бўлади. □- Al_2O_3 алюминий гидроксидини 1200°C даражагача қиздириб олинади. 2000°C гача қиздирилганда, яъни эриш ҳароратигача кўтарилганда ҳам алюминий оксиди ўзгаришсиз қолади. Корунд-механик мустаҳкам, иссиқ ўтказувчи ёювчи бўлиб, кислота ва ишқорлар таъсирига чидамли. Унинг ғоваклиги 5-20% ни ташкил этади, солиштирма юзаси эса – $1 \text{ м}^2/\text{г}$ атрофида бўлади.

Фаол (актив) алюминий оксиди (□ Al_2O_3) Алюминий оксидининг бу шакли нефтни қайта ишлаш саноатида кенг қўлланилади, айниқса риформинг, гидротозалаш, гидрокрекинг жараёнларида ишлатиладиган катализаторларнинг 80-99% ини □ - Al_2O_3 ташкил этади. Фаол алюминий оксидини олиш учун алюминий гидроксидни 500°C да қиздириб (гиббситнинг, байеритнинг, нордстрандитнинг) учгидратли ёки (диаспорнинг, кристалланган бемитнинг, псевдобемитнинг) моногидратли шакллари олиш мумкин. Алюминий гидроксидга берилаётган термик ишлов шароитига қараб, ҳосил бўлаётган оксиднинг юзаси, ғоваклиги, ҳажми ва ўлчамлари, ундаги қолдиқ сув ва ишқорий ер металлариининг миқдори ўзгаради.

□ - Al_2O_3 корундга нисбатан анча механик жиҳатдан бўшроқ, оддий материал бўлиб, ғовак ҳажми 50-70% ни, солиштирма юзаси $120-150 \text{ м}^2/\text{г}$ ни ташкил этади. □ Al_2O_3 олиш технологияси алюминий гидроксиднинг глинозем гидратини қайта чўктириб олишга асосланган. Қайта чўктиришнинг асосий жараёни глиноземни сульфат кислотаси ёки нитрат кислотасида эритиб (ёки ишқорларда), кейин нейтраллаб (кислота ёки ишқор билан) олинади. Қайта чўктириш жараёни ўрта туз ҳосил бўлиш реакцияси билан боради.

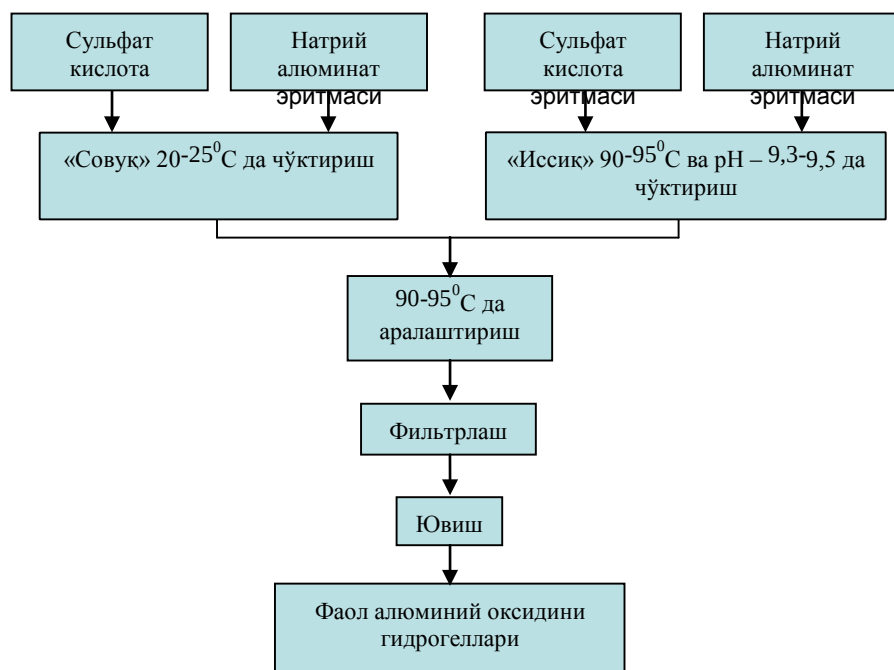
$$2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$$


Чўкинди псевдобемит тузилишига эга бўлади. Қайта чўктириш жараёнида жуда кўп миқдорда кислота ёки ишқор (2-4 т ишқор ёки кислота 1 т алюминий оксидига тўғри келади) сарф бўлиб, амалда регенерация қилинмайдиган қолдиқ (эритма)нинг ҳосил бўлишига олиб келади. Чўкмани филтрлаб, ундан кейин ювилади. Нам ҳолдаги пастанни (ҳамирни) шаклга солиб олинган гранулаларнинг мустаҳкамлиги кам бўлади. Шунинг учун пастанни қуриштириб, майдалаб, ундан кейин таблеткаланади. Бунда мустаҳкам (қаттиқ) таблеткалар олинади. Тобланган □- Al_2O_3 қуйидаги 19-расмда келтирилган.



19-расм. $\square$ - Al_2O_3 ни алюминийнинг нордон тузлардан олиш чизмасы.

Ишқорий усулда $\square$ - Al_2O_3 ни чўктиришни «совук» 20-25°C да ва «иссиқ» 90-95°C ҳароратларда, икки хил модификацияси олинади. Чўктириш pH=9,3 – 9,5 да олиб борилади. Бундай усул билан $\square$ - Al_2O_3 ни олиш чизмасы 20-расмда келтирилган.



20-расм. $\square$ - Al_2O_3 ни алюминат эритмаларидан олиш чизмаси.

Бу усуллар билан олинган алюминий оксидлари бирга аралаштирилади. Бунда ҳосил бўлган чўкма яхши фильтрланади, ювилади ва ундан олинган таблетканинг механик мустаҳкамлиги юқори бўлишига эришилади, тўкилувчан зичлиги – $0,5 - 0,65 \text{ г/см}^3$ га тенг бўлади.

Ҳозирда $\square$ - Al_2O_3 нинг сфероидал шакли ишлаб чиқилган. Бу ҳолатда ювилган псевдобемит чўкмаси азот ёки сульфат кислотаси билан пластификация қилинади, бунда кислотани алюминий оксидга қуйидагича нисбатда олинади ($0,15 - 0,2$ моль кислота I моль Al_2O_3 га мос равишда). Бундан мақсад псевдобемитнинг уч томонлама тузилишга эга бўлган каттик полимер ипларини узиб, уларни қисқартириш ва ўзаро аралашувини яхшилаш, кислотани киргизиш, ундаги гидроксиль гуруҳининг алмашишига олиб келади. Бу бир хилдаги майин пульпа (лойни) ҳосил қилишга ва органик шишадан қилинган фильерадан осон ўтиб, шакл берилишини енгиллаштирилади. Гранулада оз миқдорда ($0,2$ моль/моль Al_2O_3 га) алюминий хлорид қолади, уни қиздириш-тоблаш жараёнида йўқотилади.

$\square$ - Al_2O_3 нинг сфероидал шакли таркибида қолдиқларни сақлаб, қуйидаги хусусиятига эга бўлади.

$\text{Na}_2\text{O} - 0,1 \square 0,6\%$ миқ; Fe_2O_3
 – $0.1 \square 0.5\%$ миқ.

грануланинг ўртача диаметри – $3 \square 4 \text{ мм}$;

сочилувчан зичлиги – $0,6 \square 0,9 \text{ г/см}^3$;

умумий ғоваклик – $0,4 \div 0,7 \text{ см}^2/\text{г}$;

келтирилган ғоваклик радиуси - $3 \div 4 \text{ нм}$.

Ғовакли корунд. 1100°C дан юқори ҳароратда $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ ва $\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ ларнинг полиморф ўзгаришлари қуйидаги кетма – кетлик бўйича боради.



ва бирламчи заррачаларнинг катталари кузатилади (α

- Al_2O_3 да $3\text{-}9 \text{ нм}$ -дан. $\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ 70 нм гача).

Минераллаштириш (металл иони киритиш) жараёни $\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ ҳосил бўлиши яна ҳам паст ҳароратда боради. Минераллаштиришда хром, молибден, темир оксидлари ёки нитрат ва фторид кислотаси, фторидлар ва бошқалар ишлатилиши мумкин. $\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ ни минераллаштириш жараёни $800\text{-}900^\circ\text{C}$ да олиб борилса, бунда $\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ ҳосил бўлмай, биратўла $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ ҳосил бўлади. Бунда водород фториднинг аҳамияти ўзига хос бўлиб, ғовакли корунд олишда яхши натижа беради. Ғовакли корунд олиш қуйидагича боради: печга актив алюминий оксид гранулеси ва аммоний фторид қуқунидан солиб (минераллаштирувчи восита), уни ҳарорати 20°C дан 1000°C гача 1-зонада ва 1400°C гача 2-зонада кўтарилади. Тоблаш вақти маҳсулотни печдан олиш билан белгиланади. Бунда қуйидаги жараёнлар боради.

1. Аммоний фториднинг парчаланиши; 2.



3. 700°C $\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ юзасига фторид кислотасининг хемосорбцияланиши;

4. $\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ полиморф ўзгариши $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ гача, шу билан бирга фторид кислотасининг маҳсулот юзасидан десорбцияланиши ($700\text{-}1000^\circ\text{C}$).

5. Ғовакли корунднинг қаттиқлашиши ($1000\text{-}1400^\circ\text{C}$).

$\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ синтез шароитида ғовакли корундга ўтиб, умумий ғоваклар ҳажмини сақлаб қолади. Олинган ёювчи $\beta - \text{Al}_2\text{O}_3$ нинг хусусиятлари қуйидагича бўлади:

Сферик гранулаларнинг ўлчами, мм 2×3 Сочилувчан

(тўкилувчан) зичлиги, $\text{г}/\text{см}^3$ $0,75$

Солиштирма юзаси, м ² /г	1
Нисбий ғоваклар ҳажмининг йиғиндисиди, см ³ /г	0,55
Ҳосил қилинган ғовак ўлчами, нм	1000
Сиқилишдаги мустаҳкамлиги, МПа	6

12-Маъруза. КАТАЛИЗАТОРНИНГ АСОСИЙ ХОССАЛАРИ

Режа:

1. Катализатор турғунлиги
2. Катализаторни коксланиши ва регенирация қилиш
3. Катализаторни заррачаларининг таркиби

Турғунлик – деб катализаторни саноат шароитида ишлатилганда узок вақт ўз активлигини ва селективлигини сақлаб қолиш хусусиятига айтилади.

Амалиётда аниқланган саноат нормасига кўра турғунликни пастки даражаси кўпгина жараёнлар учун 700 – 750 соат ҳисобланади. Хозирги вақтда турғунликни умумий ва илмий асосланган аниқлаш усуллари йўқ. Лаборатория курилмасида катализатор саноат шароитига яқин шароитда активлигини тамоман йўқотгунча ёки 40 – 60% активлигини йўқотгунча текширилади. Синов юқори температурада, катта концентрацияда (хом ашёни ҳажмий тезлиги), саноатда ишлатиладиган катализатор билан параллел олиб борилади. Стандарт катализаторни параметрлари ўзгармас кўрсаткич сифатида фойдаланилади. Шу асосда гидротозалаш ва риформинг катализаторларни турғунлигини аниқлашда фойдаланилади.

Турғунликдан ташқари катализаторни ишлаш даври (срок службы), эксплуатация қилишни характерлайдиган кўрсаткичлардан бири бўлиб, уни регенирацияланиш оралиғидаги ишлаш вақти ҳисобланади.

Катализаторни коксланиши ва регенирация қилиш

Хом ашёнинг катализатор билан контактланиши натижасида, унинг юзаси смоласимон – кокс маҳсулоти билан қопланади, натижада катализаторни активлиги пасаяди ёки бутунлай йўқолади.

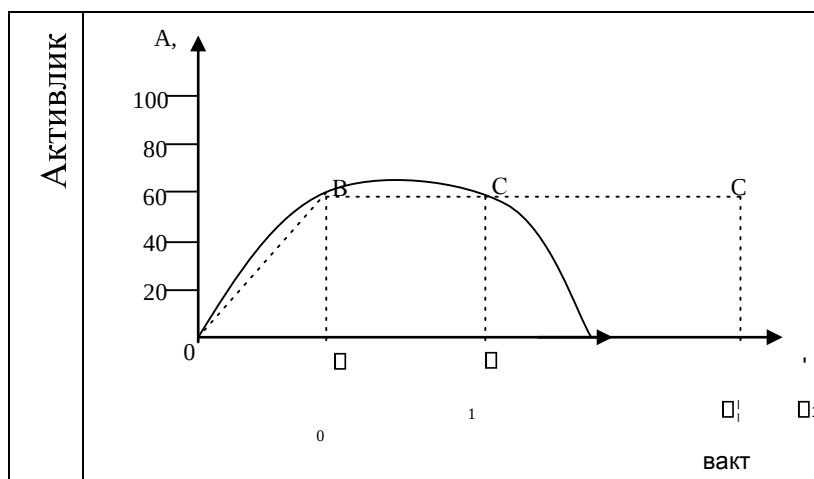
Катализаторни юзасида энг аввал тўйинмаган ва полициклик ароматик углеводородлар адсорбцияланади. Адсорбцияланган углеводородлардаги водородларни хом ашёдаги озод боғларга беради.

Бунинг натижасида катализаторни юзасидаги водородга тўйинмаган бирикмалар ҳосил бўлади. Водородни бериш ҳисобига адсорбцияланган маҳсулотлар зичлашиб катализаторни активлигини камайтириб, уни юзасида қуйидагича реакцион ўзгаришларга олиб келади, уни қуйидагича ёзиш мумкин.

Углеводородлар – Смолалар – Асфальтенлар – Карбоидлар

Регенерлаш – (активлаш, активлигини қайта тиклаш) – бу катализаторни махсус қайта ишлангандан (тоблангандан) кейин ўз активлигини қайта тиклаш жараёнига айтилади.

Қуйида катализаторни регенерлашни қуйидаги график (17-расм) орқали тушунтириб берилган.



17-расм. Катализаторни регенерлаш.

Шу билан бирга катализатордаги коксни миқдорини аниқлаш келтирилган Π_1' – регенерация оралигидаги вақти, соат, йил.

A- активлик, %

BC – барқарорлик ёки турғунлик оралигидаги вақти, соат, ой, йил

Кокс миқдори (x),%

$$X = \frac{m_{\Pi 12}}{44 \Pi m_k} \cdot 100\%$$

m – адсорбентли (аскаритли) трубкани оғирлиги, г (CO_2 ни ютгандаги).

m_k – катализаторнинг оғирлиги, г.

$$X = \frac{m_1}{\Pi 100\% m}$$

m_1 – коксли катализаторни оғирлиги, г.; m – тоза катализаторни оғирлиги, г.

Юқорида келтирилганлардан кўриниб турибдики, регенерлаш жараёнини бир неча маротаба такрорлаш мумкинлиги, бу албатта катализатор турига ва жараённи боришига боғлиқ ҳолда амалга оширилади. Шу билан бирга жараёнга мувофиқ регенерлаш агентини ва регенерлаш шароитини танланади.

Катализаторни кислород (ёки ҳаво) ва ҳавони сув буғи аралашмаси билан регенерлаш 400-500⁰С да олиб борилади. Регенерацияни юқори температура чегараси, катализаторни термик барқарорлигини ҳисобга олинади ва одатда 700 – 750⁰С дан юқори бўлмайди. Катализатордаги кокссимон моддаларнинг таркиби ва катализаторни структурасига боғлиқ ҳолда регенерацияни тезлиги, оксидланиш реакциясини тезлиги (кинетик чегарада) ва кислородни катализатор ички ғовакларига етказиш тезлиги билан (ички диффузия чегарасида) аниқланади.

Регенерлашни (коксни ёниши) кинетик чегараси қуйидаги формула билан ифодаланади.

$$\frac{dG_k}{dt} = k \cdot G_k \cdot P_{O_2}$$

Диффузия областида кокс қаватма-қават ёнади. Олдин юқори қисми, кейин пастки қисмлари оксидланади.

$$\sqrt{G_k} = \sqrt{G_{k0}} + a \sqrt{D} \sqrt{P_{O_2}}$$

Δ - вақт, K – реакция тезлик константаси, P_{O_2} – кислородни парциал босими, G_k , G_k^0 – кокс реакция бошланишидан олдинги ва кейинги оғирлиги, a – пропорционаллик коэффициенти, D – ғовак доначадаги (катализатордаги) кислородни диффузия коэффициенти.

Катализаторни заррачаларининг таркиби – (уни грануламетриқ таркиби ҳам дейилади) – катализатор заррачаларини ўлчамлари билан характерланади. Текширилаётган катализаторни заррачаларини катта-кичиклигини аниқлаш учун элак ёки дисперсия усули қўлланилади.

Элак билан аниқлаш усулида катализаторни маълум бир қисми ўлчамлари кичиклашиб борадиган элакни устида қолган катализаторни массаси тортиб олинади. Катализаторни олинган фракциялари сонлар билан белгиланади. Бу сонлар элакни тартиб рақамини билдиради. Масалан, биринчи элакдан ўтиб ва 0,5 элакда қолган катализаторни фракция 1 – 0,5 мм, ёки фракция 0,5 < d < 1,0 деб белгиланади, яна бошқача қилиб 0,5-сонли элакда қолган фракция дейилади.

МДХ да қабул қилинган системага кўра, элакни рақами, элак тешигини ёруғликка қараб, ёруғлик ўтказиладиган вақтидаги узунлиги билан белгилаш қабул қилинган.

9 – жадвал

Элақлар системаси жадвали

МДХ			АҚШ			Германия		
Элак, рақа-ми	Тешикни томонларини ўлчами, мм	1см ² даги тешикларни сони	Элак	Тешикни томон-ларини ўлчами, мм	1дюймдаги тешикларн и сони	Элак	Тешикни томон-ларини ўлчами, мм	1см ² даги тешиклар ни сони

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,5	2,5	11,2	4	4,760	4/4	4	1,500	16
2	2,0	16	6	3,360	6/6	5	1,200	16
1,6	1,6	23,8	7	2,830	7/7	6	1,020	36
1,25	1,250	34,6	8	2,380	8/8	8	0,750	64
1	1,000	54,9	12	1,680	12/10	10	0,600	100
0,7	0,700	98,0	16	1,190	16/14	12	0,490	144
0,5	0,500	193	30	0,590	35/32	16	0,490	144
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,4	0,400	330	35	0,500	35/32	16	0,385	256
0,355	0,355	400	40	0,420	40/35	20	0,300	400
0,2	0,200	918	50	0,297	50/48	24	0,250	576
016	0,016	1480	60	0,250	60/60	30	0,200	900
01	0,100	3460	140	0,105	140/150	40	0,150	1600
0071	0,071	6400	200	0,074	200/200	60	0,102	3600
005	0,050	13900	270	0,053	270/270	80	0,075	6400
004	0,040	20450	325	0,044	300/300	100	0,060	10,000

АҚШ шкаласи (Тейлор шкаласи) бўйича элакни рақами 1 дюйм чизигига нечта тешик тўғри келса, шу билан белгиланади. Тейлор системасида ҳам (мешлар) шундай белгиланади. Германия системасида элакни рақами 1см^2 га тўғри келадиган тешикларнинг квадрат илдизидан чиқарилган сонга тенг.

Элакда таҳлил қилиб ўлчамлари 40-60 мкм дан юқори бўлган заррачаларни аниқлаш мумкин. Порошокларни (кукунларни) 0,5-1 мкм бўлган заррачаларни аниқлаш учун седиментация таҳлили қўлланилади. Бу таҳлилда оғирлиги ва ўлчамлари ҳар хил бўлган заррачалар суспензияда (суюқликда) ҳар хил тезлик билан чўкишига асосланган. Буни Стокс формуласи билан аниқланади.

$$\frac{18\eta V_{OC}}{(\rho_{кат} - \rho_c)g} d_{экв} = \frac{18\eta V_{OC}}{(\rho_{кат} - \rho_c)g} d$$

бунда $d_{экв}$ – заррачаларни эквивалент диаметри,

η, ρ - муҳитни ёпишқоқлик ва зичлиги,

V_{OC} – чўкиш тезлиги,

$\rho_{кат}$ – каттик заррачани эҳтимол зичлиги, g – эркин тушиш тезланиши, ρ_c – суюқликни эҳтимол зичлиги.

Катализатор ишлаб чиқаришда материалларни дисперслигини ошириш учун ҳар хил технологик усуллар қўлланилади: чўктириш, майдалаш ва х.к.

Чўктириш усули билан олинадиган катализатор учун унинг заррачаларини ўлчамлари бўйича бўлишини Гаусс формуласи билан аниқланади:

$$y = 2\sigma \sqrt{\ln n} \exp\left(-\frac{(d - d_n)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (d \geq d_n)$$

бу ерда;

y – бўлиниш даражаси. d – заррачаларни диаметри, σ_n – стандарт ўзгарувчанлик, d^1 – ҳамма заррачаларни ўртача арифметик диаметри.

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - d)^2}$$

бу ерда Δi - диаметрлари танлаб олинган интервалдаги заррачаларни сони.

Г. ТЕЙЛОРНИНГ ЭНЕРГЕТИК НАЗАРИЯСИ

Бу назарияга кўра катализатор юзасидаги атомлар ўз энергияси билан фарқ қилади, яъни улар ҳар хил қийматга эга бўлади. Шунинг учун бу назария энергетик назария деб аталади. Катализатор ичидаги атомларни бошқа атомлар билан бир текис қуршаб олганлиги учун уларни валентликлари тўйинган, юзадаги атомларни валентликлари эса тўйинмаган бўлади. Шу сабабли уларда

ортикча эркин энергия бўлади. Юзадаги атом, юзани қаерида туришига қараб, уларни энергияси турлича бўлиб, улар кристаллнинг қирраларида жойлашган, атомларни валентликларидан кўра камроқ тўйинган бўлади. Ҳақиқатдан ҳам кристалл қирраларининг адсорбцияланиш даражаси, текис юзалариникига қараганда кучлироқ бўлади.

Катализатор (адсорбент) юзасини бир хил бўлмаслигини адсорбцияланиш бутун юза бўйлаб эмас, фақат актив марказларда боришини Ленгмюр ўз назариясида кўрсатиб ўтган эди.

Катализаторни заҳарлаш учун жуда кам миқдордаги заҳарни кифоя қилиши ва қулай заҳарланиш ҳодисаси катализаторни бутун юзаси эмас, балки унинг жуда кичик қисми катализ жараёнида иштирок этишини, уларнинг турлича табиатда эканини кўрсатади. Масалан: дипропил кетон, нитробензол ва пипероналларни платина (Pt) катализатори иштирокида бир вақтда гидрогенланганда CS_2 ўз миқдорига кўра турли марказларни заҳарлайди. Биринчи навбатда, катализаторни заҳарланиши натижасида дипропил кетонни спиртгача қайтарилиши тўхтайди, нитробензол ва пиперонал гидридланиши давом этади.

Кўпинча адсорбланишдан чиққан иссиқлик, адсорбланган газни миқдорига боғлиқ бўлади, дастлаб кўп иссиқлик чиқиб, юзани кўп қисми газ билан қопланган сари кам иссиқлик чиқа бошлайди, яъни дифференциал иссиқлик ҳар хил бўлади. Масалан: темир катализаторига NH_3 адсорбланганда қуйидаги натижалар олинган (биринчи қаторда NH_3 ни адсорбланган миқдори, иккинчи қаторда эса адсорбланганда чиққан иссиқлик миқдори кўрсатилган).

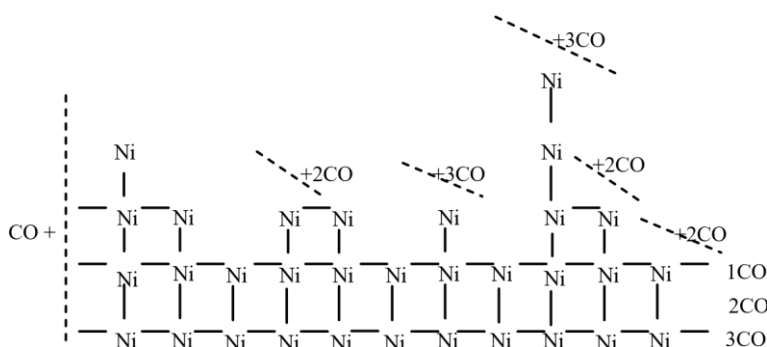
$V_{NH_3}, (cm^3)$	2	4	6	8	10	12	14
$Q_{Ag.}, (kcal)$	8	16	14	12,	11,3	10,5	9,9
				5			

Олинган натижалар темир катализаторида бир неча хил актив марказлар борлигини ва адсорбланиш дастлаб, кучли актив марказларда, сўнгра кучсизроқ актив марказларда содир бўлишини кўрсатади.

Дифференциал иссиқликни миқдорига, адсорбланган газнинг табиати ҳам таъсир қилади. Бу таъсир эътиборга олинганда ҳам дифференциал иссиқлик ҳар хил бўлади. Активланган марказни адсорбланишда, активланиш энергиясининг ва адсорбланиш иссиқлигининг адсорбланган газ миқдорига боғлиқлиги ҳам актив марказларни турлича бўлишини кўрсатади. Кислород активланган кўмирга адсорбланганда, унинг уч ҳолда – кислород, CO , CO_2 ҳолида қайтиб чиқишини кўриб ўтган эдик. Бу эса кўмир юзасида камида уч хил актив марказ бўлишини кўрсатади. Катализаторнинг сирт табиатини ўрганишда С.З. Рогинский ва унинг

шогирдлари яратган назариялари; катализнинг статистик назарияси ва кўп жинсли сиртларда адсорбланиш назарияси алоҳида ўрин тутди. Бу назарияга кўра, актив марказлар бир хил эмас. Актив марказларнинг ҳар хиллиги тажрибада тасдиқланган. Шундай қилиб, кўпгина кузатишлар ва ўтказилган тажрибалар катализатор сиртида бир хил жинсли бўлмаган актив марказларнинг мавжудлиги, фақат шу актив марказларгина катализ жараёнида иштирок этишини тасдиқлайди.

Қайтарилган Ni катализаторини Г. Тейлор шундай чизма равишда тушунтиради.



Ni атоми катализатор қиррасида ёки бурчагида жойлашган бўлса, у катализатор юзаси билан кам боғланган бўлиб, уни тўйинмаганлиги катта бўлади, бу эса адсорбцияланишни кучайтиради. Газ ҳолатда Ni бу ерда 4 валентлик масалан, $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ҳолатида бўлади.

12.1. С.3. Рогинскийнинг кимёвий назарияси

С.3. Рогинский томонидан илгари сурилган назарияга мувофиқ катализаторнинг активлиги, унинг юзасидаги энергетик ҳолатига боғлиқлигини тушунтириб, тўйиниш назарияси деб номлади. У ҳар қандай системадаги бўш энергияни 1г молга юксалиши (кўпайиши, тўйиниши), бўш энергияни ортиб қолишига олиб келади деб ҳисоблайди. Актив катализаторларнинг ҳаммасини тўйинган система деб қараш мумкин. Унинг 4 тури мавжуд:

1. Даврий ўта тўйиниш – турғун формадан ажралиб туради ва энергетик даражаси юқори бўлади.
2. Ўта тўйиниш, структурани (тузилишини) бузилиши, яъни уни зичлиги, кристалларини нотўғри ўсиши, панжарадаги атомларни сонини нотўғри жойлашиши (кўплиги ёки камлиги) ҳисобида.
3. Ўта тўйиниш, каттиқ фазадаги бегона молекула ёки атомлар ҳисобига янги фазани ҳосил бўлиши ёки кимёвий фаоллигини ошиши натижасида.

4. Ўта тўйинишни ошиши, майдаланган қаттиқ моддани майдалигига, яъни уни майдаланиш даражасига боғлиқлигини кўрсатади.

Ўта тўйинган катализатор ҳосил қилиш учун, унга маълум ишлов бериш билан турғун ҳолатидан чиқарилади. Ортиқча бўш энергияни - $\square \Phi$ билан ифодалаб, уни шундай ёзиш мумкин.

$$\square \Phi = \Phi_{\text{акт}} - \Phi_{\text{мин}}.$$

$\Phi_{\text{акт}}$ – актив қаттиқ модданинг бўш энергияси.

$\Phi_{\text{мин}}$ – унинг минимал бўш энергияси, термодинамик турғун ҳолат шароитда, қачонки $\square \Phi = 0$ бўлганда.

Баландин фикрича —каталитик актив марказлар $\parallel$ – бу атомлар гуруҳларидан иборат маълум конфигурацияга ва маълум энергетик хусусиятга эга марказлардир. Бу марказлар қўшни атомлар таъсирида деформацияланиш хусусиятига эга бўлиб, уни табиатига, сонига, жойлашишига боғлиқ. Деформацияланиш марказни катализатор панжараси билан боғланишини ўзгартиради, бунинг натижасида бошқа молекулаларни тортишга ва деформациялашга мойил бўлади. Мисол тариқасида 4 атом, 2Н ва 2С атомларини хемосорбцияланишини кўриб чиқамиз. Бу атомларни ораси жуда яқин ёки жуда узоқ бўлганда уларни реакцияга кириши (хемосорбцияланиши) қийин, чунки катта активланиш энергияси талаб этилади, маълум оралиқ масофада жойлашгандагина (1,5 Å), бу энергия минимумга етиб, жараён кетади. Г.К. Боресков фикрича, куруклантирилган (сувсизлантирилган) кристалл жисмни (катализаторни) юзаси, нормал ҳолатда каталитик активлиги, унинг айрим ҳолатларига ҳам, юзадаги элементларнинг тузилишига ҳам боғлиқ эмас. Катализаторнинг каталитик активлиги, унинг актив юзасига (S) тўғри пропорционал бўлиб, солиштирма каталитик активлигини кўпайтмасига тенг. $K = K_{\text{сол.}} * S$ S – актив юза.

K – умумий каталитик активлиги. $K_{\text{сол.}}$ – солиштирма каталитик активлик.

Катализаторни солиштирма каталитик активлиги бир хил таркибдаги катализаторларда тахминан бир хил бўлади (мос равишда тенг).

$$\begin{array}{ll} \text{Ni} : \text{Co} : \text{Fe} & 1: 1: 3 \\ \text{Al} : \text{Ni} : \text{Mo} & 7: 1: 1 \end{array}$$

Бундай юзаларни (нукталарни) актив марказлар ёки чўққилар дейилади. Бундай марказлар катализатор юзасида жуда кам бўлиб, масалан;

Ni – катализаторида, водородни этилен билан реакцияга кириш жараёнида атиги 0,1% Ni катализатор юзаси иштирок этади.

$N_2 + H_2 \rightleftharpoons NH_3$ да Fe катализаторини 0,1% юзаси иштирок этади.

7- Жадвал. Айрим газларни слюдадаги адсорбцияланиши

№	Газ	Юзадаги қопланиш улуши		Темпера- тура, °К	Адсорбцияланиш энергияси, кал/г·моль
		90° да	155° да		
1	O ₂	0.11	0.03	155	985
2	Ar	0.17	0.06	153	695
3	CO	0.38	0.13	137	-
4	N ₂	0.24	0.08	127	1490
5	CH ₄	0.77	0.17	191	1610
6	CO ₂	-	0.44	304	-

Бу ерда газларни слюдага адсорбцияланиши кўрсатилган, критик температурадан паст температурада қопланиши, газларни адсорбцияланишини 80-90% ташкил этса-да, у бир неча қатламдан иборат бўлади.

Бу назарияга кўра, турли каталитик жараёнларнинг механизми бирбиридан принципно фарқ қилишига асосий сабаб, турли актив марказларни ҳар хил бўлишлигидир. Актив марказларни табиатини ёки аморф ҳолати билангина боғлаш тўғри эмас. Моддани буғлатиб, сўнгра суюқ ҳолга келтириш усули билан олиб борилган текширишлар, жуда оз микроқўшимчалар ҳам катализаторнинг кимёвий табиатига ва активлигига катта таъсир қилишини кўрсатади.

Актив марказлар ҳар қандай катализаторда маълум миқдорда бўлиши мумкин.

Катализатор тайёрлаш вақтида бундай аралашмани жуда бўлмаганда (оз) микро қисми кириб қолиши табиий. Шундай қилиб, бир жинсли бўлмаган юза ҳосил бўлади. Натижада, катализаторнинг турли жойларида ҳар хил микротузилиш ва турлича активлик бўлиши мумкин, у ўз кимёвий таркиби жиҳатидан бошқа соҳалардан фарқ қилган соҳа ва чегаралар ёки бу чегаралар

билан чегараланган соҳаларигина актив марказ бўлади. Ҳақиқатдан ҳам, катализатор микроқўшимчалардан тозаланса, унинг активлиги камаяди ёки бутунлай йўқолади. Кўпгина кузатишлар ва тажрибалар катализатор юзасида бир жинсли бўлмаган актив марказларни мавжудлигини, фақат шу актив марказларгина катализ жараёнида иштирок этишини тасдиқлайди.

13-мавзу. НЕФТЬНИ ҚАЙТА ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИДА АСОСИЙ ГИДРОГЕНИЗАЦИЯ ЖАРАЁНЛАРИ

O_zbekiston Respublikasi Prezidenti SHavkat Mirziyoev raisligida 25 yanvar kuni —O_zbekneftgazll aksiyadorlik jamiyati tizimida geologiyaqidiruv va qazib olish ishlari samaradorligi, yoqilg_i materiallari bilan ichki ehtiyojni ta'minlashning ahvoli, tizimdagi istiqbolli vazifalar ijrosiga bag_ishlangan yig_ilish bo_lib o_tdi. O_zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo_nalishi bo_yicha Harakatlar strategiyasiga muvofiq, neft-gaz sanoati sohasida ham qator o_zgarishlar amalga oshirildi. Jumladan, O_zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 30 iyundagi «Neft-gaz sohasining boshqaruv tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to_g_risida»gi qarori bilan —O_zbekneftgazll aksiyadorlik jamiyati faoliyati takomillashtirildi. Uglevodorod xomashyosini qazib olishni ko_paytirishning 2021 yilgacha bo_lgan dasturi va uni amalga oshirish mexanizmlari tasdiqlandi. Mamlakatimizda er osti boyliklari ko_p. Ularni o_zlashtirish va qayta ishlash bo_yicha yangi tizim yaratildi. Xo_sh, yurtimiz boyliklari xalqimizga qanday manfaat keltirmoqda, dedi davlatimiz rahbari. 2017 yilda neft va gaz kondensati qazish, suyultirilgan gaz ishlab chiqarish bo_yicha belgilangan reja bajarilgan. Lekin tarmoqda yillar davomida ko_plab muammolar to_planib qolgan. Zaxiralar oshirib borilmagani sababli 2017 yilda tabiiy gaz qazish va neft mahsulotlari ishlab chiqarish prognozi etarli darajada bajarilmagan. Geologiya-qidiruv jarayonidagi burg_ilash hajmi bo_yicha prognoz 77 foizga bajarilgan. Agar bu ishlar to_liq ado etilganida zaxirani

yanada oshirish mumkin bo'lar edi. Geologiya-qidiruv ishlari davlat dasturiga muvofiq, yangi konlar ochish orqali 2018 yilda tabiiy gaz zaxirasini 57 milliard kub metr ga, neft va kondensat zaxirasini 3,6 million tonnaga ko'paytirish zarurligi ta'kidlandi. Joriy yilda 63 milliard kub metr tabiiy gaz, 3 million tonna neft va kondensat qazib olishni ta'minlash uchun 255 ta yangi quduq va 26 ta yangi texnologik ob'ektni qurish ishlarini yakunlash, 76 ta quduqni kapital ta'mirdan chiqarish lozimligi qayd etildi. —O'zbekneftgaz AJ tomonidan 2 milliard 756 million dollarlik 24 ta investitsiya loyihasi amalga oshirilishi rejalashtirilgan. Bu mablag'lar Jizzax neftni qayta ishlash zavodini bunyod etish va zamonaviy texnologiyalar bilan ta'minlash, Qandim gazni qayta ishlash kompleksining 2-navbati va Qandim konlar guruhini jihozlash, SHo'rtan gaz-kimyo majmuasida sintetik suyuq yoqilg'i ishlab chiqarish, Surxondaryodagi —Mustaqillikning 25 yilligi konida qidiruv ishlarini olib borish va texnik-iqtisodiy asoslarini ishlab chiqish kabi loyihalarga yo'naltiriladi. Mazkur 24 yirik loyihaning 9 tasi bu yil amalga oshiriladi. SHunday ekan, Neft va gaz va undan olinadigan mahsulotlar kundalik hayotimizning ajralmas qismi bo'lib qoldi.

Bugungi kunda mamlakatimizda, kimyo sanoatini yanada yuksak darajada rivojlantirish, ishlab chiqarish quvvatlaridan oqilona foydalanish, energiyani tejaydigan xamda ekologik xavfsiz texnologiyalarni joriy etish, eksportga mo'ljallangan va import o'rnini bosaoladigan raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarishni ko'p aytirishga alohida etibor qaratilmoqda. Ayniqsa tabiiy gazni qayta ishlash natijasida olinayotgan olefin monomerlari va ular asosida ishlab chiqarilayotgan turli xil polimerlar xalq xo'jaligini rivojlanishiga katta xissa qo'shmoqda. Buning natijalarini yurtimizda xam ko'rsak bo'ladi. Bunga SHo'rtan gaz -Kimyo majmuasi, yaqinda zamonaviy texnologiyalarning so'ngi avlodi bilan bunyod etilgan Qoraqalpog'istondagi —Surgul gaz - Kimyo majmuasi, Buxoro viloyatida qurilishi davom etayotgan —Qandim gaz - Kimyo majmuasi misol qilib olsak bo'ladi. Olefinlarning birinchi vakili - etilen ga bo'lgan talab butun dunyoda va bizning yurtimizda ham yildan-yilga ko'p ayib bormoqda va etilen ishlab chiqarish jarayoni kundan-kunga zamonaviylashib, mukammallashib bormoqda.

Tabiiy gazdan etilen ishlab chiqarish va bu etilen asosida polietilen ishlab chiqarish texnologiyasi sanoatda muxim ahamiyatga ega, chunki polietilen asosida olinayotgan mahsulotlar xalq xo'jaligining juda ham ko'p soxalarida: samalyotsozlik, avtomobilsozlik, kemasozlik, tibbiyot, qurilish materiallari, Kimyoviy tolalar, bolalar o'yinchoqlari ishlab chiqarishda va boshqa sohalarda keng foydalanilmoqda. Bu esa polietilenning xomashyosi bo'lmish etilenga bo'lgan talabni yildan-yilga ortib borishiga olib kelmoqda.

O'zbekiston xalq xo'jaligini yirik tarmoqlaridan biri sanoat bo'lib unda ish bilan band bo'lgan aholining 1/8 faoliyat ko'rsatmoqda. Sanoat ko'p tarmoqli soha

O'zbekistonda uning yuzdan ortiq tarmog'i mavjud. Asosiy fondlarning 40%i sanoatda, yalpi ichki mahsulotning 17%i yana sanoatda yaratiladi. Mamlakatimiz sanoati korxonalarida elektr energiyasi, gaz, neft, ko'mir, benzin, po'lat, avtomobillar, qishloq xo'jaligi mashinalari, elektrodvigatellar, akkumulyatorlar, kabellar, ekskavator, yigiruv mashinalari, samalyotlar, mineral o'g'it, sun'iy tola, oltingugurt kislotasi, turli qurilish materiallari, gazlamalar, un, paxta moyi, guruch, kiyim-kechak va boshqa oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqariladi. Tarmoqlarning sanoatda tutgan o'rni har xil. Sanoat tarmoqlari orasida qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlovchi va agrosanoat majmuiga xizmat ko'rsatuvchi tarmoqlar tarixan yetakchi mavqega ega. Bular paxta tozalash, shoyi to'qish, konserva, yog'-moy va boshqa sanoat turlaridir. Shu bilan birga kimyo va neft kimyosi, mashinasozlik, elektronika, energetika, metallurgiya, yengil va qurilish materiallari sanoati jadal sur'atlarda rivojlanmoqda. Sanoat taraqqiyotida yoqilg'i energetika majmuasining o'rni alohida. Uning tarkibiga gaz, neft qazish va ularni qayta ishlash, ko'mir qazish va elektr quvvati ishlab chiqarish kiradi. Bu majmuaning mamlakat sanoat ishlab chiqarishidagi xissasi 26,8%dan iborat. O'zbekiston jahondagi 10 ta yirik gaz ishlab chiqaruvchi mamlakatlar jumlasiga kiradi. Respublikada qudratli gidroelektr stantsiyalari va issiqlik elektr stantsiyalari mavjud.

Gaz sanoati Tarmoqning respublikada qazib olinayotgan yoqilg'i balansidagi xissasi 87,2% tashkil etadi. Sanoat usulida qazib chiqarish asosan 50-60 yillarda

boshlandi. Qazib olish sanoati joylashgan asosiy rayonlar- Fargʻona va Surxondaryo viloyatlari, Buxoro, Qashqadaryo hamda Qoraqalpogʻiston respublikasidir. 50 yillar oxirida Jarqoq-Buxoro-Samarqand-Toshkent magistral gazaprovodi qurilishi bilan respublika sanoat markazlari, shahar va qishloqlarni gazlashtirish boshlandi. 1862 yil Gazli koni ishga tushirildi va magistral gazoprovodlar qurilib Oʻzbekiston gazi Sobiq ittifoqning Yevropa qismi, Ural, Qozogʻiston, Qirgʻiziston, Tojikiston, Boltiq respublikalariga va boshqa hududlarga uzluksiz joʻnatib turildi. Nihoyatda qisqa muddatlarda Buxoro-Ural, Oʻrta Osiyo-Markaz, Buxoro-Toshkent-Frunze-Olmaota gazoprovodlari qurib foydalanishga topshirildi. 1970 yilga kelib respublika jami 32 mlrd.m³ gaz qazib olindi. Bizda tabiiy gaz murakkab geologik qatlamlarda (3500 m va undan chuqurda, bosim 600 (atmosfera gacha) joylashgan boʻlib tarkibida vodorod sulfid (6% ga qadar), kordanad kislota kabi agressiv aralashmalar boʻlgan) konlarni ishga tushirishda bir qancha ilmiy-texnikaviy muammolarni hal qilishga toʻgʻri keladi.

Neft va gaz sanoati mamlakatimiz iqtisodiyotining etakchi tarmoqlaridandir. Oʻzbekiston dunyo mamlakatlari orasida tabiiy gaz qazib olish boʻyicha etakchi oʻrinlardan birida turadi. Keyingi yillarda Oʻzbekiston neft va gaz sanoatida tub oʻzgarishlar amalga oshirildi. Mamlakatimiz gaz, polietilen va qayta ishlangan neft mahsulotlarining yirik eksportchisiga aylandi. Neft-gaz sanoati sohasida 2013 yilning oʻzida 2,8 milliard AQSH dollaridan ziyod investitsiya oʻzlashtirildi. Bu rejalashtirilgan koʻrsatkichlardan 11 foizga koʻpdir. Jahon miqyosidagi loyihalar ishlab chiqilib, hayotga muvaffaqiyatli tatbiq etilmoqda. Masalan, jahon neft-gaz sohasidagi eng yirik loyihalardan biri Surgʻil koni negizida bunyod etilayotgan Ustyurt gaz-kimyo majmuasidir. Janubiy koreyalik hamkorlar bilan amalga oshirilayotgan ushbu loyiha ning umumiy qiymati 3,9 milliard AQSH dollarini tashkil etadi. Uning amalga oshirilishi yiliga 4,5 milliard kub metr tabiiy gazni qayta ishlash hisobidan 3,7 milliard kub metr gaz, 387 ming tonna polietilen, 83 ming tonna polipropilen, 102 ming tonna piroliz benzini va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini beradi. Shoʻrtan gaz kimyo majmuasida polietiilendan tashqari yiliga 137000 tonna yoqilgʻi gazlar (propan, butan fraksiyalari) ishlab chiqarilmoqda.

Gidrogenizasion jarayonlarga quyidagilar kiradi: a) Gidrochistka: oddiy rejimda olib borilganda xom ashyo oltingugurt va azot birkmalari va to'yinmagan uglevodorodlardan tozalanadi; qattiq rejimda olib borilganda kerosin va dizel yoqilg'isi fraksiyalaridagi aromatik uglevodorodlarni naftenlarga o'tkaziladi (reaktiv yoqilg'i olish). b) Gidroobesserivanie: neftning og'ir qoldiqlarini va mazutni tozalash. v) Gidrokreking: yuqori xaroratda qaynovchi neft fraksiyalaridan engil fraksiyalar (benzin, reaktiv va dizel yoqilg'i)ni olish. g) Gidroochistka usuli bilan yog' mahsulotlarini olish. d) Parafinlarni tozalash. Gidroochistka jarayonining ahamiyati. Oxirgi vaqtda umumiy balansda tarkibida oltingugurt va azot birikmalari ko'p bo'lgan neftlarni qazib olinishining ko'payishi va shuning bilan birga, neftdan olinayotgan mahsulotlarni sifatiga qattiq talab qo'yilishi munosabati bilan va havo flotida reaktiv texnikasining joriy qilinishi gidroochistka jarayonining rivojlantirishni taqozo qildi. Gidrokreking jarayoni kelgusida katalitik kreking jarayonini o'rnini oladi. Gidroochistka usuli bilan yog'lar olish jarayon murakkabroq jarayon bo'lishiga qaramay kelgusida rivojlanadi. Bu usulni asosiy ikkita omili bor: a) hozirgi yog' olish jarayonidagi ishlatilayotgan zaharli fenol moddasi ishlatilmaydi; b) olinayotgan yog'ning miqdori ko'payadi. Bulardan tashqari gidrooblagorajivanie jarayoni ham gidrogenizasion jarayonlarga kiradi. Masalan, piroliz jarayonida olingan suyuq modda tarkibida bir va bir necha qo'shbog'i bo'lgan to'yinmagan birkmalar, shular bilan birga, oltingugurt va azotli birkmalar bor. Bu suyuq moddani sifatini yaxsxilash uchun birinchi navbatda platina katalizatori ishtirokida 20-75oC da 4-5 MPa bosimda ikki va undan ortiq qo'shbog'li birkmalar smolasimon moddalar to'yintiriladi. Undan keyin bir qo'shbog'li birkmalarni to'yintiriladi. Bu jarayon 340-380oC, 3,5-4 MPa bosimda olib boriladi, shu vaqtda oltingugurtli va azotli birkmalardan ham tozalanadi. Benzin va dizel yoqilg'isini oltingugurtli va azotli birkmalardan tozalash - gidroochistka jarayoni alyumokobalt yoki alyumonikelmolibden katalizatorlarini ishtirokida olib boriladi. C-S bog'ining energiyasi 227 kDj/molga, a C-C bog'ining energiyasi ≈ 332 kDj/molga teng. Shu sababli C-S bog'i osonroq uzuladi. Bu asosiy reaksiya bilan bir qatorda to'yinmagan birikmalarni to'yinishi, qisman uglevodorod molekulalarini

parchalanishi kabi reaksiyalar sodir bo‘ladi. Hidroochistka 350-400oC va 3-5 MPa bosimda olib boriladi. Kerosin va dizel yoqilg‘isi fraksiyalarini gidroochistka qilib aromatik uglevodorodlarni to‘yintirish lozim bo‘lsa, bu jarayon 10-15 MPa bosimda olib boriladi. Neftni qayta ishlagandagi qoldiq mazutni bug‘ qozonlari uchun yoqilg‘i sifatida ishlatish uchun katalizator yordamida gidroobeserivanie qilinadi. Bu qoldiq fraksiyada oltingugurtli, azotli va metallorganik birkmalar, smolalarning miqdori ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun katalizatorlarni ishlash jarayoni murakkablashadi, ularning sirtiga aytilgan birikmalar o‘tirib, katalizatorlarni ishlash samaradorligini pasaytiradi. Mazutda oltingugurtning miqdori 1 % massdan oshmasligi shart. Termik va katalitik kreking jarayonlarida reaksiya zonasiga tashqaridan vodorod berilmaydi. Hidrokreking jarayonida esa tashqaridan vodorod berilgani uchun engil va o‘rta fraksiyalar ko‘p hosil bo‘ladi. Hidrogenizasion jarayonlarni rivojlanishiga quyidagilar o‘z xissasini qo‘shdi: 1) Katalitik riforming ustanovkalarida ko‘p miqdorda vodorod olinishi. 2) YUqori samaradorli katalizatorlar ixtiro qilinishi. 3) Hidrokreking ustanovkalarida faqat benzin emas, o‘rta va og‘ir fraksiyalarni ham olinishi. Hidrogenizasion jarayonlarda neft mahsulotlarini oltingugurtli va azotli birikmalardan tozaligini biroz bo‘lsa ham saqlashga imkoniyat hosil qildi.

O‘zbekiston Respublikasi moddiy texnik bazasini yaratishning asosiy masalasi-mamlakat hududida sanoat korxonalarining ratsional joylashtirish. Bozor iqtisodiyoti sharoitida xalq xo‘jaligini tezkor rivojlanishining zaruriy sharti korxonalarni ratsional joylashtirishdir. Ratsional joylashtirish xom-ashyo manbalari va mahsulot iste‘molchilari yaqiniga sanoat korxonalarini yaqin qurish. Neftni qayta ishlash sanoat korxonalarini joylashtirishga ko‘p jixatlar ta‘sir ko‘rsatadi. Lekin hech qaysi jihat alohida olinganda ta‘sir ko‘rsata olmaydi.

Ishlab chiqarish kuchlarini to‘g‘ri joylashtirib mablag‘ sarfi iqtisodiga ishlab chiqarish rentabelligini oshirishga, mahsulot tannarxini pasaytirishga va jamoat mehnatini pasaytirishga, iqtisod qilishga olib keladi.

Qurilish tahmin qilinayotgan katalitik reforming bjarayonidan hosil bo‘lgan benzinni stabillashtirish bo‘limini loyihalash ko‘rsatilgan bo‘lib, bu jarayon ham yuqorida

ko'rsatilgan sifatli neft mahsulotlarini olishga bag'ishlangan. Rayon tasnifi: neft qazib chiqarish, yoqilg'I surma materiallar ishlab chiqarish Farg'ona vodiysiga – Kirgili shaxrida qurilishi mo'ljallangan. Farg'ona viloyati axolisi zich joylashgan.

Viloyat: xalq xo'jaligini yonuvchi, surma mahsulotsiz tasavvur qilish qiyin.

Hom –ashyo jihat.

Hom –ashyo sifatida Farg'ona vodiysidagi G'arbiy Payvontol va Shimoliy neft konlari , Turkmaniston neftlari va Qirg'iziston va O'zbekistonning boshqa neft konlaridan olingan mahsulotlariga xizmat qiladi.

Sho'rtan gaz kimyo majmuasi Qashqadaryo viloyati,G'uzor tumaniga Qarshi shahridan 40 km uzoqlikda janubiy g'arbida joylashgan.

Texnologik ob'ektlar 150 gektar joyida joylashgan shimoldan 20 km uzoqlikda 240000 tonna mazut omborxonasi bo'lgan.

Tolimarjon GES si joylashgan shimoliy qismida 2 km uzoqlikda Sho'rtan neft gaz korxonasi joylashgan.

Sho'rtan gaz kimyo majmuasiga Temir yo'l,avto transport,magistral quvurlar keltirilgan.Elektr manbai bilan Tolimarjon GES I ta'minlab beradi.Korxonaga ishchi kuchi Sho'rtan,G'uzor,Qarshi,Koson va boshqa rayonlardan kelib ishlaydi.

Kimyo majmuasi uchun injener-texnik xodimlarini Toshkent Davlat Texnika Universiteti,Toshkent Kimyo-Texnologiya Instituti va Qarshi Davlat Texnika Universiteti tayyorlab beradi.

Sho'rtan gaz kimyo majmuasining shimoliy-sharqida Qarshi kanalidan kelayotgan suv hisobiga 11.3 mln m^3 sig'imga ega sun'iy suv ombori,1700 metr uzoqlikda shaharcha joylashgan.Shu'rtan gaz kimyo majmuasining polietilenga bo'lgan ehtiyojini to'liq qondiradi.

Neft tashqi ko'rinishlarga ko'ra o'ziga hos hidli quyruq moysimon suyuqlik turli tusdagi jigar rang ko'rinishga ega. Neftning zichligi 770-920 kg/m³ , yonish issiqligi 43000-45500 kDj/kg. Neftda uglerod miqdori taxminan 84-86%, vodorod miqdori -

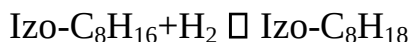
10-14%, oltingugurt, kislorod va azot miqdori 1-3% bo`ladi. Massa bo`yicha uglevodorodlarniig umumiy miqdori 97-98% ni tashkil etadi. Tarkibidagi elementlarning o`xshashligiga qaramasdan turli joydan olingan neftlarning fizik va kimyoviy xossalari har xil bo`ladi. Bunga sabab, uglerod va vodorod atomlarining o`zaro turli shaklda birika olishida. Neft tarkibidagi barcha uglevodorodlar kimyoviy strukturalari bo`yicha 4 guruhga bo`linadi. I. To`yingan yoki parafin uglevodorodlar, umumiy formulasi: C_nH_{2n+2} To`yingan uglevodorodlar neftning tarkibida asosan past temperaturada qaynaydigan (engil) fraktsiyalarda ko`proq bo`ladi. Bu uglevodorodlarning birinchi 4 ta vakili  $0^{\circ}C$  haroratda va 0,1 MPa bosim ostida gaz holatida bo`ladi. Bularga: metan CH_4 , etan C_2H_6 , propan C_3H_8 , butan C_4H_{10} kiradi. To`yingan uglevodorodlarning beshinchi vakili pentan  $C_5H_{12}$  dan  $C_{16}H_{34}$  vakiligacha suyuq holatda va  $C_{17}H_{36}$  dan boshlab qattiq holatda bo`ladilar. Parafin uglevodorodlar kimyoviy strukturalariga qarab ikki xil guruhga bo`linadi: -normal-parafin uglevodorodlar; -izomer-parafin uglevodorodlar. 2. Naften uglevodorodlar, kimyoviy formulasi: C_nH_{2n} . Bu uglevodorodlar tsiklik strukturaga ega. Ular parafin uglevodorodlardan 2 ta vodorod atomi kamligi bilan farq qiladi. Naften uglevodorodlar quyidagi strukturaga ega.

Sanoatda gidroochistka ustanovkalarida asosan benzin va dizel yoqilg`ilari tozalanadi. Bu jarayon AKM yoki ANM katalizatorlari ishtirokida olib boriladi. ANM katalizatori qattiqligini oshirish uchun uning tarkibiga 5-7% kremniy oksidi qo`shiladi. Bu katalizatorni ANMS deb belgilanadi. Bular bilan birga qator katalizatorlar ixtiro qilingan, ulardan ba`zilari sanoat miqyosida sinovdan o`tayapti. Yaxshi natija olingandan so`ng sanoat miqyosida ishlab chiqarishga joriy qilinadi.. Benzin va dizel yoqilg`ilarining gidroochistka jarayonida xomashyo oltingugurtli, azotli birikmalar bilan birga kislorod, og`ir metall birikmalari, smolasimon birikmalardan tozalanadi. To`yinmagan birikmalar ham to`yinadi. Birinchi navbatda to`yinmagan bog`lari ko`p bo`lgan birikmalar, keyin esa bitta qo`shibog`lilar tuyinadi. Shu bilan birga katalizatorlarni ta`sirida qisman gidrokreking sodir bo`ladi. Aromatik uglevodorodlarga kelsak, birinchi navbatda, ko`pxalqali aromatik uglevodorodlar

qisman to'yinadi, aromatik uglevodorodlar naftenlarga aylanib dizel yoqilg'isini setan sonini ko'tarishga imkoniyat hosil bo'ladi. Ammo benzol xalqasi o'zgarmay qoladi. Bu xalqani to'yintirish uchun yuqori bosim kerak bo'ladi. Odatda gidroochistkani 330-380oC, va 3-5 MPa bosimida va 1 m³ xom ashyo hisobidan olganda 300-400 nm³ vodorodli gaz berish bilan olib boriladi. Gidroochistka jarayoni issiqlik chiqarish bilan sodir bo'ladi.

GIDROTOZALASH JARAYONLARI.

Termik va katalitik krekingda xom ashyodagi vodorod kreking mahsulotlari o'rtasida qayta taqsimlanadi. Xom ashyoni fraktsiya tarkibi qancha og'ir bo'lsa va ularda smolali asfal'tenlar qancha ko'p bo'lsa shuncha ko'p vodorodga boy bo'lmagan mahsulotlarni kreking-qoldiq va koks hosil bo'ladi. Og'ir fraktsiyali xom ashyonikreking qilganda minimal darajada koks hosil bo'lishi uchun va yengil fraktsiyalarni ko'p olinishi uchun tashqaridan vodorod kirgizish kerak. Krekingni bu formisini destruktiv gidrogenlash deyiladi. Destruktiv bo'lmagan gidrogenlashga xom ashyoni vodorod bilan to'yintirish kiradi.



Destruktiv va destruktiv bo'lmagan gidrogenlash jarayonlari o'rtasidagi gidrogenlash formasiga gidrotozalash jarayoni kiradi. Gidrotozalash jarayoni vazifasi neft mahsulotlaridagi oltingugurtli va azotli birikmalarni katalitik usulda vodorod ta'sirida yo'q qilish. Reaksiya natijasida oltingugurtli birikmalar parchalanib H₂S hosil bo'ladi va to'ynmagan uglevodorodlar to'yinadi. Gidrotozalash jarayoni odatda biroz parchalanish reaksiyasi bilan boradi. Gidrotozalashdan so'ng olingan mahsulotlarda xom ashyoda bo'lmagan yengil fraktsiyalar va uglevodorodli gazlar mavjud bo'ladi.

Destruktiv gidrogenlash jarayoni ko'p vodorod sarflashni talab qiladi (5-7% mass. xom ashyoga). Qurilmalarni texnologik jixozlash murakkab, chunki jarayon yuqori bosimda (300-700 ob) va yuqori temperaturada (420-500 0C) olib boriladi. Gidrogenlash jarayoni 2-3 bosqichda olib boriladi va bu qurilmalar katta kompleksni tashkil qiladi. Apparatlar yuqori bosimda ishlaydi, shuning uchun ular qimmatbahodir. Katalitik kreking va kokslash jarayonlarining rivojlanishi soddaligi va arzonligi

natijasida destruktiv gidrogenlashdan voz kechildi. Yumshoq sharoitlarda olib boriladigan destruktiv gidrogenlash jarayon (50-200 atm) keyingi vaqtda keng joriy etila boshladi. Bu jarayonda vodorod 1-3% sarflanadi va xom ashyo chuqur oʻzgarishlarga uchraydi. Bu gidrogenlash jarayonini gidrokreking deyiladi. gidrokreking jarayonini sanoatga tatbiq etilishiga quyidagilar sababchi boʻldi:

1. Xom ashyo sifatida asosan vodorodga boyroq boʻlgan ogʻir distillyatlar ishlatiladi.
2. Oltingugurt, azot va asfalʼtenlarga boy boʻlgan qoldiq mahsulotlar ishlatilishdan oldin deasfalʼtizatsiya qilinadi yoki gazoyl fraktsiyasi bilan aralashtiriladi.
3. Gidrokreking natijasida benzin fraktsiyasi emas balki kerosin – gazoyl fraktsiyasi, katalitik kreking uchun xom ashyo boʻlgan ogʻir fraktsiya va yoqish uchun ishlatiladigan katyol yoqilgʻisi olinadi.
4. Gidrokreking jarayoni uchun aktiv va selektiv katalizatorlar yaratilgan.
5. Baʼzi bir xollarda gidrokreking koks hosil boʻlish bilan boradi va jarayonni oʻrtacha vodorod bosimida olib boriladi.

Gidrogenlash jarayonlarga quyidagilar kiradi:

A) Gidrotozalash: oddiy rejimda olib borilganda xom ashyo oltingugurt va azot birikmalari va toʻyinmagan uglevodorodlardan tozalanadi: qattiq rejimda olib borilganda kerosin va dizel yoqilgʻisi fraktsiyalaridagi aromatik uglevodorodlarni naftenlarga oʻtkaziladi (reaktiv yoqilgʻi olish).

B) Gidrooltingugursizlantirish neftning ogʻir qoldiqlarini va mazutni tozalash.

V) Gidrokreking yuqori haroratda qaynovchi neft fraktsiyalaridan yengil fraktsiyalar (benzin, reaktiv va dizel yonilgʻi) ni olish. D)

Parafinlarni tozalash.

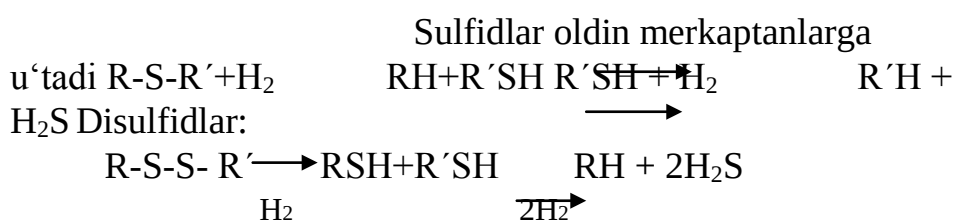
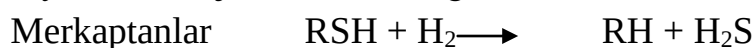
Gidrotozalash jarayonining ahamiyati. Oxirgi vaqtda umumiy balansda tarkibida oltingugurt va azot birikmalari koʻp boʻlgani neftlarni qazib olinishi koʻpayishi va shuning bilan birga neftdan olinayotgan mahsulotlarni sifatiga qattiq talab qoʻyilishi

munosabati bilan va xavo flotida reaktiv texnikasini joriy qilinishi gidrotozalash jarayonini rivojlantirishni taqozo qildilar.

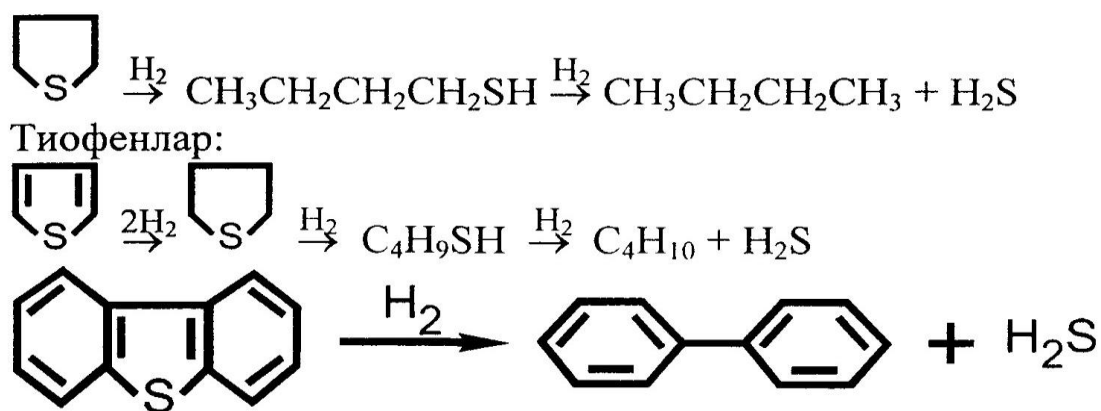
Gidrotozalash jarayonida vodorod ishtirokida oltingugurtli, azotli va kislorodli birikmalar gidrogenolizga uchrab parchalanadi. SHu usudda yoqilg'ilarni sifati yaxshilanadi.

Gidrotozalash esa neftdan olingan yoqilg'ilarni geteroatomli birikmalardan tozalash uchun qu'llaniladi.

Gidrotozalash jarayonida oltingugurtli birikmalar C-S bog'idan uzilib, vodorod bilan tu'yinadi. Natijasida H₂S va uglevodorod hosil bu'ladi.



Tiofenlar; oldin halqa uzilib keyin uglevodorod va hosil bu'ladi:



Gidrotozalash sharoitida 380°S va 3—4 MPa bosimda benzol halqasi u'zgarmaydi.

Halqani gidrirovane etish uchun yuqori bosim kerak bu'ladi. Oltinguturtli birikmalarni ichida eng chidamlisi tiofen halqasidir.

Oltingugurtli birikmalarni gidrirovane reaksiyasini issiqlik chiqarish bilan sodir bu'ladi. Reaksiya tezligiga ushbu qatorga qu'yish mumkin: tiofenlar<tiofanlar<sulfidlar<disulfidlar<merkaptanlar

Katalizatorlar. Katalizatorlarni asosi sifatida alyuminiy oksidi olinadi. Unga kobalt va molibden oksidlari yoki nikel va molibden oksidlari, baʼzan So, Ni va Mo oksidlari shindiriladi. Oksidlarning umumiy miqdori 12—30% mass.gacha.

Katalizatorlar gidrotozalash sharoitida faqat geteroatomli birikmalarni parchalab, (qisman smolasimon moddalarni kam) boshqa utlevodorodlarga aytarlik taʼsir etmaydi. Katalizatorlarni aktivligini oshirish uchun ularga bir oz miqdorda—1% gacha baʼzi bir metalloksidlari quʼshiladi, katalizatorni asosiga esa tseolitlar quʼshiladi.

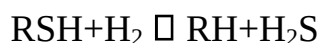
Katalizatorlarni reaktorlarga solingandan keyin ularga oltingugurt birikmalarini beriladi. Natijada katalizatorlarning oksidlari sulfid shakliga uʼtadi. Bu xildagi katalizatorlar unumli ishlaydi.

Gidroochistka jarayonining sanoatdagi qurilmalari alohida oʻz holicha va boshqa qurilmalar bilan biriktirilgan holda boʻlishi mumkin. qoʻshma qurilmalarda gidroochistka dastlabki zveno, oxirgi zveno yoki oraliq zveno holida boʻlishi mumkin. Birinchi holatda misol qilib gidroochistka bloki bilan taʼminlangan katalitik reforming qurilmasini olsak boʻladi. Bunda, reforming hom ashyosi - benzin fraksiyasi, oldin oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalanib, keyin reformingga beriladi. YAna bir misol bu gidroochistka qurilmasi bilan qoʻshilgan katalitik kreking qurilmasidir. Bunda hom ashyo-vakuum gazoyl, oldin tozalanib keyin kreking jarayoniga beriladi (43-107 turdagi qurilma). Tozalangan vakuum gazoylini kreking jarayoniga berilganda sifatli mahsulotlar olinadi.

NEFT DISTILLYATLARNI GIDROTOZALASH. KATALIZATORLAR.

XOM ASHYO VA MAHSULOTLAR. ASOSIY OMILLAR.

Yuqoridagi qayd etganimizdek gidrotozalashga benzin, dizel yoqilgʻisi, vakuum gazoylʼ fraksiyalari beriladi. Bu jarayonda xom ashyo oltingugurtli, azotli kislorodli birikmalardan, smolasimon moddalardan tozalanadi. Toʻyinmagan birikmalar vodorod bilan toʻyintiriladi. Oltingugurtli birikmalarni gidrogenoliz reaksiyasi





Azot birikmalar ham shu sxema bo'yicha gidrogenolizga uchraydi. Sanoatda gidrotozalash ustanovkalarida asosan benzin va dizel yoqilg'ilari tozalanadi. Bu jarayon AKM yoki ANM katalizatorlari ishtirokida olib boriladi. ANM katalizatorqattiqligini oshirish uchun uning tarkibiga 5-7% kremniy oksidi qo'shiladi. Bu katalizatorni ANMS deb belgilanadi. Bular bilan birga qator katalizatorlar ixtiro qilingan, ulardan ba'zilar sanoat miq'yosida sinovdan o'tayapti. Yaxshi natija olgandn so'ng sanoat miq'yosida ishlab chiqarishga joriy qilinadi.

Benzin va dizel yoqilg'ilarini gidrotozalash jarayonida xom ashyo oltingugurtli, azotli birikmalar bilan birga kislorod, og'ir metal birikmalari, smolasimon birikmalardan tozaladi. To'yinmagan birikmalar ham to'yinadi. Birinchi navbatda to'yinmagan bog'lari ko'p bo'lgan birikmalar, keyin esa bitta qo'shbog'lilar to'yinadi. Shu bilan birga katalizatorlarni ta'sirida qisman gidrokreking sodir bo'ladi.

Aromatik uglevodorodlarga kelsak, birinchi navbatda ko'pxalqali aromatik uglevodorodlar qisman to'yinadi, aromatik uglevodorodlr qisman to'yinadi, aromatik uglevodorodlar naftenlarga aylanib dizel yoqilg'isini tsetan sonini ko'tarishga imkoniyat hosil bo'ladi. Ammo benzol halqasi o'zgarmay qoladi. Bu xalqani to'yintirish uchun yuqori bosim kerak bo'ladi. Odatda gidrotozalashni 330- 3800S, va 3-5 MPa bosimida va m2 xom ashyo xisobidan olganda 300-400 nm3 vodorodli gaz berish bilan olib boriladi. Gidrotozalash jarayoni issiqlik chiqarish bilan sodir bo'ladi.

Gidrotozalash ustanovkalariga yangi katalizatorlar solinganda haroratni 3300S dan boshlanadi. Vaqt o'tishi bilan katalizatorlarni yuzasiga asta-sekin koks o'tira boshlaydi. SHuning xisobiga katalizatorlarni ish me'oni pasayadi. Mahsulotda oltingugurtni miqdori ko'payib boradi. Mahsulot sifatini bir xilda bo'lishini ta'minlash uchun haroratni 380-4000 C gacha ko'tariladi. So'ngra jarayonni to'xtatib katalizatorni regeneratsiya qilinadi. Gidrotozalash jarayonida haroratni 4000S dan yuqoriga ko'tarilmaydi, sabab parchalanish reaksiyalari kuchayib ketishi mumkin.katalizatorni yuzasidagi koks yondirilgandan keyin jarayon yana odatdagidek 3300 C dan boshlab ishlay boshlaydi. Katalizatorni ishlash davri dizel yoqilg'isini tozalash vaqtida 1 yilni

tashkil etadi. Katalizator 2 – 3 yil ishlaydi, so`ngra aktiv komponentlarini ajratib olish uchun maxsus korxonalarga yuboriladi. O`rniga yangi katalizator solinadi.

Vakuum gazoylni gidrokrekingga berishdan ilgari gidrotozalash qilinadi, bunda vakuum gazoylni sifati yaxshilanadi, gidrokreking jarayonini samaradorligi ortadi. Piroliz jarayonida olinadigan benzinlarni tarkibida asosan aromatik birikmalar va to`yinmagan uglevodorodlar bor. Agar bu xildagi benzinni yoqilg`i sifatida ishlatiladigan bo`lsa uni sul`fitlangan platina katalizatori ishtirokida oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalab, ko`p qo`shbog`li birikmalar bir qo`bog`li birikmagacha to`yinadi. Keyin esa birlamchi olingan benzinlar bilan birga qo`shilib yoqilg`i sifatida ishlatiladi. Agar undan aromatik uglevodorodlar olish uchun foydalanilgan bo`lsa, benzinni yana bir bor tozalab to`yinmagan birikmalar to`yintiriladi. Keyin esa benzindan aromatik uglevodorodlarni ajratib olinadi. Reaktiv yoqilg`ilarni olish uchun kerosin fraktsiyasini, xom ashyoni sifatiga qarab, ikki usulda gidrotozalash qilinadi.

Birinchisida yengil usulda – oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalanadi. Bunda asosan merkaptanlardan tozalashga e`tibor beriladi. Agar kerosin fraktsiyasida aromatik birikmalarning miqdori 12-14% mass. dan ko`p bo`lsa, u vaqtda gidrotozalashni ikkinchi usulda – qattiqroq rejimda: yuqori bosimda (5 MPa) da olib boriladi.

Bunda qisman aromatik birikmalar naftenlarga aylanadi, shu bilan bir vaqtda oltingugurtli, azotli va kislorodli birikmalar ham kamayadi. Kerosin sifati yaxshilanadi. Neftni qoldiqlarini gidroobesserovaniyasi. Neftni qoldig`ida ko`p miqdorda oltingugurtli, azotli va kislorodli birikmalar mavjuddir. Bu qoldiqlardan yoqilg`i olish uchun, uni vodorod ishtirokida oltingugurtli ajratib olish usuli bilan sifatini yaxshilash kerak. Bu qoldiqlarni to`g`ridan-to`g`ri vodorod ishtirokida oltingugurtli ajratib olish qilish bilan birga boshqa usullar bilan ularni sifatini yaxshilanadi. Masalan, qoldiqni past bosimda haydab, olingan vakuumni gazoylni gidrotozalash qilinadi va so`ngra uni qolgan qismi bilan aralashtirib yoqilg`i sifatida ishlatildi. Yana bir usul: og`ir qoldiqni kokslash qurilmalariga berib undan olingan gazoylni vodorod ishtirokida oltingugurtli ajratib olish qilib yoqilg`i sifatida

ishlatiladi. Og'ir qoldiqni tarkibidagi asfal'tenlarni ajratib olinadi, keyin uni vodorod ishtirokida oltingugurtni ajratib olish qilib so'ngra ishlatiladi. Obesserovanie jarayonida metall tuzlari katalizatorni yuzasiga o'tiradi, regeneratsiya vaqtida metall oksidiga aylanib katalizatorni yuzasida qoladi va uni aktiv markazlarini bekitadi va katalizator ishlash qobiliyatini yo'qotadi. Shu sababli ba'zi olimlar og'ir qoldiqni birinchi navbatda metall birikmalaridan tozalab so'ngra vodorod ishtirokida oltingugurtni ajratib olish berish lozim deb topadilar. Og'ir qoldiqlarni vodorod ishtirokida oltingugurtni ajratib olish jarayoni uchun BashNIINP maxsus katalizator ixtiro qildi. Bu katalizatorni tayyorlash uchun avvalo katalizator nositelini suv bug'i bilan ishlanadi, natijada nositel'ni g'ovaklari kengayadi va ularning diametri taxminan 15 nm dan yuqori bo'ladi. So'ngra unga aktiv komponentlar shimdiriladi. Bu xildagi katalizatorni statsionar sharoitida ishlatish mumkin. Shunday bo'lishiga qaramay bu katalizatorni ishlash davri bir yildan kamdir.

Gidrotozalash va vodorod ishtirokida oltingugurtni ajratib olish katalizatorini regeneratsiyasi ikki xil usulda olib boriladi. Katalizator ishlash jarayonida ularning yuzasiga kokssimon moddalar oltingugurtli, azotli birikmalar, smola va metall birikmalari o'tiradi va uni ishlash qobiliyatini vaqtincha pasaytiradi. Katalizatorni ishlash qobiliyatini qayta tiklash uchun regeneratsiya qilinadi, katalizatorni ishlash davri ko'p omillarga va asosan ishlanadigan xom ashyoning sifatiga bog'liqdir. Odatda o'tirgan koksning miqdori 7-10% mass.ni tashkil etadi.

Birinchi usulda katalizator zonasiga 4500S gacha isitilgan inert gazi – azotga oz miqdorda xavo qo'shib beriladi. Birinchi davrda kislorodning miqdori 0,5% va oxirgi davrda 2% gacha etkazish mumkin. Regeneratsiya vaqtida bosim 4-5 MPa, eng yuqori harorat 5500S ga teng. Regeneratsiya 100-120 soat davom etadi. Ikkinchi usulda reaktorga suv bug'i va xavo beriladi. Bu jarayon atmosfera bosimida olib boriladi. 1 m³ katalizatorni regeneratsiya qilish uchun 350-900 m³ suv bug'i sarflanadi.

Gidrotozalash jarayonining sanoatdagi qurilmalari. Gidrotozalash jarayonining sanoatdagi qurilmalari alohida o'z holicha va boshqa qurilmalar bilan biriktirilgan xolda bo'lishi mumkin. Qo'shma qurilmalarida gidrotozalash dastlabki zveno, oxirgi

zveno yoki oraliq zveno bo'lishi mumkin. Birini xolatda misol qilib gidrotozalash bloki bilan ta'minlangan katalitik riforming qurilmasini olsak bo'ladi. Bunda riforming xom ashyosi – benzin fraktsiyasi oldin oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalanib keyin riformingga beriladi. Yana bir misol bu gidrotozalash qurilmasi bilan qo'shilgan katalitik kreking qurilmasidir. Bunda xom ashyo – vakuum gazoyl oldin tozalanib keyin kreking jarayoniga beriladi (43 – 107 turdagi qurilma). Tozalangan vakuum gazoylni kreking jarayoniga berilganda sifatli mahsulotlar olinadi. Aloxida turdagilariga dizel yoqilg'isi fraktsiyasini tozalaydigan qurilmalar kiradi. Bu turdagi qurilmalarning yana bir xilida dizel yoqilg'isini oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalash va to'yinmagan uglevodorodlarni gidrogenlash bilan birga ikki xalqali aromatik uglevodorodlarni qisman to'yintiriladi. Bu xildagi qurilmalarning birinchisida dizel yoqilg'isi tarkibidagi oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalanadi. To'yinmagan va smolasimon birikmalar vodorod bilan to'yinadi. dizel yoqilg'isini sifati yaxshilanadi, rangi tozalanadi. Ikkinchisida esa ikki xalqali aromatik uglevodorodlarning bir qismi to'yinib naftenlarga o'tishi natijasida yoqilg'ini tsetan soni ko'tariladi. Bug' qozonlariga yoqilg'i sifatida ishlatiladigan mazutni ham vodorod ishtirokida oltingugurtli ajratib olish jarayoniga berilib, uning tarkibidagi oltingugurtli birikmalarni kamaytirib, so'ngra yoqilg'i sifatida ishlatish tavsiya etiladi. Katalitik riforming qurilmasida ishlaydigan gidrotozalash blokida bitta reaktor bor, qolgan qurilmalar parallel ishlaydigan ikkita aloxida blokdan iborat. Har bir blok bitta trubchatiy pech va ketma-ket ishlaydigan ikkita reaktor va boshqa apparatlardan iborat. Bu bloklarda bir vaqtda ikki xil xom ashyoni tozalash mumkin.

Aylanib yuruvchi vodorodli gazni vodorodsul'fidi gazidan monoetanolamin (MEA) yordamida tozalaydigan moslama va to'yingan monoetanolaminni regeneratsiya qiladigan moslamalar ikkala blok uchun bitta bo'ladi. Odatda dizel yoqilg'isi fraktsiyasini ikkita ketmaket ishlaydigan reaktorli blokda tozalanadi. Qurilmalarning ikkichi turi bor. Bu qurilmalar ham ikkita blokdan iborat. Faqat xar bir blokda ketmaket ishlaydigan uchta reaktor bor. Boshqa apparatlar yuqorida qayd etilgan qurilmanikidan farq etmaydi. Nisbatan og'irroq fraktsiya, masalan, vakuum gazoylni tarkibida

oltingugurtli birikmalarni miqdori ko`proq bo`lgani uchun, bu xildagi xom ashyoni uchta reaktorli qurilmalarda tozalash tavsiya etiladi. Yuqorida qayd etilgan sanoat qurilmalarining hammasi bir xil uslubda ishlaydi. Quyida biz dizel yoqilg`isini gidrotozalash qilish jarayonining sanoatdagi qurilmasi bilan tanishib chiqamiz. Bu qurilmada xom ashyo sifatida oltingugurtli neftdan yoki gaz kondensatidan olingan dizel yoqilg`isi fraktsiyasi tozalanadi. Ba`zan neftning og`ir fraktsiyalarini ikkilamchi jarayondaqayta ishlangandan hosil bo`lgan dizel yoqilg`isi fraktsiyalari bilan aralashtirib turiladi.

Jarayonda ishlatiladigan katalizatorlar Birinchi bosqichda sanoatda riforming jarayoni samaradori past bo`lgan xrom oksidi va molibden oksidi ishtirokida MPa bosimda va 540-5600S haroratda olib borilgan. Bu katalizatorlarda aromatik, uglevodorodlar asosan naftenlardan xosil C_6H_{12} $4H_2$ CH_3 CH_3 CH_2 CH_3 yoki bilan 6-8 soatdan olib borilar edi. Shu vaqtda ikkinchi reaktorga katalizatorlarni sirtiga o`tirgan koks yondirilar edi. Shu sababli asosiy tadqiqotlar samaradorli katalizatorlarni izlashga yo`naltirildi. 1940 yillarda alyumoplatina katalizator ixtiro qilindi. Bu katalizatorni ikki funktsiyali deymiz: 1) Katalizatorni asosi -alyuminiy oksidi, alyumosilikatlar aktiv asos bo`lib ular da proton va aproton kislota markazlari mavjuddir. Bu markazlarda naften xalqalarini izomerlanishi, parafinlarni parchalanishi va hosil bo`lgan kichik molekulali parafinlar va olefinlarni qisman izomerlanishi (keyinchalik olefinlarni to`yinishi) sodir bo`ladi. 2) Asosni sirtiga juda mayda zarrachalar shaklida o`tirgan platina gidrogenlash – dehidrogenlash reaksiyalarini boshqaradi. Xom ashyoga HCl yoki HF qo`shib berilsa katalizatorni asosida sodir bo`ladigan reaksiyalar kuchayadi, parafinlarning izomerlanishi ko`payadi. Platinani miqdori 0,08% bo`lsa etarli hisoblanadi, ammo sanoatdagi katalizatorlarda platinani miqdori 0,5-0,6% mass ga tengdir. Xom ashyoga qo`shilayotgan HCl yoki HF ni miqdori shunga tengdir. Platforming jarayoni 4805300S va xajmiy tezligi 1,5 dan 4,0 gacha olib boriladi, bu bosimni 3-4 MPa gacha ko`tarishga imkoniyat bredi. Natijada ustanovkada bir necha oygacha uzluksiz ishlashga imkoniyat bo`ladi (12 oy) Yengil benzin fraktsiyalaridan aromatik uglevodorodlar olishda bosimni 1,5-2 MPa gacha

kamaytirish mumkin. Keyingi vaqtlarda sanoatda platina – reniy katalizatorlari qoʻllanilmoqda. Bu katalizatorlarda platina 0,4% mass va shuncha reniy bor. Reniy platina kristallarini yiriklashiga yoʻl qoʻymaydi. Natijada katalizator uzoq vaqt muntazam ishlaydi, narxi arzonlashadi. Jarayon harorati 470- 5000C va bosim 1,5-2,0 MPa gacha pasayadi. Reniydan tashqari germaniy, iridiy, rodiy, qalay va qoʻrgʻoshin metallari ham ishlatiladi. Shuning bilan birga uch metalli –R–Re yoki Pt–Re–Ge katalizatorlari ham bor. Bu katalizatorlar parafinlarni izomerlash va degidrotsikllash reaksiyalarini kuchaytirishga imkoniyat xozir qildi, bosim 1,5-2,0 MPa gacha kamayadi. Katalizatordagi aromatik uglevodorodlarni yarmiga yaqini parafinlardan olinadi. Bu katalizatorlarga beriladigan xom ashyoni tarkibida oltingugurtni miqdori 0,0001% mass. dan oshmasligi lozim. Xlorni miqdori esa 0,8-0,9% ligicha qolaveradi.

