

**Н. Каттаев**

**Умумий кимёвий  
технология**

**Н. Каттаев**

**Умумий кимёвий  
технология**



**СУЗ БОШН.**

Кимё фани жамиятнинг бевосита ишлаб чиқарувчи кучига айланганлигига эътироз билдирадиган киши булмаса керак. Аммо, технология борлиги учунгина кимё ишлаб чиқарувчи кучга айланганлигини ҳамма ҳам англаб етмайди. Кимё технологияси туфайли ҳозирги кунда кудратли кимё корхоналари халқ хўжалигининг барча тармоқларига махсулотлар етказиб бермоқда, турмуш даражасини усиб боришини таъминлашда салмоқли ҳисса қўшмоқда. Ўзбекистонда кимёнинг ривожланишида 1920 йилда Туркистон ҳозирги Ўзбекистон Давлат миллий университетининг ташкил этилиши муҳим рол ўйнади. Натижада кимёнинг турли соҳалари бўйича ўзбек олимлари, академиклар етишиб чиқди.

Республикаимизда кимё ва кимёвий технология фанларини  
 ривожлантиришда академиклардан: Б.М.Беглов, С.Т.Тухтаевлар,  
 профессорлардан: Н. Ризаев, Н.Юсуфбеков, С. Зокиров, А. Ортиков, Ш.  
 Ғуломов, П. Левш, М.Юсупов, З.Салимовлар салмоқли ҳисса қўшдилар.

Ўзбекистон фанлар академиясининг аъзолари О.С.Содиқов, С.Ю.Юнусов, Ҳ.У.Усмонов, М.Н.Набиев, Қ.С.Ахмедовлар яратган мактабларининг хизматлари катта аҳамиятга эга бўлди.

Республикамизда „Таълим тугрисида“ қонун, 1997 йилда Миллий дастур, 2001 йилда олий таълимнинг давлат стандартлари қабул қилинди.

Тараққиётимиз даражасини муттасил ўсиб боришини таъминлаб, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар миқдори ва сифатини ошириш иқтисодий ва социал

муаммоларни кенг куламда комплекс ҳал қилишда асосий омиллардан бири бўлган етук мутахассислар, киме ўқитувчилари тайерлаш иши муҳим вазифалардан бири эканлиги замон тақозосидир.

Олий таълим олдида турган муҳим вазифа тайерланадиган мутахассислар савиясини юқори поғонага кўтариш, технологик жараёнларга суяниб иш кўрувчи, янги гоёларни амалга оширувчи, фанни ишлаб чиқариш билан боғловчи миллий дастур талабларига тулик жавоб берадиган етук кадрлар тайерлашдан иборатдир. Бу эса ўз навбатида замон талабларига жавоб бера оладиган Давлат тилида дарслик ва ўқув қўлланмалар яратилишини тақозо этади.

Истиқлол туфайли республикада бўлмаган мавҳум ишлаб чиқаришлар ҳақида эмас, балки аввало ўзинида ривожланган кимевий ишлаб чиқаришлар ва уларнинг ҳам ашё манбаълари кенгрок ёритилган китобларга эҳтиёж ортмоқда.

Ушбу эҳтиёж туфайли ёзилган мазкур дарслик 2001 йил 16 августда "Олий таълимнинг давлат таълим стандартларини тасдиқлаш тўғрисида"ги қарорга асосланиб, Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети томонидан тайёрланган ва 10 август 2006 йилда Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан тасдиқланган университетларнинг 5440400-Кимё бакалавр таълим йўналиши талабаларига мўлжалланган намунавий дастур асосида ёзилган бўлиб, унда келтирилган мавзуларнинг иложи борича катъий ва тушунарли бўлишига ҳаракат қилинди.

Дарсликда ҳозирга қадар фақат рус тилидагина мавжуд бўлган дарслик ва қўлланмаларда ҳамда дастурларда бўлмаган айрим мавзуларда ҳам (масалан: силикатлар технологияси, водород сульфиддан олтингугурт ишлаб чиқариш, нитрон толаси ишлаб чиқариш ва бошқалар) ўрин олган.

Қўлгина мавзуларда технологик схемаларнинг янги жараёнлари баён этилган (масалан: сульфат кислота ишлаб чиқаришда ИК/ИА системаси, олиб қўйиладиган ҳаво совуткичлари бўлган контакт аппаратлари, аммиак синтезида

кайновчи каватли катализаторли синтез колоннаси, метан конверсиясида исгази ва метаннинг биргаликдаги конверсияси ва хоказо).

Дарсликни укиб чикиб ўзларининг тақризлари фойдали фикр ва мулохазаларини берганиликлари учун Тошкент киме технология институти "Ноорганик ва электрокимё ишлаб чиқариш технологияси" кафедраси мудирини проф.т.ф.д.Т.А. Отакузиевга шу кафедра профессорлари П.Х.Мансуров, Ш.А.Якубовларга.

Холисона маслахатлари учун БДУ умумий ва аорганик киме кафедрасининг мудирини профессор, кимё фанлари доктори О.М.Ёрневга, ТМУ юкори молекуляр бирикмалар кафедрасининг профессори А.А.Юлчибаевга муаллифлар ўз ташаккурларини билдиради.

Дарслик муаллифларнинг кўп йиллик педагогик тажрибасидан келиб чикиб ёзилган бўлсада ўзбек тилида биринчи марта ёзилганлиги учун айрим камчиликлардан холи бўлмаслиги мумкин шу сабабли муаллиф ўртоқларинининг уни янада такомиллаштиришга қаратилган барча фикр ва мулохазаларини маънунийят билан қабул қилган ва олдиндан ўз миннатдорчилигини билдиради.

## **I-БОБ. Кимёвий технологиянинг асосий тушунча ва тарифлари.**

### **1.1 Кимёвий технология фани ва унинг муҳим вазифалари.**

Технология сузи грекча технос касб, ҳунар, маҳорат логос-фан сузлардан олинган булиб касб, ҳунар, ҳақидаги фан демакдир. Аммо бундай маъно ҳозирги замон технологиясининг мазмунига тулик мос келмасида тарихий ном сифатида сақланмоқда. Технология-табиий хом ашёларни қайта ишлаб, истеъмол маҳсулотлари ва ишлаб чиқариш воситаларига айлантириш усуллари ва жараёнларини урганадиган фандир. Қайта ишлаш усуллари –хом ашё тайёр маҳсулотга айлангунча қўлланиладиган барча операциялар (технологик жараён давомида бажариладиган ҳар бир айрим иш) мажмуидир. Ҳар қандай кимёвий маҳсулотни ишлаб чиқариш бир қанча механик, кимёвий ва физик-кимёвий жараёнлардан иборатдир. Улар биргаликда технология жараёнини ташкил этади. Технология термини образли қилиб айтганда у фан билан ишлаб чиқаришни боғловчи қўприқдир. Технологияга берилган бу таъриф унинг икки ёқлама ҳарактерини белгилайди. Технология ишлаб чиқариш ва ишлаб чиқариш жараёнларининг бир бутунлиги ҳақидаги фандир дейиш мумкин.

Хом ашёни қайта ишлаб маҳсулотга айлантирадиган машина аппаратлар мажмуига технологик система дейилади. Тегишли машина ва аппаратларда борадиган аперацияларни бирин-кетин таърифлаш ёки график шаклида тасвирлаш технологик схема деб аталади.

Технология механик ва кимёвий технологияга бўлинади.

Механик технология қайта ишланадиган материалларнинг факат шакли ва баъзан физиковий хоссалари ўзгариш жараёнларини урганади. Кимёвий технология моддалар таркиби, хоссалари ва тузилишининг ўзгариши билан борадиган жараёнларни, ҳамда бу жараёнларни амалга ошириш учун зарур бўлган аппаратларни урганади. Бундай бўлиш нисбатан шартлидир, чунки баъзан, моддаларга механик ишлов берилганда уларда кимёвий реакциялар ҳам



минг,пластмассада эса 50 минг номда буюмлар ишлаб чиқарилмоқда. Кимё саноатида ҳозирги пайтда 50 мингдан ортиқроқ номда кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқарилмоқда. Планетамизда аҳоли сонининг прогрессив ўсиб бориши,ёкин майдонларининг чекланганлиги,озик-овқат маҳсулотларининг етишмаслиги сабабли аввало ҳайвонлар учун ( $\text{CaHPO}_4$  ва  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) ларни мол озукасига қўшиб берилади),кейинчалик эса одамларнинг бевосита истеъмоли учун сунъий ва синтетик озик-овқатлар маҳсулотлари,айниқса оксил моддаларни микробиологик синтез йули билан ишлаб чиқариш эҳтиёжи тугилди.Кейинги йилларда оксилли препаратларни йирик саноат корхоналарида микробиологик синтез йули билан ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. Бунда ҳам ашё сифатида парафинлар,спиртлар ва органик кислоталар, катализатор сифатида эса ферментлардан фойдаланилади. Дунё бўйича ишлаб чиқарилаётган нефтнинг (ҳар йили дунёда тахминан 2,5 млрд. т. нефт казиб олинмоқда) атиги 4 фоиз микробиологик синтез йули билан қайта ишланса ер юзи аҳолисини (уларнинг сони ҳозирги кунда 5,1 млрд киши)оксилга бўлган талабини қондириш мумкин. Дунёдаги кўпгина ривожланган мамлакатларда биотехнологик усуллар ёрдамида озиқа оксил, оксил витаминли концентратлар ферментлар турушлар, аминокислоталар, гормонлар, масалан: ўсиш гормони соматотропин антибиотик дорилар ва бошқалар ишлаб чиқарилмоқда.

### 1.3 Кимёвий ишлаб чиқаришнинг пайдо бўлиши ва тараққиёти.

Кимёвий ишлаб чиқариш жуда қадимдан ҳатто ибтидоий жамоа даврларидан бошланган. Олов қашф этилгач энг аввал қулолчилик ва меморчилик ,қўхна ҳунармандчилик пайдо бўлган. Лойдан ясалган буюмлар оловда пиширилган. Металл ва уларнинг оксидлари оловда суюклантириб, меҳнат ва ов қуроллари ясалган. Энг аввал шарқ халқлари, урта ер денгизи соҳилларида яшаган халқлар: мисрликлар, финикияликлар, греклар. Эронликлар. Узоқ шарқда японлар ва хитойликларда кимёга турли

технологияга оид билимлар ривож топган. Айниқса мисрда кимёга оид билимлар бошқа мамлакатларга нисбатан жуда ривожланган. Мисрликлар кулолчилик буюмлари устига сир беришни ҳам билганлар. Фифа шахрининг 4500 йиллардан бери сақланиб келаётган кадимги ёдгорликларида кулоллар ва шишасоғларнинг суратлари бор. Археологик қазилмалар натижасида эрамиздан илгари 1700 чй йилларга туғри келадиган ранг-баранг шиша вазалар топилган. Эрамиздан 2900 йил олдин қурилган Хуфу пирамидасида пулат искана топилган.

Айниқса рудалардан металл ажратиб олиш, аввал (5 минг йил илгари) “бронза асри”, кейинчалик (3 минг йил илгари) “темир асри”, даврида дастлаб бронза, кейинчалик темир ваулардан турли буюмлар ясаш кенг таралган. Эрамиздан 2000 йил илгари мисрликлар: Кук, пурпур, қирмизи, ализарин каби бўёқларни олишни билганлар. Хитойликлар II асрда коғоз, VI – асрда чини, XIII – асрда қора порхни ишлаб чиқара бошлаганлар. XV асрга келиб Европада бир қатор кислота, ишқор ва тузлар, турли фармацевтик препаратлар баъзи бир органик моддалар ишлаб чиқарувчи кичик-кичик қорхоналар пайдо бўлди. XVI аср охири ва XVII аср бошларида Россияда бўёқлар, селитра, порох, сода ва сульфат кислота ишлаб чиқарувчи шундай қорхоналар иш бошлади.

Кимёвий технология XVIII асрнинг охирида мустақил Фан сифатида пайдо бўлди ва Европада университетлар ва техника олий укув юртиларида мустақил Фан сифатида ўқитила бошланди.

“Кимёвий технология” Геоген университети профессори Н.Бегман таълиф қилган китоби 1772 йилда биринчи бўлиб кимёвий технология китоби чиқарилди. 1795 йилда Н.Ф.Гемелиннинг иккинчи томчи “Техник кимё бўйича қўлланма” номли дарслиги чоп этилди. Бу китоб 1803 йилда рус тилига таржима қилинди. Шу йилдан бошлаб Россия олий укув юртиларида ҳам асосий фан сифатида ўқитила бошланди. 1828 йилда Ф.А.Денисовнинг «Умумий технологиянинг тулик курси», 1851 йилда П.А.Ильенковнинг «Кимёвий технология курси» китоблари чоп этилди. Шу даврларда Европада ва дунёнинг

купгина мамлакатларида бир канча кимёвий технология дарсликлари, илмий адабиётлар чоп этилдики бу ҳолат кимёвий ишлаб чиқаришнинг тез суръатларда ривожланиб боришини таъминлади. Кимёвий саноатнинг тараккиёт тарихида баъзи бир муҳим воқеалар сифатида қуйдагиларни мисол келтириш мумкин.

1748 йилда Англиянинг Бирмингем шаҳрида кургошинли камераларда (камерали усулнинг бошланиши) сульфат кислота саноат микёсида ишлаб чиқарила бошланди. 1805-1810 йилларда камерали усулда сульфат кислота ишлаб чиқариш Англия ва Францияда кенг тараккий килди. 1804 йилда Россияда, 1820 йилда олмонияда сульфат кислота ишлаб чиқарила бошланди.

1787-1789 йилларда Н. Леблан сода ишлаб чиқаришнинг саноат усулини яратди. Леблан усули билан 1823 йилда Англияда биринчи марта сода ишлаб чиқариш заводи ишга туширилди. 1861 йилда сода ишлаб чиқаришнинг аммиакли усули –Сольве усули кашф этилди. 1886 йилда контакт усулида сульфат кислота ишлаб чиқарила бошланди. 1855 йилда Бессемер, 1864 йилда Мартен усулидан пулат ишлаб чиқариш йулга қуйилди.

XIX асрнинг урталарига келиб органик синтез саноати тараккий эта бошланди, органик бўёқлар, синтетик доридармонлар, парфимюра маҳсулотлари ишлаб чиқарила бошланди. Ю. Либихнинг 1840 йилда Чоп этилган илмий ишларига асосланган ҳолда кимё саноатининг Янги тармоги минерал угитлар ишлаб чиқариш йулга қуйилди. 1912 йилда азот ва водороддан саноатда Габер усули билан аммиак синтезлашнинг йулга қуйилиши кимё саноати тараккиётида инкилоб булди дейиш мумкин. 1932 йилда С.В.Лебедев усулида синтетик каучук ишлаб чиқариш тармоги пайдо булди. 1930-50 йилларда Н.Н.Семеновнинг занжирли реакциялари соҳасидаги кашфиётлари натижасида юкори молекуляр бирикмалар: полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид ва бошқалар синтези, пластмассалар, синтетик смолалар, сунъий ва синтетик тодалар ишлаб чиқаришлар олдиндан белгилаб қуйилган хоссали бирикмалар олишнинг янги лаврини бошлаб берди.

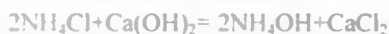
Кимёвий технология фанининг пайдо бўлиши ва ривожланишида катта хисса кушган буюк олимлардан: И.Ф.Глаубер (1604-1670), М.В.Ломоносов (1711-1765), Н.Леблан (1742-1806), А.Л.Лавуазье (1743-1791), И.Ф.Гемелин (1750-1817), Н.Н.Зинин (1812-1880), И.Э.Мартен (1824-1915), Д.И. Менделеев (1834-1907), Э.Г.Солве (1838-1922), Ф.Гебер (1868-1934), И.И.Андреев (1880-1919), Б.В.Бызов (1880-1934), С.И.Вольфкович (1896-1980), А.Г.Касаткин (1903-1963) ва бошқаларни курсатиш мумкин.

Леблан ва Сольве усулларида сода ишлаб чиқариш куйидаги реакцияларга асосланган:

1. Леблан усули:



2. Сольве усули:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$



#### 1.4-Ўзбекистонда кимёвий ишлаб чиқаришнинг пайдо бўлиши ва тараққиёти.

Ўзбекистонда кимё саноатини барпо этиш ва уни ривожлантириш учун 1911 йили шохом ашё базаси ва шарт-шароитлар ҳаммаси етарли даражада мавжуд бўлган бўлса ҳам кимё саноати нисбатан анча кеч пайдо бўлади.