Neft qoldiqlarining gidrooltingugursizlantirish. Neftning qoldigʻida koʻp miqdorda oltingugurtli, azotli, kislorodli birikmalar. asfaltenlar, ogʻir metallorganik birikmalar mavjuddir. Bu qoldiqlardan yoqilgʻi olish uchun, uni gidrooltingugursizlantirish usuli bilan sifatini yaxshilash kerak. Bu qoldiqlarni toʻgʻridan-toʻgʻri vodorod ishtirokida oltingugurtni ajratib olish qilish bilan birga, boshka usullar bilan, ularni sifatini yaxshilanadi. Masalan, qoldiqni past bosimda haydab, olingan vakuum gazoylini gidrotozalash qilinadi, soʻngra uning qolgan qismi bilan aralashtirib yoqilgʻi sifatida ishlatiladi. YAna bir usul: ogʻir qoldiqni kokslash qurilmalariga berib undan olingan gazoylni gidrooltingugursizlantirish qilib yoqilgʻi sifatida ishlatiladi. Ogʻir qoldiq tarkibidagi asfaltenlarni ajratib olinadi, keyin uni gidrooltingugursizlantirish qilib soʻngra ishlatiladi. Oltingugursizlantirish jarayonida metall tuzlari katalizatorning yuzasiga oʻtiradi, regenerasiya vaqtida metall oksidiga aylanib katalizatorning yuzasida qoladi va uni aktiv markazlarini berkitadi va katalizator ishlash qobiliyatini yoʻqotadi. SHu sabali, baʼzi olimlar ogʻir qoldiqni birinchi navbatda, metall birikmalaridan tozalab soʻngra gidrooltingugursizlantirish ga berish lozim deb hisoblaydilar. Ogʻir qoldiqlarni gidrooltingugursizlantirish jarayoni uchun BashNIINP maxsus katalizator ixtiro qildi. Bu katalizatorni tayyorlash uchun avvalo katalizator nositelines suv bugʻi bilan ishlanadi, natijada nositelni gʻovaklari

kengayadi va ularning diametri taxminan 15 nm dan yuqori bo`ladi, so`ngra unga aktiv komponentlar shimdiriladi. Bu xildagi katalizatorni stasionar sharoitda ishlatish mumkin. SHunday bo`lishiga qaramay bu katalizatorlarning ishlash davri bir yildan kamdir. Bu xildagi hom ashyoni mavxum qaynash qatlami sharoitida gidrooltingugursizlantirish qilinadi. Hidrotozalash va gidrooltingugursizlantirish katalizatorlarining regenerasiyasi ikki xil usulda olib boriladi. katalizatorlar ishlash jarayonida ularning yuzasiga kokssimon moddalar: oltingugurtli; azotli; birikmalar, smola va metall birikmalari o`tiradi va uning ishlash qobiliyatini vaqtincha pasaytiradi. Katalizatorning ishlash qobiliyatini qayta tiklash uchun regenerasiya qilinadi. katalizatorni ishlash davri ko`p omillarga va asosan ishlanadigan hom ashyoning sifatiga bog`liqdir. Odatda, o`tirgan koksning miqdori 710% massni tashkil etadi. Birinchi usulda katalizator zonasiga 4500C gacha isitilgan inert gazi – azotga, oz miqdorda havo qo`shib beriladi. Birinchi davrda kislorodning miqdori 0,5% va oxirgi davrda 2% gacha etkazish mumkin. Regenerasiya vaqtida bosim 4-5MPa, eng yuqori harorat 550 0Cga teng. Regenerasiya 100-120 soat davom etadi. Ikkinchi usulda reaktorga suv bug`i va havo beriladi. Bu jarayon atmosfera bosimida olib boriladi. 1m³ katalizatorni regenerasiya qilish uchun 350-900 m³ suv bugi sarflanadi. Jarayonning asosiy ko`rsatkichlari kelayotgan hom ashyoga bog`liq. Riforminga beriladigan benzin tarkibidagi oltingugurti platina katalizatoriga berishdan ilgari 0,003% mas.gacha tozalash zarur, agar platina-reniy katalizatori bo`lsa oltingugurti 0,001% mass.gacha tozalash zarur. Kerosinning tarkibidagi merkaptanni 0,005% mass. dizel yoqilg`isini tarkibidagini oltingugurtini esa 0,2 % mass.gacha tozalash kerak. SHu talablarga ko`ra gidrotozalash jarayonining asosiy ko`rsatkichlari belgilanadi. Hidrotozalash jarayonining boshkariladigan ko`rsatkichlariga harorat xajmiy tezliki, bosim va 1 m<sup>3</sup> hom ashyo hisobidan beriladigan gazni miqdori kabilar kiradi. Harorat 330 oC dan past bo`lsa, hom ashyoning hajmiy tezligi 4-5 ch-1 dan yuqori bo`lsa olingan mahsulotlarning sifati past bo`ladi. Harorat 420 oC dan ko`tarilsa kreking reaksiyasi kuchayadi, katalizatorning yuzasiga koks o`tirishi ko`payadi. Sifati past homashyo tozalanyotganda berilayotgan gazning hom ashyoning nisbatini 700 nm³ /m³ gacha

ko'tarish lozim bo'ladi. Agar berilayotgan gazimizning tarkibida vodorod kamroq bo'lsa hom gazning nisbatini ko'paytirish kerak bo'ladi. Odatda berilayotgan gazning tarkibida vodorodni hajmi 60 dan 90% ob.gacha bo'lishi kerak. Shuni ham ta'kidlash kerakki, agar biz kerosin va dizel yoqilg'isini tozalayotganda ularning tarkibidagi oltingugurtni 0,05 va 0,2 % mass.dan kamaytirsak, u vaktda u yoqilg'ilarni oksidlanishga karshi turg'unligini pasaytirib yuborgan bo'lamiz. Demak gidrotozalashni ham ma'lum me'yorgacha olib borish kerak ekan. Kreking va piroliz ustanovkalaridan olingan fraksiyalarni albatta AVT dan olingan fraksiyalar bilan birga qo'shib gidrotozalashga beriladi, aks xolda ikkilamchi fraksiyalarni tarkibida to'yinmagan birikmalar ko'p bo'lganligi sababli, katalizatorlarning yuzasida ko'p miqdorda koks hosil bulib, katalizatorlarning ishlash davri kamayadi. Gidrotozalash ustanovkalariga yangi katalizatorlar solinganda haroratni 330 0C dan boshlanadi.

Vaqt o'tishi bilan katalizatorlarning yuzasiga asta-sekin koks o'ltira boshlaydi. SHuning hisobiga, katalizatorlarni ish me'zoni pasayadi. Maxsulotda oltingugurtning miqdori ko'payib boradi. Mahsulot sifatini bir xilda bo'lishining ta'minlash uchun haroratni 380-4000C gacha ko'tariladi. So'ngra jarayonni to'xtatib katalizatorni regenerasiya kilinadi. Gidrotozalash jarayonida haroratni 400 0Cdan yuqoriga ko'tarilmaydi, sababi, kuchayib ketishi mumkin. Katalizatorni yuzasidagi koks yondirilgandan keyin jarayon yana odatdagidek 330 0Cdan boshlab ishlay boshlaydi. Katalizatorni ishlash davri dizel yoqilg'isini tozalash vaqtida 1 yilni tashkil etadi. Katalizator 2-3 yil ishlaydi, so'ngra aktiv komponentlarini ajratib olish uchun maxsus korxonalarga yuboriladi. O'rniga yangi katalizator solinadi. Vakuum gazoylni gidrokrekingga berishdan ilgari gidrotozalash qilanadi, bunda vakuum gazoylning sifati yaxshilanadi, gidrokreking jarayonining samaradorligi ortadi. Piroliz jarayonida olinadigan benzinlarni tarkibida asosan, aromatik birikmalar va to'yinmagan uglevodorodlar bor. Agar bu xildagi benzinni yoqilg'i sifatida ishlatiladigan bo'lsa uni sulfidlangan platina katalizatori ishtirokida oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalanib, ko'pqo'shbog'li birikmalar birko'shbog'li birikmalargacha to'yinadi.

Keyin esa birlamchi olingan benzinlar bilan birga qo`shilib yoqilg`i sifatida ishlatiladi. Agar undan aromatik uglevodorodlar olish uchun foydalanadigan bo`lsa, benzinni yana bir bor tozalab to`yinmagan birikmalar to`yintiriladi, keyin esa, benzindan aromatik uglevodorodlarni ajratib olinadi. Reaktiv yoqilg`ilarni olish uchun kerosin fraksiyasini, xom ashyoni sifatiga qarab, ikki usulda gidrotozalash qilinadi. Birinchisida, yengil usulda -oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalanadi. Bunda asosan merkaptanlardan tozalashga e`tibor beriladi. Agar kerosin fraksiyasida aromatik birikmalarning miqdori 12- 14% mass.dan ko`p bo`lsa, u vaqtda, gidrotozalashni ikkinchi usulda - qattiqroq rejimda: yuqori bosimda /5-MPa/da olib boriladi. Bunda qisman aromatik birikmalar naftenlarga aylanadi, shu bilan bir vaqtda oltingugurtli, azotli va kislorodli birikmalar xam kamayadi, kerosinning sifati yaxshilanadi. Neft qoldiqlarining gidrooltingugursizlantirish si. Masalan, qoldiqni past bosimda haydab, olingan vakuum gazoylini gidrotozalash qilinadi, so`ngra uning qolgan qismi bilan aralashtirib yoqilg`i sifatida ishlatiladi. YAna bir usul: og`ir qoldiqni kokslash

qurilmalariga berib undan olingan gazoylni

gidrooltingugursizlantirish qilib yoqilg`i sifatida ishlatiladi. Og`ir qoldiq tarkibidagi asfaltenlarni ajratib olinadi, keyin uni gidrooltingugursizlantirish qilib so`ngra ishlatiladi. Oltingugursizlantirish jarayonida metall tuzlari katalizatorning yuzasiga o`tiradi, regenerasiya vaqtida metall oksidiga aylanib katalizatorning yuzasida qoladi va uni aktiv markazlarini berkitadi va katalizator ishlash qobiliyatini yo`qotadi. SHu sabali, ba`zi olimlar og`ir qoldiqni birinchi navbatda, metall birikmalaridan tozalab so`ngra gidrooltingugursizlantirish ga berish lozim deb hisoblaydilar.

14-mavzu. GIDROTOZALASH JARAYONI KATALIZATORLARI

Gidrotozalash jarayoni alyumokobaltmolibdenli (Al – So - Mo) yoki alyumonikelmolibdenli (Al – Ni - Mo) katalizatorlarda turli sharoitlarda o`tkaziladi.

Jarayonni o`tkazish sharoitlari quyida keltirilgan:

Jadval-10

№	Ko_rsatkichlar	Benzin fraksiyasi	Kerosin fraksiyasi	Dizel yoqilg'isi distillyatlari
1.	Katalizatorlar	Al – Co – Mo Al – Ni – Mo	Al – Co – Mo Al – Ni – Mo	Al – Co – Mo Al – Ni – Mo
2.	Temperatura, ° S	380 – 420	350 – 360	350 – 440
3.	Bosim, MPa	2.5 – 5.0	7,0	3,0 – 4,0
4.	Xomashyoni uzatish xajmiy tezligi, soat ⁻¹	1 – 5	5 – 10	4 – 6
5.	Vodorod saqllovchi gazning sirkulyasii karrasi, m ³ /m ³ xomashyo	100 – 600	300 – 400	300 – 400

Ikkilamchi qayta ishlashdan olinuvchi distillyatlar (kokslash va visbreking gazoyllari) kamdan-kam holatda gidrotozalashga kiritildi. Jarayonda foydalaniladigan vodorod saqllovchi gaz riforming qurilmasidan olinib, uning tarkibidagi vodorod miqdori 60 dan 95% (xajmi) gacha bo'lad.

Neftda uglerod miqdori taxminan 84-86%, vodorod miqdori - 10-14%, oltingugurt, kislorod va azot miqdori 1-3% bo'ladi. Massa bo'yicha uglevodorodlarniig umumiy miqdori 97-98% ni tashkil etadi.

Tarkibidagi elementlarning o'xshashligiga qaramasdan turli joydan olingan neftlarning fizik va kimyoviy xossalari har xil bo'ladi. Bunga sabab, uglerod va vodorod atomlarining o'zaro turli shaklda birika olishida.

Parafin uglevodorodlar kimyoviy strukturasi qaraab ikki xil guruhga bo'linadi: -normal-parafin uglovodorodlar; -izomer-parafin uglevodorodlar.

Yuqoridagi qayd etganimizdek gidroochistka benzin, dizel yoqilg'isi, vakuum gazoyl' fraktsiyalari beriladi. Bu jarayonda xom ashho oltingugurtli, azotli kislorodli birikmalardan, smolasimon moddalardan tozalanadi. To'yinmagan birikmalar vodorod bilan to'yintiriladi.

Destruktiv va destruktiv bo'lmagan gidrogenlash jarayonlari o'rtasidagi gidrogenlash formasiga gidroochistka jarayoni kiradi. Gidroochistka jarayoni vazifasi neft mahsulotlaridagi oltingugurtli va azotli birikmalarni katalitik usulda vodorod ta'sirida yo'q qilish. Reaktsiya natijasida oltingugurtli birikmalar parchalanib H_2S hosil bo'ladi va to'yinmagan uglevodorodlar to'yinadi.

Distillyatlarni gidrotozalash jarayoni Katalitik gidrotozalash jarayoni neft mahsulotlarini yaxshilash va barqarorligini oshirish maqsadida ularni oltingugurtli, azotli, kislorodli va metall – organik birikmalardan tozalashda qo'llaniladi. Shu bilan birgalikda to'yinmagan aromatik uglevodorodlar ham qisman to'yinadilar. Gidrotozalash uchun deyarli hamma neft yoqilg'ilari jalb qilinadi. Bu to'g'ridanto'g'ri haydab va ikkilamchi kelib chiqishga ega bo'lgan benzin, kerosin, reaktiv va dizel yoqilg'isi, mazut va vakuum – gazoyllardir. Jarayon surkov moylari va parafin komponentlarini hidsizlantirish uchun ham qo'llaniladi.

Yuqorida keltirilgan eng ahamiyatli kimyoviy jarayonlarning qisqacha tavsifidan ko'rinib turibdiki neftni qayta ishlash va neftkimyoviy sanoatdagi kimyoviy reaksiyalar rejimi (bosim – atmosfera bosimidan to 200MPa gacha, harorat – 100 dan 700°C gacha) va ishlatilgan katalizatorlar bilan bir-biridan anchagina farq qilar ekan.

Benzin (frans. benzine) – turlicha tuzilgan uglevodorodlar aralashmasi 30-205 °C oralig'ida qaynaydigan rangsiz suyuqlik. Muzlash temperaturasi -60°, alangalanish temperaturasi 0 °C dan past, zichligi 680-780 kg/m³. Havoda benzin butlari konsentratsiyasi 0,074-0,123 kg/m³ ga yetganda portlaydigan aralashmalar hosil bo'ladi. Benzin asosan, neftni haydash va katalitik qayta ishlash yo'li bilan ozroq toshko'mir va yonuvchi slaneslarni qayta ishlash yo'li bilan (Gidrogenlash), shuningdek tabiiy va yo'lakay gazlardan olinadi. Benzin asosan ichki yonuv dvigatellari uchun yonilg'i sifatida ishlatiladi. Benzin erituvchi, yuvadigan suyuqlik sifatida va boshqa maqsadlar uchun qo'llaniladi. Yonilg'i sifatida ishlatiladigan benzin avtomobil va aviatsiya benzinlariga bo'linadi.

Benzinning eng muhim ekspluatatsion xossasi - detonatsion turg'unligi, ya'ni dvigatelda benzin siqilgan vaqtda o'z-o'zidan alangalanib ketishiga qarshilik qila

olishidir. Benzinning antidetonatsion xossalari oktan soni bilan, aviatsiya benzinining shunday xossalari, yana benzinga boy aralashmasining navliligi bilan baholanadi. Bir xil rejim va bir xil sharoitda (etalon yoqilg'iga nisbatan) sinalganda dvigatelda detonatsiya boshlanish rejimida indikator bosimining kattaligini ko'rsatadigan son (foizlarda ifodalanadi) benzinning navliligi deb ataladi. Benzinning oktan soni yoki navliligi qancha yuqori bo'lsa, antidetonatsion xossalari shuncha yaxshi bo'ladi. Benzin ana shu xossalarga asosan rusumlarga bo'lingan (aviatsiya Benzinning turg'unligini oshirish uchun unga tetraetilqo'rg'oshin qo'shiladi). Bunday (etillangan) benzin zaharli, shuning uchun u bilan ishlaganda ehtiyot bo'lish zarur. Etillangan benzinni etillanmagan benzindan ajratish uchun unga rang qo'shib qo'yiladi.

Gidroochistka jarayoni odatda biroz parchalanish reaksiyasi bilan boradi. Gidroochistkadan so'ng olingan mahsulotlarda xom ashyoda bo'lmagan yengil fraktsiyalar va uglevodorodli gazlar mavjud bo'ladi.

Katalizatorlarni asosi sifatida alyuminiy oksidi olinadi. Unga kobalt va molibden oksidlari yoki nikel va molibden oksidlari, ba`zan So, Ni va Mo oksidlari shimdiriladi. Oksidlarning umumiy miqdori 12-30% mass.gacha. Katalizatorlar gidrotozalash sharoitida faqat geteroatomli birikmalarni parchalab, (qisman smolasimon moddalarni kam) boshqa uglevodorodlarga aytarlik ta'sir etmaydi. Katalizatorlarni aktivligini oshirish uchun ularga bir oz miqdorda-1% gacha ba`zi bir metalloksidlari qo'shiladi, katalizatorni asosiga esa seolitlar qo'shiladi. Katalizatorlarni reaktorlarga solingandan keyin ularga oltingugurt birikmalarini beriladi. Natijada katalizatorlarning oksidlari sulfid shakliga o'tadi. Bu xildagi katalizatorlar unumli ishlaydi.

Katalizatorlarni aktiv komponenti sifatida VIII guruh metallari (Co, Ni, Rt, Rd) oksidlari va VI guruh metallarning ba`zilarini sulfidlari ishlatiladi. Katalizatorlarni aktivligini oshirish maqsadida boshqa elementlarning, shu jumladan, nodir-er elementlarining oksidi qo'shiladi. Katalizatorning asosiga esa seolitlar qo'shiladi. Katalizatorlarni reaktorga joylagandan so'ng oltingugurt birikmalar bilan oksidlarni sulfid formasiga o'tkaziladi. Bu ham katalizatorni unumdorlik bilan ishlashini

ta'minlaydi. Hidrokreking katalizatorini kislota xususiyati yuqori va gidrogenizatsiya etish xususiyati pastroq bo'lishi tavsiya etiladi. Hidrokreking jarayoni xom ashyoni turiga qarab bir bosqichda va ikki bosqichda olib boriladi. Vakuum gazoylni (350 - 500°C) hidrokreking etish bir bosqichda olib boriladi. Agarda xom ashyoda geteroatom birikmalar ko'p bo'lsa, og'ir vakuum gazoylni, katalitik kreking va kokslash jarayonlaridan olingan og'ir gazoyllarni ikki bosqichda hidrokreking etiladi. Bunda birinchi bosqichda xom ashyoni gidrotozalanadi va ikkinchi bosqichda hidrokrekingga beriladi.

Kataliz xodisasi bir necha umumiy prinsipga ega.

1. Katalizatorlar saylash (selektiv) xossasiga ega. Xamma kimyoviy reaksiyalar uchun umumiy katalizator bo'lmaydi. Ma'lum katalizator ayrim reaksiyani yoki reaksiyalar gruxini, agar reaksiya bir qancha yo'nalishlar bilan borsa, ma'lum yo'nalishni tezlashtiradi.

2. Katalizatorlar reaksiya muvozanat konstanta qiymatini o'zgartirmaydi. Katalizatorlar nazariy yo'l bilan xisoblab topilgan miqdorga qaraganda, ko'p maxsulot xosil qilishga yordam bermaydi. Faqat kerakli maxsulotni qisqa vaqtda olishga imkon beradi

3. Katalizator ta'sirida teskari va to'g'ri reaksiyalarning tezligi bir xilda oshadi.

Neftdan haydab olingan benzin fraksiyasi sanoatda alyumokobal'tmolibden C, $\square$ (AKM) va alyumonikelmolibden (ANM) katalizatorlari ishtirokida 320-360 bosim 3-5 MPa, benzinning hajmiy tezligi 5-10 s⁻¹da va tarkibida vodorod bo'lgan gazning jarayonda aylanish tezligi 200-500 m³ /s olib boriladi. Sanoatda ishlab turgan gidrotozalash qurilmalari riforming jarayoni uchun yuqori sifatli benzin xomashyo etkazib berish quvvatiga ega. Benzininga qo'yilgan talablari oshishi, gidrotozalash jarayoni uchun, yuqori faollikka ega bo'lgan yangi katalizatorlar ishlab chiqish va uning ishlash vaqtini uzaytirishga bog'liq. Yuqori faollikka ega katalizatorlar jarayonning past haroratda, bosimda olib borish va gazni sirkulyasiya koeffitsientini kamaytiradi.

Reaktiv yoqilg'ilarni gidrotozalash AKM va ANM katalizatorlari ishtirokida Sda, bosim 2-4MPa da, hajmiy tezlik 10s⁻¹ olib borilib, harorat 350-380 °C da olib boriladi. Oltingugurtli birikmalarni yo'qotish darajasi 90-95% ni tashkil etadi. Gidrotozalangan kerosin fraksiyasi aromatik uglevodorodlarni yo'qotish uchun u katalitik dearomatiziya jarayoniga yuboriladi.

Sda, 3-4MPa bosimda, hajmiy tezlik⁻¹ Dizel fraksiyasini gidrotozalash 350-400 25s⁻¹ da va tarkibida vodorod bo'lgan aylanuvchi gaz 300-600 m³ sharoitda borilganda fraksiyaning guruh va fraksiya tarkibi o'zgarmasdan, oltingugurtsizlantirish darajasi 85-95% ni tashkil etadi. Dizel yoqilg'isi tarkibidagi merkaptanlar (86%)ga, sulfidlar (86%)ga va disulfidlar 88% yo'qotildi. Gidrotozalash vaqtida ishlatiladigan xom-ashyoning xiliga va katalizatoriga qarab vodorodning sarf bo'lishi 0,16-0,45% tashkil etadi. Sarf bo'lgan vodorodning 50%i oltingugurtli birikmalarni gidridlash reaksiyasining tezligi va chuqurligiga harorat, bosim va vodorodning xom-ashyoga nisbati katta ta'sir ko'rsatadi.

Tizimda vodorodning parsial bosimini 3,0 MPa gacha kamaytirilganda oltingugurtli birikmalarni va alkenlarni dizel fraksiyasi tarkibidan yo'qotilishi kamayadi va shuningdek, katalizatorning yuzasida koksni ko'payishi natijasida ishlash vaqti ham kamayadi. Jarayonda haroratni ko'tarish natijasida gidrooltingugurtsizlantirish kuchayadi, ammo tanlash kamayadi. Gazning ajralib chiqishi va benzinning chiqishi va vodorodning sarf bo'lishi ko'payib, umumiy katalizatorning ishlash vaqti kamayadi. Jarayon vaqtida xom-ashyo bilan katalizatorni uchrashish vaqtida va uning parlanishiga vodorodni xom-ashyoga nisbati katta ta'sir ko'rsatadi. Dizel yoqilg'isiga talabni kuchayishi, ikkilamchi jarayonlar katalitik kreking, gidrokreking, kokslash va visbreking jarayonlaridan olingan dizel fraksiyasidan olingan yuqori sifatli dizel yoqilg'isini olish katta muammo bo'lib qoldi. Dizel fraksiyasi tarkibida oltingugurtli, azotli birikmalar, smolalar, alkenlar va aromatik birikmalar neftdan olingan fraksiyalarga qaraganda ko'proq bo'ladi. Ikkilamchi dizel fraksiyalaridan dizel yoqilg'ilari olish uchun, uni qayta ishlash vaqtida undan oltingugurtli va azotli birikmalarni smolalarni yo'qotish va shuningdek,

aromatik uglevodorodlarni va alkenlarni bir qismini gidridlash kerak. Og'ir fraksiyalarni kokslash jarayonidan olingan dizel fraksiyasini gidrotozalash natijasida yozgi dizel yoqilg'isi olinib, uning setan soni 57 ga teng. S fraksiyalar S va 200-350 Gidrotozalash uchun xom-ashyo sifatida 160-338 S haroratda, 5MPa bosimda, hajmiy tezlik 1s 350 -1 olib borildi. Vodorodli gazni aylanish hajmi 400 m³m³ xom-ashyoga nisbatan olindi. Dizel fraksiyalarni gidrotozalash jarayonlarini omilini oshirish uchun birlamchi va ikkilamchi dizel fraksiyalarga ma'lum foizga qo'shib tayyorlash orqali amalga oshiriladi. S, bosimi 3-4MPa, hajmiy tezlik 4s Sanoat sharoitida 360-380 -1 va vodorodli gazni aylanish hajmi xom-ashyoga nisbatan 300 m³m³ da kokslash gazoyli fraksiyasidan (30%) va birlamchi dizel fraksiyasi aralashmasi gidrotozlanganda, katalizator sifatida AKM qo'llanilganda gidrooltingugurtsizlantirish darajasi 95% bosim 8MPa ga ko'tarilganda 98% etadi.

AKM va ANM katalizatorlar gidrotozalanadigan mahsulotni og'ir va engilligiga qarab, 1-2 yildan 5-8 yilgacha ishlatish mumkin. Shu davrda 2-4 marta regeneratsiya qilinishi mumkin. Gidrotozalash katalizatorlarini AQSH va Rossiya firmalari tayyorlab beradi. Masalan, American cyanamid va Harshaue chemical va boshqa firmalar. Katalizatorni gaz-havo ishtirokida regeneratsiya qilish 3-4MPa bosimda 500- S da, gaz tarkibida kislorodning miqdori 2% oshmasligi kerak.

Regeneratsiya 550 100-120s davom etadi. Oxirgi yillarda katalizatorlarni par va havo aralashmasida regeneratsiya qilish S haroratda keng tarqaldi. Regeneratsiya jarayoni qizdirilgan par va havo 500-550 va 0,3MPa bosimda olib boriladi. Quyida par va havo ishtirokida gidrotozalash katalizatorlarini regeneratsiya qilish shemasi keltirilgan. C, 0,3MPa bosimda olib borilib, regeneratsiya Regeneratsiya jarayoni 55550 uchun suv pari zavod tizimidan olinadi. Suv pari va havo 1 pechda isitilib 2 C dan oshmasligi kerak. Koksni yonishi reaktorga beriladi. Reaktorda harorat 550 natijasida hosil bo'lgan SO₂ va suv bug'i 3 quvur orqali atmosferaga tashlanadi. Regeneratsiya 100-120 s davom etadi.

Gidroochistka jarayonining ahamiyati. Oxirgi vaqtda umumiy balansda tarkibida oltingugurt va azot birikmalari ko_p bo_lgan neftlarni qazib olinishining ko_payishi va shuning bilan birga, neftdan olinayotgan mahsulotlarni sifatiga qattiq talab qo_yilishi munosabati bilan va havo flotida reaktiv texnikasining joriy qilinishi gidroochistka jarayonining rivojlantirishni taqozo qildi.

Gidrokreking jarayoni kelgusida katalitik kreking jarayonini o_rnini oladi.

Gidroochistka usuli bilan yog_lar olish jarayon murakkabroq jarayon bo_lishiga qaramay kelgusida rivojlanadi. Bu usulni asosiy ikkita omili bor: a) hozirgi yog_ olish jarayonidagi ishlatilayotgan zaharli fenol moddasi ishlatilmaydi; b) olinayotgan yog_ning miqdori ko_payadi.

Gidroochistka 350-400°S va 3-5 MPa bosimda olib boriladi.

Kerosin va dizel yoqilg_isi fraksiyalarini gidroochistka qilib aromatik uglevodorodlarni to_yintirish lozim bo_lsa, bu jarayon 10-15 MPa bosimda olib boriladi.

Gidroochistka jarayonining boshkariladigan ko_rsatkichlariga xarorat xajmiy tezliki, bosim va 1 m³ hom ashyo hisobidan beriladigan gazni miqdori kabilar kiradi.

Xarorat 330° dan past bo_lsa, hom ashyoning hajmiy tezligi 4-5 ch⁻¹ dan yuqori bo_lsa olingan mahsulotlarning sifati past bo_ladi. Harorat 420°S dan ko_tarilsa kreking reaksiyasi kuchayadi, katalizatorning yuzasiga koks o_tirishi ko_payadi.

Neft moylarini olish bundan 100 yil ilgari, D.I.Mendeleevning rahbarligida amalga oshirildi. Neft distillyatlarini sulfat kislotasi bilan ishlanganda, uning tarkibidan smola va yonboshida kalta parafin zanjiri bo_lgan aromatik uglevodorodlar chiqib ketadi. Keyin ishqor eritmasi yoki maxsus tuproqlar yordami ishlov beriladi.

Benzin va dizel yoqilg_isini oltingugurtli va azotli birkmalardan tozalash - gidroochistka jarayoni alyumokobalt yoki alyumonikelmolibden katalizatorlarini ishtirokida olib boriladi. C-S bog_ining energiyasi 227 kDj/molga, a C-C bog_ining energiyasi 332 kDj/molga teng. Shu sababli C-S bog_i osonroq uzuladi. Bu asosiy reaksiya bilan bir qatorda to_yinmagan birikmalarni to_yinishi, qisman uglevodorod

molekulalarini parchalanishi kabi reaksiyalar sodir bo'ladi. Hidroochistka 350-400°C va 3-5 MPa bosimda olib boriladi. Kerosin va dizel yoqilg'isi fraksiyalarini hidroochistka qilib aromatik uglevodorodlarni to'yintirish lozim bo'lsa, bu jarayon 10-15 MPa bosimda olib boriladi.

Gidrotozalash jarayonining ahamiyati. Oxirgi vaqtda umumiy balansda tarkibida oltingugurt va azot birikmalari ko'p bo'lgani neftlarni qazib olinishi ko'payishi va shuning bilan birga neftdan olinayotgan mahsulotlarni sifatiga qattiq talab qo'yilishi munosabati bilan va xavo flotida reaktiv texnikasini joriy qilinishi gidrotozalash jarayonini rivojlantirishni taqozo qildilar.

Benzin va dizel yoqilg'ilarini gidrotozalash jarayonida xom ashyo oltingugurtli, azotli birikmalar bilan birga kislorod, og'ir metal birikmalari, smolasimon birikmalardan tozaladi. To'yinmagan birikmalar ham to'yinadi. Birinchi navbatda to'yinmagan bog'lari ko'p bo'lgan birikmalar, keyin esa bitta qo'shbog'lilar to'yinadi. Shu bilan birga katalizatorlarni ta'sirida qisman gidrokreking sodir bo'ladi. Gidrotozalash ustanovkalariga yangi katalizatorlar solinganda haroratni 330°C dan boshlanadi. Vaqt o'tishi bilan katalizatorlarni yuzasiga asta-sekin koks o'tira boshlaydi. Shuning xisobiga katalizatorlarni ish me'oni pasayadi. Mahsulotda oltingugurt miqdori ko'payib boradi. Mahsulot sifatini bir xilda bo'lishini ta'minlash uchun haroratni 380-400°C gacha ko'tariladi. So'ngra jarayonni to'xtatib katalizatorni regeneratsiya qilinadi. Gidrotozalash jarayonida haroratni 400°C dan yuqoriga ko'tarilmaydi, sabab parchalanish reaksiyalari kuchayib ketishi mumkin. katalizatorni yuzasidagi koks yondirilgandan keyin jarayon yana odatdagidek 330°C dan boshlab ishlay boshlaydi. Katalizatorni ishlash davri dizel yoqilg'isini tozalash vaqtida 1 yilni tashkil etadi.

Gidrotozalash va vodorod ishtirokida oltingugurtli ajratib olish katalizatorini regeneratsiyasi ikki xil usulda olib boriladi. Katalizator ishlash jarayonida ularning yuzasiga kokssimon moddalar oltingugurtli, azotli birikmalar, smola va metall birikmalari o'tiradi va uni ishlash qobiliyatini vaqtincha pasaytiradi. Katalizatorni ishlash qobiliyatini qayta tiklash uchun regeneratsiya qilinadi, katalizatorni ishlash

davri ko'p omillarga va asosan ishlanadigan xom ashyoning sifatiga bog'liqdir. Odatda o'tirgan koksning miqdori 7-10% mass.ni tashkil etadi.

Gidrotozalash jarayonining sanoatdagi qurilmalari. Gidrotozalash jarayonining sanoatdagi qurilmalari alohida o'z holicha va boshqa qurilmalar bilan birlashtirilgan xolda bo'lishi mumkin. Qo'shma qurilmalarida gidrotozalash dastlabki zveno, oxirgi zveno yoki oraliq zveno bo'lishi mumkin. Birini xolatda misol qilib gidrotozalash bloki bilan ta'minlangan katalitik reforming qurilmasini olsak bo'ladi. Bunda reforming xom ashyosi – benzin fraktsiyasi oldin oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalanib keyin reformingga beriladi. Yana bir misol bu gidrotozalash qurilmasi bilan qo'shilgan katalitik kreking qurilmasidir. Bunda xom ashyo – vakuum gazoyl oldin tozalanib keyin kreking jarayoniga beriladi (43 – 107 turdagi qurilma). Tozalangan vakuum gazoylni kreking jarayoniga berilganda sifatli mahsulotlar olinadi. Aloxida turdagilariga dizel yoqilg'isi fraktsiyasini tozalaydigan qurilmalar kiradi. Bu turdagi qurilmalarning yana bir xilida dizel yoqilg'isini oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalash va to'yinmagan uglevodorodlarni gidrogenlash bilan birga ikki xalqali aromatik uglevodorodlarni qisman to'yintiriladi. Bu xildagi qurilmalarning birinchisida dizel yoqilg'isi tarkibidagi oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalanadi. To'yinmagan va smolasimon birikmalar vodorod bilan to'yinadi. dizel yoqilg'isini sifati yaxshilanadi, rangi tozalanadi. Ikkinchisida esa ikki xalqali aromatik uglevodorodlarning bir qismi to'yinib naftenlarga o'tishi natijasida yoqilg'ini tsetan soni ko'tariladi. Bug' qozonlariga yoqilg'i sifatida ishlatiladigan mazutni ham vodorod ishtirokida oltingugurtli ajratib olish jarayoniga berilib, uning tarkibidagi oltingugurtli birikmalarni kamaytirib, so'ngra yoqilg'i sifatida ishlatish tavsiya etiladi. Katalitik reforming qurilmasida ishlaydigan gidrotozalash blokida bitta reaktor bor, qolgan qurilmalar parallel ishlaydigan ikkita aloxida blokdan iborat. Har bir blok bitta trubchatiy pech va ketma-ket ishlaydigan ikkita reaktor va boshqa apparatlardan iborat. Bu bloklarda bir vaqtda ikki xil xom ashyoni tozalash mumkin.

Aylanib yuruvchi vodorodli gazni vodorodsul'fidi gazidan monoetanolamin (MEA) yordamida tozalaydigan moslama va to'yingan monoetanolaminni regeneratsiya

qiladigan moslamalar ikkala blok uchun bitta bo'ladi. Odatda dizel yoqilg'isi fraktsiyasini ikkita ketmaket ishlaydigan reaktorli blokda tozalanadi. Qurilmalarning ikkichi turi bor. Bu qurilmalar ham ikkita blokdan iborat. Faqat xar bir blokda ketmaket ishlaydigan uchta reaktor bor. Boshqa apparatlar yuqorida qayd etilgan qurilmanikidan farq etmaydi. Nisbatan og'irroq fraktsiya, masalan, vakuum gazoylni tarkibida oltingugurtli birikmalarni miqdori ko'proq bo'lgani uchun, bu xildagi xom ashyoni uchta reaktorli qurilmalarda tozalash tavsiya etiladi. Yuqorida qayd etilgan sanoat qurilmalarining hammasi bir xil uslubda ishlaydi. Quyida biz dizel yoqilg'isini gidrotozalash qilish jarayonining sanoatdagi qurilmasi bilan tanishib chiqamiz. Bu qurilmada xom ashyo sifatida oltingugurtli neftdan yoki gaz kondensatidan olingan dizel yoqilg'isi fraktsiyasi tozalanadi. Ba'zan neftning og'ir fraktsiyalarini ikkilamchi jarayondaqayta ishlangandan hosil bo'lgan dizel yoqilg'isi fraktsiyalari bilan aralashtirib turiladi.

Quyidagi ikki xil neftdan olingan dizel yoqilg'isi fraktsiyasi gidrotozalash etilgandagi o'rtacha material balansi keltiriladi. Birinchi neftda oltingugurtli birikmalarning miqdori 0,7% mass. (fraktsiya 1), ikkinchisida 2,4% mass. (fraktsiya

2): Qurilmaga kelgan % mass 1 fraktsiya 2 fraktsiya Dizel yoqilg'isi 100 100

Vodorodli gaz 100% 0,4 0,47 Vodorod gazi xisobida yig'indisi: 100,4 100,47

Gidrotozalash qilinga dizel yoqilg'isi 96,00 95,00 Vodorod sul'fid gazi 0,65 2,10

Uglevodorod gazlari 0,75 0,67 Xaydab olingan yengil fraktsiyasi 2,00 1,70

Yo'qolgan qismi 1,00 1,00 Yig'indisi: 100,40 100,47 Bu turdagi qurilmalarda 1 t xom

ashyoni gidrotozalash qilish uchun sarf etiladigan ko'rsatgichlar: Suv bug'i, kg 60,6

Elektr energiyasi, MDj 54,8 Suv, m³ 8,0 Yoqilg'i (mazut), kg 14,0 Gaz, m³ 7,5

Yuqorida aytib o'tganimizdek nisbatan og'ir xom ashyo vakuum gazoylni katalitik jarayoniga berishdan oldin shu turdagi qurilmalarda gidrotozalash qilinadi. Farqi xom ashyo og'ir bo'lganligi sababli unda oltingugurtli va azotli birikmalarning miqdori ko'proq, tarkibida yana metallar bo'lganligi sababli, katalizatorning aktiv markazlarni zaxarlaydi. Masalan, tarkibida 3-3,5% massali oltingugurtli birikmasi bo'lgan neftni

yoqilg'i – yoqilg'i sxemasi bilan ishlaydigan zavodning AVT qurilmasidan olingan vakuum gazoylni xarakteristikasi quyidagicha: Zichligi 0,691 Fraktsion tarkibi,

3000C gacha 2

3500C gacha 22

4500C gacha 96 chiqindilarning
miqdori, % mass.

oltingugurt 2,7 azot

.....0,038 nikel

.....0,36·10⁻⁴

vanadiy 1,12·10⁻

4

Bu xildagi xom ashyo katalitik kreking jarayoniga berishdan ilgari ketma-ket ishlaydigan uchta reaktorli qurilmada alyumokobal'tmolibden katalizatorida tozalangan. Xom ashyoni reaktorga kirishidagi bosim 3,5 MPa, aylanib yuruvchi vodorodli gazning xom ashyoning 1 m³ xajmiga nisbati 400-600 m³ /m³ . Dastlabki temperatura 3500S ga teng, bir yarim uzluksiz ishlash davomida temperatura 385-3900S gacha ko'tarilgan: 1 t xom ashyoni tozalash uchun 0,54-0,64% mass. yoki 6080 m³ vodorod gazi sarflangan gidrogenizatda oltingugurtning miqdori 0,4-0,6% mass. gacha kamaygan: azotli birikmalar kam tozalangan metallarning 60-70% tozalangan. Piroliz jarayoni smolasining benzin fraktsiyasini alohida usul bilan tozalanadi. Bu fraktsiyaning kimyoviy tarkibi 60 – 65% aromatik uglevodorodlardan, qolgan to'yinmagan uglevodorodlardan iborat. Agar pirolizdan olingan benzin fraktsiyasini avtomobil benziniga qo'shib ishlatadigan bo'lsa, u vaqtda bu fraktsiyani bir bosqichda gidrotozalash qilinadi. Bunda zanjirda ikkita qo'shbog'i bo'lganalanlarni bitta qo'shbog'i to'yintiriladi xolos. Sababi, birinchidan – ikkita qo'shbog'li uglevodorodlar vaqt o'tishi bilan polimerlanib smolasimon modda hosil qiladilar, shu bilan birga ular oksidlanadilar. Natijada benzin fraktsiyasini sifati pasayadi. Bitta qo'shbog'li uglevodorodlar nisbatan turg'unroqdirlar, shu bilan birga ular benzinni oktan sonini o'tiradilar. Katalizator sifatida palladiy sul'fidi ishlatiladi. Bu katalizator oltingugurtli,

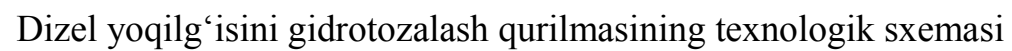
azotli birikmalariga yaxshigina chidamlidir, yuqori faollik bilan ishlaydi. Hidrotozalashni 2 – 2,5 MPa bosimda xom ashyoni xajmiy tezligi 1,4-2,5 s⁻¹ va 1 m³ xom ashyoga nisbatan 100 m³ . Dizel yoqilg'isini gidrotozalash etadigan L-24 – 7 qurilmasining bitta blokini texnologik sxema. Vodorodli gaz aylanib turadi. Xom ashyo va gazlarning reaktorga kirish vaqtida temperaturasi 60-750C, reaktordan chiqaytganda 170-1950C gacha ko'tariladi.

Qo'shbog'lar to'yinishi issiq ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladi. Agarda benzin fraktsiyasidan aromatik uglevodorodlar olinadigan bo'lsa u vaqtda ikki bosqichda gidrotozalash qilinadi. Bunda hamma to'yinmagan birikmalar gidrogenlanadi.

№	Ko_rsatkichlar	Benzin fraksiyasi	Kerosin fraksiyasi	Dizel yoqilg'isi distillyatlari
1	Katalizatorlar	Al – Co – Mo Al – Ni – Mo	Al – Co – Mo Al – Ni – Mo	Al – Co – Mo Al – Ni – Mo
2	Temperatura, °C	380 – 420	350 – 360	350 – 440
3	Bosim, MPa	2.5 – 5.0	7,0	3,0 – 4,0
4	Xomashyoni uzatish xajmiy tezligi, soat ⁻¹	1 – 5	5 – 10	4 – 6
5	Vodorod saqlovchi gazning sirkulyasii karrasi, m ³ /m ³ xomashyo	100 – 600	300 – 400	300 – 400

Gidroochistka jarayonining ahamiyati.

Oxirgi vaqtda umumiy balansda tarkibida oltingugurt va azot birikmalari ko_p bo_lgan neftlarni qazib olinishining ko_payishi va shuning bilan birga, neftdan olinayotgan mahsulotlarni sifatiga qattiq talab qo_yilishi munosabati bilan va havo flotida reaktiv texnikasining joriy qilinishi gidroochistka jarayonining rivojlantirishni taqozo qildi.



Dizel yoqilgʻisini gidrotozalash qurilmasining texnologik sxemasi

1,15,19,21-nasoslar; 2-quvurli pech, 3-reaktor, 4,5,6,10-issiqlik almashtirgichlar, 7,12,14-havoli sovutish jihozlar,
8suvli sovutgich, 9,13,17,20-separatorlar, 16-markazdan qochma kompressor,
11-barqarorlashtiruvchi kalonna, 18,22-absorberlar

КАТАЛИЗНИНГ АСОСИЙ НАЗАРИЯЛАРИ. КИМЁВИЙ АДСОРБЦИЯ

15-МАЪРУЗА.

А.А. БАЛАНДИННИНГ МУЛЬТИПЛЕТ НАЗАРИЯСИ РЕЖА:

1. Катализда фаол марказ тушунчаси.
2. Катализ мультиплет назариясини асосий қоидалари.
3. Геометрик мувофиқлик принципи. 4. Энергиявий мувофиқлик (мос келиш).

Актив марказларни табиатини ўрганиш, ўтар ҳолат назариясини катализга тадбиқ этиш, юзада ҳосил бўлган органик бирикмаларнинг табиатини ва уларнинг ҳосил бўлиш механизмини ўрганиш, катализнинг кўпгина ҳодисаларини тушунишга ёрдам беради. Юзада икки ўлчамда борадиган реакцияларнинг йўналишига, сайлаш хусусиятига ва бошқа факторларга актив марказларнинг табиати, сони ва активлигидан ташқари, бир-бирига нисбатан қандай жойлашганлиги ҳам таъсир қилса керак. Бу мулоҳазаларнинг дастлаб А.А. Баландин эътиборга олиб, ўзининг мультиплет назариясида бу масалани ёритди.

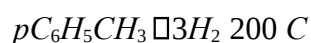
Мультиплет назариясига кўра адсорбцион актив марказ билан каталитик актив марказ бир хил эмас. Адсорбцион актив марказларни маълум сондаги гуруҳи каталитик марказларни ҳосил қилади. Актив марказлар юзада тартибсиз эмас, балки геометрик жиҳатдан маълум тартибда жойлашган бўлади. Тартибли бундай жойлашиш кристалл панжарада акс этади. Катализатор юзасида реакцияга киришувчи модданинг молекуласи биргина актив марказ билан эмас, балки, икки (дуپлет), уч (триплет) ва умуман бир қанча (мультиплет) марказлар томонидан тортилиши мумкин.

Pt ёки Pd (кўмир) Ni

/C,пензо,асбест

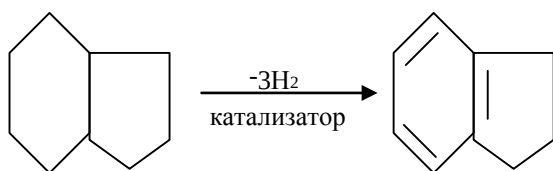


ёки $C_6H_{11}CH_3$ $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ Pd,катализатор



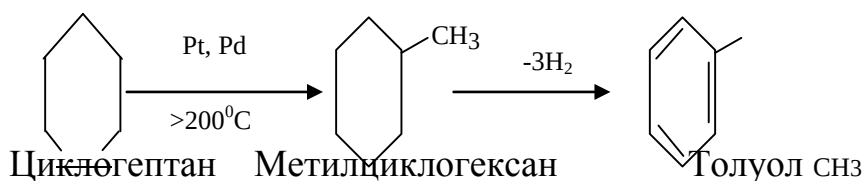
метилгексан

толуол



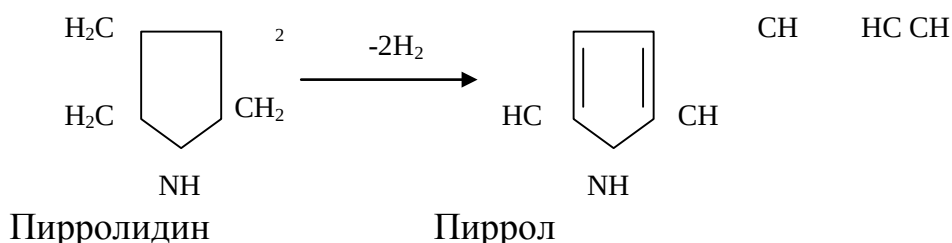
Гидроиндолнинг фақат олти ҳалқали ядроси дегидрогенланади.

Зелинский ва Турова – Поляклар ишида ҳам буларни, цикло-парафинларни дегидрогенлаш қуйидагича кўрсатилган.



Бу қонуният фақатгина углерод атоми бор, ҳалқали парафин бирикмаларгагина хосдир.

Юрьев ва Зелинскийлар гетероциклларни дегидрогенлаш мумкинлигини кўрсатиб ўтдилар. Масалан.



Агар реакцияга киришувчи модда молекуласи биргина актив марказга тортилса (битта актив марказ таъсирида бўлса), у жуда кам деформацияланиши ва натижада реакцияга киришмаслиги ҳам мумкин, аксинча реакцияга киришувчи модданинг молекуласи бир вақтни ўзида икки ёки бир қанча актив марказларнинг майдони таъсирида бўлса, адсорбланган молекула кучли деформацияланади ва молекуланинг бу актив марказларига тортилиш кучи ундаги боғлар кучидан ортиқ бўлиб, молекула адсорбцияланади.

10.1. Катализни мультиплет назариясининг асосий қоидалари

1. Каталитик ва адсорбцион актив марказларнинг тушунчалари бир хил ёки умумий эмас.

2. Реагент молекулалари бир қанча адсорбцион актив марказларга, бир нечтаси бўлак-бўлак қисмларга бўлиниб адсорбцияланади, бунинг натижасида боғлар (молекуладаги) бўшашиб, ушбу ораликда қайта тақсимланади (тартибли жойлашиши).

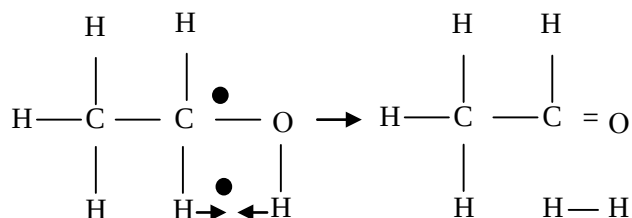
3. Реагент атомлари ва катализатор молекулалари каталитик актив марказлар ва адсорбцион актив марказларга геометрик жойланиши билан бир тўпламга мос келади. Шундай қилиб, актив марказнинг геометрик тузилиши реакцияга киришаётган молекулага тўғридан-тўғри мос келади, бу назарияни геометрик ўхшашлиги билан ҳарактерланади (актив марказ ва катализатор молекуласини). Турли реакцияларда адсорбцияланган марказлар (молекулалар) сони актив катализатор марказларига тенг бўлиб, 2-дуплет, 4 – квадруплет, 6 – секстет ва умуман мультиплет деб номланади.

10.2. Геометрик мувофиқлик принципи

Катализ жараёни содир бўлиши учун реагентлар молекуласининг тузилиши билан актив марказларнинг тузилиши орасида маълум геометрик мувофиқлик (мослашув) бўлиши керак. Масалан, H_2 молекуласини деформацияланиши ёки диссоцияланиши учун Н-Н атомлар икки актив марказга тортилиши, бунинг учун эса актив марказлар орасидаги масофа Н-Н боғ узунлигига тахминан тенг бўлиши керак. Агар шундай бўлмаса, водород атомлари икки актив марказ таъсирида бўлмайди. Айрим мисолларни кўриб чиқамиз.

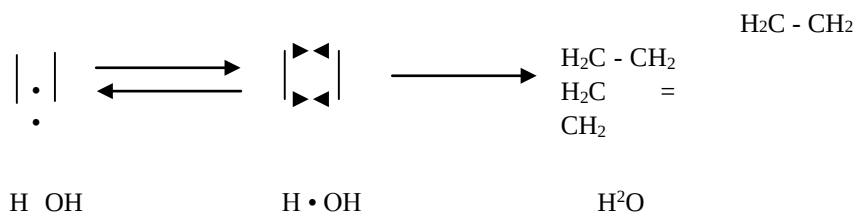
Этил спирти, бу назарияга мувофиқ дублет орқали дегидрогенланади. Катализаторнинг маълум актив марказларига водород ионлари, бошқа хил катализатор марказларига, С ва О атомлари, тортилади. Бунинг натижасида С-Н ва О-Н боғлар узилиб, Н-Н ва С-О боғлар ҳосил бўлади, охирги маҳсулот эса, сирка альдегиди ва водород бўлади.

Агар атомлар оралиғидаги масофа дублетлари бошқача бўлса, унда Н ва О атомлари катализаторнинг бир актив марказига, С атомлари – бошқасига тортилади, оқибатда этилен ва сув ҳосил бўлади.

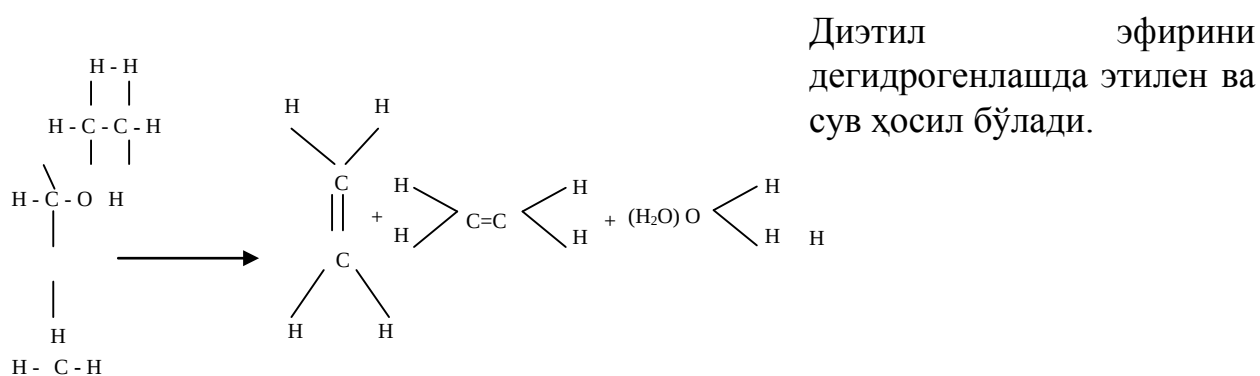


Сирка
альд деги

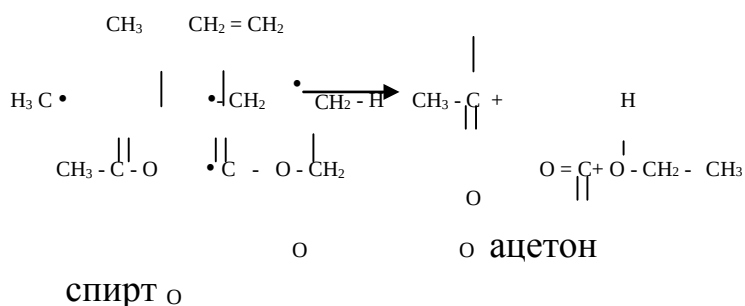
□ -катализаторни адсорбцион марказлари (актив марказлар)



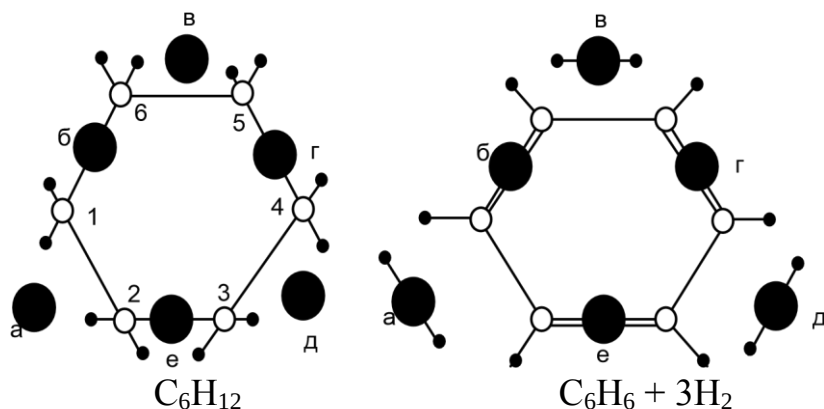
Актив марказлар тузилиши билан реагент молекулалари тузилиши орасида юқорида айтилган геометрик мувофиқлик бўлса, дастлаб реагент катализатор билан мультиплет комплекс ҳосил қилади. Натижада боғлар янгидан тақсимланиб маҳсулот ҳосил бўлади, бу комплекс ўтар ҳолат назариясидаги актив комплекс эмас. Катализ жараёни бориши учун бу комплекс бошқача йўналиш билан парчаланиши ва ҳосил бўлган маҳсулот десорбланиши керак. Актив марказларнинг жойлашиши кристалл панжарани акс эттиргани сабабли, металлларни катализаторлик хоссаси кристаллларни шаклига боғлиқ, бўлади. Шунга мувофиқ гидрогонлаш реакциялари учун текис марказлашган кублар ёки гексоганал панжарали ва атомлар орасидаги масофа $2,8 \text{ \AA} - 2,47 \text{ \AA}$ бўлган металлларгина, катализатор бўла олиши аниқланган. Бундай металллар: Ni, Co, Fe, Cu, Ru, Rh, Pd, Ir, Os бўлиб, уларнинг юзаларида актив марказлар квадратлар ёки тенг ёнли уч бурчак тўр шаклида жойлашади. Шундай қилиб, ҳамма металллар ҳам катализатор ролини бажаравермайди, атомлар марказини оралиғи $2,77 \frac{3}{4} 10^{-8} \text{ см}$ ($2,77 \text{ \AA}$ (Pt)) дан $2,48 \square 10^{-8} \text{ см}$ ($2,48 \text{ \AA}$) Ni гача бўлганларигина актив катализатор ҳисобланади. Масалан, Pd – $2,74 \square 10^{-8} \text{ см}$, (Ir иридий) $2,70 \square 10^{-8} \text{ см}$, (Rh родий) $2,68 \square 10^{-8} \text{ см}$, (Cu) $2,56 \square 10^{-8} \text{ см}$ Ni, Co, Fe, Cu, Ru рутений, Rh родий, Pd палладий, Ir иридий Os осмий, кристаллографик ўхшаш металллар (Th торий) $3,60 \square 10^{-8} \text{ см}$ (Pb кўрғошин) $3,50 \square 10^{-8} \text{ см}$, Au ва Ag ($2,88 \square 10^{-8} \text{ см}$) циклопарафинларни дегидрирлаш жараёнига таъсир этмайди.



Ацетонни сиркали эфирининг каталитик парчаланиши квадруплет орқали амалга ошади ва ацетон, этилен, спирт ва CO_2 ҳосил бўлади.



Геометрик мос келиш қойдасининг энг қизиқарли натижалари циклопарафинларни дегидрирлашда намоён бўлади. Балладинни эътироф қилишича, дегидрирлашда қўлланилаётган металл катализаторлари (платина) гексагонал ва қиррали марказга интилувчан (гранецентрирование) ёки чегарадан марказга интилувчан панжараларда кристалланади.

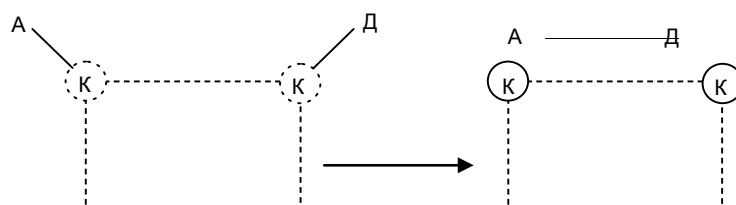


Масалан; циклогексанни дегидрирланишини катализаторни секстет марказларида октаэдрик жойлашиши (чегараланиши) билан амалга ошади. $\text{C} - \text{C} = 1,53 \cdot 10^{-8} \text{ см} (1,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}) = 1,53 \text{ \AA}$.

- - C – атоми
- - H атоми C – H 6 та боғ ўрнига, C = H боғдан 3 та ва H – H боғидан ҳам учта ҳосил бўлади.
- - Pt атоми

6 - Жадвал

Айрим металлларни активланиш энергияси ва кристалл турдаги атомлараро масофалари



Металлар	Атомлараро масофа, $10^{-8}\text{см} (\text{\AA})$	Циклогексанни дегидрогенлашда активланиш энергияси, кал/моль
Pt	2.77	18000
Pd	2.74	15300
Ni	2.48	9700

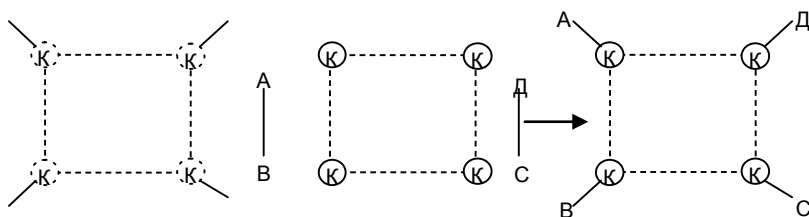
Поляни гетероген катализни шундай изоҳлайди.
катализатор



Унга кўра катализатор юзасида тўртта атом мавжуд бўлиб, битта эркин (озод) валентликка эгадир.

Биринчи босқич.

Реагентларни адсорбланиши.



Иккинчи босқич.

Боғларни қайта тақсимланиши, маҳсулотни ҳосил бўлиши ва уни десорбцияланиши.

Поляни бўйича квадруплет марказлар орқали реакция амалга ошади. Бу дегани катализатор бир валентли бўлиши шарт эмас. Масалан: адсорбцияланган Pt / ёювчи $5d^9 \square 6s^1$.

Поляни чизмасига кўра катализатор атом сонини актив марказга боғлиқ бўлмай, катализатор юзасидаги валентлик сонига ва атомлар оралиғини яқинлашиш даражасига боғлиқдир. Бунда оралиқ моддалар ҳосил бўлишига

эришилади. Мультиплет назарияси —сайлаш|| моҳиятини яхши тушунтириб берди. Бу назария активланиш ва захарланиш сабабларини қуйидагича тушунтиради. Катализатор захарланганда айрим актив марказлар ишдан чиқишга сабаб, актив марказлар орасидаги масофани бузилиши натижасида реакциянинг тезлиги камайиши ёки реакциянинг тўхташидир.Промотрли ва аралаш катализаторларда, эса реакциянинг боришини осонлаштирувчи янги актив марказлар вужудга келади.

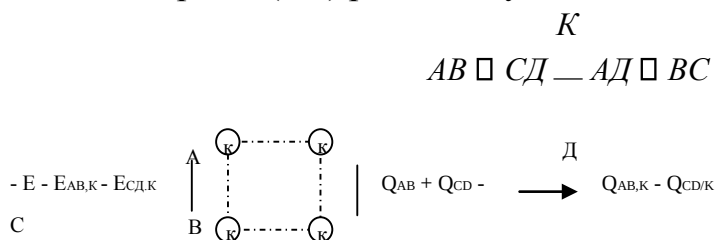
10.3. Энергиявий мувофиқлик (мос келиш).

Юзада борадиган реакциянинг механизмига актив марказларни юзадаги геометрияси (жойланиши) билан бир қаторда, уларнинг энергияси ҳам таъсир қилиши аниқланган.

Мультиплет комплексини ҳосил бўлишига ҳам, ажралишига ҳам энергия сарф бўлади. Баландин фикрича кимёвий жараён жуда тез боради, дастлабки моддаларни адсорбланиши ва реакция маҳсулотларини десорбланиши секин боради. Демак жараёни тезлиги ва активланиш энергияси адсорбланишдесорбланиш жараёнини бориш тезлигига, бу жараёнларни содир бўлгандаги энергияни ўзгаришига боғлиқ.

Реакция боришига кўра иссиқлик чиқиши билан (-Q) экзотермик дейилади.

Ютилса, эндотермик (+Q) реакция бўлади.



Баландин томонидан —Энергиявий мувозанат|| тамойилини киритди.

Бу вақтда реакцияга киришаётган моддаларнинг молекуласи билан катализаторнинг актив марказлари ўзаро мультиплет комплекслар ҳосил қилади ва бунда энергия ажралади (-Q), шунингдек ҳосил бўлиш учун (янги молекула) энергия сарфланади (+Q).

$$(\square Q_{AB} \square Q_{CD})(Q_{AK}, Q_{BK}, Q_{CK}, Q_{DK})$$

$$AB+K = AK+BC$$

$$DC+K = DK+CK \text{ Бу}$$

реакцияни иссиқлик энергияси.

$$E_1 = - Q_{AB} - Q_{CD} + (Q_{AK} + Q_{BK} + Q_{CK} + Q_{DK}) = - Q_{AB} - Q_{CD} - q$$

$$(Q_{AK} + Q_{BK} + Q_{CK} + Q_{DK}) = q$$

$$AK + DK = AD + K$$

$$BK + CK = BC + K$$

Шундай қилиб, оралиқ мультиплет комплексини парчаланиш иссиқлиги қуйидагига тенг.

$$E_2 = Q_{AD} + Q_{BC} - (Q_{AK} + Q_{BK} + Q_{CK} + Q_{DK}) = Q_{AD} + Q_{BC} + q$$

бундан

$$E = E_1 + E_2 = -Q_{AB} - Q_{CD} + Q_{AD} + Q_{BC} \text{ Экзотермик}$$

реакциялар учун (Q-) $Q_{AB} + Q_{CD} < Q_{AD} + Q_{BC}$

Эндотермик реакциялар учун (Q+) $Q_{AB} + Q_{CD} > Q_{AD} + Q_{BC}$

Агар дастлабки моддалар актив марказларга кучли тортилса, яъни дастлабки моддалар билан актив марказ ўртасидаги боғланиш энергияси катта бўлса, адсорбция осонлашади, лекин десорбция қийинлашади. Шунга кўра энергия маълум оптимумда бўлиши керак.

16- МАЪРУЗА.

Н. И. КОБОЗЕВНИНГ АНСАМБЛЛАР НАЗАРИЯСИ РЕЖА:

1. Катализатор юзасидаги актив марказларни жойлашиши.
2. Катализнинг электрон назарияси.

Н. И. Кобозев фикрича, актив марказларнинг табиатини кристалл ҳолат билан боғлаш, катализнинг асосий турларини бўлиши гамоген, гетероген ва микрогетероген (коллоид, фермент), катализаторларни бир нуқтаи назардан қараб изоҳлашга имкон бермайди ва бу катализни умумий назариясини яратишга тўсқинлик қилади. Демак, актив марказларнинг табиатини кристалл ҳолат билан боғлаш нотўғри. Бу назарияга кўра, актив марказлар маълум миқдордаги бир қанча атомлар ансамблидан иборат бўлади. Ансамбль бир хил атомлардан (фақат катализатор атомларидан) ёки ҳар хил атомлардан иборат бўлиши мумкин. У аморф ҳолатда, яъни кристалланиш олди ҳолатида бўлади.

Бундай актив марказлар, юзанинг маълум жойига адсорбция кучи билан боғланади.

Аморф ҳолатдаги ансамблларга нисбатан олганда кристалл фаза ёювчи вазифасини ўтайди. Кристалл фаза, ҳар қандай реал юза сингари, живр-живр (мозаик) тузилишга эга бўлади. Унинг юзаси айрим катакчалардан тузилган бўлиб, бу катакчалар силжиш (миграция) катакчаси ёки силжиш соҳаси деб аталади. Катакчалар бир-биридан геометрик ва энергетик ғоваклар билан тўсилган. Шунинг учун маълум температурада атомларнинг гуруҳи, маълум катакча ичидагина силжиб юради, қўшни катакчага ўта олмайди.

Бу назарияни математик ифодасидан A ва Π маълум бўлса, актив марказларни ҳосил қилган атомларнинг сонини маълум температурадаги

силжиш соҳаларининг ўртача юзасини, бир актив марказнинг каталитик активлигини ва силжиш соҳаларининг умумий сонини ҳисоблаб топиш мумкин.

а) ёювчи юзасидаги актив атоларни б) ансамблдаги актив атомларни
жойлашиш манзараси – мозаик ассоцацияланиши ∴

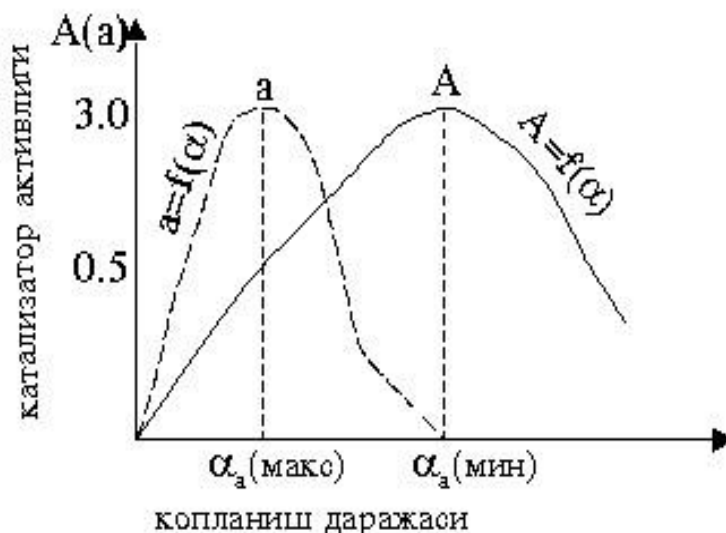
13-расм. Кобозевнинг ансамбллари.

Ёювчидаги (ташувчидаги) катализаторнинг миқдори, одатда, унинг ёювчини қоплаш даражаси ($\square$) билан ифодаланади. Ёювчига сочилган катализаторнинг солиштирма активлиги (a), умумий активлик (A) нинг қоплаш

$\bar{A}$ бу миқдор жуда кичик бўлганда, даражасига ($\square$) бўлган нисбатига тенг, $a \square$;

$\square$

яъни унинг ёювчи юзасига жуда кам миқдорда катализатор сочилгандаги қиймати, катализаторнинг суюлтирилган қатлами дейилади.



14-расм. Каталитик активликнинг ёювчидаги катализатор миқдorigа экстримал боғлиқлик графиги.

A – умумий каталитик активлик

a – солиштирма активлик $\square$ –

қоплаш даражаси $n \square 2$ (n – заррачалар сони).

Катализаторнинг жуда суюлтирилган қатламида олиб борилган тажрибалар каталитик активликнинг умумий (A) ва солиштирма (a) активлигининг сочилган катализатор миқдorigа экстеримал боғланганлигини (эгри чизиқнинг максимум ёки минимумдан ўтишини) кўрсатади. Бу графикда ординаталар ўқига

катализаторнинг активлиги, абцисса ўқиға эса қопланиш даражаси қўйилган. Чизмадан кўринадики, катализаторни қопланиши маълум даражасида максимум қийматиға эға бўлади ва бу максимум жуда кучли суюлтиришда (одатда, $\alpha = 0,01-0,001$ да) намоён бўлади. Бу тажриба натижаларига асосланиб Кобозев 1936 йилда ўзининг актив ансамбллар назариясини яратди. Бу назария катализ жараёнида кўтарилган кўпгина фикрларни сабабини тушунтириб берди, лекин бу назария ҳозиргача такомиллаштирилмоқда.

14-расмдаги $\alpha_{a \max}$ ва $\alpha_{A \max}$, A ва a ларнинг функциясини ечилишини топиб (максимум ва минимумларни умумлаштириб) қуйидаги тенгламани ёзамиз.

$$\alpha_{A \max} = \frac{n}{p}; \quad \alpha_{a \max} = \frac{n-1}{p}$$

p – ячейкани ўртача ўлчами; n – атомлар сони.

$$n = \frac{\alpha_{A \max}}{\alpha_{a \max}}; \quad p = \frac{1}{\alpha_{A \max} - \alpha_{a \max}};$$

Умумий активлик $A = r \cdot a$ r – бир ансамблни активлиги, $r = \frac{A}{a}$
 a – тўлиқ ячейкалар сони.

Катализаторнинг активлиги тўлиқ ячейкаларнинг сонига боғлиқликни кўрсатади. Назарияни математик ифодасига мувофиқ катализатордаги актив марказ (маълум n сондаги атомлардан иборат ансамбль учун) $A/A_{\max}$, $a/a_{\max}$ нинг α га қараб ўзгариши катализаторнинг турига, реакцияни хилига, ёювчига, муҳитга, температурага ва бошқа факторларга боғлиқ бўлмайди. Бир эгри чизик бу ҳолатларнинг ҳаммасини ўз ичига олади. Ўтказилган тажриба ва кўпгина каталитик жараёнлар назарияни бу хулосасини тасдиқлайди. Бу назарияга мувофиқ, катализаторнинг активлиги, силжиши, катакчаларнинг катталиги 1г катализатордаги (ёки юза бирлигидаги) силжиш катакчаларининг сонига боғлиқ. Шунинг учун актив катализатор тайёрлаш учун силжиш катакчаларини сонини ошириш, масалан, микроғоваклар ва микроёриқларни бузиш йўли билан эришиш мумкин, металл ёювчиларда силжиш катакчаларнинг юзаси металл оксиди (ғовак) ёювчилардаги силжиш катакчаларга нисбатан анча кичик. Бинобарин, металл ёювчида силжиш катакчаларининг сони, оксидли ғовак ёювчилардагига қараганда кўп бўлади, бу назарияга мувофиқ, металл катализатор актив ва заҳарланишга чидамли бўлади. $a_M = a_0 \cdot e^{3M}$

$a_M = M$ молекула оғирлигидаги катализатор активлиги.

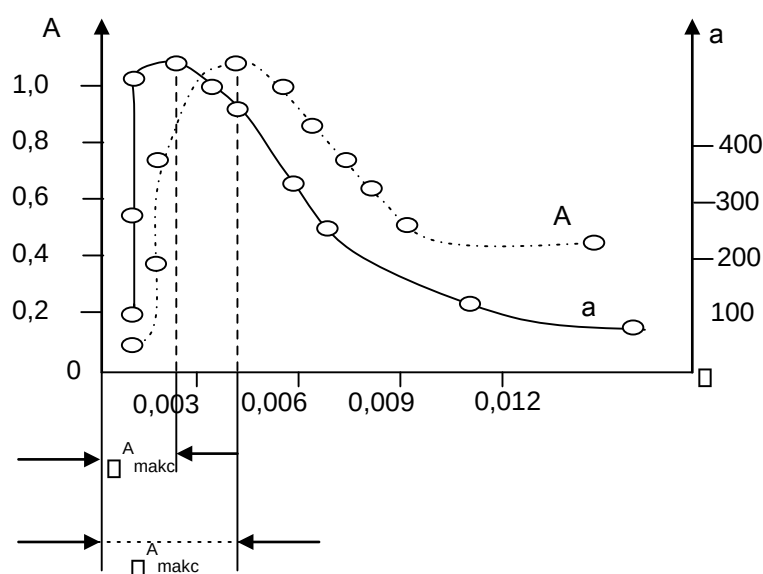
a_0 – энг кичик молекула оғирлигига эга бўлган катализаторнинг бирлиги деб қабул қилинган солиштирма активлиги.

Катализаторлар қатори учун тааллуқли:

$$K_M = K_0 \cdot e^{3M} K_M$$

ва K_0 – тезлик константаси.

Катализаторнинг молекула оғирлиги ошиши билан каталитик активлик экспоненциал равишда ошади.



15-расм. Fe_3/Al_2O_3 катализатордаги қопланиш даражасини актив ансамбллари кўриниши

Катализаторни актив заррачалари реакцияга кириши учун 2 асосий сабаби бор.

1) Ион ёки атомларнинг ёювчи заррачалари билан ўзаро таъсири – адсорбцияланиши.

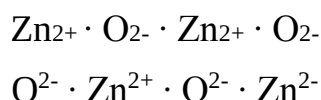
2) Катализатор заррачаларини ўзаро таъсири натижасида – актив ансамбллари ҳосил бўлиши. Бу ҳодиса бир – бирига мутлақо боғлиқ бўлмаслиги мумкин.

11.1. Катализнинг электрон назарияси

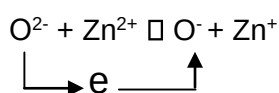
Бу назария С.З. Рогинский ва Ф.Ф. Волькенштейн томонидан ишлаб чиқилиб, бунда кўпгина ярим ўтказгичларни (В, С, Si, Se, Те, Cs, CoO, ZnO,

V₂O₅) катализатор сифатида ишлатилиши кўрсатилган. Бу назария асосан шу хил катализаторларга тегишли. Электрон назария 1948 йилда яратилган бўлса ҳам, ҳали такомиллаштириш ва мукаммаллаштириш даврини кечираяпти. Бу назария тўғрисидаги қисқа ва соддалаштирилган тасаввур қуйидагича:

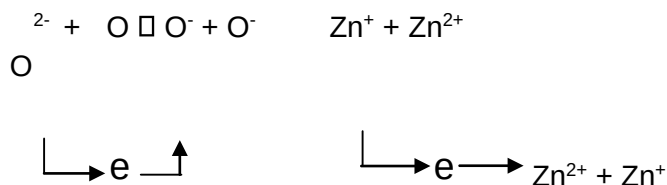
Идиш девори ZnO билан қопланган бўлса, ZnO кристалл ва Zn²⁺ ва O²⁻ ионлардан ташкил топган бўлиб, улар бир юза бўйлаб жойлашган деб фараз қилайлик:



Иссиқлик ҳаракати таъсирида ёки квант энергиясини ютиш натижасида O²⁻ дан битта электрон Zn²⁺ га эндотермик равишда ўтиши мумкин (+Q),

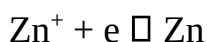


натижада 2 ион–радикал O⁻ ва Zn⁺ ҳосил бўлади, яъни юзада эркин валентлик ҳосил бўлади. Қуйидагича электрон алмашиниш натижасида эркин валентлик кристалл



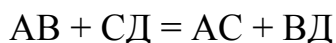
юзаси бўйича силжиши мумкин. Ион кристаллида эркин валентлик стехиометрик таркиб бузилганда ёки жуда оз миқдорда аралашма мавжудлигида ҳам намоён бўлади. Масалан, ZnO кристаллида бир оз рух атоми аралашмаси мавжуд бўлса, иссиқлик ҳаракати натижасида рух атоми диссоцияланади.

$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^+ + e$ ҳосил бўлган электрон бир иондан иккинчи ионга ўтиб туради.



Шундай қилиб, Zn⁺ кристалл панжаранинг бўғинлари бўйлаб ҳаракат қилади. Бу жараёнлар натижасида ҳам юзада эркин валентлик пайдо бўлади, у дастлабки моддаларнинг (реагент) кристалл юзасига адсорбланишга олиб келади. Агар бундай юзага бирор атом яқинлашса, у юза билан уч хил боғланиб, кимёвий адсорбланиши мумкин: а) бир электрон орқали кучсиз, гомополяр боғланиш. б) икки электрон орқали боғланиш, яъни ковалент боғланиш – мустаҳкам гомополяр боғланиш ва в) ион боғланиш.

Катализда кучсиз боғланиш – кучсиз гомополяр боғланиш катта роль ўйнайди. Фараз қилайлик қуйидаги реакция бораётган бўлсин.



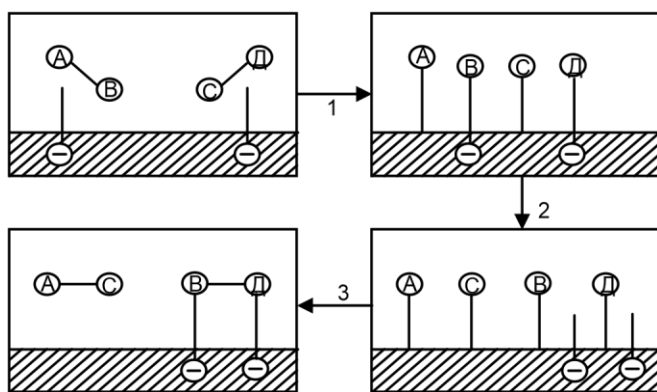
Бу реакциянинг бориши қуйидаги чизмада тасвирланган.

1. Реакцияга киришаётган моддалар кристалл юзасидаги эркин валентлар билан «кучсиз» А ва С ҳамда «мустаҳкам» В ва Д юзада адсорбланган юза радикаллари ҳосил қилади.

2. «Мустаҳкам» боғланишлар «кучсиз» боғланишларга айланади.

3. «Кучсиз» боғланган радикаллар маҳсулот молекулаларини ҳосил қилиб, юзадан десорбланади (чиқади).

4.



Бу назарияга кўра катализатор юзасидаги атомлар ўз энергияси билан фарқ қилади, яъни улар ҳар хил қийматга эга бўлади. Шунинг учун бу назария энергетик назария деб аталади. Катализатор ичидаги атомларни бошқа атомлар билан бир текис қуршаб олганлиги учун уларни валентликлари тўйинган, юзадаги атомларни валентликлари эса тўйинмаган бўлади. Шу сабабли уларда ортиқча эркин энергия бўлади. Юзадаги атом, юзани қаерида туришига қараб, уларни энергияси турлича бўлиб, улар кристаллнинг қирраларида жойлашган, атомларни валентликларидан кўра камроқ тўйинган бўлади. Ҳақиқатдан ҳам кристалл қирраларининг адсорбцияланиш даражаси, текис юзалариникига қараганда кучлироқ бўлади.

Катализатор (адсорбент) юзасини бир хил бўлмаслигини адсорбцияланиш бутун юза бўйлаб эмас, фақат актив марказларда боришини Ленгмюр ўз назариясида кўрсатиб ўтган эди.

Катализаторни заҳарлаш учун жуда кам миқдордаги заҳарни кифоя қилиши ва қулай заҳарланиш ҳодисаси катализаторни бутун юзаси эмас, балки унинг жуда кичик қисми катализ жараёнида иштирок этишини, уларнинг турлича табиатда эканини кўрсатади. Масалан: дипропил кетон, нитробензол ва

пипероналларни платина (Pt) катализатори иштирокида бир вақтда гидрогенланганда CS_2 ўз миқдорига кўра турли марказларни захарлайди. Биринчи навбатда, катализаторни захарланиши натижасида дипропил кетонни спиртгача қайтарилиши тўхтайди, нитробензол ва пиперонал гидридланиши давом этади.

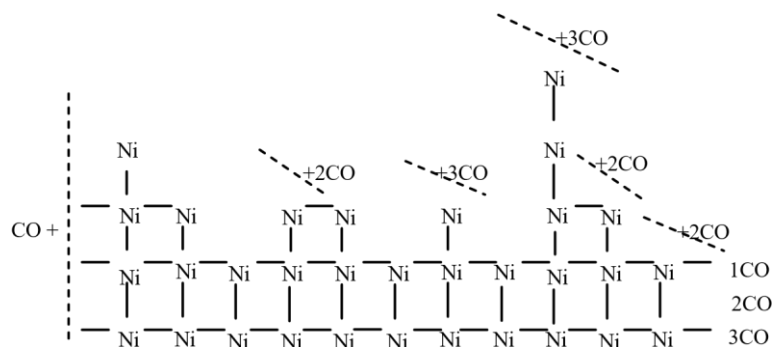
Кўпинча адсорбланишдан чиққан иссиқлик, адсорбланган газни миқдорига боғлиқ бўлади, дастлаб кўп иссиқлик чиқиб, юзани кўп қисми газ билан қопланган сари кам иссиқлик чиқа бошлайди, яъни дифференциал иссиқлик ҳар хил бўлади. Масалан: темир катализаторига NH_3 адсорбланганда қуйидаги натижалар олинган (биринчи қаторда NH_3 ни адсорбланган миқдори, иккинчи қаторда эса адсорбланганда чиққан иссиқлик миқдори кўрсатилган).

$V_{NH_3}, (cm^3)$	2	4	6	8	10	12	14
$Q_{Ag.}, (kcal)$	8	16	14	12,	11,3	10,5	9,9
				5			

Олинган натижалар темир катализаторида бир неча хил актив марказлар борлигини ва адсорбланиш дастлаб, кучли актив марказларда, сўнгра кучсизроқ актив марказларда содир бўлишини кўрсатади.

Дифференциал иссиқликни миқдорига, адсорбланган газнинг табиати ҳам таъсир қилади. Бу таъсир эътиборга олинганда ҳам дифференциал иссиқлик ҳар хил бўлади. Активланган марказни адсорбланишда, активланиш энергиясининг ва адсорбланиш иссиқлигининг адсорбланган газ миқдорига боғлиқлиги ҳам актив марказларни турлича бўлишини кўрсатади. Кислород активланган кўмирга адсорбланганда, унинг уч ҳолда – кислород, CO , CO_2 ҳолида қайтиб чиқишини кўриб ўтган эдик. Бу эса кўмир юзасида камида уч хил актив марказ бўлишини кўрсатади. Катализаторнинг сирт табиатини ўрганишда С.З. Рогинский ва унинг шогирдлари яратган назариялари; катализнинг статистик назарияси ва кўп жинсли сиртларда адсорбланиш назарияси алоҳида ўрин тутади. Бу назарияга кўра, актив марказлар бир хил эмас. Актив марказларнинг ҳар хиллиги тажрибада тасдиқланган. Шундай қилиб, кўпгина кузатишлар ва ўтказилган тажрибалар катализатор сиртида бир хил жинсли бўлмаган актив марказларнинг мавжудлиги, фақат шу актив марказларгина катализ жараёнида иштирок этишини тасдиқлайди.

Қайтарилган Ni катализаторини Г. Тейлор шундай чизма равишда тушунтиради.



Ni атоми катализатор қиррасида ёки бурчагида жойлашган бўлса, у катализатор юзаси билан кам боғланган бўлиб, уни тўйинмаганлиги катта бўлади, бу эса адсорбцияланишни кучайтиради. Газ ҳолатда Ni бу ерда 4 валентлик масалан, $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ҳолатида бўлади.

12.1. С.3. Рогинскийнинг кимёвий назарияси

С.3. Рогинский томонидан илгари сурилган назарияга мувофиқ катализаторнинг активлиги, унинг юзасидаги энергетик ҳолатига боғлиқлигини тушунтириб, тўйиниш назарияси деб номлади. У ҳар қандай системадаги бўш энергияни 1г молга юксалиши (кўпайиши, тўйиниши), бўш энергияни ортиб қолишига олиб келади деб ҳисоблайди. Актив катализаторларнинг ҳаммасини тўйинган система деб қараш мумкин. Унинг 4 тури мавжуд:

5. Даврий ўта тўйиниш – турғун формадан ажралиб туради ва энергетик даражаси юқори бўлади.

6. Ўта тўйиниш, структурани (тузилишини) бузилиши, яъни уни зичлиги, кристалларини нотўғри ўсиши, панжарадаги атомларни сонини нотўғри жойлашиши (кўплиги ёки камлиги) ҳисобида.

7. Ўта тўйиниш, қаттиқ фазадаги бегона молекула ёки атомлар ҳисобига янги фазани ҳосил бўлиши ёки кимёвий фаоллигини ошиши натижасида.

8. Ўта тўйинишни ошиши, майдаланган қаттиқ моддани майдалигига, яъни уни майдаланиш даражасига боғлиқлигини кўрсатади.