Ўзбекистонда энг кекса кимёвий ишлаб чиқариш корхонаси (кичик-кичик керамик буюмлари ишлаб чиқаришнинг ҳисобга олмаганда) 1906 йилда Фарғонада Ваннов станцияси яқинида қурилган нефтьни қайта ишлаш заводидир. Иккинчи шундай завод Фарғонада (Мельников номли) 1915 йилда қурилди. Уларда асосан керасин олинар эли ва у ёритиш максалида ишлатилган (чирокларда ёқилган).

Кейинчалик Тошкентда лак-бўёқ ва сода заводлари (1920й.). Бескобод цемент ва охак заводлари (1926й.) қурилиб ишга туширилган. Ўзбекистон собик иттифок таркибида энг йирик пахтакор хўжалик бўлгани учун, унда кимё саноатининг вужудга келиши асосан пахтачилик учун зарур бўлган ўғитлар ишлаб чиқариш корхоналарининг қурилишидан бошланди. 1940 йилда русубликамиз кимё саноатининг гиганти- Чирчик электрокимё комбинати қурилиб ишга туширилди. Комбинат ўша йилнинг ўзидаёқ кишлоқ хўжалигимиз учун 1 минг 600 т. минерал ўғит ишлаб чиқарди. 1942 йилда Қўқон суперфосфат заводи, 1965 йилда Навоий кимё комбинати. 1975 йилда Олмалик аммофос заводлари 2000 йилда кизилкум фосфорит заводи қурилиб ишга туширилди. 1985 йилга келиб русубликамиз тўйимли моддаларини 100 фоизга айлантириб ҳисоблаганда 1 млн. 592 минг т. минерал ўғит ишлаб чиқарди ва ўғит ишлаб чиқариш бўйича Болгария, Венгрия, Польша, Югославия, Чехословакиядан ҳам ўзиб кетди. Ҳозирги пайтда Ўзбекистон Япония билан тахминан тенг миқторда ўғит ишлаб чиқармоқда. Русубликамизда қурилиш материалларининг асоси бўлган цемент ишлаб чиқаришнинг тўнгич корхонаси Бескобод цемент заводидир (1926й.), кейинги йилларда Қувасой (1932й.) ва Ангрен (1949й.) цемент заводлари, 1968 йилда Охангарон. 1978 йилда Навоий цемент заводлари қурилиб ишга туширилди. Натижада русубликамизнинг цементга бўлган эҳтиёжи тўла қондирилди. Бу эса Ўзбекистонда қурилиш ишларининг ривожланишига катта ижобий таъсир кўрсатди. Иккинчи жаҳон уришидан кейинги тинч қурилиш йилларида, чинни саноати барпо этилди. Энг аввал Тошкент чинни заводи (1954й.) кейинчалик Самарканд чинни заводи (1975й.),

Ангрен чинни ва керамика буюмлар ишлаб чиқариш комбинати (1976й.), Қувасой чинни ва шиша буюмлари заводи (1979й.) қурилиб ишга туширилди. Шунингдек, русубликада пўлат ишлаб чиқариш корхонаси- Бескобод электр пўлати олиш заводи (1944й.) Чирчик, Самарканд, Олтин топган (1965й.), Олмалик (1980й.) сульфат кислота ишлаб чиқариш заводи, купгина бошқа анорганик моддалар ишлаб чиқариш корхоналари: Олмалик тоғ-кон

металлургия комбинати, Ангрен кимё металлургия заводи, шлавик шпат корхоналари, ингичка ва куйтош руда комбинатлари, Мурунгов тоғ-металлургия комплекси. Зарафшон гидрометаллургия заводи вабошқалар қурилиб ишга туширилди.

Ўзбекистонда органик кимё саноати бошқа саноат тармоқларига

караганда жуда тез суръатлар билан ривожланди. Органик кимё саноатининг ҳам ашёси асосан, қумир, нефть, газ, ёғоч чикитларидир. Бизда айниқса газ, газзапоя захиралари анча катта нефть ва қумир ҳам бор. Мана шу ашёлар республикамиз органик кимё саноатининг пайдо бўлиши ва ривожланишига сабаб бўлди.

Ўзбекистонда 1976 йилда 361 млрд.м<sup>3</sup> газ ишлаб чиқарилди ва бу соҳада шу йиллик Польша, Япония, Франция каби йирик мамлакатлардан ҳам ўзиб кетди.

Органик моддалар ишлаб чиқариш саноатининг гигантларидан бири 1965 йилда қурилиб ишга туширилган «Навоний азот» ишлаб чиқариш бирлашмаси. Унда табиий газ, комплекс қайта ишланади. Ушбу корхонанинг ишга туширилиши натижасида республикамизда биринчи марта янги саноат маҳсулотлари, юзлаб органик синтез маҳсулотларининг ҳам ашёси ҳисобланган анителини: ацетальдегид, сирка, кислота, метил спирти, акрилонитрил ва бошқа бир канча маҳсулотлар ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. 1972 йилда бу комбинатда синтетик жун-нитрон толаси ишлаб чиқарила бошланди. Ҳозирги пайтда бу комбинатда йилига 41 минг тонна турли рангда оуялган нитрон ишлаб чиқаришмоқда.

1969 йилда Фатҳулло сулеймоний тезда ацетат илагин ишлаб чиқариш заводи қурилди. Бу заводи йилига 70-80 минг т. Ацетат илагин ишлаб чиқаради. 1982 йилда Чирчиқ электрокимё комбинати капролактан ишлаб чиқарувчи йирик цех ишга туширилди. Шунингдек, 1979-81 йилларда ишга тушган Олмалик кимё заводида, синтетик кир ювиш воситалари, шанпунлар, машина мойлари, нафталин, лаклар, бўёқлар, болалар ўйинчоқлари ва бошқа ўнлаб маҳсулотлар ишлаб чиқарилмоқда. Наманган кимё заводида полиэтилен

пленкалари, Жиззах ва Охангарон пластмасса комбинатларида пластмасса кувурлари ишлаб чиқарилмоқда Шўртан газ комплекси 2002 йилда қурилиб ишга туширилди. Унда ҳар йили 125 минг тонна полиэтилен, 100 минг тонна олтингугурт ва 1000 минг тонна суюқ пропан газ ишлаб чиқарилмоқда. Булардан ташқари республикамізда Фарғона фурун бирикмалари кимё заводи (1942 й.), Янги йўл биокимё заводи, Андижон гидролиз заводи (1953 й.), Тошкент ва Фарғонада поливинилхлор асосида сунъий чарм, Тошкент ва Гулистон маргарин заводлари, Тошкент фармацевтика, Фарғона сунъий қорақўл заводлари ва бошқа ушлаб қорхоналар органик кимё махсулотлари ишлаб чиқармоқда.

Ҳозирги пайтда республикамізда жами 36 та кимё ва нефть кимёси саноати қорхоналари, 3 та Қора металлургия саноати қорхонаси, 9 та чинни ва шиша буюмлари саноати қорхоналари, 13 та ёқилги саноати қорхоналари ишлаб турибди

Ўзбекистонда кимёвий маҳсулотларнинг баъзи муҳим турларини ишлаб чиқаришнинг ўсиш суръатлари 1-жадвалда берилган. 1-жадвал

## 1.5 Кимёвий ишлаб чиқаришнинг технологик ва техник иқтисодий кўрсаткичлари.

Ҳар қандай ишлаб чиқаришнинг рентабеллиги, маҳсулотнинг арзонлиги шу билан бир қаторда юқори сифатли бўлиши, ишчилар меҳнат шароитларининг яхшилиги ва ишлаб чиқаришнинг зарарли чикиндилардан атроф муҳит ишончли равишда муҳофазаланганлиги билан характерланади. Шунинг учун ҳам ишлаб чиқариш жараёни қуйидаги кўрсаткичларни ўз ичига олади:

1) маҳсулот унуми, 2) харажат коэффиценти, 3) Маҳсулот таннари, 4)

| Маҳсулотнинг номи                                                           | 1913 | 1940 | 1950   | 1960  | 1970  | 1975   | 1980 | 1985   | 1990 |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|------|--------|-------|-------|--------|------|--------|------|
| Пўлат, минг т                                                               | -    | 11   | 119    | 297   | 389   | 407,6  | 700  | 1200   | -    |
| Нефть, минг т.                                                              | 13   | 119  | 1342   | 1603  | 1805  | 1352   | 2000 | -      | -    |
| Газ, млрд                                                                   | -    | 0,07 | 0,0522 | 0,447 | 32,1  | 37,2   | 36,3 | -      | -    |
| Қўмир минг т.                                                               | -    | 3,4  | 14,75  | 3410  | 3747  | 5269   | 5800 | -      | -    |
| Минерал уғит (тўйимли моддаларини 100 % га айлантириб ҳисоблаганда) минг т. | -    | 0,3  | 104,0  | 220,3 | 825,2 | 1221,5 | 1297 | 1912,3 | -    |
| Сульфат кислота, минг т                                                     | -    | -    | 72,7   | 2354  | 497   | 980    | 1612 | -      | -    |
| Цемент, минг т                                                              | -    | 267  | 356,4  | 1190  | 3196  | 3536   | 6500 | 10400  | -    |
| Кимёвий тозалар, минг т.                                                    | -    | -    | -      | 0,8   | 1,6   | 22,3   | 32,4 | 51,8   | -    |
| Кимёвий тозалар, минг т.                                                    | -    | -    | -      | 6,0   | 8,2   | 21,4   | -    | 76,3   | -    |
| Ўсимликларнинг химоя қилишнинг кимёвий воситалари, минг т                   | -    | -    | -      | -     | 23,5  | 27,0   | 42,4 | 44,6   | -    |
| Синтетик ювиш воситалари, минг т.                                           | -    | -    | -      | -     | 4,6   | 16,2   | -    | -      | -    |
| Синтетик аммиак, минг т.                                                    | -    | -    | -      | 171   | 1035  | 1312   | 279  | -      | -    |

маҳсулот сифати, 5) аппаратнинг интенсивлиги, 6) аппаратнинг маҳсулдорлиги, 7) материал баланси, 8) технологик системанинг оддий ёки

мураккаблиги, 9) меҳа-низациялаш, 10) автоматлаштириш, 11) меҳнат шароитининг яхшиланиши.

Харажат коэффиценти ва маҳсулот унуми. Харажат коэффиценти деб айни ишлаб чиқариш жараёнида тайёр маҳсулот бирлиги учун (одатда 1 т., баъзан 1 кг. маҳсулот учун) сарфланган хом ашё, ёкилги, электр энергияси, буг ва бошқа материаллар миқдорига айтилади. Булардан энг муҳими хом ашё ва ёкилгидир, улар маҳсулот таннархини белгилловчи асосий критериядир. Ишлаб чиқариш усули айниқса муҳим курсаткичи бўлиб, у харажат коэффицентини кескин пасайтириб атроф муҳитни ифлословчи ишлаб чиқариш чиқиндисини камайтиради. Хом ашёдан комплекс фойдаланиш, унинг барча компетенларини халқ хўжалиги учун фойдали бўлган маҳсулотга айлантириш, тан нархни пасайтирувчи воситаларидан биридир. Маҳсулот унуми деб амалда олинган тайёр маҳсулотнинг назарий олинмиш мумкин бўлган миқдорига бўлган фойз нисбатига айтилади.

Маҳсулот таннархи (киймати). Корхонанинг маҳсулотни тайёрлашдан тортиб то тарқатиб (сотиб) юборгунча сарфланган барча харажатларнинг пул бирлигида ифодаланиши тутиқ таннарх дейилади. Корхонанинг маҳсулот ишлаб чиқариш билан бевосита боғлиқ бўлган харажатлари фабрика завоқ таннархи деб аталади.

Ишлаб чиқариш таннархн куйидагиларни ўз ичига олади: 1) хом ашё, яримфабрикат ва маҳсулот ишлаб чиқаришнинг кимёвий реакцияларида бевосита иштирок этадиган асосий материаллари, 2) технологик максадда ишлатилган ёкилги ва энергия, 3) асосий ишлаб чиқаришда банд бўлган ишчилар, 4) ярокисланишни (бино қурилма жиҳозлар ва бошқалар) қайта тиклашга ажратиладиган фондлар (маблаглар), 5) цех харажатлари (асосий ишлаб чиқариш фондларини сақлаш ва уларни жорий таъмирлаш учун сарфланадиган маблаг) ва цехнинг маъмурий-бошқарув ходимларини сақлаш ҳамда меҳнат муҳофазаси ва техника хавфсизлиги учун кетадиган харажатлар. 6) умумзаовд харажатлари.

Хом ашёдан олинган асосий маҳсулот таннархидан қўшимча маҳсулотлар қиймати чиқариб ташланади. Таннарх калькуляциясини (маҳсулотнинг таннархини ёки олиш - сотиш баҳосини ҳисоблаб чиқиш) яъни материал ва энергия балансларининг маълумотлари асосида маҳсулот бирлигига бўлган сарфиётларни ҳисоблаш учун, хом ашё, материаллар, ёқилғи ва энергия бўйича сарфиёт коэффициентлари аниқланади. Сунгра хом ашёнинг, материалларнинг ва бошқа харажатларни ҳисобга олиб калькуляция тузилади.

Турли кимёвий ишлаб чиқаришларда маҳсулот таннархи ва унга бўлган харажатлар турлича бўлади. Кўпчилик ҳолларда таннархга катта таъсир кўрсатадиган нарса бу хом ашёдир. У кимёвий саноат бўйича таннархнинг ўртача 60 - 70 фоизини ташкил этади. Ёкилги ва энергия эса (электротермик ва электрокимёвий ишлаб чиқаришлардан ташқари) таннархнинг ўртача 10 фоизини ташкил этади. Юқори даражада механизациялашган ва узлуксиз ишлаб чиқариш жараёнлари билан таъминланган кимёвий саноатда асосий ишчиларнинг иш ҳақи ўртача 4 фоизни ташкил этади. Кўпчилик кимёвий ишлаб чиқаришларда иш ҳақи таннархнинг 20 фоизини ташкил этади. Яроксизланиш эса таннархнинг 3-4 фоизини ташкил қилади. Таннарх анализидан уни пасайтириш йўллари ҳам равшан бўлиб қолади.

Кимёвий маҳсулотнинг сифати. Кимёвий маҳсулотнинг сифати (таркиби ва хоссалари) унинг таркибида бегона аралашмаларнинг (қўшимчалар) борлиги ва уларнинг миқдори билан характерланади. Юкори молекуляр бирикмаларда эса унинг молекуласининг тузилиши ва физик-кимёвий хоссаларига ҳам олтилик бўлади. Тайёр маҳсулот тоза ва таъсирчан бўлиши керак. Бетонаралашмаларнинг характери ва миқдори ҳам ашё ва тайёр маҳсулотнинг тозаланиш даражаси ва қўшимча реакциялари бoғлиқ бўлади. Ҳом ашёни тозалаш канчалик такомиллашган бўлса, ҳамда тайёр маҳсулотдан қўшимча реакция маҳсулотлари канчалик туликрок ажратиб олинган, тозалانган бўлса сифат шунчалик юкори бўлади. Айникса маҳсулот концентрацияси сифат учун муҳим кўрсаткичтир. Тоza ва концентрланган маҳсулот олиш нафакат сифат учун, балки у ҳом ашё сифатида қўлланиладиган

жараёнларни интенсивлаш учун ҳам жуда муҳимдир. Кўп минг тоннали ишлаб чиқаришларда эса кимёвий маҳсулотларда фойдали компонентларнинг концентрациясини ошириш уларни ортиш, тушириш, ташиш нуктаи назаридан ҳам катта аҳамиятга эгадир. Масалан, минерал ўғитларнинг таркибида фойдали компонентларининг миқдори 20-50 фоиздан ортмайди. Демак, йилида 50 млн. т. ўғит ишлаб чиқарилса, 30 млн.т. кераксиз маҳсулотни (бегона аралашмаларни) транспорт бир неча юзлаб км, масофага ташиган бўлади. Шунинг учун ҳам кўпчилик минерал ўғитлар, кислоталар, асослар, тузлар ва бошқа кимёвий маҳсулотлар таркибидаги фойдали компонентларнинг концентрациясини ошириш жуда муҳимдир.

Ҳар қандай кимёвий маҳсулотнинг сифати, яъни таркиби ва хоссалари давлат стандартларида баён этилган талабларга (кискартирилиб ГОСТ дейилади) жавоб берадиган бўлиши керак. ГОСТ, русча Государственный общесоюзный стандарт сўзларидан олинган. Ҳали стандарти қўйилмаган, янги маҳсулот турига талаб, корхона ёки муассасанинг техник шартлари (ТШ) билан аниқланади. ГОСТга биноан озик - овқат сифатида ишлатиладиган кислоталар, таркибида киши организми учун зарарли бўлган аралашмалар (кўргошин тузлари, мишьяк ва бошқалар) сақланмаслиги керак.

Аппаратнинг интенсивлиги. Аппаратнинг интенсивлиги деб, аппарат маҳсулдорлигининг унинг ҳар бир  $m^1$  даги фойдали ҳажми бирлигига ёки аппарат ишчи юзасининг  $m^2$  даги кесимига бўлган нисбатина айтилади.

$$J = \frac{M}{V} = \frac{G}{\tau \cdot F}, \quad (1.1) \quad J = \frac{M}{S} = \frac{G}{\tau \cdot S} \quad (1.3)$$

$$J = \frac{V_{\text{м}}}{\tau} \cdot V \quad (1.2)$$

Бунда  $J$  - аппаратнинг интенсивлиги

$M$  - аппаратнинг маҳсулдорлиги

$V$  - аппаратнинг ҳажми ( $m^3$ )

$G$  - ишлаб чиқарилган маҳсулот

$\tau$  - маҳсулотни ишлаб чиқаришга кетган вақт (соат).

$S$  - аппаратнинг ишчи қисмининг юзаси ( $m^2$ ).



Масалан, аммиак синтези аппаратнинг интенсивлиги, синтез колоннасининг катализатор билан тўлгазилган кисмининг  $1 \text{ м}^2$  майдонидан 1 соатда олинган аммиакнинг кг, миқдори билан (бу сон  $5000 \text{ кг/м}^2\text{с}$ , га тенг) характерланади.

Интенсивлаш икки йўл билан амалга оширилади: машина ва аппаратларнинг конструкциясини яхшилаш, аппаратдаги технологик жараёнларни такомиллаштириш.

Аппарат интенсивлигини оширишнинг технологик факторлари: ҳароратни ва босимни ошириш, реакцияга кирувчи реагентлар концентрациясини ошириш, катализатордан фойдаланиш, реакцияга киришувчи моддаларни аралаштириш кабилар бўлиши мумкин.

Интенсивлаш факат катта энергия талаб этмасагина мақсадга мувофиқдир. Аппаратнинг интенсивлиги ва унинг маҳсулдорлиги бир - бирига боғлиқ бўлган кўрсаткичлардир. Ишлаб чиқариш жараёни канчалик интенсивроқ кетса аппаратнинг маҳсулдорлиги шунчалик катта бўлади.

Аппаратнинг маҳсулдорлиги ва кудрати. Аппаратнинг маҳсулдорли-ги деб, вакт бирлигида шу аппаратда ишлаб чиқилган маҳсулот ёки қайта ишланган хом ашё миқдorigа айтилади. Маҳсулдорлик қўйидаги формула билан аниқланади:

$$M = \frac{G}{\tau} \quad (1.4)$$

Бунда:  $M$  - аппаратнинг маҳсулдорлиги

$G$  - ишлаб чиқарилган тайёр маҳсулот (кг.т.)

$\tau$  - вакт. (соат, сек.)

Бир  $\tau$  в.р. корхоналарда ишлаб чиқарилган маҳсулот ҳажми ( $V_M$ ) билан ўлчанади. У пайтда маҳсулдорлик ( $M$ )  $\text{м}^3/\text{с}$  бирлигида ўлчанади.

$$M = \frac{V_M}{\tau} \quad (1.5)$$

Метр кубларда газ ва суюқ маҳсулотлар ўлчанади. Масалан, кўмирни кокслашда, нефтни қайта ишлаганда ажралиб чиқадиган газлар ҳамда оқава суюқлар, баъзан ишлаб чиқариш чикиндилари кабилар.

Аппаратнинг оптимал шароитда ишлаганда эриша оладиган энг юкори махсулдорлигига унинг кудрати дейилади.

Аппаратнинг махсулдорлиги ва кудратини унинг улчамини ошириш оркали кўпайтириш мумкин. Аппаратнинг ҳажмини катталаштириш, одатда реакцион ҳажм бирлигида ва ишлаб чиқарадиган махсулот бирлигида металл ёки бошқа конструкцион материалларни иктисод қилишга яъни унинг атроф муҳитга чиқиб кетиши ва хом ашё бўйича харажатлар камайтиради, аппаратнинг интенсивлиги ортади. Бунда ишчи ва хизматчиларнинг меҳнат махсулдорлиги ҳам ортади, чунки хизмат килувчилар штати аппарат махсулдорлигига нисбатан кам даражада ортади.

Ҳар қандай ишлаб чиқаришда ҳам иктисодий самарадорлик нуктаи назаридан янгидан ўрнатиладиган машина ва аппаратларнинг кудрати узлуксиз ошириб борилади. Масалан, сульфат кислота ва аммиак ишлаб чиқаришда асосий реакторларининг кудрати сўнги 20 - 25 йил ичида 30 мартдан ҳам кўпроқ ортди, органик моддалар ишлаб чиқариш технологиясида эса, қайта ишланадиган газни адсорбцияловчи қурilmаларнинг махсулдорлиги бир неча ун мингдан миллион м<sup>3</sup>/с. гача ортди.

Материал баланси. Корхонанинг барча техник - иктисодий кўрсаткичлари ишлаб чиқариш жараёнларининг материал, энергетик ва иктисодий баланслари асосида аниқланади. Баланслар ишлаб чиқарилган махсулот бирлигида тузилади ва жадваллар шаклида тайёрланади. Унда кирим ва чиқим қисмлари бўлиб, ҳар иккала қисмнинг қийматлари йигиндиси ( $EG_{кирим} = EG_{чиқим}$ ) тенг бўлиши керак.

Материал баланси моддалар массасининг сақланиш қонунига асосланади. Унда технологик операцияга тушувчи моддалар (кирим қисмига ёзилган моддалар) массаси реакциядан кейин олинган моддалар (чиқим қисмига ёзилган моддалар) массасига тенг бўлади. Чиқим қисмида асосий реакциядан ташқари, паралел ва қўшимча реакция махсулотлари ҳам ёзилади.

Энергетик баланс, материал баланс маълумотлари ва иссиқлик ҳамда электр энергияларининг кирим ва чиқимларига асосланган ҳолда тузилади.

Иктисодий баланс эса айни маҳсулотни ишлаб чиқариш билан боғлиқ бўлган барча харажатларнинг кирим ва чикимларига асосланиб пул бирликларида тузилади. Шу баланс маълумотлари асосида маҳсулотнинг таннархи ва демак ишлаб чиқаришнинг рентабеллиги аниқланади.

Технологик системанинг оддий ва мураккаблиги табиийки маҳсулотнинг таннархига таъсир этади. Системада аппарат ва қурулмалар миқдори кўп бўлса, ундай корхонани қуриш учун кўп маблаг сарфланадн ва яроксизла-нишига ҳам кўп пул ажратилади. Бундан ташқари корхонада ишловчи ва аппаратлар бузулганда уларни тузатувчи кишилар сони ҳам ортади. Демак, меҳнат маҳсулдорлиги камаяди ва маҳсулот таннархи ортади. Шунинг учун ҳам ишлаб чиқаришнинг янги усулларни яратишда қисқа схемага ўтишга, ишлаб чиқариш босқичларини камайтиришга ҳамда шу узлукли ёки даврий жараёнларни узлуксиз жараёнларга алмаштиришга интиладилар.

Даврий деб шундай жараёнларга айтиладики, бунда ҳам ашё аппаратга солинган бир нечта қайта ишлаш босқичларидан ўтгандан сўнг, ҳосил бўлган маҳсулотларнинг барчаси аппаратдан чиқариб олинади. Бунда аппаратга ҳам ашё солингунча ва ундан маҳсулотларни чиқариб олгунча аппарат ишламайди. Маълум муддатгача бўш туради. Бу операциялар кўп меҳнат талаб қилади, ҳам ашёни солиш ва маҳсулотни тушириб олиш жараёнларини механизациялаш ва автоматлаштириш жуда қийин бўлади.

Узлуксиз жараён деб шундай жараёнларга айтиладики, бунда аппаратга ҳам ашёнинг тушиши ва ундан маҳсулотнинг чиқариб олиниши узок муддатгача тўхтовсиз давом этади. Бунда аппарат ва қурулмаларнинг ишламай турганидан бўш вақти бўлмайди, аппаратнинг маҳсулдорлиги юқори бўлади. Ҳам ашёни ортиш ва маҳсулотни тушириш ишларини механизациялаш осон ва барча аппаратларни автоматлаштириш енгил бўлади.

Механизациялаш бу одамнинг жисмоний меҳнатини машиналар меҳнатига алмаштиришдир. Механизациялаш аппаратлар ишини интенсификаш ёки хизмат штатларини қисқартириш ҳисобига меҳнат маҳсулдорлигини қонуний равишда оширади. Кўпчилик қимёвий ишлаб чиқаришларда асосий

операциялар механизациялаштирилган. Аммо хом ашени аппаратларга солиш ва махсулотларни ундан чиқариб олиш, материалларни ташиш каби ишларни ҳамма вақт ҳам механизациялаштирилган деб бўлмайти.

Автоматлаштириш шу билан характерланадики, бунда одам ишлаб чиқариш жараёнларини бевосита бошқариш ишларидан озод қилиб, бу функция автомат қуролмаларига юкланади.

Автоматлаштириш - бу меҳнат махсулдорлигини кескин оширувчи ва юкорн иқтисодий қўрсаткичларда қўп махсулот ишлаб чиқаришга имкон берувчи олий даражадаги механизациялашдир.

Жараёни автоматлаштириш уч асосий асбобдан фойдаланиб амалга оширилади: ўлчагич (ёки датчик), тўғрилагич ва ижро этувчи механизм. Ўлчагич технологик режимнинг қандайдир бирор параметрини ўлчаш, ахборотни тўғрилагичга (регуляторга) юборади, у эса қабул қилган ўлчов қийматларини, ўзидаги қийматлар билан таққослаб қўради, агар ўзидаги қийматлардан (илғаридан бериб қўрилган стандарт қийматлар) оғиш содир бўлган бўлса ижроқига команда берилади. Ижроқчи қамчиликни тузатади. Қичқил ишлаб чиқаришларда ўлчагич-асбоби, модданинг ҳароратини, концентрациясини ёки аппаратга қирувчи ва ундан чиқувчи газ (ёки суюқлик) оқими тезлигини ўлчайди. Ижроқчи асбоб эса ўша оғишни тузатиб тенглаштиради.

1-расмда реакторнинг ҳарорат режимини оддий автоматлаштириш схемаси берилган. Қайсиқим, унда экзотермик реакция бўлиб, газсимон махсулотлар олинади. Реакторга қираётган газ оқими тезлиги ва реакцияга қиришадиган моддалар концентрациясининг доимийлигини (ўзгармаслиги) сақлаб туриш автоматлаштирилган бўлса, унда нафақат ҳарорат барқарор бўлади, балки реакторда дастлабки моддаларнинг махсулотларга айланиш даражасини ҳам турғунлайди. (яъни айланиш даражаси доим бир мейёрда боради).

Иссиқ газлар аралашмаси реактордан чиқади. Иссиқлик алмаштиригичнинг қувурлари ичидан ўтиб, қувурларнинг ташқарисилаги

бушлик оркали келаётган дастлабки газларни керакли хароратгача киздиради. Бу газлар кизигач реакторга киради.

Ўлчагич (масалан харорат-Т) реакторга кираётган моддалар хароратини ўлчайди, агар керакли хароратдан озгина четлашган бўлса тўғрилагичга ўтказгич оркали сигнал боради (тўғрилагич - регулятор оддатда у, электрон асбоби), у ўз навбатида ижрочи механизмга (ИМ) команда беради. ИМ бу реакторга 1 кираётган совук газларни очиб ёки ёпиб турувчи кранчаси (вентил) S бўлган электрик моторча бўлши мумкин. Агар реакторга кирадиган газнинг харорати озгина нормадан ортик бўлса, у пайтда ИМ кранчани очади. натижада реакторга кирадиган совук газ миқдори ортиб реактордаги газлар харорати нормал ҳолатга келади. Мободо реакторга кирадиган газнинг харорати нормадан паст бўлса ИМ кранчани бир оз бекитади ва газ харорати нормаллашади.

Мураккаб кимёвий - технологик системаларни комплекс автоматлаштиришда бошқарувчи электрон ҳисоблаш машиналари қўлланилади. Қайсиқим у турли ўлчов асбобларидан жараёни бориши ҳақидаги ахборотларни қабул қилиб олади, оптимал шаронтини ҳисоблайди ва ижрочи - асбобга тегишли команда беради.

Технологик жараёнларнинг автоматлашган бошқарув системасини кимё саноатида кенг қўллаш ҳозирги замоннинг энг долзарб вазифаларидан биридир.

Меҳнат шартини яхшилаш ҳукуматимизнинг, Ўзбекистон Республикаси Конституцияси ва асаба уюшмаларининг диққат марказида бўлган муҳим вазифаларидан биридир.

Кимё саноати тармоқлар ушун алоҳида қондалар техника ҳафсидаги нормалари ва ҳар бир кимёвий ишлаб чиқаришни проектлаш қурилиш эксплуатациялаш учун саноат санотария нормалари ишлаб чиқарилган ва улар амалда тадбиқ этилган.

Кимё саноати ходимлари зарарли ва захарли газлар, суюқликлар, чангийдиган ва сочилиб кетувчи моддалар билан, ҳамда юқори хароратва

босим шаронтида ишлашларига тўғри келади. Техника хавфсизлиги ва меҳнат муҳофазаси коидаларида ва махсус конунларда меҳнаткашларнинг хавфсиз иш шаронтларини яратиш кўзда тутилган. Кимёвий корхона биноларининг ичида, корхона атрофида, атмосферада ва сувда зарарли кимёвий моддаларнинг чегаравий концентрацияси белгиланган. Кўпгина органик бирикмалар, айниқса эфирлар, спиртлар ва баъзи анорганик бирикмалар масалан: водород, аммиак ва бошқалар осонликча ўт олиб кетувчи ва портловчи моддалар ҳисобланадилар. Шу боисдан бундай корхоналарда ёнгини олдини олишнинг ҳамда эҳтимолда тутилган ёнгини тез бартараф этишнинг кескин чора тadbирлари қўрилган бўлади.

Кимё корхоналарида ёнгинга қарши техник ва техника хавфсизлиги коидаларига риоя этиш, давлат инспекцияси органлари ҳамда завод ички хизмати ходимлари томонидан назорат қилиб турилади. Корхонанинг ҳар бир ҳолими, шу жумладан кимё лабораторияларига ҳам ишнинг умумий коидаларини ўзлаштирганидан кейингина, ҳамда меҳнат хавфсизлиги инструкцияларини (йўл-йўриқ, курсатма) олгандан сўнг қўйилади.

## **1.6 Кимёвий технологик жараёнлар ҳақида тушунча.**

### **Асосий жараёнларнинг турлари.**

Кимёвий технологияда физикавий ва кимёвий ҳодисалар биргаликда олиб қаралади. Кимёвий – технологик жараён бу дастлабки ҳом ашёлардан олиниши қўзланган тайёр маҳсулотни олишга имкон берадиган операциялар мажмуидан иборат. Кимёвий ва озик- овқат саноатида турли – туман технологик жараёнлар ишлатилади. Бундай жараёнлар аёрим белгиларига қараб бир неча синфларга бўлинади. Технология жараёнларини уларнинг ҳаракатлантирувчи қучига қараб 5 синфга бўлинади:

1. Механик жараёнлар.
2. Гидромеханик жараёнлари.
3. Иссиқлик алмашилиш жараёнлари.

#### 4. Модда алмашининг жараёнлари,

##### 5. Кимёвий жараёнлар,

Механик жараёнлар каттик материаллари механик куч таъсирида кайта ишлаш билан боғлиқ. Бундай жараёнларга саралаш, узатиш, аралаштириш, майдалаш қабилар қиради. Бу жараёнларнинг тезлиги каттик жисмларнинг механик қонуниятлари билан ифодаланади. Бунда ҳаракатлантирувчи куч вазифасини механик босим кучи ёки марказдан қочма куч бажаради.

Гидромеханик жараёнларга суюқ ва газсимон системалардаги ҳаракат (аралаштириш, филтрлаш, чуқтириш) билан боғлиқ жараёнлар қиради. Бундай жараёнларнинг тезлиги гидромеханика қонунлари билан аниқланади. Гидромеханик жараёнларнинг ҳаракатлантируви кучи – гидростатик ва гидродинамик босимдир.

Иссиқлик алмашининг жараёни – ҳароратлар фарқи мавжуд бўлганда бир (ҳарорати юқори) жисмдан иккинчи (ҳарорати паст) жисмга иссиқликнинг утишидир. Бу ғуруҳга совитиш, иситиш. Буглатиш, конденсатлаш ва сунъий совуқ ҳосил қилиш жараёнлари қиради. Жараённинг тезлиги гидродинамик режимга боғлиқ ҳолда иссиқлик узатиш қонунлари билан ифодаланади, иссиқлик жараёнларининг ҳаракатлантирувчи кучи сифатида иссиқ ва совуқ муҳитлар уртасидаги ҳароратлар фарқи ишлатилади.