Ўта тўйинган катализатор ҳосил қилиш учун, унга маълум ишлов бериш билан турғун ҳолатидан чиқарилади. Ортиқча бўш энергияни - $\Delta\Phi$ билан ифодалаб, уни шундай ёзиш мумкин.

$$\Delta\Phi = \Phi_{\text{акт}} - \Phi_{\text{мин}}.$$

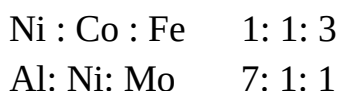
$\Phi_{\text{акт}}$ – актив қаттиқ модданинг бўш энергияси.

$\Phi_{\text{мин}}$ – унинг минимал бўш энергияси, термодинамик турғун ҳолат шароитда, қачонки $\Delta\Phi = 0$ бўлганда.

Баландин фикрича —каталитик актив марказлар|| – бу атомлар гуруҳларидан иборат маълум конфигурацияга ва маълум энергетик хусусиятга эга марказлардир. Бу марказлар кўшни атомлар таъсирида деформацияланиш хусусиятига эга бўлиб, уни табиатига, сонига, жойлашишига боғлиқ. Деформацияланиш марказни катализатор панжараси билан боғланишини ўзгартиради, бунинг натижасида бошқа молекулаларни тортишга ва деформациялашга мойил бўлади. Мисол тариқасида 4 атом, 2Н ва 2С атомларини хемосорбцияланишини кўриб чиқамиз. Бу атомларни ораси жуда яқин ёки жуда узоқ бўлганда уларни реакцияга кириши (хемосорбцияланиши) қийин, чунки катта активланиш энергияси талаб этилади, маълум оралиқ масофада жойлашгандагина (1,5 Å), бу энергия минимумга етиб, жараён кетади. Г.К. Боресков фикрича, куруқлантирилган (сувсизлантирилган) кристалл жисмни (катализаторни) юзаси, нормал ҳолатда каталитик активлиги, унинг айрим ҳолатларига ҳам, юзадаги элементларнинг тузилишига ҳам боғлиқ эмас. Катализаторнинг каталитик активлиги, унинг актив юзасига (S) тўғри пропорционал бўлиб, солиштирма каталитик активлигини кўпайтмасига тенг. $K = K_{\text{сол.}} \cdot S$ S – актив юза.

K – умумий каталитик активлиги. $K_{\text{сол.}}$ – солиштирма каталитик активлик.

Катализаторни солиштирма каталитик активлиги бир хил таркибдаги катализаторларда тахминан бир хил бўлади (мос равишда тенг).



Бундай юзаларни (нуқталарни) актив марказлар ёки чўққилар дейилади. Бундай марказлар катализатор юзасида жуда кам бўлиб, масалан;

Ni – катализаторида, водородни этилен билан реакцияга кириш жараёнида атиги 0,1% Ni катализатор юзаси иштирок этади.

$\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ да Fe катализаторини 0,1% юзаси иштирок этади.

7- Жадвал. Айрим газларни слюдадаги адсорбцияланиши

№	Газ	Юзадаги қопланиш улуши		Темпера- тура, °К	Адсорбцияланиш энергияси, кал/г·моль
		90° да	155° да		
1	O ₂	0.11	0.03	155	985
2	Ar	0.17	0.06	153	695
3	CO	0.38	0.13	137	-

4	N ₂	0.24	0.08	127	1490
5	CH ₄	0.77	0.17	191	1610
6	CO ₂	-	0.44	304	-

Бу ерда газларни слюдага адсорбцияланиши кўрсатилган, критик температурадан паст температурада қопланиши, газларни адсорбцияланишини 80-90% ташкил этса-да, у бир неча қатламдан иборат бўлади.

Бу назарияга кўра, турли каталитик жараёнларнинг механизми бирбиридан принципно фарқ қилишига асосий сабаб, турли актив марказларни ҳар хил бўлишлигидир. Актив марказларни табиатини ёки аморф ҳолати билангина боғлаш тўғри эмас. Моддани бўғлатиб, сўнгра суяқ ҳолга келтириш усули билан олиб борилган текширишлар, жуда оз микроқўшимчалар ҳам катализаторнинг кимёвий табиатига ва активлигига катта таъсир қилишини кўрсатади.

Актив марказлар ҳар қандай катализаторда маълум миқдорда бўлиши мумкин.

Катализатор тайёрлаш вақтида бундай аралашмани жуда бўлмаганда (оз) микро қисми кириб қолиши табиий. Шундай қилиб, бир жинсли бўлмаган юза ҳосил бўлади. Натижада, катализаторнинг турли жойларида ҳар хил микротузилиш ва турлича активлик бўлиши мумкин, у ўз кимёвий таркиби жиҳатидан бошқа соҳалардан фарқ қилган соҳа ва чегаралар ёки бу чегаралар билан чегараланган соҳаларига актив марказ бўлади. Ҳақиқатдан ҳам, катализатор микроқўшимчалардан тозаланса, унинг активлиги камаяди ёки бутунлай йўқолади. Кўпгина кузатишлар ва тажрибалар катализатор юзасида бир жинсли бўлмаган актив марказларни мавжудлигини, фақат шу актив марказларгина катализ жараёнида иштирок этишини тасдиқлайди.

17-МАЪРУЗА

КАТАЛИЗАТОРНИНГ АЙРИМ ФИЗИК ҲУСУСИЯТЛАРИ РЕЖА:

1. Катализаторнинг зичликлари.
2. Катализатор актив компонентларининг юзаси.
3. Катализаторнинг механик қаттиқлиги.
4. Катализаторнинг фазовий таркиби.
5. Катализаторнинг кислотали ишқорли ҳусусиятлари.
6. Кислотали ҳусусиятга эга бўлган қаттиқ катализаторлар.

13.1. Катализаторнинг зичликлари

Амалиётда катализаторни ўзига хос ғовакли структурасини ва катализатор доналарини шаклини ҳисобга оладиган ҳусусиятларидан бири, унинг

зичлигидир. Улардан кенг қўлланиладиган турлари; сочилувчан, эҳтимол (кажущаяся) ва чин (ҳақиқий) зичликларидир.

Сочилувчан зичлик $\rho_{\text{соч}} = m/V_{\text{кат}}$, г/см³ (мл); m – катализатор массаси, г; $V_{\text{кат}}$ – катализаторнинг умумий ҳажми, см³ (мл). $V_{\text{кат}} = V_m + V_n + V_c$

Бунда қуйидагилар назарда тутилади: катализаторнинг умумий ҳажми катализатор материалининг ҳажми, катализатор доначалари орасидаги ғовак ва бўшлиқлар ҳам шуларни ҳаммаси биргаликда ҳисобга олинади.

Эҳтимол зичликда, катализатор заррачалари орасидаги бўшлиқ, ҳисобга олинмайди (V_c)

$$\rho_{\text{этимол}} = m/(V_n + V_m)$$

бу ерда V_n – катализатор заррачасидаги ғоваклар ҳажми, см³.

V_m – катализатор ҳажми, см³

V_c – доначалар (катализатор) орасидаги бўш ҳажми, см³.

Ҳақиқий зичлик – зичлаштирилган моддани ҳажми бирлигидаги масса дир.

$$\rho_{\text{чин}} = \frac{m}{V_m}$$

Чин ва эҳтимол зичликни топиш

$$\rho_{\text{чин}} = \frac{m}{V_n + V_m} \quad \rho_{\text{этим}} = \frac{m}{V_n + V_m}$$

ρ = катализатор ғоваклиги

Чин зичлик – қаттиқ материал ҳажмининг, ғоваклар ҳажмини ҳисобга олинмагандаги массани хусусий зичлиги.

Пикнометр билан зичликни ўлчаш – бунда бензол, этил спирти, сув ва бошқа эритувчилардан фойдаланилади.

Бензол солинган пикнометр термостатда маълум вақт ушлаб турилади, сўнгра уни тарозида тортилади (бензол билан ва бензолсиз). Сўнгра маълум оғирликдаги катализаторни пикнометрга солиниб, бензолни белгиланган ергача солинади ва 80-90⁰С да қайнатилади. (бензол $T_{\text{қай}} = 84,1^0\text{C}$). Бу вақтда катализатор ғовагидаги ҳаво чиқиб кетади, ўз вақтида уни ўрнини бензол эгаллайди. Сўнгра яна бензолни белгигача солиниб, уни яна термостатга қўйилади ва тортилади (оғирлиги ўлчанади). Катализаторни чин (соф) зичлиги қуйидагича ҳисобланади.

$$\rho_{\text{чин}} = \frac{0,879 \cdot a_{\text{кат}}}{A - (B - a_{\text{кат}}) A}, (\text{г/см}^3)$$

$\rho_{\text{чин}}$ – пикнометрни бензол билан массаси, г.

B – пикнометрни катализатор билан бензолни биргаликдаги массаси, г.

0,879 – бензолни 20°C даги зичлиги г/см³.

$a_{\text{кат}}$ – катализатор массаси, г.

Эҳтимол зичлик – қаттиқ материал ҳажмини, ғоваклар ҳажмини биргаликда ҳисобга олгандаги масса бирлиги. Прибор ёрдамида ўлчанади (симобли парометр).

$$\rho_{\text{кат}} = \frac{13,35 \cdot a_{\text{кат}}}{A - (B - a_{\text{кат}}) A}, \text{г/см}^3$$

A – приборни симоб билан биргаликдаги массаси, г.

B – приборни симоб ва катализатор билан биргаликдаги массаси, г.

13,35 – симобни 20°C даги зичлиги, г/см³.

$a_{\text{кат}}$ – катализатор массаси, г.

Умумий ғовакликни, катализаторга (материалга) сувни ютдириш билан ҳам топса бўлади ($W, \%$) $\frac{m_{\text{кат}}}{m_{\text{кат}} + m_{\text{с}}}$

$$W = \frac{m_{\text{кат}}}{m_{\text{кат}} + m_{\text{с}}} \cdot 100\%$$

$m_{\text{кат}}$ ва $m_{\text{с}}^1$ – текширилаётган намунани, аввалги ва сув билан тўйингандаги массаси, г.

Катализатор ғоваклар ҳажмини, яъни катализатор ички ғовакларини солиштирма ҳажмини ($V_{\text{сол}}$); топиш учун заррачаларнинг умумий ғоваклар ҳажмини – ($V_{\text{фоб}}$) шу катализатор заррачалари массасига бўлиш керак ($m_{\text{кат}}$), унда қуйидаги ифода ҳосил бўлади.

$$\frac{V_{\text{фоб}}}{m_{\text{кат}}} = \frac{V_{\text{сол}}}{m_{\text{кат}}}$$

Бруноуэр – Эммет – Теллер (БЭТ) орқали солиштирма юзани ҳисоблаш.

$$P = \frac{1}{C + 1} \cdot P$$

$$\frac{P_3 - P}{P_3} = \frac{C_m}{C} \quad P_3$$

A – нормал шароитда ўлчангандаги адсорбатнинг массаси ёки ҳажми, г ёки мл.

V_m – нормал шароитда мономолекуляр қават ҳосил бўлишидаги адсорбатнинг массаси ёки ҳажмини изланаётган қиймати, г ёки мл.

P – адсорбирланган модданинг миқдорини ўлчанаётган вақтидаги босим, мм, сим.уст.

P_3 – тўйинган буғ босими. мм.сим.уст. C

– БЭТ константаси.

Шундай қилиб катализатор юзаси – S

$$S = \frac{V_m \cdot N}{22400} \cdot 10^{20}$$

ҳажми учун

$$V = \frac{X \cdot V_m \cdot N}{M} \cdot 10^{20}$$

M – адсорбатнинг молекуляр оғирлиги, г, N – Авагадро сони, $6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, S_m – адсорбат молекуласининг кўндаланг кесим юзаси,

V_m – адсорбатнинг 1г қаттиқ жисмдаги моноқаватининг миқдори, г.

Умумий ёки протон кислоталилик даражаси, (K)

$$K = \frac{T - 1000}{40 \cdot m_k \cdot V_3 \cdot T}$$

– ишқор титри, г/мл.

V_1 – ишлатилган ишқор ҳажми, мл.

V_2 – титрлаш учун олинган эритма ҳажми, мл.

V_3 – катализатли эритмани ҳажми, мл.

m_k – катализатор миқдори,г.

Ғовакликни ҳисоблаш – $\sum V_n$

– ички ғоваклар ҳажми

V_H – заррача намуналарининг ҳажми.

$$V \square \quad \text{---} \quad y\partial \quad V_n$$

$$m_h$$

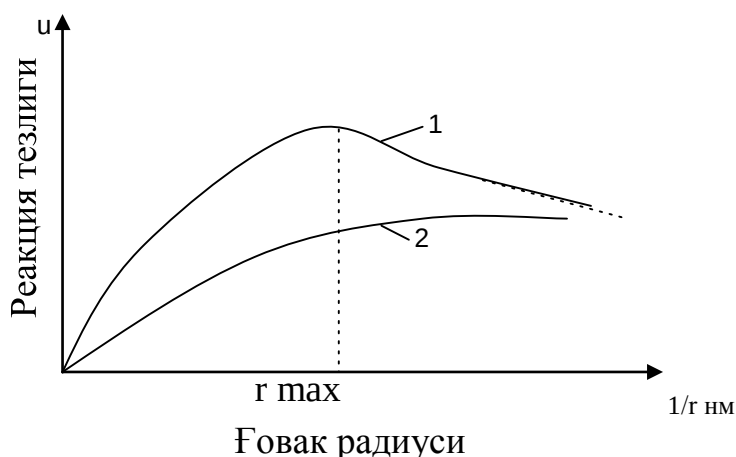
$$\begin{array}{ccccc} \square\square V_n & \square V_{\text{COL.}} & \square m_h & \square V_{\text{COL.}} & \square\square_\kappa \\ V_h & & m_h/\square_k & & \end{array}$$

$r_{\square} \approx 10^8$ м — радиуси.

8 - жадвал

Айрим катализаторларнинг ғоваклилиги

№	Катализатор	Солиштира Ғовак ҳажми, см ³ /г	Солиштира Ғовак юзаси, м ² /г	Ғовак радиуси, нм (10 ⁻⁹ м)
1	2	3	4	5
1	Крекинг жараёни учун, алюмосиликат Al ₂ O ₃ SiO ₂	0,4-0,5	300-500	1,5-10
2	Алюминий оксиди, □ - Al ₂ O ₃	0,4	150-200	2,0-10
3	Гидрирлаш учун (Ni)	0,3	300-250	1,5-20
4	NH ₃ синтез учун Fe ли V ₂ O ₃ /Ba-Al ₂ O ₃ * SiO ₂	0,3	7-10	20-100
5	SO ₂ ни оксидлаш учун	0,4-0,5	8-10	70-100
	V ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ * SiO ₂			
1	2	3	4	5
6	SO ₂ оксидлаш учун «қайнаган қаватда» V ₂ O ₅ /K ₂ O/ алюмо силикат	0,35-0,45	8-15	50-80
7	Fe ₂ O ₃ SO ₂ ни оксидлаш учун	0,3-0,4	3-5	200-400



16-расм. Реакция тезлигини катализаторнинг ғовак радиусига боғлиқлиги.

1- мультдисперс катализаторларда 2-монодисперс катализаторларда

Катализаторни ғовакли тузилиши: Ғовакни тузилишини ҳарактерлаш учун умумий ғовак ҳажмини, уларни катталиги бўйича тарқалиши, ғоваклар орасидаги боғлиқлигини билиш керак. Ғовакларни ўлчамлари бўйича микроғовакларга (эквивалент радиуси 1,5 нм дан кам бўлган), мизоғовакларга (эквивалент радиуси 1,5 – 100 нм), макроғовакларга (100-5800 нм) ва суперғовакларга (5800 нм дан юқори) бўлинади.

Ғовакларни ҳажмини аниқлашни Катализ институти (РФА) қуйидагича усул билан ҳисоблашни таклиф этади:

$$n \cdot 1 \cdot V_{\text{ext}} \cdot \rho_{\text{соф}}$$

Симобли порометрларда ғоваклар ҳажмининг радиуси – 2,6 нм дан 35000 нм гача бўлган ғоваклари аниқланади.

13.2. Катализаторни актив компонентларининг юзаси

Катализаторларда актив компонентни юзасини аниқлаш, катализаторни солиштирма юзасини аниқлашдан кўра муҳимроқдир.

Шунинг учун, бу мақсадда хемосорбция, электрон – микроскопик ва рентген усулларида кенг фойдаланилади.

Актив компонентларни юзасини алоҳида-алоҳида хемосорбция билан аниқлаш, металлларни моддаларга селектив сорбцияланиш хусусиятига асосланган.

Текширилаётган актив компонентни солиштирма юзаси – $S_{\text{сол}}$ қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$S_{\text{сол.}} \square \text{ — (м / з) } m \square \square$$

V – текширилаётган катализатор намунасидаги хемосорбланган газнинг ҳажми, мл; m^3 ;

m – намунани массаси, г; $\square$ - текширилаётган компонентдаги газнинг солиштирма хемосорбцияланиши, мл/ m^2 .

13.3. Катализаторни механик қаттиқлиги

Турғун «қайнаб турган қаватда» (псевдооксигенном слое) ва ҳаракатдаги жараёнларда ишлатиладиган катализаторлар учун механик синовлар бирбиридан кескин фарқланади. Турғун шароитда ишлайдиган катализаторлар учун асосий кўрсаткич, бу катализаторни эзиб – майдалашга мустаҳкамлигидир.

«Қайнаб турган қаватда» ишлайдиган катализатор учун, катализаторни эзиб-майдалаш катта роль ўйнайди, бу унинг емирилишга чидамлигидир.

Эзиб-майдалашга мустаҳкамлигини текширадиган бир қанча усуллари бор. Бу усулларни танлаб олиш катализатор доналарини шаклига, олинган натижаларни такрорлаш мумкинлигига боғлиқ. Асосийси, кўп куч сарфламасдан катализатор доналарини майдалашдир. Шар ҳолидаги ва нотўғри шаклдаги катализатор доначалари икки мустаҳкам стержень орасида парчаланади (эзилади), цилиндр ҳолидаги таблеткалар, ўқига перпендикуляр, яъни ёнбош томонидан куч таъсир этилади. Червяк ва вермешель ҳолидаги таблеткалар эгилувчанликка ҳам синаб кўрилади. Катализатор таблеткасини мустаҳкамлигини синашда энг оддий усул қўлланилади. Таблетка гидравлик пресс столига қўйилиб, катализаторни эзиб юборишга сарфланган кучланиш (куч) ўлчанади ва олинган қиймат таблеткаларни ўртача чидамлилиги (қаттиқлиги) дейилади. Катализатор таблеткаларини мустаҳкамлик хусусиятларини универсал прибор МП – 2С да ўлчанади.

Катализаторни механик қаттиқлигини емирилишга синаш учун ҳар хил; шарли, вибрацияли (силкинишли), марказдан қочувчи тегирмонлардан фойдаланилади. Катализаторни майдаланиб кетмаслигини олдини олиб, бу тегирмонларда майда шарлар ишлатилмайди. Катализаторни мустаҳкамлиги вақт бирлиги ичида ҳосил бўлган майда фракцияни микдорига қараб белгиланади.

13.4. Катализаторнинг фазовий таркиби

Катализаторни умумий фазовий таҳлили учун асосан 2 усул қўлланилади; 1 – рентгенография, 2 – электрон дифракцияси (электронграфия). Баъзи бир муҳим масалаларни ечиш учун бошқа физик усуллар: термография, магнитни қабул қилиш ёки магнитланиш, ЭПР ва спектроскопик усуллар қўлланилиши мумкин. 13.5. Катализаторларни кислотали-ишқорли хусусиятлари

Катализаторни кислотали хусусияти, асосан уни активлигини баҳолаш учун зарурдир. Чунки катализаторни активлиги ва селективлиги; крекинг, риформинг, изомеризация, полимеризация, дегидратация жараёнларида унинг кислотали хусусиятига бевосита боғлиқдир. Ҳозирги вақтда гамоген ва гетероген катализни кислотали механизмлари бир-бирига ўхшашдир. Шунинг учун гетероген катализда, гамоген катализдагидек қуйидаги тушунчалар мавжуд.

«Бренстед кислотаси», «Льюис кислотаси» ва Бренстед, Льюис кислота марказлари ишлатилади. Лекин кислотали марказларни катализатор юзасидаги структураси, бир турдаги кислотали марказни иккинчи турдагига ўтиши ва уларни жараёнда катализаторга таъсири ҳамон мунозарали бўлиб қолмоқда.

1.6. Кислотали хусусиятга эга бўлган қаттиқ катализаторлар

Булар асосан:

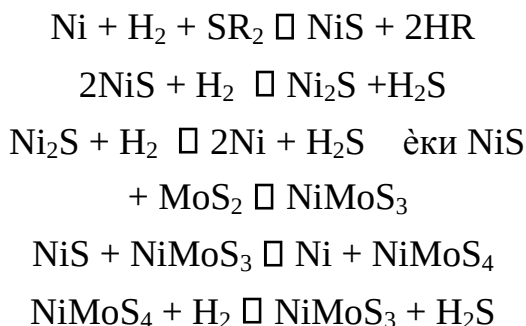
1. Табiiй лойлар: каолин, бентонит, цеолитлар, монтмориллонит.
2. Силикогель, кварц, алюминий оксиди ва диатомитга ютдирилган H_2SO_4 , H_3PO_4 , H_3BO_3 ва бошқа минерал кислоталар.
3. Аралаш оксидлар; SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , Cr_2O_3 , Al_2O_3 : SiO_2 , MgO : Al_2O_3 : SiO_2 .
4. Катион алмашинувчи смолалар

(катионитлар). 18-мавзу Катализаторнинг физик кўрсаткичларини унинг каталитик хоссасига таъсири

Алюмоникельмолибден катализаторини тайёрлаш технологияси
(хўл, экструзия усули билан тайёрлаш)

Саноатда катализаторлар, жумладан алюмокобальтмолибден катализатори нефтни қайта ишлашда бензин, керосин, дизель ёқилғиси ва бошқа фракцияларни олтингугурт бирикмаларидан водород ёрдамида тозалаш жараёнида қўлланилади. Лекин бу катализатор таркибида қимматбаҳо кобальт бор. Катализаторни арзонлаштириш ва барқарорлаштириш мақсадида кобальтнинг ўрнига арзон бўлган компонент никель билан алмаштириш керак. Шу билан бирга никель катализаторларни танлаш кимёвий назариясига мувофиқ, никель катализаторига водород сульфид осон келиб ўтиради ва

водород иштирокида тезда қайтарилиб, яна янги углеводород бирикмасидаги олтингугуртни тортиб олиш хусусиятига эгадир. Молибден ҳам олтингугурт билан реакцияга киришиб, уч молибден сульфид ҳосил қилиб, осонгина дисульфидгача қайтарилади. Умуман олганда реакциялар қуйидаги механизм орқали боради.



Юқоридаги механизмга асосланиб катализатор таркибига икки молекула никель оксиди ва бир молекула молибден оксиди киритилди. Катализаторнинг кимёвий формуласи қуйидагича бўлиши лозим (тайёр ҳолда) $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NiO} \rightarrow \text{MoO}_3$.

Керакли реактивлар, идишлар ва жиҳозлар:

1. Алюминий гидрат оксиди $\text{Al}(\text{OH})_3$.
2. Никель нитрат тузи $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
3. Аммоний молибденнинг нордон тузи $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
4. 25%ли аммоний гидроксиди (NH_4OH) , аммиакли сув.
5. Дистилланган сув.
6. Шиша таёқча ва 0,5л ўлчов стакани.
7. Чинни лycopча.
8. Электроплитка.
9. Термометр (0-250°C).
10. Қуритиш шкафи.
11. Потенциометр орқали уланган муфель печи.
12. Шнек пресс.

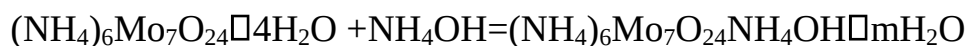
Алюмоникельмолибден катализаторини тайёрлаш жараёни қуйидаги асосий босқичлардан иборат:

1. Ишчи эритмаларни тайёрлаш.
2. Компонентларни ёювчи билан аралаштириш.
3. Олинган массага шакл бериш (гранулалар олиш).
4. Тайёр гранулаларни қуритиш.

5. Қуритилган гранулаларни тоблаш.

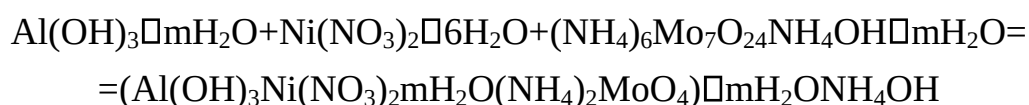
Ишчи эритмаларни тайёрлаш

Ҳажми 0,5л бўлган механик аралаштиргич билан жиҳозланган стаканга 50 мл 25 % ли аммиакли сув ва 200 мл дистилланган сув қуйилади. Аралашма 70°C гача қиздирилади ва унга 113 г молибден тузи солинади, уни 10-15 дақиқа давомида юкоридаги ҳароратда аралаштириб турилади. Бунда туз бутунлай эриб кетиши керак. Молибден тузининг аммиакли сувда эриш жараёни:



Компонентларни ёювчи билан аралаштириш

Компонентларни аралаштириш чинни идишда олиб борилади. Чинни идишга 333 г алюминий гидрат оксиди ва 334 г никель нитрат тузидан солиниб аралаштирилади. Бу аралашмага молибден тузининг эритилган ишчи эритмаси қуйилади ва 30 дақиқа давомида яхшилаб аралаштирилади. Ҳосил бўлган масса ҳамирга ўхшаш бўлиши керак. Агар масса қуруқ бўлиб қолса, унга сув қўшиб меъёрига етказилади, агар суюқ бўлса, уни 80-90°C да қуритилиб, нормал ҳолга келтирилади. Реакция тенгламаси:

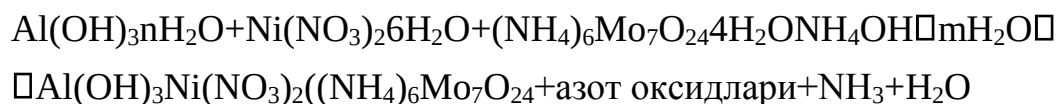


Олинган массага шакл бериш

Тайёр бўлган массага шакл бериш учун махсус шнек прессдан фойдаланилади. Шакл бериш катализатор массасини фильерадан ўтказиб, унга «макарон» шаклини беришдир. Олинган «макаронлар» 1-2 соат ҳавода қурилади, сўнгра 4-5 мм узунликда қирқилади (гранулаланади). Агар бу жараён ярим саноат шароитида олиб борилса, унда кесиш ҳам механизмлар ёрдамида бажарилади.

Тайёр гранулаларни қуритиш

Олинган гранулалар чинни ликопчаларга 4-5мм қалинликда жойлаб электр қуритгич печларига қўйилади ва у ерда қурилади. Печнинг ҳарорати 1 соат давомида 120-130°C гача кўтарилади, сўнгра ҳароратни соатига 25°C дан ошириб 260°C гача кўтарилади ва шу ҳароратда 6 соат ушлаб турилади. Бу шароитда катализатор таркибидаги намлик ва газлар қисман учиб кетади ва катализатор қурийд. Бунда қуйидагича ўзгаришлар бўлиши мумкин.



Қуритилган гранулаларни тоблаш

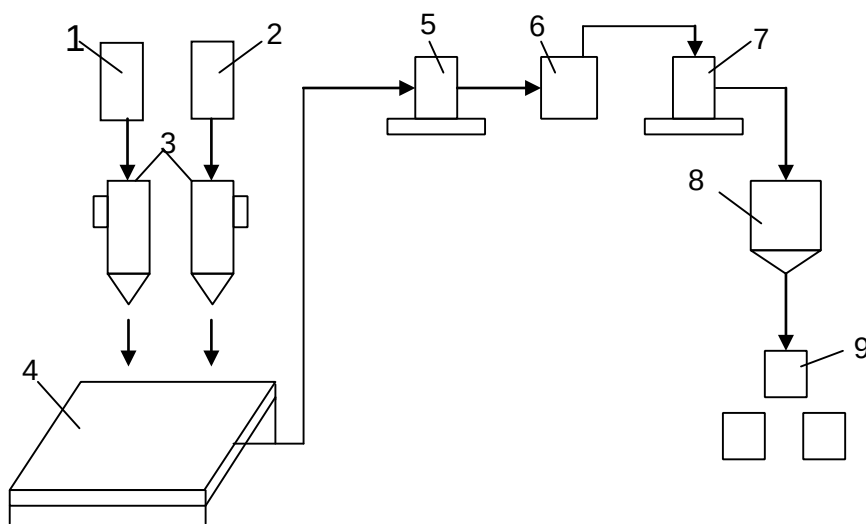
Қуритилган катализаторни оксид шаклига ўтказиш учун, яъни тузларни парчалаб, азот оксидлари ва бошқа газлардан холи қилиш учун уни потенциометр билан уланган муфелъ печида юқори ҳароратда қиздирилади (тобланади). Қиздириш ҳарорати 600°C, давомийлиги 6-8 соат бўлиб, сўнгра катализатор 50-60°C гача совитилгач, махсус идишларга солиб қўйилади. Тоблаш натижасида катализаторда қуйидаги ўзгаришлар бўлиши мумкин.

$\text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Ni(NO}_3)_2 \cdot (\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NiO} \rightarrow \text{MoO}_3$ + азот оксидлари +
 + NH_3 + H_2O Алюмоникельмолибден
 катализаторини ҳўл усулда тайёрлаш чизмаси 21-расмда келтирилган бўлиб, у республикаимизда мавжуд бўлган катализатор фабрикаларидаги технологик тизимга мос келади.

21-расм. Алюмоникельмолибден катализаторини ҳўл усул билан тайёрлаш чизмаси.

1-никель тузини эритиш учун реактор; 2-молибден тузини эритиш учун реактор;
 3-ўлчагичлар; 4-аралаштиргич; 5-қуритиш (ҳаво ёрдамида); 6-шнек пресс; 7-
 тоблаш печи; 8-элак; 9-идишлар.

20-МАЪРУЗА.



Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёювчилар. РЕЖА:

1. Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёювчилар ҳақида
2. Асосий ёювчиларни айримларининг физик-кимёвий хусусиятлари.

15.1. Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёювчилар ҳақида

Катализаторларни кичик нисбий юзага (диатомит, пемза, асбест) ёки юқори такомиллашган юзага (P - Al_2O_3 , MgO , силикагель, лойлар (каолин, бентонит) алюмосиликатлар эга бўлган ёювчилардан тайёрлаш мумкин. Қуйида саноатда энг кўп ишлатиладиган ёювчиларни кўриб чиқамиз.

Пемза – табиий материал, ғовакли, вулқондан кейин ҳосил бўладиган шишасимон модда. У натрий, калий, алюминий, магний, темир силикатлар аралашмасидан иборат бўлиб, қуйидагича хусусиятга ва таркибга эга.

Таркиби, % (миқ)	
SiO_2	60-70
Al_2O_3	15-20
K_2O	3-4
CaO	2-3
Fe_2O_3	1-3
Ғоваклиги, %.....	60
Нисбий зичлиги, $\text{м}^2/\text{г}$	10

Пемзани ишлатишдан аввал кислоталар билан ювилиб, ундаги темир ва алюминий каби қўшимчалардан тозаланади. У йирик бўлақлардан ташкил топган бўлиб (2-8 мм), мустаҳкам эмас, шу билан биргаликда енгил.

Асбест – бу гуруҳ минераллар ипсимон тузилишга эга бўлади. Кимёвий таркибига кўра бу минераллар ҳар ҳил магний, темир, кальций ва натрийнинг сувли силикатлари кўринишида бўлади.

Кам гидратланган (кўк рангли) асбест юқори иссиққа чидамли, қайта ишлаш осон, кимёвий таъсирларга чидамли, ривожланган юзага эга ($150 \text{ м}^2/\text{г}$ гача) бўлади. Ишлатилишидан аввал уни кислоталар билан ювилади, бунда ҳар ҳил ортиқча қўшимчалардан тозаланади. У нисбатан кам ишлатилади.

Диатомит (кизельгур, инфузорли тупроқ) – тоғ жинси бўлиб, асосан диатомит панцирлари сув ўтларидан ташкил топган бўлади. Диатомитнинг асосий хусусиятлари:

Таркиби, % (миқ.)

SiO ₂	70-80
Fe ₂ O ₃	2-10
CaO + MgO	4
Ғоваклиги, %	60-80
Нисбий юзаси, м ² /г.....	10-50

Диатомит механик мустаҳкам бўлиб, унинг йирик доначалари ишлатилади.

Металли сопол (металлокерамика) – микросферик шарсимон, юқори босимда прессланган металл сопол бўлиб, у юқори иссиқлик ўтказувчанликка эга. Унинг ғоваклигини ва ўлчамларини микрошарикларни пресслаш давомида бошқарилади. Ғоваклиги 40 % га етади, юзаси унча юқори бўлмайди. Асосий камчилиги – уни актив компонентлар билан шимдириш қийин боради. Шунга қарамай металл сополнинг қаттиқлиги туфайли уни саноатда «қайнаш қатламида» катализатор сифатида кенг қўлланилади.

Активланган кўмир. Саноатнинг турли соҳаларида сорбентлар, катализаторлар, ёювчилар сифатида қўлланилишига асосий сабаб, унинг юқори ғоваклиги (60-70% атрофида), электр ўтказувчанлиги ва юзанинг табиий хусусиятидир. Техник активланган кўмирда унинг хом ашёсига ҳамда тайёрлаш шароитига қараб углероднинг миқдори 88-98 %гача етади.

Активланаган кўмир олинishiга қараб уч хил бўлади.

- 1- тозаловчи (оқартирувчи),
- 2- ғоваклари тўювчи (рекупирланган), 3- газ ҳолидаги кўмир (жуда майда).

Кўпроқ ёювчи катализатор сифатида уч хилдаги кўмрдан фойдаланилади. Унинг асосий кўрсаткичлари 10-жадвалда келтирилган. Умумий ҳолатда кўмир мультидисперс ғоваклиги тузилишга эга бўлиб, у умумий ёғочсимонлар системасини ҳосил қилувчи ғовакларнинг турли хилларидан иборат бўлади. Активланган кўмирни ҳар хил хом ашёдан, қаттиқ ёқилғидан (торф антрацит, кўнғир ва тошкўмир), ёғочдан, тери саноати чиқиндисидан, ёнғоқ пўчоғидан, суякдан, лигниндан ва бошқалардан олинади.

15.2. Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёювчилар ҳақида

10-жадвал

Асосий ёювчиларнинг хусусиятлари

Оғирлиги, Солиштирма ғовак ҳажми, см³/г

Активланган кўмир маркалари	г.	Умумий	Микроговак	Ўтувчи	Макроговак	Ўтувчи
				говаклар		говакларнинг солиштирма юзаси, м ² /г
АГ-2	600	0,60	0,30	0,05	0,25	33
СКТ	420	0,98	0,51	0,20	0,27	108
СКТ-2Б	490	0,75	0,45	0,09	0,21	60
КД-йодли	380	1,00	0,34	0,15	0,51	110
ВАУ	260	1,50	0,23	0,08	1,19	57

Активланган кўмир олиш учун хом ашёга ҳавосиз жойда аввал иссиқлик билан, ундан кейин сув буғи билан ишлов берилади, бунда сув буғидан ташқари углерод (II) оксиди (карбонатлар, сульфатлар, айрим вақтларда рух хлорид билан ҳам активланади). Углерод (II) оксид билан кўмирни активлаш 900°C атрофида олиб борилади, бунда унинг бир қисми ёниб кетади. Бундай активлашда ёниб кетган кўмирнинг қисмини «ёниш даражаси» дейилади.

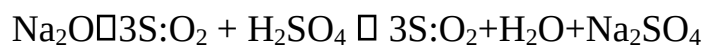
Силикагеллар – қаттиқ шишасимон, шаффоф ёки хира, говак тузилишга эга бўлган донатор материалдир. Заррачаларнинг шаклига қараб силикагеллар ҳар хил бўлиши мумкин. Саноатда силикагель тор говакли ($d \approx 3$ нм) ва йирик говакли ($d \approx 10$ нм) шаклларда ишлаб чиқарилади. Говаклиги, унинг турига қараб 20-60 %гача ташкил этиб, нисбий (солиштирма) юзаси эса, 200-800 м²/г ни ташкил қилади. Силикагелга қўйиладиган талабга қараб ва ишлатиш соҳасига (шароитига) кўра, унинг тозалиги, ўлчамлари, нисбий юзаси, говакнинг тузилиши ва қаттиқлигини тартибга солиш мумкин. Кимёвий табиатига кўра силикагель гидратланган аморф кремний кислотаси ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) бўлиб, реакцияга киришиш қобилиятига эга бўлган ўзгарувчи таркибли бирикмадан иборат.

Гель ҳосил бўлиш механизми, поликонденсацияланиш билан боради.

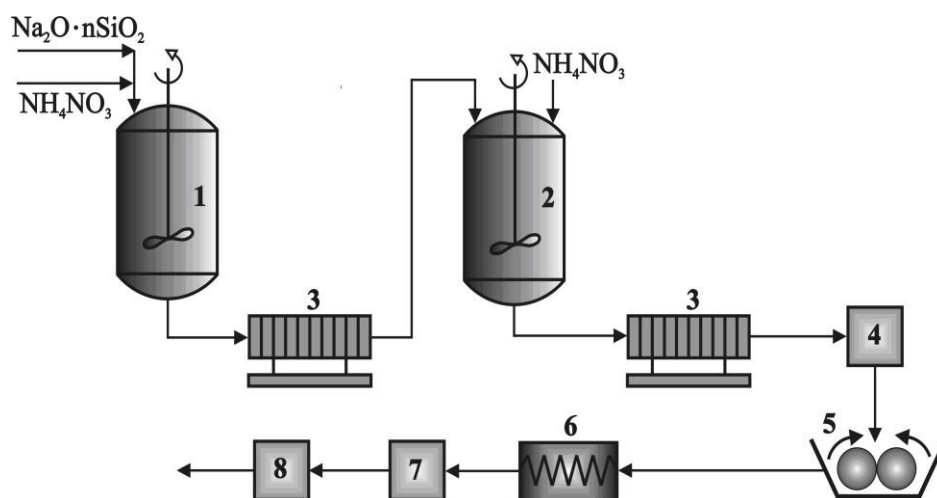
$n\text{Si}(\text{OH})_4 - \text{Si}_n\text{O}_{2n-m} + (2n-m)\text{H}_2\text{O}$ Гелларнинг поликонденсацияланиши

(2-20 нм) ўлчамдаги сферик (юмалоқ) шаклдаги коллоид заррачаларнинг ҳосил бўлишига олиб келади. Қуритиш жараёнида геллар ўз шакл тузилишини, ўзаро сферик заррачаларининг боғлиқлигини сақлаб қолади. Заррачаларнинг кўпайиши кремнийда кислородли, каркаси мустаҳкам ўзаро боғланишлар пайдо бўлишига олиб келади. Заррачалар орлиғидаги говаклар унинг ўлчамлари ва ҳажмини белгилаб, заррачаларнинг ўлчами ва зичлигини аниқлайди. Саноатда силикагелнинг қуйидаги маркалари:

КСМ, ШСМ, МСМ, АСМ, КСК, ШСК, МСК, АСК ишлаб чиқарилмоқда, уларни ишқорий силикатларга сульфат кислотасини таъсир эттириб олинади.



Ҳосил бўлган золь қотиб, гелга ўтади ва уни ювиб, қурийтиб кейин тобланади. Шундай усул билан саноатда силикагелни олиш ва унга шакл бериш қуйидаги 18-расмда келтирилган технологик чизма бўйича олинади.



18-расм. Шаклга солинган силикагелни ишлаб чиқариш чизмаси.

- 1, 2 – аралаштиргичли ва иситгичли реакторлар; 3 – фильтр-пресс; 4 – пресс; 5 – валлар ёки аралаштиргич; 6 – шаклга солувчи мослама; 7 – қуритгич; 8 – тоблаш печи.

16.МАЪРУЗА

Шимдириш (ютдириш) усули билан катализатор тайёрлаш

Саноатда кейинги вақтда шимдириш усули билан катализатор тайёрлаш кенг авж олди. Бу усулнинг афзаллиги шундан иборатки, унда:

1. Хом ашё тежалади (қимматбаҳо компонентлар).
2. Катализаторни тайёрлаш вақти қисқаради.
3. Катализаторнинг таннархи арзонлашади.
4. Катализаторни тайёрлаш учун кўп жиҳозлар ва асбоб-ускуналар талаб этилмайди.

Катализаторни тайёрлаш учун керакли ёювчи аввалдан тайёр бўлиб, донадор (гранула, таблетка ва шарсимон) ҳолида олинади.

Керакли катализаторни тайёрлаш учун ишлатиладиган актив компонентлар олдиндан тайёрлаб қўйилади (эритилган ҳолда). Биз лабораторияда тажриба сифатида алюмоникель-молибден катализаторини тайёрлашнинг ютдириш усулини кўриб чиқамиз.

Катализатор тайёрлаш учун қуйидаги реактивлар ва идиш-жиҳозлар керак бўлади:

1. Гранулаланган ёки таблетка ҳолидаги алюминий оксиди (Al_2O_3).
2. Никель нитрат тузи ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).
3. Аммоний молибденнинг нордон тузи $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
4. 25% ли аммоний гидроксиди (NH_4OH аммиакли сув).
5. Дистилланган сув.
6. Шиша таёқча ва 0,5 л стакан ўлчов цилиндри.
7. Чинни лycopча.
8. Электроплитка.
9. Термометр ($0-250^\circ\text{C}$).
10. Қуритиш шкафи.
11. Потенциометр орқали уланган муфель печи.

Катализаторни тайёрлаш асосан қуйидаги босқичлардан иборат:

1. Актив компонент эритмаларини тайёрлаш.
2. Ёювчи гранула ёки таблеткаларни элаш.
3. Ёювчига актив компонент эритмаларини шимдириш.
4. Қуритиш.
5. Тоблаш.
6. Элаш.

Катализаторни шимдириш усули билан тайёрлаш технологияси 23-расмда келтирилган бўлиб, у асосан қуйидаги босқичлардан иборат бўлади. Актив компонент эритмаларини тайёрлаш

Олдиндан ҳисоблаб олинган никель нитрат тузи ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ни тарозида ўлчаб олиб, уни стаканга соламиз ва унинг устига оз миқдордан дистилланган сув қуямиз, туз тўлиқ эригунча. Эриш жараёнида эритмани шиша таёқча билан аралаштириб турамиз. Ҳисоблаб олинган аммоний молибденнинг нордон тузи ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ни стаканга солиб, унинг устига ҳам маълум миқдорда дистилланган сув соламиз ва уни электроплитка устига қўйиб, секинасталик билан қиздирамиз, сўнгра унинг устига томчилатиб 25% ли аммоний гидроксиди (NH_4OH) дан соламиз. Молибден тузи тўлиқ эригунча эритмани шиша таёқча билан аралаштириб турамиз.

Ёювчи гранула ёки таблеткаларни элаш

Аввалдан тайёрлаб қўйилган алюминий оксиди (Al_2O_3) гранулаларини ёки таблеткаларини майдаланган қисмидан ажратиш учун уни элаймиз ва ундан аввалдан ҳисоблаб қўйилган миқдорда алюминий оксидини бутун гранула ёки таблеткаларини оламиз.

Ёювчига актив компонент эритмаларини шимдириш

Аввалдан ўлчаб олинган ёювчи (Al_2O_3) га актив компонент эритмаларини шимдириш учун уни чинни ликопчага солиб электроплитка устига қўямиз ва секин-асталик билан қиздирамиз. Бунда алюминий оксидидаги ғоваклар ичидаги ҳар хил газлар ва намлик чиқиб кетади. Ҳосил бўлган бўшлиқларга актив компонент эритмаларининг кириши (ютилиши) осонлашади.

Шимдириш жараёни бир ёки икки маротаба бўлиши мумкин, бу ёювчига шимдирилган актив компонентнинг миқдорига боғлиқ. Шимдириш жараёнида актив компонентларнинг эритмасини кетма-кет ёки бирга солиш мумкин ва жараён давомида шиша таёқча билан яхшилаб аралаштириб туриш керак бўлади.

Қуритиш

Актив компонент эритмалари шимдирилган гранула ёки таблеткаларни чинни ликопчаларга солиб электр қуритгичга жойлаштирамиз ва аста-секинлик билан соатига 25°C дан ошириб, $120-130^{\circ}\text{C}$ гача кўтариб борилади ва бу ҳароратда 2 соат ушлаб турамиз. Сўнгра қуритгичнинг ҳароратни соатига 25°C дан оширилиб, 260°C гача кўтарилади ва шу ҳароратда 5-6 соат ушлаб турилади. Бу шароитда катализатор таркибидаги намлик учиб кетади ва катализатор қуруқ ҳолатга ўтади.

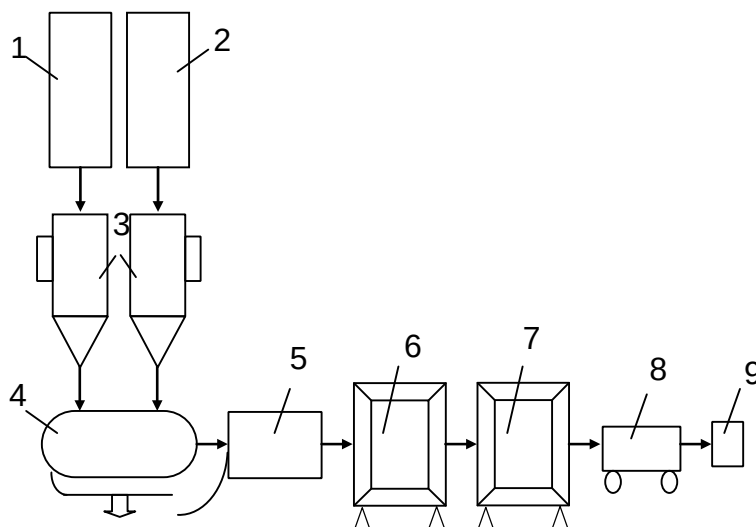
Тоблаш

Қуриган катализатордаги актив компонентларни ва ёювчини оксид ҳолига ўтказиш учун, яъни тузларни парчалаш учун уни тоблаш печига жойлаштириб, юқори ҳароратда қиздирилади (тобланади). Бунинг учун печнинг ҳароратини соатига 50°C дан оширилиб 600°C гача етказилади (бунда никель ва молибден тузлари парчаланаяди) ва шу ҳароратда 6-8 соат ушлаб турилади. Кўрсатилган вақт тугагандан кейин ҳарорат соатига $50-60^{\circ}\text{C}$ дан камайтирилиб, печь совитилади.

Элаш

Катализаторларни тоблаш босқичида улардан айримлари юқори ҳарорат таъсирида майдаланади. Бу майдаланган бўлақларни бутун гранула ёки таблетка

шаклидаги катализаторлар орасидан ажратиб олиш учун уларни элаймиз. Эланган тайёр катализаторларни идишга солиб, оғзини яхшилаб беркитиб қўйилади.



23-расм. Алюмоникельмолибден катализаторини шимдириш усули билан тайёрлаш чизмаси.

1 – никель тузини эритиш учун реактор; 2 – молибден тузини эритиш учун реактор; 3 – ўлчагичлар; 4 – шимдиргич; 5 – шамоллатиб қуритиш; 6 – қуритиш печи; 7 – тоблаш печи; 8 – элаш; 9 – тайёр маҳсулот (катализатор).

Темир билан промоторланган никелалюминийли қотишма, скелетли катализаторни тайёрлаш

Кейинги йилларда скелетли катализаторлар саноат миқёсида кенг қўлланилмоқда, хусусан, органик бирикмаларни гидратлаш ва гидридлаш жараёнларида. Скелетли катализаторларни тайёрлаш учун хом ашё сифатида актив металллар ва кўп компонентли қотишмалар кучли электролитлар билан қайта ишланганда тўлиқ ёки қисман эриб, чиқиб кетадиган компонентлар аралашмалари ишлатилади. Қотишмани ишқор билан қайта ишланганда алюминий метали эриб, ғоваклар ҳосил қилади. Катализатор тайёрлаш учун керакли материаллар, реактивлар, идишлар ва жиҳозлар:

1. Лой (шамот кукуни).
2. Асбест.
3. Никель метали.
4. Алюминий метали.
5. Темир метали.

6. 3% ва 20%ли ишқор эритмаси (NaOH).
7. Қуритиш шкафи.
8. Муфель печи.
9. Шахтали печь.
10. Противень.
11. Тигель.
12. Элак 0,5-1мм.
13. Ҳовонча.
14. Колба ва темир таёқча.
15. Сув ҳаммоми.

Скелетли катализаторларни лаборатория шароитида тайёрлаш қуйидаги босқичлардан иборат:

1. Ўтга чидамли тигелни тайёрлаш.
2. Қотишма компонентларини (никель ва алюминий металлари, промотор) тайёрлаш.
3. Қотишмани олиш.
4. Қотишмани майдалаш ва керакли фракцияни ажратиб олиш.
5. Майдаланган қотишмани ишқор билан қайта ишлаш.

Ўтга чидамли тигелни тайёрлаш

Ҳамирга ўхшаш масса олиш учун майдаланган шамот, каолинли лой ва асбест қўшилиб аралаштирилади. Массани тайёрлаш учун улар қуйидаги нисбатда олинади: шамот 45%; каолин лойи 50%; асбест 5%. Конуссимон стакан ёрдамида сифими 0,2- 0,25л бўлган тигель ясалади. Тайёр бўлган тигель қуритиш шкафида 150°C қуритилади ва 500-600°C да муфель печида тобланади.

Қотишма компонентларини тайёрлаш

Қотишмани тайёрлаш учун компонентлар қуйидаги нисбатда олинади: Ni47%; Al-52%; Fe-1%. никель метали маълум ўлчамда майдаланади, ювилади, қуритилади ва керакли миқдори тартиб олинади. Худди шу усулда алюминий метали ва темир метали ҳам тайёрланади.

Қотишмани олиш

Тобланган ва совитилган тигелга 3-10 см катталиқдаги алюминий метали бўлакчалари солинади ва 1000-1200°C гача қиздирилган печга қўйилади. Алюминий метали эригандан сўнг унинг шлаки олиб ташланади ва унга никель метали қириндилари 2,0-2,5мм солинади. Тигелдаги аралашмани вақти-вақти билан темир таёқча билан аралаштириб турилади. Промотор сифатида 1% темир метали олинади, темир метали солинаётган пайтда, печь ҳарорати 1400-1500°C

га етган бўлади. Бу ҳароратда темир таёкча эриб қотишма таркибига киради. Никель ва алюминий аралашма (қотишма) печдан олинади, шлаклар юзасидан олиб ташланади. Тоза қотишма олдиндан тайёрлаб қўйилган, зангламайдиган металлдан ясалган қолипга қуйилади.

Қотишмани майдалаш ва керакли фракцияларга ажратиш

Қотишма нормал ҳароратгача совитилганидан сўнг қолиплардан олинади ва майдалагич ёки валикли тегирмонда майдаланади ва эланиб идишга солинади. Тайёр маҳсулот кулранг ҳолдаги қотишма бўлиб, жуда мустаҳкам, яхши иссиқ ўтказувчан бўлади. Қотишма дончалари лаборатория ишлари учун 0,5-1,0 мм, саноатда ишлатиш учун 8-15 мм ўлчамда олинади.

Қотишмани ишқор билан қайта ишлаш

Майдаланган қотишма катализаторининг 0,5-1,0 мм майдаланган фракциясидан 0,5 л олиб, ҳажми 1,5-2,0 л бўлган таги силлиқ колбага солинади ва унинг устига 500 мл 3% ли NaOH эритмаси қуйилади. Бунда шуни эътиборга олиш керакки 1 л катализаторга ишқорнинг 3% сувли эритмасидан 6 л сарфланиши керак. Колбадаги реакция хона ҳароратида яхши бориши учун ҳар 15 минутда аралаштириб туриш керак. Маълум вақтдан сўнг (реакция тугагач) яна ишқорнинг 3% ли эритмасидан солинади. Бу жараён уч маротаба қайтарилади ва 80-90°C даражагача қўтарилади. Сўнггра катализатор NaOH нинг 20% ли эритмаси билан бир марта қайта ишланади (30 дақиқа давомида).

Активланган катализатор дистилланган сув билан pH=7 бўлгунча ювилади. Тайёр катализатор сув остида сақланади, чунки очиқ активланган металллар ҳавода кислород билан реакцияга киришиб, яна оксид ҳолига ўтади. 2-жадвалда 100 г қотишма катализатори тайёрлашни материал баланси келтирилган

2-жадвал. Қотишма катализаторини олишнинг материал баланси

Берилган			Олинган		
Компонентлар	Миқдор		Компонентлар	Миқдор	
	г	%		г	%
Никель	14,1	47,0	Катализатор	26,5	88,3
Алюминий	15,6	52,0	Шлак	3,0	10,0
Темир	0,3	1,0	Йўқотиш	0,5	1,7
Жами:	30,0	100,0	Жами:	30,0	100,0

ФАН БЎЙИЧА АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР

ГАЗ - КИМЁ САНОАТИДА КАТАЛИЗ ФАНИ БЎЙИЧА

Амалий машғулот



Тошкент –2020

Amaliy mashg'ulot №1

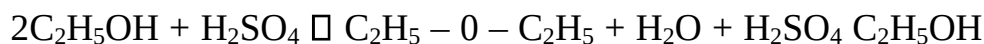
Gomogen katalizga oid hisoblash

Reagent va katalizator bir xil agregat holatida bo'lgan kataliz gomogen kataliz deyiladi.

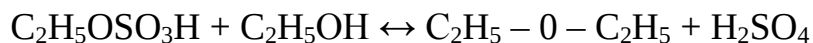
Efirlarni gidrolizi, efirlanish, alkillash, suyuq fazada olefinlarni polimerlanishi gomogen katalizga misol bo'ladi.

a) efirlanish:

spirt + kislota $\rightarrow$ efir + H₂O

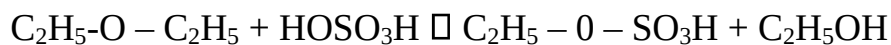


etilsul'fat kislota



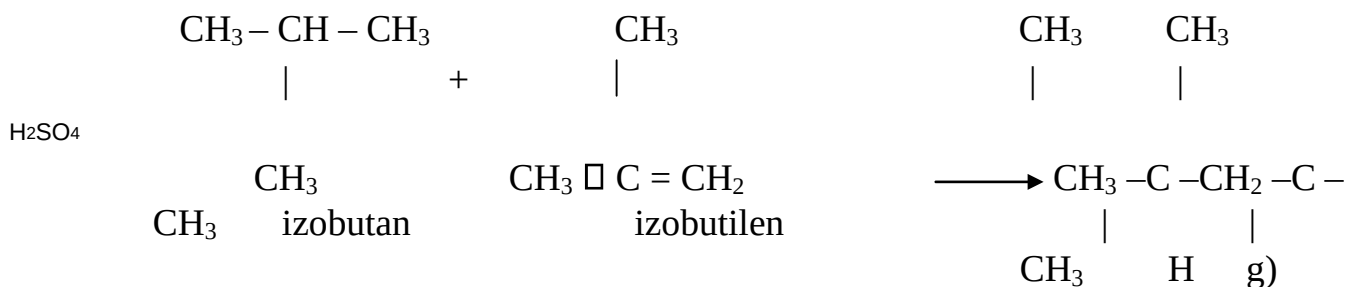
dietil efir

b) efirlarni gidrolizlanishi:

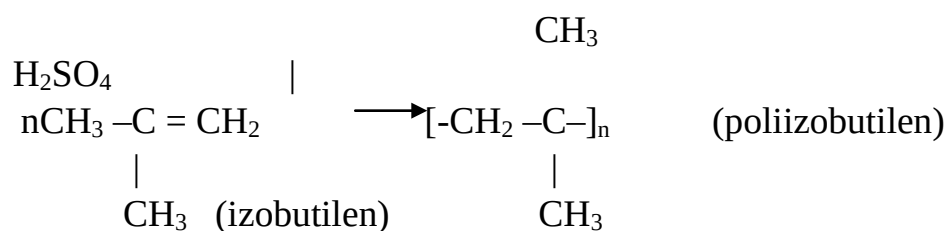


(H₂SO₄) etilsul'fat kislota v)

olefinlarni alkillash:

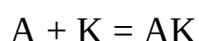


olefinlarni polimerlash:

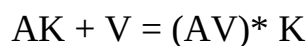


Gomogen katalizni sababini (mexanizmini), katalizning kimyoviy nazariyasi bilan tushuntiriladi. Bu nazariya oraliq birikmalar nazariyasi deb ham aytiladi. Bu nazariyaga muvofiq, gamogen katalizda jarayonning tezlanishiga asosiy sabab aktivlanish energiyasini bo‘linishidir (parchalanishidir). Jarayon birin-ketin boradigan qator reaksiyalardan iborat bo‘lib, bunda beqaror bir nechta oraliq moddalar hosil bo‘ladi. Bu oraliq moddalarni hamma vaqt ajratib olib bo‘lmasa ham, ularni borligini turli usullar bilan aniqlash mumkin. faraz qilaylik:

a) $A + V = S$ reaksiyasi K katalizator ishtirokida boradigan bo‘lsin, bu reaksiya quyidagi bosqichlar bilan boradi.



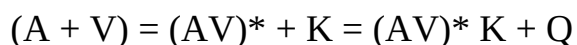
b) Bu AK oraliq birikma ikkinchi komponent bilan aktiv kompleks hosil qiladi:



v) Aktiv kompleks parchalanib mahsulotni hosil qiladi: $(AV)^*$



Agar katalizator ishtirokisiz hosil bo‘lgan aktiv kompleks, katalizator mavjudligida hosil bo‘lgan aktiv kompleksga o‘tganda issiqlik ajralsa, ya‘ni,



ekzotermik bo‘lsa, katalizator mavjudligida aktivlanish energiyasi $-\Delta E$ ga kamayadi endotermik bo‘lsa $+\Delta E$ ga oshadi.

Kislota - asos kataliz

Ko‘pchilik reaksiyalar uchun H_3O^+ va OH^- ionlari katalizatoridir. Demak, kuchsiz kislota va asoslar katalitik aktivligi

$$P = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ qiymatiga proporsional.}$$

Kuchli kislota va asoslarda esa ularning katalitik aktivligi kislotalik funksiyasiga HO (yoki asoslik funksiyasiga) bog'liq. HO ba'zan Xammet funksiyasi deb ham ataladi.

$$HO = -\lg HO; HO = [(AH_3O^+)/ (AH_2O)] \square (YA/YAH^+)$$

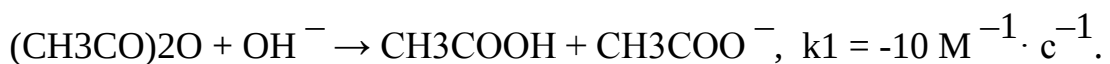
YA, YAH^+ ionlanmagan va ionlangan asosning aktivlik koeffisienti. Suyultirilgan eritmada $AH_2O = YA = YAH^+ \square 1$ va demak, $AH_3O^+ \square [H_3O^+]$ bo'ladi. Ma'lum kislota turli konsentrasiyada turlicha HO qiymatga ega bo'ladi. Turli kislota bir xil N_0 qiymatida baravar katalitik aktivlikka ega bo'ladi.

$$\lg K = A - HO, A - \text{const (o'zgarmas son)}$$

Tajribalar ko'rsatishicha, ma'lum muhitda (kislota - ma'lum konsentrasiyasida) (YA/YAH^+) nisbati - qiymati asos - A ning tabiatiga bog'liq emas.

Shunday qilib, HO - qiymati asosan muhitning sharoitiga bog'liq. HO - qiymati qancha katta bo'lsa, AH^+/A nisbat qiymati ham shunchalik katta bo'ladi, ya'ni ma'lum asos protonlashgan bo'ladi. Shunday qilib, HO - qiymati muhitning proton berish qobiliyatini xarakterlaydi, shunga ko'ra HO ni muhitni kislotaliligi deyiladi.

1. Masala: Sirka angidridining $(CH_3CO)_2O$ gidrolizi OH^- ionlari ta'sirida borganda.



Sirka angidridi gidrolizi katalizatori H_3O^+ bu ishitrokida reaksiya quydagicha boradi.



Kislotali gidrolizning samarali konstantasi $k_2 = 7 \cdot 10^{-3} M^{-1} \cdot c^{-1}$. Sirka angidridi suvli eritmasining qaysi pH muhitida, qo'zg'almasligi yuqari bo'ladi.

Yechish: sirka angidridi gidrolizining to'liq tezligi reaksiya oqimlari hajmi tezligining yig'indisiga teng. Tezlik konstantasi o'lchamidan, $[M^{-1} \cdot c^{-1}]$. Ikkinchi oqim reaksiyasining samarali tezligi $[H_3O^+]$ va $[CH_3CO)_2O]$ konsentratsiyalariga bog'liq. Bunda

$$\frac{d[CH_3CO)_2O]}{dt} = -k_1[OH^-][CH_3CO)_2O] + k_2[H_3O^+][CH_3CO)_2O] - [H_2O] \frac{d[CH_3CO)_2O]}{dt}$$

si konstanta hisobida olingan.

Gidroliz tezligining minimumi quydagi tenglama minimumiga to'g'ri keladi.

$$k_1[OH^-] = k_2[H_3O^+]$$

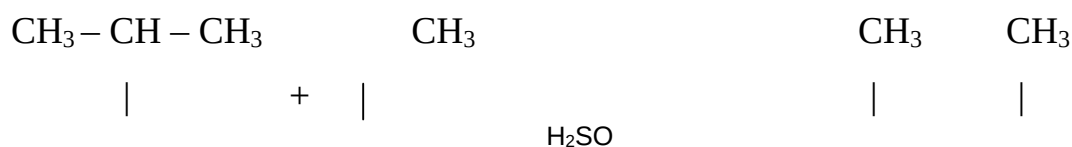
$[OH^-][H_3O^+] = 10^{-14} M^2$. Ni inobatga olib $[H_3O^+]$ ni diferensiollaymiz

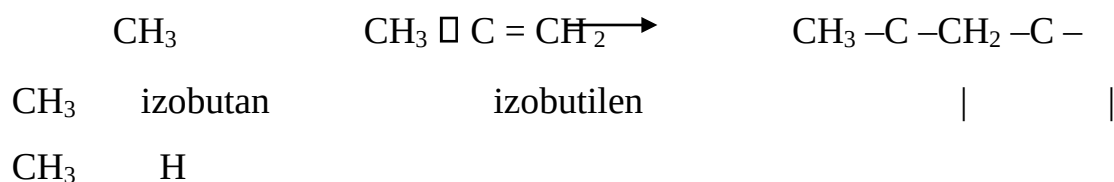
$$\frac{d[OH^-]}{dt} = -k_1[OH^-][CH_3CO)_2O] + k_2[H_3O^+][CH_3CO)_2O] - k_1[OH^-] \cdot 10^{-14} \frac{d[H_3O^+]}{dt} = 0,$$

$$\frac{d[H_3O^+]}{dt} = \frac{1}{10^{-14}} \frac{d[OH^-]}{dt} = 3,78 \cdot 10^6 M, \quad \text{javob: } pH = 5,577.$$

2. Masala: 232 kg izobutanni izobutilen bilan alkilshash natijasida necha kg mahsulot hosil bo'ladi. Jarayonda katalizator sifatida qaysi modda ishlatiladi?

Yechish: Izobutanni izobutilen bilan alkilshash reaksiyasini yazamiz





Izobutanni molekulyar massasini hisoblaymiz C_4H_{10} – 58 gr/mol, Reaksiya natijasida hosil bo‘lgan mahsulot izooktan uning molekulyar massasini hisoblaymiz C_8H_{18} – 114 gr/mol ga teng. Proporsiya tuzish orqali Hosil bo‘lgan mahsulot (izooktan)ning massasini aniqlaymiz.

$$\frac{232 - X}{58 - 114} \quad X = \frac{232 * 114}{58} = 456 \text{ kg}$$

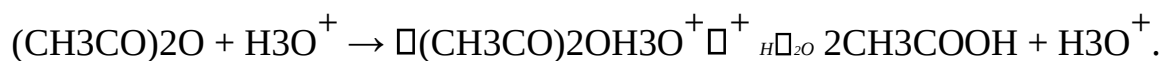
Javob: Reaksiya natijasida 456 kg mahsulot hosil bo‘ladi, katalizator sifatida sulfat kislotasi va vodorod ftarid ishlatiladi.

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. Sirka angidridining $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ gidrolizi OH^- ionlari ta‘sirida boranda.



Sirka angidridi gidrolizi katalizatori H_3O^+ bu ishitrokida reaksiya quydagicha boradi.



Kislotali gidrolizning samarali konstantasi $k_2 = 12 \cdot 10^{-3} \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Sirka angidridi suvli eritmasining qaysi pH muhitida, qo‘zg‘almasligi yuqari bo‘ladi.

2. 32 kg izobutanni izobutilen bilan alkilshash natijasida necha kg mahsulot hosil bo‘ladi. Jarayonda katalizator sifatida qaysi modda ishlatiladi?

3. 8 mol metil propanni katalitik alkillash jarayonida 8 mol izooktan hosil bo‘lgan bo‘lsa alkillash jarayoni katalizatori va sarf bo‘lgan 2- modda miqdorini aniqlang.

4. 17 kg metilpropanni izobutilen bilan alkillash natijasida necha kg mahsulot hosil bo‘ladi. Jarayonda katalizator sifatida qaysi modda ishlatiladi?

5. Metilpropanni 33 kg metilpropilen bilan alkillash natijasida necha kg mahsulot hosil bo‘ladi. Jarayonda katalizator sifatida qaysi modda ishlatiladi?

Amaliy mashg‘ulot №2

Gomogen katalizga oid hisoblash

Geterogen katalitik jarayonlarda ko‘pincha katalizator qattiq modda, reagentlar esa suyuq yoki gaz (bug‘) holida bo‘ladi. Jarayon fazalar chegarasida boradi, shunga ko‘ra kataliz asosan birin-ketin boradigan jarayonlardan iborat bo‘lib, quydagicha ketma-ketlikda boradi.

1. Dastlabki moddalarni katalizator yuzasiga olib kelish.
2. Katalizator yuzasida molekulalarni joylanishi va deformasiyalanishi.
3. Katalizator yuzasiga adsorblanish.
4. Katalizator yuzasidagi reaksiyalar.
5. Reaksiyada hosil bo‘lgan moddani desorbsiyalanishi.
6. Hosil bo‘lgan moddani katalizator yuzasidan olib ketilishi va aktiv markazlarni bo‘sh qolishi.

Bu jarayonlarni qaysi biri sekin borsa, umumiy jarayon tezligi shu bosqichni tezligiga teng bo‘ladi. Bu bosqichga chegaralovchi (limitlovchi) bosqich deyiladi. Odatda, ikkinchi bosqich (kinetik soha) chegaralovchi bo‘lishga intiladi. Qaysi bosqichni chegaralovchi bo‘lishi, katalizatorning xossasiga (aktivligiga) va reaksiya sharoitiga bog‘liq.

1. Masala: Vodorod sulfidning oksidli katalizi 200°C da kinetik sohada aniqlangan oksidlanish tezligi konstantasi 44.1 c^{-1} ga teng. Aktivlanish energiyasi esa 83 kJ/mol ni tashkil etadi. Oksidlanish reaksiyasi ichki diffuziya sohasida kechadi. Katalizator sirtdan foydalanish darajasi 0.1 ga teng. Ishlab chiqarishda reaksiya

300°Cda kechadi. Reaksiya unumi 95% dan pas bo'lmashligi kerak. Gaz sarfi

$10^3 \text{ m}^3/\text{soat}$ ni tashkil etsa reaktorga yuklanadigan zaruriy katalizator hajmini aniqlang.

Yechish: Sanoat miqyosida aktivlanish energiyasi kinetik sohada o'lchangan aktivlanish energiyasining yarmini tashkil etadi.

$$E_{akt} = \frac{83 \text{ kJ}}{2} = 41,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

300°C dagi tezlik konstantasi qiymati quydagi tezlik konstantasining haroratga bog'liqligidan topiladi:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_{akt}}{RT}, \quad k_{300} = k_{200} e^{\frac{E_{akt}}{R} \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{300} \right)} = 44,2 \text{ c}^{-1}.$$

Sirdan to'liq foydalanilmaganligini inobatga olib real tezlik konstantasini quydagicha aniqlaymiz:

$$k = 0,1 \cdot k_{300} = 4,42 \text{ c}^{-1}.$$

Loyhalanayotgan reactor idyal siqib chiqarish reaktori deb qaralib, aylanish darajasi quydagi kinetic tenglamadan foydalaniladi:

$$\frac{dC_{H_2S}}{dt} = k_1 C_{H_2S}, \quad C_{H_2S}^{chiq.} = C_{H_2S}^0 e^{k_1 \tau}, \quad \tau$$

Bu yerda τ – gazning katalizator bilan kontakt vaqti. Demak

$$\ln \frac{C_{H_2S}^0}{C_{H_2S}^{chiq.}} = k_1 \tau = 0,678 \text{ c}, \quad k_1 = 0,05$$

Reaktorga yuklanadigan katalizator hajmi quydagicha aniqlanadi.

$$V = \frac{10^3 \frac{\text{m}^3}{\text{soat}}}{0,188 \text{ m}^3/\text{yac}} = 5278 \frac{\text{m}^3}{\text{c}}$$

2. Masala: Birinchi bosqichdagi $A \rightarrow B$ qaytmas reaksiyaning tezligi,

$P_A = 0,25 \text{ atm}$. Bosim $0,2 \text{ sm}^3 \text{ n.u./g-kat.}$ ga teng. Gaz oqimining 50 l/soat tezligida o'zgarish darajasini 50% ga yetkazish maqsadida idyal siqib chiqarish reaktoriga yuklanadigan katalizatorning massasini aniqlang.

Yechish: Masalani yechish uchun reaksiya tezligi konstantasini topamiz

$$W = k_A \cdot P_A, \text{ bundan } k = \frac{W}{P_A}, \text{ bundan } k = \frac{k_b T}{P_A} \cdot W$$

Bunda W va P_A ni yagona Sistema birligiga keltiramiz $T = 273 \text{ K (n.u.)}$:

$$W = 0,2 \text{ sm}^3/\text{h}, P_A = 8,93 \text{ sm}^3/\text{h}, P_A = 11,16 \text{ sm}^3/\text{h}$$

$$\text{bundan } k = 0,8 \text{ sm}^3/\text{h} \cdot \text{atm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Idyal siqib chiqarish reaktori uchun:

$$\frac{dP_A}{dt} = -k_A P_A, \quad P_A = P_A^0 e^{-k_A t}$$

Bu yerda katalizatorning aralashma bilan kontakt vaqti $1 \ln \frac{P_A^0}{P_A} = 0,866 \text{ s} \cdot \text{atm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

— Hajmiy — tezlikdan foydalanib kerakli massani

□ □ □

k P_A cm aniqlaymiz.

$$m = 50 \text{ l} \cdot 0,866 \text{ s} \cdot \text{atm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 13,9 \text{ sm}^3/\text{h} \cdot 12 \text{ atm}$$

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. Katalitik reaksiyaning kinetik sohada aniqlangan aktivlanish energiyasi 96 kJ/mol bo'lsa shu reaksiyaning ishlab chiqarishdagi aktivlanish energiyasini aniqlang?

2. Geterogen reaksiyaning 200°C da tezlik konstantasi 44 s^{-1} ga teng. Uning ishlab chiqarishda aktivlanish energiyasi 41 kJ/mol bo'lsa shu reaksiyaning 300°C dagi tezlik konstantasini aniqlang?

3. Geterogen reaksiyaning 250°C da tezlik konstantasi 37 s^{-1} ga teng. Uning ishlab chiqarishda aniqlangan aktivlanish energiyasi 32 kJ/mol bo'lsa, sirtidan foydalanish darajasini 0.2 qabul qilib shu reaksiyaning 300°C dagi haqiqiy tezlik konstantasini aniqlang?

4. Geterogen katalitik reaksiyaning haqiqiy tezlik konstantasi $5,77\text{ s}^{-1}$ gateng. Reaksiyaning unimi 90% ni tashkil etsa shu reaksiyada reagentning katalizator bilan kontakt vaqtini aniqlang?

5. Geterogen katalitik reaksiyada, katalizator sirtidan foydalanish darajasi 0,3 ga. reaksiya 300°C dagi tezlik konstantasi $57,7\text{ s}^{-1}$ gateng. Reaksiyaning unimi 90% ni tashkil etsa shu reaksiyada reagentning katalizator bilan kontakt vaqtini aniqlang?

6. Xomashyoni geterogen katalitik jarayonga uzatilish tezligi $G=1000\text{ m}^3/\text{soat}$ uning katalizator bilan kontakt vaqti 0.782 s bo'lsa. Reaktorga yuklanadigan katalizator hajmini aniqlang?

7. Riforing jarayoniga zichligi 780 kg/m^3 bo'lgan pas oktanli benzin soatiga 1200 kg uzatilmogda. Uning katalizator bilan kontakt vaqti 0.828 s bo'lsa. Riforing reaktoriga yuklangan katalizator hajmini aniqlang?

Amaliy mashg'ulot №3

Katalitik reaksiyani aktivlanish energiyasini hisoblash

Katalizatorlarning reakstiyalar tezligini oshirishiga asosiy sabab, katalizator ishtirokida reakstiya aktivlanish energiyasining kamayishidir (yoki uning maydalanishidir). Arrenius tenglamasida, aktivlanish energiya (E)

$$K = K_0 e^{-E/RT} \quad (1.)$$

darajada, shunga ko'ra uning ozgina kamayishi tezlikning (K) juda ko'p marta oshishiga olib keladi.

Aktiv kompleks nazariyasiga muvofiq

$$RT \ln \frac{K}{K_0} = -\frac{E}{R} \quad (2.)$$

va entropiyaning aktiv kompleks hosil bo'lishdagi o'zgarishini oshirishi hisobiga ham reaktsiya tezlashadi.

Agar katalizator ishtirokisiz hosil bo'lgan aktiv kompleks katalizator mavjudligida hosil bo'lgan aktiv kompleksga o'tganda issiqlik ajralsa, ya'ni

$$\Delta_{AB} - \Delta_K - \Delta_{AB} - \Delta_K - Q \quad (3.)$$

ekzotermik bo'lsa, katalizator mavjudligida aktivlanish energiya ΔE ga kamayadi. Agar bunda, masalan $T=300^\circ$ da $\Delta E=10\,000$ kal/mol bo'lsa tezlik

$$\frac{\Delta E - 10000}{RT} \quad e^{\frac{\Delta E - 10000}{RT}} = e^{10000/1,98 \cdot 300} = 2,5 \cdot 10^8$$

marta oshadi.

Umumiy yoki proton kislotalilik darajasi, (K)

$$K = \frac{T - 10000}{V_1 - V_2} \quad (4.)$$

$$40 - m_k - V_3$$

T – ishqor titri, g/ml.

V_1 – ishlatilgan ishqor hajmi, ml.

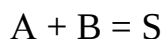
V_2 – titrlash uchun olingan eritma hajmi, ml.

V_3 – katalizatli eritmani hajmi, ml. m_k

– katalizator miqdori, g.

Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentrsiyalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir.

Faraz qilaylik, A va B moddalar reaksiyaga kirishib, C moddani hosil qilsin:



u holda massalar ta'siri qonuniga binoan reaksiya tezligi Δ

$$= K \cdot [A] \cdot [B] \text{ ga teng bo'ladi.}$$

[A] va [B] reaksiyaga kirishayotgan A va B moddalarning molyar

konsentrsiyasi (mol/l), K – esa konstantasi. Agar $[A] = [B] = 1$ bo'lsa, $\Delta = K$

bo'ladi. Demak, K reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentra-siyalari 1 mol/l ga teng bo'lgandagi reaksiyaning tezligidir.

Agar $A + 2B = C$ bo'lsa, bunday reaksiya tenglamasidagi koeffi-sientlar daraja ko'rsatkichiga ko'tariladi va reaksiya tezligi $v = K \cdot [A] \cdot [B]^2$ ga teng bo'ladi. Umumiy holda m molekula A modda bilan n molekula B modda reaksiyaga kirishsa: $mA + nB = S$, bunday reaksiyaning tezligi $v = K \cdot [A]^m \cdot [B]^n$ ga teng bo'ladi.

1. Masala: $A + 2B = C$. Reaksiyaning tezlik konstantasi $5 \cdot 10^{-4}$ ga teng. $[A] = 0,5$ mol/l, $[B] = 0,8$ mol/l bo'lganda reaksiya tezligini toping.

$$\text{Yechish: } v = K \cdot [A]^m \cdot [B]^n = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 0,8^2 = 1,6 \cdot 10^{-4}$$

Katalizatorlar ishtirokida boradigan jarayonlarga katalitik jarayonlar deyiladi. Katalitik jarayonlarda bir qancha kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi va bu reaksiyalarning tezligiga quydagi omillar ta'sir etadi. Bular: Harorat, bosim, konsentratsiya, xomashyoni uzatilish tezligi va boshqalar.

Haroratning ta'siri: Kimyoviy reaksiya tezligiga haroratni ta'sirini Vant-Goff quydagicha ta'rif etgan. Vant-Goff qoidasiga binoan Harorat har 10°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi 2-4 marta oshadi. Vant-Goff o'z qoidasini quydagi ko'rinishda ifoda etdi.

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

Bu yerda: v_{t_1} va v_{t_2} mos holda t_1 va t_2 haroratdagi reaksiya tezliklari, γ - reaksiyaning harorat koeffisienti

2. Masala: 50°C da reaksiya 3 minut 20 sekunt davom etadi. Uning harorat koeffitsinti 2 ga teng bo'lsa shu reaksiya 30°C va 100°C da qancha vaqt davom etadi?

Yechish: 30°C da reaksiya qancha vaqt davom etishini hisoblaymiz.

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 2^{\frac{50 - 30}{10}} = 2^2 = 4 \text{ marta}$$

sekinlashadi. Demak reaksiya $200 \cdot 4 = 800$ s da tugaydi.

Endi 100°C da reaksiya qancha vaqt davom etishini aniqlaymiz.

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 2^{\frac{100 - 50}{10}} = 2^5 = 32 \text{ marta}$$

tezlashadi. Demak reaksiya

200/32=6.25 s da tugaydi.

3. Masala: Agar reaksiya tezligining temperatura ko'effitsienti 2 bo'lsa, temperatura 30°C dan 80°C ga oshirilganda reaksiyaning tezligi necha marta oshadi?

Yechish: Masala shartiga ko'ra $\gamma = 2$; $t_1 = 30^\circ$, $t_2 = 80^\circ$;

$$t_2 - t_1$$

$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$ formulaga asosan

$$V_{80} = V_{30} \cdot 2^5 = 32$$

Demak, reaksiyaning tezligi 32 marta ortadi.

4. Masala: Temperatura 40°C oshirilganda reaksiya tezligi 256 marta oshsa, shu reaksiya tezligining temperatura ko'effitsientini hisoblang.

Yechish: $\gamma^{\frac{40}{10}} = 256$ yoki $\gamma^4 = 256 \Rightarrow \gamma = 4$

5. Masala: Temperatura ko'effitsienti 2 bo'lgan reaksiyani 0°C da olib borish uchun 10 minut ketadi. Temperatura 100°C bo'lganda shu reaksiya uchun qancha vaqt sarflanadi.

Yechish:

$$10$$

$$t_{100} = \frac{t_{100} - t_0}{10} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \frac{100 - 0}{10} \cdot 2^{\frac{100 - 0}{10}} = 10 \cdot 2^{10} = 10240 \text{ sek} \approx 2,8 \text{ soat}$$

6. Masala: Reaksiya tezligining temperatura ko'effitsienti 2 ga teng bo'lsa, reaksiya tezligi 100 marta oshirish uchun temperaturani necha gradusga ko'tarish kerak?

$$\gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \frac{V_{t_2}}{V_{t_1}}$$

Yechish: $V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$ tenglamadan $\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$ masala shartiga ko'ra muvofiq

$$\gamma = 2, t_0 = 0^\circ; \frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = 100 \text{ bo'lgani uchun } 100 = 2^{\frac{t_2 - 0}{10}} \text{ yoki } t_2 = 100 \cdot \log_2 100 \approx 16,6 \cdot 10 = 166^\circ$$

Bu formulani logarifmlab t_2 ni topamiz:

$$\frac{t_2 \lg 2}{10} = \frac{\lg 100}{10}, \quad \frac{t_2}{10} = 0,301 \cdot 2, \quad 0,301 \cdot t_2 = 20 \cdot \frac{t_2}{10} = \frac{20}{0,301} \approx 66,4^0$$

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. $A_3 + 2B = C$. Reaksiyaning tezlik konstantasi 15×10^{-4} ga teng. $[A] = 5 \text{ mol/l}$, $[B] = 8 \text{ mol/l}$ bo'lganda reaksiya tezligini toping.
2. Qo'yidagi reaksiyada $A + 2B = C$. $[A] = 5 \text{ mol/l}$, $[B] = 0,6 \text{ mol/l}$ bo'lganda reaksiya tezligini $0,018 \text{ mol/l}$ ga teng. Reaksiyaning tezlik konstantasi nechaga teng.
3. Qo'yidagi reaksiya $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ uchun olingan moddalarning dastlabki konsentratsiyasi $[CO] = 0,6 \text{ mol/l}$, $[H_2] = 0,4$. $[CO] = 2,4$, $[H_2O] = 0,8$ ga ortganda reaksiya tezligi necha marta ortadi?
4. Qo'yidagi reaksiya $N_2 + O_2 = 2NO_2$ uchun olingan moddalarning dastlabki konsentratsiyasi $[N_2] = 0,075 \text{ mol/l}$, $[O_2] = 0,02 \text{ mol/l}$, $[NO] = 0,007 \text{ mol/l}$ bo'lganda reaksiya uchun olingan moddalarning konsentratsiyasi qanday o'zgaradi?
5. Ushbu reaksiyada $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ ishtirok etuvchi moddalarning konsentratsiyalari $[N_2] = 0,80 \text{ mol/l}$, $[H_2] = 1,5 \text{ mol/l}$, $[NH_3] = 0,5 \text{ mol/l}$ bo'lganda vodorod va ammiak konsentratsiyalarining qanday bo'lishini hisoblab toping.
6. Reaksiya harorat koeffitsienti 3 ga teng bo'lgan 480^0C haroratda borayotgan riforming jarayoni haroratini 500^0C gacha ko'tarilsa jarayonda reaksiya tezligi necha marta oshadi?
7. Sanoatda kreking jarayoni 450^0C haroratda 40 s davom etadi. Agar reaksiyaning harorat koeffitsienti 2ga teng bo'lsa temperatura 480^0C ga ko'tarilsa jarayon qancha vaqt davom etadi?

8. 50°C da reaksiya 3 minut 20 sekunt davom etadi. Uning harorat ko'effitsinti 2,2 ga teng bo'lsa shu reaksiya 20°C va 120°C da qancha vaqt davom etadi?

9. Katalitik kreking jarayoni harorati 450°C dan 500°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi 32 marta oshishi kuzatilgan bo'lsa. Reaksiyaning harorat ko'effitsintini aniqlang?

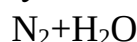
10. Harorat ko'effitsinti 2 ga teng bo'lgan reaksiya 480°C haroratda 3 minut davom etadi. Ushbu reaksiyani 9 s da tugatish uchun haroratni necha gradusga ko'tarish kerak?

Amaliy mashg'ulot №4

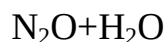
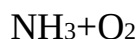
Katalizatorlarning selektivligi va unumdorligini hisoblash

Katalizatorlarni selektivligi (tanlab ta'sir etishi)

Katalizator selektivligi (S_k) uning ta'sir etish yo'nalishi bilan tavsiflanadi, ya'ni selektiv katalizator mumkin bo'lgan bir necha xil yo'nalishdagi reaksiyalardan bittasini tezlashtiradi. Katalizatorning tanlab ta'sir qilishiga ammiakning oksidlanishi misol bo'ladi. Bunda uch xil yo'nalishdagi parallel reaksiyalar bo'lishi mumkin:

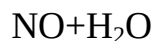


a)



□

b)



c)

Jarayon platina katalizatori ishtirokida olib borilsa faqat (c) reaksiya sodir bo'ladi, (a) va (b) esa sodir bo'lmaydi, ya'ni platina katalizatori ammiakning oksidlanishida NO sintezi uchun tanlab ta'sir etish xususiyatiga ega.