Модда алмашининг бир ёки бирнеча компонентларнинг бир фазадан фазаларни ажратувчи юза орқали иккинчи фазга утишидир. Компонентлар бир фазадан иккинчи фазга молекуляр ва турбулент дифузиялар ёрдамида ўтади. Шу сабабли бу жараёнлар диффузион жараёнлар ҳам дейилади. Бу ғуруҳга абсорбция, адсорбция, суюқликларни ҳайдаш, экстракциялаш қўритиш жараёнлари қиради. Жараёнларнинг тезлиги фазаларнинг гидродинамик ҳаракатига боғлиқ бўлиб, модда ўтказиш қонуниятлари билан ифодаланади. Модда алмашининг жараёнларининг ҳаракатлантирувчи кучи фаздаги концентрацияларнинг фарқи билан белгиланади.

#### Кимёвий жараёнлар моддаларнинг ўзаро таъсири натижасида Янги

бирикмаларнинг ҳосил бўлишидир. Кимёвий реакцияларда иссиқлик ва модда алмашининг жараёнлари ҳам содир бўлади. Бундаги жараёнларнинг тезлиги кимёвий кинетика қонуниятлари билан ифодаланади. Реакциялар тезлиги, айниқса саноат миқёсида моддаларнинг гидромеханик ҳаракатига, кимёвий жараёнларнинг ҳаракатлантирувчи кучи эса реакцияга қиришаётган моддаларнинг концентрациясига боғлиқ бўлади.

Механик, гидромеханик, иссиқлик алмашининг, модда алмашининг қабил жараёнлар кимёвий технологик жараёнларнинг элементлари бўлиб, улар «кимёвий технология жараёнлари ва аппаратлари» курсида, кимёвий жараёнлар эса «кимёвий технология» курсида урганилади.

Кимёвий технология жараёнлар (механик, гидромеханик, иссиқлик ва модда алмашининг)нинг асосини материал оқими уртасидаги модда ёки энергия алмашинуви ташкил этади. Ушбу жараёнларнинг негизи гидродинамика ва термодинамика қонунларига асосланади. Жараёнларни таҳлил қилишда аввал модда ва энергиянинг сақланиш қонунларига асосан материал ва энергетик оқимларининг миқдори аниқланади, сўнгра ҳаракатлантирувчи куч топилади.

Ишлаб чиқаришда ҳар бир жараённинг тезлигини оширишга ҳаракат қилинди, бу ўз навбатида қурилмаларнинг иш унумини қўпайтиради. Масалан гидромеханик (филтрлаш) жараён учун қийдаги кинетик тенгламани ёзиш мумкин:

$$\frac{dV}{Fdt} = \frac{1}{R_1} \Delta P = K_1 \Delta P$$

бу ерда  $V$  - филтрат миқдори;  $F$  - филтр юзасининг майдони;  $t$  - вақт;  $R_1$  - филтрнинг қаршилиги;  $K_1 \frac{1}{R_1}$  - филтрловчи тусикнинг ўтказувчанлиги;  $\Delta P$  - босимлар фарқи (ҳаракатлантирувчи куч).

Иссиқлик алмашининг жараёнлари термодинамика қонунларига асосан қуйидаги кинетик тенглама билан ифодаланади:

$$\frac{dQ}{Fdt} = \frac{1}{R_2} = K_2 \Delta t$$

бу ерда Q – утказилган иссиқлик микдори ; F- иссиқлик алмашиниш юзаси ; t- вақт;  $R_2$ - иссиқлик утказишга бўлган қаршилик ;  $K_2 \frac{1}{R_2}$  - иссиқлик утказиш коэффициенти;  $\Delta t$ - ҳароратлар фарқи (харакатлантирувчи куч ).

Модда алмашиниш (диффузион) жараёнлар учун қуйдаги кинетик тенгламани ёзиш мумкин :

$$\frac{dM}{Fdt} = \frac{1}{R_3} \Delta C = K_3 \Delta C$$

бу ерда M-утказилган модда микдори; F – модда алмашиниш юзаси;  $R_3$ - модда утказишга бўлган қаршилик;  $K_3 \frac{1}{R_3}$  - модда утказиш коэффициенти;  $\Delta C$ - концентрациялар фарқи (харакатлантирувчи куч ).

Гидромеханик, иссиқлик ва модда алмашиниш учун қуйдаги умумий кинетик тенгламани ёзиш мумкин:

$$J=Kx$$

Бу тенгламада J-жараёнларнинг тезлиги ; x-харакатлантирувчи куч ; K-кинетик коэффициент.

Урганилаётган жараённинг турига қараб, кинетик коэффициент ҳар хил бўлиши мумкин (масалан, иссиқлик ёки модда алмашиниш коэффициенти, филтрловчи муҳитнинг ўтказувчанлиги).  $J=Kx$  тенглама маълум бир ҳаракатлантирувчи куч таъсирида борадиган жараёнларга мос келади. Агар икки ёки undan o'rtiq жараёнлар бир вақтнинг ўзида паралел кетса, unda ҳар бир жараённинг тезлиги тегишли ҳаракатлантирувчи куч микдорига боғлиқ бўлади. Агар системала бир вақтнинг ўзида комплекс жараёнлар (диффузия ва иссиқлик жараёнлари ) содир бўлса уларнинг ичидан асосий жараён ажратиб олинади. Одатда асосий жараённинг тезлиги қолган жараёнларнинг тезлигига нисбатан катта бўлади. Шу сабабли мураккаб комплекс жараёнларнинг самарадорлигини ошириш учун асосий жараён тезлаштиради.

Кимёвий технологик жараёнларнинг типлари.

Кимевий технологик жараён куйидаги оддий боскичлардан иборатдир.

1. Реакцияга киришувчи компонентларнинг реакция зонасига киритилиши;
2. Кимёвий реакциялар;
3. Ҳосил бўлган маҳсулотларни реакция зонасидан чиқариб олиниши.

Реакцияга киришувчи компонентларнинг реакция зонасига киритилиши

молекуляр диффузия ёки конвекция (Конвекция – бирор модданинг иссиқлик, электр заряди кабиларнинг муҳит оқими туфайли қўчиши – тарқалишидир.) орқали амалга ошади. Реакцияга киришувчи моддаларни каттик аралаштирилганда конвектив қўчиши, гидробсимон диффузия ҳам дейилади. Икки ёки қўп фазали системаларда (система деб, ўзаро физикавий ёки кимёвий таассуротда бўлган моддалар группасига айтилади. Фаза деб, системадаги индивидуал моддага айтилади ёки таркиби, физик кимёвий хоссалари бир хил бўлган, ўзининг ташқи сиртки – юзаси билан системанинг бошқа қисмларидан ажралиб турувчи системанинг бир хил қисмига айтилади) реакцияга киришувчи компонентларнинг реакция зонасига киритилиши: газларнинг абсорбцияси ёки десорбцияси, бўғларнинг конденсацияланиши, каттик моддаларни суюқлантириш, суюқликларни бўғлантириш ёки каттик моддаларни ҳайдаш орқали амалга оширилиши мумкин. Фазалар орасидаги ўтишлар мураккаб диффузион жараёндир.

Кимёвий реакциялар – кимёвий технологик жараённинг иккинчи босқичидир. Реакцияга киришувчи моддалар орасида, яъни, системада, одатда, асосий маҳсулотнинг ҳосил бўлишига олиб келувчи бир неча кетма – кет (баъзида параллел) кимёвий реакциялар, ҳамда олинган хом – ашё билан унинг таркибидаги бегона аралашмалар орасида ҳам бир қатор реакциялар боради. Натижада асосий маҳсулот билан бир қаторда қўшимча маҳсулот (халқ ҳужалиги аҳамиятига эга бўлган маҳсулотлар) ёки чиқинди, саноат ташландиклари (халқ ҳужалигида етарли даражада ишлатилиш соҳасини топмаган, етарли қимматга эга бўлмаган реакция маҳсулотлари) ҳам ҳосил бўлади. Одатда ишлаб чиқариш жараёнларининг анализига барча реакциялар

хисобга олинмайди, балки фақатгина олинishi керак бўлган жараённи маҳсулотнинг миқдори ва сифатига катта таъсир кўрсатадиган реакцияларгина хисобга олинади.

Реакция зонасидан маҳсулотнинг чиқариб олинishi ҳам реакцияга киришувчи компонентларнинг зонага киритилиши каби диффузия, конвекция ва моддаларнинг бир фазадан бошқа фазига (газ, суюқ ва каттик) ўтиши орқали амалга ошади. Технологик жараённинг умумий тезлигини мана шу уч босқич ёки жараённинг биттаси, яъни қайси бири секин борса, ўшаниси белгилайди. Агар кимёвий реакция энг секин борса ва у умумий тезликни белгиласа, у вақтда жараён кинетик ҳудудда кечади. Бундай ҳолларда технологлар кимёвий реакцияни тезлаштирадиган факторларни (олинган хом ашёларнинг концентрацияси, ҳарорати, катализаторлар қўллаш ва бошқалар) кучайтирадилар. Агар жараённинг умумий тезлигини реакция зонасига реагентларнинг киритилиши ёки маҳсулотларни зонадан чиқарилиши белгиласа, демак, жараён диффузион ҳудудда кечади. Диффузия тезлигини аввало аралаштириш, ҳарорат ва концентрацияни ошириш ҳамда системани кўп фазалидан бир фазалига ўтказиш ва ҳоказолар орқали оширилади. Агар технологик жараённи ташкил этувчи барча элементларни (учала жараённинг ҳам) тезлиги тахминан тенг бўлса, у вақтда жараён ўтиш ҳудудида боради. Шунинг учун ҳам энг аввал, ҳам диффузияни, ҳам реакцияни тезлигини оширадиган факторларга таъсир кўрсатиш керак бўлади, яъни дастлабки моддаларнинг концентрациясини ва ҳароратини ошириш зарур.

#### Технологик жараёнларнинг синфланиши.

Кимёвий технологиянинг барча жараёнлари иккита: кимёвий ва физикавий жараёнларга бўлинади. Кимёвий реакциялар, кимёвий – технологик жараёнларнинг энг муҳим босқичидир.

Кимёвий технологик жараёнларни классификациялашда кимёвий реакцияларнинг оддий, мураккаб — параллел ва мураккаб — кетма-кетликка бўлиниш ҳисобига олинади.

Кимевий – технологик жараёнларнинг айрим синфларини характерлашда реакциялар, реагентларнинг ўзаро таъсирлашувини типига қараб иккига, оксидланиш – қайтарилиш (гомолитик ва кислота – асосига (гетеролитик) бўлинади. Кимёвий реакциялар ва масса ўтказиш жараёнлари қайтар ва қайтмас бўлиши мумкин, шунга қараб технологик жараён ҳам фарқ қилади.

Технологик жараёнларнинг классификациясида уларни оптималлаш учун зарур бўлган технологик режим катта аҳамиятга эгадир. Технологик режим деб жараённинг тезлиги, маҳсулотни унуми ва сифатига таъсир этувчи асосий факторлар (параметрлар) йиғиндисига айтилади. Кўпчилик кимёвий – технологик жараёнлар учун режимнинг асосий параметрлари ҳарорат, босим, катализаторларни қўллаш ва уларнинг активлиги, ўзаро реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациялари, реагентларнинг аралаштириш усуллари, кабилар ҳисобланади. Технологик режим параметрлари тегишли реакторларни конструкторлаш принципларини аниқлаб боради. Технологик режим параметрларининг оптимал қиймати, аппаратларнинг энг юқори маҳсулдорлиги ва жараёнларда хизмат килувчи кишиларнинг меҳнат унумдорлигига тўғри келади. Шунинг учун ҳам технологик режим параметрларининг қийматлари ва характери, бир – бирисига боғлиқ бўлади. Параметрлардан бирининг ўзгариши режимнинг бошқа параметрларини оптимал қийматларини ўзгаришига олиб келади. Шунинг учун ҳам технологик жараёнларни, режимнинг барча параметрлари бўйича кимёвий технологиянинг умумий курсида аниқ синфларга бўлиш, мураккаб ва мақсадга мувофиқ эмасдир. Жараённинг тезлиги ва реакторларнинг конструкциясига реагентларнинг аралаштириш даражаси ва усули кучли таъсир кўрсатади. Ўз навбатида реакцияга киришувчи массани аралаштириш усули ва даражаси моддаларнинг агрегат ҳолатига боғлиқ бўлади. Қайта ишланадиган моддаларнинг агрегат ҳолатлари уларни технологик қайта ишлаш усуллари ҳамда аппаратларни конструкциялаш принципларини аниқлаб боради. Шунинг учун ҳам кимёвий технологиянинг умумий қонуниятларини ўрганишда жараёнлар ва унга мос ҳолда реакторларни аввало реакцияга киришувчи моддаларнинг агрегат ҳолатига қараб бўлиш қабул

системалар III, сабабни, барча узаро таъсирлашувчи моддалар системанинг умумий мос келувчи технологик жараёнлар ушбу белгиларига караб гомоген ёки бир жинсли ва гетероген ёки кўп жинслига бўлинади.

Гомоген деб шундай жараёнларга айтиладики, бунда реакцияга киришадиган барча модда бир хил: газ (Г), суюк (С) ёки каттик (К) фазада бўлади. Гомоген системада узаро таъсирлашадиган моддаларнинг реакцияси гетероген системадагига нисбатан, одатда, тез кетади, барча технологик жараёнларнинг механизми содда, жараённи бошқариш осон, шунинг учун ҳам технологияда, амалиётда кўпинча гомоген жараёнга интилинади, яъни, каттик реакцияга киришувчи моддаларни ҳеч бўлмаганда улардан бирини эритиш ёки суюклантириш йули билан суюк ҳолатга ўтказилади. Шу мақсадда газлар конденсацияланади ёки абсорбцияланади.

Гомоген система икки ёки ундан ортиқ фазага бўлади. Қуйидаги икки фазага системалар бўлади: газ-суюк, газ-каттик. Ишлаб чиқариш амалиётида қуйидаги системалар кўп учрайди. Г – С, Г – К, С – К. Бир мунча ишлаб чиқариш жараёнлари, кўп фазага гетероген системаларда кечади, масалан,

Г – С – К, Г – К – К, С – К – К, Г – С – К – К ва ҳоказо. Ишлаб чиқариш амалиётида гомогенга караганда гетероген жараёнлар кенг тарқалган. Бунда одатда жараённинг гетероген босқичи диффузион характер касб этади, кимёвий реакция эса газ ёки суюк муҳитда гомоген жараёнда боради. Аммо бир қатор ишлаб чиқаришларда Г – К, Г – С, С – К ҳолатида гетероген реакциялари боради ва у одатда, жараённинг умумий тезлигини белгилайди. Гетероген реакциялар жумладан суюк ва каттик моддаларнинг ёнишида (оксидланганда), металл ва минералларнинг кислота ва ишқорларда эриганида содир бўлади.

Кимёвий жараёнлар каталитик ва нокаталитик, технологик режим параметрларининг аҳамиятига караб, жараёнлар паст ва юқори ҳароратли, вакуумда, нормал ва юқори босимда борувчи, дастлабки моддалари юқори ва паст концентрацияли ва бошқаларга бўлинади. Аммо, бундан афсим кимёвий ишлаб чиқаришлар бўйича баъзи қўлланмаларда қўлланилганидек батафсил

классификация, кимевий технологиянинг умумий курси учун мураккаб ва ортикчадир.

Тегишли аппаратлар ва уларда амалга ошириладиган жараёнлар вақт бирлигида жараённинг бориш характериға караб даврий ва узлуксиз жараёнларға бўлинади. Узлуксиз ишловчи реакторлар окимли реакторлар дейилади, чунки у оркали ҳар доим реакцияға киришувчи масса оким билан окиб ўтиб туради.

Гидродинамик режим реакцияға киришадиган компонентларни реакция маҳсулотлари билан биргаликда аралаштиришни икки турға ажратади: 1) тўлик аралаштириш, 2) идеал сикиб чиқариш. Тўлик аралаштириш бу шундай режимки, унда гирдоб шу қадар қучли бўладики, реагентлар концентрацияси окимли реакторларда (окимли реакторда реагентлар реакторнинг бир томонидан кириб иккинчи томонидан чиқиб кетади) аппаратнинг бутун ҳажмида, яъни, ҳам ашё киритиладиган жойдан, то маҳсулотлар аралашмасининг чиқариб олинадиган қисмигача, ҳамма жойида бир хил бўлади.

Идеал сикиб чиқариш, дастлабки модда билан ҳосил бўлган маҳсулотлар бир-бириси билан аралашмайдиган ҳолларда қўзатилади. Бундай реакторларда концентрация реагентлар окими йўналишиға томон бир метёрда ўзгаради. Тўлик аралаштириш режимида реакцион ҳажмида концентрациянинг бундай ўзгариши қўзатилмайди. Саноат окимли реакторларида, тўлик аралаштириш аппаратлариға караганда аралаштириш даражаси ҳар доим кам, идеал сикиб чиқариш аппаратиға нисбатан эса кўп бўлади.

Ҳарорат режимиға караб окимли реакторлар ва унда кечадиган жараёнларни изотермик, адиобатик ва политермикка бўлинади. Изотермик реакторларда ҳарорат, бутун реакцион ҳажмида доимий бўлади. Идеал изотермик режим, етарли даражада қучли аралаштирадиган, тўлик аралаштириш режимиға яқинлашган реакторларда бўлиши мумкин. Кичик иссиқлик эффекти билан борадиган реакциялар (масалан, изомерланиш реакциялари) ёки реакцияға киришадиган моддаларнинг концентрацияси кичик

булганда (масалан, газларни зарарли аралашмалардан тозалаш жараёнида) жараёнлар изотермикка яқинлашади.

Адиабатик реакторларда иссиқлик ташқаридан ичкарига ҳам қирмайди ва ичкаридан ташқарига ҳам чиқмайди, реакциянинг барча иссиқлиги, реакцияга қиришадиган моддаларнинг оқими билан аккумуляцияланади (тўпланади). Идеал – адиабатик режим фақат ташқи муҳитдан тўлиқ изоляцияланган идеал сиқиб чиқариш реакторларидагина бўлиши мумкин. Бундай реакторларда реактор ўқи бўйича оқим ҳарорати дастлабки модданинг тайёр маҳсулотга айланиш даражасига тўғри ўқи тесқари пропорционалдир.

Политермик реакторларда реакция иссиқлиги реакция зонасидан фақат қисман ташқарига чиқарилади ўқи эндотермик жараёнлар учун аппаратга ҳисобланган ҳолда (яъни аппаратнинг проектига мос ҳолда) иссиқлик бериш билан компенсацияланади. Натижада ҳарорат реакция ҳажмини узунлиги (ўқи баландлиги) бўйича турли ҳолда ўзгаради ва ҳарорат режими ҳам графикда турли эгри қириқларда ифодаланади, унинг қўриниши тахминан ҳисобга (дастурга) мос ҳолда бўлади ва технологик режим параметрларини ўзгартириш орқали тўғриланади. Саноат реакторлари қўпинча политермик ҳарорат режимига эга, баъзан изотермик ўқи адиабатик режимга яқинланади.

Моддаларнинг қимёвий ўзгаришлари у ўқи бу даражада иссиқлик жараёнлари билан боради. Иссиқлик эффеқтига қараб, реакциялар экзотермик (иссиқлик чиқиши билан борадиган) ва эндотермик (иссиқлик ютилиши билан борадиган) реакцияларга бўлинади. Бундай бўлиш реакциянинг иссиқлик эффеқтини мувозанатга ва қайтар реакциялар тезлигига таъсирини аниқлашда жуда қатта аҳамиятга эгадир. Қўпгина ишлаб чиқаришларда реакциянинг иссиқлик эффеқти ишлаб чиқаришнинг технологик схемасини ва реактор конструкциясини белгилаб аниқлаб беради.

Гетероген системаларда тўғри оқимли, қарама – қарши оқимли, қорраҳа (бир-бирини қесиб ўтувчи) оқимли жараёнларни ажратадилар. Бундай классификациялаш реакторнинг баландлиги (узунлиги) бўйича жараённинг ҳаракатлантирувчи қўчи ўзгаришининг ҳарактерини аниқлаш учун зарур

хисобланади. Шундан қилиб, ҳатто кимёвий технологиянинг умумий курсида қабул қилинган жараёнларнинг киска. соддалаштирилган классификацияси ҳам анчагина мураккаброкдир, чунки у ишлаб чиқаришда мавжуд бўлган турли хил кимёвий-технологик жараёнларни ўрганишда ҳар томонлама ёндашувга асослангандир.

Кимёвий технологияда ўрганиладиган асосий объектлар – мувозанат ва кимёвий технологик жараёнларнинг тезлигидир. Жараённинг тезлиги ва мувозанатни бошқарувчи қонуниятлар гомоген ва гетероген жараёнларда кескин фарк қилади.

## 1.7 Технологик жараёнларда мувозанат.

Кимёвий жараёнлар қайтар ва қайтмас жараёнларга бўлинади. Қайтмас жараёнлар фақат бир томонга боради. Ишлаб чиқариш шароитида қўпгина кимёвий реакциялар амалда қайтмас бўлади. Масалан, газлар аралашмасидан  $\text{CO}_2$  ни тозалашда, газлар оҳакли сувдан ўтказилади (ювилади) бу реакция қайтмас реакциядир.



Ёки қолчеданни қўйдириш реакциясини қўрсатиш мумкин, бу ҳам қайтмас реакциядир.



Қайтар реакцияларда эса, ҳосил бўлган маҳсулот ўз – ўзидан яна дастлабки маҳсулотга айланади.

Гетероген системаларда қайтар деб модда ёки иссиқликнинг бир фазадан бошқа фазага ўтиши ва аксинча, боровчи жараёнларга айтилади.

Барча қайтар кимёвий – технологик жараёнлар мувозанатга интилади. Бунда тўғри ва тесқари томонга боровчи жараёнларнинг тезлиги тенглашади, натижада ўзаро таъсирлашувчи системада компонентлар нисбати ташқи муҳит ўзгармагунча ўзгармайди. Компонентлардан бирининг ҳарорати, босими ёки концентрацияси ўзгарса, мувозанат бўзилади ва системада ўз – ўзидан янги

булинида (масалан, газларни зарарли арашмалардан тозалаш жараёнида) жараёнлар изотермикка яқинлашади.

Адиабатик реакторларда иссиқлик ташқаридан ичкарига ҳам кирмайди ва ичкаридан ташқарига ҳам чиқмайди, реакциянинг барча иссиқлиги, реакцияга киришадиган моддаларнинг оқими билан аккумуляцияланади (тўпланади). Идеал – адиабатик режим факат ташки муҳитдан тулик изоляцияланган идеал сиқиб чиқариш реакторларидагина бўлиши мумкин. Бундай реакторларда реактор ўқи бўйича оқим ҳарорати дастлабки модданинг тайёр маҳсулотга айланиш даражасига тўғри ёқи тесқари пропорционалдир.

Политермик реакторларда реакция иссиқлиги реакция зонасида факат қисман ташқарига чиқарилади ёқи эндотермик жараёнлар учун аппаратга ҳисобланган ҳолда (яъни аппаратнинг проектига мос ҳолда) иссиқлик бериш билан компенсацияланади. Натижада ҳарорат реакция ҳажмини узунлиги (ёқи баландлиги) бўйича турли ҳилда ўзгаради ва ҳарорат режими ҳам графикда турли эгри қизикларда ифодаланади, унинг қўриниши тахминан ҳисобга (дастурга) мос ҳолда бўлади ва технологик режим параметрларини ўзгартириш орқали тўғриланади. Саноат реакторлари қўпинча политермик ҳарорат режимида эга, баъзан изотермик ёқи адиабатик режимга яқинланади.

Моддаларнинг қимёвий ўзгаришлари у ёқи бу даражада иссиқлик жараёнлари билан боради. Иссиқлик эффеқтига қараб, реакциялар экзотермик (иссиқлик чиқиши билан борадиган) ва эндотермик (иссиқлик ютилиши билан борадиган) реакцияларга бўлинади. Бундай бўлиш реакциянинг иссиқлик эффеқтинини мувозанатга ва қайтар реакциялар тезлигига таъсирини аниқлашда жуда қатта аҳамиятга эгадир. Қўпгина ишлаб чиқаришларда реакциянинг иссиқлик эффеқти ишлаб чиқаришнинг технологик схемасини ва реактор конструкциясини белгиллаб – аниқлаб боради.

Гетероген системаларда тўғри оқимли, қарама – қарши оқимли, қоррақа (бир-бирини қесиб ўтувчи) оқимли жараёнларни ажратадилар. Бундай классификациялаш реакторнинг баландлиги (узунлиги) бўйича жараённинг ҳаракатлантирувчи қучи ўзгаришининг ҳарактерини аниқлаш учун зарур

ҳисобланади. Шундан қилиб, ҳатто кимёвий технологиянинг умумий қурбида қабул қилинган жараёнларнинг қисқа, соддалаштирилган классификацияси ҳам анчагина мураккаброкдир, чунки у ишлаб чиқаришда мавжуд бўлган турли хил кимёвий-технологик жараёнларни ўрганишда ҳар томонлама ёндашувга асослангандир.

Кимёвий технологияда ўрганнладиган асосий объектлар – мувозанат ва кимёвий технологик жараёнларнинг тезлигидир. Жараённинг тезлиги ва мувозанатни бошқарувчи қонуниятлар гомоген ва гетероген жараёнларда кескин фарк қилади.

## 1.7 Технологик жараёнларда мувозанат.

Кимёвий жараёнлар қайтар ва қайтмас жараёнларга бўлинади. Қайтмас жараёнлар фақат бир томонга боради. Ишлаб чиқариш шароитида қупгина кимёвий реакциялар амалда қайтмас бўлади. Масалан, газлар аралашмасидан  $\text{CO}_2$  ни тозалашда, газлар оҳақли сувдан ўтказилади (ювилади) бу реакция қайтмас реакциядир.



Ёки қолчеданни қуйдириш реакциясини қўрсатиш мумкин, бу ҳам қайтмас реакциядир.



Қайтар реакцияларда эса, ҳосил бўлган маҳсулот ўз – ўзидан яна дастлабки маҳсулотга айланади.

Гетероген системаларда қайтар деб модда ёки иссиқликнинг бир фазадан бошқа фазага ўтиши ва аксинча, боровчи жараёнларга айтилади.

Барча қайтар кимёвий – технологик жараёнлар мувозанатга интилади. Бунда тўғри ва тесқари томонга боровчи жараёнларнинг тезлиги тенглашади, натижада ўзаро таъсирлашувчи системада компонентлар нисбати ташқи муҳит ўзгармагунча ўзгармайди. Компонентлардан бирининг ҳарорати, босими ёки концентрацияси ўзгарса, мувозанат бузилади ва системада ўз – ўзидан янги

шаронгта мувозонатни кайта тикловчи кимёвий ҳамда диффузион жараёнлар бошланади. Кимёвий мувозонатда термодинамиканинг иккинчи қонунини қўллаш мумкин. Бу қонунга биноан изоцияланган (ажратилган) системада кимёвий мувозонатнинг шартларидан бири бу энтропиянинг ( $S$ ) максимум қийматга эга бўлишидир. Мувозонат ҳолатдаги ҳар қандай ўз ўзидан боровчи системалар учун шарт бўлган энтропиянинг янада ортиши содир бўлмайди, яъни:  $ds=0$

Гомоген ва гетероген системаларда мувозонатда, технологик режим асосий параметрларнинг таъсири Ле-Шателье принципи билан аниқланади. Ле-Шателье принципига мувофиқ мувозонатда бўлган системанинг ташқи таассурот туфайли мувозонати бузилса системани мувозонатдан чиқарувчи таассуротни камайтирадиган томонга йўналган ўзгариш содир бўлади. Мисол тариқасида экзотермик синтез реакциясига Ле-Шателье принципи қўлланилишини кўриб ўтамин.



(бу асосий модель реакция ҳисобланади, чунки бу реакция қўпчилиқ ишлаб чиқариш жараёнлари учун масалан,  $SO_2$  ни  $SO_3$  гача оксидлаш,  $SO_3$  ни адсорбцияси,  $NH_3$ ,  $HCl$ , спиртлар, юқори молекуляр бирикмалар синтези ва бошқалар асосий реакциядир).

Бу тенглама  $m$ ,  $n$  ва  $p$  лар  $A$ ,  $B$  ва  $D$  моддаларнинг моллар миқдори,  $\Delta H$  - энталпия ўзгариши, яъни, реакциянинг иссиқлик эффекти. Қўпчилиқ кимёвий технология қўлланмаларида реакциянинг иссиқлик эффекти гр Жоул моль бўлин белгиланган:

$$g_p = -\Delta H$$

Модда ҳажмининг  $v$  билан белгиласак  $v$  вақтда  $v_A + v_B > v_D$  бўлади, яъни, реакция, ҳажмининг камайиши билан боради. Олиндаган модда миқдори таъсир этувчи асосий шаронглар булар, ҳарорат  $t$ , босим  $P$  ва реакцияга киришадиган моддаларнинг концентрацияси  $C_A$ ,  $C_B$  ва  $C_P$  мувозонатни ўнга силжиши учун яъни реакция маҳсулотини қўпайтириш учун Ле-Шателье

принципида мувофиқ ҳароратни ва маҳсулот ( $C_A$ ) концентратиясини камайтириш керак, яъни реакция маҳсулотини реакция зонасидан чиқариб олиб туриш. ҳамда босимни ва реакция зонасида дастлабки моддалар  $C_A$  ва  $C_B$  концентратиясини ошириш керак  $C_A$  ни ошириш В моддани тўлиқ реакцияга киришишига ва ўз навбатида  $C_B$  ни ошириш эса, А моддани тўлиқ реакцияга киришишига олиб келади. Бундай амаллар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади, масалан, водород хлориди синтезида реакциянинг умумий тенгламасига биноан:



Реакция маҳсулоти ( $HCl$ ) таркибида хлор газининг бўлиши, мақсадга мувофиқ эмас (чунки у хлорид кислотани ифлослайди) водород газининг бўлиши эса зарарсиз. Шунинг учун ҳам саноатда, газлар аралашмасида водород миқдорини ортқича олиш йўли билан, тоза (таркибида  $Cl_2$  сақламаган) водород хлорид газини олиш мумкин бўлади. Гетероген экзотермик жараёнларда Ле-Шателье принципини қўллаганда масалан, газлар аралашмасини суюқликка ютилишида, газларни суюқликдаги мувозонат концентратияси ёки газларнинг абсорция мувозанат даражаси (яъни маҳсулот унуми) ҳароратни пасайтириш ва босимни ошириш ҳамда ютилган компонентларнинг суюқлик устидаги парциал босимини камайтириш орқали оширилади. Парциал босимни камайтириш абсорция зонасидан маҳсулотни чиқариб олиб туриш орқали амалга оширилиши мумкин, масалан, маҳсулотни, кристалллаб чиқариб олиш орқали ( $CO_2$  ни абсорбциялашда юттирувчи сифатида оҳақли сутдан фойдаланиб,  $CaCO_3$  шаклида чиқариш орқали ажратиб олинади). Газлар аралашмасида суюқликка ютилган компонентнинг концентратиясини (яъни парциал босимни) ошириш газларни суюқликдаги мувозонатини оширади. Аммо бунда абсорбция даражаси ўзгармаслиги мумкин.

Ле-Шателье принципида мувофиқ каттик кристалл моддаларнинг суюқликда эриши агар бу жараён эндотермик бўлса ҳароратнинг ортиши билан ортади, чунки кристаллик панжаранинг емирилиши учун сарфланадиган энергия миқдори, одатда, молекуланинг сольватланиш иссиқлигидан кўп яъни,

ортик бўлади. Бунда босим амалда таъсир этмайди, чунки ҳажм ўзгариши жуда кам бўлади.

**Мувозонат константаси.** Мувозонат константаси динамик мувозонатни микдорий ўлчаш учун хизмат қилади. Физик кимёда мувозонат константаси термодинамик катталиқ сифатида аниқланган, аммо уни массалар таъсири қонунидан келтириб чиқариши ҳам мумкин. Бу қонунга биноан кимёвий реакция тезлиги айни вақтда реакцияга киришадиган моддаларнинг моляр концентрацияларнинг қўпайтмасига тўғри пропорционалдир. (1864 йилда Като-Максимилян Гульберг ва Питер Ваагелар массалар таъсири қонунини кашф этдилар, бу қонун мувозонатдаги системанинг реакция маҳсулоти ва дастлабки реагентларнинг нисбий концентрацияларини мувозонат константаси деб аташ учун катталиқ орқали ифода қилади). (1.6) реакция учун тўғри реакция тезлиги

$$U_1 = K_1 [A]^a \cdot [B]^b \quad (1.7)$$

тескари реакция тезлиги эса,

$$U_2 = K_2 [D]^d, \quad (1.8)$$

тенглама билан ифодаланади.