Katalizator selektivligi ikki xil usulda hisoblanadi:

1) katalizatorning tanlab taʼsir etishi asosiy mahsulot massasining reaksiyada hosil boʻladigan mahsulotlar (asosiy va qoʻshimcha) massasiga nisbati bilan ifodalanadi va quyidagi formula boʻyicha hisoblanad:

$$S_k = \frac{m_i}{Em_i} \times 100\% \quad (1)$$

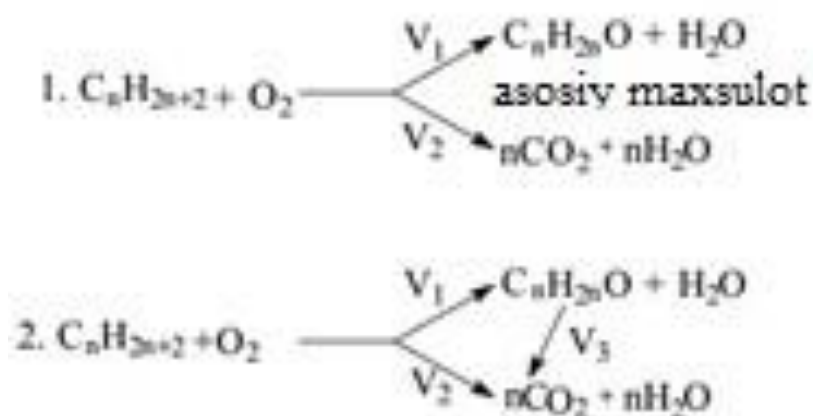
1. Masala: Benzolni etilen bilan H_2SO_4 katalizatori ishtirokida alkillansa etilbenzol hosil boʻladi. Agar hosil boʻlgan katalizat tarkibi quyidagicha boʻlsa, (mass.%): etilbenzol-51,0; dietilbenzol-31,0; reaksiyaga kirishmay qolgan benzol-18,0. Katalizatorning selektivligini hisoblang.

Echish: foiz qismlar massaga oʻtkaziladi va (10.1) formula yordamida hisoblanad:

$$S_k = \frac{m_i}{Em_i} \times 100\% = \frac{51,0}{51,0+31,0} \times 100 = 62,2\% \text{ ga mos keladi.}$$

2. Selektivlik asosiy mahsulot hosil boʻlish tezligining katalizator ishtirokida barcha boshlangʻich reagentlar taʼsirlashish reaksiyalarining tezliklari yigʻindisiga nisbati tariqasida hisoblanadi. Bunday usulda topilgan selektivlik differensial selektivlik deyiladi.

1. Masala: Alkanlarning geterogen katalizator ishtirokida oksidlanishi ikki xil yoʻnalishda quyidagicha ketishi mumkin:



Bu holda ushbu jarayonlar uchun selektivlik quyidagicha ifodalanadi:

$$S_k = \frac{V_1}{V_1+V_2} \quad S_k = \frac{V_1-V_2}{V_1+V_2}$$

Katalizatorlar selektivligi boʻyicha quyidagi turlarga boʻlinadi:

a) oʻziga xos selektivlik namoyon qiluvchi katalizatorlar (fermentlar);

b) guruh selektivlik namoyon qiluvchi katalizatorlar, yaʼni katalizator turli xil sinf birikmalari uchun reaksiyani bir xil faollashtiradi, masalan arenlar, alkinlar, ketonlar va boshqa birikmalarni gidrogenlashda qoʻllaniladigan katalizatorlar (nikel, vanadiy oksidi va boshqalar), lekin bu katalizatorlar boshqa reaksiyalar uchun katalitik xossa namoyon qilmaydi;

c) universal selektivlik namoyon qiluvchi katalizatorlar, bunga misol qilib turli xil gomogen-katalitik reaksiyalar uchun gidroksoniy (H_3O^+) yoki protonini; kimyoviy tabiati turlicha boʻlgan boshlangʻich reagentlar ishtirokidagi koʻplab reaksiyalarda (arenlarni alkillash reaksiyasi, spirtlarning degidratatsiya reaksiyasi, alkanlarning izomerlanishi, koʻplab oksidlanish reaksiyasi va boshqala) qoʻllaniladigan platina yoki nikel katalizatorlarni keltirish mumkin.

Katalizatorlarning unumdorligi

Katalizator unumdorligi reaktorga joylangan 1 kg katalizatorning 1 soat ishlashi davomida hosil boʻladigan mahsulot unumi (kg) bilan ifodalanadi. Agar reaktorga yuklangan (kg) yoki V_k (m^3) katalizator t soat davomida m_m (kg) yoki V_m (m^3) mahsulot hosil qilsa, katalizator unumdorligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$U_k = m_k/t \quad (6.6) \quad \text{yoki} \quad U_k = V_m/tV_k \quad (10.2)$$

bunda: U_k -katalizatorning sochma hajmi.

2. Masala: Ammiak sintezi $550^\circ C$ da, 33 MPa bosimda 6000 kg katalizator yuklangan reaktorda amalga oshirildi. Agar qurilmada bir sutkada 93 t ammiak sintez qilinsa katalizatorning unumdorligini hisoblang.

Echish: (10.2) formuladan foydalanib hisoblaymiz:

$$U_k = V_m/tV_k = 93000/24 \cdot 6000 = 0,64 \text{ s}^{-1} \text{ Mustaqil}$$

hisoblash uchun masalalar

1. 1000 kg etilendan mineral kislotalar katalizatorligida toʻgʻridan-toʻgʻri gidratlash reaksiyasi yordamida 1460 kg etil spirti (asosy mahsulot), 31 kg dietilefiri, 30 kg smola (mum) va 15 kg astetaldegid olindi. Katalizator selektivligini hisoblang.

2. Etilenni gidratlab etanol ishlab chiqarishda katalizatorning etanol bo'yicha unumdorligi 200 kg/m^3 bo'lsa, ishlab chiqarish unumdorligi etanolga nisbatan 150 t/sutka bo'lgan katalizator sochma hajmini toping.

3. Faollantirilgan ko'mir sirtiga yuttirilgan simob (II) xlorid katalizator ishtirokida gaz fazasida atsetilenni gidroxlorlash natijasida hosil bo'lgan katalizda (mass.%): vinilxlorid-93; vodorod xlorid-5,0; etilen-0,5; dixloretan-0,3; atsetaldegid-0,3 bor. Katalizatorning vinilxlorid (asosiy mahsulot) bo'yicha selektivligini hisoblang.

4. Kerosin-solyarka fraksiyasini alyuminiy silikat katalizatori ishtirokida 1 sutka davomida krekinglanganda 50 t. xomashyodan 27,5 t benzin, 13 t uglevodorod, 7 t kreking-gaz va 2 t koks olindi. Agar jarayonda 250 t katalizator qo'lanilsa katalizatorning benzina nisbatan selektivligi va unumdorligini hisoblang.

5. Sanoatda etilenglikol kontakt gaz asosida, etilenni sulfat kislota eritmasi bilan ishlov berish natijasida to'g'ridan-to'g'ri oksidlab olinadi. Bunda olingan 1000 kg etilenglikoldan 120 kg dietilenglikol, 30 kg trietilenglikol hosil bo'ladi va 100 kg etilen o'zgarishsiz qoladi. Jarayonning selektivligini toping.

6. Toluolni 600°C va 7,0 Mpa bosimda xromalyuminiy katalizatori ishtirokida gidrodealkillash natijasida quyidagi kataliz hosil bo'ladi, mass.% benzol-62,0; toluol-22,0; vodorod-3,0; metan-13. Katalizatorning benzol bo'yicha selektivligini aniqlang.

7. 550°C va 33 mPa da ammiak sintez qilishda qo'llaniladigan reaktor 6000 kg katalizator bilan to'ldirilgan. Agar reaktorda sutkasiga 93 t ammiak sintez qilinsa, katalizatorning unumdorligini hisoblang.

8. Izopropilbenzolni AlCl_3 (A); H_3PO_4 kizelgurga shimdirilgan (B), 90% li sulfat kislota eritmasi (C) olish sharoiti va natijalari quyida keltirilgan

Ko'rsatkichlar	A	B	C
Benzol/alken hajmy nisbati	2,5/1,0	4,0/ 1,0	4,0/ 1,0

Alkilbenzol bo'yicha reaktor unumdorligi, kg/m ³ c	150-250	150 -250	-
Katalizat tarkibi, mass. %			
alkilbenzol	26-31	21,0	24, 2
benzol	61-71	76,0	73, 6
boshqalar	3,5-5,8	3,0	2,2

Agar reaktorning hajmi 7,3 m³ bo'lsa, qurilmaning A,B,C modular uchun selektivligi va o'rtacha sutkalik unumdorligini aniqlang

9. Butanni butilenga degidrogenlash jarayonida asosiy reaksiya bilan bir qatorda uglebodorodni krekinglash jarayoni ham sodir bo'ladi. Degidrogenlash jarayonining faollanish energiyasi 174 kJ/mol, krekingni faollanish energiyasi esa 250 kJ/molga teng. Katalizatorning degidrogenlash bo'yicha selektivligini hisoblang.

10. Popilenni to'g'ridan to'g'ri Mis (II)-oksid ishtirokida 310-350°C, 0,4 MPa da oksidlab akrolein olishda kontakt gazlarning tarkibi quydagicha (mass.%): azot-82,4; akrolin-9.11; propilen-3,07; CO₂-2,12; aldegidlar- 2,85; va boshqalar - 0,36. Katalizatorning akrolin bo'yicha selektivligini aniqlang?

Amaliy mashg'ulot №5

Qattiq katalizatorlarning fizik xossalariga oid hisoblash

1. Katalizatorlarning zichliklarini hisoblash
2. Katalizatorni solishtirma yuzasini hisoblash
3. Katalizatorlarning g'ovaklarini o'lchamini hisoblash

Katalizatorlarning zichliklarini hisoblash

Berilgan modda massasini uning hajmiga nisbatiga shu moddaning zichligi deyiladi. U quydagicha ifodalanadi.

$$m \quad kg$$

$$\rho \text{ — } V \text{ birligi } \frac{m}{m^3}$$

Bu yerda ρ -moddaning zichligi, m -moddaning massasi, V -moddaning hajmi

Amaliyotda yana bir nisbiy zichlik tushunchasi mavjud. Nisbiy zichlik deb berilgan modda massasining yoki zichligining standart modda massasi yoki zichligiga nisbati shu moddaning nisbiy zichligi deyiladi va u quydagicha ifodalanadi

$$d = \frac{m_b}{m_s} \quad \text{yoki} \quad d = \frac{\rho_b}{\rho_s} \quad \text{bu yerda}$$

m_b -berilgan modda massasi, m_s -standart modda massasi, ρ_b -berilgan modda zichligi, ρ_s -standart modda zichligi

Amaliyotda katalizatorning o'ziga xos g'ovakli tuzulishini va katalizator donalarining shaklini hisobga oladigan xarakteristikalaridan biri uning zichligidir.

Keng qo'llaniladigan xarakteristikalar uyilgan zichlik, ehtimolli va haqiqiy zichliklaridir.

Uyulgan zichlik: Qattiq donador katalizator massasining, o'zi egallagan umumiy hajmiga nisbati. $\rho_{\text{uyul}} = m/V_{\text{kat}}$. m – massa. V_{kat} – katalizator hajmi.

Bunda quyidagilar nazarda tutiladi: katalizator qavatini umumiy hajmida materialning hajmi, donachalar orasidagi bo'shliq hajmi va katalizator donachalarini g'ovaklari hajmi hammasi birgalikda hisobga olinadi.

$$V_{\text{kat}} = V_m + V_b + V_g.$$

1. Masala: Sharsimon holatga keltirilgan katalizator 100 ml li idishga solingan, ushbu idishdagi katalizatorning massasi 65 gr ni tashkil etsa shu katalizatorning uyilgan zichligini hisoblang.

Yechish: Buning uchun katalizatorni uyilgan zichligini aniqlash ifodasidan foydalanamiz.

$$\rho_{\text{uyul}} = m/V_{\text{kat}} = 65/100 = 0.65 \text{ gr/ml}$$

Ehtimolli zichlikda: katalizator donachalari orasidagi bo'shliq hisobga olinmaydi.

$$\rho_{\text{ex}} = m / (V_k - V_b)$$

bu erda V_k -katalizator xajmi.

V_b —katalizator donachalari orasidagi bo'shliq hajmi.

2. Masala: Massasi 75 gr bo'lgan qattiq sharsimon katalizatorning umumiy hajmi 100 ml donachalari orasidagi bo'shliq hajmi 10 ml bo'lsa shu katalizatorning ehtimolli zichligini hisoblang.

Yechish: Buning uchun katalizatorni ehtimolli zichligini aniqlash ifodasidan foydalanamiz.

$$\rho_{ex} = m / (V_k - V_b) = 75 / (100 - 10) = 75 / 90 = 0.833 \text{ gr/ml}$$

Haqiqiy zichlik - zichlashtirilgan moddaning hajm birligidagi massadir.

$$P_{haq} = m / V_m$$

Bunda katalizator zarrachalari orasidagi bo'shliq hamda katalizatorning g'ovaklari orasidagi bo'shliqlari inobatga olinmaydi.

V_m -Katalizator tayyorlangan materialning hajmi

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. Silendr holatiga keltirilgan katalizator 100 ml li idishga solingan, ushbu idishdagi katalizatorning massasi 70 gr ni tashkil etsa shu katalizatorning uyilgan zichligini hisoblang.

2. Kukunsimon holatiga keltirilgan katalizator 100 ml li idishga solingan, ushbu idishdagi katalizatorning massasi 95 gr ni tashkil etsa shu katalizatorning uyilgan zichligini hisoblang.

3. Massasi 65 gr bo'lgan qattiq silendrsimon katalizatorning umumiy hajmi 100 ml donachalari orasidagi bo'shliq hajmi 15 ml bo'lsa shu katalizatorning uyilgan va ehtimolli zichligini hisoblang.

4. Massasi 88 gr bo'lgan qattiq kukunsimon katalizatorning umumiy hajmi 100 ml donachalari orasidagi bo'shliq hajmi 8 ml bo'lsa shu katalizatorning uyilgan va ehtimolli zichligini hisoblang.

5. Ichki diametri 2.5m bo'lgan reaktorga 7 m balandlikda katalizator qatlami yotqizilgan. Agar reaktorga 46 tonna katalizator yuklangan bo'lsa shu katalizatorning

O'yilgan, extimolli va haqiqiy zichliklarini hisoblang. Katalizator donachalari orasidagi bo'shliq 33%, g'ovaklari bo'shlig'i 12%

6. Katalizator ishlab chiqarishda 27.81 m^3 xomashyo sarf bo'ldi. Haqiqiy zichligi 1123 kg/m^3 katalizatorni ichki aylana uzunligi 7065 mm bo'lgan reaktorga yuklanganda umumiy bo'shliq 8.6 m^3 ni tashkil etgan bo'lsa katalizator yuklangan qatlam balandligini va uning zichliklarini hisoblang. 1 m^3 katalizator donachasi govaklari bo'shlig'i 8%.

Katalizatorni solishtirma yuzasini hisoblash

Katalizatorning solishtirma yuzasi, uning yuzasini qattiq jismni birligiga nisbati (m^2/gramm).

Shunday qilib katalizator yuzasi – S quydagicha aniqlanadi.

$$S = \frac{n}{22400} N S_m \cdot 10^{20}$$

N – Avagadro soni, $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, S_m - adsorbent molekulasining ko'ndalang kesim yuzasi, n- adsorbatning 1g qattiq jismdagi monoqavatining miqdori, (mol)

3. Masala: 1 gramm kukunsimon alyuminiy oksidining miqdori $9.8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ bo'lgan adsorbent molekulasining ko'ndalang kesim yuzasi 0.002 m^2 bo'lsa shu adsorbentning yuzasini hisoblang.

Yechish: Ushbu masalani yechishda yuqoridagi ifodadan foydalanamiz

$$S = \frac{22400 n}{0.002 \cdot 10^{20}} N S_m \cdot 10^{20} = \frac{22400 \cdot 9.8 \cdot 10^{-3}}{0.002 \cdot 10^{20}} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 5.2 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

Javob: 1 gramm kukunsimon alyuminiy oksidining solishtirma yuzasi $5.2 \cdot 10^6 \text{ m}^2$

Xozirgi vaqtda katalizatorning solishtirma yuzasini adsorbsiya izotermasi tenglamasi Brounar – Emmet – Teller (BET) orqali quydagicha hisoblanadi.

$$\frac{P}{A(P_3 - P)} \cdot \frac{1}{V_m} \cdot \frac{C - 1}{C} \cdot P_3$$

A – normal sharoitda o‘lchangandagi adsorbatning massasi yoki hajmi, g yoki ml.

V_m – normal sharoitda monomolekulyar qavat hosil bo‘lishidagi adsorbatning massasi yoki hajmini izlanayotgan qiymati, g yoki ml.

P – adsorbirlangan moddaning miqdorini o‘lchanayotgan vaqtidagi bosim, mm, sim.ust.

P_3 – to‘yingan bug' bosimi. mm.sim.ust. C

– BET konstantasi.

Katalizatorni aktiv komponentlarining yuzasi

Katalizatorlarda aktiv komponentni yuzasini aniqlash, katalizatorni solishtirma yuzasini aniqlashdan ko‘ra muhimroqdir.

Shuning uchun, bu maqsadda xemosorbstiya, elektron – mikroskopik va rentgen usullaridan keng foydalaniladi.

Aktiv komponentlarni yuzasini alohida-alohida xemosorbstiya bilan aniqlash, metallarni moddalarga selektiv sorbstiyalanish xususiyatiga asoslangan.

Tekshirilayotgan aktiv komponentni solishtirma yuzasi – S_{sol} quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$S_{sol} = \frac{V}{m} \cdot \frac{1}{C} \cdot \frac{C - 1}{C} \cdot P_3$$

V – tekshirilayotgan katalizator namunasidagi xemosorblangan gazning hajmi, ml; m^3 ; m – namuna katalizatorini massasi, g; $\frac{1}{C}$ - tekshirilayotgan komponentdagi gazning solishtirma xemosorbstiyalanishi, ml/ m^2 .

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. 15 gramm kukunsimon alyuminiy oksididan tayyorlangan katalizator molekulasining ko'ndalang kesim yuzasi 0.002 m^2 bo'lsa shu katalizaning yuzasini hisoblang.

2. 250 gramm $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ oksidlari 1:1 nisbatda aralashmasidan tayyorlangan katalizator molekulasining ko'ndalang kesim yuzasi 0.0017 m^2 bo'lsa shu katalizaning yuzasini hisoblang.

3. 480 gramm $\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ (24;56;20)% li oksididan tayyorlangan katalizator molekulasining ko'ndalang kesim yuzasi 0.0012 m^2 bo'lsa shu katalizaning yuzasini hisoblang.

4. 920 gramm $\text{ZnO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ oksididan tayyorlangan katalizator molekulasining ko'ndalang kesim yuzasi $2\cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ bo'lsa shu katalizaning yuzasini hisoblang.

5. 1230 gramm $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ oksididan tayyorlangan katalizator molekulasining ko'ndalang kesim yuzasi $12\cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ bo'lsa shu katalizaning yuzasini hisoblang.

Katalizatorlarning g'ovaklarini o'lchamini hisoblash

Katalizatorni g'ovakli tuzilishi: G'ovakni tuzilishini harakterlash uchun umumiy g'ovak hajmini, ularni kattaligi bo'yicha tarqalishi, g'ovaklar orasidagi bog'liqligini bilish kerak. G'ovaklarni o'lchamlari bo'yicha mikrog'ovaklarga (ekvivalent radiusi 1,5 nm dan kam bo'lgan), mizog'ovaklarga (ekvivalent radiusi 1,5 – 100 nm), makrog'ovaklarga (100-5800 nm) va superg'ovaklarga (5800 nm dan yuqori) bo'linadi.

G'ovaklarni hajmini aniqlashni Kataliz instituti (RFA) quyidagicha usul bilan hisoblashni taklif etadi:

$$V_n \left(\frac{1}{\rho_{ext}} - \frac{1}{\rho_{haq}} \right) \quad (8.1.)$$

1. Masala: Alyumosilikatli katalizatorning $\rho_{ext}=0.97$ gr/ml va $\rho_{haq}=1.05$ gr/ml bo'lsa shu katalizatorning g'ovaklari hajmini aniqlang?

Yechish: Ushbu masalani yechish uchun 8.1. ifodadan foydalanamiz.

$$V_n \left(\frac{1}{0.97} - \frac{1}{1.05} \right) = 0.05 \text{ ml}$$

Javob: Alyumosilikatli katalizatorning g'ovaklar hajmi 0.05 ml

Simobli porometrlarda g'ovaklar hajmining radiusi – 2,6 nm dan 35000 nm gacha bo'lgan g'ovaklari aniqlanadi. ρ = katalizator g'ovakligi quydagi ifodalar orqali aniqlanadi

$$\rho_{ext} ; \quad \rho_{haq} \quad (8.2.) \text{ yoki } \rho_{haq} \quad (8.3.)$$

$$\rho_{Vm}$$

2. Masala: Yuqoridagi masala shartidan foydalanib alyumosilikatli katalizatorning g'ovakligini hisoblang?

Yechish: Ushbu masalani yechish uchun 8.3. ifodadan foydalanamiz.

$$\rho_{haq} = \frac{1}{\frac{1}{\rho_{ext}} - \frac{1}{\rho_{Vm}}} = \frac{1}{\frac{1}{0.97} - \frac{1}{0.076}} = 1.05$$

Umumiy g'ovaklikni, katalizatorga (materialga) suvni yutdirish bilan ham topsa bo'ladi (W,%)

$$W_{\text{kam}} = \frac{m_{\text{kam}}}{m_{\text{kam}} + m_{\text{sol}}} \cdot 100\% \quad (8.4.)$$

m_{kam} va m_{sol} – tekshirilayotgan namunani, avvalgi va suv bilan to‘yingandagi massasi, g.

Katalizator g‘ovaklar hajmini, ya‘ni katalizator ichki g‘ovaklarini solishtirma hajmini (V_{sol}); topish uchun zarrachalarning umumiy g‘ovaklar hajmini – ($V_{\text{g'ov}}$) shu katalizator zarrachalari massasiga bo‘lish kerak (m_{kat}), unda quyidagi ifoda hosil bo‘ladi.

$$V_{\text{g'ov}} = \frac{V_{\text{sol}} \cdot m_{\text{kat}}}{m_{\text{kat}}} \quad (8.5.)$$

3. Masala: 500 gr Alyumosilikatli katalizatorning Solishtirma g‘ovak hajmi 0,5 sm³/g bo‘lsa unig g‘ovaklar hajmini hisoblang?

Yechish: Ushbu masalani yechish uchun 8.5. ifodadan foydalanib $V_{\text{g'ov}}$ ni topamiz.

$$V_{\text{g'ov}} = V_{\text{sol}} \cdot m_{\text{kat}} = 500 \cdot 0,5 = 250 \text{ sm}^3$$

G‘ovaklikni hisoblash –

V_n – ichki g‘ovaklar hajmi

V_h – zarracha namunalarining hajmi.

$$V_h = \frac{V_n \cdot m_h}{m_h \cdot V_{\text{kol}} \cdot \rho_k}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{\text{g'ov}}}{4 \cdot \pi}} \quad \text{g‘ovakni o‘rtacha radiusi.}$$

Ayrim katalizatorlarning g‘ovakliligi

No	Katalizator	Solishtirma g'ovak hajmi, sm ³ /g	Solishtirma g'ovak yuzasi, m ² /g	G'ovak radiusi, (10 ⁻⁹ m)
1	2	3	4	5
1	Kreking jarayoni uchun, alyumosilikat Al ₂ O ₃ SiO ₂	0,4-0,5	300-500	1,5-10
2	Alyuminiy oksidi, □ - Al ₂ O ₃	0,4	150-200	2,0-10
3	Gidrirlash uchun (Ni)	0,3	300-250	1,5-20
4	NH ₃ sintez uchun Fe li V ₂ O ₃ /Ba-Al ₂ O ₃ * SiO ₂	0,3	7-10	20-100
5	SO ₂ ni oksidlash uchun V ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ * SiO ₂	0,4-0,5	8-10	70-100
6	SO ₂ oksidlash uchun «qaynagan qavatda» V ₂ O ₅ /K ₂ O/ alyumo silikat	0,35-0,45	8-15	50-80
7	Fe ₂ O ₃ SO ₂ ni oksidlash uchun	0,3-0,4	3-5	200-400

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

- - Al₂O₃ katalizatorning $\rho_{\text{ext}}=0.96$ gr/ml va $\rho_{\text{haq}}=1.06$ gr/ml bo'lsa shu katalizatorning g'ovaklari hajmini aniqlang?
- V₂O₃/Al₂O₃/SiO₂ katalizatorning $\rho_{\text{ext}}=0.87$ gr/ml va $\rho_{\text{haq}}=1.18$ gr/ml bo'lsa shu katalizatorning g'ovaklari hajmini aniqlang?
- Fe₂O₃ katalizatorning $\rho_{\text{ext}}=1.57$ gr/ml va $\rho_{\text{haq}}=2.15$ gr/ml bo'lsa shu katalizatorning g'ovakligini hisoblang?
- V₂O₃/Al₂O₃/SiO₂ katalizatorning $\rho_{\text{ext}}=0.97$ gr/ml va $\rho_{\text{haq}}=1.25$ gr/ml bo'lsa shu katalizatorning g'ovakligini hisoblang?

5. 750 gr γ - Al_2O_3 katalizatorning Solishtirma g'ovak hajmi $0,4 \text{ sm}^3/\text{g}$ bo'lsa unig g'ovaklar hajmini hisoblang?
6. 220 gr $\text{V}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ katalizatorning Solishtirma g'ovak hajmi $0,45 \text{ sm}^3/\text{g}$ bo'lsa unig g'ovaklar hajmini hisoblang?

Amaliy mashg'ulot №6

Katalizatorlarning faolligini hisoblash

Katalizator faolligi (B_k) katalizator ishtirokida reaksiyaning nisbiy tezlanishi bo'lib, quyidagi tenglamalar (1 va 2) bilan ifodalanadi:

$$B_k = V^1/V \quad (1) \quad B_k = k^1/k \quad (2)$$

bunda V^1 va V reaksiyaning katalizator ishtirokida va katalizatorsiz holatdagi tezligi; k^1, k -mos ravishdagi reaksiyalarning tezlik doimiysi).

Katalizatorlarni taqqoslashda ularning solishtirma faolligidan foydalaniladi. Gomogen katalizda sirt faolligi o'rniga katalizatorning birlik konsentratsiyasiga keltirilgan reaksiya tezligi, geterogen katalizda esa berilgan haroratda katalizator sirt birligiga mos keluvchi reaksiya tezligi qo'llaniladi.

Arrenius tenglamasiga asosan tezlik doimiysi quyidagicha ifodalanadi:

$$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}} \quad (3),$$

Bundan kelib chiqib B_k ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$B_k = \exp(\Delta E_a/RT) \quad (4)$$

Bu tenglama yordamida E_a ning katalizator ishtirokida va katalizatorsiz reaksiya uchun qiymatini bilgan holda B_k ni hisoblash mumkin.

Misol: $\text{C}_4\text{H}_{10(s)} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10(s)}$ reaksiyaning faollanish energiyasi Al_2B_6 katalizator ishtirokida 53°C da $38,5 \text{ kDj/mol}$ ga teng. Ushbu reaksiya berilgan sharoitda katalizatorsiz amalga oshirilganda faollanish energiyasi $57,2 \text{ kDj/mol}$ bo'lsa, katalizatorning faolligini aniqlang.

Yechish: Hisoblash uchun (4) tenglamadan foydalanamiz:

$$B_k = \exp(-E_a/RT) \quad T = 273 + 53 = 326 \text{ K bundan}$$

$$B_k = \exp(57,2 - 38,5)/(8,314 \times 326) = \exp(57,2 \times 10^3 - 38,5 \times 10^3)/(8,314 \times 326) = 992.$$

Turli xil katalizatorlar uchun ularning katalitik faolligini miqdoriy jihatdan solishtirishda quyidagi kattaliklardan foydalaniladi:

a) doimiy haroratda moddalarning reaksiyaga kirishish darajasi;

b) boshqa sharoitlar bir xil bo'lganda, bir xil reaksiyaga kirishish darajasiga

mos keluvchi reaksiya harorati;

c) reaksiyaning tezlik doimiysi (agar katalizator ishtirokida reaksiya tartibi

o'zgarmasa);

d) faollanish energiyasi qiymati (Arrenius tenglamasidagi predeksponensial ko'paytuvchi (A) o'zgarmaydigan holat uchun).

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. $2\text{O}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{O}_{3(g)}$ Reaksiyaning faollanish energiyasi (E_a) 450°C da 280 kDj/mol ga teng. Fe_2O_3 asosida tayyorlangan katalizator yuqoridagi reaksiyaning faollanish energiyasini (630°C da) 160 kDj/mol gacha, vanady oksidi asosida tayyorlangan ($420\text{--}460^\circ\text{C}$ haroratda ishlaydigan) katalizator esa 92 kDj/mol gacha kamaytiradi. Katalizatorlarning faolligini hisoblang.

2. Katalizator ishtirokida shakar suvdagi eritmasida glyukoza va furuktozaga gidrolizlanadi. H^+ ionlari ishtirokida reaksiyaning faollanish energiyasi $106,94 \text{ kJ/mol}$, fermentlar katalizatorligida esa bu qiymat $34,4 \text{ kDj/mol}$. Shunday miqdorda olingan vodorod xlord ishtirokida 25°C da shakarning gidrolizlanishi necha marta ortadi?

3. n-Parafinni izoparafinga izomerlanish reaksiyasining tezlik doimiysi 65°C da $2,0 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ ga teng, shu haroratda Al_2B_6 katalizatori ishtirokida esa $1,8 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ga teng. Taklif etilgan katalizatorning faolligini aniqlang?

Amaliy mashg'ulot №7

Qo'zg'almas qatlamli katalitik jarayon reaktorida katalizator qatlami balandligini hisoblash

Katalitik riforming reaktorlari muntazam ishlaydi, oraliq xomashyo kiritilmaydi va reaksiya mahsulotlari chiqarilmaydi. Barcha reaktorlar orqali bir xil miqdordagi xomashyo va sirkulyasiyalanuvchi vodorod saqllovchi gaz o'tadi.

Shulardan kelib chiqqan holda, quyidagi hisoblashlar tartibi saqlanadi.

1. Reaktordagi katalizator hajmi ($V_{k,r}$, m^3) quyidagi formuladan topiladi:

$$V_{k,r} = G_{x,a} / \rho_{x,a} W$$

Xomashyo uzatish hajmiy tezligi keng chegaralarda 1 dan 5 soat⁻¹ gacha o'zgarishi mumkin.

2. Xomashyo aralashmasi hajmiy sarfi va sirkulyasiyalanuvchi gaz yig'indisi (G_{ar} , m^3/s) aniqlanadi.

$$G_{ar} = G_o + G_{u,r}$$

Bu yerda G_o - xomashyo bug'larining hajmiy sarfi, m^3/s ;

$G_{u,r}$ - sirkulyasiyalanuvchi vodorod saqllovchi gaz sarfi, m^3/s .

3. Reaktor kesimining yuzasi (S , m^2) $S = G_{ar} / V$ formulaga ko'ra aniqlanadi, Bu yerda V – aralashmaning harakat tezligi, m/s .

Riforming reaktorlaridagi aralashma chiziqli harakat tezligi odatda apparatni to'la kesimida 0,3 – 0,5 m/s oralig'ida bo'ladi.

4. Ma'lum kesim yuzasi bo'yicha reaktor diametri topiladi.

5. Barcha reaktorlardagi katalizator qatlami (h_k , m) balandliklari yig'indisi hisoblanadi:

$$h = V_{k,r} / S.$$

Sanoat qurilmalarida katalizatorning umumiy hajmi odatda reaktorlar aro 1:2:4 nisbatda taqsimlanadi, ya'ni birinchi reaktorda 15%, ikkinichisida 30% va uchinchisida – 55% katalizator bo'ladi.

Agar reaktorlar o'lchami bir xil bo'lsa, keyingi hisoblashlar eng ko'p yukli uchinchi reaktor bo'yicha olib boriladi. Bunday holatda katalizator balandligi (h_k') quyidagicha aniqlanadi:

$$h_k' = 0,55 h_K.$$

Reaktor umumiy balandligiga (N, m) uning silindrik qismi (1,5 barobar oshirilgan katalizator qatlami balandligi) va ikki yarim shar ko'rinishidagi tubining balandligi kiradi:

$$N = 1,5 h_k' + D.$$

Bu yerda D – reaktor diametri, m.

Birinchi va ikkinchi reaktorlar balandligi uchinchi reaktor balandligiga teng deb qabul qilinadi. Qurilma reaktorlari har xil o'lchamga ega bo'lsa, ularni har biri balandligi yuqorida keltirilgan formula bo'yicha undagi katalizator hajmidan kelib chiqqan holda aniqlanadi.

1. Masala: Katalitik riforming qurilmasiga 62–85°C fraksiya 34 750 kg/soat (ρ_4^{20} 0,7152; $M=98$ kg/mol; $T_{kr}=522K$; $R_{kr}= 2,8$ MPa) kiritilmoqda. Xomashyoni uzatilishi hajmiy tezligi 2,0 soat⁻¹. Reaktor blokidagi temperatura 510°C, bosim 3,1 MPa. 1 m³ xom ashyoga nisbatan vodorod saqlovchi sirkulyasiya gazi hajmi 850 m³. Gaz xomashyo aralashmasining chiziqli tezligi 0,47 m/s. Uchinchi reaktorga 56% katalizator to'ldirilgani hisobga olgan holda, reaktor diametri va balandligi aniqlansin.

Yechish. Dastlab siqiluvchanlik koeffisientini hisobga olgan holda bug'ning hajmiy sarfini topamiz va grafikdan keltirilgan temperatura va bosimga nisbatan aniqlaymiz:

$$T_{kel} = \frac{510 + 273}{522} = 1,5; \quad P_{kel} = \frac{3,1}{2,8} = 1,1$$

Siqiluvchanlik koefficienti $z=0,9$.

Xomashyo bug'ining hajmiy sarfi

$$G_6' = \frac{22,4 \cdot 783 \cdot 0,101 \cdot 0,9 \cdot 34750}{273 \cdot 3,1 \cdot 98 \cdot 3600} = 0,185 \text{ m}^3/c$$

Vodorodning siqiluvchanlik koefficienti 1 ga teng bo`lib, buni vodorod saqllovchi gaz uchun ham shunday qabul qilsa bo`ladi. Vodorod saqllovchi gazning hajmiy sarfi quyidagicha topiladi (2.1 § ga karang):

$$G_{q,z} = \frac{34750 \cdot 850 \cdot 783 \cdot 0,101}{715,2 \cdot 273 \cdot 3,1 \cdot 3600} = 1,072 \text{ } M^3/c$$

Yig`indisi:

$$G_{ap} = 0,185 + 1,072 = 1,257 \text{ } M^3/c$$

Reaktor blokidagi katalizatorning umumiy hajmini aniqlaymiz:

$$V_{k,p} = \frac{34750}{715,2 \cdot 2} = 24,3 \text{ } M^3$$

Reaktorning kesimi yuzasi:

$$S = \frac{1,257}{0,47} = 2,7 \text{ } M^2$$

Uning diametri:

$$D = 1,128 \sqrt{2,7} = 1,85 \text{ } M \approx 2M$$

Katalizator qatlamining umumiy balandligi:

$$h_k = \frac{24,3}{2,7} = 9M$$

Uchinchi reaktordagi katalizator qatlami balandligi

$$h_k' = 0,56 \cdot 9 = 5 \text{ } M$$

Uchinchi reaktorning to`liq balandligi

$$H = 1,5 \cdot 5 + 2 = 9,5 \text{ } m.$$

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. Reaksion zona orqali $1,4 \text{ soat}^{-1}$ hajmiy tezlik bilan o`tuvchi $749 \text{ kg}/m^3$ zichlikdagi $69\ 800 \text{ kg}/\text{soat}$ miqdordagi benzin fraksiyasi riformingi uchun zarur buladigan katalizator hajmi aniqlansin.

2. Reaksion zona orqali $1,5 \text{ soat}^{-1}$ hajmiy tezlik bilan o`tuvchi $750 \text{ kg}/m^3$ zichlikdagi $70\ 800 \text{ kg}/\text{soat}$ miqdordagi benzin fraksiyasi riformingi uchun zarur buladigan katalizator hajmi aniqlansin.

3. Reakcion zona orqali $1,8 \text{ soat}^{-1}$ hajmiy tezlik bilan o'tuvchi 780 kg/m^3 zichlikdagi $86\ 800 \text{ kg/soat}$ miqdordagi benzin fraksiya si riformingi uchun zarur buladigan katalizator hajmi aniqlansin.

4. Reaktor orqali $0,38 \text{ m/s}$ tezlik bilan $31\ 450 \text{ kg/soat}$ miqdordagi benzin fraksiya si ($\square_4^{20} \square 0,756$; $M=117 \text{ kg/mol}$) o'tadi. Reaktordagi temperatura $500\ ^\circ\text{C}$, bosim $2,7 \text{ MPa}$. Xomashyo siqiluvchanlik koeffisienti $0,92$. Vodorod saqlovchi gazning siqiluvchanlik koeffisienti $1,0$; uning sirkulyasiyalanish nisbati 1 m^3 xom ashyoga 930 m^3 . Reaktorning ko'ndalang kesim yuzasi aniqlansin.

5. Reaktor orqali $0,35 \text{ m/s}$ tezlik bilan $33\ 450 \text{ kg/soat}$ miqdordagi benzin fraksiya si ($\square_4^{20} \square 0,766$; $M=117 \text{ kg/mol}$) o'tadi. Reaktordagi temperatura $510\ ^\circ\text{C}$, bosim $2,8 \text{ MPa}$. Xomashyo siqiluvchanlik koeffisienti $0,96$. Vodorod saqlovchi gazning siqiluvchanlik koeffisienti $1,0$; uning sirkulyasiyalanish nisbati 1 m^3 xom ashyoga 930 m^3 . Reaktorning ko'ndalang kesim yuzasi aniqlansin.

6. Reaktor orqali $0,48 \text{ m/s}$ tezlik bilan $41\ 450 \text{ kg/soat}$ miqdordagi benzin fraksiya si ($\square_4^{20} \square 0,776$; $M=117 \text{ kg/mol}$) o'tadi. Reaktordagi temperatura $500\ ^\circ\text{C}$, bosim $3,7 \text{ MPa}$. Xomashyo siqiluvchanlik koeffisienti $0,89$. Vodorod saqlovchi gazning siqiluvchanlik koeffisienti $1,0$; uning sirkulyasiyalanish nisbati 1 m^3 xom ashyoga 960 m^3 . Reaktorning ko'ndalang kesim yuzasi aniqlansin.

7. Katalitik riforming qurilmasida uchta ketma – ket birikkan reaktor ishlaydi. Xomashyo – sarfi $36\ 700 \text{ kg/soat}$ bulgan benzin fraksiya si ($\square_4^{20} \square 0,738$; $M=119 \text{ kg/mol}$) uzatilish hajmiy tezligi $1,2 \text{ soat}^{-1}$. Vodorod saqlovchi gaz sirkulyasiyalanish nisbati 1 m^3 xom ashyoga 1100 m^3 . Reakcion zonadagi xomashyo bug'lari va sirkulyasiyalanuvchi gaz harakatining chiziqli tezligi $0,5 \text{ m/s}$. Hisoblashlar uchun temperaturani $520\ ^\circ\text{C}$, bosim $2,0 \text{ MPa}$, siqiluvchanlik koeffisienti $0,85$, uchinchi reaktordagi katalizator miqdorini 53% deb qabul qilinsin. Reaktorlar o'lchamini bir xil deb qabul qilingan holda, ularning diametr va balandlik hisoblansin.

Amaliy mashg'ulot №8

Mavhum qaynash qatlamli katalitik jarayonda katalizatorning qaynovchi qatlam balandligini hisoblash

Katalitik krekingning qo'llanilishidan maqsad asosan 470 – 530°C temperatura va yuqori bulmagan ortiqcha 0,05 – 0,01 MPa bosimda yuqori oktanli tayyor benzin komponentlarini olishdir. Bundan tashqari, katalitik krekingda boyitilgan butan–butilenli fraksiya gazi, shuningdek engil va og'ir gazoyl olinadi. Reaksiya vaqtida katalizator yuzasida hosil bo'lgan koks regenerasiya jarayonida kuydiriladi. Katalitik kreking xom ashyosi sifatida ko'p hollarda 350 – 500°C oralig'ida to'g'ri haydashdan olingan keng moy fraksiyasidan foydalaniladi. Katalitik krekingni xom ashyoga faqat yuqori temperaturada ta'sirlashish (termik kreking) bilan taqqoslaganda katalizatorning ishtiroki kreking jarayonini tezlashtirib, uning selektivligini oshiradi. Sanoatda ko'pincha mikrosferik alyumasilikatli va seolitli katalizatorlar qo'llaniladi. Katalitik kreking lift – reaktor deb ataluvchi reaktorlarda mavhum kuydirish qatlamli katalizatorlar ishtirokida o'tkaziladi. Reaktor blokiga regenerator ham kiradi, ya'ni unda katalizator yuzasida hosil bo'ladigan koksni ajratish amalga oshiriladi. Bu jarayonda katalizator reaktor va regenerator orasida doimiy sirkulyasiylanadi.

1. Reaktordagi uyulgan holdagi katalizator hajmi ($V_{k,r}$, m³) quydagicha topiladi:

$$V_{k,r} = G_h / \rho_h W.$$

Bu yerda G_h – xomashyo sarfi, kg/soat; ρ_h – xomashyoning suyuq holatdagi zichligi, kg/m³; W – xomashyoni uzatish hajmiy tezligi, 0,8 – 3,0 soat⁻¹ oralig'ida o'zgaradi.

2. Qaynovchi qatlam hajmi ($V_{q,q}$, m³) ushbu formula bo'yicha hisoblanadi:

$$V_{k,k} = \frac{V_{k,k} \square_{yul}}{\square_{k,k}}$$

Bu yerda ρ_{uyul} – katalizatorning uyilgan zichligi, odatda $610 - 690 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{k.k}$ – qaynovchi qatlam zichligi, $400 - 500 \text{ kg/m}^3$.

3. Reaktorning ko'ndalang kesim yuzasi (S, m^2) ushbu formula bo'yicha hisoblanadi:

$$G_{\sigma} = \frac{V}{S \cdot V}$$

bu yerda G_{σ} - kreking mahsulotlari bug'lari va suv bug'ilarining hajmiy sarfi, m^3/s ; V – katalizator qaynoq qatlami ustidagi bug'lar harakatining chiziqli tezligi, m/s .

4. Katalizatorning qaynovchi qatlam balandligi ($h_{q.q.}, \text{m}$) ushbu formula orqali topiladi.

$$h_{k.k} = \frac{V_{k.k}}{S}$$

va reaktorning umumiy balandligi

$$H = h_{q.q.} + h_{t.z.}$$

Bu yerda $h_{t.z.}$ – tindirish zonasi balandligi, $h_{t.z.} = 4,5 - 5 \text{ m}$.

5. Katalizator zarralarining reaktorda bo'lish vaqti davomiyligi (τ_k, s) formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\tau_k = 3600 / K_c \cdot W$$

Reaktor bug'latuvchi seksiyasi ko'ndalang kesim yuzasi va uning balandligi suv bug'i hajmidan, uning tezligidan, shuningdek bug'latuvchi seksiyadagi katalizator hajmidan kelib chiqqan holda hisoblanadi.

1. Masala: Katalitik kreking reaktoriga $106\,000 \text{ kg/soat}$ sarf bilan vakuum gazoyl ($\text{C}_4^{20} \text{ } 0,865$) kiritiladi. Reaktor orqali o'tuvchi bug'lar hajmiy sarfi $16,2 \text{ m}^3/\text{s}$, ularni tezligi $0,6 \text{ m/s}$. Xomashyo uzatish hajmiy tezligi – $1,4 \text{ soat}^{-1}$. Katalizatorning yoyilgan zichligi 680 kg/m^3 ga teng, qaynovchi qatlam zichligi 450 kg/m^3 . Tindirish zonasi balandligini 5 m deb qabul qilgan holda, reaktorning diametri va balandligi aniqlansin.

Yechish. Reaktordagi katalizator hajmini quydagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$V_{k,p} = \frac{106000}{865 \cdot 1,4} = 87,5 \text{ m}^3$$

Qaynovchi qatlam hajmi

$$V_{k,k} = \frac{87,5 \cdot 680}{450} = 132,2 \text{ m}^3$$

Ko'ndalang kesim yuzasini quydagi formulaga ko'ra topamiz.

$$S = \frac{16,2}{0,6} = 27 \text{ m}^2$$

Reaktor diametri:

$$D = \sqrt{\frac{4,27 \cdot 27}{3,14}} = 5,9 \text{ m}$$

Katalizator qaynovchi qatlam balandligini quydagi formulaga ko'ra aniqlaymiz:

$$h_{k,k} = \frac{132,2}{27} = 4,9 \text{ m.}$$

Reaktor umumiy balandigi:

$$H = 4,9 + 5 = 9,9 \text{ m.}$$

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. Katalitik kreking reaktoriga sarfi 88 150 kg/soat bo'lgan xomashyo kiritiladi.

Katalizatorning sirkulyasiyalanish karrasi 8,6 ga teng. Sirkulyasiyalanuvchi katalizatorning massa sarfini toping.

2. Reaktorga 54 300 kg/soat sarf bilan keng moy fraksiyasi ($\alpha_4^{20} = 0,895$) kiritiladi, bundagi katalizatorning qaynovchi qatlam hajmi hisoblansin. Xomashyoni reaktorga uzatish hajmiy tezligi $1,6 \text{ soat}^{-1}$. Katalizator yoyilgan zichligi 675 kg/m^3 , qaynovchi qatlam zichligi 460 kg/m^3 ga teng.

3. Katalitik kreking reaktori orqali sarfi $47\,560 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lgan reaksiya mahsuloti bug'lari $0,75 \text{ m/s}$ tezlik bilan o'tadi. Reaktor diametri aniqlansin.

4. Regenerator qaynovchi qatlamida 250 t katalizator mavjud. Agar uning zichligi 380 kg/m^3 bo'lsa, qaynovchi qatlam qancha hajmni egallaydi?

5. Regenerator qaynovchi qatlamida 350 t katalizator mavjud. Agar uning zichligi 390 kg/m^3 bo'lsa, qaynovchi qatlam qancha hajmni egallaydi?

6. Regenerator orqali sarfi $122\,400\text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lgan tutun gazlari o'tadi, ularning harakat tezligi $0,8\text{ m/s}$ ga teng. Regenerator diametri topilsin.

7. Regenerator orqali sarfi $125\,400\text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lgan tutun gazlari o'tadi, ularning harakat tezligi $0,87\text{ m/s}$ ga teng. Regenerator diametri topilsin.

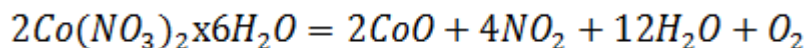
Amaliy mashg'ulot №9

Alyuminiy oksidi va metall oksidlari asosida qoplash usuli bilan katalizator tayyorlash uchun sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash

Toza holatdagi tayoqchasimon $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ $4\times 2\text{ mm}$ o'lchovli bo'lakchalarga qirqiladi (tayyor holatdakisini ham ishlatish mumkin), elab changlardan tozalanadi va mufel shkafida $400\text{-}5000^\circ\text{S}$ gacha qizdiriladi. Metall oksidi mos ravishdagi metall nitratidan (kristall gidratidan) olinadi. Kerakli miqdordagi metall nitrati tarozida tortib olinadi va $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ hajmiy nisbat $0,5\text{-}0,6$ hajmi miqdordagi distillangan suvda eritiladi $80\text{-}90^\circ\text{S}$ gacha qizdiriladi. Keyin esa 450°S da qizdirilgan $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ tezlik bilan nitrat tuzi eritmasi ustiga solinadi. Bunda suv bug'ining kuchli parlanishi kuzatiladi. Agar suv to'liq bug'lanib ketmasa aralashma quritish shkafida, $100\text{-}120^\circ\text{S}$ da aralashtirib turilgan holatda quruguncha qizdiriladi. Nitrat tuzi bilan ishlov berilgan alyuminiy oksidi farfor kosachaga (idishga) solinadi va mufel shkafida $400\text{-}450^\circ\text{S}$ da $2\text{-}3$ soat davomida qizdiriladi. Bu sharoitda nitrat tuzi parchalanadi, hamda kristallizatsiya suvi bug'lanib ketadi. Azot oksidi $190\text{-}200^\circ\text{S}$ da uchib chiqa boshlaydi (shuning uchun mo'rili shkaf tagida yoki ochiq havoda ishlanadi). Natijada nitrat tuzi parchalanib metall oksidi holatda alyuminiy oksidi sirtiga qoplanadi va kerakli tarkibli katalizator ishlatishga tayyor bo'ladi (ishlatishdan oldin katalizatorni elab changdan tozalash lozim).

Kerakli miqdordagi nitrat tuzi olishni hisoblash namunasi. Masalan, $96\%\text{ Al}_2\text{O}_3$ 4% kobalt oksidi tarkibli katalizatoridan 100 g tayyorlash talab qilinsin. Demak 96 g

Al_2O_3 va 4 g kobalt oksidi kerak bo`ladi. Kobalt oksidi olishda 6 molekula suv tutgan kobalt nitrat kristallgidratidan quyidagi reaksiya asosida foydalanamiz:



Reaksiya tenglamasidan ko`rinadiki 1 mol kobalt nitrati kristall gidrati qizdirilganda 1 mol kobalt oksidi hosil bo`ladi.

Kobalt nitrati kristallgidratining molekulyar massasi =291

Kobalt oksidining molekulyar massasi=75 Proporsiya tuzamiz:

291 g (kristallgidrat)-----75 g/mol (CoO)

X g -----4 g/mol (CoO)

X=15,52 g

Shunday qilib tarkibi 96% alyuminiy oksidi va 4% kobalt oksididan iborat 100 g katalizator tayyorlash uchun quyidagi miqdorda boshlang`ich komponentlar olish kerak:

kobalt nitrati kristallgidrati $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ --15,52 g

alyuminiy oksidi -----96,0

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

1. 95% Al_2O_3 5% kobalt oksidi tarkibli katalizatoridan 200 g tayyorlash uchun reagentlar miqdori hisoblansin.
2. 94% Al_2O_3 6% kobalt oksidi tarkibli katalizatoridan 250 g tayyorlash uchun reagentlar miqdori hisoblansin.
3. $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -31,04 g kobalt nitrati kristallgidrati mavjud, shundan foydalanib 4% kobalt oksidi saqlagan katalizatoridan qancha tayyorlash mumkin.
4. $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -62,08 g kobalt nitrati kristallgidrati mavjud, shundan foydalanib 6% kobalt oksidi saqlagan katalizatoridan qancha tayyorlash mumkin.
5. 300 g Al_2O_3 ni barchasini to`liq sarflab tarkibida 95%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bo`lgan Alyumokobalt katalizatorini tayyorlash uchun kobalt nitrati kristallgidratidan necha g kerak.

6. 350 g Al_2O_3 ni barchasini to'liq sarflab tarkibida 96% Al_2O_3 bo'lgan Alyumokobalt katalizatorini tayyorlash uchun kobalt nitrati kristallgidratidan necha g kerak.

Amaliy mashg'ulot №10

Ishqorlash usuli yordamida temir bilan promotirlangan nikel alyuminiy katalizatorini tayyorlash uchun sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash Skelet katalizatorlar organik birikmalarni gidrogenlash va degidrogenlash jarayonida keng qo'llaniladi. Bunday katalizatorlar olish uchun ikki yoki ko'p komponentli, katalitik faol metallarning qotishmalari qo'llaniladi. Qotishmalarni ishqorlaganda mayda dispersli katalizator kukunlari hosil bo'ladi.

Laboratoriyada skelet katalizator tayyorlash quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- o'tga chidamli tigel tayyorlash;
- komponentlarni tayyorlash (nikel, alyuminiy, temir);
- qotishmalarni tayyorlash;
- katalizatorlarni maydalab kerakli fraksiyasini olish; -
- katalizatorni ishqorlash.

Kerakli metallar, reaktivlar va asboblari.

Reaktivlar: shamot, maxsus tuproq, asbest tola, nikel, alyuminiy, temir (qalamcha holatda), 3% va 20% li NaOH eritmasi

Asboblari: 1. Quritish shkafi 2. Mufel pechi 3. Tigel 4. Elak (0.5-1.0 mm) 5. Havoncha 6. Kolba 7. Suv hammomi

1) O'tga chidamli tigel tayyorlash-Maydalangan shamot, kaolin loyi va asbest tolalari aralashtirilib quruq massa tayyorlanadi. Uni tayyorlashda shamot-45%, loy-50%, asbest tolasi-5% ni tashkil qiladi.

Stakan yordamida xamirsimon massa hajmi 0.2-0.25 l bo'lgan tigel holatiga keltiriladi. Tayyor tigel quritish shkafida 150°S da quritilib, mufel pechida $500-600^{\circ}\text{S}$ da qizdiriladi, so'ngra uy haroratigacha sovutiladi.

2) Qotishma komponentlarni tayyorlash. Nikel-47%, alyuminiy 52%, temir 1% atrofida. Metall holdagi nikel ma`lum o`lchamli bo`lguncha maydalanadi, yuviladi, quritiladi va kerakli miqdorda tortib olinadi. Shu usul bilan alyuminiy metallic ham olinadi. Promotor sifatida 1% temir qotishmaga qo`shiladi.

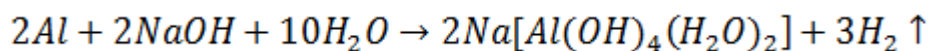
3) Qotishmani tayyorlash: Alyuminiyning 3-10 sm.li bo`lakchalari tigelga solinadi va 1000-1200 °S li pechga qoyiladi. Suyuqlangan alyuminiy sirtidan shlak ajratib olinib, unga nikel va temir 2.0-2.5 mm qalinlikdagi qirindi sifatida qo`shiladi va aralashtirib turilib bir xil massa hosil bo`lguncha qizdiriladi. So`ngra qotishma sirtidagi shlak olinib tashlanadi va ma`lum qolipdagi cho`yan yoki po`lat idishga quyiladi.

4) Katalizatorni maydalab kerakli fraksiyasini olish:

Uy haroratigacha sovutilgan qotishma qolipdan (po`lat idishdan) olinadi maydalagich yoki tegirmonda maydalanadi, so`ngra esa yuviladi.

5) Katalizator olish uchun qotishmani ishqorlash.

0.5-1.0 mm o`lchamgacha maydalangan, 0.5 l (sochma hajm) qotishma tagi silliq 1.5-2.0 l hajmga ega bo`lgan kolbaga olinadi va uning ustiga 500 ml 3%li natriy gidroksid eritmasi quyiladi va 10 minut davomida aralashtiriladi. Bunda reaksiya ketishi natijasida vodorod ajralib chiqadi.



Amaliy mashg'ulot №11

Oksidli alyumomolibden katalizatorini tayyorlash uchun sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash

Ishdan maqsad: oksidli katalizatorlar tayyorlash usuli bilan tanishish va oksidli alyumomolibden katalizatorini tayyorlash uchun sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash.

Kerakli reaktivlar:

- 1) alyuminiy oksid;
- 2) Ammoniy paramolibdat $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}4\text{N}_2\text{O}$
- 3) 20%-li ammiak eritmasi;



Ish yuzasidan nazariy malumotlar

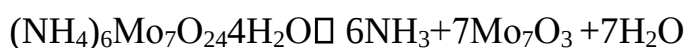
Oksidli katalizatorlar tashuvchiga yuttirish orqali tayyorlanadi. Reaksiyani olib borish jarayonida katalizatorni tashuvchining g'ovaksimon hajmiga, yani ichki diffuzion qismida va tashqi sirtida Al_2O_3 , silikagel va boshqa g'ovaksimon moddalar qo'llaniladi. Bunda tanlangan katalizatorlari bo'lgan eritma shimdiriladi, so'ngra u quritiladi va qizdiriladi. Aktiv komponentni tashuvchida bir tekisda taqsimlanish uchun quritish jarayoni maxsus rejim asosida olib boriladi. Hosil bo'ladigan oksidli katalizator yuzasining kattaliklari bir qancha faktorlarga: oksidlarni va reaksiya uchun ishlatiladigan dastlabki moddaning kimyoviy tabiatiga, oksidning g'ovaksimon strukturasiga va uning tozalik darajasiga gaz muxitining tarkibi, qizdirish harorati va vaqti bog'liq.

Ca, Zn, Ti, Mn, Fe, Mo, Th oksidli katalizatorlar spirtlarni, parafinlar, olefinlarni, sikloalkanlarni, geterosiklik birikmalarni degidrlash reaksiyalarida katalizator vazifasini bajaradi. Sanoatda chiziqli va tarmoqlangan alkanlarni degidrlab olefinlarni olish uchun katalizator sifatida oksidli alyumoxrom, alyumomolibden, alyumoplatina qo`llaniladi.

Ish bajarish tartibi: alyuminiy oksidga ammoniy paramolibdatning suvli eritmasi shimdiriladi, so`ngra katalitik trubkada vodorod ishtirokida ammoniy paramolibdat parchalantiriladi.

3-4 mm kattalikdagi alyuminiy oksid tarozida olinadi, tigelga solinadi va mufel pechida 300-350 °S da 1 soat davomida qizdiriladi. So`ngra uni toblangan kalsiy xlorid solingan eksikatorida sovutiladi. Bunda alyuminiy tarkibidagi namlik yo`qoladi va ammoniy paramolibdatni yaxshiroq shimish xususiyatiga ega bo`ladi. Alyuminiy oksidni 350° S dan yuqori temperaturada qizdirilsa, uning aktivligi kamayadi.

Katalizator tayyorlash uchun kerakli bo`lgan ammoniy paramolibdat miqdorini quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:



Ammoniy paramolibdatning to`yingan eritmasi 20%-li ammiak ishtirokida tayyorlanadi va bu eritma farfor idishga solingan alyuminiy oksidga xona haroratida yuttiriladi. Ortiqcha suvni suv hammomida qizdirish orqali bug`lantiriladi. So`ngra katalizator quritish shkafida 100°S temperaturada 1 soat, 150°S da 2 soat quritiladi va kalsiy xlorid solingan eksikatorida sovutiladi. Shundan keyin katalizator katalitik trubkada vodorod ishtirokida qizdirish orqali qaytariladi. Qaytarishda haroratni astasekin 3 soat davomida 500°S gacha ko`tariladi va shu xaroratda katalizator katalitik trubkaning sovuq qismida suv tomchilari hosil bo`lmaguncha qizdiriladi. Bunda molibden peroksid qisman qaytariladi, alyuminiy oksid aktivlanadi. Tayyorlangan katalizatorni shlifli idishda saqlash kerak.

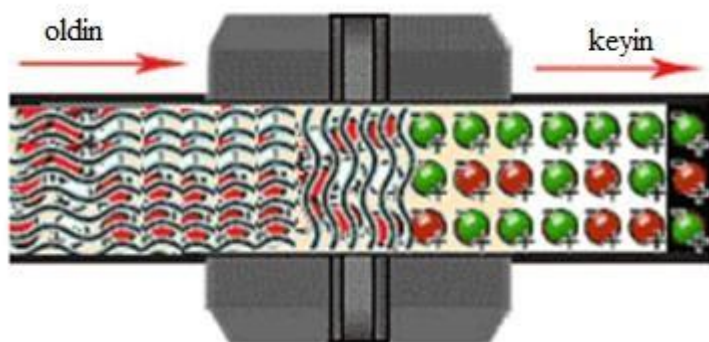
Qo`llanilishidan avval katalizatoridan kerakli qism olinadi va vodorod ishtirokida 500°S da 1-2 soat qizdiriladi.

Amaliy mashg'ulot №12

Uglerod oksidi suv bug'i bilan konversiya jarayoni katalizatori tayyorlash uchun sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash

Tabiiy katalizator boksit, kizergur rudasi, turli temir tuproqlar. Tabiiy katalizatorlar arzon, ishlab chiqarish texnikasi sodda. Bunga mayda granula formalash va uni aktivlashtirishlar kiradi.

Formalash turli ko'rinishlari kiradi tabletkalash, ekstruziyalash, granulalash. Boshlang'ich xom ashyoni aktivlash uchun tarkibidagi nordon va ishqoriylarni uzoq qayta ishlash bilan ajratish kerak bo'ladi.



Aktivlanganda sanoat katalizatori yuzasi ortadi. Sanoat katalizatorlari uchun tabiiy beydellit, bentonit va boshqalar. Ular quyidagi aralashmalar: qum, temir tuzlari, dala shpati, oxaktosh kiradi.

Tabiiy alyumosilikatlar masalan kaolin yuqori katalitik aktivlikka quritishdan so'ng ega.

Aktivlangan tuproqda SiO_2 miqdori ortadi, Na_2O , CaO , MgO , Al_2O_3 ishqorlari esa kamayadi. Tuproqdagi Al miqdori kamayishining oldini olish uchun alyuminiy tuzlari qo'shiladi. Bentonit tuprog'i asosida aktivlangan tabiiy katalizator vakuum distilyat krekingda avtobenzin olish uchun qo'llaniladi.

Ishdan maqsadi: uglerod oksidi suv bug'i bilan konversiyalash uchun katalizator tayyorlash va sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash Kerakli reaktivlar, idishlar, asbob va uskunolari:

Temir gidroksidi;

Temir nitrat;

Kalsiy oksid;

Quritish shkafi;

Mis oksidi

Ishni bajarilish tartibi: 25%-li ammiakni suvli eritmasi muntazam aralashtirish davomida N 7,8, xarorati 60°S konsentratsiyasi 380 g/l bo'lgan temir nitrat eritmasidan cho'ktirish usuli bilan olingan temir gidroksididan katalizator tayyorlanadi. Natijada ammiak selitra eritmasida Fe_2O_3 n H_2O cho'kma hosil bo'ladi. Cho'kma eritmadan olinib, issiq suvda yaxshilab yuviladi. Tarkibida 0,5% dan kamida nitrat ionlari ortmasligi kerak. 102 gr katalizator tayyorlash uchun 95 gr temir gidroksididan (tarkibida 64 gr FeO va 31 gr namlik bo'lgan), 4 gr CaO, 2 gr CuO ni (mol nisbatlari $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{CaO}:\text{CuO}$ 1:1,5:0,125) yaxshilab xovonchada maydalaniladi. So'ngra olingan aralashmaga 25 gr suv quyiladi va 30 minut davomida aralashtiriladi. Olingan massa granula shakliga keltiriladi. Granula 6 soat davomida 100°S quritilib, so'ngra 6 soat davomida 450°S da pishtiriladi. Katalizator tarkibi Fe_2O_3 -62,7%; CaO-33,3%; CuO-4%

Amaliy mashg'ulot №13

Alyumonikel molibden katalizatorini tayyorlash uchun sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash

Neft mahsulotlarini gidrotozalash jarayonini neftni qayta ishlashda asosiy jarayonlardan hisoblaniladi. Gidrotozalash jarayonida katalitik gidridlash natijasida oltingugurtli va azotli organik birikmalarni neft mahsulotlari tarkibidan vodorod sul'fid va ammiak holda birikmalariga aylantirib tozalaniladi. Neft mahsulotlarini tozalash 320-380 °C xaroratda, 4,0 Mpa bosimda, 2-5 s⁻¹ xajmiy tezlikda

300-600 m³/ m³ xom ashyoga nisbatan tarkibida vodorod bo'lgan gaz tizimida tsirkulyatsiya qilib turiladigan sharoitda olib boriladi. Gidrotozalash jarayonida oltingugurt birikmalari gidrotozalashga uchraydi. Masalan: tiofen gidrotozalashga uchrab butan va vodorod sul'fidga aylanadi.

Xinolinni gidratlanganda, profil benzol va ammiak hosil bo`ladi.

Sanoatda gidrotozalash jarayonida alyumonikel-molibden va alyumokobal-molibden katalizatorlari ishlatiladi.

Ishmaqsadi:gidrotozalash jarayonida qo`llaniladigan alyumonikel-molibden katalizatorini quruq tayyorlash usuli bilan tanishish va sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash.

Kerakli reaktivlar, idishlar, asbob va jihozlar:

Alyuminiy gidrooksid- $Al(OH)_3$

Nikelning nordon azot tuzi- $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

Ammoniy paramolibdat - $(NH_4)_6 Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$

Distirlangan suv. Azot kislotasi 1, 0,5 l xajmli stankan, qo`lqop, mufel pechi, protvinlar, tablet mashina.

Ishning bajarish tartibi.Alyumonikel-molibden katalizatorlarini tayyorlash uchun (100 gr) miqdorda) nikelni nordon azot tuzdan ($Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 39,54 tortib olinib, uni 25 ml distillangan suvda eritiladi. Ammoniy paramolibdat tuzidan ($(NH_4)_6 Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$) 13, 27 g tartib olinib, 5 ml azot kislotasi qo`shilgan 55 ml distillangan suvda eritiladi. Ikkala eritma bir vaqtini o`zida 122,3 alyuminiy gidroksidga qo`shib, massaga aylantiriladi. Hosil bo`lgan katalizator massasi ko`lga kimyoviy qo`lqop kiyib, yaxshilab aralashtirib turiladi va ochiq holda kuritiladi. Keyin mufel pechida 120-240 °C da, 6 soat davomida quritiladi. Hosil bo`lgan massani maydalab 3-4 % li grafit qo`shib, tabletka qilinadi. Hosil bo`lgan tabletkalarni mufel pechida 220-240 °C da 3-4 soat quritiladi va 550 °C da 4-6 soat davomida kizdiriladi.

Tayyor katalizatorni tarkibida 80 % li alyuminiy oksid, nikel oksidi 10 % va molibden oksidi 10 % ni tashkil etadi.

Amaliy mashg'ulot №14

Ishqor bilan ishlov berish usuli yordamida nikel katalizatorlarini tayyorlash uchun sarflanadigan reagentlar miqdorini hisoblash

Kerakli reaktivlar, idishlar, asbob va jihozlar:

50 % Ni va 50 % Al dan iborat Reney qotishmasi - 100 g;

20 % -li kimyoviy toza NaOH eritmasi - 500 ml; 10 % -li kimyoviy toza NaOH eritmasi - 150 ml; fenolftalein eritmasi yoki indikator qog'oz; distillangan suv, 1 va 2 litrli farfor

stakanlar; muz va suv xommomlari; elektr plita; mexanik

aralashtirgich (mator, latr va shisha aralashtirgichdan iborat).

Ish maqsadi: g'ovaksimon metall katalizatorlarini skeletli nikel katalizatorini katalitik reaksiya olib borish uchun tayyorlash va reagentlar miqdorini hisoblash.

Ish yuzasidan nazariy ma'lumotlar. G'ovaksimon metalkatalizatorlari, yani skeletli katalizatorlar, asosan, gidridlash reaksiyalarida qo'llaniladi. Bundan tashqari, ular kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylantiruvchi past haroratli isitish vositalari asosiy element bo'lib xizmat qiladi. Skeletli katalizatorlar ikki yoki ko'p komponentli katalitik aktiv metallar (Ni, Co, Fe, Cu) ni Al yoki Si bilan qotishmalariga elektrolit eritmalar bilan ishlov berish, vakuumda haydash yoki boshqa usullar yordamida olinadi. Qotishmadagi eruvchan komponentlar ajratib olingandan so'ng, uning tarkibida qolgan metall atomlarida qaytadan guruhlarga taqsimlanish sodir bo'ladi.

Skeletli katalizatorlardan eng ko'p qo'llaniladigan - nikelni alyuminiy bilan qotishmasi asosidagi katalizatordir, chunki uning faolligi, mexanik mustahkamligi yuqori. yaxshi issiklik o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega va olinish usuli sodda. Sanoatda, skeletli nikel katalizatorlarining ikkita turi Bag va Reney nikel katalizatorlari qo'llaniladi. Bu ikki katalizatorni tayyorlashda Ni va Al qotishmasidan foydalaniladi. Reney nikel katalizatorining tarkibi toza nikeldan iborat bo'lib, mayda dispers poroshok holida bo'ladi. Bag nikel katalizatori esa nikelalyuminiy qotishmasining bo'laklaridan iborat. Eng faol katalizatorlar tarkibi NiAl_2 ,

Ni₂Al₃ dan iborat.

Faol katalizatorlar olish uchun katalizatorni tayyorlash usuli va qotishmaning tarkibi muxim ahamiyatga ega. Nikel katalizatorlarini tayyorlashda tarkibida 40 dan to 60 % (mass.) gacha faol metall bo'lgan qotishmalar ishlatiladi. Nikelning miqdori 60 % dan ko'p bo'lsa, ishqor bilan ishlov berilganda qotishmaning parchalanishi qiyinlashadi.

Ishqor bilan ishlov berilganda alyuminiy miqdorini reaksiya natijasida ajralib chiqayotgan vodorod hajmi orqali aniqlaniladi:



Normal sharoitda ajralib chiqayotgan quruq gazni hisoblashda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot 273(P - P_{\text{H}_2\text{O}})}{760(273 + t)}$$

bu erda V_0 va V_1 - normal va tajriba olib borish sharoitlaridagi KURU vodorodning hajmi; $P_{\text{H}_2\text{O}}$ - haroratdagi suv bug'larining bosimi.

Ishqor bilan ishlov berilganda reaksiyada sarf bo'layotgan alyuminiy miqdorini hisoblash formulasi quyidagicha:

$$G_{\text{Al}} = 0,288V_t \frac{P - P_{\text{H}_2\text{O}}}{273 + t}$$

Agarda reaksiya uchun olingan qotishma tarkibida G_{Al} % alyuminiy bo'lsa unda ishqorlanish darajasi x (%) ni formula yordamida hisoblash mumkin.

$$x = \frac{288V_t(P - P_{\text{H}_2\text{O}})}{G_{\text{Al}} G_{\text{KT}}(273 + t)}$$

bu erda G_{kt} - ishqor bilan ishlov berish uchun ishlatiladigan qotishmaning miqdori.

Skeletli nikel katalizatorlarining faolligi, selektivligi va barqarorligi ularda absorberlangan (yutilgan) vodorodning holatiga bog'liq- Shuning uchun skeletli nikel

katalizatorlarini quritishda qanday usulni tanlash muhim ahamiyatga ega. Katalizatordagi suvni yo`qotish uchun uni past bosim va haroratda quritish kerak.

Reney nikel katalizatorlari regeneratsiyalanmaydi, ularni xizmat qilish vaqti qisqa. Bu katalizatorlar oltingugurt, kislorod va azot birikmalari ishtirokida tez zaharlanadi. Bag katalizatorlarini ishqor bilan qo`shimcha ishlov berish yo`li bilan regeneratsiyalash mumkin.

Ishning bajarish tartibi: Birinchi usul. 100 g 50 % Ni va 50 % Al dan iborat Reney qotishmasi havonchada maydalanadi va elanadi. Katalizator tayyorlash uchun zarrachalar o`lchami 0,10-0,25 mm bo`lgan poroshok fraksiyasidan foydalaniladi.

Ikki litrli farfor stakanga aralashtirib turilgan holda 500 ml 20%-li natriy gidroksid eritmasi solinadi va uni muz xommomi yordamida 10 °S gacha sovutiladi. So`ngra bu eritmaga aralashtirib turilgan holda 2-3 soat davomida oz-ozdan 100 gramm Reney kotishmasi solinadi. Bunda reaksiyon muhit haroratsi 20-25°S dan ko`tarilmasligi kerak. Reney kotishmasi solib bo`lingandan so`ng, stakan muz hommomidan olinadi va xona haroratida vodorod ajralishi sekinlashguncha qoldiriladi. Shundan keyin reaksiyon aralashma vodorod ajralishi tugaguncha suv xommomida asta-sekin isitiladi. Qizdirilganda juda ehtiyot bo`lish kerak, chunki eritma stakandan toshib ketishi mumkin. Qizdirilganda eritmaning hajmi o`zgarmasligi uchun distirlangan suv qo`shib turiladi. Qizdirish to`xtagandan so`ng, nikelni cho`kish uchun bir oz vaqt qoldiriladi.

Eritmaning ustki qismi boshqa idishga solinadi, cho`kma esa 3 marta distillangan suv bilan dekantatsiya usuli bilan yuviladi. So`ngra nikel cho`kmasiga 150 ml 10 % li natriy gidroksid eritmasi quyiladi va cho`kma to`liq cho`kkandan keyin ishqor dekantatsiya qilinadi. Dekantatsiya usuli bilan katalizator ishqordan yaxshilab yuviladi (ishqor yo`qligini bilish uchun fenolftalein eritmasi yoki indikator qog`ozdan foydalaniladi) va shlifli idishga (byuksga) solinadi, ustiga distillangan suv yoki etil spirt quyiladi va sovuqda saqlanadi. Bunday katalizator o`z faolligini 2-3 oy davomida saqlaydi. Suvda saqlangan katalizatorlarni reaksiya uchun qo`llashdan avval ularni etil spirti bilan bir necha marta yuviladi. Skeletli katalizatorlarni havoda ochiq qoldirmaslik kerak. Agar katalizator saqlanayotgan erituvchi

bug'lanib ketsa, katalizator havoda yonib ketadi. Shuning uchun foydalanilgan yoki faolligini yo'qotgan katalizatorni suv bilan yuvish va maxsus idishlarda saqlash kerak. Katalizatorli filtrlarni stolda qoldirish, rakovinaga yoki chiqindi solinadigan idishlarga tashash mumkin emas.

Ikkinchi usul: Bir litrli stakanga 600 ml 10 %-li natriy gidroksid quyiladi va spirali yopiq elektr plitada 80-85°S gacha qizdiriladi. eritmani aralashtirilgan holda 20-30 minut davomida oz-ozdan maydalangan Reney qotishmasi qo'shiladi, xarorat 90-95°S dan oshmasliga kerak. Reney qotishmasi qo'shib bo'lingandan so'ng ham reaksiya aralashmani 1 soat davomida 90-95°S da aralashtiriladi, so'ngra sovutiladi va cho'kmasi bilan birga stakanga solinadi. Qolgan ishlar 1-usuldagidek bajariladi.

«ГАЗКИМЁ САНОАТИДА КАТАЛИЗ» ФАНИДАН ЛАБОРАТОРИЯ МАШҒУЛОТЛАРИ

1. «Саноат катализи» фанидаги асосий шартли

белгилар. A – катализатор активлиги; $a_{кат}$ – катализатор огирлиги;

B – аралашманинг ҳар хиллик коэффициенти;

C – модданинг концентрацияси; c – исиклик сифими;

ΔC – жараёни ҳаракатга келтирувчи куч;

D – диффузия коэффициенти; d

– диаметр, доналарни ўлчами; E

– активланиш энергияси; e –

натураль логарифмлар асоси; F

– чўкманинг юзаси; f –

ишқаланиш коэффициенти; G –

модданинг миқдори; g – эркин

тушиш тезланиши;

H, h – баландлик;

I – катализаторни ишлаш интенсивлиги, катализаторни таъсири; i – совутиш коэффициенти, майдаланганлик даражаси; K – мувозанат

константи; k – реакция мувозанат константаси, иссиқлик узатиш
 коэффициенти; L – узунлик суюқлик миқдори;
 l – донанинг марказдан қиррасигача бўлган узунлигини, қатламни
 қалинлиги; M – молекула массаси; m – масса улуши;
 N – Авагадро сони, тажрибалар сони, материалдаги тешиқлар сони; n
 – заррачалар орасидаги контактлар сони, реакция тартиби, айланиш
 частотаси, реакторлар сони; P – босим; p – парциаль босим; Q –
 иссиқлик эффекти;
 q – адсорбция потенциалли, солиштирма сарф, 1 моль модданинг иссиқлик
 эффекти;
 R – газ доимийлиги (1,987 кал/моль, град), қаршилиқ; r – радиус;
 S – юза;
 T – абсолют температура, К;
 t – температура, °С;
 U – каттиқ ва суюқ фазалар нисбати; u
 – жараённинг (реакциянинг) тезлиги;
 V – ҳажмий тезлик, реакцион
 аралашмаларнинг сарфи; v – ҳажм,
 моль ҳажми;
 W – намлик; $\square$ – туғри тезлик;
 x – ўзгаришлиқ даражаси, маҳсулотнинг чиқиши; z
 – мультидисперслик даражаси;
 $\square$ – маҳсулотни реакция зонасидан (муҳитдан) чиқариш улиши, катализаторнинг
 заҳарланиш даражаси;
 $\square$ – капиллярнинг кривизнасини фактори, модда алмашилиш коэффициенти,
 реактордаги маҳсулотнинг улуши, ҳажм ўзгариш коэффициенти;
 $\square$ – доимий кристаллик панжараси, диффузной қатламнинг қалинлиги;
 $\square$ – қатламнинг ғоваклиги;
 $\square$ – захира коэффициенти;
 $\square$ – юзанинг фойдаланиш коэффициенти;
 $\square$ – адсорбцияланган молекулалар билан қопланган юзани улуши, ҳўлланиш
 қийшиқ бурчаги;

λ – молекулани озод ўтиш узунлиги, эриш иссиқлиги, реакцион аралашмани адиабатик исиш коэффициенти; λ – динамик қовушқоқлик коэффициенти;

λ – адсорбцияланган молекулалар сони;

λ – зичлик;

λ – сирт таранглик;

λ – вақт;

$\phi_{\text{кат}}$ – катализаторнинг доналарини эгаллаган ҳажм; $\phi_{\text{св}}$ – тўлдирилган реактордаги эркин ҳажм коэффициенти; λ – Тиле модули.

Асосий каталитик реакциялар ва катализаторлар

Реакция чизмаси	Маҳсулот	Асосий қаттиқ катализаторлар
Оксидланиш қайтарилиш реакциялари		
1	2	3
1.Оксидланиш $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$	Сульфат кислота	Pt, V_2O_5 ишқорий металлар сульфатлари билан,

$CO \xrightarrow{O_2} CO_2$ H_2, CH_4 ва бошқа углеводородлар $\xrightarrow{O_2}$ CO_2 ва H_2O $NH_3 \xrightarrow{O_2} NO$ $HCl \xrightarrow{O_2} H_2O + Cl_2$ $CH_3OH \xrightarrow{O_2} HCHO$ $CH_4 \xrightarrow{O_2} HCHO$ $\begin{array}{c} O \\ / \quad \backslash \\ CH_2 - CH_2 - CH - O_2 - CH_2 - CH_2 \end{array}$ $CH_2 = CH_2 \xrightarrow{O_2} CH_3CHO$ $CH_3CHO \xrightarrow{O_2} CH_3COOH$ $C_{10}H_8 \xrightarrow{O_2} C_8H_4O_3$ $C_6H_4(CH_3)_2 \xrightarrow{O_2} C_8H_4O_3$ $C_6H_6 \xrightarrow{O_2} C_4H_4O_3$ $C_6H_5CH_3 \xrightarrow{O_2} C_6H_5CHO$ $CH_2 = CH - CH_3 \xrightarrow{O_2}$	Газлар ва ҳавони СО дан тозалаш Газлар ва ҳавони тозалаш Нитрат кислотаси Хлор Формальдегид >> Этелен оксиди Ацетальдегид Сирка кислотаси Фтал ангидриди >> Малеин ангидриди Бензальдегид Акролеин	Fe_2O_3 (Mn, Cu, Co, Ag оксидлари аралашмаси), Pt, Pd Pt, Pd, CoO, CuO, V_2O_5 , NiO Pt, Pd, Rh қотишмасида; Co_3O_4 бирга $Fe_2O_3 + Cr_2O$ $CuCl_2 ; CrCl_3$ Ag; Cu; темир молибдат Алюмосиликатлар, модифицирланган магний оксиди; қалай оксиди Ag Pd ва Cu тузлари Mn ва Co тузлари (суюқ фазада) $V_2O_5 + K_2SO_4$ V_2O_5 $V_2O_5 + MoO_3$ $V_2O_5; WO_2 + MoO_2; CuSO$ CuO; $SnO_2 + Sb_2O_3$; висмутнинг молибдати ва вольфрамати

$\square CH_2 \square CH \square CHO$		

$CH_2 \square CH \square CH_3 \square NH_3 \square$ $\square 1,5O_2 \square CH_2 \square CH \square$ $\square CN \square 3H_2O$ $CH_4 \square H_2O \square CO \square 3H_2$ $CO \square H_2O \square CO_2 \square H_2$ 2. Гидридлаш $N_2 \square H_2O \square CO_2 \square H_2$ $CO \square 2H_2 \square CH_3OH$ $CO \square H_2O \square CO_2 \square H_2$ $nCO \square 2nH_2 \square C_nH_{2n+1}$ $OH \square (n \square 1)H_2O$ $nCO \square 2nH_2 \square nH_{2n}$ $C_nH_{2n} \square H_2 \square C_nH_{2n+2}$ $ \begin{array}{c} CH_2OCO \\ \\ CHOCOR + 3H_2 \square \\ \\ CHOCOR \\ CH_2OCO \qquad \qquad CH_2OCOR \end{array} $ R- радикаллар $C_{17}H_{33}$- тўйинмаган углеводородлар, $C_{17}H_{35}$- тўйинган углеводородлар	Акрилонитрил Синтез-газ Водород Аммиак Метанол Юқори спиртлар Синтез учун углеводородлар Қаттиқ ёғлар Мотор ёқилгиси Газларни тозалаш Тўйинмаган углеводородлардан	Висмутнинг молибдати; калай ва сурма оксидлари Ni $Fe_2O_3 + Cr_2O_3$; $ZnO + Cr_2O_3$ + + CuO; $Cu(CrO_2)_2$ Проматорланган Fe(K_2O, Al_2O_3, SiO_2, CaO ва бошқалар) $ZnO + Cr_2O_3$ (CuO + K_2O)Fe; проматорланган карбид Co+ThO_2+MgO; Fe+Cu, проматорланган Fe; Ni; $Cr_2O_3 + ZnO$ Ni, Ni — Al Fe, Мо ва W сульфидлари ва оксидлари

Тошкўмир (4% атрофида H₂) (1217% H₂) суюқ углеводород-лар $CO \square\square^{H_2}\square CH_4 \square H_2O$ $CH_2 \square CH_2 \square\square^{H_2}\square$ $\square CH_3 \square CH_3$	газларни тозалаш Нефть маҳсулотларини олтингу-	Ni + Cr₂O₃ Pt, Ni

$RS \xrightarrow{H_2} RH \xrightarrow{2} H_2S$ $C_6H_5 \xrightarrow{H_2} C_6H_{12}$ $C_6H_5NO_2 \xrightarrow{H_2} C_6H_5NH_2$ буғлари 3. Дегидрирлаш $C_6H_{10} \xrightarrow{H_2} C_6H_8 \xrightarrow{H_2} C_4H_6$ $C_6H_5C_2H_5 \xrightarrow{H_2} C_6H_5CH=CH_2$ $C_6H_{14} \xrightarrow{4H_2} C_6H_5$	гуртли бирикмалардан тозалаш Ароматик углеводородларни гидридлаш Бутадиен Стирол Бензол	Со ва Мо оксидлари ва сульфидлари Ni, Co, Pd, Pt Ni Cr ₂ O ₃ ; Ni фосфат + Cr ₂ O ₃ Fe, Cr, K, Mg, Ca, Cu бирикмалари Pt, Ni
Кислота - асосли (гетролитик) реакциялар		

$CH_2 \square CH_2 \square H_2O \square C_2H_5OH$ $CH \square CH \square H_2O \square CH_3CHO$ $2CH \square CH \square 3H_2O \square CH_3 \square$ $CO \square CH_3 \square CO_2 \square 2H_2$ 2. Спиртларни дегидратацияси $2C_2H_5OH \square H_2O \square$ $\square C_2H_5OC_2H_5$ 3. Гидролиз $C_6H_5Cl \square H_2O \square HCl \square$ $\square C_6H_5OH$ 4. Полимеризация $nC_2H_4 \square \square C_2H_4 \square n$	Этил спирти Ацетальдегид Ацетон Диэтил эфири Фенол Полиэтилен Бутадиен каучуги Изопрен каучуги	Ёювчиларда H_3PO_4 , кремне-вольфрам кислотаси $HgSO_4$ Са ва Cd фосфатлари Кўмирдаги ZnO Алюмосиликатлар; Al_2O_3 ; ThO_2 Al_2O_3 ; Ёювчиларда H_3PO_4 $TiCl_4 + AlR_3$ (Циглер– Натта) Na; $TiCl_4 + AlR_3$ (Циглер–

$nC_4H_6 \rightarrow [C_4H_6]_n$ $C_4H_5CH_3 \rightarrow [C_4H_5CH_3]_n$ $\begin{array}{c} CH \\ \diagdown \\ C = CH_2 \\ \diagup \\ CH \end{array} \rightarrow [C_4H_8]_n$ 5. Углеводородлар крекинги углеводородлар $C_{10} - C_{15} \rightarrow C_6 - C_{12}$ 6. Изомеризатсия Бутан $\rightarrow$ изобутан 7. Углеводородларни алкиллаш $C_6H_6 + CH_2 = CH - CH_3 \rightarrow$ $CH_3 - \underset{\substack{ \\ C_6H}}{CH} - CH_3$ 8. Поликонденсация 1. Риформинг 2. Гидрокрекинг 3. $C_2H_5OH \rightarrow CH_2 = CH -$ $- CH = CH_2 + H_2 + 2H_2O$	Полиизобутелен Мотор ёқилғиси Изобутан Фенол олиш учун кумол Фенол ишлаб чиқариш учун кумол. Бифункциональ катализаторларда борадиган мурак- каб жараёнлар. Юқори октанли бензин, ароматик углеводородлар Дезель ёқилғиси ва бензин Бутадиен	Натта) $TiCl_4 + Al(C_2H_5)_3$ (Циглер- Натта) $AlCl_3$; BF_3 Аморф ва кристалл алюмосиликатлар Алюмосиликатлар; $AlCl_3$; фосфат Ёювчиларда H_3PO_4 Фторланган Al_2O_3 даги Pt молибден оксидадаги Al_2O_3; Al_2O_3; даги Cr_2O_3; Цеолетдаги Pt Ni; алюмокобалтмолибден катализатори ZnO, Al_2O_3, MgO ва бош- қа оксидлар аралашмаси

Контакт массаларини тайёрлаш

Катализаторни ишлаб чиқариш асосан қуйидаги босқичлардан ташкил топади.