Бу ерда  $K_1$  ва  $K_2$  - тўғри ва тескари реакциянинг тезлик константаси.  $A$ ,  $B$  ва  $D$  - реакцияга киришадиган моддаларнинг айни пайтдаги моляр концентрациялари (ёки парциал босими) яъни вақт ўзгариши билан ўзгарадиган катталиқ. Мувозонат константаси- $K$ , мувозонат пайтида тўғри реакция тезлик константасининг тескари реакция константасига бўлган нисбатидан келтириб чиқарилади, яъни  $U_1 = U_2$  мувозонатда бўлганда

$$K_1 [A]^a \cdot [B]^b = K_2 [D]^d \text{ бўлади} \quad (1.9).$$

Бундан

$$K = K_1 / K_2 = [D]^d / [A]^a \cdot [B]^b \quad (1.10).$$

Бу тенгламадаги  $[A]^a [B]^b$  ва  $[D]^d$  лар система мувозонат ҳолатида бўлганда реакцияга киришадиган компонентларнинг парциал босими. Газлар учун  $K$  ни реакцияга киришадиган компонентларнинг парциал босими  $P$  билан, компонентлар концентрацияси- $C$  ва нихоят уларнинг моляр қисми  $N$

билан ифодалаш мумкин. Бунда  $K_p$ ,  $K_c$  ва  $K_N$  лар билан белгиланувчи тегишли мувозонат константаларни ҳосил бўлади. Улар бир-бири билан қуйидаги тенгламалар орқали боғлиқ бўлади:

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta N} \quad (1.11)$$

$$K_p = K_N P^{\Delta N} \quad (1.11a).$$

Бу ерда  $p$ - газлар арлашмасининг умумий босими,  $\Delta N$  - реакция натижасида газлар моллари, сонининг ортиши. Юқоридаги модель реакция (1.6) учун

$$\Delta N = p - (m + n) \quad (1.12) \text{ бўлади.}$$

(1.5) тенглама, техник ҳисобларда мувозонатларда мувозонат константаси  $K$  ни ҳисоблашда фойдаланилмайди, чунки мувозонат концентрацияси, одатда, маълум бўлади ва у  $K$ нинг катталигига асосланиб дастлабки маълум ва аниқ бўлган концентрацияси бўйича аникланади. Турли реакцияларнинг тажриба йўли билан, ёки ҳарорат ва босимга боғлиқ ҳолда аналитик йўл билан аниқланган мувозонат константаларининг қийматлари махсус қўлланмалар ва справочникларда тегишли жадвал ёки номограммалар шаклида берилган.  $K$  ни тажриба маълумотларига асосланиб аниқлаш уни махсулот унуми орқали ифодаляйдилар.

**Махсулот унуми.** айланиш даражасини (ҳом ашёни тайёр махсулотга айланиши назарда тутилмоқда) шароитга боғлиқ ҳолда, мувозонат унуми ва фактик унум билан ифодалаш мумкин. Айланиш даражаси дастлабки олиган модданинг (ҳом ашёнинг) тайёр махсулотга айланган қисмини дастлабки модданинг умумий миқдорига бўлган нисбати билан ифодаланади.

$$X = (G_g - G_a) / G_g \quad (1.13)$$

Бунда:  $x$ - айланиш даражаси,  $G_g$  - дастлабки модда (ҳом ашё),  $G_a$  - ҳосил бўлган тайёр махсулот ( $y$  эъни охириги модда) таркибидаги реакцияга киришмай қолган дастлабки модда миқдори ўрнига, моддаларни дастлабки ( $G_g$ ) ва охириги ( $G_a$ ) концентрациясини қўйиш мумкин. Бошқа шароитида айланиш даражасини махсулот умумий унуми сифатида ҳисоблайдилар.

$$X = G_{\phi} / G_m \quad (1.14)$$

Бунда:  $x$  - маҳсулот унуми,  $G_f$  - амалда олиган (фактик) маҳсулот,  $G_m$  -

микдори  $x$ -нинг (1.13) ва (1.14) тенгламаларда аниқланган кийматлари сон жihatдан тенгдир. Асосий дастлабки модда сифатида одатда, реакциялар аралашманинг асосий кимматбаҳо компоненти ҳисобга олинади, қайси ким у, стехиометрик ҳисобдан кам бўлади. Масалан, саноатда  $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$  реакциясида асосий реагент  $SO_2$  ҳисобланади, кислород эса ҳаво таркибидан бўлиб кимматбаҳо реагент ҳисобланмайди. Шунинг учун барча ҳаво кислороди билан оксидланиш реакцияларида, кислород доим ортиқча олинади ва кимматбаҳо реагент ҳисобланмайди. Ёки этиленни гидратланиш реакциясида  $H_2C=CH_2 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$  асосий кимматбаҳо реагент этилен ҳисобланади.

Сув эса, кимматбаҳо реагент ҳисобланмайди ва қўпчилик гидратланиш реакцияларида (масалан, гидролиз реакцияларида, сув буғи билан конверциялашда ва бошқаларда) сув буғи ортиқча олинади. Фазолар аро массалар ўтишида (бирор реагентнинг бошқа реагент ичига ўтишида) масалан, абсорбция, десорбция, бугланиш ва бошқаларидан асосий ёки кимматбаҳо реагент деганда абсорбцияланувчи модданинг барчаси тушунилади. Кимёвий реакцияда қўллаш мумкин бўлган бундай унум, айланиш даражаси деб аталади. Масалан ўтиши жараёнида бундай унум ( $X$ ) фазолар аро ўтиш даражаси дейилади. Массалар абсорбцияланиш даражаси ва бошқалар.

Агар (1.14) формулада, суратда, система мувозонат ҳолатда бўлганда  $G_{mv}$  олиган маҳсулот микдори қўйилса у вақтда унум мувозонат унуми ёки назарий унум дейилади.

$$X_{mv} = (G_{mv} / G_m)$$

Фактик унум (назарига нисбаттан олиганда)  $X_f$  жараёнининг мувозонатга яқинланиш даражасини аниқлаб беради ва у қўпинча процентлар билан ифодаланади.

$$X_f = (G_{mv} / G_m) 100 = (G_{mv} / G_m * X_{mv}) 100 \quad (1.16)$$

Жараёнининг селективлиги мураккаб паралел кетма кет реакциялар учун муҳим курсаткидир.  $A \rightarrow B \rightarrow D$  реакцияда, асосий олинishi керак

бўлган махсулот-В, қўшимча (эҳтимол ишлаб чиқариш чиқиндиси) махсулот D  
 —булганча жараёнинг селективлиги —S қуйдаги формула билан ифодалан  
 мумкин:  $S = X_B / X_B + X_D$  (1.16)

$$S = G_B / G_A \quad (1.17)$$

Бунда В- модданинг (махсулотнинг) миқдори -  $G_B$  А модданинг  
 махсулотга айланган қисмининг миқдори  $G_A$  д-р.

Махсулот унуми моддалар концентрацияси вақт ва ҳароратга тўғри  
 чиқикти эмас, балки аксинча, боғлиқ бўлади. Шунинг учун уни, жараёнинг  
 тезлигини баҳолашда қўллаш ҳар доим ҳам қўлай бўлавермайди.

Кинетикаси ҳали тўғри ўрганилмаган катор жараёнлар учун махсулот  
 унуми жараёнинининг тўлиқ борганлиги ва тезлигининг ягона ўлчамидир. Агар  
 жараёнининг кинетик тенгламаси ( реакция тезлигининг асосий формуласи )  
 маълум бўлса, у вақтда реактор ишининг интенсивлигини миқдорий баҳолаш  
 учун ва ишлаб чиқариш жараёнларнинг технологик ҳисоби учун жараёнинг  
 тезлик константаси —K дан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Кайсиким  
 гетероген жараёнларда K масса узатиш коэффициенти дейилади. Масса узатиш  
 коэффициенти, одатда реакцияга киришадиган фазаларнинг ҳақиқий ва  
 мувозонат концентрациялари ҳар хил бўлганда, 0,1МПа босимда ( яъни 1 М<sup>1</sup> газ  
 ёки суюқ фазада 1 кг, босимда) 1М<sup>2</sup> юзада бир фазадан бошқа фазага 1 соат да  
 ўтган модданинг кг ми миқдори билан ўлчанади. Жараёнинг тезлик  
 константаси реакцияга киришадиган моддалар концентрацияси С ва вақт τ га  
 боғлиқ эмас. Бу факат ҳароратнинг Т функциясидир.

### 1.8 Технологик жараёнларнинг тезлиги

Олиниши керак бўлган тайёр махсулотга нисбаттан технологик  
 жараёнинг тезлиги бу тўғри, тесқари ва қўшимча реакцияларнинг натижавий  
 тезликлари ҳамда дастлабки моддаларнинг реакция зонасига ва тайёр  
 махсулотнинг реакция зонасидан диффузияланишидир. Юқорида кўриб ўтган  
 қонунияти факатгина олиниши мумкин бўлган максимал назарий махсулот  
 унумини аниқлаш имконини беради аммо ишлаб чиқариш назарий унумга  
 одатда дастлабки моддаларнинг концентрацияси камайиб бориши билан

реакциянинг умумий тезлиги секинлашуви сабабли  $U = \bar{U}_1 - \bar{U}_2$  эришиб бўлмайди. Қантмас жараёнларда эса яъни  $U=0$  бўлганда дастлабки реagentлардан бири тўлиқ сарфланиб бўлгач, реакция тезлиги 0 га интилади ( $U \rightarrow 0$ ). Кайтар реакцияларда эса мувозонатга эришилганда яъни  $\bar{U}_1 = \bar{U}_2$  бўлганда реакция тезлиги ( $U \rightarrow 0$ ) бўлади. Массалар таъсири конунига биноан ажратилган изоляцияланган системаларнинг да (1.6) тенгламадаги оддий реакциялар учун ҳосил килинган махсулот миқдори вақт ўтиши билан юқорига кўтарилувчи логарифмик эгри чизиги бўйича ўзгаради (20- расм ) махсулот унуми- $X$  ҳам худди шундай эгри чизик бўйича (пастга тушувчи чизик) ўзгаради. Вақт бирлигида олинган махсулот миқдори билан ифодаланган (пастга тушувчи чизик) реакция тезлиги жараёнининг бошланишида оордината ўқининг катта қисмини ташкил этади. Маълум-  $t$  вақтдан кейин эса факатгина  $U_1$  қисмигина ташкил этади ҳолос. Кайтмас жараёнларда реакция тезлиги мувозонатга яқинлашганда ёки дастлабки олинган моддалар концентрацияси камайганда нольга интилади. Бундай суёт тезликда ишлаб чиқариш жараёнини олиб бориш максалга мувофиқ эмасдир. Шунинг учун ҳам уни мувозонатга олиб борилмайди 20-расмдаги эгри чизиклар. Вақти вақти билан яъни даврий ишловчи (изоляцияланган ситемаларни) ёки идеал сикиб чиқариш аппарати режимиға яқин бўлган окимий аппаратларда боровчи ҳар қандай фазолдар аро масса ўтказишда ва кимёвий реакциялар учун вақтға нисбаттан жараённинг тезлигини (кинетикасини) ифодалайди.

### ***Жараён тезлигининг асосий формуласи.***

Технологик жараённинг олиниши керак бўлган таёр махсулотнинг миқдори ёки концентрациясининг вақт утиши билан ортиб бориши ёки дастлабки моддалардан бирининг миқдорини камайтириши билан характерлаши мумкин (20 -расм). Бунда модда миқдори масса ёки ҳажм бирлигида концентрация эса масса улушларида ёки процентларда ҳажм бирлигида моль ёки порциялар босимда масса бирликларида ифодаланали. Қўпчилик ҳолларда тезликни математик ифодалаш учун вақт бирлигида тайёр махсулотга айланиш даражаси (махсулот унуми) ишлатилади. Агар вақт бирлигида ( яъни, маълум

вакт ўтиши билан) тайёр махсулот ёки унинг концентрацияси тугри чизикли узгарса ( тулик аралаштириш шароитида бу ҳолат кузатилади) у вақтда  $t_1$  дан  $t_2$  гача ўтган вақт оралиғида тайёр махсулот миқдори ва унинг концентрацияси  $G_1$  дан  $G_2$  гача ва  $C_1$  дан  $C_2$  гача тегишлича ортади. У пайтда жараён тезлиги куйдагича ёзилади.

$$U_G = G_2 - G_1 / t_2 - t_1 = \Delta G / \Delta t \text{ ёки } U_C = C_2 - C_1 / t_2 - t_1 = \Delta C / \Delta t$$

Вакт улчови  $t$ —одан махсулот миқдори  $G=0$  дан махсулот миқдори концентрацияси  $C_1=0$ дан бошланса, у пайтда:

$$U_G = G / t; U_C = G / t; U_X = x / t \text{ бўлади.}$$

Идеал сиқиб чиқариш ва чала аралаштириш вақт бирлигида махсулот миқдорининг  $G$  ва концентрациянинг  $C$  ўзгариши тугри чизикли бўлмай балки камайиб бориш, тартибда бўлади. (20-расм) ва бунда жараён тезлиги куйдагича аникланади:

$$U_G = dG/dt \text{ ва } U_C = dC/dt \quad (1.20)$$

Ёки тайёр махсулотга айланиш даражаси буйича аникланади:

$$U = dX / dt \quad (1.21)$$

(1.19) ва (1.21) ифодалар жараён турини ва реактор типини характерлайди, аммо улар ҳисоблаш учун яроқсиздир. Шунинг учун ҳам жараён тезлигини ҳисоблаш учун куйдаги тенглама типларидан фойдаланилади:

1. Гомоген ва гетероген жараёнлар тўқнашув юзасининг  $F$  катталиги ноъмалум бўлганда, массалар таъсири конунига биноан массалар таъсири конунига биноан

$$U = K \cdot V \cdot \Delta C \quad (1.23)$$

2. Гетероген жараёнлар учун ( яъни  $F$  киймати маълум бўлганда моддаларнинг фазолар ўтишида) жараённинг тезлиги, иссиқлик ўтишида кулланиладиган Ньютон тенгласига ўхшаш тенглама билан ифодаланади:

$$U = K \cdot F \cdot \Delta C \quad (1.23)$$

бу тенгламада  $K$ -жараённинг тезлик константаси,  $\Delta C$ -жараённинг ҳаракатлантирувчи куч,  $F$ - гетероген системаларда реакцияга киришувчи фазоларнинг бир-бирисига тегиб турувчи юзаси,  $V$ - реакция хажми.

**Жараён тезлигининг константаси ёки коэффициенти** мураккаб катталик ҳисобланади. Улар нафақат реакцияга киришадиган моддаларнинг кимёвий хоссаларига, балки уларнинг физикавий характеристикалари, аппарат қоснотрукцияси, жараён олиб бориладиган гидродинамик шароитлари (оқим тезликлари, аралаштириш даражаси) , реакцияга киришувчи моддалар ва реакция маҳсулотининг диффузияланишига боғлиқ бўлади. К-нинг қиймати одатда эксперимент йўли билан аниқланади . Бир қанча жараёнлар учун эса турли шароитларда К-нинг катталиклари жадваллари турли қўлланмаларда берилган.

### **Жараённинг ҳаракатлантирувчи кучи.**

Гомоген реакциялар учун массалар таъсири қонунига биноан айни пайтда реакцияга киришувчи моддалар концентрацияларининг қупайтмаси сифатида аниқланади. Модел реакция (1,6) учун, агар у қайтмас бўлса ёки мувозонат ҳолатидан анча узоқда бўрса

$$\Delta C = C_A^0 \cdot C_B^0 \quad (1.24) \text{ бўлади.}$$

Бу ерда  $C_A$  ва  $C_B$  – жорий (реакция бораётган пайдаги) концентрация масалан ,  $HCl$  синтези реакциясида  $Cl_2 + H_2 \leftrightarrow 2HCl$

туғри реакция тезлигини қуйдаги формула бўйича ифодалаш мумкин.

$$U = K \cdot \Delta C = K \cdot C_{Cl_2} \cdot C_{H_2} \quad (1.25)$$

Бунда  $CCl_2$ ,  $CH_2$ ,  $CCl_2$  ва  $H_2$  ларнинг газлар аралашмасидаги жорий концентрацияси қайтар реакциялар учун :

$$\Delta C = (C_A - C_A^0) \cdot (C_B - C_B^0) \quad (1.26)$$

Бунда ,  $C_A^0$  ва  $C_B^0$  мувозонат концентрация бўлиб (1,10) тенглама асосида ҳисоблаб чиқарилади. Агар мувозонат концентрациясини ҳисоблаш қийин бўлса, у пайтда модел реакциясининг умумий тезлигини қуйдаги тенгламада фойдаланиб аниқлаш мумкин:

$$U = \vec{U}_1 - \vec{U}_2 = dC_D/dt = \frac{K_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b - K_2 \cdot C_D^c}{\Delta C_1 \cdot \Delta C_2} \quad (1.27)$$

Бу ерда  $C_A$ ,  $C_B$ ,  $C_D$  хакикий жорий концентрациялар  $K_1, K_2$ - тўғри ва тескари реакцияларнинг тезлик константалари,  $\Delta C_1$  ва  $\Delta C_2$  - тўғри ва тескари реакцияларнинг ҳаракатлантирувчи кучи (1.22) (1.25)чи кинетик тенгламаларда ҳаракатлантирувчи кучли компонентларнинг парциал босими -Р орқали ифодалаш мумкин. Масалан (1.6)(1.22а) модель реакция учун  $I = K_1 \Delta p = K_1 P_A^a P_B^b$  ҳисоблаш учун ҳаракатлантирувчи куч реакцияга киришадиган моддаларнинг бошланғич концентрацияси ва уларни бошқа моддага айланиш даражаси орқали ифодаланади. Масса узатиш учун вақтнинг айни пайтида ҳаракатлантирувчи куч- $\Delta C$  куйидаги формула бўйича ҳисобланади.  $\Delta C = C - C^*$  (1.28) Бунда  $C$ -узатувчи фаза компонентларининг хакикий концентрацияси  $C^*$ -узатувчи фазада мувозанат концентрация (масалан эритмага ютиладиган компонентнинг эритма устидаги парциал босими)  $\Delta C$ ни аниқлаш учун формуланинг курилиши аралаштириш даражасига боғлиқ бўлади. Тулик аралаштириш бўлса  $\Delta C$  доимий бўлиб охирига тенг яъни (1.22) (1.23) формулалар бўйича ҳисобланганда уртача киймат куйилади.  $\Delta C_{урт} = \Delta C_{ах}$  идиал сикиб чиқариш ва қисман аралаштиришда  $\Delta C$  логорифмик эгричиғи бўйича узгарди (21-расм) ва (1.22). (1.23) формуладан фойдаланилганда куйидаги формула бўйича ҳисобланади.

$$\Delta C_{урт} = \frac{\Delta C_0 - \Delta C_{ах}}{2.3 \lg \frac{C_0}{C_{ах}}} \quad (1.29)$$

Бунда :  $\Delta C_0$  ва  $\Delta C_{ах}$  лар бошланғич (реакторга киришдаги) ва охириги (реактордан чиқишдаги ) ҳаракатлантирувчи куч. Реакцияга киришадиган моддаларнинг бир-бирисига тегиб турган сиртини гетероген системаларда гидродинамик жараёнлар билан аниқлайди кучли аралаштирилганда Г-К ва С-К системаларда газ ва суюқлик билан ювилиб турадиган барча каттик заррачаларнинг сиртига тенг бўлади. Аммо Г-С ва бир-бири билан аралашмайдиган С-С системаларда кучли аралаштирилганда заррачаларнинг бир-бирисига хакикий тегиб турган сиртини аниқлаш кийин. Шунинг учун ҳисоблашда (1.28) формулага аппаратдаги барча тоқчаларнинг майдон кесими

суюклик билан ювиладиган насадкалар юзаси ва бошка шу кабиларга сон жихатдан тенг булган шартли катталиклар куйилади. Бу жараённинг тезлик константаси ҳам шартли катталик бўлади.

Агар узаро таъсир етувчи фазаларнинг бир-бирисига тегиб турувчи юзаларини аниклаш кийин булса ҳисоблашни реакцион ҳажми  $V$  бирилигида утказилади яъни гетероген жараёнларни ҳисоблаш учун:

$$U = dG/dt = K \cdot V \cdot \Delta C. \quad (1.30)$$

Формуладан фойдаланилади.

Бунда  $U$ -жараён тезлиги (вакт бирлигида маҳсулот ортиб бorgan жараён тезлиги)  $dG$  -вакт бирлигида маҳсулот унуми  $dt$ -вакт бирлиги (оз вакт даври)  $K$ -жараённинг тезлик константаси.  $\Delta C$ - жараённинг ҳаракатлантирувчи кучи.  $V$ -реакцион ҳажм катталиги.

Шундай қилиб жараён тезлигини аниқловчи катталиклар  $K, V, F$  узаро таъсир етувчи моддаларнинг концентрациясига боглик эмас ва шунинг учун ҳам турли доимий шароитларда бутун жараён давомида узгармай қолиши мумкин.

Жараён тезлигини ошириш ва шунга мос ҳолда апаратнинг маҳсулдорлигини ошириш-технологиянинг асосий вазифаларидир. Жараённинг тезлик тенгламаларини (1.22) (1.23) анализ қилиб  $\Delta C$   $K$  ва  $F$  (И) катталикларни аниқловчи усулларни топилади.

Жараённинг ҳаракатлантирувчи кучини  $\Delta C$  оширишга (1.24) – (1.28) тенгламалардан маълумки дастлабки моддалар концентрациясини ошириш йўли орқали эришилши мумкин. Бунга ҳам ашёни бойитиш орқали эришилади. Газ фазада синтез жараёни ва газ компонентларининг сорбцияланиши жараёнлари учун босимни ошириш худди концентрацияни оширгандек таъсир этади. Чунки босим оғанда газ концентрацияси ортади.

Қўпгина мўхим ишлаб чиқариш жараёнлари масалан аммиак ва метанол синтези оғир ёқилгиларни гидрогенлаб бензин олиш каби бир канча газ компонентлари реакциялари (қайсики буларда реакция ҳажмини камайтириш билан боради) юқори босим (10 МПа дан юқори) қўллаш

туфайлигина амалга оширилади. Каттик фазали жараёнларда ута юкори босимни куллаш фойда келтирилади чунки у электрон кобикларни кайта таксимланишига (кайта курилишига) кристалларни деформацияланишига фазовий мувозанатни силжитишга олиб келиши лозим. Масалан, металл суюкланмасида ериган углерод (графит) ута юкори босимда (10 минг МПа гача босимда) ва юкори хароратда (2400 °C гача) саноатда суний олмосга айлантирилади.

Газларда сорбцияланишнинг харакатлантирувчи кучи хароратнинг пасайиши билан ортади чунки бунда мувозанат концентрация  $C$  камаяди. Десорбция ва бугланиш жараёнлари учун:

$$\Delta C = C^* - C \quad (1.31).$$

демак  $C^*$  ни ортишга олиб келувчи хароратни ошириш фойдалидир.

Реакция зонасидан махсулотни конденсациялаш газ мухитидан сорбциялаш ёки суюкликдан кристалл шаклида чуқутириб олиш йули билан чиқариб олиш ва шу кабилар мувозанат концентрациясини  $C^*$  камайтишига ва жараённинг харакатлантирувчи кучини ортишга олиб келади. (1.26-1.28) тенгламаларга қаранг. Амалиётда жараённинг тезлик константасига таъсир этишини ҳисобга олган, харакатлантирувчи кучини оширадиган барча факторларни комплекс куллашга интилинади.

Жараённинг тезлик константасини оширишга узаро реакцияга киришаётган моддаларнинг хароратини ошириш аралаштиришни кучайтириш катализатор куллаш орқали эришиш мумкин. Умуман олганда жараённинг тезлик константаси тугри  $K_1$  ва тескари  $K_2$  реакциялар константалари ва кушимча  $K_n$  реакциялар ҳамда дастлабки моддаларнинг диффузияланиш коэффициентини  $D_1, D'_1$  ва реакция махсулотлари  $D_1, D'_1, \dots$  га боғлиқ бўлади.

$$K = f(K_1, K_2, K_n, \dots, D_1, D'_1, \dots, D'_2) \quad (1.32).$$

Хароратни ошириш реакциянинг тезлик константасини ва бироз диффузия коэффициентини оширади. Натижада ҳар қандай жараённинг умумий тезлиги хароратнинг ортиши билан маълум қийматгача ортади бунда тескари



Эндотермик жараёнлар учун (масалан, метанни сув буғи билан конверциясида) юкори харорат кайтар экзотермикка нисбаттан ижобий таъсир этади, чунки хароратнинг ортиши билан  $K$  ва  $K_p$  мувофиқ ортади. Аммо хароратни чексиз ошириб бориш ҳам максалда мувофиқ эмас чунки  $X$  суниб (пасайиб) боровчи эгри чизик буйича ортади (23-расм). Купчилик ишлаб чиқаришларда хароратни ошириш реакцияга киришадиган моддаларнинг реакция зонасидан чиқиб кетишга олиб келади. Масалан, суюқ реакция аралашмалардан десорбцияланиб кетиши ёки каттик реагентлар юзаси камайиши сабабли (донадор шаклдаги каттик агрегатлар реагентлар суюкланиб бир-бирисига ёпишиб қолиши туфайли) уларнинг таъсир юзаси камаяди. Купгина жараёнларда кайта ишланадиган моддаларнинг ёки апаратларининг иссиikka чидамлилиги у кадар катта бўлмайди маълум даражада бўлади. Шундай қилиб хароратни туғрилаш жараёнининг тезлик константасини  $K$  купайтириш ва харакатлантирувчи кучини ошириш учун зарар. Жараёнининг оптимал хароратни реагентлар табиатига ва концентрациясига дастлабки моддаларнинг реакция махсулотига айланиш даражасига босимга реакцияга киришадиган фазаларнинг узаро таъсиротда бўлувчи сиртига уларнинг аралаштириш интенсивлигига ва нихоят купчилик жараёнлар учун кулланиладиган катализаторнинг активлигига боглиқ бўлади.

Катализаторни куллаш жуда фойдали бўлиб у жараёнининг харакатлантирувчи кучини  $\Delta S$  узгартирмай реакциянинг тезлик константасини кескин оширади. Аммо катализаторни иссиikka чидамлилиги юкори бўлмаслиги ва контакт захарлари билан захарланиб уз таъсир кучини йукотиши уларни куллаш доирасини чегаралаб қояди. Улар диффузион жараёнларни тезлаштирмайди шунинг учун ҳам факат кинетик худуд учунгина самарадорлидир.

Аралаштиришни, биринчи навбатда секин молекуляр диффузияни тез боровчи гирдобсимон диффузияга айлантириш максалида диффузион худудда боровчи гетероген жараёнларни тезлаштириш учун куллаш максалда мувофиқдир.

Аппаратларда араваштиришни кувайтириш реакцияга киришаётган моддаларнинг уртача концентрациясини яъни жараёнинг харакатлантирувчи кувчини камайтиради.

Гетероген системаларда фазаларнинг узаро тасир юзасини купайтириш хам технологик жараёнлар тезлигини оширишнинг кенг таркалган усулидир. Гетероген системаларнинг турига караб (ч-с, ч-к, с-к, с-с, к-к) фазаларнинг узаро таъсир юзасини хар хил усуллар билан купайтириш мумкин ва бу усуллар асосан аппарат типи ва конструкциясини аниклайди.

Хар кандай системаларда хам бунинг учун биринчи навбатда- каттик ва суюк (ч-к, с-к системаларда) яъни огир фазаларнинг юзаси купайтирилади. каттик фазаларнинг сиртини хом ашёни майдалаб ёки каттик жисм булактарининг говактларини ошириш йули билан купайтириш мумкин. Говактикни оширганда ички юза кенгайтирилади кайсиким у ташки юзадан юзлаб марта катта булиши мумкин.

Суюк фазанинг юзасини кенгайтириш учун г-с , с-с системаларда насадкалар кулланилади ва суюклик билан сугорилганда юза анча кенгайди.

Бундан ташкари газ оими ёрдамида суюклик сачратилади.

Фазалар контакти юзасини кенгайтириш реактор типи ва конструкцияси билан аникланади.

## 1.9 Кимёвий реакторлар ва ишлаб чикаришнинг технологик системалари.

Хар кандай кимёвий технологик системаларнинг (КТС) асосий элементларидан бири кимёвий реактор хисобланади. Кимёвий реактор деб, кимёвий реакцияларни масса ва иссиқлик кувчириш (узатиш) билан кушиб олиб барувчи жараёнлар амалга ошириладиган аппаратга айтилади.

Реакторгача урнатилган барча аппаратлар хом ашёни кайта ишлашга тайёрлаш учун мулжалланган реактордан кейинги аппаратлар эса ҳосил

булган тайёр махсулотни ажратиб олиш учун хизмат килади. Типик реакторларга :саноат печлари, контакт апаратлари, механик ва пневматик окимли аралаштириладиган реакторлар, пишириш қозонлари, гидрататорлар синтез қолонналарни,асбоблар ва бошқалар мисол була олади.

Барча технологик жараёнларнинг самарадорлиги реакторни тугри танлаб билиш ва унинг такомиллашганлик даражасига боглиқ булади.

Саноат реакторига булган асосий талаблар кимёвий ишлаб чиқаришнинг характериға боглиқ булиб, қуйидагилардан иборат:

- 1.Юкори махсулдорлик ва интенсивликни таъминлаши.
- 2.Экзотермик реакция иссиқлигидан ва эндотермик жараёнларни бориши учун ташқаридан бериладиган иссиқликлардан туликрок фойдаланиш имкониятини бериши.
- 3.Реагентларни аралаштириш ва бир жойдан бошқа жойға қучириш, ташиниш қабилар учун сарфланадиган энергиядан рационал фойдаланиб сарфиётни қамайтиришни таъминлаши лозим.
4. Тузиллиши жуда оддий , осон бошқариладиган ва хафсиз, шу билан бир қаторда арзон материаллардан (қора металлар , силикатли материаллар,арзон пластмассалар ва ҳоказолар) ясалган булиши.
5. имкони борича туликрок механизациялашган булиши ва жараёнларни бошқаришни афтоматлаштиришни таъминлашни ,
6. Режимнинг асосий параметрлари (С, Т, Р) қатта қийматларда узгарганда ҳам реактор барқарор ишлаб турадиган булиши керак.

Бу қурсатилган талаблар қупинча бир-бирисига тесқари яъни қарама-қарши характерға эға 24-расмда, газнинг тезлигини ошириш реактор ишининг интенсивлигини қамайтириши (Х- эгри қизигиға қаранг) яққол қуриниб турибди.Шу билан бир қаторда дастлабки моддаларнинг тайёр махсулотға айланиш даражаси ҳам қамаёди ва апаратда босимнинг узғариши (гидравлик қаршилик) ортади яъни газни ташиниш учун ( реактордан интенсив узқазииш учун ) сарфланадиган энергия миқдори ҳам ортади. Демак,умумий махсулдорликни истаганча эмас , аммо маълум бир чэғарагача ошириш мумкин. Ушбу қарама-қаршиликни бошқа мисолда ҳам қуриш мумкин.Масалан,иссиқликдан фойдаланишни яхшилаш, иссиқ алмаштириш қурилмаларини

мураклаблашувига олиб, келади бу ҳолат эса реакторни тан нархини ошириб юборади. Шунинг учун ҳам юқорида айtilган талабларни ҳисобга олган ҳолда, чуқур комплекс иктисодий ҳисоб-китоблар килингандан кейингина реактор тили танланади.

Кимёвий реакторларнинг классификацияси . Кимёвий реакторларнинг классификацияси асосан кимёвий технологик жараёнларнинг юқорида курсатилган классификациясига асосланган.

Қўпинча кимёвий реакторларни ҳарорат режимига аралаштириш даражасига қараб синфларга бўлинади. Бундан ташқари реакторлар худди кимёвий жараёнлар сингари паст ва юқори ҳароратли, қўлланиладиган босимга қараб-юқори, уртача, нормал ва паст (вакуумда ишловчи) босимда ишловчи аппаратларга бўлинади. Реакторлар яна реагентларнинг фазовий ҳолатига қараб гомоген ва гетероген жараёнларни амалга оширадиган аппаратларга, ишнинг давомийлигига қараб даврий ишловчи ва узлуксиз ишловчи аппаратларга бўлинади.

Ҳарорат режимига қараб кимёвий реакторлар ва унда боровчи жараёнлар адиабатик, изометрик ва политермикка бўлинади.

Адиабатик реакторларда реагентлар оқими тинч ҳолда борганда (аралаштирилмас) уни ураб туган атроф муҳит билан иссиқлик алмашинув жараёни бормайди. Яъни иссиқлик реактордан реактор девори орқали ёки иссиқлаштиргичлар орқали ташқарига чиқмайди ва ташқаридан ичқарига ҳам қирмайди яхши изоляцияланган (ажратилган) бўлади. Реакциянинг барча иссиқлиги реакцияга қирувчи моддалар оқимида (реакцион аралашмада) тупланади (аккумуляцияланади).