1. Катализатор (қаттиқ, материал) ишлатиладиган хом ашё ва охиригитайёр холдаги маҳсулотни-катализаторни таркибида қолиши мумкин бўлган қўшимча моддаларни чиқариб ташлаш мақсадга мувофиқдир. Бундай бошланғич қаттиқ моддалар бўлиб Al_2O_3 ни олиш мумкин, уни $Al(OH)_3$ гел эритмасидан ажратиб олинади. Оксид ва металл катализаторлар олиш учун уларнинг учувчан тузларидан ёки кислотали эритмаларидан (нитратлар, карбонатлар, ацетатлар, хроматлар ва бошқа) фойдаланилади.

2. Ажратилган бирикмалар ўз холида катализатор бўлиб қолиши мумкин. Бошланғич материалдан термик йул билан ёки ишкорлаш билан ва бошқа усуллар билан кераксиз моддалардан (қўшимчалардан) озод қилиш мумкин. Бу фақатгина катализаторнинг хусусий хажмий фазасини шаклланишига сабаб бўлади. Cr , Al , Zn тузларини парчаланишидан қийин қайтариладиган оксидлар ҳосил бўлади, аксиича Co , Ni , Fe ва бошқа металл тузларини иссиқ (термик) ишлов берилганда тез ва осон қайтариладиган оксидлар ҳосил бўлади.

3. Катализаторни таркибини ўзгариши, реагентларнинг реакция шароитида бир-бирини таъсири остида боради.

Катализаторни синфлаш, уни ишлаб чиқаришдаги тайёрлаш усулига ва кимёвий хусусиятларига (табиатига) қараб фаркланади. Шунга қараб катализатор тайёрлаш шартли равишда қуйидагича бўлинади. Ёювчиларда чўктириш (ютдириш), компонентларни механик йул билан аралаштириш, эритиш билан скелетли, табиий, органик, цеолитли ва коллоидли усуллари мавжуд.

Қуйида катализатор тайёрлашдаги умумий ҳолатларни кўриб чиқамиз. Хом ашё: катализатор тайёрлаш учун олинган хом ашёни катализатор тайёрлашда ишлатиш мумкинлигини, талабни қондира олиши ва доимий кимёвий ва фазовий таркиби, зарарли қўшимчаларни йўқлиги (камлиги). талаб қилинган ўлчамдаги заррачаларни сони, намлиги, арзонлиги ва кўплиги ҳамда маҳаллийлигига эътибор берилади.

Катализаторнинг фазасини таркиби унинг ғоваклар тузилишини шаклланишига таъсир этади. Масалан: Al_2O_3 олишда, уни байеритдан олинганда катта солиштирма юзага эга бўлса, бемитдан олинганда эса, ғовакларнинг диаметри анча кичик бўлиб, солиштирма юзани камайишига олиб келади.

Айрим зарарли қўшимчаларни катализатор таркибида қолиши (оз миқдорда бўлса ҳам) катализаторнинг активлиги ва танлашини (селективлигини) жуда ҳам камайтириб юборади. Шунинг учун бу моддаларни хом ашёдан турли усуллар билан чиқариб юбориш керак. Ювиш, термик ишлов бериш ва хоказо. Бу талабларни хом ашё қўйишда уни нархи ҳисобга олинади. Одатда, амалиётда бу кўрсаткич катта чегара орасида бўлади, чунки катализаторни нархи, хом ашёга боғлиқдир. Масалан: этиленни оксидлаб этилен

оксиди олишда ишлатиладиган кумуш катализатори олтингугуртга жуда сезгир бўлса, яъни у захар ҳисобланса, ароматик углеводородларини оксидлашда ишлатиладиган ваннадийли катализаторлар учун амалда у (олтингугурт) ҳеч таъсир қилмайди. Умуман катализатор ишлаб чиқариш саноатида хаддан ташқари тоза хом ашё ишлатиш тавсия қилинмайди, чунки у жуда ҳам қиммат ва ҳамма ерда ҳам топилавермайди, шунинг учун ишлатиладиган хом ашёнинг шартли равишда тозаланиб, уни мумкин бўлган даражадаги специфик таркиби, айнан у ёки бу катализатор тайёрлаш учун захарларни таъсири ва зарарсизлиги ҳисобга олинади.

Қўшимчаларнинг бўлиши мумкин бўлган манба бу техник сувдир, қайсики эритиш, суюлтириш ва ювиш жараёнларида жуда кўп ишлатилади. Шунинг учун катализатор тайёрлашнинг асосий жараёнларида тозаланган ва ҳаттоки дистилланган сув ишлатилади. Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган жиҳозларни материални танлаш катта аҳамиятга эгадир, чунки бу жараёнларда ҳар хил кислота ва ишқорлар ишлатилади, шунинг учун унинг материали коррозияга бардошлилигини ҳисобга олинади.

Катализатор тайёрлашнинг асосий жараёнларига: гидродинамик, термик (иссиқлик), диффузной, механик, кимёвий турлари киради.

Гидродинамик жараёнлар: асосан суюқликларни аралаштириш, суспензияларни ажратиш ва аралаштиришлардан иборатдир.

Суюқ реагентларни ва оралик маҳсулотларни аралаштириш учун насосни ҳар хил турлари асосан, поршенли, маркадан қочувчи, қуйилувчи ва бошқалар ишлатилади. Суспензияларни ажратиш учун чўктириш, филтрлаш ускуналарида фойдаланилади. Аралаштиришда (масса ва пасталарни) ҳар хил конструкцияли аралаштиргичларидан фойдаланилади: парракли, трубали, куракли, рамкали, лангарли (якорли) ва бошқалардан.

Иссиқлик жараёнларига: иситиш, совутиш, буғлатиш, буғларни конденсациялаш (совутиш билан суюқ ҳолатга ўтказиш). Иситиш учун асосан ўткир буғ (глухой), яъни жиҳозларга (рубашкаларга бериладиган буғ) бериладиган буғлар, иссиқ суюқликлар, печдан чиқаётган газлар ва электр токидан фойдаланилади.

Қаттиқ модда геллари Al_2O_3 каолин, алюмосиликат ва бошқалар ёрдамида (орқали) экстракциялаш, эритиш, кристаллаш, адсорбциялаш ва қуритиш каби жараёнлар, катализатор тайёрлашда қўлланиладиган модда алмашилиш (диффузной) жараёнлари ҳисобланади. Асосан амалиётда бутун технологик чизма бўйича ҳар хил босқичларда қуритиш жараёнидан фойдаланилади.

Механик жараёнлар ўз ичига қаттиқ заррачаларни аралаштириш, майдалаш, саралаш (классификациялаш), шаклга солиш (формовка) ва бошқа операцияларни олади. Қаттиқ моддаларни аралаштириш, транспортер, шнек, элеватор, пневмотранспортёрлар орқали амалга оширилади. Майдалаш учун (бўлиш, уриш, ишқалаш, қиздириш) бўлувчи жиҳоз ва тегирмонлардан

фойдаланилади. Хом ашёни ва тайёр маҳсулотни саралашда асосан (урибгрохотой) гидравлик классификаторлар, сараловчи, ҳаво сепараторлари ёрдамида олиб борилади.

Кимёвий жараёнлар- катализатор тайёрлашда турли туман бўлади. Улар гомоген-суюқ ёки газ фазаларида, ҳамда гетероген системаларда боради. Одатда, кимёвий реакциялар гетероген жараёнларда бориб, диффузияланишга боғлиқ бўлиб, у орқали компонентлар бир фазадан иккинчи фазага ўтадилар.

Газ-суюқлик фазасида одатда, газ компонентларини хемосорбция жараёни қўлланилади ва қайтар десорбцияланиш жараёни суюқ фаза молекуласини парчаланиши кузатилади. Газ қаттиқ моддада ҳам хемосорбцияланиш ва десорбцияланиш жараёнлари боради, суюқ-қаттиқ модда ва суюқ-суюқ системаларида сайланиш (танлаш) билан экстракцияланиб, экстрагентда янги моддалар ҳосил бўлади. Катализаторни термик ишлов беришда кўп фазали мураккаб жараёнлар кетиб, янги моддалар ҳосил бўлиши кузатилади.

Бунда, қоида бўйича умумий жараёнлар қаттиқ фазада бориб, иситишда ҳосил бўладиган эвтектик суюқ фаза ёки газ фазасининг компонентлари иштирокида боради.

2. Катализаторлар ва ёювчиларга шакл бериш

Катализатор ва ёювчиларга шакл бериш операциясининг асосий (принциплари) негизлари: томчилатиб коагуляциялаш, экструзия, таблеткалаш, грануляторда грануляциялаш (донадорлаш), майда заррачаларни қуритгичда қуритиш, материални майдалаш.

Катализаторни чўктириб тайёрлашда, материалларга шакл бериш учун томчилатиб коагуляциялаш ва майда заррачаларни қуритгичида қуритиш усулларида кенг фойдаланилади, уларни кейинроқ кўриб чиқамиз. Пасталарни экструзиялаш ва таблеткалаш энг кўп қўлланиладиган универсал (ананавий) усуллар ҳисобланади. Нам (хўл) чўкмани (кўпроқ боғловчилар билан) тўхтовсиз ҳаракатланувчи шнек ёки гидравлик прессларда шнурга (вермишелга) ўхшаб экструзияланади, унинг шакли ва ўлчовларини (гранулни) пресс бошида шаклга келтирувчи тешиklar билан аниқланади. Уни пресс бошида ўрнатилган айланувчи-кесувчи пичоқ ёки тортилган сим (қил) билан кесиb, лентали транспортер ёрдамида бошқа ерга чиқариб турилади.

Таблеткалаш, таблетка қилувчи машиналар ёрдамида 30 МПа (300 кг/см²) гача босим остида олиб борилади. Таблетка қилиш машинаси матрица (қолип) ва пуансон (стержень) ларининг шаклига қараб; цилиндрлар, халкалар, юлдузчалар ва бошқа хил шакллардаги таблетка (гранул) лар олинади. Боғловчи моддалар сифатида тальк, графит, суюқ шиша, айрим органик кислоталар ва бошқа моддалар қўлланилади. Тарелкали грануляторда грануляциялаш, асосан, компонентларни техник аралаштиргичлар ёрдамида бажарилади. Контакт массасига шакл бериш, ғовак структураси ва солиштирма юзаси ҳамда унинг механик қаттиқлигини намоён қилиб, томчилатиб коагуляциялаш, майда

заррачаларни куригичда куригиб олинган гранулаларни каттиклиги юқори бўлади ва аксинча, таблеткалаб, экструзиялаб ва майдалаб (толконлаб) олинган материалларнинг каттиклиги камроқ бўлади. Катализаторни тайёрлаш усули асосан, унинг хусусий донаторлик даражасига, шаклига, структурани ғоваклигига, шунингдек контакт массасини активлигига боғлиқ. Катализатор тайёрлашда унинг табиатига боғлиқ бўлган ҳолда олдиндан керакли бўлган ғовакни тузилишини ва солиштирма юзани ҳосил қилиш мумкин. Чўктириш йўли билан тайёрланган контакт массалари, юқорида келтирилган кўрсаткичлар кўп жихатдан, унинг чўктириш шароитларига (рН муҳитига), олинган (бошланғич эритмаларнинг концентрациясига, температурага, чўктириш тезлигига, чўкмани етилиш вақтига) ювишга ва термик қайта ишлашга боғлиқ. Катализаторни ютдириш йўли билан тайёрланганда ғовакли ёювчига актив компонентлари ютдирилганда, асосан, унинг иккиламчи тузилиши сақланиб қолади. Компонентларни куруқ аралаштириш йўли билан тайёрланган катализаторни ғоваклиги кўп жихатдан шакл бериш усуллари, бошланғич моддаларнинг майдаланиш (майдалиги) даражасига, махсус (боғловчи) моддалар қўшилишига боғлиқ бўлиб, уни хусусиятларини аниқлайди. Контакт массаларини тайёрлашда, уни оптимал ўлчамлари умуман олганда, компонентларни кам сарф қилиш, массани гидравлик қаршилигини енга олиш (ёки камайитириш) ва бошқалар билан белгиланади ёки баҳоланади (аниқланади). Гранулани механик каттиклигига, тўғри танланган шакл турларига, термо қайта ишлаш шароитларига боғлиқ. Масалан, катализатор каттиклигини ошириш бирламчи кристаллараро диффузияланиш механизмга, заррачаларни цементацияланиши, компонентларни бир-бири ичига кириб (спекание) махсус қўшимчалар (упрочнителей) мустаҳкамлигини оширади, қайсики, шихтага (массага қўшилса, ёювчини тез едирилишини, майдаланишини) олдини олади (эксплуатацион хараakterистикасини яхшилади). «Қайнаш қатламида» ишлатиладиган катализаторлар асосан, мустаҳкам ёювчиларга ёки қотишмаларга актив компонентларни ютдириш йўли билан тайёрланади. Чўктирилган катализаторлар, қайсики, муаллақ (осиклик) шароитида ишлатиладиган, кўпинча алюмосилат, алюмогель, силикагель, тайёрлаш жараёнида гелни коагуляцияланишида мустаҳкам макросиллик сферик гранулалар ва бўлақларни ҳосил бўлишига эришилади. Қуйида ҳар бир контакт массаси учун алоҳида технологик гуруҳларга ишлатиладиган катализаторни тайёрлашни кўриб чиқамиз.

Чўктирилган контакт массалари

Компонент эритмаларини биргаликда чўктириш усули билан 80% га яқин катализатор ва ёювчилар олинади. Бу усул билан катализатор ва ёювчиларнинг аввалдан белгиланган ички юзаси ва ғовак тузилишини кенг интервалда ўзгартириш мумкин. Бу усулни камчилиги технологик жихатдан кўп реактивлар

сарф қилиниши ва кўп миқдорда оқова сувларни ҳосил бўлишидир. Чўкмани табиатига кўра бу контакт массаларни шартли равишда тузли, кислотали ва оксидли деб қараш мумкин. Чўктирилган оксидли катализаторга темир оксидли контактлар мисол бўла олади, уларга ҳар хил промоторлар қўшиб углерод оксидини сув буғи билан конверсия қилишда қўлланилади. Бунда чўкма аморф ҳолида бўлиб, темир гидрооксиди (хром, висмут ва бошқа) промоторларнинг гидрооксиди билан аралашган ҳолда бўлади. Термик ишлов берилганда бу гидрооксидлар маълум металлларнинг мос оксидлари шаклига ўтадилар.

Турли хил силикагеллар, алюмогеллар, алюмосиликатлар ва бошқаларни углсводородларни крекинг жараёнида, гидратациялашда, дегидратациялашда, алкиллашда, изомеризациялашда, уларнинг юзасини кислоталик (нордон) бўлишлигини таъминлайди. Уларни олиш жараёнида чўктиришда ишлатиладиган эритмаларни муносиб чўкмалари, кремний ёки алюмокремний кислоталари, алюмий оксидларини $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ҳосил қилади. $\text{Me}_{2/n} \text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ цеолитнинг умумий формуласи; n - валентлик, x - $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ ни моллар нисбати, y - H_2O ни моллар сони, 3SiO_2 -гель, силикогель, $m\text{SiO}_2 - p\text{Al}_2\text{O}_3$ алюмосиликат.

Катализатор тайёрлашда актив компонентлар тузларининг чўктиришда ҳосил бўлган туз чўкмаларини кейинги технологик операцияларида унинг таркибини ўзгаришига олиб келиши мумкин. Шундай қилиб, фенол олишда хлорбензолни буғ фазасида гидролизлашда, чўктирилган учкальций фосфат катализаторидан фойдаланилади. Уни CaCl_2 ва $\text{Na}_3 [\text{PO}_4]$ ларни эритмасини аммиакли сув билан чўктириб олинади.



Катализатор тайёрлашдаги умумий технологик: чизмалар

Чизмада чўктирилган контакт массасини олиш кўрсатилган. Берилган катализаторни тайёрлаш тартиби, ҳар бир конкрет ҳолатда айрим операциялари ўзгариши мумкин.

эритиш чўктириш филтрлаш чўкмани ювиш

чўкмани массани майдалаш шакл тоблаш куритиш бериш

куритиш тайёр маҳсулот

эритиш □ чўктириш □ филтрлаш □ чўкмани ювиш □

□ массага шакл □ гранулами □ катализаторни □ тайёр
 бериш куриши тоблаш маҳсулот

Чўктириш йўли билан катализаторни курук (А) ва хўл (нам) шакл бериш усули (В).

Эритиш- бу жараён қаттиқ фазадаги моддаларни эритувчилар ёрдамида суюқ фазга ўтишидир. Модда молекулаларини эриган ва диссоцияланган ҳолатда унинг ҳаракати анчагина кўпайган ва кимёвий активлиги ошган бўлади. Саноатда асосан катализаторларни чўктириш йўли билан тайёрланганда, тоза қаттиқ бирикмалари (тузларни сувда эритилади) ишлатилади, бу эритмалар кейинги кимёвий реакцияларни боришини тезлаштиради.

Эриш жараёнини ўртача тезлиги, модда миқдорини - G_p , эриш учун кетган вақт $-\tau_p$ билан аниқланади. $G_p \propto D \propto F_{cp}(C_p \propto Co) \propto F_{cp}(C_p \propto Co)$
 $\square_p \propto$

Аралаштириш δ -диффузияланиш қатламини қалинлигини камайишига олиб келиб, қаттиқ фазадаги заррачаларни суюқ фазада бир хилда тарқалишига имкон яратиб, эришини тезлаштиради.

Эриш жараёнини тезлаштирувчи яна бир фактор, у температурадир. Температурани ошиши билан D - диффузияланиш коэффициентини аҳамияти кўпаяди, суюқ фазани ковушқоқлиги (ёпишқоқлиги) камайиб, масса алмашиш муносиб равишда кўпаяди. Кўп ҳолатларда температура ошиши билан моддаларни сувдаги эриши (C_p) кўпаяди, бу эса эриш тезлигини оширади. Аммо шундай айрим тузлар борки, Na_2SO_4 , $MgSO_4$, K_2SO_4 , Na_2CO_3 , $NaPO_4$ температура ошиши билан аввалига эриши яхши бориб, кейин эса камаяди ва хаттоки, маълум температурага етгач амалда тўхтайдиган ва эриши нолга тенг бўлади.

Хом ашёни дастлабки майдалаш, уни эришини тезлаштириб, F_{cp} – чўкмани ўртача юзасини кўпайтиради.

Эритиш жараёни механик ёки пневматик аралаштиргичи бор реакторларда олиб борилади. Айрим ҳолларда қаттиқ модда билан эритувчини қарама-қарши йўналишда берилиб, механик аралаштиргичли реакторларда ҳам эритилади. Бунда $C_p - C_0$ аҳамияти ошиб, қаттиқ моддани эритувчида эриши тезлашади.

Чўктириш- бу бошланғич компонентлар эритмаларини бирга қуйишда, кимевий жараён натижасида, қаттиқ фазани ҳосил бўлишига айтилади. Эриган моддани чўкмага ўтиши (тушиши) икки жараённи ўз ичига олиб, бунда биринчи-бошланғач қаттиқ фазани (зародиш) ҳосил бўлиши ва иккинчисикристалларни ўсишини ўз ичига олади ёки йирик гел заррачалар ҳосил бўлишини таъминлайди. Модданинг термодинамик турғун бўлмаган ҳолатини каталитик актив формаси деб ҳисобланади, қачонки жараён мувозанат ҳолатдан узоқ шароитда олиб борилганда температурани пасайиши кристалланишни тезлаштиради, п- зародиш (бошланғич) сони (кристалланиш марказлари), C_0/C_p нисбатларининг тўйиниши даражасига боғлиқ.

$$C = \frac{n \cdot A}{C_p} \cdot 10^3$$

A-пропорцияланиш коэффиценти; C_0 -эритма концентрацияси.

Фильтрлаш - жараён тезлиги ҳаракатга келтирувчи кучга тўғри пропорциональ бўлиб, қаршиликка тесқари пропорционалдир. Одатда чўкма қатламини фильтрлашда унинг майда ғоваклиги суюқлик (чўкма)ни кичик тезликда ҳаракатланиши, фильтрлашни ламинар қатламда боришига мажбур этади. Унда фильтрлаш тезлиги ҳар доим босимлар фарқи - ΔP га тўғри пропорциональ бўлиб, ковушқоқлик - μ га, суюқ суспензия фазасига шу билан бирга чўкма қатламини, $R_{ф.п}$ - умумий гидравлик қаршиликка ва фильтр тўсиқларига $-R_{фп}$ га тесқари пропорционалдир.

$$\frac{dv_{\phi}}{dt} = \frac{S_{\phi} \cdot \Delta p}{d \cdot \mu_{\phi} \cdot R_{\phi} + R_{oc}}$$

v_{ϕ} - филтрат ҳажми τ_{ϕ} -
фильтрлаш давомийлиги S_{ϕ}
- фильтрлаш юзаси.

Чўкмани асосий ҳарактеристикаларидан бири, уни ғоваклиги - ϵ бўлиб, у суспензияни фильтрлашда ҳосил бўлган $v_{св}$ - суюқликни фильтрлаш вақтдаги заррачалар орасидаги каналларини ҳажмини, умумий чўкма v_{oc} ҳажмига нисбатидир.

$$\epsilon = \frac{V_{св}}{V_{oc}} = \frac{v_{св}}{v_{oc}} = \frac{Q_{св}}{Q_{oc}} = \frac{G_{св}}{G_{oc}}$$

$$V_{oc} \quad \square_{oc} \quad \square_{oc} \quad \square_{тв} \square_{oc}$$

$\square_{тв}$ - чўкмадаги доначаларни хажми;

бунда,

G –тв қаттиқ фазани микдори.

Ювиш. Фильтрдаги чўкмани оз микдордаги фильтрат (ювиш) эритмаси билан ювилганда ундаги қолдиқ эритмаларини чиқариб юборилади. Шу билан бирга чўкмани фильтрда бир хил жойлашмаганлиги, чўкмадаги каналларни бир хил ҳосил бўлмаслиги сабабли ювиш жараёни тез сусаяди. Ювишни ишончлироғи, лекин оғир меҳнат талаб қилувчиси фильтрлаш-репульпалаш усулидир.

Ювиш вақтини қуйидаги тенглама билан аниқланади.

$$\frac{M_{пр} \square R_{oc} \square \square_{пр2} \square \square_{oc}}{\square_{вр общ} F_{общ2} \square P \square}$$

бунда, $M_{пр}$ - ювишга ишлатиладиган сувнинг қовушқоқлиги; R_{oc}

– чўкмани солиштирма қаршилиги;

v_{oc} – фильтрат хажм бирлигига мос келувчи чўкмани хажми; $v_{пр}$

- ювишга ишлатиладиган сувни ҳажми;

$\Delta P_{общ}$ – фильтрлашда умумий босимни йуқолиши (эритмани босими); $F_{общ}$

- фильтринг умумий юзаси.

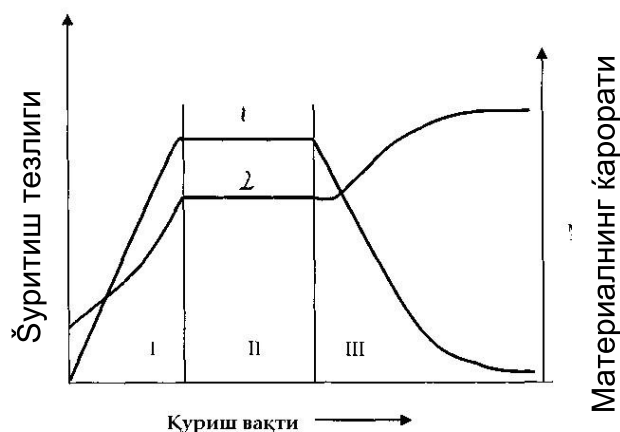
Реагентлар ишлатилганда, ҳосил бўлган қўшимча маҳсулотлар иссиққа бардош беролмайдиган тузлар - масалан аммоний нитрат тузи ($\text{NH}_4 \text{NO}_3$) ҳосил бўлса, унда умуман ювиш жараёнини қўлламаса ҳам бўлади ёки қисман ювилади.

Фильтрланган ва ювилган чўкма одатда 10-60% гача намликка (кўпипча 25-30%) эга бўлади, уни қуритиш йўли билан йўқотилади.

Қуритиш. Қуритишда иссиқликни материалга берилишига қараб, контактли туғридан-туғри чўкмани қуритувчи агент ёрдамида қуритиш ва конвектив қуритиш, бунда қуритувчи агент девор орқали чўкмани қуритади. Материалга иссиқлик бериш, электр ёрдамида, юқори частотали ток ёрдамида ёки жоуль иссиқлиги орқали амалга оширилади. Қуритгични ҳар хил турлари бор: шкафли, аэрофонтанли, лентали, чанглатиб қуритиш. Бунда суспензия ёки эритмани қуритиш- намликни буғлатиш билан майда кристалл заррачаларини (кукуй) ҳосил қилишга мослаштирилган. Бу усул билан фильтрлаш, қуритиш ва майдалаш жараёнлари биргина «Чангитиб қуритиш» жиҳозида олиб борилиб, конвектив қуритиш қурилмаси мисол бўлади, лекин жуда катта энергия сарф

қилинади. «Чанглатиб қуриштиш» (эритмани буғлатиш)ни «қайнаш қатламида» қуриштигчлар билан бирга ишлатса бўлади. Материални қуриш тезлиги, ундаги намликни боғланишига боғлиқ бўлиб, юзадаги намликни буғланиши (чўкмани қуриши) асосан ғовакликни ε аниқлайди. Қуриштиш жараёнини кинетик чизмаси (эгриси) икки қисмга бўлинади, доимий давр ва қуриш тезлигини камайиши даврига.

Материалнинг ўртача намлиги биринчи даврда бир хил камайиб, асосан у материал қатламини ичидаги намликни буғланиши (йўқолиши) ҳисобига боради. Иккинчи давр қуриш тезлигини камайиши эса, материал юзасидан намликни чиқиши, чўкма қатлами юзасидаги буғланишни тезлиги юқорилигини кўрсатади.



18-расм. Катализаторнинг қуриш тезлигини (1) ва материалнинг температурасини (2) қуриштиш вақтига боғлиқлиги.

I – иситиш; II- доимий тезлик; III- тезликни камайиш давлари.

Умуман олганда, қуриштиш тезлиги- u , қисқа dt вақт ичида материалнинг намлигини камайиши - dW билан аниқланади.

$$u = dW/dt$$

Тоблаш- контакт массасини тайёрлашдаги энг асосий операциялардан бири ҳисобланади. Бу жараён натижасида контакт массани актив формаси олинади. Тоблаш шароитга (температура, вақт ва бошқа шароитларга) боғлиқ бўлиб, у контакт массасини ғоваклигини, қаттиқлигини (мустаҳкамлигини) ва бошқа морфологик хусусиятларини белгилайди.

Одатда контактни тоблаш температураси, у иштирок этаётган жараён температурасидан юқорида олиб борилади, шу билан бирга контактдаги актив компонентнинг тузи ўрнига, ўзига мос равишда оксид ҳолатига ўтишга имкон яратилади. Тоблаш муфель печларда электр токи ёрдамида олиб борилади.

3. Скелетли катализаторлар

Кўп ядроли хинонлар, фурфурол, ёғлар, глюкозалар ва бошқаларни гидридлаш жараёнида скелетли катализаторлар қўлланилади. Бундан ташқари,

улар кимёвий энергияни электр энергияга айлантиришда, паст температурали ёқилғини элементларининг электродини асосий қисмини ташкил қилади. Скелетли катализаторларни тайёрлаш учун каталитик актив металлларнинг икки ва ундан кўп компонентли, қачонки, кучли электролит эритмаси билан ишлов берилганда, вакуумда хайдашда ва бошқа операциялар ёрдамида қисман ёки бутунлай эриган моддаларни чиқариб, кимсвийфизикавий ўзгаришларга олиб келади. Бунинг натижасида қолган металллар атомлари группаланиб кристалл панжара хусусиятини ўзгартиради. Ni-Al қотишмасини ишқорлаш йўли билан Al ни чиқарилганда (ювилганда) никель куб чегара панжара бўйича қайта тақсимланади. Ишқорлаш йўли билан эриган моддалардан озод бўлган актив металл майдаланган порошокка (кукун) айланади. Каталитик актив металлларга ўзгарувчан валентликка эга бўлган элементлар кирса, актив бўлмаган элементларга олтингугурт, фосфор, алюминий, кремний, магний, рух ва бошқа моддалар киради.

Энг кўп тарқалган катализатор- никель ва алюминий қотишмасидан иборат. Улар юқори активлиги, тайёрланиш йўлини оддийлиги, яхши иссиқлик ўтказиш ва юқори механик мустаҳкамлиги билан ажралиб туради. Бу катализаторлар пиррофорлар (очиқ ҳавода оксидланиб, ёниб кетади), шунинг учун уларни ташиш, сақлаш ва ишлатиш учун суюқлик ичида сақланади (сув, спирт, метилциклогексан ва бошқалар).

Саноатда икки хил никель катализатори мавжуд бўлиб, бири катализатор Бага ва никель Ренеядир, уларни бир-биридан фарқи, никель Ренея майда дисперс порошок бўлиб, асосан никелдан ташкил топган. Бага катализатори никел-алюминий қотишмасидан (65-75 % Ni) ва (25-35% Al) иборат бўлиб, бўлаклардан ташкил топган. Қотишмаларни кўпинча пирометаллургия усули билан-компонентларни қотишма ёки алюмотермиялаш йўли билан, яъни алюминитда эритиш усули билан тайёрланади. Охирги вақтда порошокли металлургия усули билан қотишмалар олиш, бунда улар компонентларни юқори босимда сиқиш билан тайёрланади, бу жараён қайтарилиш ёки инерт атмосферада, 660-700°C температурада олиб борилади, натижада икки қаттиқ фазадан янги тузилишга эга бўлган қаттиқ фаза ҳосил бўлишга олиб келади, чунки бунда диффузия жараёни бориб, моддалар реакция маҳсулотларига ажралади. Реакцияга киришаётган маҳсулотлар ўзгармас активликка эга бўлиб, иккала томон юзаси фазалар чизигидан бир-бири томон материалнинг ўтиш тезлиги, маҳсулот қалинлигини диффузияланиш қатлами қуйидаги формула билан белгиланади

$$\frac{d \square BD}{d \square \square}$$

бунда, δ -маҳсулот қатламини диффузия қалинлиги; τ -вақт; D-диффузия

коэффициенти; В-доимийлик.

Автоматик аралаштиргичли юқори частотали печларда қотишмаларни олиш энг эффектив чиқади, бунда компонентларни яхши аралашishi ва сифатли чиқишига эришилади, натижада олинган катализатор юқори активликка эга бўлади. Бунинг учун қотишма таркиби ва тайёрлаш усули катта аҳамиятга эга. Никелли қотишма катализаторларнинг энг муқобили 40% дан 60 % массагача актив металлни бўлишидир. Ундан кўп актив металлнинг бўлиши, ишқорлаш жараёнини ёмон кетишига, яъни қотишма таркибидаги алюминийни ишқорда эриб чиқиши қийинлашади.

Никель Ренея ва Бага катализаторларини тайёрлашда алюминийнинг эритиш 660°C дан бошланиб $900-1200^{\circ}\text{C}$ гача кўтарилади ва шу температурада бирмунча вақт ушлаб турилади, бу билан ундаги газ ва тузларни чиқариб юборишга эришилади.

Шундан кейин алюминийга никель қўшилади, бу вақтда температура 1900°C гача кўтарилади, бу шароитда қотишма ҳосил бўлади. Эритиш жараёнида металлларнинг ташқи электрон сатҳларини аралашishi, қўшилаётган қўшимча (А1) ни промоторлик эффектини оширади. Бунда қотишмани совутиш жараёнига катта аҳамият бериш керак. Секин-аста совутиш майда кристалл тузилишли қотишмани ҳосил бўлишига олиб келса, А1 ни чиқариб юборилгандан кейин юқори дисперс ҳолатдаги катализатор ҳосил бўлиб, металлнинг каталитик активлиги юқори бўлади, аксинча тез совутишда йирик кристалл тузилишдаги қотишманинг ҳосил бўлишига қаршилиқ қилади.

Олинган қотишмалар қуйидаги таркибда бўлади.
 $\text{Ni}_3\text{Al}, \text{NiAl}, \text{Ni}_2\text{Al}_3, \text{NiAl}_3$, булардан энг активлари $\text{Ni}_2\text{Al}_3, \text{NiAl}_3$.

Катализаторнинг шаклланиши Ni_2Al_3 «скелети» деб аталувчи босқичи орқали боради. Скелетни бир қисми никель заррачалари ҳолида майдаланиб кетади. NiAl_3 катализатори эса эритма- чўкиш механизми орқали шаклланади. Бунда Ni нинг бидисперс конгломератини ҳосил бўлиши билан бирга парчаланмаган Ni_2Al_3 ни турли хилдаги диаметрдаги ўлчовли заррачалари пайдо бўлади. Ni ва Al нинг бир хил миқдоридаги қотишмаси мўрт бўлиб, осон майдаланади. Ni миқдорини ошиши билан қотишмани қаттиқлиги (мустаҳкамлиги) ошиб, майдаланиши қийинлашади.

Бага катализаторини (қотишмасини) 3-5 мм ўлчамда бўлақларга майдаланади, никель Ренея эса майда порошок холигача майдаланади.

Никель Ренея катализаторини саноатда очик жиҳозларда олинади, унга аралаштиргич ўрнатилган бўлиб, иситиш учун жиҳозга «кўйлак» кийдирилган бўлади. Жиҳозга назарий ҳисоблангандан кўра кўпроқ 20-30 % NaOH солинади ва уни устига майдаланган қотишма солиниб, аралаштиргични айлантрилади.

Ишқорлаш жараёни 120°C да ўтказилади, бу вақтда реагентларнинг ҳажми доимий бир хилда ушлаб турилади.

Ишқорлаш температурасини 160°C гача кўтариш, никель Ренейнинг дисперслик даражасини оширади. Ишқорлаш температурасининг юқори бўлиши катализатор солиштирма юзаси NiAl_3 да бир текис камаяди, Ni_2Al_3 да эса аксинча бўлиб, энг кўп солиштирма юза 100°C да ҳосил бўлади. Алюминийни ишқорланиши даражасини ажралиб чиқаётган водород ҳажмига қараб белгиланади.



Нормал шароитда қуруқ газни қуйидаги формула билан аниқланади.

$$V_t = 273 \frac{P}{P_{\text{H}_2\text{O}}} \frac{V_0}{760 - 273 \frac{P}{P_{\text{H}_2\text{O}}}}$$

бунда, V_0 ва V_t - қуруқ водород ҳажми, нормал шароитдаги ва тажрибадаги; $P_{\text{H}_2\text{O}}$ - t температурадаги сув буғини босими.

Ишқорланган алюминийнинг миқдорини қуйидаги формула билан аниқланади. $P = P_{\text{H}_2\text{O}}$

$$G = 0.288 \frac{V_t (P - P_{\text{H}_2\text{O}})}{273 - t}$$

Агар қотишмада $C\%$ алюминий бўлса, унда ишқорланиш даражаси $x(\%)$ қуйидагига тенг бўлади.

$$x = \frac{2.88 V_t (P - P_{\text{H}_2\text{O}})}{C G_{\text{cn}} (273 - t)}$$

бунда, G_{cn} - ишқорлаш учун олинган қотишма миқдори, г.

Скелет катализаторларнинг активлиги, физик адсорбирланган ва эриган бор водороднинг ҳолатига боғлиқ. Водород миқдорини ишқорлаш температурасига боғлиқлиги.

Ишқорлаш температураси, °C	50	80	100
1 г катализатордаги H_2 миқдори, см ³	470	160-170	140

Катализаторларнинг активлиги ва танловчанлиги, унга адсорбцияланган водороднинг миқдорига боғлиқ бўлиб, бунда осон оксидланадиган катализаторларнинг қуриштириш усули асосий роль ўйнайди, масалан никель

Ренея катализатор тайёрлаш жараёнида сувни метанол ёки алифатик қатор спиртлари билан тозалаб ювиш ҳам катта аҳамиятга эга. Катализаторни сувдан қуритишни энг афзали, паст босим ва температура шароитида ўтказишдир.

Ишқорланиш тугагач, эритмани асосий қисмини тўкиб ташланади ва қолганини устига сув қуйиб ювилади ва ҳосил бўлган суспензияни бошқа идишга қуйилади, унинг устига минерал мой қуйилиб, сувдан бутунлай ҳолос этилади ва вакуумда қиздириш билан сувдан қуритилади. Никель Ренея катализатори регенерациясиз ишлайди, чунки уни ишлаш вақти жуда қисқа, у тезда кислородли, азотли, олтингугуртли бирикмалар билан заҳарланади. Бага катализаторини А1 қайта ишқорлаш билан регенерациялаш мумкин. Скелетли никель катализаторларида жараёнларни тахминан 100-120°C да, босим эса 2,0 дан 8.0 МПа гача суёқ фазада олиб борилади.

Табиий лойлар, цеолитлар, ионалмашган смолалар асосидаги катализаторлар

Табиий катализаторлар ва уларни активлаш

Табиий катализатор сифатида саноатда турли жараёнлар учун (крекинг) этерификация, полимеризация, олтингугурт олининг олтингугуртли газлардан олиш ва бошқалар) боксит, кизельгур, темир рудаси, ҳар хил лойларни ишлатилади. Табиий катализаторлар арзон, уларни олиш технологияси содда, уларни майдалаш, шаклга солиш ва уни активациялашдан иборат. Шакл беришни турли усуллари (экструзиялаш, таблеткалаш, тарелкали грануляторда грануляциялаш) порошокларни боғловчилар қўшиб намлаб олинади. Активациялаш деб дастлабки, табиий хом ашёдан ишқорий ва нордон моддаларни, кислота ёки ишқор билан ювиш орқали чиқариб юборишга айтилади, бунда юқори температура яхши эффект беради. Активация натижасида контакт массасини актив юзаси кўпаяди.

Саноат катализида табиий лойлар: монтмориллонит, каолинит, бейделлит, бентонитлар ва бошқалар кенг қўламда қўлланилади. У асосан алюмосиликатларнинг изоморф ҳолига алмашган маҳсулотлардан иборат бўлиб, шу билан бирга уларда қум, оҳак, темир оксидлари, слюда, дала шпати ва бошқа қўшимчалар ҳам бўлади. Айрим табиий алюмосиликатлар, масалан, каолин, ювиб, қуритилиб, тоблангандан кейин кислота - асос катализида юқори каталитик активликка эга бўлади. Кўпинча бошқа табиий лойларни кислота билан оптимал шароитда ишлов берилгандан кейин (температура, кислота концентрацияси, ишлов вақти), уни каталитик активлиги намоён бўлади. Активланган моддаларда SiO_2 ни миқдори кўпайиб, Na_2O , CaO , MgO , Al_2O_3 , лар эса камаёди. Айрим ҳолларда алюминийни миқдорини тиклаш учун, активация эритмасига алюминий тузи қўшилади. Кимёвий активация натижасида, лойларнинг кислоталиги ошади, қўшимча ғоваклар ҳосил бўлади, умумий ғоваклик ва солиштирма юзаси кўпаяди.

Синтетик алюмосиликатларга қараганда табиий лойларни тез активлигини йўқотишини асосий сабабларидан бири, ундаги қолдиқ ишқорий металлариинг таъсири бўлиб, улар юқори температурада эриб, актив юзани қоплаб олади ва заҳарлайди. Бу жараён наст температурада борадиган реакциялар (полимерлаш, алкиллаш ва бошқалар) га унча таъсир этмайди.

Табиий активланган катализаторни бентонитдан (бентонит лойидан) тайёрланади, унинг таркиби, % масс: SiO₂.....64.8

Al₂O₃.....24.7

CaO.....2.4

Fe₂O₃.....2.7

MgO.....5.3

SO₃.....0.2

Na₂O.....0.5

Бентонит лойини сульфат кислота (H₂SO₄) билан активланади, сўнгра бир неча маротаба тоза сув билан ювилиб, филтрланиб, грануллаб, қуритиб, сўнгра тобланади. 10-15% намликка эга бўлган лойни майдаланиб, 13%ли H₂SO₄ эритмаси билан ювилади. Бу жараён 100-120°С да олиб борилади, ювиш 6 соат давом этади, ювиш реактори парракли аралаштиргич билан жиҳозланган бўлади.

Активлаш тугагач 12-16 соат давомида деконтациялаш усули билан ювилади. Бунда SO₄⁻² ионини миқдорини минимал даражада камайтириш керак, уни қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин.

$$C_{\square} = \frac{C_{Hn}}{(1 \square N)^k}$$

бунда,

C_H ва C_к -лойдаги бошланғич ва оҳирги SO₄⁻² концентрациялари; г/л.

N- бир маротаба деконтация қилинган сувни ҳажмини, лойни (пульпани) ҳажмига нисбати.

п- деконтация қилиш сони.

Ювилган лойни 55-58% намлик билан қуритишга юборилади ва грануллаанади. Гранулланган лойни 47-49% ли намлик билан таблеткалаш мумкин. Олинган таблеткаларни қуритиб (10-14% намликкача), сўнгра

шахтасимон печларда 630-650°C да 20-22 соат давомида тобланади, бунда уни намлиги 0,6-0,8% гача камаяди.

Тайёр катализаторни таркиби, қуйидагича бўлиб, уни оғир хом ашёни (мазут, қолдиқ мойлар) крекинглашда ишлатилади.

Al_2O_3	18,5
SiO_2	74,6
Fe_2O_3	21,0
CaO	11,0
MgO	2,5
SO_4^{-2}	0,5
Na_2O	0,4

Тўкилувчан зичлиги-0,763 г/см³; дистиллятнинг
чиқиши-80,4% миқ бензин 28,7% миқ; газ-13,1% миқ;
кокс-5,0% миқ. ташкил этади.

Цеолитли катализаторлар

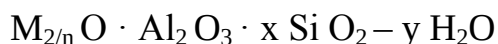
Цеолит катализаторлари поливалентли катионли (ёки декатионланган) шаклда неорганик ва органик реакцияларда: крекинг, гидрокрекинг, изомеризация, алкиллаш, гидридлаш, дегидрациялаш, оксидлаш ва бошқаларда ишлатилади. Айрим ҳолларда улар промоторларсиз ва бошқа ҳолларда актив компонентларни ютдирилган шаклда ишлатилади. Цеолитли катализаторлар иссиқликка турғун ва улар захарлар: олтингугуртли ва азотли бирикмаларига чидамли, ундаги металллар жиҳозларни коррозияга учратмайди, чунки ундаги металллар ювилиб чиқмайди. Цеолитларнинг ривожланган юзаси (800 м²/г гача), катион алмашишга бўлган хусусияти, юқори механик мустаҳкамлиги, уни актив катализатор тайёрлашда ёувчи сифатида кенг қўлланишига имкон беради. Ҳамма табиий ва синтетик цеолитлар, асосан, алюмосикатлардан иборат бўлиб, таркибида ишқорий ва ишқорий-ер металлариининг оксидларидан ташкил топиб, уларнинг асосий фарқи, ундаги ғовакли тузилиши бўлиб, оддий шароитда сув молекулалари билан тўлган бўлади. Эҳтиёт бўлиб цеолитни қиздирилганда сув буғлари чиқиб кетади, лекин цеолитни ҳолати бузилмайди.

Бу билан цеолит сўзини грекча маъноси келиб чиқади.

"цео" ва "лит", яъни қайнаётган тош.

Цеолит скелетларини тузилиши каркаси, ундаги кўплаб бўшлиқ уялардан иборат бўлиб, ўзаро кичик тешикчалар билан боғланади. 1 г цеолитда $3 \cdot 10^{20}$ та бўшлиқлар бўлади, шунинг учун уларни авваллари «Молекуляр элак» деб аташган.

Катализда энг аҳамиятли цеолитлар-кристалл алюмосиликатларнинг А,Х,У турлари бўлиб, у уч томонлама скелетли мустахкамдир. Цеолитни умумий формула билан ёзсак



бунда, p - М-металлнинг (катионнинг) валентлиги, x - $SiO_2:Al_2O_3$ -моллар нисбати, y -сувни моллар сони, x нинг қиймати цеолитнинг тузилиши ва хоссаларини белгилайди. А-турдаги цеолитларда $x=2$ бўлса, Х-турдаги цеолитларда $x = 2,2:3$ ва У-цеолитларида $x=3,1:5,0$ бўлиб, синтетик цеолитларда $x=10$ гача бўлиши мумкин. Каталитик жараёнларида $x=2,8 :6,0$ бўлган цеолитлар ишлатилади.Цеолит синтези жараёнида унинг физик-кимёвий хусусиятларини (кристалланиш параметрларини, катионлар табиати ва кимёвий таркибини) x ни кенг интервал орасида ўзгартириш мумкин. Масалан кам кремнийли цеолитни синтези учун ($x=1, 9:2,8$) юқори ишқорий муҳитда, натрий силикат асосида олинган кремнезем ишлатилади. Юқори кремнийли цеолитлар олиш учун паст ишқорий муҳитда кремний кислотасини реакцияга киришиш хусусияти яхши золлари ёки геллари ишлатилади.Одатда, синтезда Na^+ формали цеолит олиниб, уни катион алмаштириш йўли билан, керакли каталитик жараён учун ишлатиладиган катион (металл) ўтказилади. Ҳар бир турдаги цеолит учун ғовакни кесма ўлчами ва кириш тешиклари (деразалари), молекула ўлчамлари доимий бўлиши шарт. Бу эса катализаторнинг танловчанлигини оширади. Қуйида айрим цеолитларнинг хусусиятлари келтирилган.

Цеолитлар	LiA	NaA	KA	CaA	NaX (NaY)	CaX (CaY)
Бўшлиқ диаметри, нм	1,2	1,1-1,2	1,1	1,1	1,1-1,3	1,1-1,3
Дерезалар ўлчами, нм	0,4	0,4	0,3	0,5	~0,9	~0,8

Грануланган (донадорланган) цеолитни тайёрлаш принципиал чизмаси

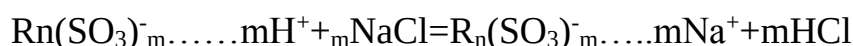
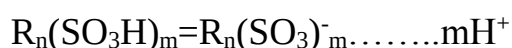
Цеолит тайёрлаш қуйидаги операциялардан иборат бўлиб, қуйдагиларни ўз ичига олади: ишчи эритмаларни тайёрлаш (кремнеземни, Na алюминатни, NaOH, КОН ва бошқалар), алюмосиликагидрогелни чўктириш, ишқорий шароитда гидрогелларни кристаллаш, ювиш, шакл бериш, термоишлов бериш. Хом ашё сифатида силикат-глиба (силикат тоши) $Al(OH)_3$ ва NaOH ишлатилади. Алюминий гидрооксидини қайнаб турган NaOH эритмасида эритилиб натрий алюминат олинади ва уни ишчи эритмасигача суюлтирилади. Силикат-глибани автоклавда ўткир сув буғи билан эритилади, уни ҳам ишчи эритмасини сув билан суюлтирилиб тайёрланади.Натрий алюминат ва силикат эритмаларини биринкетин аралаштиргичга қуйилади ва уни алюмосиликагидрогель холидаги юмшоқ гель ҳосил бўлгунча яхшилаб тўхтовсиз аралаштириб коагуляцияланади.

Олинган гидрогель кристаллизаторда ишқор ёрдамида кристалларга айлантирилади. А-цеолитини олиш учун температура кристаллизаторда $80-90^{\circ}C$

да 6 соатни, X-турдаги цеолитни олиш учун эса температура 95-100⁰С да 12 соатни ташкил этиши керак. Кристаллизатор сув буғи билан иситилади, Na цеолити олишда асосий фактор ишқор (NaOH ёки KOH) ларни концентрацияси бўлиб, уни таркибини компонентларнинг моль нисбатдаги бирикиши кўрсатиб, қуйидаги формула билан ифодаланади. Ортиқча ишқорни сув билан ювиб, 1 дан 15 мкм ўлчамдаги заррачаларни олиш мумкин. а $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
Органик каталитик массалари

Саноатда ҳозирда биргина органик каталитик массаси қаттиқ ҳолдаги ионалмашувчи смолалар (ионитлар) қўлланилади. Булар кислота-ишқор механизми билан борадиган реакция жараёнларида: этерификация, алкиллаш, дегидрирлаш, полимерлаш ва бошқаларда ишлатилади.

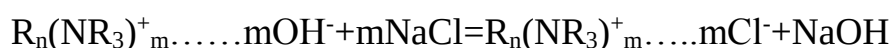
Ионитлар полимерларни тўкиб ёки тикиб қўйганга ўхшаб, махсус функционал группаси бўлиб, эритмада катион ёки анион чиқариш хусусиятига эга, шунга қараб уларни кислоталик (катионит) ёки асослик (анионитлар) ионлашувчи смолалар дейилади. Уларни қуйидагича чизма билан ёзиш мумкин (катионит) катион алмаштириш реакцияси.



бунда, R-юқори молекуляр органик радикал Анионитлар

улар қуйидагича реакцияни ёзиш мумкин. $\text{R}_n(\text{NR}_3^+ \text{OH}^-$

$)m\text{R}_n(\text{NR}_3)_m \dots \dots \dots m\text{OH}^-$



Катализда кўп ишлатиладиган Н-катионит КУ-2 бўлиб, унинг таркиби ва хусусияти қуйидагича:

Элемент таркиби, % миқ.

C.....50,6

H.....5,5

S.....16.0

O.....27.75

Зичлиги, г/см³;

сочилгандаги.....0,75 чин.....1,3

Кул, % миқ.....0,15

Анионит АВ-17 эса асосан органик синтезда катализатор сифатида кўп ишлатилади. У сариқ шаффоф сферик механик мустаҳкам доначалардан иборат бўлиб, 0,4-1,2 мм ўлчамда, сочилувчан зичлиги 0,74 т/см³ ни ташкил этади.

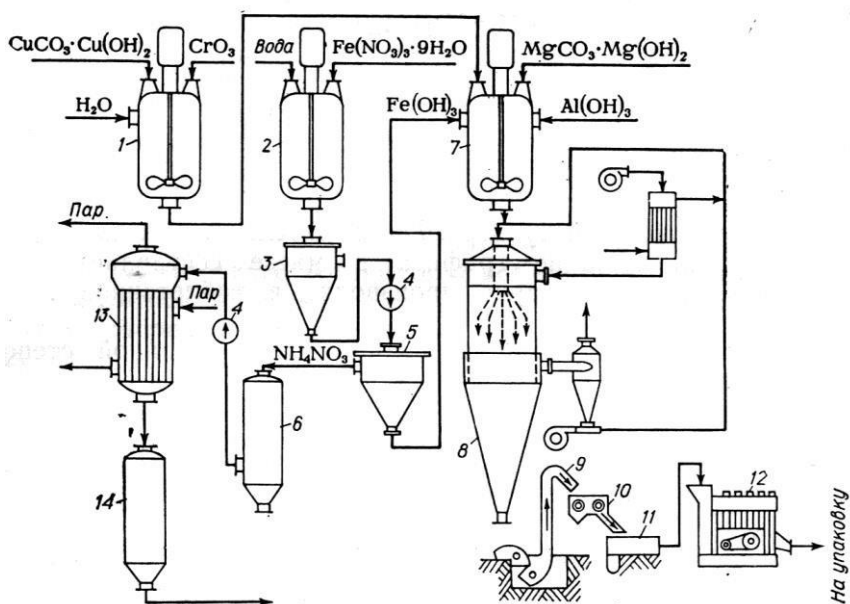
Юқорида келтирилган катализатор тайёрлаш технологиялари тўла-тўқис бўлмай, у такомиллаштириш ва янги катализатор синтез қилиш йўлида ривожлантирилмоқда.

Саноатда кўплаб ишлатиладиган айрим катализаторларнинг тайёрлаш технологиялари ва уларнинг хусусиятлари

Углерод оксидининг конверсиялаш катализаторини ишлаб чиқариш

Углерод оксидининг конверсиясида водород ишлаб чиқариб, уни аммиак синтези учун ва органик бирикмаларни гидрирлаш жараёнида ишлатилади. СО ни сув буғи билан конверсияси қуйидаги реакция бўйича боради. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q_1$

Углерод оксидининг конверсиясида темир, хром, мис, кобальт, рух, магний ва бошқа металллар оксидлар асосида тайёрланган катализаторлар ишлатилади. Уларни саноатда ишлаб чиқаришдаги асосий турларини СТК-1 (ўрта ҳароратда ишлайдиган катализатор) ва ГИАП-482 (азот саноатини давлат институти) маркадаги контактларни тайёрлашни технолгик чизмаси 24-расмда келтирилган.



24-расм. СТК-1 катализаторининг ишлаб чиқариш чизмаси.

1, 2 – аралаштиргичли реакторлар; 3 – чўктириш учун реактор; 4 – насослар; 5 – декантатор (сувни чўкмадан ажратиш); 6, 14 – NH_4NO_3 эритмасини йиғувчи идиш; 7 – реактор аралаштиргич; 8 – чанглатиб қуритувчи мослама; 9 – элеватор; 10 – бункер (туширувчи мослама); 11 – қаттиқ фазани аралаштиргичи; 12 – таблеткаловчи машина; 13 – буғлатгич:

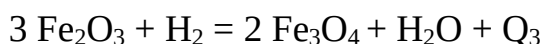
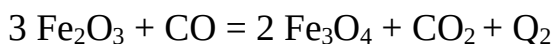
Маҳаллий саноатдаги СТК-1 ва ГИАП-482 маркаларидаги контакт массаларини тайёрлаш имкониятлари ва хусусиятларини кўриб чиқамиз. СТК-1 маркали

катализаторни диаметри 5 мм, баландлиги 5 мм ва 1,3 г/см³ зичликка эга бўлган таблетка кўринишида тайёрланади.

Катализаторнинг таркиби, % (оғир.):

□-Fe ₂ O ₃	75
Cr ₂ O ₃	11
CuO	3
Al ₂ O ₃	5
MgO	6

Катализаторнинг актив қисми магнетит (Fe₃O₄) дир. Массанинг бошланғич асосий таркиби актив магнетит □-Fe₂O₃ бўлиб, темир оксидининг кристаллик структураси ромбоэдриkdir. □-Fe₂O₃ нинг актив магнетитга қайтарилишда углерод оксиди, водород, карбонат ангидрид ва сув буғи аралашмасидан фойдаланилади. Бу жараён одатда катализаторлар ишлатиладиган цехларда (реакторда) олиб борилади. Жараён 500 °C ва атмосфера босимида қуйидаги реакция бўйича боради:



Катализаторни қайтарилиш шартларини шундай танлаш керакки, унда Fe₂O₃, Fe₃O₄ гача қайтарилиб, темир металигача қайтарилмаслиги керак. Fe₂O₃ ва Fe₃O₄ фазалараро мувозанатни H₂:H₂O; ва CO:CO₂ нисбатлари бўйича аниқланади.

Катализаторни тайёрлаш жараёни қуйидаги асосий босқичлардан иборат:

- 1) ишчи эритмаларини тайёрлаш;
- 2) гидроксидни чўктириш;
- 3) дастлабки ташкил қилувчиларни аралаштириш;
- 4) қуриштиш;
- 5) таблетка ҳолига келтириш.

ИАП-482 маркали катализатор ҳам сув буғи билан углерод оксидининг конверсияси учун ўрта ҳароратли катализатор ҳисобланиб, 380-520°C да ишлатилади. Катализатор қуйидаги хусусиятларга эга:

Зичлик, г/см³:

сочилувчан. 1,15 эҳтимол.
. 6

хақиқий. 4,4

Солиштира юза, м²/г. . . . 21-22

Говаклиги, %. □ 48

Катализатор таркиби, % (миқ.):

□-Fe₂O₃. □ 88 Cr₂O₃

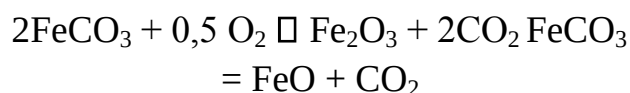
. 6,3

CrO₃. □ 1,7

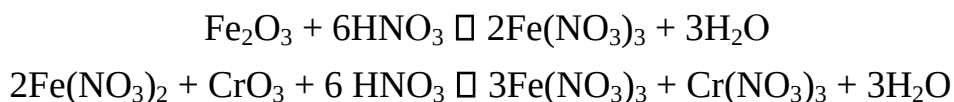
K₂O. 1,2

Бунда темир карбонат (FeCO₃) тузи аммоний карбонат (NH₄)₂CO₃ тузи ёрдамида 60-68⁰С да темир сульфат тузи эритмаси иштирокида олинади: FeSO₄ + (NH₄)₂CO₃ □ FeCO₃ + (NH₄)₂SO₄

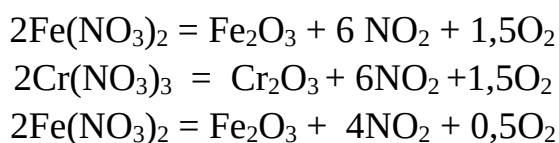
Темир карбонатни декантация усули билан ювилади, филтрланади, қуритилади ва 600⁰С да тобланади. Темир оксидлари қуйидаги реакциялар бўйича олинади:



Темир оксидларини хром (VI) оксиди ва нитрат кислота билан аралаштириш натижасида қуйидаги реакция кетади:



Олинган бир жинсли массага шнек-прессда шакл берилади, қуритилади ва 550⁰С да тобланади. Бунда тузлар қуйидагича парчаланadi:



Паст ҳароратли катализаторларни тайёрлашни 52-1 маркали контакт мисолида кўриб чиқамиз. Бу катализатор кобальт, никель, мис, руҳ ва бошқа актив металл оксидлари асосида тайёрланади. Уларнинг активлиги 250⁰С даёқ намоён бўлади. Юқори активликка эга катализаторларнинг қўлланилиши паст температураларда ҳам конверсияланиш имконини беради, бу эса буғ сарфини камайтириш ва углевод оксидини конверсиясининг даражасини ошириш имконини беради. Актив фаза катализаторнинг қайтарилиш жараёнида намоён

бўлади. Шундай қилиб, паст ҳароратли 52-1 маркали катализаторга қуйидаги таркиб мос келади, % (масс.):

CuO – 30;

ZnO – 45; Al₂O₃

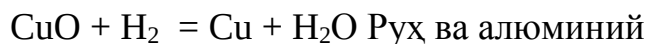
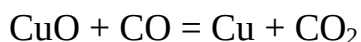
– 13;

солиштирма юза – □ 60 м²/г; солиштирма

ҳажм ғоваклиги - □ 0,4 см³/г

Водород ёки углеводород оксиди иштирокида 250 °C дан ортиқ бўлмаган ҳароратда мис оксиди актив мисга қайтарилади:

Биринчиси структура ҳосил бўлиш функциясини бажарса, иккинчиси актив компонентларнинг турғунлигини сақлайди, яъни металллар мис ва рух панжараларининг бир-бири билан қопланишининг олдини олади.

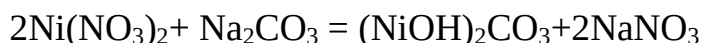


оксидлари бу шароитларда металлгача қайтарилмайди. Ароматик углеводородларни гидрирлашда ишлатиладиган никельвольфрамли катализатор

Ароматик углеводородларни гидрирлаш никель-вольфрамли катализаторини сульфид шаклида ишлатилади. Одатда бу контакт массасининг таркиби: 2 моль никель сульфид (NiS) га 1 моль вольфрам сульфид (WS₂) тўғри келади. Таркибида 40-50% оғирликда Al₂O₃ бўлган катализатор арзон ҳисобланади. Лекин Al₂O₃ қўшилиши контакт массанинг гидрирланиш хусусиятини пасайтириб, унинг селективлигини ўзгартиради, ҳамда изомерланиш хусусиятини оширади.

Катализатор тайёрлаш технологияси содда бўлиб, ҳар бир компонентни айрим тайёрлашга асосланган. Тайёрланган компонентларни кейин бирга аралаштириб, термоишлов берилади. Компонентларни айрим чўктириш катализатор сифатини яхшилайти ва тоза компонентли катализатор олишни таъминлайди.

Никель нитрат (Ni(NO₃)₂)_{ва} натрий карбонат (Na₂CO₃) тузлар эритмалари бирга қуйилиб, 20-25°C ҳароратда ва pH=8□8,5 да чўктирилади. Бунда никель гидроксикарбонат тузи чўкмага тушади.



Фильтрланган чўкма ювилади, қуритилади ва толқон қилиб майдаланади. Аралаштиргичда вольфрам кислотаси ва никель гидроксикарбонат қуқунлари

билан аралаштирилади. Аралаштириш жараёнида никельвольфрам оксидли масса ҳосил бўлиб, уни H_2S ва водородли муҳитда $425-450^\circ\text{C}$ да термик қайта ишланади. Бунда никельвольфрам оксиди сульфид никельвольфрамга ўтади. Сульфидли никель-вольфрам массаси майдаланиб, шакл берилади.

Катализаторда гидрирлаш жараёни $220-370^\circ\text{C}$ да олиб борилади. Катализатордаги Al_2O_3 миқдорининг ошиши бензолни гидрирлашда жараённинг ҳарорати $15-20^\circ\text{C}$ гача оширишга олиб келади. Ишчи ҳарорат шароитида $10-27$ МПа босимда ва ҳажмий тезлик $0,3-0,5$ соат $^{-1}$ да бензолдан циклогексаннинг ҳосил бўлиши 99% ни ташкил этади.

Углеводород газларини сув буғи билан конверсиялаш катализатори

Бу катализатор никель, алюминий, кальций ва бошқа металл оксидларидан ташкил топган бўлади. Конверсия 5 МПа босимгача бўлган шароитда боради. А маркали катализаторлар учун алюминий оксиди ҳам ашё ҳисобланади ва Б маркали учун эса – алюминий гидроксиди $\text{Al}(\text{OH})_3$ керак бўлади.

ГИАП-16 катализатори цилиндрик ҳалқа кўринишида бўлиб, унинг ранги кулранг, у қуйидаги хусусиятларга эгадир:

Халқа ўлчами, мм.	15□6
Таркиби, % (миқ)	
NiO.	23-26
Al_2O_3	44-52
MgO.	13-17
BaO.	0,6-1,2 CaO.
.....	6-13
Сочилувчан зичлиги, г/см ^{3}	1
Говаклар йиғиндиси, %.	15-40
Солиштирма юзаси, м ^{2} /г.	40

Углеводород ҳам ашёсининг сув буғи билан конверсиясида газдаги метаннинг миқдори 90% (ҳажм) ни ташкил этиб, у олтингугуртли бирикмалардан тозаланган бўлиши шарт. Жараён қуйидаги шароитда боради: буғнинг газга бўлган нисбати $9,0\text{□}2,2:1$; аралашманинг ҳажмий тезлиги 4000 соат $^{-1}$ атрофида; қуруқ конвертирланган газда метаннинг миқдори $500\text{□}С$ да 40% , $700\text{□}С$ да эса 4% ни ташкил этади. Катализатор қуйидагича тайёрланади.

Иссиқ буғ конденсатида ҳарорати тахминан $70\text{□}90\text{□}С$ да 30 дақиқа давомида никель нитрат тузи ва барий оксиди эритилади. Шнекли аралаштиргичда $15-20$ дақиқа никель гидроксикарбонатни, тобланган магний оксиди ёки алюминий оксиди билан қуруқ аралаштирилади. Сўнгра аралаштиргичда никель нитрат тузи ва барий оксидларининг эритмаси қуйилади ва компонентлар $50-60$ дақиқа

давомида яхшилаб аралаштирилади. Катализатор массасидаги ортиқча намликни қуритиш йўли билан йўқотилади, бунда масса қуюқ қаймоқ ҳолига келиб, намлиги 30-35% ни ташкил этади. Ундан кейин массани лентали қуритгичда 100-120°C да қолдиқ намлик 5% ни ташкил қилгунча 4-5 соат қуритилади. Сўнгра массани 380°C да, тахминан 12-15 соат давомида тобланади, бунда тузлар парчаланиб кетади.

Оксидлар аралашмасини аралаштиргичга солиб, унга буғ конденсатидан қуйилади (массага нисбатан 70% ҳисобида). Намланган массани вальцлар орасидан ўтказиб, пластинкалар шаклига келтирилиб, майдаланилади (1мм атрофида), сўнгра ҳалқа шакли берилади. Чунки намланган массага 1,5 соат ичида шакл берилмаса, ҳосил бўлган кальций алюминат фаол компонентларни қуршаб олиб, катализаторнинг активлигини камайтириб юборади.

Прессланган ҳалқаларни 2-3 сутка очик ҳавода шамоллатиб қуритилади, сўнгра 90°C да 8-12 соат ва 100-120°C да 4-5 соат давомида қуритилади. Ундан кейин 380°C да 5 соат давомида тобланади (ҳар соатда ҳароратни 50°C га кўтариб борилади). Умумий термоишловга кетган вақт 15-16 соатни ташкил этади.

Олинган катализаторни элаб, ундаги майда бўлак ва чанглар тозаланади.

Аммиакни оксидлашдаги тўрсимон платина катализатори

Аммиакни оксидлашда платина гуруҳидаги (Pd, Rh) металллар билан платинали қотишма катализаторлари тайёрланади. Улар азот оксидини ва аммиакни танлаб оксидлаш жараёнида ишлатилади. Улар турли ўлчамлардаги тўр кўринишида тайёрланади, бунинг натижасида катализатор конвекторда (реактор) катта юзага эга бўлади. Тўрнинг диаметри 0,045-0,09 мм дан иборат бўлиб, платинани иқтисод қилишга олиб келади.

Тўр юзаси умумий юзанинг 50-60% ини ташкил қилади. Бошқа диаметрли симлардан тўрларни тайёрлашда, тўқималар сони шундай ўзгартирилиши

керакки, бунда тўрнинг бўш юзаси кўрсатилган чегарада қолиши шарт.

Платинали катализаторлар нисбатан катта ишчи юзага эга бўлиб, катализатор тўрлари юза бирликларига нисбатан олинган бўлади. Платинали сим тўр тешиклари диаметри 0,09 мм бўлиб, 1см² юзада тешиклар сони 1024 бўлганда, бошланғич юза $2 \times 3,14 \times 0,009 \times 1024 = 1,809 \text{ см}^2$ га тўғри келади. Контакт жиҳозидаги катализаторни ишлаш жараёнида тўр юзаси бир неча ўн мартага ошади, лекин ҳисоб бошланғич юза бўйича олинади. 12-жадвалда саноатда ишлатиладиган баъзи платинали тўр катализаторларнинг хусусиятлари келтирилган.

12-жадвал. Платинали тўр катализаторларнинг айрим хусусиятлари

Сим диаметри, Мм	1см ² тўрдаги тўкималар сони	1 м ² тўр массаси, г	1 м ² тўрдаги иплар юзаси, м ²	Бўш юза, %	Бўш ҳажм, %
0,05	3600	505	1,884	49,0	72,9
0,06	1024	389	1,206	65,3	69,8
0,07	1024	529	1,407	60,2	64,8
0,09	1024	876	1,810	50,7	54,8

Катализатор тайёрлаш учун мўлжалланган платина таркибида темир бўлмаслиги керак, чунки темирнинг 0,2% и ҳам ҳатто азот оксиди (NO) чиқишини сезиларли пасайтиради. Тоза платина юқори ҳароратда тез парчаланади ва унинг кичик заррачалари газ оқимлари билан чиқиб кетади. Родий металининг қўшилиши билан платина катализаторини ишлатиш вақтидаги ҳароратни кўтарилишига чидамлилиги ортади. Палладийнинг қўшилиши катализаторнинг механик мустаҳкамлигини пасайтиради, лекин унинг активлиги пастроқ ҳароратларда ҳам намоён бўлади. Республикамизда тўрли катализаторларнинг қуйидаги таркибдагилари тарқалган, % (миқ):

а) атмосфера босимида ишлатиш учун;

Pt 92,5

Pd 4

Rh 3,5

б) юқори босимда ишлатиш учун;

Pt 92,5

Rh 7,5

Бу платина тўрларининг активлиги, танловчанлиги ва қисқа вақтда регенерацияга берилувчанлик хусусиятларига эга. Платина катализаторлари хом ашё газларидаги баъзи бир қўшимчаларга таъсирчанлиги юқори бўлиб, улар катализаторнинг активлигини тез пасайтиради, шунинг учун газлардаги қўшимчаларни иложи борича йўқотиш керак.

Агар газдаги РН₃нинг миқдори 0,0002% бўлса, конверсия даражасини 80% гача пасайтиради. Камроқ кучдаги захарлар; водород сульфид, ацетилен буғлари, сурков мойлари, темир оксидлари ва бошқа моддалар ҳам платинали катализаторларга ўз таъсирини кўрсатади.

Платини тўрларини 2 соат давомида 60-70⁰С да 10-15% ли хлорид кислота эритмаси билан ишлов бериб, сўнгга яхшилаб дистилланган сув билан ювилади, қуригилади ва водород алангасида тобланади. Иш жараёнида тўрларнинг физик тузилиши ўзгаради ва механик мустаҳкамлиги камайиши натижасида платина металининг йўқолиши ортиб, катализаторнинг хизмат муддати камаяди.

4.5. Аммиак синтезининг темирли катализаторлари

Саноатда аммиакнинг синтези учун ишлатиладиган катализаторлар сифатида, одатда темир оксидлари ишлатилади. Ҳозирги пайтда кўпроқ тарқалган учта (Al_2O_3 , CaO , K_2O), тўртта (Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , K_2O) ва бешта (Al_2O_3 , SiO_2 , MgO , CaO , K_2O) промоторланган катализаторлар мавжуд.

Катализатордаги промоторларнинг сони ошиши билан унинг активлиги кўпайиб, мустаҳкамлиги ҳам ортади, шунингдек катализаторнинг ишлаш вақти кўпаяди. СА-1 маркали катализатор. Бу катализатор қайтарилмаган ҳолда қуйидаги хусусиятларга эга:

Таркиби,	% (оғир) Fe_2O_3
.....	64-54
FeO	29-36
K_2O	0,7-1
Al_2O_3	3-4
CaO	2-3
MgO	0,7 гача
SiO_2	0,7 гача
Доначаларнинг ўлчами, мм	
грануланган	3-5
бўлакланган	7-10 ва 10-15 Ҳақиқий
зичлиги, г/см^2	4,8
Ғоваклиги, %	10-30
Ҳосил бўлган ғовак радиуси, мм	11-13
Солиштира юзаси, $\text{м}^2/\text{г}$	10-15

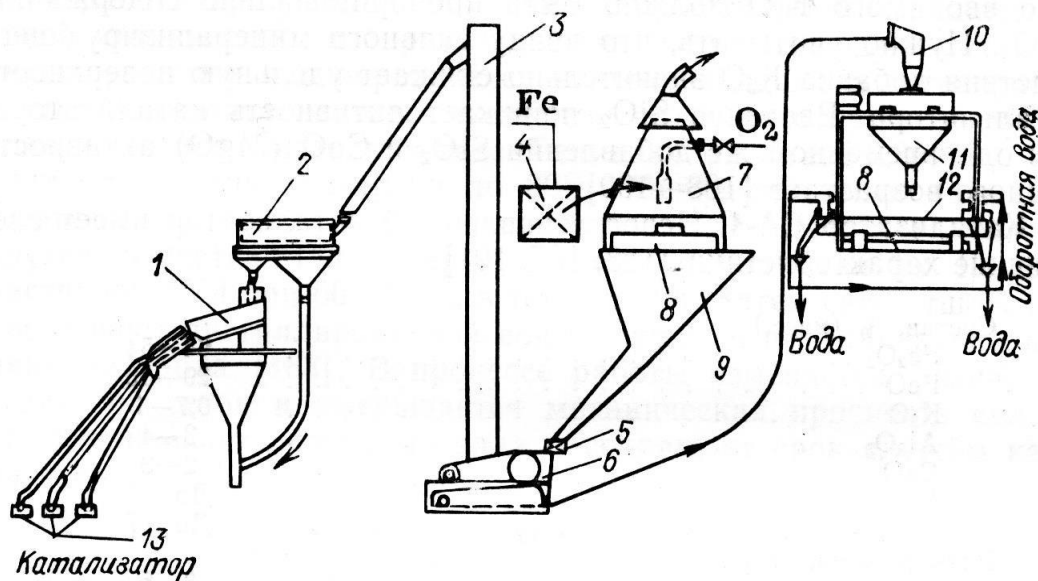
Катализатор ишлаб чиқариш қуйидаги босқичлардан иборат:

Темирни эритиб олиш ва промоторлаш;

Чўкмани совитиш;

Майдалаш (бўлаклаш) ва уни (массани) элаш; Азот-водородли аралашма билан қайтариш.

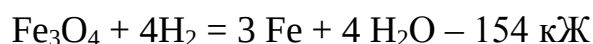
Катализатор тайёрлаш учун махсус техник тоза, кам углеродли темирдан фойдаланилади, у бир неча марта кам чиқиндиларга эга (кам углеродли пўлат маркаларига нисбатан) бўлади. Аммиакни синтезида ишлатиладиган (СА-1) темирли катализаторини саноатда ишлаб чиқариш 25-расмда келтирилган.



25-расм. СА-1 аммиак синтезида қўлланиладиган катализаторни ишлаб чиқариш чизмаси.

1 – элак; 2 – айланма барабан; 3 – элеватор; 4 – индукцион печь; 5 – қўл билан юклаш; 6 – мураккаб майдалагич; 7 – оксидлаш тигели; 8 – совутиш падноси; 9 – тўкгич; 10 – циклон; 11 – катализатор майдасини тўкгичи; 12 – электрэйли печ; 13 – тайёр катализатор учун идиш.

Аммиак синтези учун ишлатиладиган қайтарилмаган катализаторнинг асосий қисмини магнетит (Fe_3O_4) дан (90% атрофида), қолган қисмини ортикча миқдордаги темир (II) оксиди ташкил қилади. Унинг активлигини, тузилишини ва юза таркибини катализаторнинг қайтариш даражаси белгилайди.



Катализаторни қайтариш одатда, азот - водород аралаш-маси билан синтез колоннасида ёки махсус жихозда олиб борилади.

Доимий қиздириш билан қайтарилиш жараёни янги фаза ҳосил қилиши билан бирга, секин ўтадиган индукцион даври бошланади. Автокаталитик давр $415-425^\circ\text{C}$ да бошланиб, $450-460^\circ\text{C}$ да охирига етади (туғайди). У янги фаза (Fe) ҳосил бўлиши билан ҳарактерланади, бунда кўп миқдорда сув буғи чиқади. Охирги даврда қолиб кетган оз миқдордаги темир оксидлари қайтарилади ва промоторлардан хемосорбцияланган ва конституцион сув ажралиб чиқади. $500-520^\circ\text{C}$ да катализаторнинг қайтарилиши тугайди. Аммиак синтезида катализаторни 30 МПа босимда, $450-550^\circ\text{C}$, ҳажмий тезлиги 10000 – 30000 соат

¹ шароитларда ишлатилади. Азот-водород аралашмасининг реакцияга киришиш даражаси бу шароитларда 10-16% ни ташкил қилади. Катализолди колоннасида катализаторнинг ишлаш вақти 4-8 ой, синтез колоннасида 2-4 йилни ташкил этади. Катализатор регенерацияланмайди.

4.6. Алюминий оксидидаги кобальтмолибденли катализатор

Алюмокобальтмолибден катализатори олтингургуртли нефть фракцияларини тозалаш учун ишлатилади. Улар – цилиндрик шаклда бўлиб, ўлчамлари 4,5х5,5 мм, сочилувчан зичлиги эса 0,64 – 0,74 г/см³ бўлади. Катализаторнинг ғовакли актив қисмининг умумий миқдорини Al₂O₃ – 82% ташкил қилиб, қолган қисми эса CoO (4,5%) ва MoO₃ (13,5%) оксидларидан иборат бўлади. Аралаштиргичли реакторда Al(OH)₃ ни натрий алюминат (модули 2,1 ÷ 2,3) ва 15% сульфат кислота эритмаси билан чўктирилади. Бунда pH = 9,2 ÷ 9,5 бўлиб, жараён 2-2,5 соат давом этади. Чўктириш тугагандан сўнг куйқа 1 соат давомида 140⁰C да қайнатилади ва фильтр прессда филтрланади ва сульфат ионлари қолмагунча буғ конденсати билан ювилади. Рамкали аралаштиргич билан жиҳозланган реакторда 80⁰C гача қиздирилади ва Al(OH)₃ куйқаси 1,5-2 соат давомида аммоний молибдат ва кобальт нитрат эритмалари билан аралаштирилади. Сўнг сиқиш (сувни йўқотиш) учун филтрга юборилади. Форма берувчи фильтр прессдан ўтгандан кейин, масса 65% намлик билан лентали қуритгичда уни 3 соат давомида 100-120⁰C да қолдиқ намлик 10% қолгунча қуритилади ва 630-650⁰C гача ҳароратда электропечда тобланади. Юқори ҳароратларда ишлов 2-3 соат давом этади. Шундан сўнг катализаторда 3,5% намлик қолиши керак. Алюмокобальтмолибден катализаторларида олтингургут ва органик бирикмаларни гидротозалаш даражаси 99% ни ташкил қилиши керак. Бу катализаторни саноатда ишлаб чиқариш технологик чизмаси юқорида 21-расмда келтирилган бўлиб, бу ерда қайтаришни лозим топмадик.

Риформинг катализаторлари

Риформинг бу паст октанли бензин ёки лигроинларни крекиглаб, юқори октанли бензин – карбюратор ёқилғилари ёки органик синтезда ишлатиладиган ароматик углеводородлар; бензол, толуол, ксилол кабиларни олиш мумкин бўлган жараёндир. Саноатда риформинг жараёни турли хил бўлиб, улар бирбиридан ишлатиладиган катализаторлари, ҳарорати, босими, регенерация усули ва катализаторнинг ҳолати билан фарқ қилади. Булардан энг кенг тарқалгани платформинг жараёни, у водород иштирокида платина катализатори

билан тўғри ҳайдалган бензин, лигроин фракциясини қайта ишлашга мўлжалланган каталитик жараёндир. Платформинг катализаторлари алюминий оксидига (ташувчига) платина водород хлорид кислотасининг сувдаги эритмаси билан ютдириш усули орқали олинади. Ташувчилар сифатида $\square$ - Al_2O_3 2,8x5 мм ўлчамдаги таблеткаларидан ёки гранулаларидан фойдаланилади. Бундай катализаторлар икки хил актив марказга эга бўлади:

- 1) Ташувчига ютдирилган майда дисперсли платинани миқдори 0,3-1% бўлган марказлар дегидрирлаш реакцияларига;
- 2) Бу марказлар изомеризациялаш реакцияларига оид бўлиб кислота – асос гуруҳи бўйича бориб, реакция ароматика ҳосил бўлиш томонига силжийди.

Катализатор тайёрлашда (ёювчи сифатида) фторланган ёки хлорланган $\square\text{Al}_2\text{O}_3$ дан фойдаланилади. Катализаторни юқорида келтирилган икки функцияси бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда бўлсада, уларнинг биргаликда таъсирини контакт юзасига коксинг ўтириши билан боғлаш мумкин. Кокс, асосан, алюминий оксид юзасига ўтиради. Платина эса коксни гидрогенизациялайди. Катализатор регенерацияланмаган ҳолда бир неча ой ишлайди. Иш давомида катализаторнинг юзаси ва каталитик активлиги камаяди. Бундан ташқари платина майда кристалларининг йириклашиши, (жипсланиши) металл солиштирма юзасининг камайишига, охир-оқибатда катализатор активлигининг камайишига олиб келади. Платина кристаллари йириклашишининг олдини олиш мақсадида катализаторга рений қўшилади. Бунда платина билан ренийнинг қотишмаси ҳосил бўлиб, тоза платинага нисбатан турғунлиги юқори бўлади. Ренийнинг миқдори платина миқдорига эквивалент нисбатда қўшилади. Катализаторнинг кислотали хусусиятини маълум даражага етказиш учун, унга хлор ёки фтор ионлари киритилади. Шу мақсад учун таблеткаланган (грануланган) $\square\text{-Al}_2\text{O}_3$ ни газ ҳолидаги хлор билан тўйинтирилади ёки хлорид кислота эритмаси билан ишлов берилади, ютдириш жараёни 20⁰С да олиб борилиб, 2 соат давом этади, шундан кейин ҳароратни 70-80⁰С гача кўтариб, таблетка (гранулалар) 1 соат давомида эритмада ушлаб турилади. Катализатор тайёрлашда платина киритиш учун платина водород хлорид кислотасидан, рений учун эса аммоний перренат ёки рений кислотасидан фойдаланилади. Бунда катализатор 0,45 (миқ.) платина ва 0,4 (миқ.) рений сақлаши керак, эритманинг ташувчига нисбати 1,5-1 бўлиши керак. Саноатда риформинг катализаторлирини ишлаб чиқариш ҳам худди 21расмда келтирилган чизма асосида тайёрланади.

АПК-2 катализаторини тайёрлаш

АПК - 2 катализатор суюлтирилган азот кислотаси тайёрлашдаги азот оксидларини, шунингдек бошқа оксидланиш жараёнидаги қолдиқ газлардан тозалашда ишлатилади. Катализатор таркиби 2 $\square$ 0,2% Pd ва 98 $\square$ 2% $\square\text{-Al}_2\text{O}_3$

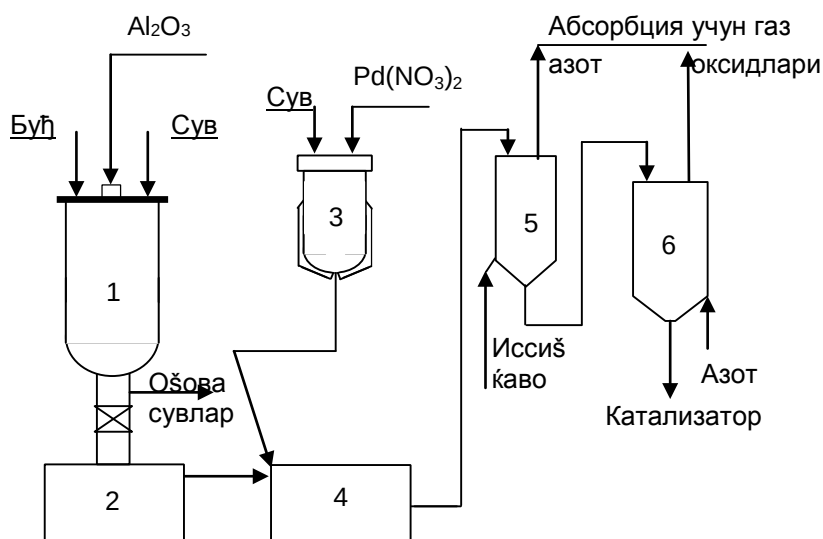
дан иборат. Палладий катализаторда майда дисперс ҳолатида бўлади. Унинг кам (2% атрофида) концентрацияси ёвчи юзасини қоплаб, ўртача моноатомни ҳосил қилади. Катализатор АПК-2 катализаторининг хусусиятлари:

Гранулалар ўлчами, мм 12X12

Сочилувчан зичлиги, г/см²..... 1,1-1,2

Гранулаларни ҳар ойдаги йўқолиши, %... □ 0,5

Катализатор куйидаги технологик чизма орқали тайёрланади (26-расм).



26-расм. АПК-2 катализаторини ишлаб чиқариш чизмаси. 1 – ёвчини олитингургуртсизлантириш жиҳози; 2, 5 – қуритгич; 3 – аралаштиргичли ва буғ ғилофли реактор; 4 – тўғри нуқтали барабанли аралаштиргич; 6 – тоблаш печи.

1 – жиҳозга тайёр таблеткаланган (гранулаланган) алюминий оксиди солинади, аввалдан идишнинг 1/3 қисмигача тузсизлантирилган сув солиб қўйилган бўлади, шу ерда олтингургуртсизлантириш ўтказилади. Кейин реактор сув билан тўлатилади, шундан кейин ўткир буғ бериб қиздирилади ва аралаштирилади. Шу усулда 1 соат α - Al_2O_3 га ишлов берилади. Жиҳоздаги алюминий оксидидаги олтингургурт тамом бўлгунча сув билан ювилади, кейин 2-қуритгичда қурилади (280-300°C). Палладий эритмасини олиш учун 3-реакторга палладий —пастасини тозаланган сув билан концентрацияси 80 □ 2 г/л (палладий ҳисобида) бўлгунча эритилади, бунда палладий нитрат тузи

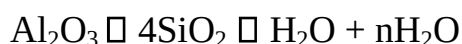
(Pd(NO₃)₂) ҳосил бўлади. Тўғри нуқтали барабан 4-аралаштиргичга олтингугуртдан тозаланган Al₂O₃ солинади ва Pd (NO₃)₂ эритмаси қуйилади. Тайёр катализатордаги палладийнинг миқдорига қараб, палладийли эритма билан ишлов берилади. Палладийни ютдириш 1 соат давом этиб, ҳамма суюқлик ёювчига сингиб кетади. Ютдирилган ёювчини 5 – жиҳозда иссиқ ҳаво билан 40 соат давомида 200-220⁰С да қурилади. Қурилган катализатор 6 – муфель печида 380-400⁰С да азот атмосферасида тобланади. Бунда туз қуйидагича парчаланади:



Тоблаш тугаганлигини азот оксидларининг чиқиши тўхтаганлигидан билинади. Ўртача тоблаш вақти 60 соатни ташкил этади. Тобланган катализаторни 50-60⁰С гача азот газини остида совитилади ва уни қуруқ, ёпиладиган идишда сақланади. Олинган катализаторнинг активлиги газлардаги азот оксидини тозалаш жараёнида қолган NO миқдорига қараб белгиланади, унинг миқдори 0,006% дан ошмаслиги керак.

Каталитик крекинг жараёнида ишлатиладиган катализатор (ёювчи)
алюмосиликатни тайёрлаш

Ҳозирги замон нефтни қайта ишлаш саноатида актив ва олтингугуртга чидамли бўлган катализаторлар ишлатилади. Синтетик катализаторларнинг афзал томони шундаки, уларни хоҳлаган рецепт бўйича тайёрлаш мумкин. Синтетик алюмосиликат катализаторларидан ташқари, магний – алюмосиликатли, магний силикатли, алюминий оксидининг миқдори юқори алюмосиликатли катализаторлар ҳам маълум. Каталитик крекинг жараёнида биринчи бўлиб табиий бентонит қўлланилган. Бентонитларнинг асосий таркибини монтмориллонит ташкил қилади.

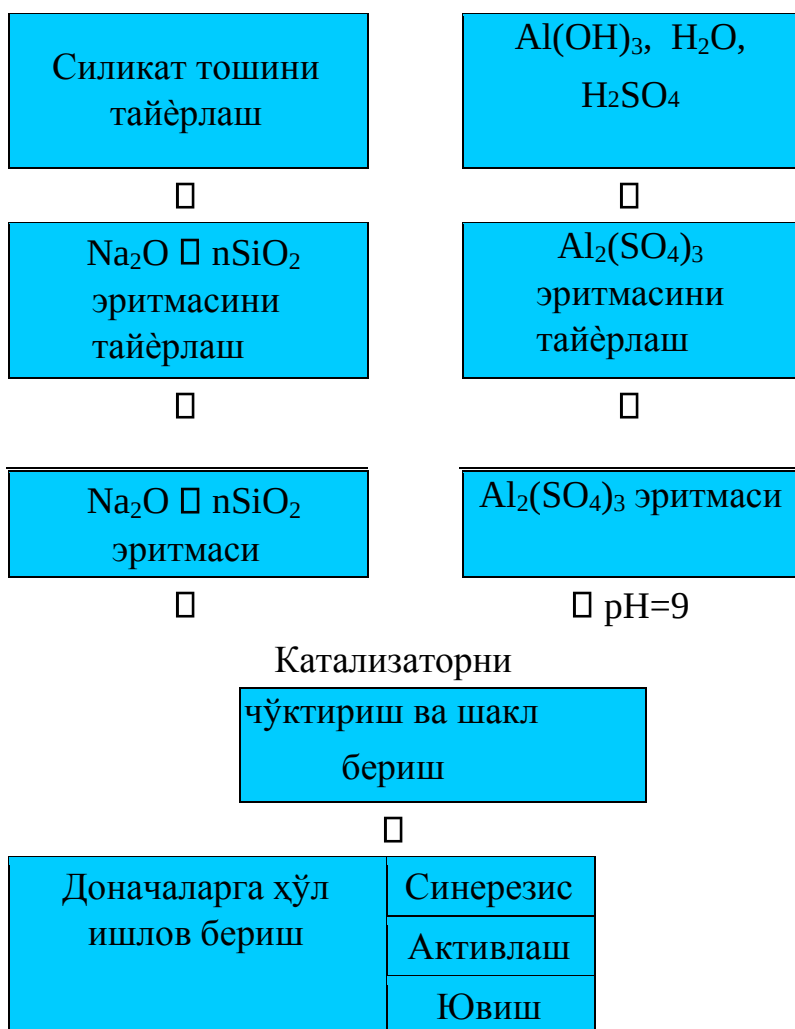


Алюмосиликат катализаторларининг (табиий ва сунъий) ҳарактерли хусусиятларидан бири уларнинг кислотали хусусиятларидир. Шу нарса аниқланганки, бу катализаторларнинг кислотали хусусияти оширилса, активлиги ҳам ошар экан.

Табиий катализаторлардан кераксиз (зарарли) қўшимчаларни чиқариб юбориш учун уларни сульфат ёки нитрат кислота эритмалари билан ювилади.

Натижада табиий катализатор (ёювчи) таркибидаги натрий, калий, кальций ва темир элементларининг ионлари ювилгач, улар актив ҳолга ўтади. Синтетик алюмосиликат катализаторлари аморф тузилишга эга.

Алюмосиликат катализаторини тайёрлаш учун суюқ шишани алюминий сульфатнинг сувдаги эритмаси билан аралаштириб олинади. Олинаётган эритмаларнинг ҳисоби аввалдан белгиланган концентрация ва зичлиги бўйича олиб борилади. Бунда гидрозоль ҳосил бўлади. 27-расмда алюмосиликат катализаторини олиш чизмаси келтирилган.



□

Куритиш

□

Тоблаш

□

Элаш

□

Тайёр катализатор

27-расм. Алюмосиликат катализаторини олиш чизмаси.

Тайёр катализаторнинг кимёвий таркиби, % миқ.

$\text{SiO}_2=65\div75$; $\text{CaO}\cdot\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{MgO}\%$ йиғиндиси 1 атрофида;

$\text{Al}_2\text{O}_3=25\div33$; Fe (Fe_2O_3 ҳолида)-0,2% дан ошмаслиги керак.

Катализаторнинг хусусияти

Сочилгандаги зичлиги, г/см^3 0,7÷0,8

Солиштирма юза, $\text{м}^2/\text{г}$ 500 атрофида

Говакнинг ўртача диаметри, нм ~4

Силикат модули, яъни $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ моляр нисбати . . . 2÷3

Ишчи эритма тайёрлаш учун керакли сувнинг миқдорини (L) топиш учун

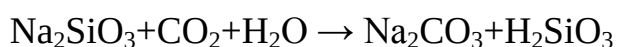
$$L \approx V_p \frac{N}{N_1}$$

V_p – эритма ҳажми, л

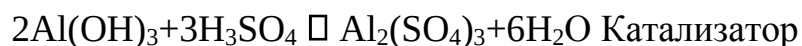
N - эритма концентрацияси, н

N_1 – берилган технологик режимдаги эритма концентрацияси, н

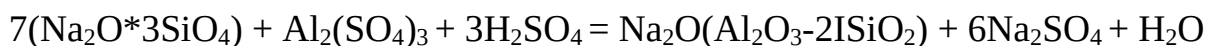
Олинган суюқ шиша эритмаси ҳаводаги CO_2 билан реакцияга киришиб, желатинга ўхшаш модда ҳосил қилгани учун, уни тезда ишлатиш ёки идишнинг оғзини яхшилаб беркитиш керак.



Алюминий сульфатни олиш реакцияси



тайёрлашда алюмосиликат таркибидаги Fe иони ва SiO_2 нинг миқдори текширилганда, SiO_2 кўплиги $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ нинг турғунлигини камайтирса, темир ионининг кўплиги крекинг жараёнида кокс ҳосил бўлишини тезлаштиради, яъни углеводородларни элементларгача парчаланишга олиб келади.



Ишчи эритма тайёр катализаторда Al_2O_3 ни керакли миқдорда бўлишини таъминлаш керак, акс ҳолда бу шароитда олинган гранулалар бўш, йирик ғовакли ва кичик сочилувчан зичликга эга бўлади, шунинг учун алюминий сульфатга сульфат кислотаси қўшилади. Кислотанинг миқдори етарли бўлиши керак, акс ҳолда микросферик доначалар сифатсиз бўлади. Кислотанинг миқдори – L_k

$$L_k = \frac{V_p \cdot C_k}{\rho_k}$$

V_p -эритма ҳажми, м^3 (мл, л).

C_k -тайёр эритмадаги кислота концентрацияси, $\text{кг}/\text{м}^3$

ρ - Сульфат кислотанинг (H_2SO_4) зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$

Стокс қонуни бўйича $f = 6 \rho \cdot \rho_m \cdot \Gamma_9 \cdot \rho_{oc}$

бунда;

$$\rho_{oc} = \frac{2r^2}{d_{32} \cdot 18 \cdot \rho_m \cdot \rho_{oc}} \cdot g \cdot \rho_{\eta} \quad (\rho_{\eta} \cdot \rho_m)g$$

ρ_m ;

$$9\rho_m$$

f -ҳаракат қаршилиги

ρ_{oc} -мойдан гель заррачаларининг ўтиш тезлиги. ρ_m -

мойнинг ёпишқоқлиги

r_3 -заррачалар радиуси

$\square_3$, $\square_m$ - эритма (гель) ва мойнинг

зичлиги. g –эркин тушиш тезланиши. d_3

– заррачалар диаметри

Гидрозоль кейин гидрогель ҳолига ўтади. Бунинг учун $Al_2(SO_4)_3$ га H_2SO_4 қўшилади. Бу эса аралашманинг рН ни ва коагуляция тезлигини оширишга ёрдам беради. Коагуляция чўкиш тезлиги ҳосил бўлаётган алюмосиликагель тизимида катта таъсир кўрсатади. Каталитик крекинг қурилмаларида микросферик алюмосиликат катализаторлари кенг қўлланилади. Катализатор доналари кўпчилигининг ўлчами 0,2-1,5 мм дан иборат бўлади. Катализаторнинг сферик шаклда бўлиши унинг ишқаланиб емирилишини, майдаланишини камайтиради. Сферик шаклдаги катализаторни олиш учун катализатор суюқ массаси ҳаво ёрдамида (пуркаб) майдаланилади, ва трансформатор мойи қатлампдан ўтказилади. Сферик шаклда олинган катализатор юқори ҳароратда қиздирилади, активланади ва ювилади. Юқори ҳароратда қиздирилганда катализатор таркибидаги сув чиқиб кетиб, сфераларнинг ўлчами кичиклашади. Катализаторни активлаш учун у сульфат алюминийнинг кучсиз эритмаси билан қайта ишланади. Бунинг натижасида катализатор таркибидаги Na^+ иони ўрнини Al^{+3} иони эгаллаб, катализатор активлигини оширади. Катализатор доналари активланиб, ювилгандан кейин қурилади. Бунда катализатор таркибидаги сув 92% дан 8-10% гача камаяди, бунда сфераларнинг ҳажми 7-8 марта кичраяди. Катализатор 700-750⁰С да тобланади, натижада катализаторнинг механик мустаҳкамлиги ортади ва намлиги 0,5-1,0 % гача камаяди. Катализаторнинг солиштирма юзаси 100-600 м²/г бўлади, бу унинг юқори актив катализатор эканлигини билдиради. Юқорида келтирилганлардан шундай хулоса чиқариш мумкинки, тайёр рецептлар асосида ва технологик тартибини (режим) танлаб, аввалдан маълум бўлган хусусиятларга эга катализаторни синтез қилиб олиш мумкинлигини кўрсатади. Катализатор активлиги унинг юзасидаги кислотали марказларнинг мавжудлиги билан белгиланади. Бу марказларнинг таркибига металл атомлари ҳам киради. Агар катализаторни ишқорий металллар ёки асосли азот бирикмалари билан таъсир эттирилса, уларнинг активлиги камаяди, яъни кислоталик марказлари йўқолади (заҳарланади). Ҳозирда каталитик крекинг жараёнини ривожлантиришда цеолитли катализаторларни ўрганиш этиш катта ҳисса қўшапти. Крекинг жараёнида уларни қўллаш бензин фракциясини чиқишини кўпайтирди ва каталитик крекинг жараёнини мукаммаллаштиришга эришилади.

Шу мақсадда каталитик крекинг қурилмаларида ҳозирда АШНЦ-3, АШНЦ-4, Циокар-2 ва бошқа цеолитли катализатор ишлатилмоқда.

ТАРҚАТМА МАТЕРИАЛЛАР



Vakum qurutgichli eksikator



Eksikator



Tabletka simon aktivlangan ugul



Aktivlangan ugul



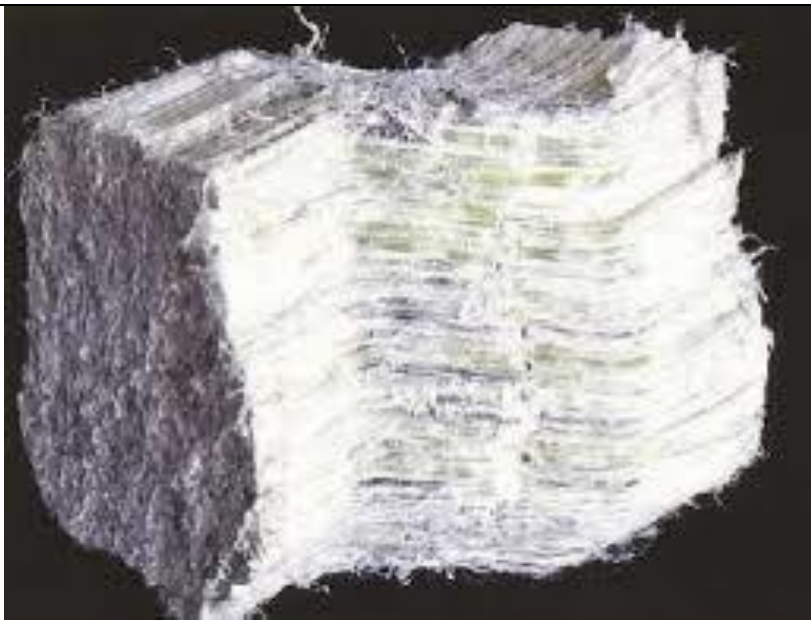
Slendr simon aktivlangan ugul





Alyuminiy oksidi





Asbes



Kukunsimon kalsiy xlor



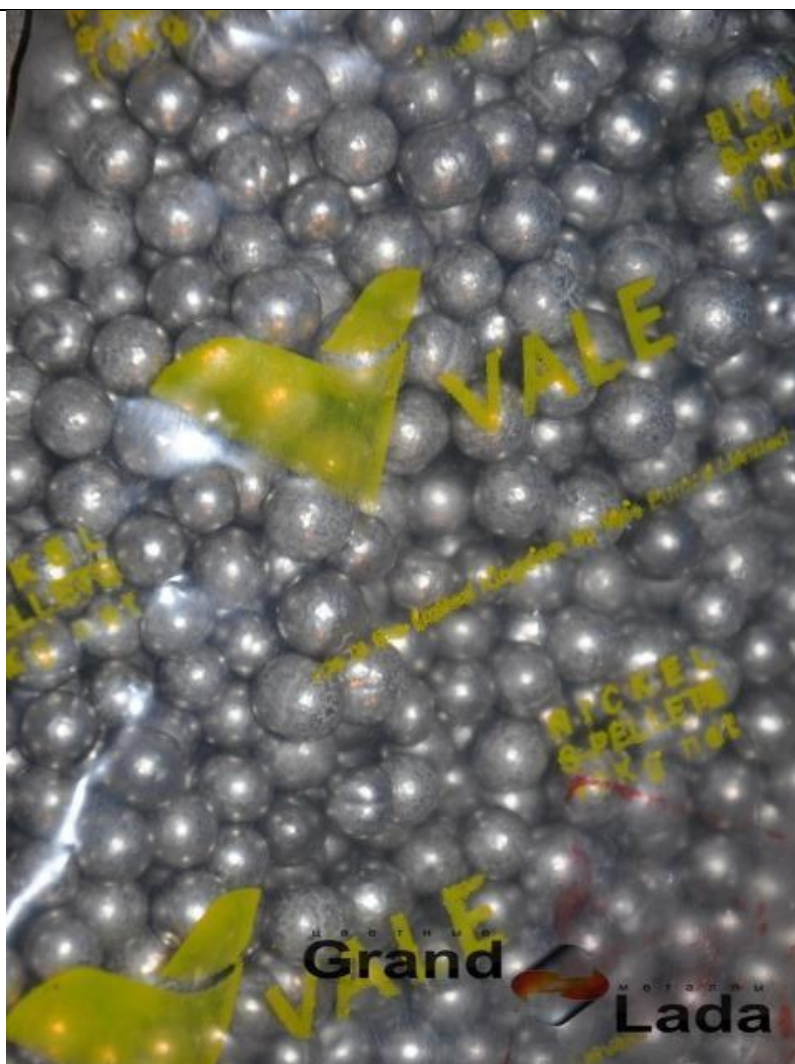
Sharsimon kalsiy xlor



Kukunsimon fosfor oksidi



Sharsimon fosfor oksidi



Nikel



Mis oksidi



KAOLIN









Pemza

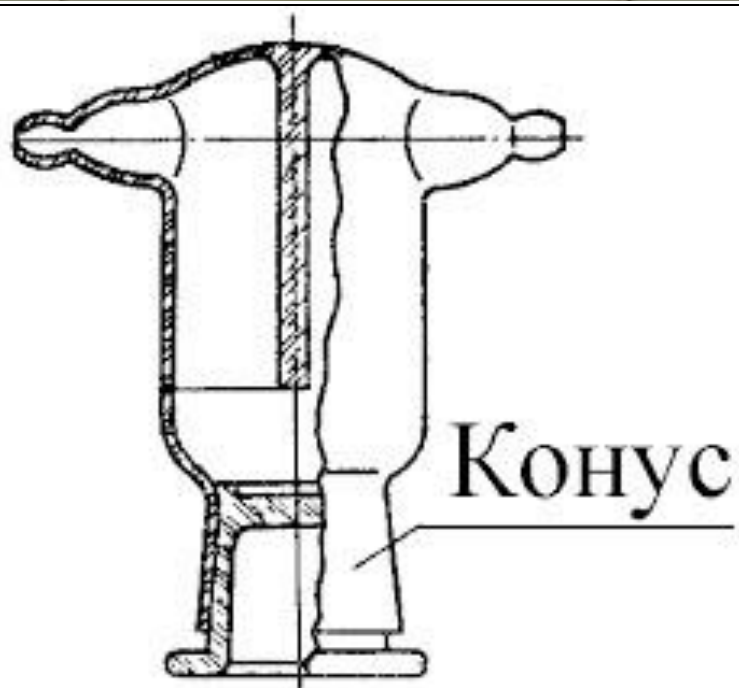


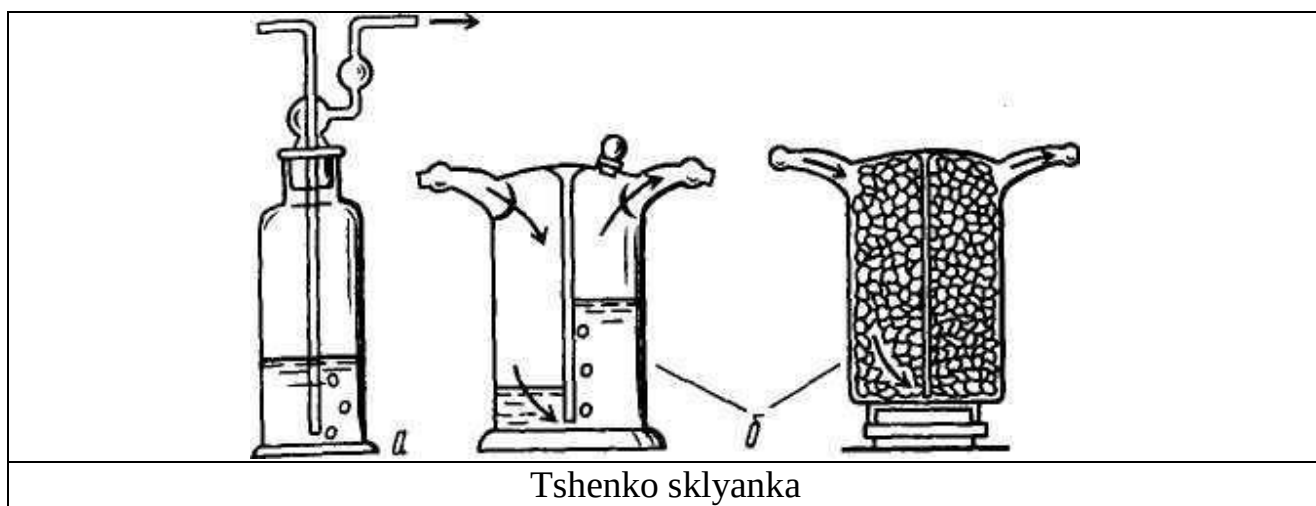


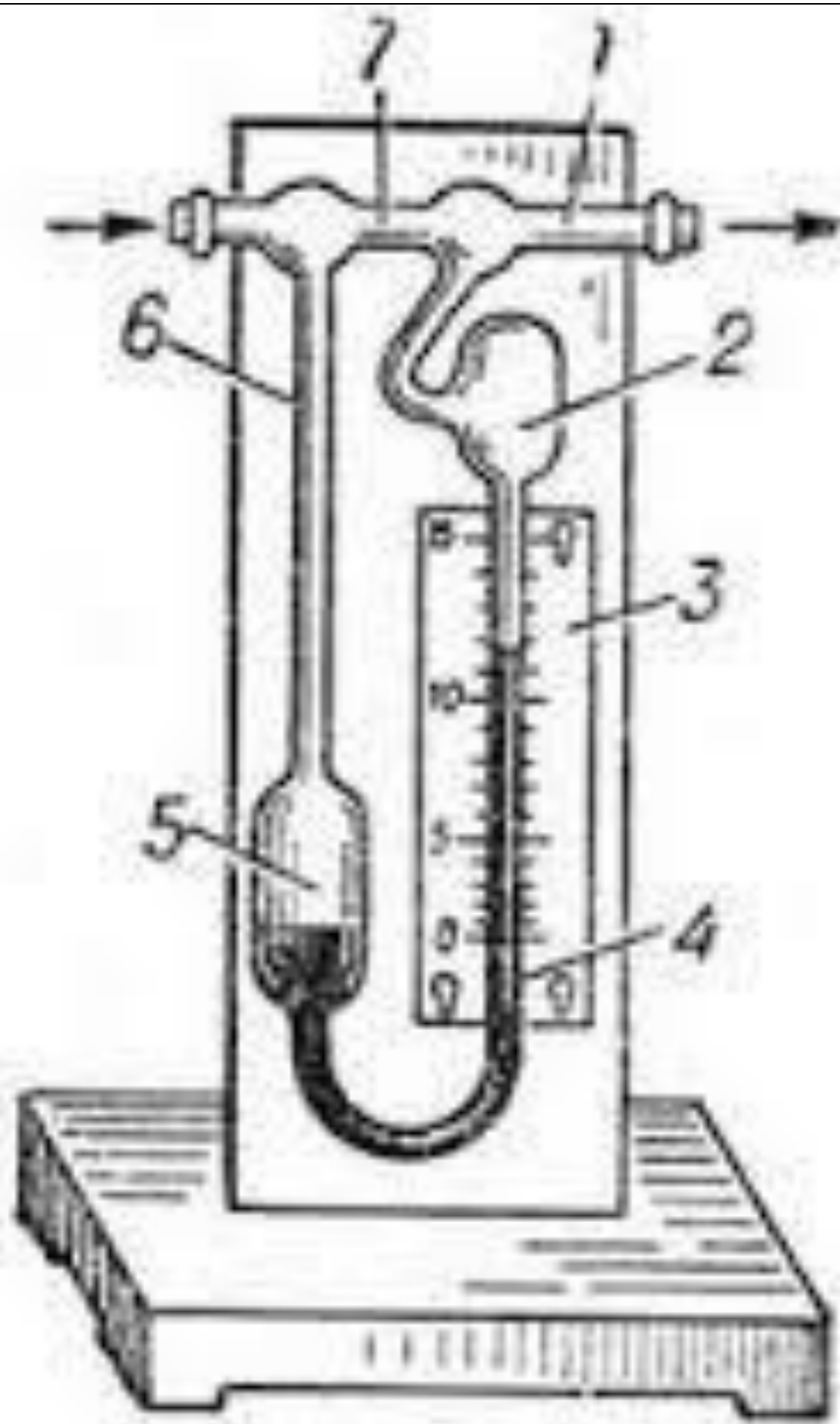
Rodonit



Shtativ







Reometr



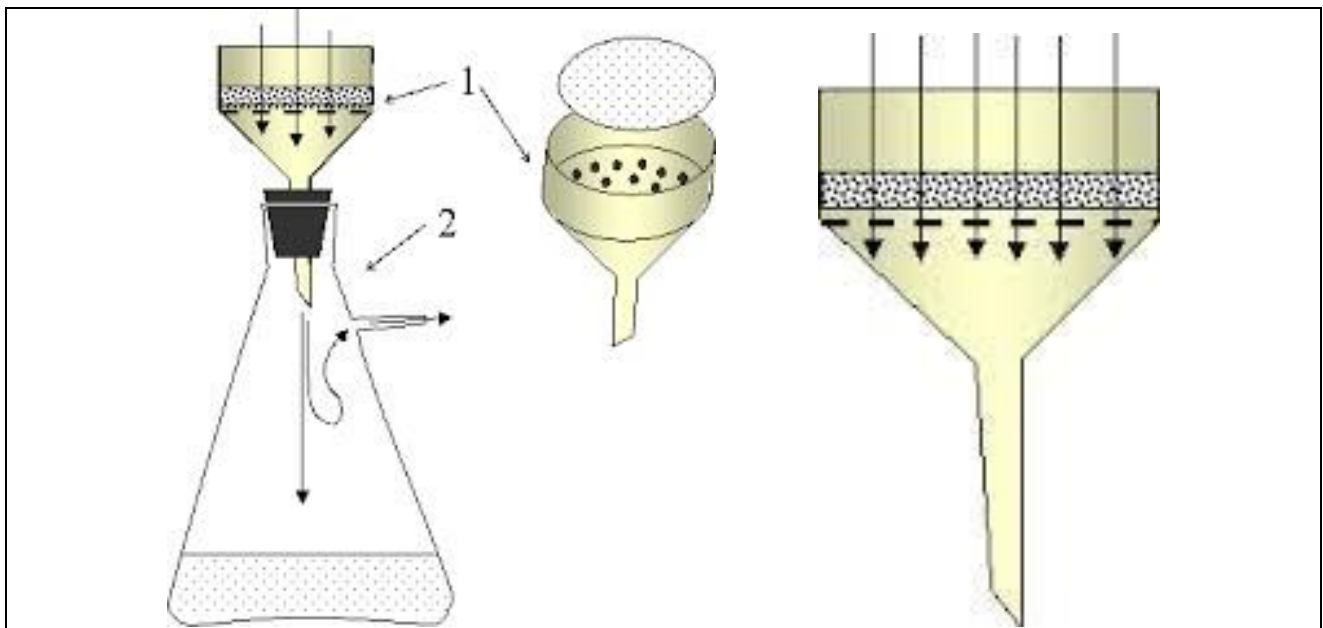
Alyumosilikatli katalizator



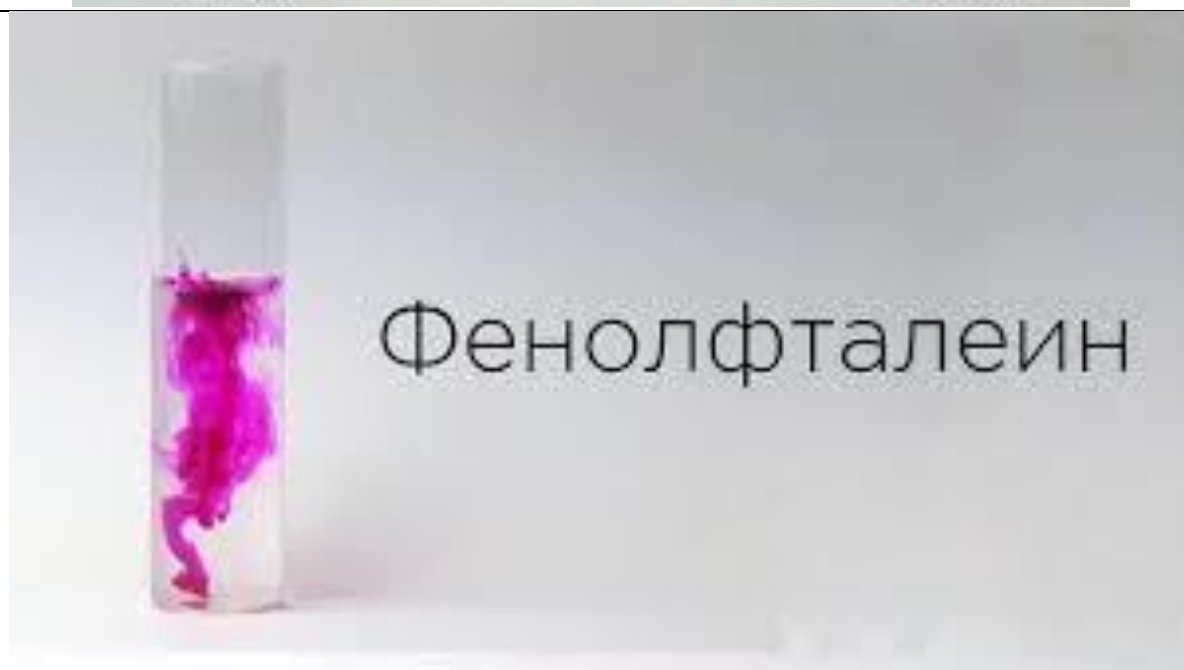
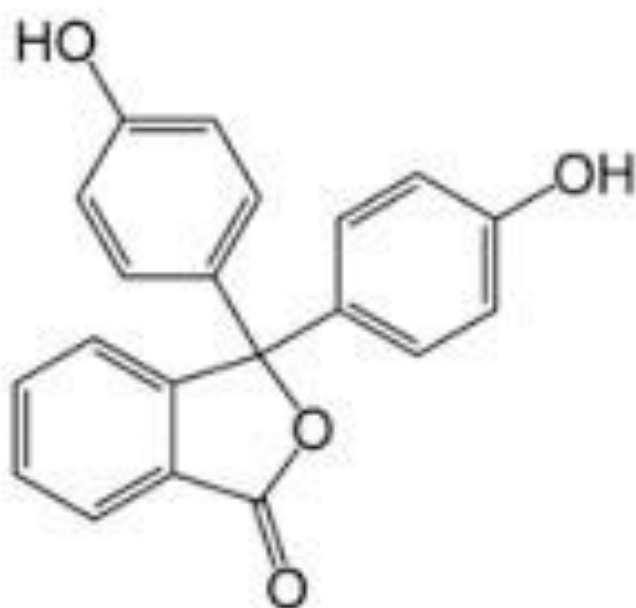


Byuks





Byuxner voronkasi



Fenolftalein



O'g'ircha





Elektroplitka





Stakanlar





O'lovov silendri



Analitik electron tarozi



Vyurs kolbasi

**Тошкент давлат техника университети «Нефт газни қайта
ишлаш объектлари» кафедраси «Газ кимё саноатида катализ»
фанидан Якуний назорат ёзма иш саволлари**

БИЛЕТ №1

1. Катализаторни реакция мувозонатиға таъсири.
2. Ёювчи ва уларни аҳамияти.
3. Катализатор доначаларининг зичлиги ва турлари.
4. Каталитик реакциялар ва уларнинг аҳамияти.
5. Промоторлар

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К.

БИЛЕТ №2

1. Г.Тейлорнинг энергетик назарияси.
2. Катализаторнинг сайлаш (селективлик) хоссаси.
3. Катализаторни захарланиши ва турлари.
4. Катализни физикавий назарияси.
5. Катализаторни ғовакли структураси ва шакллари

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №3

1. Гомоген, гетероген ва ферментатив катализ, уларни хусусиятлари.
2. Саноат катализаторини таркиби ва активлиги (алюмоникельмолибден катализатори мисолида).
3. Катализаторни структура характеристикалари.
4. Катализаторнинг реакция мувозанатиға таъсири
5. А.А. Баландиннинг мультиплет назарияси.

Кафедра мудии

доц. Ўринов У.К

Кафедра мудири

доц. Ёринов У.К

- 1.
- 2.

БИЛЕТ №4

Катализ тўғрисида умумий тушунча. Ёювчилар
ва уларнинг аҳамияти.

3. Катализатор таъсирида қайтар реакцияни тезланиши.
4. Катализаторни регенирациялаш.
5. Адсорбция турлари ва унинг вазифалари.

Кафедра мудири

доц. Ёринов У.К

БИЛЕТ №5

1. Каталитик жараёнларини тутган ўрни ва вазифалари.
2. Глиназен ва уни гидратларини хоссалари.
3. Катализаторларнинг хизмат вақти.
4. Промотрлар.
5. Г. Тейлорнинг энергетик назарияси

Кафедра мудири

доц. Ёринов У.К

БИЛЕТ №6

1. Технологик жараёнда катализаторни вазифаси ва ўрни.
2. Катализаторни заҳарланиши ва турлари.
3. Гетерген ва гомоген катализ ҳақида.
4. Катализаторнинг эскириши.
5. Катализаторнинг зичлиги.

- 1.
- 2.

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №7

1. Каталитик реакциялар ва уларнинг аҳамияти.
2. Катализнинг классификацияси.
3. Катализаторнинг тайёрлаш усуллари
4. Каталитик жараёнларни саноатда тутган ўрни ва вазифалари.
5. Катализаторни хизмат вақти.

БИЛЕТ №8

Гомоген катализ ва унинг бориш механизми. Алюминий субоксидлари, оксидлари.

3. Н.М. Кобозевнинг актив ансамбллар назарияси.
4. Ёювчилар ҳамда уларнинг аҳамияти.
5. Катализатор доначаларининг зичлиги ва турлари

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №9

1. Каталитик жараёнларнинг бориши зонаси.
2. Катализаторларни модификациялашни структура ва фазасига таъсири.
3. Катализаторни регенирациялаш тартиби.
4. Катализаторни реакция мувозанатига таъсири.
5. Каталитик реакциялар ҳақида.

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №10

Кафедра муриди

доц. Ўринов У.К

- 1.
- 2.

1. Кислота – асос катализи.
2. Катализатор активлигини текшириш.
3. Катализаторнинг ғовакли структураси.
4. Кимёвий адсорбция.
5. Геометрик мувофиқлик принципи.

Кафедра муриди

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №11

1. Гомоген катализини бориш механизми.
2. Катализаторлар ҳақида.
3. Гомоген катализ ҳақида (мисоллар билан).
4. Ёювчиларнинг ишлатишдан асосий мақсад.
5. Қайтарилган №1 катализаторини Г. Тейлор бўйича тушунтиринг.

Кафедра муриди

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №12

Катализатор тайёрлаш усуллари.

Металларнинг катализатор қобиляти

3. Гетероген катализ.
4. Е. Мекстеднинг «якор эффекти» ҳақида.
5. Катализ назарияси

Кафедра муриди

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №13

- 1.
- 2.

1. Реакцион системадаги катализатор вазифаси.
2. Каталитик реакцияларда босимни таъсири.
3. Алюминий оксидини олиш усуллари.
4. Катализаторни қайтарилиши (восстановления).
5. Катализатор юзасида реагентларни адсорбцияланиши

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №14

1. Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири.
2. Катализатор юзасида моддаларнинг тақсимланиши.
3. С.З. Рогинскийнинг кимёвий назарияси.
4. Катализаторни реакция активланиш энергиясига таъсири.
5. Захарларни температурага боғлиқл

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ № 15

1. Катализатор тўғрисида умумий тушунчалар.
2. Ёювчилар ҳақида.
3. Катализнинг электрон назарияси.
4. АВ+СД реакциясини бориши ҳақида.
5. Катализаторни хизмат вақти.

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №16

1. Катализаторни реакция мувозонатиға таъсири.
2. Ёювчи ва уларни аҳамияти.
3. Катализатор доначаларининг зичлиги ва турлари.
4. Каталитик жараёнларни саноатда тутган ўрни ва вазифалари.
5. Глиназен ва уни гидратларини хоссалари.

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №17

1. Катализаторнинг сайлаш (селективлик) хоссаси.
2. Катализаторни захарланиши ва турлари.
3. Катализни физикавий назарияси.
4. Гомоген, гетероген ва ферментатив катализ, уларни хусусиятлари.
5. Саноат катализаторини таркиби ва активлиги (алюмоникельмолибден катализатори мисолида).

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №18

1. Катализаторнинг реакция мувозанатиға таъсири.
2. Катализ тўғрисида умумий тушунча.
3. Ёювчилар ва уларнинг аҳамияти.
4. Катализаторни структура характеристикалари.
5. Г. Тейлорнинг энергетик назарияси

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №19

доц. Ўринов У.К

1. Технологик жараёнда катализаторни вазифаси ва ўрни.
2. Катализаторнинг заҳарланиши ва турлари.
3. Катализаторни ғовакли структураси ва шакллари.
4. Катализаторнинг тайёрлаш усуллари.
5. А.А. Баландиннинг мультиплет назарияси.

Кафедра мудири

БИЛЕТ №20

1. Катализнинг классификацияси.
2. Катализаторни регенирациялаш.
3. Адсорбция турлари ва унинг вазифалари.
4. Катализатор таъсирида қайтар реакцияни тезланиши.
5. Каталитик жараёнларини тутган ўрни ва вазифалари.

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №21

1. Глиназен ва уни гидратларини хоссалари.
2. Катализаторни хизмат вақти.
3. Гетерген ва гомоген катализ ҳақида.
4. Катализаторнинг эскириши.
5. Катализаторнинг зичлиги.

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №22

1. Гомоген катализ ва унинг бориш механизми.
2. Алюминий субъоксидлари, оксидлари.
3. Н.М. Кобозевнинг актив ансамбиллар назарияси.
4. Катализаторни реакция мувозанатига таъсири.
5. Катализатор доначаларининг зичлиги ва турлари.

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №23

1. Каталитик жараёнларнинг бориши зонаси.
2. Катализаторнинг модификациялашни структура ва фазасига таъсири.
3. Катализаторни регенирациялаш тартиби.
4. Кислота – асос катализи.
5. Катализаторнинг ғовакли структураси.

БИЛЕТ №24

1. Каталитик реакциялар ҳақида.
2. Биринчи туз эффекти.
3. Кимёвий адсорбция.
4. Катализатор тайёрлаш усуллари.
5. Металларнинг катализатор қобилияти

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К

БИЛЕТ №25

1. Гомоген катализини бориш механизми.
2. Катализаторлар ҳақида.
3. Геометрик мувофиқлик принципи.
4. Е. Мекстеднинг «якор эффекти» ҳақида.
5. Катализ назарияси

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К.

БИЛЕТ №26

1. Гомоген катализ ҳақида (мисоллар билан).
2. Ёювчиларнинг ишлатишдан асосий мақсад.
3. Қайтарилган №1 катализаторини Г. Тейлор бўйича тушунтиринг.
4. Катализатор тўғрисида умумий тушунчалар.

доц. Ўринов У.К

5. Катализнинг электрон назарияси.

Кафедра мудири

доц. Ўринов У.К.

БИЛЕТ № 27

1. Реакцион системадаги катализатор вазифаси.
2. Каталитик реакцияларда босимни таъсири.
3. Алюминий оксидини олиш усуллари.
4. Катализаторни реакция активланиш энергиясига таъсири.
5. Захарларни температурага боғлиқлиги Кафедра мудири
Ўринов У.К.

доц.

БИЛЕТ № 28

1. Катализаторни реакция мувозанатига таъсири.
2. Катализаторни қайтарилиши (восстановления).
3. Катализатор юзасида реагентларни адсорбцияланиши.
4. Катализатор юзасида моддаларнинг тақсимланиши. 5. С.З. Рогинскийнинг кимёвий назарияси.

Кафедра мудири

ГЛОССАРИЙ

Kimyoviy
atamalar

O'zbek tilida

Endotermik reaksiya	– issiklik yutilishi bilan boradigan reaksiya
Geterogen sistema	– bir-biridan sirt chegaralari bilan ajralgan moddalar sistemasi
Katalizator	– reaksiya tezligini uzgartiradigan, lekin reaksiya natijasida ximiyaviy jixatdan uzgarmaydigan modda
Alyumosilikatlar	– tarkibida alyuminiy oksid xam buladigan silikatlar.
Ekzotermik reaksiya	– issiklik chikishi bilan boradigan reaksiya.
Endotermik reaksiya	– issiklik yutilishi bilan boradigan reaksiya
Geterogen sistema	– bir-biridan sirt chegaralari bilan ajralgan moddalar sistemasi

Katalizator – reaksiya tezligini
uzgartiradigan, lekin
reaksiya natijasida
ximiyaviy jixatdan
uzgarmaydigan modda

Замонавий таълим ва инновацион технологиялар бўйича илғор хорижий
тажрибалар

Модулли ёндашувнинг мазмуни, мақсади ва вазифалари

Модулли ёндашув концепциясининг моҳияти, мақсади ва вазифалари,
тамойиллари.

Замонавий педагогик технологияларни бир неча турга бўлиш мумкин:

1. Муаммоли таълим технологиялари.
2. Дидактик- ўйинларга асосланган технологиялар.
3. Ҳамкорлик технологиялари.
4. Модулли технологиялар.

Модулли технологиялар- энг замонавий технология бўлиб, модуль
блокларидан ташкил топган ахборотни тизимли равишда қайта ишлаш ва
таҳлил қилишга, магистрнинг мустақил фаолиятига асосланган, Б.К.М.
диагностикасида турли шаклларида фойдаланган ҳолда ташкил этилувчи
яхлит жараён.

Модуль - мазмуний ва мантиқий якунга эга бўлган, дидактик жиҳатдан ишлаб
чиқилган, натижага қаратилган, кириш ва чиқиш назоратларидан иборат бўлган
бирликдир.

Модуль дастур- бир фан доирасидаги модуль блокларининг йиғиндиси бўлиб,
эришиш лозим бўлган дидактик мақсад, қўлланиладиган усуллар ва воситалар
йиғиндисидир.

Ўқув модули – нисбатан мустақил , мантиқий якунга эга бўлган ўқув
курсининг бўлагидир. У ўқув методик таъминотдан назарий ва амалий
қисмлардан, топшириқ ва жорий ҳамда якуний назорат каби қисмлардан иборат.

Модулли технологиялар мустақил фаолият асосида магистрларда билим,
кўникмаларни шакллантириш, уларда режалаштириш, ўз-ўзини бошқариш ва
назорат қилиш, ўзлаштириш бўйича самарали натижани таъминлашга
қаратилган энг самарали ёндашувлардан бири бўлиб қолмоқда. Модул бу
шундай мақсадгша йўналтирилган боғламки, у ўзида ўрганиладиган мазмунни
ва уни ўзлаштириш технологиясини акс эттиради.

Бугунги кунда магистр шахсини барча имкониятларини юзага чиқариш учун албатта таълим шахсга йўналтирилган характерда бўлиши талаб этилади. Бунинг учун таълимни ташкил этиш жараёнида магистрнинг қобилиятлари, эҳтиёжлари ва ўзига хос жиҳатларини ҳисобга олиш лозим. Ана шу элементлар ҳисобга олинган тақдирда ўз-ўзидан табақалаштирилган, ривожлантирувчи, ўқишга бўлган мотивларни кучайтирувчи — субъект-субъект концепциясига асосланган таълим тизими келиб чиқади.

Анъанавий таълим тизимида чуқур ўрнашиб қолган педагогик парадигмалардан бири бу субъект-объект муносабатларидир. Бу ёндашув немис педагоги И.Ф.Гербард томонидан (1776-1841йиллар) киритилган. Бундй ёндашувда педагог субъект рлини бажаради ва қандай ўқитиш, қандай магистрларни ишлаб чиқиш, магистрлар жамоасини қай йўналишда ривожлантиришни фақат ўз ёндашуви асосида ҳал этади. Магистрлар эса пассив ҳолда объект ролини бажаради. Магистрларнинг асосий фаолияти эслаб қолиш, тушиниш, қўллашга ўрганиш ҳисобланади. Бу парадигмага қарши ғояни америкалик педагог Д. Дьюи ишлаб (1859-1952) чиқади. Унинг фикрича нимани ва қандай ўқиш лозим деган саволларга жавоб топишда магистрга ҳам эркинлик бериш ва унинг хоҳишларини ҳисобга олиш лозим. Токи магистр ўз фаолиятини, ўз тақдирини, ўз ҳаётини мустақил бошқаришга фаол киришсин. Бу концепция — субъект-субъект муносабатлари сифатида тан олинди ва кўпгина ривожланган давлатлар таълим тизимида ўз ўрнига эга.

Айтиш жоизки, таълим тарихида йиғилган бой дидактик тажрибанинг ижобий жиҳатлари ўз аксини модулли таълимда топди.

—Модулли таълим II тушунчаси 1971 йилларда Дж.Рассел томонидан киритилди. Рассел модулни ўқув пакети сифатида талқин этади ва унга ўқув материалининг концептуал бирлигини ўрганишга оид ҳаракатларни киратади. Б.М.Гольдшмид – модулни магистрга маълум кўзланган натижага етишга ёрдам берувчи мустақил бирлик сифатида талқин этади (1972 й).

Г.Оуенс модулни ёпиқ комплекс сифатида талқин этади ва бу комплексга ўқитувчи, ўқувчи, ўрганиладиган ахборот материали, воситаларни киритади.(1975 й).

Замонавий тадқиқотчилардан бири П.А.Юцявичене модулни маълум даражадаги мустақил ахборотдан ҳамда мақсадли равишдаги методик бошқарув асосида мақсад қилиб қўйилган натижаларни таъминлашга қаратилган бирлик сифатида таҳлил этади.

Н.В. Борисова, В.М. К.Я. Вазина, Гареев, Е.М. Дурко, В.В. Карпов, М.Н. Катханов, С.И. Куликов, П. Юцявичене ва бошқа олимларнинг фикрларини ўрганиш натижасида қуйидаги кўринишлардаги модулларни ажаратиш мумкин:

- мустақил концептуал кичик бирлик;

- модуль мустақил бирлик сифатида бир ўқув курсини ўз ичига олиб, бир неча блокларни ўзида мужассам этади;
- модуль маълум мутахассисликка тегишли бўлган бир қанча ўқув предметларни ўзида мужассамлаштирувчи фанлараро бирлик бўла олади;
- аниқ бир мутахассисликни эгаллашга йўналтирилган касбий таълим модули.

Бундан ташқари —модуль тушунчасига тегишли бўлган бир қанча хусусиятларни ажратиш мумкин:

- Мақсад;
- Турли хил турдаги ўқув фаолиятини интеграцияси;
- Методик таъминот;
- Мустақил ривожланиш;
- Таълим жараёнидаги магистрнинг мустақиллиги;
- Ўқув ахборотини таҳлил қилиш ва структуралаштириш кўникмаси;
- Назорат ва ўз-ўзини назорат;
- Магистрнинг таълим олишдаги шахсий траекторияси.

Модуль бир неча блоклардан иборат бўлиши мумкин:

1. Блок. Кириш назорати- янги мавзунини ўрганиш учун мавжуд базавий ва қолдиқ билимларни текширишга қаратилган.
2. Блок. Назарий блок. Мавзунинг ҳар бир мантиқий бўлаги учун тузилган ахборот ва кўргазмалар материаллардан иборат (Ахборот расм, диаграмма, схемаларда тўлиқ кўрсатилиши мақсадга мувофиқ).
3. Блок. Назарий ахборотни ҳар бир бўлагини магистрлар билан биргаликда таҳлил этишга қаратилган.
4. Блок. Амалий блок. Назарий билимлар асосида магистрларнинг амалий фаолиятини ташкил этиш.
5. Блок. Чуқурлашиб боровчи блок. Мавзуга оид соҳа бўйича мураккаб топшириқларни бажариш.
6. Блок. Назорат блоки. Бажарилган топшириқларни назорат қилиш.
7. Блок. Назорат натижаларини таҳлил этиш. Умумий йўл қўйилган ҳатоликларни аниқлаш ва таҳлил қилиш.
8. Блок. Чиқиш назорати. Мавзу бўйича белгиланган топшириқларни бажариш ва топшириш.

Модулли ёндашув тамойиллари:

- ◎ Модуллилик
- ◎ Мазмунни структуралаштириш
- ◎ Динамик ҳаракатни таъминлаш (соддадан-мсураккабга)
- ◎ Фаолиятлилик
- ◎ Эгилувчанлик (гибкость)
- ◎ Натижаларни олдиндан аниқлаш
- ◎ Маслаҳатларнинг турли-туманлигини таъминлаш.

Модуль туралри:

- ◎ Назарий модульлар(Назарий билимларни шакллантиришга йўналтирилган модульлар).
- ◎ Амалий модульлар (Амалий кўникмаларни ва малакаларни шакллантиришга йўналтирилган модульлар).
- ◎ Технологик ёки аралаш модульлар (назарий билим, амалий куника ва малакаларни шакллантиришга йўналтирилган модульлар).

2.1. Модулнинг таркибий қисмлари.

Модул дастур комплекс дидактик мақсаддан (КДМ) ва бу мақсадга эришишга хизмат қилувчи модуль блоклари йиғиндисидан иборат.

Модул дастурини ишлаб чиқиш учун асосий ғояларни ажаратиб олиш ва блок-модульларда структуралаштириш, сўнгра комплекс дидактик мақсадларни шакллантириш талаб этилади. Комплекс дидактик мақсадлар модулблокларининг мақсадларига, яъни интегратив дидактик мақсадларга (ИДМ) ва хусусий дидактик мақсадларга (ХДМ) бўлинади, уни эса ўз навбатида ўқув элементлари ташкил этади.

Модул дастурларнинг мақсади албатта малакали мутахассисни етиштиришга хизмат қилади. Модул дастурнинг мақсадини тузишда ана шу мутахассисга қандай магистрлар тизими қўйилаётган эканини аниқлаб олишдан бошланади. Бугунги кунда Россияда мутахассисга қўйиладиган умумий магистрлар тизими ўрганилиб уларни уч асосий гуруҳга ажратилмоқда. Мутахассисни компетентлигини аниқловчи критерийларни қуйидаги категорияларга бўлиш мумкин

* Инструментал компетенциялар:

- анализ ва синтез қобилиятига эга бўлиш;
- режалаштириш ва ташкил этиш қобилияти;
- умумий базавий билимларга эга эканлиги;

- мутахассислик бўйича базавий билимларни эгаллаганлиги;
- она тилида бемалол мулоқатга кириша олиш;
- ахборот технологияларидан фойдалан олиш малакалари;
- ахборот материали билан ишлаш қобилияти; -муаммоларни ечиш қобилияти;
- Қарорлар қабул қилиш қобилияти.

*Комуникатив компетентлик:

- танқид ва ўз-ўзини танқид қила олиш;
- группада фаолият кўрсатаолиш;-ўзаро мулоқатга кириша олиш;
- ахлоқий қадриятларни тан олиш;
- турли халқлар маданиятига хурмат билан қараш;
- бошқа йўналишда фаолият юритувчи экспертлар билан муносабатга кириша олиш.

*Тизимли компетентлик:

- билимларини амалда тизимли равишда қўллаш олиш;
- тадқиқот олиб бориш;
- янги ўроитга мослашиш;
- ижод қилиш;
- лидерлик қобилиятини ўстириб бориш;
- индивидуал ҳолда фаолият юритиш қобилияти;
- лойиҳаларни ишлаб чиқиш ва уларни бошқариш;
- тадбиркорлик ва янги ғояларни илгари суриш;
- масулиятлилик;
- муваффақиятга эришиш мотивининг ривожланганлиги¹.

Танланган мутахассислик бўйича умумий дидактик мақсадлар тасдиқланган стандартда ўз аксини топган. Модул дастурини ишлаб чиқишда ана шу стандарт талабларига асосланилади.

Модулларни ишлаб чиқишда учта асосий компонентга эътибор қаратиш лозим:

1. Модул спецификацияси.
2. Модулнинг назорат блокини ишлаб чиқиш.
3. Модулнинг ўқув материални ишлаб чиқиш.

¹ Проворова О.Г. Принципы модульного обучения. Красноярск-2006-32 с.

1.Модул спецификацияси-ана шу модул ҳақида тўлиқ маълумотни ўзида акс эттиради. Унинг таркибига қуйидагилар киради:

1.1.Модулнинг номи. Модулларнинг номлари мазмунга мос бўлиши ва қайтарилишларга йўл қўймаслик лозим.

1.2.Ўқитишнинг мақсади. Мана шу модулни ўзлаштириш натижасида қандай фаолият юритиш имкони туғилиши, касбий тайёргаликдаги ахамияти ёритиб берилиши лозим. Магистрнинг режали тараққиёти акс эттирилиши мақсадга мувофиқ.

Ўқитиш натижалари. Модулни ўрганиш натижасида қандай билимларни эгаллаши, қанадй кўникма ва малакалар шакллантирилиши санаб ўтилади. Ўзлаштириш жараёни тугагандан сўнг магистр қандай фаолиятни қандай шароитларда бажара олиши кўрсатилади. Натижалар узвий бирликка эга бўлиб, ўқитиш мақсадларидан четга чиқмаган ҳолда шакллантирилиши лозим. Натижаларни текшириш жараёнида бир неча кўникмаларни эгалланиши назарда тутилиши лозим. Одатда бир модул 3-5 турдаги кўникмани эгаллашга қаратилган бўлиб, уни эгалланганлиги мақсадга эришилганлик даражасини кўрсатади. Эришиладиган натижалар аниқлаштирилган мақсадларни шакллантириш қоидалари асосида шакллантирилади.

1. Модулнинг назорат блокини ишлаб чиқиш.

1.1. Баҳолаш мезонлари. Баҳолаш мезонларини ишлаб чиқишда фаолият объекти, бажариладиган фаолият тури, фаолият сифати, бажарилган фаолиятнинг стандартлари кўриб чиқилади. Баҳолаш мезонларини ишлаб чиқишда ўқитиш натижаларига мос ҳолдаги фаолият тури ишлаб чиқилиши лозим. Ҳар бир натижани текшириш мезонлари 4 ёки 6 тадан ошмаслиги тавсия этилади.

1.2. Ўзлаштириш даражаси. Ўзлаштирилганлик даражасини чуқурлигини кўрсатувчи мезонлар ишлаб яқилади, баъзи ҳолларда уни ишлаб чимқиш шарт эмас, агар у баҳолаш мезонларида кўрсатилган бўлса. Ўзлаштирилганлик даражасини исботловчи эришилган натижа турли кўринишда бўлиши мумкин. Ўзлаштириш объекти- тайёрланган предмет, амалий топшириқ, оғзаки ёки ёзма жавоблар тарзида бўлиши мумкин.

1.3. Модулга кириш назорати. Модулни ўрганиш учун зарур бўлган таълим ва билимлар тизимини кўрсатади.

1.4. Ўқув жараёнини давомийлиги. Давомийлик Ўқув соатлари ёки заҳёт бирликлари кўринишида акс этади.

1.5. Баҳолаш. Баҳолаш тизимини ишлаб чиқаётганда унинг ҳаққонийлигига ва ишончли бўлишига эътибор қаратиш лозим. Якуний назорат алоҳида ўтказилиши мақсадга мувофиқ. Баъзи модулларда ягона баҳо ҳам қўйилиши мумкин. Баҳолаш тизими модулнинг характерида келиб чиқиб танланади.

1.6. Модулнинг тушунтириш хати. Ушбу хат тавсиялар кўринишида бўлиб, педагог шахсига йўналтирилган. Унда педагогга қўшимча тавсиялар, баҳолаш жараёнини олиб боришнинг янги имкониятлари, қўллаш мумкин бўлган усулларга тавсиф берилади. Проект, портфолио каби усуллардан ҳам фойдаланиш мумкин.

2. Ўқув материали.

Ўқув материали ахборот матнини ва дидактик воситаларни ўзида акс эттиради. Ахборот матнида адабиётлар, иловалар ва ҳаволалар ўз аксини топади. Қайтар алоқани амалга ошириш учун ахборотни ишлаб чиқишда жорий назорат учун топшириқлар ва уларни ишлаб чиқиш намуналарини киритиш тавсия этилади. Ахборот материали тушунарли, лўнда ва кўргазмали бўлиши лозим. Модулли таълим индивидуал ёндашув воситасидир. Магистр мустақил равишда ёки педагогнинг маълум маслаҳатларидан фойдаланган ҳолда қўйилган дидактик мақсадга эришади. Ўқитувчи ва магистр ўртасида ҳамкорлик муносабатлари ўрнатади. Ўқитувчига ўзлаштириш жараёнини тўғри баҳолаб бориш, магистрнинг мустақил фаолиятини самарали ташкил этиш, унинг тараққиётини кузатиб бориш масъулият юклатилади. Магистр фаолиятини самарасини баҳолаш, ўз вақтида коррективлар киритиб туриш лозим.

Модулни таркибий қисмлари:

1. Модулни номи.
2. Модулни ўзлаштиришдан мақсад.
3. Модуль билан ишлаш учун методик тавсиялар.
4. Назарий ахборот банки ва таянч тушунчалар.
5. Семинар, амалий ва лабаратория ишларининг мазмуни, топшириқлар ва уларни бажаришга ёрдам берувчи тавсиялар.
6. Жорий назорат топшириқлари.
7. Индивидуал ҳолда бажариладиган мустақил топшириқлар.
8. Ёзма назорат вариантлари.
9. Ўз-ўзини текшириш учун саволлар.
10. Магистр йиғиши мумкин бўлган рейтинг баллари.

Хулоса қилиб айтганда, модулли ёндашувнинг мақсади - ахборотни ўзлаштириш, идрок этилган ахборотни мустақил таҳлил қилиш, ўз мустақил

фикрларини билдиришни тақазо этувчи ва қисқа муддатда оптимал усуллар ёрдамида белгиланган мақсадларга эришишдир².

ГАЗ КИМЁ САНОАТИДА КАТАЛИЗ фанидан тестлар

1. Katalitik jarayonlarni amalga oshiruvchi jixozga nima deyiladi?
 - a) Regenerator
 - b) Absorber
 - c) Adsorber
 - d) Reaktor
2. Gidrotozalash jarayoni katalizatorini belgilang?
 - a) Alyuminiy xlorid
 - b) Alyumosilikatlar
 - c) Platina va Palladiy
 - d) Al–Ni–Mo, Al–Co–Mo
3. Katalitik kreking jarayoni katalizatorini belgilang?
 - a) Alyuminiy xlorid
 - b) Platina va Palladiy
 - c) Al–Ni–Mo, Al–Co–Mo
 - d) Alyumosilikatlar
4. Katalitik riforming jarayoni katalizatorini belgilang?
 - a) Al–Ni–Mo, Al–Co–Mo

² Карпов В. В. Инвариантная модель интенсивной технологии обучения при многоступенчатой подготовке в вузе. — М.; СПб.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1992. — 141 с.

- b) Alyumosilikatlar
 - c) Alyuminiy xlorid
 - d) Platina va Palladiy
5. Izomerizatsiya jarayoni katalizatorini belgilang?
- a) Al–Ni–Mo, Al–Co–Mo
 - b) Alyumosilikat katalizator
 - c) Platina va Palladiy
 - d) Alyuminiy xlorid
6. Sikloalkanlarni arenlarga yonaki reakstiyalarsiz platina va palladiy katalizatori ishtirokida degidirlashni qachon kim amalga oshirgan?
- a) 1911 yilda V.N. Ipatev
 - b) 1936 yilda Moldavskiy va Kamusher
 - c) 1936 yilda Kazanskiy va Plate
 - d) 1911 yilda N.D. Zelinskiy
7. Sikloalkanlarni arenlarga yonaki reakstiyalarsiz oksidli metall katalizatorlari ishtirokida degidirlashni qachon kim amalga oshirgan?
- a) 1911 yilda N.D. Zelinskiy
 - b) 1936 yilda Moldavskiy va Kamusher
 - c) 1936 yilda Kazanskiy va Plate
 - d) 1911 yilda V.N. Ipatev
8. Alkanlarni arenlarga xrom oksidi katalizatori ishtirokida degidrosiklizatsiya reaksiyasini qachon kimlar amalga oshirgan?
- a) 1911 yilda N.D. Zelinskiy
 - b) 1911 yilda V.N. Ipatev
 - c) 1936 yilda Kazanskiy va Plate
 - d) 1936 yilda Moldavskiy va Kamusher
9. Alkanlarni arenlarga aktivlangan ko‘mirdagi platina katalizatori ishtirokida degidrosiklizatsiya reaksiyasini qachon kimlar amalga oshirgan?
- a) 1911 yilda N.D. Zelinskiy
 - b) 1911 yilda V.N. Ipatev
 - c) 1936 yilda Moldavskiy va Kamusher
 - d) 1936 yilda Kazanskiy va Plate
10. Alkillash jarayoni katalizatorini belgilang?
- a) Alyumosilikatlar
 - b) Platina va Palladiy
 - c) Alyuminiy xlorid
 - d) Sulfat kislota va vodorod ftorid
11. Polimerizatsiya jarayoni katalizatorini belgilang?
- a) Sulfat kislota va vodorod ftorid
 - b) Alyumosilikatlar
 - c) Platina va Palladiy

- d) Fosfat kislota
12. Kataliz nazariyasi tarixiy nuqtai nazardan necha gruppaga bo‘linadi? a) 3
b) 4
c) 5
d) 2
13. Katalizning kimyoviy nazariyasi yana qanday nazariya deb yuritiladi?
a) Multiplet nazariyasi
b) Ansambllar nazariyasi
c) Elektron nazariya
d) Oraliq birikmalar nazariyasi
14. Kataliz nazariyasi tarixiy nuqtai nazardan qanday gruppalariga bo‘linadi Kimyoviy nazariya, 2. Elektron nazariya, 3. Energetik nazariya, 4. Fizikaviy nazariya
a) 1;3
b) 2;3
c) 2;4
d) 1;4
15. Oraliq birikmalar nazariyasi bu deb ataladi.
a) Elektron nazariya
b) Energetik nazariya
c) Fizikaviy nazariya
d) Kimyoviy nazariya
16. Katalizni kimyoviy nazariyasini birinchi kim yaratgan?
a) A.A. Balandin
b) N.I. Kobozev
c) G. Teylor
d) D.I. Mendeleev
17. Kataliz multiplet nazariyasiga kim asos slogan?
a) D.I. Mendeleev
b) N.I. Kobozev
c) G. Teylor
d) A.A. Balandin
18. Katalizning ansambllar nazariyasi asoschisi kim?
a) D.I. Mendeleev
b) A.A. Balandin
c) G. Teylor
d) N.I. Kobozev
19. Katalizning elektron nazariyasi asoschilari kimlar?
a) D.I. Mendeleev va A.S. Sultonov
b) A.A. Balandin va G. Teylor
c) N.I. Kobozev va G. Teylor
d) S.Z. Roginskiy va F.F. Volkenshteyn

20. Katalizning elektron nazariyasi nechanchi yilda yaratilgan?
- 1940
 - 1950
 - 1945
 - 1948
21. Katalizning energetik nazariyasi asoschisi kim?
- N.I. Kobozev
 - D.I. Mendeleev
 - A.A. Balandin
 - G. Teylor
22. Kataliz soʻzining maʼnosi toʻgʻri keltirilgan qatorni tanlang
- Jarayonni tezlashtirish
 - Reaksiyani tezlashtirish
 - Biriktirish-oʻzgartirish
 - Parchalanish-buzilish
23. Katalizatorlarga toʻliq tarif berilgan qatorni tanlang?
- Reaksiyada ishtirok etib jarayonni tezlashtiruvchi moddalar
 - Reaksiya jarayonini tezlashtirib oʻzi sarf boʻlmaydigan moddalar
 - Reaksiya jarayoniga tasir etmay oʻzi sarf boʻlmaydigan moddalar
 - Reaksiya jarayonida ishtirok etib uni tezlashtirib oʻzi sarf boʻlmaydigan moddalar
24. Katalizatorning vazifasi nima
- Reaksiyaga tasir etmaslik
 - Reaksiya tezligini sekinlashtirish
 - Reaksiyani toʻxtatish
 - Reaksiya tezligini oʻzgartirish
25. Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar
- Qaytar reaksiyalar
 - Qaytmas reaksiyalar
 - Termik reaksiyalar
 - Katalitik reaksiyalar
26. Katalitik reaksiyalarni borish hodisasiga
- Katalizator deyiladi
 - Korroziya deyiladi
 - Kagulyatsiya deyiladi
 - Kataliz deyiladi
27. Katalizatorlar ishtirokida neft va neft mahsulotlarini kimyoviy oʻzgarish jarayoniga deyiladi
- Termik jarayon
 - Fizikaviy jarayon
 - Biokimyoviy jarayon

- d) Katalitik jarayon 28. Quydagilarni qaysinisi katalitik jarayonlarga misol bo'la oladi.
- Visbreking, Kokslash, Piroliz
 - Visbreking, Kokslash, Katalitik kreking
 - Absorbsiya, Desorbsiya, Adsorbsiya
 - Katalitik kreking, Riforning, Izomerizatsiya
29. Katalizatorlar reaksiyaning aktivlanish energiyasini
- Oshiradi
 - Avval oshiradi so'ng kamaytiradi
 - Avval kamaytiradi so'ng oshiradi
 - Kamaytiradi
30. Katalizatorlarning reaksiyalar tezligini oshirishiga asosiy sabab
- Reaksiya aktivlanish energiyasini oshirishidir
 - Reaksiya muvozanatini o'nga siljishidir
 - Reaksiya muvozanatini chapga siljishidir
 - Reaksiya aktivlanish energiyasini kamaytirishidir
31. Hidrogenlash bu....
- Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod ajralishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida suv birikishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida suv ajralishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod birikishi
32. Degidrogenlash bu....
- Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod birikishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida suv birikishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida suv ajralishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod ajralishi
33. Gidratatsiya bu....
- Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod birikishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod ajralishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida suv ajralishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida suv birikishi
34. Degidratatsiya bu....
- Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod birikishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod ajralishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida suv birikishi
 - Kimyoviy reaksiya jarayonida suv ajralishi
35. Katalitik reaksiyalar borgan sohaga ko'ra nechaga bo'linadi a) 3
- 4
 - 5
 - 2
36. Kataliz reaksiya borgan sohaga ko'ra katalizga bo'linadi
- Kislota-asos va oksidlanish-qaytarilish
 - Kislota-asos
 - Oksidlanish-qaytarilish

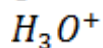
- d) Gomogen va geterogen
37. Kataliz sohasida reagentlar va katalizator bir muhitda, bir xil agregat holatda bo'lsa
- Geterogen kataliz
 - Kislota-asos kataliz
 - Oksidlanish-qaytarilish kataliz
 - Gomogen kataliz
38. Kataliz sohasida reagentlar va katalizator turli muhitda, turli agregat holatda bo'lsa
- Gomogen kataliz
 - Kislota-asos kataliz
 - Oksidlanish-qaytarilish kataliz
 - Geterogen kataliz
39. Kataliz reaksiyaning mexanizmiga qarab.... kataliziga bo'linadi
- Gomogen
 - Geterogen
 - Kislota-asos
 - Kislota-asos va oksidlanish-qaytarilish
40. Gomogen kataliz qanday mexanizmga asosan boradi
- Kislota – asos kataliz mexanizmi elektron almashinish
 - Oksidlanish-qaytarilish kataliz – elektron almashinish
 - Oksidlanish-qaytarilish kataliz – proton almashinish
 - Kislota – asos kataliz mexanizmi proton almashinish
41. Geterogen kataliz qanday mexanizmga asosan boradi
- Kislota – asos kataliz mexanizmi proton almashinish
 - Kislota – asos kataliz mexanizmi elektron almashinish
 - Oksidlanish-qaytarilish kataliz – proton almashinish
 - Oksidlanish-qaytarilish kataliz – elektron almashinish

42.

Quydagilardan qaysi biri oksoniy ioni?

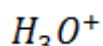
- -
 -
 -
43. Quydagilardan qaysi biri gidroksil ioni?
- H_3O^+
- H^+
- O^{-2}
- HO^-
- -
 -
 -

44. Kislota-asos katalizda faqat kislota katalizator bo'lsa, eritmada qaysi ion katalizator bo'ladi?



- a)
- b)
- c)
- d)

45. Kislota-asos katalizda faqat asos katalizator bo'lsa, eritmada qaysi ion katalizator bo'ladi?



- a)
- b)
- c)
- d)

46. Kislota – asos katalizda agar kislota katalizator bo'lganda faqat oksoniy ioni H_3O^+ , asos katalizatorida gidroksil ion HO^- katalizator bo'lganda bu xil katalizga.....deyiladi.

- a) umumiy kislota – asos
- b) ikkilamchi tuz effekti
- c) birlamchi tuz effekti
- d) spetsifik (o'ziga xos) kislota – asos kataliz

47. Kislota – asos katalizda agar H_3O^+ , OH^- – tashqari dissosialanmagan kislota – asos molekulasi va erituvchi (H_2O) katalizator bo'lsa, bu xil katalizga.....deyiladi.

- a) spetsifik (o'ziga xos) kislota – asos kataliz
- b) ikkilamchi tuz effekti
- c) birlamchi tuz effekti
- d) umumiy kislota – asos

48. Agar reaksiyon aralashmaga kislota bilan birga shu kislotaning tuzi qo'shilsa, katalitik effekt qanday o'zgaradi?

- a) Kamayzdi
- b) Avval ortadi so'ngra kamayadi
- c) Avval kamayadi so'ngra ortadi
- d) Ortadi

49. Agar reaksiyon aralashmaga kislota bilan birga shu kislota tuzi qo'shilsa bu hodisaga deyiladi.
- a) umumiy kislota – asos
 - b) spetsifik (o'ziga xos) kislota – asos kataliz
 - c) birlamchi tuz effekti
 - d) ikkilamchi tuz effekti
50. Agar reaksiyon aralashmaga kislota bilan birga boshqa kislota tuzi qo'shilsa bu hodisaga deyiladi.
- a) ikkilamchi tuz effekti
 - b) umumiy kislota – asos
 - c) spetsifik (o'ziga xos) kislota – asos kataliz
 - d) birlamchi tuz effekti
51. Gazning suyuq modda ichida diffuziyalanib, uning butun massasi bo'yicha yutilishiga.....deyiladi.
- a) Adsorbsiya
 - b) Kapillyar suyuqlanish
 - c) Desorbsiya
 - d) Absorbsiya
52. Gazning qattiq modda yuzasiga zichlanishi va umuman bir moddaning ikkinchi modda yuzasida ushlab qolinishiga..... deyiladi.
- a) Absorbsiya
 - b) Kapillyar suyuqlanish
 - c) Desorbsiya
 - d) Adsorbsiya
53. Sorbent tarkibidan yutilgan moddani chiqarish jarayoniga..... deyiladi.
- a) Adsorbsiya
 - b) Absorbsiya
 - c) Kapillyar suyuqlanish
 - d) Desorbsiya
54. Bug'ning sorbent g'ovaklarida suyuqlanishi hisobiga borgan yutilishiga.....deyiladi.
- a) Desorbsiya
 - b) Adsorbsiya
 - c) Absorbsiya
 - d) Kapillyar suyuqlanish
55. Katalizatorga adsorbsiyalangan dastlabki moddalar kompleksining aktiv kompleksga o'tishi uchun kerak bo'lgan energiya deyiladi.
- a) aktivlanish energiyasi
 - b) kinetik energiyasi
 - c) potensial energiya
 - d) Chin aktivlanish energiyasi

56. Sharsimon, alyumosilikatli katalizatorlarni biror-bir maqsadda qo'llanilishidagi fraksiyasida, umumiy katalizator massasi bo'yicha o'lchami (5,0 – 2,5) mm gacha bo'lgan donachalar necha foizni tashkil etishi kerak a) 97
b) 98
c) 99
d) 96
57. Molibdenli tabletka xolatiga keltirilgan katalizatorlarda bo'lakcha o'lchami 5mm dan katta xamda 2,5mm dan kichik bo'lgan katalizatorning miqdori necha foizdan oshmasligi kerak.
a) 6
b) 7
c) 8
d) 5
58. Kukunsimon alyuminoslikatli katalizator donachalarining o'lchami qancha oralig'ida bo'ladi.
a) 50 dan to 200 mkm
b) 60 dan to 200 mkm
c) 70 dan to 200 mkm
d) 40 dan to 200 mkm
59. Sharsimon va tabletka xolatiga keltirilgan katalizatorlarning uyulgan zichligi qanday oraliqda bo'ladi?
a) 0,7 dan 0,9 g/ml
b) 0,75 dan 0,87 g/ml
c) 0,6 dan 0,8 g/ml
d) 0,6 dan 0,75 g/ml
60. Kukunsimon alyumosilikatli katalizatorlarning uyulgan zichligi qanday oraliqda bo'ladi?
a) 0,6 dan 0,75 g/ml
b) 0,7 dan 0,9 g/ml
c) 0,6 dan 0,8 g/ml
d) 0,75 dan 0,87 g/ml
61. Shariksimon katalizatorlarning mexanik mastaxkamligi asbobida aniqlanadi.
a) Aryometr
b) Viskozometr
c) Riometr
d) Erlift
62. Quydagilardan qaysi biri qattiq katalizatorning uyulgan zichlikni aniqlash ifodasi?

a) $\rho_{ex.} = \frac{m}{V_k - V_b}$

b) $\rho_{haq.} = \frac{m}{V_m}$

c) $d = \frac{m_b}{m_s}$

d) $\rho_{uyu.} = \frac{m}{V_{kat}}$

63. Quydagilardan qaysi biri qattiq katalizatorning extimolli zichlikni aniqlash ifodasi?

a) $\rho_{haq.} = \frac{m}{V_m}$

b) $d = \frac{m_b}{m_s}$

c) $\rho_{uyu.} = \frac{m}{V_{kat}}$

d) $\rho_{ex.} = \frac{m}{V_k - V_b}$

64. Quydagilardan qaysi biri qattiq katalizatorning haqiqiy zichlikni aniqlash ifodasi?

a) $d = \frac{m_b}{m_s}$

b) $\rho_{uyu.} = \frac{m}{V_{kat}}$

c) $\rho_{ex.} = \frac{m}{V_k - V_b}$

d) $\rho_{haq.} = \frac{m}{V_m}$

65. Temperaturaning katalizator normal ishlaydigan ish temperaturasidan oshishi uni aktivligini....

a) Oshiradi

b) Ta'sir etmaydi

c) Avval oshiradi so'ng kamaytiradi

d) Kamaytiradi

66. Odatda katalizator qancha aktiv bo'lsa, uni past temperaturadagi aktivligi shuncha ... bo'ladi

a) Kichik

b) Katta so'ng kichik

c) Kichik so'ng katta

d) Katta

67. Kataliz hodisasini birinchi bo'lib kim qachon kuzatgan
- a) Arab alximigi Abu Musa Jarib 708 yilda
 - b) Arab alximigi Abu Musa Al Jarib 702 yilda
 - c) Arab alximigi Abu Musa Al Jarib 708 yilda
 - d) Arab alximigi Abu Musa Jarib 702 yilda
68. Katalizator so'zini qachon kim fanga kiritdi?
- a) 1935 yilda Berstalius
 - b) 708 yilda Abu Musa Jarib
 - c) 702 yilda Abu Musa Jarib
 - d) 1835 yilda Berstalius
69. Alyumoslikatli katalizatorlarni texnik sharoitda ruxsat etilgan namligi necha foizdan oshmasligi kerak?
- a) 3.5%
 - b) 2%
 - c) 3%
 - d) 2.5%
70. Alyumolibdenli katalizatorlarni texnik sharoitda ruxsat etilgan namligi necha foizdan oshmasligi kerak
- a) 2.5%
 - b) 2%
 - c) 3%
 - d) 3.5%
71. Alyumo-kobalt-molibdenli katalizatorlarni texnik sharoitda ruxsat etilgan namligi necha foizdan oshmasligi kerak
- a) 2.5%
 - b) 2%
 - c) 3%
 - d) 3.5%
72. Texnik sharoitda qaralganidek alyumoslikatli katalizatorlardan suvning ajralishi necha $^{\circ}\text{C}$ da amalga oshiriladi?
- a) 850°C
 - b) 650°C
 - c) 600°C
 - d) 800°C
73. Texnik sharoitda qaralganidek alyumo-molibdenli katalizatorlardan suvning ajralishi necha $^{\circ}\text{C}$ da amalga oshiriladi?
- a) 800°C
 - b) 850°C
 - c) 600°C
 - d) 650°C

74. $F_e = \frac{(L_1 - L_2) \cdot F_0}{L_2}$ ushbu ifoda orqali tabletkali katalizatorlarning..... hisoblanadi? a)
Uyulgan zichligi
b) Tarkibidagi namligi
c) Fraksion tarkibi
d) Mexanik mustaxkamligi
75. $\rho_{uyu.} = \frac{m}{V_{kat}}$ ushbu ifoda orqali qattiq katalizatorning qaysi zichligi hisoblanadi?
a) Extimolli zichligi
b) Haqiqiy zichligi
c) Nisbiy zichligi
d) Uyulgan zichligi
76. $\rho_{ex.} = \frac{m}{V_k - V_b}$ ushbu ifoda orqali qattiq katalizatorning qaysi zichligi hisoblanadi?
a) Uyulgan zichligi
b) Haqiqiy zichligi
c) Nisbiy zichligi
d) Extimolli zichligi
77. $\rho_{haq.} = \frac{m}{V_m}$ ushbu ifoda orqali qattiq katalizatorning qaysi zichligi hisoblanadi? a)
Uyulgan zichligi
b) Extimolli zichligi
c) Nisbiy zichligi
d) Haqiqiy zichligi
78. Mikroq'ovakli qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini belgilang.
a) 1,5'100 nm gacha
b) 100'5800 nm gacha
c) 5800 nm dan yuqori
d) 1,5 nm dan kam
79. Mizog'ovakli qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini belgilang.
a) 1,5 nm dan kam
b) 100'5800 nm gacha
c) 5800 nm dan yuqori
d) 1,5'100 nm gacha
80. Makrog'ovakli qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini belgilang.
a) 1,5 nm dan kam
b) 1,5'100 nm gacha
c) 5800 nm dan yuqori
d) 100'5800 nm gacha
81. Superg'ovakli qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini belgilang.
a) 1,5 nm dan kam

- b) 1,5'100 nm gacha
 - c) 100'5800 nm gacha
 - d) 5800 nm dan yuqori
82. Qattiq katalizatorlar govaklarining ekvivalent radiusiga qarab nechaga bo'linadi?
- a) 5
 - b) 6
 - c) 7
 - d) 4
83. Agar qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini 1,5 nm dan kam bo'lsa ... katalizatorlar deyiladi.
- a) Mizog'ovakli
 - b) Makrog'ovakli
 - c) Superg'ovakli
 - d) Mikrog'ovakli
84. Agar qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini 1,5'100 nm gacha bo'lsa ... katalizatorlar deyiladi.
- a) Mikrog'ovakli
 - b) Makrog'ovakli
 - c) Superg'ovakli
 - d) Mizog'ovakli
85. Agar qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini 100'5800 nm gacha bo'lsa ... katalizatorlar deyiladi.
- a) Mikrog'ovakli
 - b) Mizog'ovakli
 - c) Superg'ovakli
 - d) Makrog'ovakli
86. Agar qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini 5800 nm dan yuqori bo'lsa ... katalizatorlar deyiladi.
- a) Mikrog'ovakli
 - b) Mizog'ovakli
 - c) Makrog'ovakli
 - d) Superg'ovakli
87. Harakatchan qatlamli katalitik jarayon katalizatorlari shakli asosan qanday ko'rinishda bo'ladi?
- a) Tabletkali
 - b) Kukunsimon
 - c) Silendrik
 - d) Sharikli

88. Qo'zg'almas qatlamli katalitik jarayon katalizatorlari shakli asosan qanday ko'rinishda bo'ladi?
- a) Sharikli
 - b) Sharsimon
 - c) Kukunsimon
 - d) Silendrik
89. Mavhum qaynash qatlamli katalitik jarayon katalizatorlari shakli asosan qanday ko'rinishda bo'ladi?
- a) Sharikli
 - b) Tabletkali
 - c) Silendrik
 - d) Kukunsimon
90. Reaktorga nima yuklangan bo'ladi?
- a) Adsorbent
 - b) Sorbent
 - c) Absorbent
 - d) Katalizator

ТЕСТЛАР

Газ кимё саноатида катализ fanidan testlar to'plami

Katalitik jarayonlarni amalga oshiruvchi jixozga nima deyiladi?

- e) Regenerator
 - f) Absorber
 - g) Adsorber
 - h) Reaktor
92. Gidrotozalash jarayoni katalizatorini belgilang?
- e) Alyuminiy xlorid
 - f) Alyumosilikatlar
 - g) Platina va Palladiy
 - h) Al-Ni-Mo, Al-Co-Mo
93. Katalitik kreking jarayoni katalizatorini belgilang?
- e) Alyuminiy xlorid
 - f) Platina va Palladiy
 - g) Al-Ni-Mo, Al-Co-Mo
 - h) Alyumosilikatlar
94. Katalitik riforming jarayoni katalizatorini belgilang?
- e) Al-Ni-Mo, Al-Co-Mo
 - f) Alyumosilikatlar

- g) Alyuminiy xlorid
 - h) Platina va Palladiy
95. Izomerizatsiya jarayoni katalizatorini belgilang?
- e) Al–Ni–Mo, Al–Co–Mo
 - f) Alyumosilikat katalizator
 - g) Platina va Palladiy
 - h) Alyuminiy xlorid
96. Sikloalkanlarni arenlarga yonaki reakstiyalarsiz platina va palladiy katalizatori ishtirokida degidrlashni qachon kim amalga oshirgan?
- e) 1911 yilda V.N. Ipatev
 - f) 1936 yilda Moldavskiy va Kamusher
 - g) 1936 yilda Kazanskiy va Plate
 - h) 1911 yilda N.D. Zelinskiy
97. Sikloalkanlarni arenlarga yonaki reakstiyalarsiz oksidli metall katalizatorlari ishtirokida degidrlashni qachon kim amalga oshirgan?
- e) 1911 yilda N.D. Zelinskiy
 - f) 1936 yilda Moldavskiy va Kamusher
 - g) 1936 yilda Kazanskiy va Plate
 - h) 1911 yilda V.N. Ipatev
98. Alkanlarni arenlarga xrom oksidi katalizatori ishtirokida degidrosiklizatsiya reaksiyasini qachon kimlar amalga oshirgan?
- e) 1911 yilda N.D. Zelinskiy
 - f) 1911 yilda V.N. Ipatev
 - g) 1936 yilda Kazanskiy va Plate
 - h) 1936 yilda Moldavskiy va Kamusher
99. Alkanlarni arenlarga aktivlangan ko‘mirdagi platina katalizatori ishtirokida degidrosiklizatsiya reaksiyasini qachon kimlar amalga oshirgan?
- e) 1911 yilda N.D. Zelinskiy
 - f) 1911 yilda V.N. Ipatev
 - g) 1936 yilda Moldavskiy va Kamusher
 - h) 1936 yilda Kazanskiy va Plate
100. Alkillash jarayoni katalizatorini belgilang?
- e) Alyumosilikatlar
 - f) Platina va Palladiy
 - g) Alyuminiy xlorid
 - h) Sulfat kislota va vodorod ftorid
101. Polimerizatsiya jarayoni katalizatorini belgilang?
- e) Sulfat kislota va vodorod ftorid
 - f) Alyumosilikatlar
 - g) Platina va Palladiy
 - h) Fosfat kislota

102. Kataliz nazariyasi tarixiy nuqtai nazardan necha gruppaga bo‘linadi? e) 3
f) 4
g) 5
h) 2
103. Katalizning kimyoviy nazariyasi yana qanday nazariya deb yuritiladi?
e) Multiplet nazariyasi
f) Ansambllar nazariyasi
g) Elektron nazariya
h) Oraliq birikmalar nazariyasi
104. Kataliz nazariyasi tarixiy nuqtai nazardan qanday gruppalariga bo‘linadi Kimyoviy nazariya, 2. Elektron nazariya, 3. Energetik nazariya, 4. Fizikaviy nazariya
e) 1;3
f) 2;3
g) 2;4
h) 1;4
105. Oraliq birikmalar nazariyasi bu deb ataladi.
e) Elektron nazariya
f) Energetik nazariya
g) Fizikaviy nazariya
h) Kimyoviy nazariya
106. Katalizni kimyoviy nazariyasini birinchi kim yaratgan?
e) A.A. Balandin
f) N.I. Kobozev
g) G. Teylor
h) D.I. Mendeleev
107. Kataliz multiplet nazariyasiga kim asos slogan?
e) D.I. Mendeleev
f) N.I. Kobozev
g) G. Teylor
h) A.A. Balandin
108. Katalizning ansambllar nazariyasi asoschisi kim?
e) D.I. Mendeleev
f) A.A. Balandin
g) G. Teylor
h) N.I. Kobozev
109. Katalizning elektron nazariyasi asoschilari kimlar?
e) D.I. Mendeleev va A.S. Sultonov
f) A.A. Balandin va G. Teylor
g) N.I. Kobozev va G. Teylor
h) S.Z. Roginskiy va F.F. Volkenshteyn
110. Katalizning elektron nazariyasi nechanchi yilda yaratilgan?

- e) 1940
 - f) 1950
 - g) 1945
 - h) 1948
111. Katalizning energetik nazariyasi asoschisi kim?
- e) N.I. Kobozev
 - f) D.I. Mendeleev
 - g) A.A. Balandin
 - h) G. Teylor
112. Kataliz soʻzining maʼnosi toʻgʻri keltirilgan qatorni tanlang
- e) Jarayonni tezlashtirish
 - f) Reaksiyani tezlashtirish
 - g) Biriktirish-oʻzgartirish
 - h) Parchalanish-buzilish
113. Katalizatorlarga toʻliq tarif berilgan qatorni tanlang?
- e) Reaksiyada ishtirok etib jarayonni tezlashtiruvchi moddalar
 - f) Reaksiya jarayonini tezlashtirib oʻzi sarf boʻlmaydigan moddalar
 - g) Reaksiya jarayoniga tasir etmay oʻzi sarf boʻlmaydigan moddalar
 - h) Reaksiya jarayonida ishtirok etib uni tezlashtirib oʻzi sarf boʻlmaydigan moddalar
114. Katalizatorning vazifasi nima
- e) Reaksiyaga tasir etmaslik
 - f) Reaksiya tezligini sekinlashtirish
 - g) Reaksiyani toʻxtatish
 - h) Reaksiya tezligini oʻzgartirish
115. Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar
- e) Qaytar reaksiyalar
 - f) Qaytmas reaksiyalar
 - g) Termik reaksiyalar
 - h) Katalitik reaksiyalar
116. Katalitik reaksiyalarni borish hodisasiga
- e) Katalizator deyiladi
 - f) Korroziya deyiladi
 - g) Kagulyatsiya deyiladi
 - h) Kataliz deyiladi
117. Katalizatorlar ishtirokida neft va neft mahsulotlarini kimyoviy oʻzgarish jarayoniga deyiladi
- e) Termik jarayon
 - f) Fizikaviy jarayon
 - g) Biokimyoviy jarayon

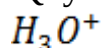
- h) Katalitik jarayon 118. Quydagilarni qaysinisi katalitik jarayonlarga misol bo'la oladi.
- e) Visbreking, Kokslash, Piroliz
- f) Visbreking, Kokslash, Katalitik kreking
- g) Absorbsiya, Desorbsiya, Adsorbsiya
- h) Katalitik kreking, Riforing, Izomerizatsiya
119. Katalizatorlar reaksiyaning aktivlanish energiyasini
- e) Oshiradi
- f) Avval oshiradi so'ng kamaytiradi
- g) Avval kamaytiradi so'ng oshiradi
- h) Kamaytiradi
120. Katalizatorlarning reaksiyalar tezligini oshirishiga asosiy sabab
- e) Reaksiya aktivlanish energiyasini oshirishidir
- f) Reaksiya muvozanatini o'nga siljishidir
- g) Reaksiya muvozanatini chapga siljishidir
- h) Reaksiya aktivlanish energiyasini kamaytirishidir
121. Hidrogenlash bu....
- e) Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod ajralishi
- f) Kimyoviy reaksiya jarayonida suv birikishi
- g) Kimyoviy reaksiya jarayonida suv ajralishi
- h) Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod birikishi
122. Degidrogenlash bu....
- e) Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod birikishi
- f) Kimyoviy reaksiya jarayonida suv birikishi
- g) Kimyoviy reaksiya jarayonida suv ajralishi
- h) Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod ajralishi
123. Gidratatsiya bu....
- e) Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod birikishi
- f) Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod ajralishi
- g) Kimyoviy reaksiya jarayonida suv ajralishi
- h) Kimyoviy reaksiya jarayonida suv birikishi
124. Degidratatsiya bu....
- e) Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod birikishi
- f) Kimyoviy reaksiya jarayonida vodorod ajralishi
- g) Kimyoviy reaksiya jarayonida suv birikishi
- h) Kimyoviy reaksiya jarayonida suv ajralishi
125. Katalitik reaksiyalar borgan sohaga ko'ra nechaga bo'linadi e) 3
- f) 4
- g) 5
- h) 2
126. Kataliz reaksiya borgan sohaga ko'ra katalizga bo'linadi
- e) Kislota-asos va oksidlanish-qaytarilish
- f) Kislota-asos
- g) Oksidlanish-qaytarilish

- h) Gomogen va geterogen
127. Kataliz sohasida reagentlar va katalizator bir muhitda, bir xil agregat holatda bo'lsa
- e) Geterogen kataliz
- f) Kislota-asos kataliz
- g) Oksidlanish-qaytarilish kataliz
- h) Gomogen kataliz
128. Kataliz sohasida reagentlar va katalizator turli muhitda, turli agregat holatda bo'lsa
- e) Gomogen kataliz
- f) Kislota-asos kataliz
- g) Oksidlanish-qaytarilish kataliz
- h) Geterogen kataliz
129. Kataliz reaksiyaning mexanizmiga qarab.... kataliziga bo'linadi
- e) Gomogen
- f) Geterogen
- g) Kislota-asos
- h) Kislota-asos va oksidlanish-qaytarilish
130. Gomogen kataliz qanday mexanizmga asosan boradi
- e) Kislota – asos kataliz mexanizmi elektron almashinish
- f) Oksidlanish-qaytarilish kataliz – elektron almashinish
- g) Oksidlanish-qaytarilish kataliz – proton almashinish
- h) Kislota – asos kataliz mexanizmi proton almashinish
131. Geterogen kataliz qanday mexanizmga asosan boradi
- e) Kislota – asos kataliz mexanizmi proton almashinish
- f) Kislota – asos kataliz mexanizmi elektron almashinish
- g) Oksidlanish-qaytarilish kataliz – proton almashinish
- h) Oksidlanish-qaytarilish kataliz – elektron almashinish

132.

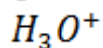
Quydagilardan qaysi biri oksoniy ioni?

- e)
- f)
- g)
- h)
133. Quydagilardan qaysi biri gidroksil ioni?



- e)
- f)
- g)
- h)

134. Kislota-asos katalizda faqat kislota katalizator bo'lsa, eritmada qaysi ion katalizator bo'ladi?



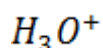
e)

f)

g)

h)

135. Kislota-asos katalizda faqat asos katalizator bo'lsa, eritmada qaysi ion katalizator bo'ladi?



e)

f)

g)

h)

136. Kislota – asos katalizda agar kislota katalizator bo'lganda faqat oksoniy ioni H_3O^+ , asos katalizatorida gidroksil ion HO^- katalizator bo'lganda bu xil katalizga.....deyiladi.

e) umumiy kislota – asos

f) ikkilamchi tuz effekti

g) birlamchi tuz effekti

h) spesifik (o'ziga xos) kislota – asos kataliz

137. Kislota – asos katalizda agar H_3O^+ , OH^- – tashqari dissosialanmagan kislota – asos molekulasini va erituvchi (H_2O) katalizator bo'lsa, bu xil katalizga.....deyiladi.

e) spesifik (o'ziga xos) kislota – asos kataliz

f) ikkilamchi tuz effekti

g) birlamchi tuz effekti

h) umumiy kislota – asos

138. Agar reaksiyon aralashmaga kislota bilan birga shu kislotaning tuzi qo'shilsa, katalitik effekt qanday o'zgaradi?

e) Kamaydi

f) Avval ortadi so'ngra kamayadi

g) Avval kamayadi so'ngra ortadi

h) Ortadi

139. Agar reaksiyon aralashmaga kislota bilan birga shu kislotaning tuzi qo‘shilsa bu hodisaga deyiladi.
- e) umumiy kislota – asos
 - f) spetsifik (o‘ziga xos) kislota – asos kataliz
 - g) birlamchi tuz effekti
 - h) ikkilamchi tuz effekti
140. Agar reaksiyon aralashmaga kislota bilan birga boshqa kislotaning tuzi qo‘shilsa bu hodisaga deyiladi.
- e) ikkilamchi tuz effekti
 - f) umumiy kislota – asos
 - g) spetsifik (o‘ziga xos) kislota – asos kataliz
 - h) birlamchi tuz effekti
141. Gazning suyuq modda ichida diffuziyalanib, uning butun massasi bo‘yicha yutilishiga.....deyiladi.
- e) Adsorbsiya
 - f) Kapillyar suyuqlanish
 - g) Desorbsiya
 - h) Absorbsiya
142. Gazning qattiq modda yuzasiga zichlanishi va umuman bir moddaning ikkinchi modda yuzasida ushlab qolinishiga..... deyiladi.
- e) Absorbsiya
 - f) Kapillyar suyuqlanish
 - g) Desorbsiya
 - h) Adsorbsiya
143. Sorbent tarkibidan yutilgan moddani chiqarish jarayoniga..... deyiladi. e) Adsorbsiya
- f) Absorbsiya
 - g) Kapillyar suyuqlanish
 - h) Desorbsiya
144. Bug‘ning sorbent g‘ovaklarida suyuqlanishi hisobiga borgan yutilishiga.....deyiladi.
- e) Desorbsiya
 - f) Adsorbsiya
 - g) Absorbsiya
 - h) Kapillyar suyuqlanish
145. Katalizatorga adsorbstiyalangan dastlabki moddalar kompleksining aktiv kompleksga o‘tishi uchun kerak bo‘lgan energiya deyiladi.
- e) aktivlanish energiyasi
 - f) kinetik energiyasi
 - g) potensial energiya
 - h) Chin aktivlanish energiyasi

146. Sharsimon, alyumosilikatli katalizatorlarni biror-bir maqsadda qo'llanilishidagi fraksiyasida, umumiy katalizator massasi bo'yicha o'lchami (5,0 –2,5) mm gacha bo'lgan donachalar necha foizni tashkil etishi kerak e)
97
f) 98
g) 99
h) 96
147. Molibdenli tabletka xolatiga keltirilgan katalizatorlarda bo'lakcha o'lchami 5mm dan katta xamda 2,5mm dan kichik bo'lgan katalizatorning miqdori necha foizdan oshmasligi kerak.
e) 6
f) 7
g) 8
h) 5
148. Kukunsimon alyuminoslikatli katalizator donachalarining o'lchami qancha oralig'ida bo'ladi.
e) 50 dan to 200 mkm
f) 60 dan to 200 mkm
g) 70 dan to 200 mkm
h) 40 dan to 200 mkm
149. Sharsimon va tabletka xolatiga keltirilgan katalizatorlarning uyulgan zichligi qanday oraliqda bo'ladi?
e) 0,7 dan 0,9 g/ml
f) 0,75 dan 0,87 g/ml
g) 0,6 dan 0,8 g/ml
h) 0,6 dan 0,75 g/ml
150. Kukunsimon alyumosilikatli katalizatorlarning uyulgan zichligi qanday oraliqda bo'ladi?
e) 0,6 dan 0,75 g/ml
f) 0,7 dan 0,9 g/ml
g) 0,6 dan 0,8 g/ml
h) 0,75 dan 0,87 g/ml
151. Shariksimon katalizatorlarning mexanik mastaxkamligi asbobida aniqlanadi.
e) Aryometr
f) Viskozometr
g) Riometr
h) Erlift
152. Quydagilardan qaysi biri qattiq katalizatorning uyulgan zichlikni aniqlash ifodasi?

e) $\rho_{ex.} = \frac{m}{V_k - V_b}$

f) $\rho_{haq.} = \frac{m}{V_m}$

g) $d = \frac{m_b}{m_s}$

h) $\rho_{uyu.} = \frac{m}{V_{kat}}$

153. Quydagilardan qaysi biri qattiq katalizatorning extimolli zichlikni aniqlash ifodasi?

e) $\rho_{haq.} = \frac{m}{V_m}$

f) $d = \frac{m_b}{m_s}$

g) $\rho_{uyu.} = \frac{m}{V_{kat}}$

h) $\rho_{ex.} = \frac{m}{V_k - V_b}$

154. Quydagilardan qaysi biri qattiq katalizatorning haqiqiy zichlikni aniqlash ifodasi?

e) $d = \frac{m_b}{m_s}$

f) $\rho_{uyu.} = \frac{m}{V_{kat}}$

g) $\rho_{ex.} = \frac{m}{V_k - V_b}$

h) $\rho_{haq.} = \frac{m}{V_m}$

155. Temperaturaning katalizator normal ishlaydigan ish temperaturasidan oshishi uni aktivligini....

e) Oshiradi

f) Ta'sir etmaydi

g) Avval oshiradi so'ng kamaytiradi

h) Kamaytiradi

156. Odatda katalizator qancha aktiv bo'lsa, uni past temperaturadagi aktivligi shuncha ... bo'ladi

e) Kichik

f) Katta so'ng kichik

- g) Kichik soʻng katta
 - h) Katta
157. Kataliz hodisasini birinchi boʻlib kim qachon kuzatgan
- e) Arab alximigi Abu Musa Jarib 708 yilda
 - f) Arab alximigi Abu Musa Al Jarib 702 yilda
 - g) Arab alximigi Abu Musa Al Jarib 708 yilda
 - h) Arab alximigi Abu Musa Jarib 702 yilda
158. Katalizator soʻzini qachon kim fanga kiritdi?
- e) 1935 yilda Berstalius
 - f) 708 yilda Abu Musa Jarib
 - g) 702 yilda Abu Musa Jarib
 - h) 1835 yilda Berstalius
159. Alyumoslikatli katalizatorlarni texnik sharoitda ruxsat etilgan namligi necha foizdan oshmasligi kerak?
- e) 3.5%
 - f) 2%
 - g) 3%
 - h) 2.5%
160. Alyumomolibdenli katalizatorlarni texnik sharoitda ruxsat etilgan namligi necha foizdan oshmasligi kerak
- e) 2.5%
 - f) 2%
 - g) 3%
 - h) 3.5%
161. Alyumo-kobalt-molibdenli katalizatorlarni texnik sharoitda ruxsat etilgan namligi necha foizdan oshmasligi kerak
- e) 2.5%
 - f) 2%
 - g) 3%
 - h) 3.5%
162. Texnik sharoitda qaralganidek alyumoslikatli katalizatordan suvning ajralishi necha $^{\circ}\text{C}$ da amalga oshiriladi?
- e) 850°C
 - f) 650°C
 - g) 600°C
 - h) 800°C
163. Texnik sharoitda qaralganidek alyumo-molibdenli katalizatorlardan suvning ajralishi necha $^{\circ}\text{C}$ da amalga oshiriladi?
- e) 800°C
 - f) 850°C
 - g) 600°C

h) 650°C

164. $F_e = \frac{(L_1 - L_2) \cdot F_0}{L_2}$ ushbu ifoda orqali tabletkali katalizatorlarning..... hisoblanadi? e)
Uyulgan zichligi

f) Tarkibidagi namligi

g) Fraksion tarkibi

h) Mexanik mustaxkamligi

165. $\rho_{uyu.} = \frac{m}{v_{kat}}$ ushbu ifoda orqali qattiq katalizatorning qaysi zichligi hisoblanadi?

e) Extimolli zichligi

f) Haqiqiy zichligi

g) Nisbiy zichligi

h) Uyulgan zichligi

166. $\rho_{ex.} = \frac{m}{v_k - v_b}$ ushbu ifoda orqali qattiq katalizatorning qaysi zichligi hisoblanadi?

e) Uyulgan zichligi

f) Haqiqiy zichligi

g) Nisbiy zichligi

h) Extimolli zichligi

167. $\rho_{haq.} = \frac{m}{v_m}$ ushbu ifoda orqali qattiq katalizatorning qaysi zichligi hisoblanadi? e)
Uyulgan zichligi

f) Extimolli zichligi

g) Nisbiy zichligi

h) Haqiqiy zichligi

168. Mikrog'ovakli qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini belgilang.

e) 1,5'100 nm gacha

f) 100'5800 nm gacha

g) 5800 nm dan yuqori

h) 1,5 nm dan kam 169. Mizog'ovakli qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini belgilang.

e) 1,5 nm dan kam

f) 100'5800 nm gacha

g) 5800 nm dan yuqori

h) 1,5'100 nm gacha 170. Makrog'ovakli qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini belgilang.

e) 1,5 nm dan kam

f) 1,5'100 nm gacha

g) 5800 nm dan yuqori

h) 100'5800 nm gacha 171. Superg'ovakli qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini belgilang.

- e) 1,5 nm dan kam
- f) 1,5'100 nm gacha
- g) 100'5800 nm gacha
- h) 5800 nm dan yuqori

172. Qattiq katalizatorlar govaklarining ekvivalent radiusiga qarab nechaga bo'linadi?

- e) 5
- f) 6
- g) 7

h) 4 173. Agar qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini 1,5 nm dan kam bo'lsa

...

katalizatorlar deyiladi.

- e) Mizog'ovakli
- f) Makrog'ovakli
- g) Superg'ovakli
- h) Mikrog'ovakli 174.

1,5'100 nm gacha bo'lsa ...

katalizatorlar deyiladi.

- e) Mikrog'ovakli
- f) Makrog'ovakli
- g) Superg'ovakli
- h) Mizog'ovakli

Agar qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini

175. Agar qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini 100'5800 nm gacha bo'lsa ... katalizatorlar deyiladi.

- e) Mikrog'ovakli
- f) Mizog'ovakli
- g) Superg'ovakli
- h) Makrog'ovakli

176. Agar qattiq katalizatorlarning ekvivalent radiusini 5800 nm dan yuqori bo'lsa ... katalizatorlar deyiladi.

- e) Mikrog'ovakli
- f) Mizog'ovakli
- g) Makrog'ovakli
- h) Superg'ovakli

177. Harakatchan qatlamli katalitik jarayon katalizatorlari shakli asosan qanday ko'rinishda bo'ladi?

- e) Tabletkali
- f) Kukunsimon
- g) Silendrik
- h) Sharikli

178. Qo'zg'almas qatlamli katalitik jarayon katalizatorlari shakli asosan qanday ko'rinishda bo'ladi?
- e) Sharikli
 - f) Sharsimon
 - g) Kukunsimon
 - h) Silendrik
179. Mavhum qaynash qatlamli katalitik jarayon katalizatorlari shakli asosan qanday ko'rinishda bo'ladi?
- e) Sharikli
 - f) Tabletkali
 - g) Silendrik
 - h) Kukunsimon
180. Reaktorga nima yuklangan bo'ladi?
- e) Adsorbent
 - f) Sorbent
 - g) Absorbent
 - h) Katalizator

Variant 1

1. Kuruk gaz tarkibi kanday uglevodorodlardan tashkil topgan?
- A) metan, pentan
 - B) metan, propan
 - *C) metan, etan
 - D) metan, butan
 - E) metan, geksan
2. Stabilizatsiya gazi 25 atm gacha sikilganda uning tarkibidagi metan mikdori nechaga teng buladi?
- *A) 1 %
 - B) 0,8 %
 - C) 3,5 %
 - D) 27 %
 - E) 15 %
3. Katalitik kreking jarayonidan olingan metanning mikdori kupi bilan necha foizga teng buladi? A) 5 %
- *B) 10 %
 - C) 3 %
 - D) 16 %
 - E) 42 %

4. Hidrogenlash nima?

- A) issiklik taʼsirida parchalash
- B) kuchli bosim ostida sikish
- C) tuyinmagan uglevodorodlarni xlorlash
- *D) tuyinmagan boglarni N_2 bilan tuyintirish
- E) metanning yonishi

5. Butansizlantirilgan benzin fraktsiyaning zichligi nechaga teng? A) 0, 998 ; *B) 0, 659; C) 0, 720 ; D) 0, 869; E) 0, 878

6. Edelean usulida benzindan $75^{\circ}C$ da olinadigan benzol mikdori nechaga teng? A) 8 %; B) 23 %; *C) 76 %; D) 10 %; E) 3%

$380^{\circ}C$

7. $CH_3-CH_2OH \xrightarrow{Al_2O_3} \dots$ bu termokatalitik reaksiya natijasida qanday moddalar hosil buladi?

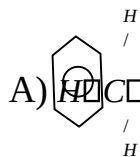
- A) $(C_2H_5)_2O_3$ H_2O
- B) $CH_3-CH=O$; H_2
- C) CH_4 ; H_2O
- D) C_2H_6 ; N_2
- *E) $CH_2=CH$; N_2O

8. Metanni katalizator ishtirokida $1220^{\circ}C$ da parchalash natijasida nima olinadi?

- A) uglerod va vodorod
- *B) atsetilen va vodorod
- C) benzol va vodorod
- D) etilen va vodorod
- E) sintez gazi

9. Propandan atsetilen olish reaksiyasida temperatura necha gradusga teng? A) $1215^{\circ}C$; B) $971^{\circ}C$; *C) $810^{\circ}C$; D) $520^{\circ}C$; E) $1500^{\circ}C$

10. Atsetilenning struktura formulasi kursatilgan katorini toping.



B) CH_2-CH_2 ; C) $(C_2H_5)_2O_3$ H_2O ; D) $CH_2-CH-CH_3$

*E) $HC\equiv CH$

11. Sanoatda atsetilen olish uchun kaysi modda asosiy xom – ashyo bulib xizmat kiladi? A) CaC_2
 B) Al_4C_3
 *C) CH_4 D)
 C_6H_6
 E) C_3H_8

12. Oksidlanish reaksiyalari kaysi element yordamida boradi?
 A) N_2
 B) S
 *C) O_2
 D) S_2
 E) H_2

[O]

13. CH_4 $\xrightarrow[\text{CH}_2=\text{CH}_2]{\text{O}_2}$ CH_3COOH reaksiyadagi x va a moddalarni toping.

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$

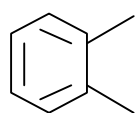
A) $\text{O} /$; H_2O ; B) HCOOH ; CO ; C) CH_2O ; CH_3OH
 *D) CH_3OH ; HCOH
 E) SO_2 ; H_2

14. Geksametilentetraamin olish uchun kanday modda xom ashyo sifatida ishlatiladi.
 A) metil spirt; *B) formal‘degid; C) sirka kislota; D) atseton ; E)
 atsetilen

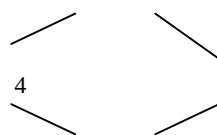
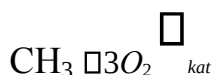
15. Uglevodorodlarni nisbatan past (20 – 30 at) bosimda oksidlashda xavo va uglevodorod nisbati kanday bulishi kerak?
 A) 1: 3; 1: 5
 B) 1: 3; 1: 6
 C) 1:1; 1:10
 D) 2:1; 10:1 *E) 3:1; 5:1.

16. Etilen oksidning 65 % i kanday maxsulot olish uchun ishlatiladi? A) etanol;
 B) etanal‘; *C) etilenglikol; D) sirka kislota; E) atseton

17. Kaysi aromatik uglevodorodni oksidlaganda benzol al‘degidini olish mumkin?
 A) benzol; *B) toluol; C) ksilol; D) krezol; E) p – ksilol
 CH_3CO



18.



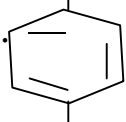
CO $\div 3\text{H}_2\text{O}$. Bu reaksiyada

kanday katalizatorlar ishlatiladi?

- A) Pt; Al_2O_3 B)
 V_2O_5 ; Pt
 C) Ni; Pt *D)
 V_2O_5 ; Al_2O_3
 E) Ni; V_2O_5



19. Kuyidagi struktura formulasi berilgan modda kanday nomalanadi?



- *A) teretal kislota
 B) benzol kislota
 C) naftalin
 D) izopropilbenzol
 E) izoftaley kislota

20. $\text{C}_6\text{N}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Benzolni yonish reaksiyasi tenglamasi tenglashtirilgandan keyin O_2 oldidagi koeffitsient nechaga teng buladi?

- A) 10 ; B) 52; C) 14; D) 18; *E) 15

21. Etilenglikol kaysi organik guruxga mansub?

- *A) ikkilamchi spirt; B) uch atomli spirt; C) organik kislota D)
 al'degid; E) keton

22. Tuyinmagan uglevodorodlarni gidratlab asosan nima olinadi?

- *A) spirtlar; B) ketonlar; C) kislotalar ; D) efirlar ; E) uglevodlar

1

2

3

4

5

23. $\text{CH}_2 \div \text{CH} \div \text{CH}_2 \div \text{CH}_2 \div \text{CH}_3 \div \text{HOH} \div \dots$ bu reaksiyada H_2 atomli va OH gurux kaysi uglevodga birikadi? A) 2 ga (N_2); 1 ga (OH)

B) 3 ga (N_2); 2 ga (OH)

*C) 1 ga (N_2); 2 ga (OH)

- D) (H_2) xam, (OH) xam 2 ga birikadi.
E) bunday reaksiya amalga oshmaydi.

24. $CH_2 = CH_2 + H_2O \rightarrow \dots$ quyidagi reaksiyada nima xosil buladi?

- A) etan oksid; B) atseton; C) formaldegid; D) atsetaldegid ; *E) etanol

25. Sanoatda propilenni gidratlash reaksiyasi kanday temperatura va kanday bosimda amalga oshiriladi?

- A) $200^\circ C$; 150 at.; *B) $230^\circ C$; 200 at; C) $110^\circ C$; 120 at
D) $270^\circ C$; 280 at; E) $100^\circ C$; 95 at

26. H_2SO_4 ishtirokida etanol olish jarayoni uchun kaysi modda xom – ashyo bula oladi?

- A) etan ; B) propan; C) buten; *D) etilen; E) propilen

27. $CH \equiv CH + H_2O \rightarrow CH_3 - CHO$. Bu reaksiya kaysi olim nomi bilan yuritiladi. A) Xomchenko; *B) Kucherov; C) Dyuma; D) Vyurts; E) Lebedov

28. Keton ko`rsatilgan katorni toping.

- A) CH_3COOH
B) $HCOH$
*C) $CH_3 - CO - CH_2 - CH_3$
D) $CH_3 - CH_2OH$
E) $CH_3 - COOC_2H_5$

29. Etilenglikolning tarixiy nomi nima?

- *A) antifriz; B) suleyma; C) efir; D) glitserin; E) pasha arogi

30. Tabiiy kauchuk monomerini kursating.

- A) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ B)
 $CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$
*C) $CH_2 = CH - CH = CH_2$
D) $CH_3 - CH = CH - CH_2$
E) $CH \equiv C - CH_2 - CH_3$

31. Etilenni gidrogenlash reaksiyasida kanday katalizator ishlatiladi? A) Pt; B) H_2SO_4 ; C) V_2O_5 ; D) Al_2O_3 ; *E) Ni

32. Arenlar deb nomlanuvchi organik moddalar kaysi sinfga mansub?

- A) tuyingan uglevodorodlar
*B) aromatik uglevodorodlar
C) tuyinmagan uglevodorodlar

- D) dien uglevodorodlar
E) spirtlar

33. Engil benzin fraktsiyasini kuprok kaysi moddalar tashkil kiladi?

- A) pentan, propan, geksan
B) geksan, propan, toluol
*C) benzol, toluol, ksilol
D) benzol, toluol, oktan E)
oktan, ksilol, propan.

34. Sintez gazi formulasini kursating.

- A) CO_2
B) CO
C) N_3O
*D) $\text{SO} + \text{H}_2$ E)
 RH_3

35. $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$ bu reaksiya oxirigacha bora oladimi? Borsu kanda y maxsulotlar xosil buladi?

- A) bunday reaksiya sodir bulmaydi.
*B) oxirigacha boradi, CH_3Cl ; HCl xosil buladi.
C) reaksiya sodir buladi, CCl_2 ; HCl xosil buladi
D) reaksiya sodir buladi, C; HCl xosil buladi
E) reaksiya sodir buladi, CH_3Cl ; Cl

36. $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{500} \text{CH}_2=\text{CHCl}$ bu reaksiya qanday temperaturada sodir buladi. *A) 500°C ; B) 250°C ; C) 300°C ; D) 600°C ; E) 1000°C

Variant 2

1. Nima uchun uglevodorodlarni xlorlash yoruglik ta'sirida amalga oshiriladi?

- A) uglevodorodlarni parchalash uchun
B) bunday reaksiya uchun yoruglik shart emas
*C) xlor yoruglik ta'sirida atonlar xolda utadi va reaksiyaga kirishishi mumkin.
D) xosil bulgan maxsulotlar kaytar reaksiyaga kirishmasligi uchun
E) C – H bogning uzilishi uchun.

2. SSL_4 bu modda kanda y nomlanadi?

- A) xlormetan; B) dixlormetan; C) trixlormetan; D) xlorform
*E) tetraxlormetan

3. Teflon moddasining monomerini kursating.

A) $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$; B) $\text{CH}_2 = \text{CCl}_2$; *C) $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$
D) $\text{CY}_2 = \text{CYH}$ E) $\text{CYF}_2 \text{Cl}$

4. $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl}$. Bu reaksiya necha gradusda amalga oshadi? A) 700°C ; B) 800°C ; C) 600°C ; *D) 500°C ; E) 400°C

5. Katalitik riforming jarayonining mohiyati nimadan iborat?

- A) mazutdan moy fraksiyasini ajratish
- B) kerosinni S dan gidrotozalash
- *C) benzin fraksiyasining oktan sonini oshirishi
- D) gazlarni kuritish
- E) gazlarni kayta ishlash

6. Tabiiy gaz tarkibida metanning miqdori kuchi bilan necha foiz buladi? A) 80 %;
B) 90 % ; C) 75 % ; *D) 99 %; E) 100 %

7. Nima uchun benzol va uning gomologlari aromatik uglevodorodlar deyiladi?

- A) tsiklin shakliga ega
- *B) uziga xos xususiyat va xushbuy xidga ega
- C) uta zaxarligi uchun
- D) barkarorligi uchun
- E) neft tarkibida kuchi miqdorda bulishi.

8. Anilin modda kaysi organik guruxga kiritiladi va formulasini kursating.

- A) aminokislotalar $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH}$
- B) ketonlar $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$
- C) murakkab efir $\text{CH}_3 - \text{COOC}_2\text{H}_5$
- D) aminlar $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3$
- *E) aromatik amin $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

9. Kaysi uglevodorodlar guruxi olefinlar nomi bilan ataladi?

- *A) tuyinmagan uglevodorodlar
- B) tuyingan uglevodorodlar
- C) dien uglevodorodlar
- D) uch bog saklangan uglevodorodlar
- E) yoglar

10. Nima uchun CH_4 va uning gomologlari birikish reaksiyasiga kirisha olmaydi? A) tsiklin shanlga ega emas.

- B) birikishi reaksiyasiga kirisha oladi.
- C) zanjirdagi uglerod atomi tuyinmaganligi

- *D) zanjirdagi barcha uglerod atomi H₂ bilan tuyingan
 E) ugderod atomi H₂ dan boshka atom bilan birikmaydi.

11. Vinilxloridning formulasini kusating.

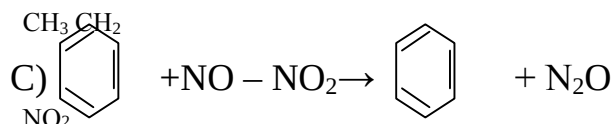
- A) CH₂ = CH₂
 *B) CH Cl = CHCl
 C) CCl₄
 D) HCl
 E) CH₃ = C – CH₃

12. Formal‘degid (HCOH) yana kanday nom bilan yuritiladi.

- A) formalin; B) anilin; *C) chumoli al‘degid; D) chumoli kislota;
 E) fenolaftalin.

13. Anilin olinish reaksiyasi tenglamasini kursating.

- A) $RH \rightarrow HONO_2 \rightarrow RNO_2 \rightarrow H_2O$
 B) $ROH \rightarrow HO \rightarrow NO_2 \rightarrow R \rightarrow ONO_2 \rightarrow H_2O$



- *D) $C_6H_5HO_2 + 6H \rightarrow C_6H_5NH_2 + 2H_2O$
 E) $C_6H_6 + OHNO_2 \rightarrow C_6H_5HO_2 + H_2O$

14. Nitrallash reaksiyalarida NNO₃ kuchsiz agentligi sababli yana bir kushimcha agent kiritiladi. Bu kanday modda?

- *A) H₂SO₄
 B) HCl
 C) H₃PO₄
 D) H₂SO₃
 E) CH₃COOH

15. 100 kg benzolni nitrollash uchun kancha nitrollovchi aralashma kerak buladi.

- A) 510 – 550 kg; B) 490 – 510 kg ; C) 350 – 440 kg ; D) 290 – 330 kg *E) 240 – 290 kg.

16. Sanoatda benzol va nitrollovchi aralashmalarning umumiy mikdoriga nisbatan necha foiz nitrobenzol ishlab chikarish mumkin?

- A) 50 – 55 % ; B) 60 – 62 % ; C) 70 – 78 % ; D) 85 – 90 %; *E) 95 – 98 %

17. Nitrometanning kaynash xaroratini kursating.

A) 131 °C; B) 125, 7 °C; *C) 102 °C; D) 114, 8 °C; E) 140 °C

18. Sul'fo guruxni kursating.

A) COOH; *B) CO₃H; C) CO ; D) C_nH_{2n+2}O

E) OH

19. CaC₂ + N₂O → ... reaksiyasi asosida kanday maxsulot olinadi. A) metan;
B) etilen ; C) propan; *D) atsetilen; E) etan.

20. Etilendan kaysi tur reaksiya yordamida sintetik moylar olinadi?

A) izomerizatsiya ; *B) polimerizatsiya ; C) gidrogenlash

D) degidrogenlash; E) xemosorbtsiya

21. Polialkilenglikollar asosida tayyorlangan sintetik moylar kanaka sharoitlarda chidamli?

A) yukori bosimga chidamli B)

past bosimlarga chidamli

*C) yukori temperaturaga D)

past temperaturalarda

E) oksidlanishga karshi.

22. Ftoruglerodli moylar kaysi usulda olinadi?

A) parafinlarni ftorlab

B) olefenlarni ftorlab

*C) katalizatorlar ishtirokida kerosin va moy fraktsiyalarini ftorlab

D) katalizatorlar ishtirokida aromatik uglevodorodlarni ftorlash

E) tuyinmagan uglevodorodlarni katalitik tayyorlash

23. Polimerizatsiya jarayonining moxiyati nima?

A) molekulalar tuzilishining uzgarishi

B) katta molekulalarning kichik molekulalarga parchalanishi

C) uglevodorodlar tuzilishining uzgarishi

*D) kichik manomerlarning jipslashib katta molekula xosil kilishi E)
molekulalarning tsikl xosil kilish

24. N – butanni katalitik digidrogenlaganda kanaka moddalar xosil buladi? A)
buten – 1, buten – 2, buten – 3.

*B) buten – 1, tsess va trans – buten – 2

C) butadien, izobutan

D) etilen, propilen

E) polietilen, polipropilen.

25. Toluolning formulasini kursating?

A) C_6H_6 ; B) C_6H_5O ; *C) $C_6H_5CH_3$; D) C_6H_{12} ; E) C_6H_{15}

26. Atsetilen sanoat organik sintezida kaysi moddalar olishda xomashyo xisoblanadi. *A) vinilatsetat, sirka anhidridi, akrinonitril

B) atseltal‘degid, alkilbenzol, butadien

C) γ – butirolaktan,

D) 5 – 6 MPa va 350 – 450 °S

E) 0,5 – 1 MPa va 470 – 520 °S

27. – dinitropropan kaysi moddani nitratlash yuli bilan olinadi?

A) nitrometan; B) propan ; C) 1 – nitropropan

*D) 2 – nitropropan; E) nitroetan

28. Kaltsiy karbidning bulinishiga kaysi faktorlar ta‘sir kursatadi.

A) sofligi ; B) bulaklar kattaligi; C) temperatura;

D) reaksiya vakti; *E) soflik, bulaklar kattaligi, temperatura, reaksiya vakti.

29. Atsetilen olishning oksidili piroliz usulida kislorod bilan metanning kanaka nisbatida eng kup atsetilen olinadi? A) $O_2 : CH_4 = 1 : 1$

*B) $O_2 : CH_4 = 0,55 : 0,65$

C) $O_2 : CH_4 = 0,05 : 0,06$

D) $O_2 : CH_4 = 2 : 1$

E) $O_2 : CH_4 = 2,5 : 1,5$

30. Piroliz gazlaridan atsetilenni ajratib olishda kaysi erituvchilar keng kulamda kullaniladi?

A) metiletilketon, fenol ; B) trietanolamin,

dietilenglikol‘. C) ammiak, benzin; D) monoetanolamin,

metanol *E) dimetilformamid, N – metilpirrolidon.

31. Neft va gaz sanoati uchun izomerizatsiya jarayonining moxiyati nimada? A)

Uglevodorodlarni parchalab, kushimcha benzin olish.

B) kichik molekulyar uglevodorodlarni birlashtirib, yukori molekulyar uglevodorodlar olish

*C) Uglevodorodlarni tarmoklab, yukori oktanli uglevodorodlar olish. D)

Aromatik uglevodorod olish.

E) olefenlarni olish.

32. N – parafinlarni suyuq fazada izomerizatsiyasida asosan kanaka katalizatorlardan foydalaniladi.

A) CoS; B) H₂S; C) H₂SO₄

*D) *SeCl₃ da zu AlCl₃ erummasu*

E) *Pt / Al₂O₃ □ AlCl₃*

33. N – parafinlarni bug fazada izomerizatsiyalashda asosan kaysi katalizatorlardan foydalaniladi?

A) CoS; B) H₂S; C) H₂SO₄; D) *SeCl₃ da zu AlCl₃ erummasu*

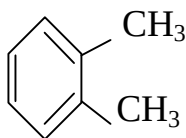
*E) *Pt / Al₂O₃ □ AlCl₃*

34. C₅ – C₆ uglevodorodlar fraktsiyasini izomerizatsiyalanganda kanaka maxsulotlar xosil bulishini belgilang. («Penta foyning» jarayoni)

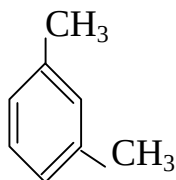
A) O – p – m ksilol; B) izopenten, izobutan

*C) izopentan, izogeksan, yokilgi gaz; D) izopentan, vodorod E) izogeksan, izooktan

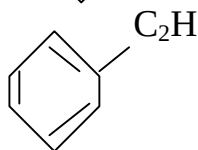
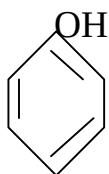
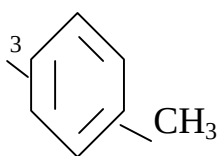
35. Ksilolning orto – izomeriyasini kursating.



A)



B)



C) CH

D)

5

E)

36. Etirefikatsiya jarayoni bu – ...

- *A) spirtlarning organik kislotalar va ularning angidridlari bilan ta'sirlashuvi
- B) suv yoki ishkor bilan uglevodorodlar reaksiyasi
- C) moddalarni kushimchalardan tozalash
- D) karbon kislotalar ammiak bilan ta'sirlashuvi
- E) atmosfera bosimi ostida xaydash.

Variant 3

1. YOg kislotalarining yoki efirlarni katalitik gidrogenlaganda kanaka moddalar xosil buladi?

- *A) yukori spirtlar ; B) al'degidlar; C) kislotalar
- D) karbon kislotalar; E) aromatik uglevodorodlar

2. Sanoatda n – parafinlarni (etan, propan, butan) degidrogenlab kanaka modda olinadi?

- A) polietilen va polipropen; B) izoetan va izopropan
- *C) etilen va propilen; D) tsiklopropan va tsiklogeksan
- E) aromatik uglevodorodlar

3. N – butanni katalitik digidrogenlaganda kanaka moddalar xosil buladi?

- A) buten – 1, buten – 2, buten – 3.
- *B) buten – 1, tsess va trans – buten – 2
- C) butadien, izobutan
- D) etilen, propilen
- E) polietilen, polipropilen.

4. d – metilstirolning formulasini kursating?

- *A) $C_6H_5-CH(CH_3)-CH_2$; B) $C_6H_5-CH=CH-CH_3$
- C) $C_6H_5-CH(CH_3)_2$; D) $C_6H_5-CH_2-CH_3$
- E) $C_6H_5-CH=CH_2$

5. Sanoatda stirolning asosiy olinishi usulini kursating?

A) izopropilbenzoldan; B) propilbenzoldan; *C) etilbenzoldan
D) polietilendan; E) polipropilendan.

6. d – metilstirolning asosiy olinish usulini kursating?

*A) izopropilbenzoldan; B) propilbenzoldan; *C) etilbenzoldan D)
polietilendan; E) polipropilendan.

7. Stirolning kaysi element bilan reaksiyasidan aldegid va ketonlar xosil buladi? A) N₂;
B) S; C) N ; *D) O₂; E) Cl

8. Stirol olinishining texnologik sxemasida gidroksinon nima uchun kushiladi?

A) oksidlanishni oldini olish uchun; B) korroziyani oldini olish
uchun C) parchalanib ketmasligi uchun ; D) gidrogenlanmasligi
uchun *E) polimerlanishini oldini olish uchun.

9. Gidrogenlash jarayonida tiofenlar kanaka moddalarga bulinadi?

*A) S₄ N₁₀ va N₂ S; V) S₄ N₈ va NH₃; C) C₅ H₁₂ va H₂O
*D) C₄ H₁₀ va Me O₂; E) C₄N₈ va H₂S

10. Alkillash jarayonining moxiyati nimada? A) yirik molekulalarni
maydalashtirish

*B) mayda molekulalarni yiriklashtirish

C) molekulalar sonini kupaytirish

*D) molekulalar tuzilishini uzgartirish

E) aromatik xalkasidan alkil radikalini ajratib olish.

11. Alkillash jarayoni kaysi jarayonga teskari jarayon xisoblanadi? A)

Riforming; *B) kreking; C) gidrotozlash; D) rektifikatsion

E) polimerizatsiya.

12. Izobutanni butenlar bilan alkillaganda necha foizlik N₂SO₄ ishlatiladi.

A) 98 – 99 %; *B) 50 – 60 %; C) 100 %; D) 33 %; E) 25 %

13. Alkillash jarayonida izobutan va butenlar nisbati kancha bulishi kerak? A) 2 : 1;

B) 3 : 1; C) 4 : 1; *D) 5 : 1; E) 6 : 1

14. Kuyidagi reaksiyalarning kaysi biri alkillash jarayoniga mos.

A) C₄H₄S+4H₂→C₄H₁₀+H₂S; *B) C₄H₁₀+C₄H₈→C₈H₁₈

C) C₆H₁₂+2H₂→C₄H₁₀+C₂H₆

D) CH₃ – CH₂ – CH – CH₃ →CH₃ – CH – CH₃

E) C₆H₁₂→C₆H₆+3H₂

15. Izobutanni olefenlar bilan alkillash jarayonida alkillash maxsulotini ishkori bilan yuvishdan maksad nima?

A) degitratsiyalash; B) S dan tozalash; C) N dan tozalash; *D) neytrallash; E) eterefikatsiyalash.

16. Alkillashning kaysi turi yordamida etil va pentilmerkaptanlar olinadi: A)

O – alkillash ; *B) S – alkillash ; C) N – alkillash ;

D) R – alkillash ; E) F – alkillash .

18. Uglevodorodlarning oksidlanishidan xosil buladigan birikmalar nomini kursating. A) spirtlar; B) kislotalar; *C) gidropereksidlar

D) ketonlar; E) *d* – ketogidroperoksidlar.

19. Spirtlarni oksidlanishidan xosil buladigan birikmalarning nomini kursating. A) uglevodorodlar; B) kislotalar; C) gidroperoksidlar *D)

ketonlar; E) *d* – ketogidroperoksidlar.

20. Ketonlarni oksidlanishidan xosil buladigan birikmalar nomini kursating.

A) uglevodorodlar; B) kislotalar; C) gidroperoksidlar

D) ketonlar; *E) *d* – ketogidroperoksidlar.

21. Monoetanolamin etilenoksidiga kaysi modda ta'sir ettirib olinadi.

A) ROH; B) CH₃COOH; *C) NH₃

D) HCN ; E) NaHSO₄

22. Atsetaldegid olish uchun etilenni 2 – boskichli oksidlash jarayonida katalizator sifatida kaysi modda ishlatiladi.

A) Pt/Al₂O₃

B) Ci (OCOSH₃)₂

*C) PdCl₂ D)

H Cl

E) H₂ SO₄

23. Atsetaldegidning formulasini kursating.



*A) SH₃ – CH O; B) CH₃ COOH; C) CH₃ COO; D) CH₃ □ C □ CH₃ E) R

OCH=CH₂

24. Neftni kayta ishlash sanoatida metiletilketon nima uchun ishlatida.

A) gazlarni tozalashda ; *B) moylarni deparafinizatsiyalashda

C) neft maxsulotlarining sifatini oshirishda D)
kerosinni deterkantlanishda
E) degaratsiya jarayonida.

25. Etirefikatsiya jarayoni bu – ...

*A) spirtlarning organik kislotalar va ularning angidridlari bilan ta'sirlashuvi
B) suv yoki ishkor bilan uglevodorodlar reaksiyasi
C) moddalarni kushimchalardan tozalash D) karbon kislotalar
ammiak bilan ta'sirlashuvi
E) atmosfera bosimi ostida xaydash.

26. Uglevodorod xom – ashyosida atsetilen olishning necha xil usulini bilasiz?

A) oksidli piroliz, gidrokreking, riforming
B) katalitik kreking, elektrokreking, piroliz
C) kokslash, oksidli piroliz, adsorbtsiya
*D) oksidli piroliz, piroliz, elektrokreking E)
gidrogenlash, degidrogenlash, platforming.

27. Agar $\text{Cl}_2 : \text{CH}_4 = 3,88:1$ bulsa metanni xlorlash jarayonida kanaka moddalar xosil bulishini aniklang.

*A) metilxlorid, uglerod tetraxlorid
B) xlorofrm, metilenxlorid
C) metilxlorid, metilenxlorid
D) metilxlorid, metilenxlorid, xlorform, uglerod, tetraxlorid.
E) Polixlorid.

28. Perftor uglevodorodlar olish uchun xom – ashyo sifatida nima ishlatiladi?

A) xloriltan; B) benzin fraktsiyasi; *C) kiska kerosin va gazoyl fraktsiyasi D)
xlorofill; E) azot

29. $\text{S}_b - \text{S}_{10}$ bulgan parafinlarni nitratlashda HNO_3 urnini kaysi modda bilan almashtirish
mumkin?

*A) N_2O_4 ; B) NH_3 ; C) NO_3 ; D) NO_2 ; E) $\text{H}_2 \text{SO}_4$

30. Moylar distillyatini deparafinlashdan xosil buladigan modda kanday nomlanadi?

*A) gach ; B) petrolatum; C) bitum ; D) tserezin; E) asfal't

31. TSerezin ishlab chikarish uchun xom – ashyo kaysi modda xisoblanadi?

A) gach; *B) petrolatum ; C) bitum; D) smola ; E) asfal't

32. Aromatik uglevodorodlarning formulasini kursating.

A) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$; B) $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$; C) C_nH_{2n} ; D) $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$; *E) $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$

33. Atsitilen sanoat organik sintezida kaysi moddalar olishda xom –ashyo xisoblanadi.

*A) vinilatsetat, sirka ангидриди, акринонитрил

B) атсeltal‘degid, алкилбензол, бутадиеп

C) γ – бутиролактан,

D) 5 – 6 MPa va 350 – 450 °C

E) 0,5 – 1 MPa va 470 – 520 °C

34. Metanni xlorlash jarayonida канaka moddalar xosil bulishini aniklang. Agar Cl_2 : $\text{CH}_4=1: 2$

A) метилхlorид, углерод тетрахlorид

B) хlorоform, метилепхlorид

C) метилхlorид, метилепхlorид

*D) метилхlorид, метилепхlorид, хlorоform, углерод, тетрахlorид. E)

Polixlorид.

35. n – бутенlarda метилетилкетон оlishda jarayonni xarakterlovchi tugри parametrlarni tanlang.

A) температура 120 – 150 °C; bosim 2 – 2,5 Pa

B) температура 180 – 200 °C; bosim 3 – 5 Pa

C) температура 300 – 350 °C; bosim 1 – 2 MPa

*D) температура 90 – 120 °C; bosim 0,9 – 2 MPa E)

температура 90 – 120 °C 4 bosim 0,9 – 2 Pa.

36. Политилеп оlish jarayonida интиаторлар sifatida nima ishlatiladi?

A) Suv ; B) молибден оксиди; C) xром оксиди

D) vol‘fram оксиди ; E) uchlamchi – бутил пероксид

2- VARIANT TEST SAVOLLARI.

1. Neft углеводородларining термик узгарish jarayonlarida ионли реактиyalar kechadimi? *A) kechmaydi

B) kechadi

C) kisman kechadi

D) fakat yukori температурalarda.

2. Radikallar реактиyaga kirishadimi?

A) kirishmaydi

B) sekin kirishadi *C) juda tez kirishadi D) past температурalarda.

3. Radikallarning reaksiyaga kirshuvchanligi necha turda buladi? A)

3

B) 5

C) 4

D) 6 *D) 7.

4. $C_2 - C_{10}$ gacha bulgan alkanlarni degidratlanish reaksiyalarining termodinamik nukta nazaridan bulish temperaturasi kanchani tashkil etadi?

A) 500 k

B) 600 k

C) 900 k

*D) ≥ 1000 k.

5. Alkanlarni aromatlanish reaksiylarning temperaturasi kanchani tashkil kiladi? A)

300 k

B) 350 k

C) 450 k D) ≥ 500 k *D) ≥ 630 .

6. Alkanlarni termodinamik jixatidan parchalanish temperaturasi kaysi javobda tugri keltirilgan.

A) 350 – 380 °C

*B) 450 – 500 °C

C) 700 °C

D) 750 – 800 °C.

7. Alkenlarning parchalanish reaksiyalari kanday mexanizm ostida boradi?

A) vodorod yutilish

*B) zanjirli mexanizm buyicha

C) umuman parchalanmaydi

D) kisman parchalanish mexanizmi buyicha.

8. Molekulalarning boglanish energiyasining birligi kaysi javobda tugri keltirilgan.

*A) kJ/mol^o

B) kJ/kgmol^o

C) erg/mol^o

D) kkal/mol^o.

9. Atmosfera bosim ostida bulgan 1 sm³ gazda kancha sondagi molekula buladi? A)

10¹⁵ ta

- B) 10^{16} ta
- C) 10^{17} ta
- *D) 10^{19} ta.

10. 1 sm^3 – suyuqlikda normal sharoitda kancha sondagi molekula mavjud buladi? A) 10^{16} ta
B) 10^{18} ta
C) 10^{20} ta *D) 10^{21} ta.

11. Kreking xamda piroliz jarayonida kechadigan barcha reaksiyalarni necha asosiy guruxga bulish mumkin?
A) 1 ta
*B) 3 ta
C) 4 ta D) 5 ta.

12. C_2 – C_4 alkanlarning piroliz kilish temperaturasi kandy temperaturaga ega buladi?
*A) 800 – 900 $^{\circ}\text{C}$
B) 600 – 700 $^{\circ}\text{C}$
C) 450 – 550 $^{\circ}\text{C}$
D) 1000 – 1110 $^{\circ}\text{C}$

13. Suyuk fazali termik jarayonlarda arenlardan koks xosil bulishi kaysi sxemada tugri keltirilgan.
A) arenlar – asfal'tlar – koks – grafit
*B) arenlar smola – asfal'tenlar – koks grafit
C) arenlar – koks – grafit
D) arenlar – asfal'ten – smola – koks.

14. Termogazoyl' xom – ashyosidan kandy maxsulot olinadi?
A) grafit
B) asfal't
*C) texnik uglerod D) parafin.

15. Neftdan olinadigan kaynash temperaturasi (200 – 350 $^{\circ}\text{C}$) bulgan maxsulot kandy nomlanadi? A) benzin fraktsiya
B) ligroin fraktsiya
*C) kerosin – gazoyl' fraktsiya D) katyol' yokilgisi.

16. Piroliz jarayoni kanday amalga oshiriladi?

- *A) 700 – 1000 °C atmosfera bosimiga yaqin bulgan bosimlarda
- B) 500 – 600 °C yukori bosim ostida
- C) 600 – 700 °C past bosim ostida D) 450 – 600 °C 2 MPa bosim ostida.

17. Kokslashning sanoat jarayonilari necha xilda buladi?

- A) davriy uzluksiz
- *B) davriy uzluksiz yarim davriy
- C) davriy D) uzluksiz.

18. $C_pH_{2p+2} + C_tH_{2t} \rightarrow C_{p+t}H_{2(p+t)+2}$ bu xildagi reaksiyalar kanday nomlanadi?

- A) dealkillash
- B) polimerizatsiyalash
- *C) alkillash D) gidratlash.

19. Aromatik radikal kanday belgilanadi?

- A) Re
- V) Ap
- *S) Ar D) A_A.

20. Termik polimerizatsiya jarayoni kanday sharoitda olib boriladi?

- A) 400 – 700 °C, 14 – 15 MPa
- B) 300 – 400 °C, 23 – 25 MPa C) 550 – 750 °C, 17 – 19 MPa
- *D) 480 – 550 °C, 10 – 13,5 MPa.

21. Katalitik polimerizatsiyalash kanday bosim va temperaturada olib boriladi?

- A) 100 – 150 °C, 13 – 14 MPa
- B) 300 – 400 °C, 14 – 15 MPa C) 250 – 350 °C, 16 – 17 MPa
- *D) 160 – 250 °C, 2,5 – 8, 0 MPa.

22. Alkenlarni termodinamik jixatidan polimerlanish reaksiyasi kanday temperaturada amalga oshiriladi?

- *A) 500 – 500 k dan yukori bulmagan temperaturada
- B) 1000 – 1050 k dan yukori bulmagan temperaturada
- C) 1100 – 1150 k dan yukori bulmagan temperaturada D) 1200 – 1250 k dan yukori bulmagan temperaturada.

23. Bu $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3 + \text{HA} \rightarrow (\text{CH}_3^+\text{CHCH}_3)\text{A}^-$ tipdagi reaksiyalar kanday jarayonda kuzatiladi?

A) katalitik kreking?

B) katalitik riforming

*C) katalitik polimerizatsiya D)

katalitik alkillash.

24. Uglevodorodlarni oksidlanish reaksiyasi tezligini xarakterlaydigan formula kaysi javobda tugri keltirilgan?

A) $R_1 \propto \frac{nq}{s} \propto 1$

B) $V \propto \frac{S}{t}$

*C) $W_{okc} \propto K_2 \sqrt{\frac{E_{RH}}{K_6}} W_i$ D)

$W \propto z \propto u \propto cg^2$.

25. Piroliz maxsulotlarini ajratish necha asosiy bosikchlardan iborat? A)

2 ta

B) 3 ta

C) 4 ta

*D) 5 ta.

26. $\text{SN}_4 + 0,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{SN}_3\text{ON} - 129,8 \text{ kJ/mol}$ bu reaksiya kanday jarayonga misol bula oladi?

A) polimerlanish

*B) oksidlanish C)

degidratlanish

D) alkillash.

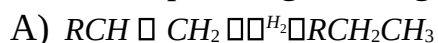
27. Al'degidlar oksidlanganda xosil buladigan maxsulotlar nimadan iborat buladi? A) ketonlar

B) ishqorlar

*C) kislotalar

D) efirlar.

28. Merkaptanlar gidratlanganda xosil buladigan komponentlarni kursating?



- C) $RSH \rightleftharpoons H_2 \rightleftharpoons RH \rightleftharpoons H_2S$
 D) $RSR^1 \rightleftharpoons H_2 \rightleftharpoons RH \rightleftharpoons R^1SH$

29. Neft maxsulotlarni tozalashni nechta usullari mavjud?

- A) 2 ta
 *B) 3 ta
 C) 4 ta D)
 5 ta.

30. Ishkorli suvli eritma efirlar bilan gidrolizlanib xosil buladigan komponent kaysi javobda tugri keltirilgan.

- A) $C_6H_6 \rightleftharpoons H_2SO_4 \rightleftharpoons C_6H_6SO_4OH \rightleftharpoons H_2O$
 *B) $RCH_2OSO_3H \rightleftharpoons H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4 \rightleftharpoons RCH_2OH$
 C) $RCH_2 \rightleftharpoons CH_2 \rightleftharpoons HOSO_3H \rightleftharpoons RCH_2CH_2OSO_3H$
 D) $RSR^1 \rightleftharpoons H_2 \rightleftharpoons RH \rightleftharpoons R^1SH$

31. Monoetanolamin kaysi javobda tugri kursatilgan?

- A) $2NH_2(CH_2CH_2OH)$
 B) C_6H_5ONa
 C) $(CH_2CH_2OHNH_3)HCO_3$
 D) $(C_2H_5O)_2SO_2$

32. SHartli ravishda neft maxsulotlarini necha guruxga bulish mumkin? A)
 5 ta

- B) 2 ta
 C) 4 ta
 *D) 8 ta.

33. Motor moylari oxirgi marta klassifikatsiyalash nechanchi yilda kilingan?

- A) 1954 y
 B) 1960 y C) 1970 y *D) 1972 y.

34. Alkenlarni oktan soni alkanlarga nisbatan kanday buladi?

- *A) yukori
 B) past
 C) teng D) juda past.

35. Benzol katori arenlarining oktan soni nechaga teng?

- A) ≈ 50
 B) ≈ 70 C) ≈ 80
 *D) ≈ 100 .

36. Zinin reaksiyasi kaysi javobda kursatilgan.

- A) $RH + SO_2 + 0,5O_2 \rightarrow RSO_2OH$
 $3H_2$
 *B) $C_6H_6 + HNO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow C_6H_5NO_2 + C_6H_5NH_2 + 2H_2O$
 C) $C_{10}H_8 + 2C_{25}H_{51}Cl \xrightarrow{AlCl_3} C_{10}H_6(C_{25}H_{51})_2 + 2HCl$
 D) $RCH=CH_2 + H_2 \rightarrow RCH_2CH_3$

37. Neft maxsulotlarini molekulyar ogirligini aniklashning necha usuli mavjud? *A)

- 3 ta
 B) 4 ta
 C) 5 ta D) 6 ta.

38. Kovushkokligini aniklashda Val'ter formulasini kursating.

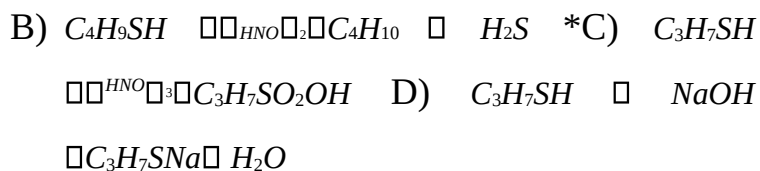
- A) $TKB_{0-100} = \frac{V_0 - V_{100}}{V_{50}(100-0)} \times 100$
 B) $TKB_{0-100} = \frac{V_0 - V_{100}}{V_{50}(100-0)}$
 C) $IB = \frac{L \times X}{100 L \times H}$
 *D) $\lg \lg(V_t \times a) = A + B \lg T$

39. Agar benzin tarkibidagi oltingugurt 0,033 dan to 0,15 gacha (mass) buyicha oshganda motorning kuvvati kanchagacha kamayadi?

- A) 7 %
 B) 15 % C) 14 % *D) 10, 5 %.

40. Mirkaptanlarni sul'fokislotalargacha oksidlanishi kaysi javobda tugri keltirilgan?

- A) $2C_4H_9SH + 3O_2 \rightarrow C_4H_9SO_4H + H_2S$



41. Neftni necha foizi vodorodga tugri keladi?

- A) 5 %
- B) 7 %
- C) 9 %
- *D) 11 /12 %.

42. Kovushkoklik indeksi kanday aniklanadi?

- A) $IV = (L - X) (L - H)$
- B) $IV = 1 - (L - X)$
- C) $IV = 1 - (L - H)$

*D) $IB = \frac{L - X}{L - H} \times 100$

42. Probirkada sovutilgan fraktsiya mavjud bulsa va probirkani 45 °S ga agdarganda uz satxini uzgartirmasa bu temperatura deyiladi.

- A) ut olish temperaturasi
- B) uz uzidan ut olish temperaturasi
- *C) kotish temperaturasi D) xiralanish temperaturasi.

43. Neft fraktsiyalarini azeotrop xaydash kaysi vaktida kullaniladi?

- A) xamma vakt
- B) fakat parafinni ajratib olish uchun
- C) kaynash temperaturasi bir biridan juda katta fark kilganda *D) kaynash temperaturasi bir biriga juda yakin bulganda.

44. Oktan sonini aniklash necha usuli mavjud?

- A) 1 ta
- *B) 2 ta
- C) 3 ta D) 4 ta.

45. TSetan soni bilan nima aniklanadi?

- A) benzinni detanatsion turgunligi
- *B) dizel‘ yokilgilarini detanatsion turgunligi

- C) moylarni sifati
D) yokilgilarni uchuvchanligi.

46. Toza neft tokni utkazadimi?

- A) xa
B) kisman utkazadi
*C) yuk
D) uta utkazuvchan.

47. Kaytgan nurni shu'lanishi bu.....

- A) alangalanish
B) xirralanish
C) kristalizatsiya
*D) Fluoretsentsiya.

47. Doimiy uzgarmas xajmda gaz va buglarning issiklik sigimi nimaga teng? A)

- Sp
*V) Cv
S) Vv
D) Vc.

48. Sp – Cv ayirmasining farki nimaga teng?

- A) R+3
V) Cv+R
S) Cp+R
*D) R.

49. Suyuk uglevodorodlarning solishtirma issiklik sigimi kaysi formula bilan topiladi?

- *A) $C_p \approx 0,403 + 0,009t \approx 0,0547K_w \approx 0,35$

$$\frac{15,6}{\sqrt{15,6}}$$

- B) $C_p \approx 0,403 + 0,009t K_w$

- C) $C_p \approx 0,403 + 0,009t \approx 15,6$

- D) $C_p \approx 0,403 + 15,6 \approx K_w$

50. Neft buglarining solishtirma issiklik sigimi kaysi tenglama orkali toriladi? (Kw=11,8)

- A) $C_p \approx 1,8t \approx 1515,66$

B) $C_p \approx \frac{4}{702} \approx 0,0057$

C) $C_p \approx 1,8t \approx 4 \approx 15^{15},6^6$

*D) $C_p \approx \frac{4}{6450} \approx 0,00062$ ($1,8t \approx 702$)

51. Doimiy uzgarmas temperaturada moddaning bir agregat xolatdan boshka bir agregat xolatga issiklik yutilishi yoki chikarishi bilan utishiga..... deb aytiladi.

A) YOnish issiklik

V) yashirin issiklik utishi

*C) yashirin issiklik utishi

D) zichlik.

52. YAshirin erish issikligi kaysi tenglama orkali topiladi? A)

$T_{er} = a \ln n$

*V) $\ln_{er} = a T_{n_n}$

C) $l_{er} = 4,95 T_{er}$

D) $T_{er} = 495 l_{er}$

53. Buglanish issikligi kaysi formula orkali topiladi?

*A) $l_{\delta yz} \approx K \approx T / M$

B) $l_{\delta yz} \approx \bar{T}_M / K$

C) $l_{\delta yz} \approx \bar{M} / K$

D) $l_{\delta yz} \approx M / T_M \approx R$

54. Suyuk neft maxsulotlarning ental'piyasi kaysi formula orkali topiladi.

A) $H_p \approx R \approx M$

B) $P \approx 1515,66 \approx 1$

*C) $H_{t\kappa} \approx a \approx 1 / 1515,66$

D) $H_P \approx M \approx 1515,66$

55. Tuyingan ugdevodorodlar tuyinmagan uglevodorodlardan nimasi bilan fark kiladi.

*A) molekuladagi vodorodlar soni bilan

B) uglevodorodlar soni bilan

C) atom ogirlik va izomerlar bilan

D) fark kilmaydi

56. Ental'piyaning ulchov birligi..... *A)

kkal/kg

B) kal/kg

C) kkal/g

D) kkal/mol'.

57. YUza birligidan vakt birligi ichida temperatura gradientiga mos ravishda issiklik okib utishiga deb aytiladi. A) ental'piya

*B) issiklik utkazuvchanlik C)

kovushkoklik

D) zichlik.

58. Issiklik utkazuvchanlikning ulchov birligi.....

A) g/sm³

B) n · m²,

C) kkal/m³ *D) kkal/g.

59. Issiklik utkazuvchanlik koeffitsienti kanday xisoblanadi?

A) $q_{\text{max}}/F_{\text{max}} \cdot 1$

B) q/F

*C) $q_{\text{max}}/F_{\text{max}} \cdot \delta_t/\delta_s$ D)

q/F .

60. YOzilgilarning yonish issikligi kanday topiladi.

A) $Q_0 \cdot 1/8100c$

B) $Q_B \cdot 5/8100c \cdot 30000H$

C) $Q_B \cdot 8100F \cdot 30000c \cdot 2600(s/0)$ *D) Q_D

$\cdot 8100F \cdot 30000c \cdot 2600(s/0)$.

61. Tuyingan Bug bosim nimaga boglik?

*A) temperatura

B) tezlik C)

massa

D) xajm.

62. Fugitivlik nisbatining xajmiy real bosimga nisbati nima deb aytiladi?

- A) kritik bosim
B) kritik temperatura *C) koefitsient fugativligi D)
kovushkoklik koefitsienti.

63. Molekulyarlararo xar xil kuch bilan uzaro tortishish suyuklik ichida yoki tashkarisida bu aytiladi. *A) Suyuklikning sirt tarangligi deb
B) sirt taranglik koefitsienti deb C)
kritik temperatura deb
D) kritik bosim deb.

64. Uzgarmas temperaturada suyuklik yuzasini bir birlikka oshirish uchun sarf kilinishi kerak bulgan ishga aytiladi.
A) Suyuklikning sirt tarangligi deb
*B) sirt taranglik koefitsienti deb C)
kritik temperatura deb
D) kritik bosim deb.

65. Alkilat deb nimaga aytiladi?
*A) propilen yoki butilenni izobutan bilan uzaro ta'sirlashib izoparafın xosil bulishiga aytiladi.
B) propilen – butilen xosil bulishiga aytiladi.
C) butan – propan fraktsiyasiga aytiladi.
D) izobutan xosil bulishiga aytiladi.

66. Izomerlar deb nimaga aytiladi?
*A) tuzilishi xar xil lekin molekulyardagi atomlar aynan bir xil bulgan uglevodorodlarga aytiladi.
B) tuzilishi bir xil lekin atomlar soni xar xil bulgan uglevodorodlarga aytiladi.
C) molekulyar soni xar xil bulgan uglevodorodlarga aytiladi.
D) molekulyar ogiriligi xar xil bulgan uglevodorodlarga aytiladi.

67. Teskari dinamik kovushkoklik deb nimaga aytiladi.
*A) okuvchanlikka
B) sirt taranglikka
C) bosimga
D) temperaturaga.

68. Dinamik kovushkoklikning ulchov birligi kaysi javobda tugri kursatilgan. A)
 m^2/s
B) $m^2 \cdot s$
C) Pa/s

*D) $\text{Pa} \cdot \text{s}$

69. Dinamik kovushkoklikning suyuqlik zichligiga nisbati.....deyiladi.

- *A) kinematik kovushkoklik
- B) dinamik kovushkoklik
- C) shartli kovushkoklik
- D) okuvchanligi.

70. Standart kurilmada vakt birligi ichida suvning okib utishining neft maxsulotlari okib utishiga nisbatiga deyiladi.

- A) kinematik kovushkoklik
- B) dinamik kovushkoklik
- *C) shartli kovushkoklik
- D) okuvchanligi deyiladi.

71. Kinematik kovushkoklikni ulchov birligi kaysi javobda tugri keltirilgan?

- A) N
- B) Pa/s
- C) $\text{Pa} \cdot \text{s}$
- *D) m^2/s .

72. Kovushkoklik nimaga bogliq?

- *A) karshilik koeffitsientiga
- B) TKV
- C) kovushkoklik indeksiga
- D) temperaturaga.

73. Moylarning kovushkokligini temperatura kursatgichi buyicha baxolashda kaysi kursatgich baxolash uchun kabul kilinmagan.

- *A) karshilik koeffitsienti
- B) TKV
- C) kovushkoklik indeksiga
- D) VTK.

74. Aromatik uglevodorodlar kanday tuzilishga ega?

- A) uzun zanjirli
- B) kiska zanjirli
- *C) xalkasimon
- D) kiska tsikl – zanjirli.

75. Neftni ul‘trabinafsha nurlar bilan nurlantirganimizda shu‘lalanishi bu ..

- A) fluoretsentsiya
- *B) lyuminitsentsiya
- C) dispersiya D)
- refraktsiya.

76. YOruglik bir muxitdan boshka bir muxitga utganda uning tezligi va yunalishi uzgarish xodisasiga.....deyiladi.

- A) fluoretsentsiya
- B) lyuminitsentsiya C) dispersiya *D) refraktsiya.

77. Tushish burchagining sinusi, sinish burchagi sinusiga nisbati.....deyiladi.

- *A) sindirish kursatgichi
- B) kovushkoklik indeksi
- C) tushish burchagi D) kaytish burchagi.

78. Sindirish kursatgichi kanday belgilanadi?

A) n_{20D}

B) $\square$

*C) n_D^{20} D)

D_n^{20} .

79. Sindirish kursatgichi aniklaydigan kurulmani nomi nima?

- A) lyumineskop
- *B) refraktometr
- C) mikroskop D)
- vikoziometr.

80. Tiofanlar bu....

- A) Tarmoklangan alkanlar
- *B) TSikli tuzilishga ega bulgan sul'fidlar C)
- tarmoklanmagan alkanlar
- D) azotli birikmalar.

81. Solishtirma refraktsiya mikdorining molekulyar massaga nisbati bu....

- A) refraktsiya
- B) solishtirma refraktsiya *C) molekulyar refraktsiya D)
- fluoretsentsiya.

82. Refraktsiya intertsepti deganda nimani tushunasiz?

- A) Refraktsiya kursatgichi

B) koeffitsient refraktsiyasi C) refraktsiya indeksi *D) refraktometrik fark.

83. Neft tarkibidagi azotning kupgina kismi kaysi fraktsiyalar tarkibida buladi?

- A) engil fraktsiyalar
- *B) ogir fraktsiyalarda
- C) benzin fraktsiyasida D)
- kerosin fraktsiyasida.

84. Neftning azotli birikmalari kanday tuzilishga ega?

- A) politsiklli
- B) monotsiklli
- C) xalkali
- *D) geterotsiklli.

85. Refraktsiya intertsepti kanday belgilanadi?

- A) n_{20}^D

V) $\square$

S) δ

*D) R_i .

86. Neft tarkibidagi azotli birikmalarning necha foizi neytral moddalarga tugri keladi?

- A) 20 %
- V) 15 %
- S) 70 % *D)
- 80 %.

87. Urtacha dispersiya – kaysi javobda tugri yozilgan?

- A) n_G/n_F
- V) $n_G - n_F$
- *S) $n_F - n_G$ D)
- n_F/n_G .

88. Neft emul'siyasi necha xilda bulishi mumkin?

- A) 1 xilda
- *V) 2 xilda
- S) 3 xilda D)
- 4 xilda.

89. Kreking jarayonida.....

*A) uglevodorod zanjirlarining uzilishi xamda tuyingan va tuyinmagan uglevodorod xosil buladi?

V) tuyinmagan uglevodorodlar parchalanadi.

S) uglevodorodlarning birikishi bilan jarayon tugaydi

D) butan xosil buladi.

90. Neft maxsulotlarining dielektrik doimisi kandy kiymatga ega? *A)

2

V) 8

S) 10 D)

12.

91. Katalitik riformingni utkazishdan maksad nima?

*A) Benzinni oktan sonini oshirish, xamda aromatik uglevodorodlarni olish

V) parafinni ajratib olish

S) petrolatumni olish

D) dizel' yokilgisini olish.

92. 25. 500 – 550 °C li fraktsiyaning molekulyar massasi nimaga teng.

A) 155

V) 260

S) 480

*D) 412.

93. Piridin neftning kandy birikmalari tarkibiga kiradi?

A) oltingugurtli

V) kislorodli

*S) azotli

D) mineral moddalar.

94. 100 – 150 °C li fraktsiyaning molekulyar ogirligi nimaga teng?

A) 90

*V) 110

S) 130

D) 250

95. Aromatik radikal kandy belgilanadi?

A) Re

V) Ap

*S) Ar D)

A_A.

96. Zichlikning Si va MKK sistemasidagi ulchov birligi qanday?

- A) $^{\circ}\text{C}$
- V) M,
- *S) kg/m^3
- D) g/sm^3 .

97. 4 $^{\circ}\text{C}$ da suvning zichligi nimaga teng?

- A) 2000 kg/m^3
- *V) 1000 kg/m^3
- S) 1000 kgN
- D) $1000 ^{\circ}\text{C}$

98. Neftning nisb iy zichligi kanday temperaturada topiladi?

- A) $40 ^{\circ}\text{C}$
- V) $50 ^{\circ}\text{C}$
- S) $100 ^{\circ}\text{C}$
- *D) $20 ^{\circ}\text{C}$

99. Sistemaning temperaturasini 1 $^{\circ}\text{C}$ ga oshirish uchun kerak bulgan issiklik mikdoriga..... deyiladi.

- A) erish temperaturasi
- V) yonish temperaturasi
- S) kotish temperaturasi
- *D) issiklik sigimi.

100. Solishtirma issiklik sigimining ulchov birligi.

- *A) $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- V) $\text{kJ}/\text{kmol}^{\circ} \cdot \text{K}$
- S) kJ
- D) $\text{kJ} \cdot \text{m}^3/\text{K}$

МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ ВА МУСТАҚИЛ ИШЛАР БЎЙИЧА КЎРСАТМА ВА ТАВСИЯЛАР

Магистрларга мустақил ишни тайёрлашда муайян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиши тавсия этилади:

- дарслик ёки ўқув қўлланмалар бўйича фанлар боблари ва мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи назорат қилувчи тизимлар билан ишлаш;
- махсус ёки илмий адабиётлар (монографиялар, мақолалар) бўйича фанлар бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- янги техникаларни, аппаратураларни, илм талаб жараёнлар ва технологияларни ўрганиш;
- магистрларнинг илмий текширишишларини (ТИТИ) бажариш билан боғлиқ бўлган фанлар бўлимлари ёки мавзуларни чуқур ўрганиш;
- фаол ўқитиш услубидан фойдаланиладиган ўқув машғулотлари (хизмат ўйинлари, дискуссиялар, семинарлар, коллоквиумлар ва б.).

Тавсия этиладиган мустақил таълим мавзулари:

1. Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири. Температуранинг, босимнинг, катализаторларнинг майдаланганлик даражасига таъсири. Ташувчилар
2. Гетероген каталитик жараёнларда активлаш жараёни. Катализнинг физик назарияси. Тейлорнинг энергетик назарияси. Катализнинг электрон назарияси. Катализнинг радикал назарияси.
3. Крекинг жараёнини олиб борадиган шароитлари, температура, босим, хажмий тезлик. Каталитик крекинг жараёнида қўлланиладиган катализаторлар. Алюмосиликат катализаторлар таркиби, синтез қилиш технологияси ва регенерацияси.
4. Каталитик риформинг жараёнинг химизми, катализаторлари. Жараённинг асосий омиллари, температура, босим, хажмий тезлик. Паст босимда платформинг. Юқори босимда платформинг.
5. Гидротозалаш жараёнининг химизми. Бензин, дизел ёқилғисини гидротозалаш. Жараённинг асосий омиллари, температура, босим, хажмий тезлик. Гидротозалаш жараёнида катализаторларнинг захарланиши ва уларнинг регенерацияси.
6. Гидрокрекинг жараёни олиб бориш шароитлари босим, температура, хом-ашёнинг миқдори (ҳажмда). Гидрокрекинг жараёнининг катализаторлари ва уларнинг регенерацияси.

Мустақил ўзлаштириладиган мавзулар бўйича магистрлар томонидан рефератлар, топшириқлар тайёрлаш ва уни тақдимот қилиш тавсия этилади.

ГЛОССАРИ

Айрим ибора ва терминларнинг
изохли луғати:

Катализ	- грекча сўз бўлиб, унинг маъноси парчаланиш ёки емирилиш демакдир.
Катализатор	- реакция жараёнини тезлаштирувчи моддаларга айтилади.
Каталитик реакция	- катализатор иштирокида борувчи реакцияларга айтилади.
Биокатализатор	- биологик ўзгаришларга олиб келувчи ферментлар таъсири.
Реакцияларнинг активланиш энергияси	- ҳар бир реакцияни бориши учун зарур бўлган энергия (кал/моль).
Гетероген катализ	- бир хил агрегат ҳолатда, катализатор ва реагентлар бўлса.
Катализаторнинг селективлиги	- катализаторни реакция йўналишини сайлаши, танлаши.
Кислота-асос катализи	- катализатор кислота ёки асос муҳитда ишлашига айтилади.
Катализаторни фаоллиги	- уни катализатордаги актив компонентларнинг миқдорига боғлиқлиги кўрсатади, шу билан бирга технологик параметрларга (температура, босим, ҳажмий тезлик ва бошқалар) боғлиқ.
Ҳажмий тезлик	- реакторга юкланган катализатор миқдорини, шу катализатор юзасидан ўтаётган хом ашё миқдорини нисбатига айтилади (соат^{-1}).
Катализаторни эскириши	- катализаторни ишлаш вақтида, хом ашёдаги турли хил ортиқча қўшимчаларни катализатор юзасида ёки ички говакларида ўтириши, технологик параметрларни бўғилиши натижасида коксни ҳосил бўлиши, катализаторни фаоллигини камайтиради, буни катализаторни эскириши дейилади.

Катализаторни эскириши	- катализатор тайёрланганда, кўп ҳолларда металл оксидлари ҳолида бўлиб, у каталитик фаол бўлмайди, акторга юклангандан кейин водород билан қайтарилиб, уни фаол формага ўтказилади, яъни металл ҳолига ўтади.
Катализаторнинг хизмат вақти	- ҳар бир катализатор учун хизмат вақти аниқланади, чунки шундан кейин уни ишлатилиши эффект бермайди.
Катализатор захарлари	Айрим моддаларни катализатор ишлаш жараёнида уни фаоллигини камайтириши ёки бутунлай йўқотилишига сабаб бўлишига катализатор захарлари деб юритилади.
Кумулятив захарланиш	- бу захарланиш йиғилиб борадиган захарланиш дейилади, чунки охириги оз миқдордаги захар катализаторларни фаоллигини йўқотади.
Қулай захарланиш	- бундай захарланишда айрим қўшимча модда катализаторнинг кўп босқичли реакциясини боришини оралик босқичда тўхтатиб қолишини таъминлайди.
Катализаторни уни регенерациялаш водород	- катализаторнинг фаоллиги камая боргандан кейин қайта активлаш турли усуллар билан (ёндириш, билан қайтариш, ювиш, турли хил компонентлар қўшиш ва бошқалар регенерациялаш дейилади.
Захарланиш «якорь эффекти»	- Е. Мекстет томонидан яратилган бу захарланишни тушунтириш учун, у олтингугуртли бирикмалардан фойдаланган, яъни уларнинг молекуляр массаси ошган сари, занжир узунлиги кўпайиши натижасида захарланиш ошган.
Катализатор унинг промоторлари (активаторлари)	- катализаторга у ёки бу қўшимчалар қўшиш билан фаоллигини оширишга айтилади.

Катализатор фаоллиги - катализатордаги актив компонентлар миқдори, технологик параметрлари ва катализаторнинг физик хусусиятларига боғлиқ катталик.

Алюминий субоксидлари - алюминий оксидининг 3 турдаги агрегат ҳолати.
гилнозем - алюминий оксидларини сақловчи ҳам ашё, табиий бойлик.

Ёювчилар (ташувчилар) - катализаторлар тайёрлашда кенг ишлатиладиган моддалар
бўлиб, кўп ҳолларда инерт ҳисобланади, унга актив компонентлар юттирилади ёки аралаштирилади. Бу билан қимматбаҳо компонентлар тежАлади ҳамда фаол марказлар кўпайтирилиб катализаторнинг фаоллиги турғунлиги ва мустаҳкамлиги оширилади.

Катализ назарияси - катализнинг бориш механизмини тушунтириб, уни факторларга боғлиқлигини кўрсатиб беради.

Кимёвий назария - бу жараёнда катализатор реакцияга киришувчи реагентлар билан оралик бирикмалар ҳосил қилиши билан бориши.

Катализнинг физик реагентларнинг назарияси - катализатор юзасига ёки ғовақларига адсорбцияланиши оқали боришини тушунтириб беради.

Мультиплет назарияси - бу назарияга А. А.Баландин асос солган бўлиб, унинг фикрича реагентлар катализатор актив марказларига дублет $^{-2}$, квадруплет $^{-4}$, сикстет $^{-6}$ ва умуман мультиплет бўлиб тақсимланади.

Геометрик мувофиқлик - катализатор актив марказлар орасидаги масофалари принципи реагентларнинг атом боғларига мос келган ҳолдагина реакция содир бўлиши аниқланган.

Энергиявий мувофиқлик - реагентлар реакцияга киришганда, иссиқлик чиқарилиши

(мос келиш) ёки ютилиши кузатилади, шунга қараб
ташқаридан иссиқлик киргазиш акс холда
иссиқликни чиқариш даркор, шуни ҳисобга
олишга айтилади.

Ансанбллар назарияси - катализатор юзасидаги актив марказлар билан бир қаторда ғовлар ва чуқурликлар бўлиб, улар катализатор активлигини кўрсатиб боради. Н.Н. Кобозев бу ходисани
 тушунтириб берган, уни фикрига катализатордаги актив
 марказлар, актив компонентларнинг
 миқдорини кўплигига боғлиқ эмас.

Катализнинг электрон - бунда айрим элементларнинг ярим ўтказгич сифатида назарияси ишлаши, улар асосида тайёрланган катализаторларни
 жараён давомида ўзидан электрон чиқариш ёки қабул қилишини.

Энергетик назария - Г.Тейлор бу назарияга асос солиб, шуни кўрсатиб ўтдикки,
 катализатор юзасидаги атомлар жойланиши билан фарқ қилган ҳолда энергияси билан ҳам фарқланади. Бу реагентларни катализатор юзасида бир ҳилда адсорбцияланиши мумкин эмаслиги кўрсатади, ва шу марказларда катализ жараёни бориши аниқланган.

Ғоваклик - катализатордаги кичик, ўрта ва йирик ёриқларга айтилади,
 у катализаторнинг адсорбцион хусусиятини белгилаб,
 фаоллик олишдир.

Механик қаттиқлик - катализатор таблетка ёки гранул ҳолида бўлишидан қатъий назар уни маълум механик қаттиқлиги (мустаҳкамлиги) бўлиши керак, чунки катализаторни реакторга жойлаш ва тушириш жараёнида катта аҳамиятга эга.

Катализаторнинг барқарор стабиллиги кўпаяди, маҳорат нарҳи арзонлашади. - катализаторнинг жараёнда қанча узоқ муддат ишласа, уни регенерация қилиш оралиғи

Катализаторнинг ундаги фазовий тузилиши таъминлайди. - бу катализаторнинг ғовақлилигига боғлиқ бўлиб, адсорбцион жараёни яхши боришини

Катализаторни тушириб сульфидлаш бирикмалар - катализатор реакторга юкланганч, уни ишга жараёни бошлашдан аввал олтингутуртли билан сульфидлаш яхши натижалар бермасди, чунки катализаторни узоқ вақт барқарор ишлаш имкониятини беради.

Катализатор массасини таблетка таблеткалаш пудраси қўшиб - тайёр бўлган катализатор массасини (толқонини) машинасида таблеткалаш учун унга графит таблеткаланади.

Катализатор массасини грануллаш - тайёр бўлган катализатор массасини хамирни шнек прессдан ўтказилиб грануллаш.

ИЛОВАЛАР

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Рўйхатга олинди:

№ БД 5321400-3 07

2017 йил "18" 08



Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги

2017 йил "24" 08

НЕФТЬ-ГАЗКИМЁ САНОАТИДА КАТАЛИЗ
ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 300000 - Ишлаб чиқариш-техник соҳа

Таълим соҳаси: 320000 – Ишлаб чиқариш технологиялари

Таълим йўналиши: 5321400 – Нефт-газкимё саноати технологияси

Тошкент – 2017

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2017 йил “24” 08 даги “603”-сонли буйруғининг 2-илоvasи билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2017 йил “18” 08 даги 4 - сонли баённомаси билан маъқулланган.

Фан дастури Бухоро муҳандислик-технология институтида ишлаб чиқилди.

Тузувчи:

Ғ.Р. Бозоров – БМТИ, “Нефткимё саноати технологияси” кафедраси мудири, доцент.

Такризчилар:

Ё.Ғ.Шомуротов- Бухоро НҚИЗ бош технологи ўринбосари

Ҳ.Б.Дўстов - БухМТИ “Нефткимё саноати технологияси” кафедраси профессори, к.ф.д.

У.Т.Жўраев - Шўртан газ-кимё мажмуаси Полиэтилен ишлаб чиқариш цехи Бутен-1 қурилмаси муҳандис-технологи

Фан дастури Бухоро муҳандислик-технология институти Кенгашида кўриб чиқилган ва тавсия қилинган (2017 йил “17” 08 даги “12” - сонли баённома).

I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

Ушбу дастур —Газ-кимё саноатида катализ|| фанини чуқур ўргатиш, жараёнларни интенсивлаштириш усуллари таҳлил қилиш, унинг ривожланиш тенденциялари ҳамда республикадаги ижтимоий - иқтисодий ислохотлар натижаларига таъсирини камраб олади.

Мазкур фан умумкасбий фанлар блокига киритилган курс ҳисобланиб, 2босқич магистратура йўналишига ўқитилиши мақсадга мувофиқ бўлади. Бу фанни ўқитиш учун —Нефть ва газ саноатининг истиқболли жараёнлари||, —Табий газ ва конденсатни қайта ишлаш ва суюлтирилган газларни олишнинг назарий асослари ва жиҳозлари||, —Кимё саноати махсус жиҳозларининг конструкцияси, ҳисоби ва лойиҳалаш асослари||, —АЁҚШлар ва автомобилларга газ тўлдириш компрессор станцияларини қуриш ва ишлатиш асослари||, —Синтетик ёқилғилар олиш жараёнининг илмий асослари,|| каби фанлар назарий замин бўлиб хизмат қилади. Мазкур фан ҳозирги замон янги жараён ва технологияларининг назарий ва услубий асосини ташкил қилиб, ўз ривожда нефть ва газни қайта ишлаш соҳасини интенсивлаштиришга шароит яратади.

II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифалари

«Газ-кимё саноатида катализ» фанини ўқитишдан мақсад магистрларни нефть, газ конденсати ва газни қайта ишлашдаги каталитик реакцияларнинг қонуниятларини ўрганишда ва содир бўлаётган технологик жараёнларни чуқур эгаллаб, келгусида нефть, газ конденсати ва газни қайта ишлаш корхоналарида мустақил ишлаб кетишлари учун назарий ва амалий асос ҳозирлашдан иборатдир.

- Ушбу фанни ўқитишнинг вазифаси магистрларга нефть ва газни қайта ишлашдаги каталитик жараёнлар уларнинг назарий асослари тўғрисида керакли назарий ва амалий билимларни бериш, уларга каталитик крекинг, риформинг, гидротозалаш, алкиллаш, гидрокрекинг, изомерланиш реакцияларини ўқиш жараёнида ўргатиб боришдан иборат.

«Газ-кимё саноатида катализ» ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида магистр: нефть, газ конденсати ва газни қайта ишлашдаги каталитик жараёнлар

ҳақида назарий маълумотларни олиш ва уларни таҳлилини билиши керак;

- технологик жараёнлар натижасида олинадиган маҳсулотлар, уларнинг турлари, нефть-газ ва газконденсатидан ёқилғи ва мойлар ишлаб чиқариш, жиҳозларнинг асосий турлари, ишлаб чиқариш унумдорлиги, бунда каталитик жараёнларнинг аҳамияти, турли хил ёқилғилар ва мойлар ишлаб чиқариш учун керак бўлган хом-ашё материаллари ва уларнинг таркибларини аниқлаш бўйича кўникмаларга эга бўлиши керак;

- нефть ва газни қайта ишлаш технологик жараёнларини интенсивлаштириш, уларнинг муқобил (оптимал) жараёнларини танлаш, турли хил газ ва нефть маҳсулотларини ишлаб чиқариш жараёнларининг технологик мазмунини, тармоқнинг келгусида ривожланиш йўналишларини ва шу жумладан, илғор хорижий давлатларда қўлланилаётган каталитик жараёнларнинг замонавий усуллари янада ривожланиш, малакаларига эга бўлиши керак.

2.1. Фанни ўзлаштирган магистрнинг малакавий даражалари Ушбу фанни ўзлаштирган магистрлар:

- Нефть ва газни қайта ишлашдаги каталитик жараёнлар ҳақида тўлиқ маълумотга эга бўладилар;
- Каталитик реакциялар технологик жараёнининг асбоб ускана ва жихозлари билан танишадилар;
- Нефть ва газни қайта ишлашдаги каталитик жараёнларни кинетик параметрларини ва реакция олиб борадиган реакторларнинг асосий катталикларини ҳисоблаш, технологияга оид ҳужжатларни тайёрлаш ишларини амалга ошира оладилар;
- Катализ жараёнларида қўлланиладиган катализаторларни реакция учун тайёрлаш усуллари ўрганадилар, олинган натижаларни қайта ишлаш ва таҳлил қилиш кўникмаларига эга бўладилар;
- Нефть ва газни қайта ишлашдаги катализ жараёни технологиясини автоматлаштириш, моделлаштириш асослари, катализаторларнинг кимёвий реакциядаги ўрни ва вазифалари ҳамда экологик тоза технологиясини яратиш йўллари тўғрисидаги маълумотларга эга бўладилар.

2.2. Фаннинг ўқув режасидаги фанлар билан боғлиқлиги

Бу фанни ўзлаштириш учун магистр қуйидаги фанлардан етарли даражада маълумотга эга бўлиши шарт:

- Умумий ва анорганик, органик, физик-коллоид кимёси, кимёвий технологиянинг назарий асослари ва нефть кимёвий синтези; -

Нефть кимёси ва физикаси.

- Олий математика ва информатика;
- Чизмачилик, муҳандислик графикаси, электротехника, иссиқлик техника асослари;
- Технологик жараёнларни автоматлаштириш, автоматик бошқариш назарияси;
- Экология ва менежмент асослари;

- Стандартлаштириш, технологик жараён ва курилмалари, технологик жараёнларни назорат қилиш.

2.3. Фанни ўқитишда педагогик ва ахборот технологияларидан фойдаланиш

Фани ўқитишда дастурли таълим, эвистик ёндашиш, муаммоли вазият яратиш усуллари қўлланилади. Фани ўрганишда оғзаки, кўргазмали, амалий усуллардан, репродуктив ва ижодий усуллардан кенг фойдаланилади.

Фандан ўтиладиган мавзулар ва улар бўйича машғулот турларига ажратилган соатларнинг тақсимооти

№	Фаннинг бўлими ва мавзуси, маъруза мазмуни	Соатлар			
		Жа ми	Маъ руза	Амал ий машғу лотла р	Муста қил таъли м
1.	Кириш. Каталитик жараёнларнинг тарихи		2	4	4
2.	Нефть ва газни қайта ишлашда каталитик реакциялар ва уларнинг аҳамияти		4		4
3.	Каталитик жараёнларнинг саноатда тутган ўрни ва вазифалари.		2	4	4
4.	Катализаторларни саноатда тутган ўрни		2	4	4
5.	Гомоген катализ ва унинг механизми		4		4
6.	Гетероген катализ ва унинг механизми		2	4	4
7.	Катализаторлар. Уларнинг турлари. Катализатор фаоллигига сув миқдорининг таъсири		4	2	4
8.	Катализатор захарлари. Катализатордаги кокс миқдори аниқлаш		2	4	6
9.	Саноатда каталитик крекинг жараёнида ишлатиладиган катализаторлар		4	4	4
10	Ташувчилар. Алюмосиликатли катализаторларни индекс активлиги		2		4
11	Катализ назариялари. Катализаторларни тайёрлаш турлари ва усуллари. Физикавий назария		4	4	4

1 2	Катализаторларнинг асосий хоссалари		2		4
1 3	Нефтни қайта ишлаш технологиясида асосий гидрогенизация жараёнлари.		4	4	4
1 4	Катализнинг асосий назариялари. Кимёвий адсорбция		2		4
1 5	А.А.Баландиннинг мультиплет назарияси		2	4	4
1 6	Н.И.Кобозевни актив ансамбллар назарияси		2		4
1 7	Катализаторнинг айрим физик хусусиятлари		2	4	4
1 8	Катализаторнинг физик кўрсаткичларининг каталитик хоссасига таъсири		2		4
1 9	Катализаторларнинг зичлигини ва турғунлигини аниқлаш		2	4	4
2 0	Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёвчилар.		2	4	4
2 1	Катализаторлар активлигини тиклаш усуллари		2	4	4
Жами		19 4	54	54	86

III. Асосий назарий қисм (маъруза машғулотлари)

1-мавзу. Кириш. Каталитик жараёнларнинг тарихи (2соат)

Нефть ва газни қайта ишлашда катализаторлар ва каталитик жараёнлар тўғрисида тушунча. Катализ жараенининг назарий асослари.

Нефть ва газни қайта ишлашда каталитик жараёнлар фанининг тарихи ва унинг вазифаси. Каталитик реакцияларнинг турлари. Каталитик реакцияларда активланиш энергиясининг ўзгариши. Гомоген ва гетероген катализ тўғрисида маълумот.

2- мавзу. Нефть ва газни қайта ишлашда каталитик реакциялар ва уларнинг аҳамияти. (4соат)

Ўзбекистон кимё ва нефтни қайта ишлаш саноатида катализнинг тутган ўрни. Катализ тўғрисидаги умумий тушунчалар. Катализаторларнинг реакция мувозанатига таъсири. Катализатор таъсирида қайтар реакциянинг тезлашиши. Катализаторнинг активлаш энергияси. Уни назарий жиҳатдан тушунтириш

3 - Мавзу. Каталитик жараёнларнинг саноатда тутган ўрни ва вазифалари (2 соат)

Гомоген катализаторларнинг турлари, тузилиши, хоссалари ва механизми. Гомоген катализнинг назарий асослари, ишлатилиш жараёни, уларни афзаллиги ва камчилиги тўғрисида умумий тушунчалар. Катализаторларнинг активлиги. Катализатор активлигини қайта тиклаш.

4 - Мавзу. Катализаторларни саноатда тутган ўрни (4соат)
Гетероген каталитик жараёнлар. Гетероген катализнинг назарий асослари. Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири. Температуранинг, босимнинг, катализаторларнинг майдаланганлик даражасини таъсири. Ташувчилар. Гетероген каталитик жараёнларнинг босқичлари.

5-Мавзу. Гомоген катализ ва унинг механизми (4соат)

Катализаторларнинг вазифаси, ишлатилиш жараёнлари, уларнинг турлари, катализатор фаоллигини ошириш йўллари, улар таркибидаги сув миқдорининг таъсири, катализаторларни тайёрлаш, уларни хоссалари ва хусусиятлари тўғрисида умумий тушунчалар берилади. Катализаторнинг хизмат вақти, уни назарий жиҳатдан тушунтириш. Катализаторларни тайёрлаш усуллари

6- Мавзу. Гетероген катализ ва унинг механизми (4соат)

Катализаторларнинг заҳарланиши, уларни назарий асослаш ва фаоллигини камайишининг сабаблари. Катализаторларни заҳарлайдиган омиллар, уларнинг катализаторлар сифати ва ишлашига таъсири. Катализаторларнинг заҳарланишини олдини олиш омиллари.

7- Мавзу. Катализаторлар. Уларнинг турлари. Катализатор фаоллигига сув миқдорининг таъсири (4соат)

Каталитик крекинг жараёнида ишлатиладиган катализаторлар, саноатда ишлатиладиган катализаторлар турлари, хоссалари. Уларни маҳсулот чиқишига, сифатига ва хоссаларига таъсири. Жараённинг технологияси.

8- Мавзу. Катализатор заҳарлари. Катализатордаги кокс миқдорини аниқлаш (2соат)

Катализаторларнинг ташувчилари сифатида ишлатиладиган моддалар, реакция ва катализаторларга қараб ташувчиларни танлаш ва уларнинг

хоссалари.Ташувчиларнинг асосий катализаторга таъсири. Алюмосиликатли катализаторларнинг таркиби, регенерацияси.

9-Мавзу. Саноатда каталитик крекинг жараёнида ишлатиладиган катализаторлар. (4соат)

Каталитик риформинг жараёнинг химизми, катализаторлари. Жараённинг асосий омиллари: температура, босим, хажмий тезлик. Паст босимда платформинг. Юқори босимда платформинг. Катализатор компонентларининг вазифаси.

10-Мавзу. Ташувчилар. Алюмосиликатли катализаторларни индекс активлиги (2соат)

Катализаторларнинг хоссалари, тузилиши, таркиби, механик қаттиқлиги, уларнинг актив компонентлари юзалари тўғрисида маълумотлар. Катализатор хосса ва сифатини белгиловчи кўрсаткичлар.

11-Мавзу. Катализ назариялари. Катализаторларни тайёрлаш турлари ва усуллари. Физикавий назария (4соат)

Нефтни қайта ишлаш жараёнларида водородни қўллаш натижасида юқори сифатли бензин, дизель ёқилғиси ва мойлар олиш, охириги вақтда нефтни қайта ишлашни чуқурлаштирилиши, оғир ва юқори олтингугуртли нефтни қайта ишлашни водород билан олиб бориш, нефть маҳсулотлари таркибидаги олтингугуртли бирикмалар гидрогенолизи ва катализаторларнинг фаоллигини йўқотиши, гидротозалаш жараёнининг асосий муаммолари.

12-Мавзу. Катализаторларнинг асосий хоссалари (4соат)

Ҳозирда нефть ва газни қайта ишлаш саноатида, катализ назарияси тарихий нуқтаи назардан икки гуруҳга, кимёвий назарияга (оралиқ бирикмалар назарияси) ва физикавий назарияга бўлиниши, Катализ жараёни асосан катализатор билан реагентларни сорбцияланишига боғлиқлиги, катализнинг физикавий назарияси, адсорбцияланиш жараёнини катализдаги аҳамияти.

13-Мавзу. Нефтни қайта ишлаш технологиясида асосий гидрогенизация жараёнлари.(4соат)

Актив марказларнинг табиатини ўрганиш, ўтар ҳолат назариясини катализга тадбиқ этиш, юзада ҳосил бўлган органик бирикмалар табиатини ва уларнинг ҳосил бўлиш механизмини ўрганиш, катализнинг кўпгина ҳодисаларини тушуниш, каталитик ва адсорбцион актив марказ тушунчалари, катализ жараён содир бўлиши учун реагентлар молекуласининг тузилиши билан актив марказларнинг тузилиши орасида маълум геометрик мувофиқликнинг (мослашув) бўлиши.

14-Мавзу. Катализнинг асосий назариялари. Кимёвий адсорбция (2соат)

Актив марказлар табиатини кристаллик ҳолати билан боғлаш, катализнинг асосий турлари - гомоген, гетероген ва микрогетероген (коллоид, фермент), катализаторларни бир нуқтаи назардан қараб изоҳлаш, назариянинг математик ифодасидан A ва $\square$ маълум бўлса, актив марказларни ҳосил қилган атомларнинг сонини маълум температурадаги силжиш соҳаларининг ўртача юзасини, бир актив марказнинг каталитик активлигини ва силжиш соҳаларининг умумий сонини ҳисоблаб топиш, катализнинг электрон назариялари тўғрисида тушунча.

15-Мавзу. А.А. Баландиннинг мультиплет назарияси (2соат)

Катализаторнинг ўзига хос ғовакли структурасини ва катализатор зичлиги, улардан кенг қўлланиладиган турлари; сочилувчан, эҳтимоллик (кажущаяся) ва чин (ҳақиқий) зичликлари, ғовакнинг тузилишини ҳарактерлаш учун умумий ғовак ҳажмини, уларни катталиги бўйича тарқалиши, ғоваклар орасидаги боғлиқлиги.

16-Мавзу. Н.И. Кобозевни актив ансамбллар назарияси (2соат)

Катализаторнинг зичликлари, катализатор актив компонентларининг юзаси, катализаторнинг механик қаттиқлиги, катализаторнинг фазовий таркиби, катализаторнинг кислотали, ишқорли хусусиятлари, кислотали хусусиятга эга бўлган қаттиқ катализаторлар тўғрисида маълумот.

17-Мавзу. Катализаторнинг айрим физик хусусиятлари (2соат)

Турғунлик – деб катализаторни саноат шароитида ишлатилганда узок вақт ўз активлигини ва селективлигини сақлаб қолиш хусусияти, Катализаторни коксланиши ва регенирация қилиш. Активлигини пасайиш сабаблари. Хом ашёнинг катализатор билан контактланиши натижасида унинг юзаси смоласимон – кокс маҳсулоти билан қопланади, натижада катализаторни активлиги пасайиши.

18-Мавзу. Катализаторнинг физик кўрсаткичларини унинг каталитик хоссасига таъсири (2 соат)

Катализаторни кислород (ёки ҳаво) ва ҳавони сув буғи аралашмаси билан активлигини тиклаш $400-500^{\circ}\text{C}$ да олиб борилиши, катализатор заррачаларининг таркиби – (уни грануламетриқ таркиби ҳам дейилади) – катализатор заррачаларини ўлчамлари билан ҳарактерланиши, текшириладиган катализатор заррачаларининг катта-кичиклигини аниқлаш учун элак ёки дисперсия усулини қўлланилиши.

19-Мавзу. Катализаторларнинг зичлигини ва турғунлигини аниқлаш (2соат)

Қуруқ усулда (ёндириш, тоблаш). Хўл (нам) усулда (чўктириш билан). Қотишма (сплавы). Коллоид металллар олиш йўли билан. Олинган чўкмаларни дистилланган сув билан OH^- ёки NO_3^- ионлари йўқолгунча ювиш керак. Кўрсатилган ионлар ювилмагунча катализатор активлиги паст бўлади ва у тез ишдан чиқади. Чўкмада ортиқча ишқор бўлиши конденсация жараёнини тезлаштиради. 20-Мавзу. Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёвчилар. (2соат)

Комплекс катализаторларни тайёрлашнинг гетероген катализаторлардан фарқи. 8 гуруҳ металлари иштирокида эрувчан комплекс гомоген катализаторларини олиш.

21-Мавзу. Катализаторлар активлигини тиклаш усуллари (2 соат)

Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёвчилар ҳақида, катализаторларни кичик нисбий юзага (диатомит, пемза, асбест) ёки юқори такомиллашган юзага (P - Al_2O_3 , MgO , силикагель, лойлар (каолин, бентонит) алюмосиликатларга эга бўлган ёвчилардан тайёрлаш. Асосий ёвчиларнинг айримларини физик-кимёвий хусусиятлари, алюминий оксиди турлари ва уларни тайёрлаш.

IV. Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларда магистрлар нефть ва газни қайта ишлаш саноатида қўлланиладиган катализаторларни тайёрлаш жараёнидаги ҳисоблашларни ва уларнинг каталитик хоссаларини ҳамда айрим кўрсаткичларини аниқлашни ўрганадилар.

Амалий машғулотларнинг тахминий тавсия этиладиган мавзулари:

Гомоген ва гетероген катализаторларнинг турлари, тузилиши, хоссалари ва бориш механизми тушунтирилади. Гомоген ва гетероген катализаторларни олиш, ишлатилиш жараёни, уларнинг афзаллиги ва камчилиги тўғрисида умумий тушунчалар берилади ва ҳисоблаш ишлари амалга оширилади.

Катализаторларнинг ташувчилари сифатида ишлатиладиган моддалар, реакция ва катализаторларга қараб ташувчиларни танлаш ва уларнинг хоссалари тўғрисида маълумот берилади.

Каталитик реакцияни активланиш энергиясини ҳисоблаш, катализаторларнинг селективлиги ва унумдорлигини, катализаторларни селективлиги (танлаб таъсир этиши). Қаттиқ катализаторларнинг физик хоссаларига оид ҳисоблаш. Катализаторларнинг фаоллигини ҳисоблаш. Алюмосиликатли катализаторларнинг активлик индекси тушунтирилади.

Табиий катализаторлар сифатида саноатда турли жараёнлар учун (крекинг) этерификация, полимеризация, олтингугуртни олтингугуртли

газлардан олиш ва бошқалар: боксит, кизелгур, темир рудаси ва ҳар хил лойларнинг ишлатилиши.

Қўзғалмас қатламли каталитик жараён реакторда катализатор қатламли баландлигини ҳисоблаш, мавҳум қайнаш қатламли каталитик жараёнда катализаторнинг қайновчи қатлам баландлигини ҳисоблаш. Алюминий оксиди ва металл оксидлари асосида қоплаш усули билан катализатор тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини. Ишқорлаш усули ёрдамида темир билан промоторланган никель алюминий катализаторини тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш.

Оксидли алюмомолибден катализаторини тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш. Углерод оксиди сув буғи билан конверсия жараёни катализатори тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини. Алюмоникель молибден катализаторини тайёрлаш. Ишқор билан ишлов бериш усули ёрдамида никель катализаторларини тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш.

Цеолитли катализаторлар. Поливинилли, катионитли ёки дикатионитланган шаклда ноорганик ва органик реакцияларда крекинг, гидрокрекинг, изомерлаш, алкиллаш, гидридлаш, оксидлаш ва бошқаларда ишлатилиши.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда магистрлар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий масалалар ечиш орқали янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида магистрлар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни чоп этиш орқали магистрлар билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўр|газмали қуруллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

V. Мустақил таълим машғулотларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Мустақил ишни мазмуни

1. Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири. Температуранинг, босимнинг, катализаторларнинг майдаланганлик даражасига таъсири. Ташувчилар
2. Гетероген каталитик жараёнларда активлаш жараёни. Катализнинг физик назарияси. Тейлорнинг энергетик назарияси. Катализнинг электрон назарияси. Катализнинг радикал назарияси.
3. Крекинг жараёнини олиб борадиган шароитлари, температура, босим, ҳажмий тезлик. Каталитик крекинг жараёнида қўлланиладиган катализаторлар. Алюмосиликат катализаторлар таркиби, синтез қилиш технологияси ва регенирацияси.

4. Каталитик риформинг жараёнинг химизми, катализаторлари. Жараённинг асосий омиллари, температура, босим, хажмий тезлик. Паст босимда платформинг. Юқори босимда платформинг.

5. Гидротозалаш жараёнининг химизми. Бензин, дизел ёқилғисини гидротозалаш. Жараённинг асосий омиллари, температура, босим, хажмий тезлик. Гидротозалаш жараёнида катализаторларнинг захарланиши ва уларнинг регенерацияси.

6. Гидрокрекинг жараёни олиб бориш шароитлари босим, температура, хомашёнинг миқдори (ҳажмда). Гидрокрекинг жараёнининг катализаторлари ва уларнинг регенерацияси.

Магистрлар мустақил таълимнинг мазмуни ва ҳажми

Ишчи ўқув дастурининг мустақил таълимга оид бўлим ва мавзулари	Мустақил таълимга оид топшириқ ва тавсиялар	Бажарилиш муддатлари	Ҳажми (соатда)
Гетероген катализ.	Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири. Температуранинг, босимнинг, катализаторларнинг майдаланганлик даражасига таъсири. Ташувчилар	5-хафта	15
Гетероген катализ назарияси.	Гетероген каталитик жараёнларда активлаш жараёни. Катализнинг физик назарияси. Тейлорнинг энергетик назарияси. Катализнинг электрон назарияси. Катализнинг радикал назарияси.	6-хафта	15
Нефть маҳсулотларини каталитик крекинглаш жараёни.	Крекинг жараёнини олиб борадиган шароитлари, температура, босим, хажмий тезлик. Каталитик крекинг жараёнида қўлланиладиган катализаторлар. Алюмосиликат катализаторлар таркиби, синтез қилиш технологияси ва регенерацияси.	7-хафта	15

Каталитик риформинг жараёни.	Каталитик риформинг жараёнинг химизми, катализаторлари. Жараённинг асосий омиллари,	8-хафта	15
	температура босим, хажмий тезлик. Паст босимда платформинг. Юқори босимда платформинг. Платформинг катализаторларининг таъминловчи фирмалар.		
Гидрогенизация жараёнлари.	Гидротозалаш жараёнининг химизми. Бензин, дизел ёқилғисини гидротозалаш. Жараённинг асосий омиллари, температура, босим, хажмий тезлик. Гидротозалаш жараёнида катализаторларнинг захарланиши ва уларни регенерация қилиш. Алюмоникельмолибден ва алюмокобальтмолибден катализаторларини таъминловчи фирмалар	9-хафта	15
Гидрокрекинг жараёнини химизми ва кинетикаси.	Гидрокрекинг жараёнини олиб бориш шароитлари босим, температура, хом-ашёнинг миқдори (ҳажмда). Гидрокрекинг жараёнини катализаторлар ва уларнинг регенерацияси. Катализаторни таъминловчи фирмалар	10-хафта	11
Жаъми			86

4.2. Баҳолаш мезонлари

4.2.1. ЖН ни баҳолаш

—Нефть-газни қайта ишлашнинг назарий асослари ва саноат катализи|| фани бўйича жорий баҳолаш магистрнинг амалий машғулотидаги ўзлаштиришини аниқлаш учун қўлланилади. ЖН ҳар бир машғулотида сўров, яъни коллоквиум ўтказиш, амалий бажариш, савол ва жавоб, суҳбат ва ҳисобот топшириш каби шаклларда амалга оширилади. Магистрга ЖН да бутун сонларда баллар қўйилади.

Магистрнинг амалий машғулотларини ўзлаштириш даражасини қўйидаги мезонлар асосида аниқланади.

Магистрнинг амалий машғулот бўйича ўзлаштириш даражаси	Магистрга қўйиладиган балл	
Амалий машғулотларни бажариш учун назарий асослар бўйича мукамал билимга эга. Амалий ишларни бажариш учун ташувчи ва фаол компонентлар хоссаларини билади. Ҳисоблашларни мустақил бажара олади ва олинган натижаларни мустақил таҳлил қилади.	100%	5
Амалий машғулотларни назарий асослари бўйича етарли билимга эга. Ҳисоблаш ишларини бажарган. Олинган ҳисоб-китоб ишларини таҳлил қила олади.	86%	4
Амалий машғулотларнинг назарий асослари бўйича тўлиқ билимга эга эмас. Ҳисоблаш ишларини бажарган ва расмийлаштирган.	71%	3
Амалий машғулотларни чала билади. Ҳисобот ишларини ўзи бажара олмайди ва тўлиқ расмийлаштира олмайди.	54%	-

4.2.2. ОН ни баҳолаш

ОБ маъруза машғулотларининг бир неча материаллари бўйича ўтказилади. Бир семестрда 2 та ОН ўтказилади (7 ва 10 ҳафталарда).

Битта ОН да 5 та саволдан иборат вариант берилади, унга жами 1 балл ажратилади. ОН вариантларининг барча саволларига ёзма шаклда жавоб берилади. ОН га ажратилган баллнинг 3 дан паст балл тўплаган магистр ўзлаштирмаган ҳисобланади. Оралиқ назорат —Ёзма ишларини баҳолашда қўйидаги омиллар ҳисобга олинади.

Баҳоланиши	Баҳоланиш омиллари	ОН ёзма ишини баҳолаш
Ҳар бир савол учун алоҳида баҳоланиш	1.Жавобларнинг тўғрилиги ва тўлиқ ёзилганлиги	1
ОН —Ёзма ишларини бўйича	2. Жавобларни ёзишда ижодий ёндашиш.	1

умумий баҳоланади	3.Жавобларни ёритишда таянч сўз ва тушунчалардан фойдаланганлик	1
	4. Иш хажми	1
	5. Ҳуснихат	1
	Жами	5

4.2.3. ЯН ни баҳолаш

Якуний назорат ёзма равишда ўқув семестрини тугашидан бир ҳафта олдин ўтказилади. ЯН вариантида 5 та савол берилади. Барча саволларга 2 соат давомида ёзма шаклда жавоб ёзиш талаб этилади. Қуйидаги ЯН варианти намунаси келтирилган:

Вариант № ____

2. Гетероген катализ назарияси
3. Каталитик риформинг жараёнининг химизми
4. Платформинг катализаторларини юқори босимда ишлатиш
5. Гидротозалаш жараёнининг химизми
6. Гидрокрекинг жараёнини олиб бориш шароитлари ва катализаторлари

ЯН — Ёзма иш || ини баҳолашда қуйидаги омиллар ҳисобга олинади

Баҳоланиши	Баҳоланиш омиллари	ЯН ёзма ишини баҳолаш
Ҳар бир савол учун алоҳида баҳоланиш	1.Жавобларни тўғри ва тўлиқ ҳолда ёзилганлиги	1
—Ёзма иш бўйича умумий баҳоланади	2.Жавобларни ёзишда ижодий ёндашиш.	1
	3.Жавобларни ёритишда таянч тушунчалардан фойдаланганлик	1
	4. Иш хажми	1
	5. Ҳуснихат	1
	Жами	5

—ТАСДИҚЛАЙМАН||

—НГҚИО|| каф.мудир

доц.Ўринов У.К.

—__||__ 2019 й.

Фан дастурининг бажарилишини календар режаси

(Маъруза) 2019-2020

Машғулоти тури (ўқув йили)

Факултет: Геология қидирув Гуруҳ _____

Фаннинг номи: Газ-кимё саноатида катализ

Маъруза ўқитувчиси: _____

Амалий машғулоти ўқитувчиси: _____

№	Мавзулар номи	Режа бўйича ажратилган ҳажм	Амалда бажар илши		Ўқитувчи имзоси
1.	Кириш. Каталитик жараёнларнинг тарихи	2	2		
2.	Нефть ва газни қайта ишлашда каталитик реакциялар ва уларнинг аҳамияти	4	2		
			2		
3.	Каталитик жараёнларнинг саноатда тутган ўрни ва вазифалари.	2	2		
4.	Катализаторларни саноатда тутган ўрни	2	2		
5.	Гомоген катализ ва унинг механизми	4	2		
			2		
6.	Гетероген катализ ва унинг механизми	2	2		
7.	Катализаторлар. Уларнинг турлари.	4	2		
	Катализатор фаоллигига сув миқдорининг таъсири		2		
8.	Катализатор захарлари. Катализатордаги кокс миқдорини аниқлаш	2	2		
9.	Саноатда каталитик крекинг жараёнида ишлатиладиган катализаторлар	4	2		
			2		
10	Ташувчилар. Алюмосиликатли катализаторларни индекс активлиги	2	2		
11	Катализ назариялари. Катализаторларни тайёрлаш турлари ва усуллари. Физикавий назария	4	2		
			2		
12	Катализаторларнинг асосий хоссалари	2	2		
13		4	2		

	Нефтни қайта ишлаш технологиясида асосий гидрогенизация жараёнлари.		2		
14	Катализнинг асосий назариялари. Кимёвий адсорбция	2	2		
15	А.А.Баландиннинг мультиплет назарияси	2	2		
16	Н.И.Кобозевни актив ансамбллар назарияси	2	2		
17	Катализаторнинг айрим физик хусусиятлари	2	2		
18	Катализаторнинг физик кўрсаткичларининг каталитик хоссасига таъсири	2	2		
19	Катализаторларнинг зичлигини ва турғунлигини аниқлаш	2	2		
20	Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёловчилар.	2	2		
21	Катализаторлар активлигини тиклаш усуллари	2	2		
	Жами	54	54		

ТУЗУВЧИ:

Профессор-ўқитувчи имзоси _____

Календар режанинг бажарилиши ҳақида кафедра мудири хулосаси

Кафедра мудири _____ доц. Ўринов У.К.

—ТАСДИҚЛАЙМАН||

—НГҚИО|| каф.мудир

доц.Ўринов У.К.

—__||__ 2019 й.

Фан дастурининг бажарилишини календар режаси

(Амалий машғулот) 2019-2020

Машғулот тури (ўқув йили)

Факултет: Геология қидирув Гуруҳ _____

Фаннинг номи: Газ-кимё саноатида катализ

Маъруза ўқитувчиси: _____

Амалий машғулотлари ўқитувчиси: _____

№	Мавзулар номи	Режа бўйича ажратилган ҳажм	Амалда бажарилиши		Ўқитувчи имзоси
1.	Гетероген катализга оид ҳисоблаш	4	2		
			2		
2.	Гомоген катализга оид ҳисоблаш	4	2		
			2		
3.	Каталитик реакцияни активланиш энергиясини ҳисоблаш	4	2		
			2		
4.	Катализаторнинг селективлиги ва унумдорлигини ҳисоблаш Катализаторни селективлиги (танлаб таъсир эътиши)	4	2		
			2		
5.	Қаттиқ катализаторларнинг физик хоссаларига оид ҳисоблаш	2	2		
6.	Катализаторнинг фаоллигини ошириш	4	2		
			2		
7.	Қўзғалмас қатламли каталитик жараён реакторида катализатор қатлами баландлигини ҳисоблаш	4	2		
			2		

8.	Мавҳум қайнаш қатламли каталитик жараёнда катализаторнинг қайновчи қатлам баландлигини ҳисоблаш	4	2		
			2		
9.	Алюминий оксиди ва металл оксидлари асосида қоплаш усули		2		
	билан катализатор тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш	4	2		
10	Ишқорлаш усули ёрдамида темир билан промотирланган некил алюминий катализаторини тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш	4	2		
			2		
11	Оксидли алюминомолибден катализаторни тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш	4	2		
			2		
12	Углерод оксиди сув буғи билан конверсия жараёни катализатори тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш	4	2		
			2		
13	Алюмоникел молибден катализаторни тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш	4	2		
			2		
14	Ишқор билан ишлов бериш усули ёрдамида некил катализаторни тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш	4	2		
			2		
	Жами	54	54		

ТУЗУВЧИ:

Профессор-ўқитувчи имзоси _____

Календар режанинг бажарилиши ҳақида кафедра мудири хулосаси

Кафедра мудири _____ доц. Ўринов У.К.

VII. Асосий ўқув адабиётлар ҳамда ахборот манбаалари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамыз 488 б, Т. —Ўзбекистон, 2017 йил
2. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови 48 б, Т. —Ўзбекистон, 2017 йил
3. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамыз 56 б. Т. —Ўзбекистон, 2016 йил
4. Ч. Томас. «Промышленные каталитические процессы и эффективные катализаторы» М., Мир, 2003, 271 стр.
5. Е.Д.Радченко и др. «Промышленные катализаторы. Гидрогенизации процессов нефтепереработки» М., Химия, 1987, 219 стр.
6. Масагутов Р.М. «Алюмосиликатные катализаторы и изменение их свойства при крекинге нефтепродуктов» Л., Химия 1985, 274 стр.
7. Кукина А.И. Баландин. «Практикум по органическому катализу» М, МТУ, 2001, 200 стр.
8. Р.М. Масагутов «Регенерация катализаторов в нефтепереработке и нефти химии» М., Химия, 1987, 140стр

1-илова

Ишчи ўқув дастурга ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш тўғрисида

_____ ўқув йили учун ишчи ўқув дастурига қўйидаги ўзгартириш
ва қўшимчалар киритилмоқда:

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Ўзгартириш ва қўшимчаларни киритувчилар:

(профессор-ўқитувчининг И.Ф.О.)

(имзоси)

Ишчи ўқув дастурга киритилган ўзгартириш ва қўшимчалар — Ёқилғи ишлаб чиқариш ва органик бирикамалар технологияси факультети Илмий-услубий Кенгашида муҳокама этилди ва маъқулланди (____ йил—__||____ даги —__|| - сонли баённома).

Факультет Илмий-услубий
Кенгаши раиси:

доц. Хаджаев Х.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
Тошкент давлат техника университети

Рўйхатга олинди
№_____
«____» _____ 2019 йил

ТАСДИҚЛАЙМАН
Ўқув ишлари бўйича проректор
_____ проф. О. Зарипов
—__||____ 2019 йил

ГАЗ - КИМЁ САНОАТИДА КАТАЛИЗ
ФАНИ
ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 300000 – Ишлаб чиқариш-техник соҳа

Таълим соҳаси: 320000 – Ишлаб чиқариш технологиялари

Мутахассислик: 5A321401 – Кимёвий ва нефть-газкимёвий технологиялар

	Талабанинг ўқув юкламаси, соат		Семестр- лар, соат
		Аудитория машғулоти	

Таълим йўналиши (мутахассислик) коди ва номи	Умумий юклама ҳажми	Жами	Маъруза	Амалий машғулот	Лабор.иши	Семинар	Курс иши (лойиҳаси)	Мустақил иш	3
5A321401 – Кимёвий ва нефть-газкимёвий технологиялар	194	108	54	54	-	-	-	86	6

Тошкент - 2019

Ишчи ўқув дастур Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигида №МД- 5А321401-3.03 рақам билан рўйхатга олинган ва 201__ йил _____ да №__ - сонли буйруқ билан тасдиқланган фан дастури асосида тузилган.

Тузувчи: Ўринов У.К. - ТДТУ, Геология-қидирув факультети, —Нефтьгазни қайта ишлаш объектлари кафедраси мудири, доцент, техника фанлари бўйича фалсафа доктори, PhD.

Ишчи ўқув дастури Геология-қидирув факультетининг —Нефть-газни қайта ишлаш объектлари кафедраси мажлисида (2019 йил _____ №__ - сон баённома) муҳокама этилди ва магистратура бўлими кенгашига тавсия этилди.

Кафедра мудири _____ доц. Ўринов У.К.

Котиб _____ доц. Эшмухамедов М.

Дастур Геология-қидирув факультетининг ўқув-услугий кенгашида кўриб чиқилди (2019 йил —__|| _____ №__-сон баённома) ва университетнинг Илмий-услугий кенгашига тасдиқлашга топширилди.

Ўқув-услугий кенгаш раиси _____

Котиб _____

Ишчи ўқув дастури университетнинг Илмий-услугий кенгашида кўриб чиқилди ва тасдиқланди (2019 йил _____ №__ -сон мажлис баённомаси).

Илмий-услугий кенгаш котиби

Н. Мамбетов

1. Фаннинг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

«Газ-кимё саноатида катализ» фанини ўқитишдан мақсад – магистр магистрга нефть ва газкимё саноатида маҳсулот ишлаб чиқариш жараёнларининг муҳим каталитик жараёнлари, катализаторларнинг турлари, уларнинг кимёвий реакциядаги ўрни, кимёвий реакцияга киришаётган моддалар ва уларнинг катализатор билан комплекс ҳосил қилиши, мақсадли реакцияларни амалга ошириши, ишлаб чиқаришда жараён учун керакли катализаторни танлаш, катализаторлардан тўғри фойдаланиш, катализаторларнинг регенерацияси, каталитик жараёнларни камчиликларини аниқлаш ва уларни бартараф қилиш мақсадида технологияларни такомиллаштириш, янги турдаги замонавий катализаторларни ишлаб чиқаришгача бўлган қобилиятни шакллантиришдан иборат.

2. Фаннинг мақсад ва вазифалари

Фан бўйича талабанинг билимига, кўникма ва малакаларига қуйидаги талаблар қўйилади. Магистр:

- нефть ва газкимё саноати технологиясидаги каталитик жараёнлар, уларда борадиган реакцияларнинг бориш механизми, қонуниятлари тўғрисида тасаввурга эга бўлиши;

- каталитик крекинг, гидротозалаш, риформинг, гидрогенлаш, алкиллаш, полимерланиш, изомерланиш ва бошқа тур реакцияларини амалга оширишда қўлланиладиган катализаторлар турлари, катализаторларни хоссалари, катализаторларни фаоллаштириш, катализаторларни тайёрлаш, катализаторларни қайта тиклаш жараёнларини билиши ва улардан фойдалана олиши;

- ишлаб чиқаришда жараён учун керакли катализаторни танлаш, катализаторлардан тўғри фойдаланиш, каталитик жараёнларни камчиликларини аниқлаш ва уларни бартараф қилиш мақсадида технологияларни такомиллаштириш, янги турдаги замонавий катализаторларни ишлаб чиқариш кўникмаларига эга бўлиши керак.

Магистр ишлаб чиқаришдаги бор бўлган технологик жараёнларни мукаммаллаштириш ва янгиларини ишлаб чиқиш бўйича илмий-тадқиқот ишларини режалаштириш ва ташкил қилишни билиши шарт. Янги ва илғор технологияларни қўллашга интилиши, технологик жараёнларни оптималлаштиришни билиши керак.

3. Асосий қисм

		Ўқитиш шакллари бўйича ажратилган соат	
		Аудитория машғулотлари (соатда)	

T/p	Мавзу номи	Умумий юклама	Жами	Маъруза	Амалиёт (семинар) машғулоти	Лаборатория иши	Курс иши (лой- си)	Муст. таълим
1.	Кириш. Каталитик жараёнларнинг тарихи	6	4	2	2			2
2.	Нефть ва газни қайта ишлашда каталитик реакциялар ва уларнинг аҳамияти	6	4	2	2			2
3.		8	4	2	2			4
4.	Каталитик жараёнларнинг саноатда тутган ўрни ва вазифалари.	8	4	2	2			4
5.	Катализаторларни саноатда тутган ўрни	6	4	2	2			2
6.	Гомоген катализ ва унинг механизми	8	4	2	2			4
7.		6	4	2	2			2
8.	Гетероген катализ ва унинг механизми	8	4	2	2			4
9.	Катализаторлар. Уларнинг турлари. Катализатор фаоллигига сув	6	4	2	2			2
10.	миқдорининг таъсири	8	4	2	2			4
11.	Катализатор захарлари. Катализатордаги кокс миқдорини аниқлаш	6	4	2	2			2
12.	Саноатда каталитик крекинг жараёнида ишлатиладиган	8	4	2	2			4
13.	катализаторлар	6	4	2	2			2
14.	Тащувчилар. Алюмосиликатли катализаторларни индекс активлиги	8	4	2	2			4
15.	Катализ назариялари. Катализаторларни тайёрлаш	8	4	2	2			4
16.	турлари ва усуллари. Физикавий назария	8	4	2	2			4
17.	Катализаторларнинг асосий хоссалари	6	4	2	2			2
18.	Нефтни қайта ишлаш технологиясида асосий	8	4	2	2			4
19.	гидрогенизация жараёнлари.	8	4	2	2			4
20.	Катализнинг асосий назариялари. Кимёвий адсорбция	8	4	2	2			4
21.	А.А.Баландиннинг мультиплет назарияси	8	4	2	2			4

22	Н.И.Кобозевни актив ансамбллар назарияси	8	4	2	2			4
23	Катализаторнинг айрим физик хусусиятлари	8	4	2	2			4
24	Катализаторнинг физик кўрсаткичларини унинг каталитик хоссасига таъсири	6	4	2	2			2
25	Катализаторларнинг зичлигини ва турғунлигини аниқлаш	6	4	2	2			2
26	Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёувчилар.	8	4	2	2			4
27	Катализаторлар активлигини тиклаш усуллари	6	4	2	2			2
	Фан бўйича жами	194	108	54	54			86

Назарий қисм (маърузалар)

3. Асосий назарий қисм (маъруза машғул�лари)

1-модуль. Фаннинг моҳияти ва аҳамияти 1-мавзу.

Кириш. Каталитик жараёнларнинг тарихи.

Нефть ва газни қайта ишлашда катализаторлар ва каталитик жараёнлар тўғрисида тушунча. Катализ жараенининг назарий асослари.

Нефть ва газни қайта ишлашда каталитик жараёнлар фанининг тарихи ва унинг вазифаси. Каталитик реакцияларнинг турлари. Каталитик реакцияларда активланиш энергиясининг ўзгариши. Гомоген ва гетероген катализ тўғрисида маълумот.

2-мавзу. Нефть ва газни қайта ишлашда каталитик реакциялар ва уларнинг аҳамияти.

Ўзбекистон кимё ва нефтни қайта ишлаш саноатида катализнинг тутган ўрни. Катализ тўғрисидаги умумий тушунчалар. Катализаторларнинг реакция мувозанатига таъсири. Катализатор таъсирида қайтар реакциянинг тезлашиши. Катализаторнинг активлаш энергияси. Уни назарий жиҳатдан тушунтириш 3-мавзу. Каталитик жараёнларнинг саноатда тутган ўрни ва вазифалари.

Гомоген катализаторларнинг турлари, тузилиши, хоссалари ва механизми. Гомоген катализнинг назарий асослари, ишлатилиш жараёни, уларни афзаллиги ва камчилиги тўғрисида умумий тушунчалар.

Катализаторларнинг активлиги. Катализатор активлигини қайта тиклаш.

2-модуль. Катализаторларни саноатда тутган ўрни. Гомоген ва гетероген катализ ҳамда уларнинг механизми

4-мавзу. Катализаторларни саноатда тутган ўрни. Гетероген каталитик жараёнлар. Гетероген катализнинг назарий асослари. Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири. Температуранинг, босимнинг,

катализаторларнинг майдаланганлик даражасини таъсири. Ташувчилар. Гетероген каталитик жараёнларнинг босқичлари.

5-мавзу. Гомоген катализ ва унинг механизми. Катализаторларнинг вазифаси, ишлатилиш жараёнлари, уларнинг турлари, катализатор фаоллигини ошириш йўллари, улар таркибидаги сув миқдорининг таъсири, катализаторларни тайёрлаш, уларни хоссалари ва хусусиятлари тўғрисида умумий тушунчалар берилади. Катализаторнинг хизмат вақти, уни назарий жиҳатдан тушунтириш. Катализаторларни тайёрлаш усуллари.

6-мавзу. Гетероген катализ ва унинг механизми. Катализаторларнинг заҳарланиши, уларни назарий асослаш ва фаоллигини камайишининг сабаблари. Катализаторларни заҳарлайдиган омиллар, уларнинг катализаторлар сифати ва ишлашига таъсири. Катализаторларнинг заҳарланишини олдини олиш омиллари.

3-модуль. Катализаторлар ва уларнинг турлари. Катализатор заҳарлари

7-мавзу. Катализаторлар. Уларнинг турлари. Катализатор фаоллигига сув миқдорининг таъсири.

Каталитик крекинг жараёнида ишлатиладиган катализаторлар, саноатда ишлатиладиган катализаторлар турлари, хоссалари. Уларни маҳсулот чиқишига, сифатига ва хоссаларига таъсири. Жараённинг технологияси. 8-мавзу. Катализатор заҳарлари. Катализатордаги кокс миқдорини аниқлаш.

Катализаторларнинг ташувчилари сифатида ишлатиладиган моддалар, реакция ва катализаторларга қараб ташувчиларни танлаш ва уларнинг хоссалари. Ташувчиларнинг асосий катализаторга таъсири. Алюмосиликатли катализаторларнинг таркиби, регенерацияси.

9-мавзу. Саноатда каталитик крекинг жараёнида ишлатиладиган катализаторлар.

Каталитик риформинг жараёнининг химизми, катализаторлари. Жараённинг асосий омиллари: температура, босим, ҳажмий тезлик. Паст босимда платформинг. Юқори босимда платформинг. Катализатор компонентларининг вазифаси.

4-модуль. Катализ назариялари. Катализаторларни тайёрлаш турлари ва усуллари. Катализаторларнинг асосий хоссалари

10-мавзу. Ташувчилар. Алюмосиликатли катализаторларни индекс активлиги. Катализаторларнинг хоссалари, тузилиши, таркиби, механик қаттиқлиги, уларнинг актив компонентлари юзалари тўғрисида маълумотлар. Катализатор хосса ва сифатини белгиловчи кўрсаткичлар.

11-мавзу. Катализ назариялари. Катализаторларни тайёрлаш турлари ва усуллари. Физикавий назария. Нефтни қайта ишлаш жараёнларида водородни қўллаш натижасида юқори сифатли бензин, дизель ёқилғиси ва мойлар олиш, охириги вақтда нефтни қайта ишлашни чуқурлаштирилиши, оғир ва юқори

олтингугуртли нефтни қайта ишлашни водород билан олиб бориш, нефть маҳсулотлари таркибидаги олтингугуртли бирикмалар гидрогенолизи ва катализаторларнинг фаоллигини йўқотиши, гидротозалаш жараёнининг асосий муаммолари.

12-Мавзу. Катализаторларнинг асосий хоссалари (4соат)

Ҳозирда нефть ва газни қайта ишлаш саноатида, катализ назарияси тарихий нуқтаи назардан икки гуруҳга, кимёвий назарияга (оралиқ бирикмалар назарияси) ва физикавий назарияга бўлиниши, Катализ жараёни асосан катализатор билан реагентларни сорбцияланишига боғлиқлиги, катализнинг физикавий назарияси, адсорбцияланиш жараёнини катализдаги аҳамияти.

5-модуль. Катализнинг асосий назариялари ва кимёвий жараёнлари

13-мавзу. Нефтни қайта ишлаш технологиясида асосий гидрогенизация жараёнлари. Актив марказларнинг табиатини ўрганиш, ўтар ҳолат назариясини катализга тадбиқ этиш, юзада ҳосил бўлган органик бирикмалар табиатини ва уларнинг ҳосил бўлиш механизмини ўрганиш, катализнинг кўпгина ҳодисаларини тушуниш, каталитик ва адсорбцион актив марказ тушунчалари, катализ жараён содир бўлиши учун реагентлар молекуласининг тузилиши билан актив марказларнинг тузилиши орасида маълум геометрик мувофиқликнинг (мослашув) бўлиши.

14-мавзу. Катализнинг асосий назариялари. Кимёвий адсорбция. Актив марказлар табиатини кристаллик ҳолати билан боғлаш, катализнинг асосий турлари - гомоген, гетероген ва микрогетероген (коллоид, фермент), катализаторларни бир нуқтаи назардан қараб изоҳлаш, назариянинг математик ифодасидан A ва B маълум бўлса, актив марказларни ҳосил қилган атомларнинг сонини маълум температурадаги силжиш соҳаларининг ўртача юзасини, бир актив марказнинг каталитик активлигини ва силжиш соҳаларининг умумий сонини ҳисоблаб топиш, катализнинг электрон назариялари тўғрисида тушунча.

15-мавзу. А.А. Баландиннинг мультиплет назарияси. Катализаторнинг ўзига хос ғовакли структурасини ва катализатор зичлиги, улардан кенг қўлланиладиган турлари; сочилувчан, эҳтимоллик (кажущаяся) ва чин (ҳақиқий) зичликлари, ғовакнинг тузилишини ҳарактерлаш учун умумий ғовак ҳажмини, уларни катталиги бўйича тарқалиши, ғоваklar орасидаги боғлиқлиги.

16-мавзу. Н.И. Кобозевни актив ансамбллар назарияси. Катализаторнинг зичликлари, катализатор актив компонентларининг юзаси, катализаторнинг механик қаттиқлиги, катализаторнинг фазовий таркиби, катализаторнинг кислотали, ишқорли хусусиятлари, кислотали хусусиятга эга бўлган қаттиқ катализаторлар тўғрисида маълумот.

6-модуль. Катализаторнинг физик кўрсаткичларини унинг каталитик хоссасига таъсири

17-мавзу. Катализаторнинг айрим физик хусусиятлари. Турғунлик – деб катализаторни саноат шароитида ишлатилганда узок вақт ўз активлигини ва селективлигини сақлаб қолиш хусусияти, Катализаторни коксланиши ва регенирация қилиш. Активлигини пасайиш сабаблари. Хом- ашёнинг катализатор билан контактланиши натижасида унинг юзаси смоласимон – кокс маҳсулоти билан қопланади, натижада катализаторни активлиги пасайиши.

18-мавзу. Катализаторнинг физик кўрсаткичларини унинг каталитик хоссасига таъсири. Катализаторни кислород (ёки ҳаво) ва ҳавони сув буғи аралашмаси билан активлигини тиклаш $400-500^{\circ}\text{C}$ да олиб борилиши, катализатор заррачаларининг таркиби – (уни грануламетриқ таркиби ҳам дейилади) – катализатор заррачаларини ўлчамлари билан характерланиши, текшириладиган катализатор заррачаларининг катта-кичиклигини аниқлаш учун элак ёки дисперсия усулини қўлланилиши.

19-мавзу. Катализаторларнинг зичлигини ва турғунлигини аниқлаш. Қуруқ усулда (ёндириш, тоблаш). Ҳўл (нам) усулда (чўктириш билан). Қотишма (сплавы). Коллоид металллар олиш йўли билан. Олинган чўкмаларни дистилланган сув билан OH^- ёки NO_3^- ионлари йўқолгунча ювиш керак. Кўрсатилган ионлар ювилмагунча катализатор активлиги паст бўлади ва у тез ишдан чиқади. Чўкмада ортикча ишқор бўлиши конденсация жараёнини тезлаштиради.

7-модуль. Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёювчилар ва катализаторлар активлигини тиклаш усуллари

20-мавзу. Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёювчилар. Комплекс катализаторларни тайёрлашнинг гетероген катализаторлардан фарқи. 8 гуруҳ металлари иштирокида эрувчан комплекс гомоген катализаторларини олиш.

21-мавзу. Катализаторлар активлигини тиклаш усуллари. Катализатор тайёрлашда ишлатиладиган асосий ёювчилар ҳақида, катализаторларни кичик нисбий юзага (диатомит, пемза, асбест) ёки юқори такомиллашган юзага (PAl_2O_3 , MgO , силикагель, лойлар (каолин, бентонит) алюмосиликатларга эга бўлган ёювчилардан тайёрлаш. Асосий ёювчиларнинг айримларини физиккимёвий хусусиятлари, алюминий оксиди турлари ва уларни тайёрлаш.

4. Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар Амалий машғулотларда магистратура магистри замонавий жиҳозларнинг параметрларини ҳисоблаш асосларини ўрганадилар.

Магистр амалий машғулотларда мисол ва масалалар ечиб, назарий билимларни мустаҳкамлайди. Амалий машғулотларда ечиладиган мисол ва масалалар қуйидаги принципларасосида танланади: типик мисол ва масалаларни

ечишга малака ҳосил қилдирувчи, фаннинг моҳиятини англатувчи ва мавзулар орасидаги боғлиқликни ифодаловчи маълум миқдордаги мисол ва масалалар танланади.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессорўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда магистр асосан маъруза мавзулари бўйича тўплаган билим ва кўникмаларини амалий масалалар ечиш орқали янада бойитадилар.

Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида магистр билимларини мустаҳкамлашга эришиш, илмий мақолалар ва тезислар чоп этиш орқали магистр билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўргазмали куруллар тайёрлаш тавсия этилади.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларда магистрлар нефть ва газни қайта ишлаш саноатида қўлланиладиган катализаторларни тайёрлаш жараенидаги ҳисоблашларни ва уланинг каталитик хоссаларини ҳамда айрим кўрсаткичларини аниқлашни ўрганадилар.

Амалий машғулотларнинг тахминий тавсия этиладиган мавзулари:

Гомоген ва гетероген катализаторларнинг турлари, тузилиши, хоссалари ва бориш механизми тушунтирилади. Гомоген ва гетероген катализаторларни олиш, ишлатилиш жараёни, уларнинг афзаллиги ва камчилиги тўғрисида умумий тушунчалар берилади ва ҳисоблаш ишлари амалга оширилади.

Катализаторларнинг ташувчилари сифатида ишлатиладиган моддалар, реакция ва катализаторларга қараб ташувчиларни танлаш ва уларнинг хоссалари тўғрисида маълумот берилади.

Каталитик реакцияни активланиш энергиясини ҳисоблаш, катализаторларнинг селективлиги ва унумдорлигини, катализаторларни селективлиги (танлаб таъсир этиши). Қаттиқ катализаторларнинг физик хоссаларига оид ҳисоблаш. Катализаторларнинг фаоллигини ҳисоблаш. Алюмосиликатли катализаторларнинг активлик индекси тушунтирилади.

Табиий катализаторлар сифатида саноатда турли жараёнлар учун (крекинг) этерификация, полимеризация, олтингугуртни олтингугуртли газлардан олиш ва бошқалар: боксит, кизелгур, темир рудаси ва ҳар хил лойларнинг ишлатилиши.

Қўзғалмас қатламли каталитик жараён реакторда катализатор қатламли баландлигини ҳисоблаш, мавҳум қайнаш қатламли каталитик жараёнда катализаторнинг қайновчи қатлам баландлигини ҳисоблаш. Алюминий оксиди ва металл оксидлари асосида қоплаш усули билан катализатор тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини. Ишқорлаш усули ёрдамида темир билан

промоторланган никель алюминий катализаторини тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш.

Оксидли алюмомолибден катализаторини тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш. Углерод оксиди сув буғи билан конверсия жараёни катализатори тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини. Алюмоникель молибден катализаторини тайёрлаш. Ишқор билан ишлов бериш усули ёрдамида никель катализаторларини тайёрлаш учун сарфланадиган реагентлар миқдорини ҳисоблаш.

Цеолитли катализаторлар. Поливинилли, катионитли ёки дикатионитланган шаклда ноорганик ва органик реакцияларда крекинг, гидрокрекинг, изомерлаш, алкиллаш, гидридлаш, оксидлаш ва бошқаларда ишлатилиши.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда магистрлар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий масалалар ечиш орқали янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида магистрлар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни чоп этиш орқали магистрлар билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўр|газмали қуруллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

5. Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар
Фан бўйича лаборатория ишлари намунавий ўқув режада кўзда тутилмаган.

6. Курс иши бўйича кўрсатма ва тавсиялар
Фан бўйича курс иши намунавий ўқув режада кўзда тутилмаган.

7. Мустақил таълим ва мустақил ишлар бўйича
кўрсатма ва тавсиялар

Магистрларга мустақил ишни тайёрлашда муайян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиши тавсия этилади:

- дарслик ёки ўқув қўлланмалар бўйича фанлар боблари ва мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи назорат қилувчи тизимлар билан ишлаш;
- махсус ёки илмий адабиётлар (монографиялар, мақолалар) бўйича фанлар бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;

- янги техникаларни, аппаратураларни, илм талаб жараёнлар ва технологияларни ўрганиш;
- магистрларнинг илмий текширишишларини (ТИТИ) бажариш билан боғлиқ бўлган фанлар бўлимлари ёки мавзуларни чуқур ўрганиш;
- фаол ўқитиш услубидан фойдаланиладиган ўқув машғулоти (хизмат ўйинлари, дискуссиялар, семинарлар, коллоквиумлар ва б.).

Тавсия этиладиган мустақил таълим мавзулари:

1. Катализатор активлигига турли факторларнинг таъсири. Температуранинг, босимнинг, катализаторларнинг майдаланганлик даражасига таъсири. Ташувчилар

2. Гетероген каталитик жараёнларда активлаш жараёни. Катализнинг физик назарияси. Тейлорнинг энергетик назарияси. Катализнинг электрон назарияси. Катализнинг радикал назарияси.

3. Крекинг жараёнини олиб борадиган шароитлари, температура, босим, ҳажмий тезлик. Каталитик крекинг жараёнида қўлланиладиган катализаторлар. Алюмосиликат катализаторлар таркиби, синтез қилиш технологияси ва регенерацияси.

4. Каталитик риформинг жараёнининг химизми, катализаторлари. Жараённинг асосий омиллари, температура, босим, ҳажмий тезлик. Паст босимда платформинг. Юқори босимда платформинг.

5. Гидротозалаш жараёнининг химизми. Бензин, дизел ёқилғисини гидротозалаш. Жараённинг асосий омиллари, температура, босим, ҳажмий тезлик. Гидротозалаш жараёнида катализаторларнинг захарланиши ва уларнинг регенерацияси.

6. Гидрокрекинг жараёни олиб бориш шароитлари босим, температура, ҳом-ашёнинг миқдори (ҳажмда). Гидрокрекинг жараёнининг катализаторлари ва уларнинг регенерацияси.

Мустақил ўзлаштириладиган мавзулар бўйича магистрлар томонидан рефератлар, топшириқлар тайёрлаш ва уни тақдимот қилиш тавсия этилади.

8. Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ва ахборот манбалари

Асосий адабиётлар

1. S. Turobjonov, M. Shoyusupova, B. Abidov. Moylar va maxsus suyuqliklar texnologiyasi. Darslik. Toshkent. Aloqachi-2010. 140 b.

2. Данилов В.Ф., Литвиненко А.Н., Ахсанов М.М., Тимербаев Р.М. Масла, смазки и специальные жидкости. Елабуга: изд-во филиала К(П)ФУ. 2013. – 216 с.
3. Данилов В.Ф. и др. Масла, смазки и специальные жидкости. Учебное пособие. Елабуга: изд-во филиала К(П)ФУ. 2013. – 216 с.
4. Смирнов А. В. Масла, смазки и специальные жидкости. Применение ГСМ: Учебное пособие. // НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2004. – 176 с.
5. Speight J., Exall D.I. Refining Used Lubricating Oils. (Очистка использованных смазочных масел). CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014. XVI, 442 p. - (eBook - PDF) - (Chemical Industries).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2016 йил якунлари ва 2017 йил истикболларига бағишланган мажлисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг нутқи.// Халқ сўзи газетаси. 2017 йил 16 январь, №11.
7. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси. -Т.: Ўзбекистон, 2017. - 46 б.

Интернет сайтлари

8. www.gov.uz - Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
9. www.lex.uz - Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
10. www.catback.ru- научные статьи и учебные материалы.
11. www.ziyounet.uz 12. www.ziyouz.Com
13. www.twirpx.com.
14. www.itemuk.com
15. www.nauka.ru
16. www.npomis.com
17. www.chem.msu.su/ru
18. www.colibri.ru
19. www.book.vsem.ru
20. www.books.econprofi.ru

MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

1.1. Mazkur ko'rsatma O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2005 yil 21 fevraldagi 34-son va 2009 yil 14 avgustdagi 286-son buyruqlari bilan tasdiqlangan «Talaba mustaqil ishini tashqili etish, nazorat qilish va baholash tartibi to'g'risidagi namunaviy nizom» ga, hamda Buxoro muhandisliktexnologiya institutida ishlab chiqilgan «Talabalar mustaqil ishini tashkil etish va nazorat qilish bo'yicha yo'riqnoma» lar asosida yaratildi va kadrlar tayyorlash sifatini nazorat qilishda talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash tartibini belgilaydi.

Kadrlar tayyorlash milliy dasturida chuqur nazariy va amaliy bilimlarga ega bo'lib, o'z bilimi va malakasini mustaqil ravishda oshirib boradigan, qo'yilgan masalaga ijodiy yondoshib, uchragan muammolarni to'g'ri tahlil qilib hal qila oladigan mutaxassislarni tayyorlash asosiy vazifalardan biri qilib belgilangan.

Ma'lumki, axborot texnologiyasi jadal sur'atlar bilan o'sib borayotgan hozirgi sharoitda tahsil olayotgan talabalarga kerakli ma'lumotlarni faqat dars mashg'ulotlari paytida yetkazish qiyin. Talabalar egallaydigan asosiy bilim-ko'nikmalari mustaqil ravishda shug'ullangan davrdagina shakllanadi, rivojlanadi va ijodiy izlanishga qiziqish paydo bo'ladi.

Shuning uchun talabalarning mustaqil ta'lim olishlarini rejalashtirish, tashkil qilish, zarur sharoitlarni yaratib berish, ularni kitob bilan ishlashga o'rgatish, bilim olish yo'llarini ko'rsatish, mustaqil ta'lim olishga o'rgatish ta'lim muassasining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

Yo'nalishga kirish fanlaridan mustaqil ish tayyorlash – ushbu fanlardan o'quv dasturida belgilangan bilim, ko'nikma va malakalarining bir qismini fan o'qituvchisi maslahati va tavsiyalari asosida auditoriyadan tashqarida talaba tomonidan o'zlashtirilishidir.

1.2. Mustaqil ta'lim talabaning kafedra (o'qituvchi) tomonidan muayyan fan bo'yicha belgilangan topshiriqlarni o'qituvchi rahbarligida, lekin uning bevosita ishtirokisiz bajariladigan rejali ishidir. Neft-gazkimyo sanoati texnologiyasi kafedراسي yo'nalishga kirish fani bo'yicha yaratilgan ushbu uslubiy ko'rsatma —ta'lim oluvchil → —kitobl → —o'qituvchil sxemasi asosida yaratilgan, ya'ni —ta'lim oluvchil (talaba) mustaqil ish topshiriqlarini olgandan keyin shu mavzu bo'yicha bajariladigan amaliy ishlarga kerakli bo'lgan asosiy tushunchalarni —kitobl (darsliklar, ma'ruza matnlari, o'quv qo'llanmalari) dan foydalanib qisqacha axborot yig'adi. Amaliy topshiriq vazifalarini —kitobl (o'quv - uslubiy qo'llanma) dan foydalanib, mustaqil ravishda bajaradi. Talaba bajara olmagan ba'zi topshiriqlar bo'yicha savollarni —o'qituvchil (amaliy yoki ma'ruza o'qituvchisi) tomonidan tashkillashtirilgan konsultatsiya soatida so'rab o'rganadi, uyda bajaradi va mustaqil ish bo'yicha hisobotini rasmiylashtiradi.

Talaba tomonidan Yo‘nalishga kirish fanlaridan bajariladigan mustaqil ishlarni bajarish jarayonida ishning amaliy ahamiyatiga, olingan natijalarning mohiyatini yoritib berishga, o‘rganilgan bilimlarni tizimlashtirish (ularning o‘zaro bog‘liqligini va farqlarini aniq-ravshan bayon eta bilish)ga alohida ahamiyat berilishi kerak.

1.3. Talabalarining mustaqil ishi o‘quv rejasida muayyan fanni o‘zlashtirish va kengaytirish uchun belgilangan o‘quv ishlarining ajralmas qismi bo‘lib, u uslubiy va axborot resurslari jihatdan ta‘minlanadi hamda bajarilishi reyting tizimi talablari asosida nazorat qilinadi.

1.4. O‘quv semestri yakunida talabaning mustaqil ishi bo‘yicha to‘plagan reyting ballari har bir fan bo‘yicha auditoriyadagi o‘quv ishlariga berilgan reyting ballari bilan birgalikda reyting jurnali, guruh qaydnomasi, reyting daftarchasida qayd etiladi.

II. Talaba mustaqil ishining maqsad va vazifalari.

2.1. Talaba mustaqil ishining asosiy maqsadi – o‘qituvchining rahbarligi va nazorat ostida talabada muayyan o‘quv ishlarini mustaqil ravishda bajarish uchun zarur bo‘lgan bilim va ko‘nikmalarni shakllantirish va rivojlantirish hamda ularni auditoriya mashg‘ulotlarida berilgan nazariy va amaliy bilimlardan amalda foydalanishga o‘rgatishdir.

2.2. Talaba mustaqil ishining vazifalari quyidagilardan iborat:

- dars paytida o‘tilgan mavzular bo‘yicha bilimlarni qayta ishlash va mustahkamlash;
- bilimlarni chuqurlashtirish va kengaytirish;
- tushunish va fikrlash qobiliyatini rivojlantirish;
- yangi bilimlarni mustaqil tarzda puxta o‘zlashtirish ko‘nikmalariga ega bo‘lish;
- kerakli ma‘lumotlarni izlab topishning qulay usullari va vositalarini aniqlash;
- axborot manbalari va vositalaridan samarali foydalanish;
- elektron o‘quv adabiyotlar va ma‘lumotlar banki bilan ishlash;
- berilgan topshiriqning ratsional yechimini belgilash;
- topshiriqlarni bajarishga tizimli va ijodiy yondoshish;
- ishlab chiqilgan yechim, loyiha yoki g‘oyani asoslash.

III. Fanlar bo‘yicha talaba mustaqil ishini tashkil etish.

3.1. Talaba fanlar bo‘yicha tayyorlaydigan har bir mustaqil ishi quyidagi shaklda bo‘ladi:

- a) berilgan mavzu bo‘yicha axborot (referat) yoki konspekt;
- b) hisob-grafik ishlari (bajarilayotgan har bir amal, yechilayotgan tenglama

to'liq izohlangan holda);

c) olingan har bir natija mustaqil ish oxirida jadval (yoki grafik) ko'rinishda xulosa qilinadi.

3.2. Talabalarga berilgan mustaqil ish topshiriqlari muvaffaqiyatli bajarilishi uchun

a) bajarilgan vazifalar, topshiriqlar aniq belgilanadi.

b) talabalarga har bir topshiriq bo'yicha topshiriq tarqatilgan sanadan keyin konsultatsiya soatlari o'tkaziladi. Konsultatsiyalar amaliyot o'qituvchisi tomonidan belgilangan vaqtda guruh va yakka tartibda bo'lishi mumkin.

3.3. Fan bo'yicha amaliyot o'qituvchisi dars paytida yoki darsdan keyin mustaqil ishni bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar beradi. Talabalar tomonidan mustaqil ishlarni topshirish muddatini belgilaydi.

3.4. Talabalar belgilangan muddatda mustaqil ishni bajaradilar, amaliyot o'qituvchisiga ko'rsatib, ish to'g'ri va to'liq bajarilgach, uni ma'ruza va amaliyot o'qituvchisi oldida himoya qiladilar.

3.5. Himoya qilingan mustaqil ishning yuziga o'qituvchilar «Himoya qildi» yoki «Himoya qila olmadi» deb yozib, imzo chekadilar.

3.6. Talaba mustaqil ishini ikki marta, o'qituvchi tayinlagan muddatlarda qayta himoya qilishga haqli. Talaba mustaqil ishi bir nechta topshiriqdan iborat bo'lishi mumkin. Talaba ishini belgilangan tartibda uch marta ham himoya qila olmasa, yoki berilgan mustaqil ish topshiriqlaridan birortasini bajarmagan taqdirda joriy nazorat bo'yicha nol ball to'plagan hisoblanadi (agar joriy nazorat ikkita bo'lsa, ikkinchi joriy nazorat uchun nol ball qo'yiladi). Guruh bo'yicha qabul qilingan ishlar bir to'plam qilib bog'lanadi va ro'yxat bilan birgalikda kabinet mudiriga topshiriladi.

3.7. Talaba fan bo'yicha mustaqil ishlarning hammasini bajarib, himoya qilgandan keyin ON. va J.N. bo'yicha baholanadi.

IV. Talabalar mustaqil ishi bo'yicha konsultatsiyalar tashkil etish tartibi

1. Talabalar mustaqil ishi bo'yicha konsultatsiyalar auditoriyadan tashqarida amalga oshirishga mo'ljallangan mustaqil ishlarni bajarish yuzasidan tegishli yo'llanmalar berish va uni bajarilishini nazorat qilib borish maqsadida kunning ikkinchi yarmida tashkil qilinadi.

2. Talabalar mustaqil ishi bo'yicha konsultatsiya darsi fanning kalendar ish rejasi asosida amaliyot o'qituvchisi tomonidan amalga oshiriladi.

3. Fan o'qituvchisi konsultatsiya darslarida quyidagilarni amalga oshiradi:

- mustaqil ish bo'yicha tegishli guruh va individual yo'llanmalar beradi;
- topshiriqni bajarishda har bir talabaga amaliy yordam beradi;
- topshiriqni bajarishni nazorat qiladi;

V. Neft-gazkimyo sanoatida kataliz fanidan mustaqil ta'lim mavzulari va bajarilish muddati

№	Mavzular	Muddat
1.	I. Lengmyurning adsorbsion nazariyasi	1-hafta
2.	X.S.Teylorning faol markazlar nazariyasini	2-hafta
3.	Katalizatorlarning reaksiya muvozanatiga ta'siri	3-hafta
4.	Katalizator ta'sirida qaytar reaksiyaning tezlanishini	4-hafta
5.	Katalizatorlar faolligini aniqlash usullari	5-hafta
6.	Katalizatorlarning muhim xususiyatlari	6-hafta
7.	Qattiq katalizatorlarning issiqlik o'tkazuvchanligi va issiqlik sig'imi	7-hafta
8.	Katalizator aktivligiga haroratning ta'siri	8-hafta
9.	Katalizator aktivligiga bosimning ta'siri	9-hafta
10.	Katalitik faollikni tiklash usullari	10-hafta
11.	Qayta tiklangan katalizatorga ishlov berish	11-hafta
12.	Katalitik piroliz jarayoni mohiyati va katalizatorlari	12-hafta
13.	Alkillash jarayoni mohiyati va katalizatorlari	13-hafta
14.	Mikrotuzilishli reaktorlar tuzilishi va ishlash prinsipini	14-hafta
15.	Nostasionar holat reaktorlari tuzilishi va ishlash prinsipini	15-hafta
16.	Katalizatorlarni promotorlash	16-hafta
17.	Gibrid katalizatorlar tayyorlash va ishlatilishi	17-hafta
18.	Kompleks katalizatorlar tayyorlash va ishlatilishi	18-hafta

ТЕСТЛАР вариантлари

1 Variant

- 1.Tabiiy gaz tarkibi. Tabiiy gazning fizik-kimyoviy xususiyatlari.
- 2.To'yingan uglevodorod gazlari va ularning kimyoviy olinishi, xossalari.
3. Buxoro neftni qayta ishlash zavodida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar tavsifi va fizik-kimyoviy ko'rsatgichlari.
4. Neftni qayta ishlash zavodlarida neftdan qancha miqdorda bitum olinadi?

- A. 5-8%
- B. 3 dan -6% gacha
- C. 10-15%
- D. 15-20%

3. O'quv-uslubiy va axborot ta'minoti

3.1 Asosiy adabiyotlar

1. V.A. Proskuryakov, A.E. Drabkin. Ximiya nefti i gaza. L.:Ximiya, 1995.
2. B.A. Abidov. Neft kimyosi va fizikasi. Ukuv kullanma, Toshkent, 2000 y.
3. B.N. Erix. Ximiya i ximicheskaya texnologiya pererabotki i nefti i gaza. M.: Ximiya,1990g.
4. A.SH.Dexterman. Pererabotka nefti po toplivnomu variantu M.: Ximiya. 1999 g. 91str.
- 5.U.L.Leffler. Pererabotka nefti. ZAO «Olimp-biznes». M.: Ximiya. 2001 g. 224 str.
6. Fozilov S.F., Mavlonov B.A., Jumayev Q.K., G'aybullayev S.A., Xamidov B.N. «Neft va gaz mahsulotlarining fizik-kimyoviy tahlili». Darslik. Toshkent- «ILM ZIYO», 2010. 232 b.
- 7.Fozilov S.F. Mavlonov B.A.Jumaev Q.K.G'aybullaev S.A.Xamidov B.N «Neft va gaz mahsulotlarining fizik-kimyoviy tahlili». Darslik. Buxoro, BuxOO va ESTI huzuridagi «Texno-tasvir» bosmaxonasi, 2011. 252 b.
- 8.Fozilov S.F., Xamidov B.N ., Saidaxmedov SH.M., Mavlonov B.A. «Neft va gaz kimyosi». O'quv qo'llanma. Toshkent. —Muharrirl. 2016. 496 b.

3.2 Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: —O'zbekiston NMIU, 2016. – 56 b.
2. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr'. – T.: —O'zbekiston NMIU, 2016. – 48 b.
3. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: —O'zbekiston NMIU, 2017. – 488 b.
4. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral', PF-4947-sonli Farmoni.
5. A.K. Manovyan. Texnologiya pervichnoy pererabotki nefti i prirodnogo gaza.-M.: Ximiya, 1999-567 s.
6. V.V. Nikolayav, N.V. Busgina. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа. -M.: Nedra, 1998-184 s.
7. T.M. Bekirov. Pervichnaya pererabotka природных газов. - M.: Ximiya, 1997 -256 s.
8. S.V. Adel'son, T.P. Vishnyakova, YA.M. Paushkin. Texnologiya nefteximicheskogo sinteza, M.: Ximiya, 1995-608 s.
9. I.A. Golubeva, N.A. Grigor'eva, F.G. Jagfarov. Praktikum po gazoximii Moskva 2004 g.,

10. B.M. Рыбак. Анализ нефти и нефтепродуктов М.: Gostoptexizdat, 1985.
11. Avliyakov N.X., Musaeva N.N. Pedagogik texnologiya, Darslik. T.: «Tafakkur Bo`stoni», 2012. -208 b.

1.3 Elektron resurslar

1. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi xukumat portali.
2. www.lex.uz – O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma‘lumotlari milliy bazasi.
3. www.ziyonet.uz
4. www.colibri.ru
5. www.bmti.uz
6. www.books.econprofi.ru
7. <http://www.chem.msu.su.ru>
8. <http://www.chem.kstu.ru/butlerov>
9. <http://www.goodgoods.ru/shop/book>

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Фан бўйича адабиётлар

1. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. М. МГУ.2001, 551с.
2. Каталитическая переработка углеводородного сырья/ А.С. Султанов, А.К. Хасанов, А.С. Сафаев и др./ вып. 2, М. 1995 с.3-14.
3. Бреслоу Р. Механизмы органических реакций. М. Мир. 2008. 280с.
4. И.И. КУЛАКОВА, Г.В. ЛИСИЧКИН.Каталитическая химия.
5. Ройтер В.А. Голодец Г.И. Введение в теории кинетики и катализа. Киев. 1991.
6. Методы исследования катализаторов и каталитических реакций.
Новосибирск, «Наука» 2001. 152с.
7. Галимов Ж.Ф., Дубинина Г.Г., Масагутов Р.М. Методы анализа катализаторов нефтепереработки. М. «Химия», 1993, 191с.
8. Бремер Г., Вендландт К.-П. Введение в гетерогенный катализ. М. «Мир», 1981, 359с.
9. Гельбштейн А.И., Аветисов А.К. Катализ в технологии органических производств. Хим. пром-сть. 1979. 11, с. 653.
10. Слинько М.М. Кинетика и катализ. 1995. т. 36. №6 с. 930.
11. Андреев Л.С.,Хаджиев С.Химия и технология топлив и масел.1991. №12.С.
25. 12. Уильям Л. Леффлер. Переработка нефти. ЗАО «Олимп – бизнес». М., 2001.
416с.
13. Страны мира, цифры и факты. Справочник. 2000. 206с.
14. Щелкачев В.Н. Отечественная и мировая нефтедобыча – история, современное состояние и прогнозы. М.-И. 2002. 132с.
15. Крылов О.В. // Кинетика и катализ. 1989. том. 40, №5. с. 752.
16. Мухленов И.П. и др. Технология катализаторов Под. ред. проф И.П. Мухленова. Л.: Химия, 1979. -328с.

17. Бремер Г., Вендландт К.П. Введение в гетерогенный катализ. -М.Мир,1981. 359с.
18. Успехи гетерогенного катализа в химии гетероциклических соединений. Сб. трудов. -Рига: Занятие, 1984. -175с.
19. Томас Ч. Промышленные каталитические процессы и эффективные катализаторы. М.: Мир. 1973. -383с.
20. Рудин М.Г., Драбкин А.Е. Краткий справочник нефтепереработчика. – Л.: Хамия, 1980. – 328 с.
21. Берг Г.А., Хабибуллин С.Г. Каталитическое гидрооблагораживание нефтяных остатков. – Л.: Химия, 1986 – 192 с.
22. Гейте Б., Кетцир Дж., Химия каталитических процессов. М.: Мир. 1991. 551с.
23. Страны мира, цифры и факты. -М.: Мир.Справочник. 2000. -206с.
24. Туробжонов С.М., Юлдашев Р.Х., Назарбеков М.К. Получение и исследование катализатора для облагораживания нефтяных дистиллятов -Т., 2002, №3, С. 87-90.
25. Сеньков Г.М., Козлов Н.С. Промышленные катализаторы риформинга. Минск. «Наука и техника» 1986. -264с.
26. Мастрс К. Гомогенный катализ переходными металлами. М.: Мир. 1983.
27. Сеттерфилд Ч. Практический курс гетерогенного катализа. М.: Мир. 1984.
28. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. М.: Наука 1986.
29. Фенелонов В.Б. Введение в физическую химию формирования упорядоченной структуры адсорбентов и катализаторов. Новосибирск. Издво СО РАН, 2-ое изд. 2004. 442 с.
30. Дизиско В.А. Основы методов приготовления катализаторов. Новосибирск. Наука 1983. 380 с.
31. Стайлз Э.Б. Носители и нанесенные катализаторы. Теория и практика. М.: Химия. 1991. 240 с.
32. Промышленный катализ в лекциях. №1, №2 2005 / Под ред. проф. А.С. Носкова. М.: Колвис. 2005 №1-136с, №2-128 с.
33. Основы химической технологии: Учеб. для студентов / Под. ред. проф. И.П. Мухленова М.: Высш. шк. 1991. 463 с.
34. Промышленный катализ в лекциях №1 и №2 //Под. ред. проф. А.С.Носкова. М.Колвис. 2005. №1-136с. №2-128с.

35. <http://www.chem.msu.su.ru>

Асосий адабиётлар

1. S. Turobjonov, M. Shoyusupova, B. Abidov. Moylar va maxsus suyuqliklar texnologiyasi. Darslik. Toshkent. Aloqachi-2010. 140 b.
2. Данилов В.Ф., Литвиненко А.Н., Ахсанов М.М., Тимербаев Р.М. Масла, смазки и специальные жидкости. Елабуга: изд-во филиала К(П)ФУ. 2013. – 216 с.
3. Данилов В.Ф. и др. Масла, смазки и специальные жидкости. Учебное пособие. Елабуга: изд-во филиала К(П)ФУ. 2013. – 216 с.
4. Смирнов А. В. Масла, смазки и специальные жидкости. Применение ГСМ: Учебное пособие. // НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2004. – 176 с.
5. Speight J., Exall D.I. Refining Used Lubricating Oils. (Очистка использованных смазочных масел). CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014. XVI, 442 p. - (eBook - PDF) - (Chemical Industries).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2016 йил яқунлари ва 2017 йил истиқболларига бағишланган мажлисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг нутқи.// Халқ сўзи газетаси. 2017 йил 16 январь, №11.
7. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси. -Т.: Ўзбекистон, 2017. - 46 б.

Интернет сайтлари

8. www.gov.uz - Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
9. www.lex.uz - Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
10. www.catback.ru- научные статьи и учебные материалы.
11. www.ziyounet.uz 12. www.ziyouz.com
13. www.twirpx.com.
14. www.itemuk.com
15. www.nauka.ru
16. www.npomis.com

17. www.chem.msu.su/ru
18. www.colibri.ru
19. www.book.vsem.ru
20. www.books.econprofi.ru