Реактор баланслигининг хоҳлаган нуктасига ҳарорат режими қуйидаги тенглама билан ифодатанади:

$$t_a = t_b \pm \frac{Q^p}{G^p} \cdot \chi \quad (1.38)$$

Бунда  $t_a$ ,  $t_b$  – системанинг охири ва бошланғич ҳарорати,  $Q^p$  – гетероген жараёнларда, асосий компонентлар бир фазадан бошқа фазага тулик утганда реакциянинг (жараёнинг) иссиқлик эффекти,  $G$  – реакция аралашманинг

булган тайёр махсулотни ажратиб олиш учун хизмат қилади. Типик реакторларга :саноат печлари, контакт апаратлари, механик ва пневматик окимли аралаштириладиган реакторлар, пишириш қозонлари, гидрататорлар синтез колонналари,асбоблар ва бошқалар мисол була олади.

Барча технологик жараёнларнинг самарадорлиги реакторни тугри танлаб билиш ва унинг такомиллашганлик даражасига боглиқ булади.

Саноат реакторига булган асосий талаблар кимёвий ишлаб чиқаришнинг харақтерига боглиқ булиб, куйидагилардан иборат:

1.Юқори махсулдорлик ва интенсивликни таъминлаши.

2.Экзотермик реакция иссиқлигидан ва эндотермик жараёнларни бориши учун ташқаридан бериладиган иссиқликлардан туликрок фойдаланиш имкониятини бериши. 3.Реагентларни аралаштириш ва бир жойдан бошқа жойга қучириш, ташиш кабилар учун сарфланадиган энергиядан рационал фойдаланиб сарфиётни камайтиришни таъминлаши лозим. 4. Тузиллиши жуда оддий , осон бошқариладиган ва хафсиз, шу билан бир қаторда арзон материаллардан (қора металлар , силикатли материаллар,арзон пластмассалар ва хоказолар) ясалган булиши. 5. имкони бориқча туликрок механизациялашган булиши ва жараёнларни бошқаришни афтоматлаштиришни таъминлашни , 6. Режимнинг асосий параметрлари (С, Т, Р) катта қийматларда узгарганда ҳам реактор барқарор ишлаб турадиган булиши керак.

Бу курсатилган талаблар қупинча бир-бирисига тесқари яъни қарама-қарши харақтерга эга 24-расмда, газнинг тезлигини ошириш реактор ишнинг интенсивлигини камайтириши (Х- эгри қизигига қаранг) яққол қуришиб турибди.Шу билан бир қаторда дастлабки моддаларнинг тайёр махсулотга айланмиш даражаси ҳам камаёди ва апаратда босимнинг узғариши (гидравлик қаршилик) ортади яъни газни ташиш учун ( реактордан интенсив узтақиш учун ) сарфланадиган энергия миқдори ҳам ортади. Демак,умумий махсулдорликни нстаганча эмас , аммо маълум бир чэғарагача ошириш мумкин. Ушбу қарама-қаршиликни бошқа мисолда ҳам қуриш мумкин.Масалан,иссиқликдан фойдаланишни яхшилаш, иссиқ алмаштириш қурилмаларини

мураккаблашувига олиб, келади бу ҳолат эса реакторни тан нархини ошириб юборади. Шунинг учун ҳам юқорида айтилган талабларни ҳисобга олган ҳолда, чуқур комплекс иқтисодий ҳисоб-китоблар қилингандан кейингина реактор тили танланади.

Кимёвий реакторларнинг классификацияси . Кимёвий реакторларнинг классификацияси асосан кимёвий технологик жараёнларнинг юқорида курсатилган классификациясига асосланган.

Қўпинча кимёвий реакторларни ҳарорат режимига аралаштириш даражасига қараб синфларга бўлинади. Бундан ташқари реакторлар худди кимёвий жараёнлар сингари паст ва юқори ҳароратли, қулланиладиган босимга қараб-юқори, уртача, нормал ва паст (вакуумда ишловчи) босимда ишловчи аппаратларга бўлинади. Реакторлар яна реагентларнинг фазовий ҳолатига қараб гомоген ва гетероген жараёнларни амалга оширадиган аппаратларга, ишнинг давомийлигига қараб даврий ишловчи ва узлуксиз ишловчи аппаратларга бўлинади.

Ҳарорат режимига қараб кимёвий реакторлар ва унда боровчи жараёнлар адиабатик, изометрик ва политермикка бўлинади.

Адиабатик реакторларда реагентлар оқими тинч ҳолда борганда (аралаштирилмаса) уни ураб туган атроф муҳит билан иссиқлик алмашинув жараёни бормайди. Яъни иссиқлик реактордан реактор девори орқали ёки иссиқлаштиргичлар орқали ташқарига чиқмайди ва ташқаридан ичкарига ҳам қирмайди яхши изоляцияланган (ажратилган) бўлади. Реакциянинг барча иссиқлиги реакцияга қирувчи моддалар оқимида (реакцион аралашмада) тупланadi (аккумуляцияланади).

Реактор баландлигининг хоҳлаган нуктасига ҳарорат режими қуйидаги тенглама билан ифодатланади:

$$t_a = t_b \pm \frac{Q^1 P}{G \cdot \lambda} \cdot \chi \quad (1.38)$$

Бунда  $t_a$ ,  $t_b$  – системанинг охири ва бошланғич ҳарорати,  $Q^1$  – гетероген жараёнларда, асосий компонентлар бир фазадан бошқа фазага тулик ўтганда реакциянинг (жараённинг) иссиқлик эффекти,  $G$  – реакцион аралашманинг

массаси,  $C$   $t_b - t_a$  харорат ораллигида аралашманинг уртача иссиқлик сигими,  $X$  -

Бу формула тугри чизик (25-расмга қаранг) тенгламаси бўлиб уни  $\lambda$  га алмаштириш мумкин чунки  $Q_p/G \cdot C = \lambda$  у ҳолда юқоридаги тенгламани бундай ёзиш мумкин  $t_a = t_b \pm \lambda \cdot x$  (1.39).

Тенгламадаги “ + ” белгиси экзотермик, “ - ” белгиси эндотермик жараёнининг боришига таълуқлидир.  $X$ -маҳсулот унуми  $\lambda$  нинг қиймати (катталигини) тугри чизикдан оғиш бурчаги тангенс сифатида аниқлаш мумкин (25-расм).

Вакт бўйича ( $t$ ) реагентнинг келиши (реакция тезлиги) адиабатик реакторларда аппаратнинг баландлигига ( $H$ )  $H(t) = n/w$ , айланиш даражасига ва хароратига пропорционал бўлиб, мураккаб, эгри чизикларда ўзгаради.  $W$ -реагентларнинг тугри чизикли тезлиги (26-расм).

Бунда хароратнинг ласт булганлигидан реакция тезлиги ҳам кичик бўлади, расмда эгри чизикнинг остки, қисмига тугри келади. Эгри чизикнинг юқори қисми нолга интилади, чунки дастлабки олинган модданинг тайёр маҳсулотга айланиш даражаси бирга яқинлашади.

**Изотермик реакторлар** реакция ҳажмининг барча нукталарида бир хил ўзгармас хароратга эга бўлади, яъни 27-расмдаги 1 эгри чизикка асосан бундай реакторларнинг бутун реакция ҳажми- фазаси вакт бирлигида  $t_a = t_{op}$  бўлади. ( $t_{op}$  - уртача харорат). Ишлаб чиқариш учун изотермик режимга нисбаттан самаралорди бўлиб, у жараёнини оптимал хароратга яқинлаштиш имкониятини беради ва реакторни автоматизациялаш имкониятини яратди.

Изотермик режим аппаратдаги реагентларни каттик аралаштириш ва муаллақ турувчи катлам (қайновчи ёки қупик катлам) ҳосил қилиш йули билан яратилади.

Дастлабки моддаларнинг реакция бушлиқка тушиши дарҳол, экзотермик реакторларда харорат ортади, эндотермик реакторларда ҳа пасаяди. Бундай ҳолларда эндотермик эффектни, иссиқлик бериш, экзотермик жараёнларни ҳа

иссиқликни олиш (чикариш) йули билан қоплаш орқали изотермик режимга яқинлаштириш мумкин. Бунда реактор баландлигининг бутун ҳажмида иссиқлик бериш ва олиш интенсивлиги 26-расмдаги эгри чизик бўйича узгаради. Экзотермик режим, дастлабки моддаларнинг концентрацияси кам бўлганда. Масалан, газларни чуқур тозалашда, ҳамда кичик иссиқлик эффектига эга бўлган реоқцияларда амал қилади.

Политермик реактор деб, реоқция иссиқлиги жараёндан иссиқликнинг олинishi ёки берилиши билан ёки асосий жараён иссиқлик эффектига тесқари ишорати бўлган қушимча жараённинг иссиқлик эффекти билан ёки асосий жараён иссиқлик эффектига тесқари ишорати бўлган қушимча жараённинг иссиқлик эффекти билан қисман қопланадиган реакторларга айтилади. Политермик реакторларга, реоқцион аралашмани аралаштириш даражаси кам бўлган ва реакцион ҳажм ичида иссиқлик алмаштиргичлари кам бўлган апаратлар мисол бўлади, масалан, қувирсимон контакт апаратлар, бундай апаратларда экзотермик жараёнларни амалга оширилганда ҳарорат апаратнинг баландлиги  $H$  бўйича 2-чи характерли эгри чизик ҳосил қилиб узгаради.

Реоқцияга қиришаётган массанинг гидродинамик режими бўйича, (реагентларнинг аралаштириш даражаси бўйича) узлуксиз ишловчи (оқимли) реакторлар икки типга бўлинади: идеал сиқиб чикариш ва тулик (идеал) аралаштириш реакторлари.

Идеал сиқиб чикариш реакторларининг характерли томони шундаки, реагентлар оқисталиқ билан, аралаштирилиб, яъни тинч оқим билан апаратнинг бутун узун бўйидан утади.

Шахта типдаги идеал сиқиб чикариш реакторининг ишлаш принципи (28-расмда берилган). Бу апарат ичи буш, узун қувирсимон бўлиб, ичида қанбара урнатилган, уларнинг устида қаттиқ донатор модда тулғазилган бўлади. Оқимда қаттиқ модданинг баланддаги апарат диаметридан қатта бўлади. Қаттиқ модда қаватидан газ утиб у билан реоқцияга қиришади. Бундай реакторларда дастлабки моддаларнинг концентрацияси апарат баландлигига томон логорифмик эгри чизик бўйича қамайиб боради. Қупчилик қаталитик

массаси,  $C$   $t_b - t_a$  харорат оралигида аралашманинг уртача иссиқлик сигими,  $X$  - айланиш (дастлабки модданини тайёр махсулотга айланиш) даражаси.

Бу формула тугри чизик (25-расмга қаранг) тенгламаси бўлиб уни  $\lambda$  та алмаштириш мумкин чунки  $Q_p/G$   $C - \lambda$  у ҳолда юқоридаги тенгламани бундай ёзиш мумкин  $t_a = t_b \pm \lambda \times$  (1.39).

Тенгламадаги “ + ” белгиси экзотермик, “ - ” белгиси эндотермик жараёнининг боришига таълуқлидир.  $X$ -маҳсулот унуми  $\lambda$  нинг қийматини (катталигини) тугри чизикдан оғиш бурчаги тангенс сифатида аниқлаш мумкин (25-расм).

Вакт бўйича ( $t$ ) реагентнинг келиши (реакция тезлиги) адиабатик реакторларда аппаратнинг баландлигига ( $H$ )  $H(t) = n/w$ , айланиш даражасига ва хароратига пропорционал бўлиб, мураккаб, эгри чизикларда узгаради.  $W$ -реагентларнинг тугри чизикли тезлиги (26-расм).

Бунда хароратнинг паст булганлигидан реакция тезлиги ҳам кичик бўлади, расмда эгри чизикнинг остки, қисмига тугри келади. Эгри чизикнинг юқори қисми нолга интилади, чунки дастлабки олинган модданинг тайёр махсулотга айланиш даражаси бирга яқинлашади.

**Изотермик реакторлар** реакция хажмининг барча нуқталарида бир хил узгармас хароратга эга бўлади, яъни 27-расмдаги 1 эгри чизикка асосан бундай реакторларнинг бутун реакция хажми- фазаси вакт бирлигида  $t_a = t_{pr}$  бўлади. ( $t_{pr}$  - уртача харорат). Ишлаб чиқариш учун изотермик режимга нисбатан самаралорли бўлиб, у жараёнини оптимал хароратга яқинлашиш имкониятини беради ва реакторни автоматизациялаш имкониятини яратали.

Изотермик режим аппаратдаги реагентларни каттик аралаштириш ва муайян турувчи катлам (қайновчи ёки қуқик катлам) ҳосил қилиш йули билан яратилади.

Дастлабки моддаларнинг реакция бушликка тушиши дарҳол, экзотермик реакторларда харорат ортади, эндотермик реакторларда ҳа пасаяди. Бундай ҳолларда эндотермик эффектни, иссиқлик бериш, экзотермик жараёнларни ҳа

уздан иссиқликни олиш (чикариш) йули билан қоплаш орқали изотермик режимга яқинлаштириш мумкин. Бунда реактор баландлигининг бутун ҳажмида иссиқлик бериш ва олиш интенсивлиги 26-расмдаги эгри чизик бўйича ўзгаради. Экзотермик режим, дастлабки моддаларнинг концентрацияси кам бўлганда. Масалан, газларни чуқур тозалашда, ҳамда кичик иссиқлик эффектига эга бўлган реоқцияларда амал қилади.

Политермик реактор деб, реоқция иссиқлиги жараёндан иссиқликнинг олинishi ёки берилиши билан ёки асосий жараён иссиқлик эффектига тесқари ишорали бўлган қушимча жараёнининг иссиқлик эффекти билан ёки асосий жараён иссиқлик эффектига тесқари ишорали бўлган қушимча жараёнининг иссиқлик эффекти билан қисман қопланадиган реакторларга айтилади. Политермик реакторларга, реоқцион аралашмани аралаштириш даражаси кам бўлган ва реоқцион ҳажм ичида иссиқлик алмаштиригичлари кам бўлган апаратлар қисол бўлади, масалан, қувирсимон контакт апаратлар. бундай апаратларда экзотермик жараёнларни амалга оширилганда ҳарорат апаратнинг баландлиги  $H$  бўйича 2-чи характерли эгри чизик ҳосил қилиб ўзгаради.

Реоқцияга қиришаётган қассанинг гидродинамик режими бўйича. (реагентларнинг аралаштириш даражаси бўйича) ўзлуксиз ишловчи (оқимли) реакторлар икки типга бўлинади: идеал сикиб қикариш ва тулик (идеал) аралаштириш реакторлари.

Идеал сикиб қикариш реакторларининг характерли томони шундаки, реагентлар оқисталик билан, аралаштирилиб, яъни тинч оқим билан апаратнинг бутун ўзун бўйидан ўтади.

Шахта типдаги идеал сикиб қикариш реакторининг ишлаш принципи (28 расмда берилган). Бу апарат ичи буш, ўзун қувирсимон бўлиб, ичида қанбара ўрнатилган, уларнинг ўстида қаттиқ қонадор модда тулғазилган бўлади. Одатда қаттиқ модданинг қаландаги апарат диаметридан қатта бўлади. Қаттиқ модда қаватидан газ ўтиб у билан реоқцияга қиришади. Бундай реакторларда дастлабки моддаларнинг концентрацияси апарат баландлигига қомон логорифмик эгри чизик бўйича қамайиб қоради. Қупчилиқ қаталитик

реакциялар: газогенераторлар, охак ва бошқа моддаларни қуйдириш печлари, домналар ва бошқалар шундан принципда ишланди. Экзотермик жараёнларда реакторнинг ҳарорат режими адиабатик бўлади. Насадқали минераларнинг ишлаш принципи ҳам суюкликларга газларни суюкликларда десорбцияланишда юқоридагига яқин бўлади.

Идиал сиқиб чиқариш қувурсимон апарати политермик режимда ишлайди. Бундай апаратлар эндотермик каталитик жараёнлар учун масалан, метанни сув буги билан конверсиялаб, синтез газ ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) ишлаб чиқаришда ишлатилади. Бунда конверсия қувурчалар ичидаги катализатор юзасида боради, қувурлар орасидаги бушликда эса реакциянинг эндотермик эффектини қоплаш учун табиий газ ёқилади.

Тулик аралаштириш реакторида апаратга тушган газ ёки суюкликнинг ҳар қандай элементар ҳажми дарҳол реактор ҳажмининг ҳамма жойидаги моддалар билан аралашади. Оқимнинг гирдоблилиги (турбулентлиги) туфайли (турбулентлик деб, шундай ҳаракатга айтиладики, унда газ ёки суюкликнинг барча массаси бир томонга гирдобсимон ҳаракат қилган ҳолда аралашади) аппарат баландлиги ва қундаланг кесимига томон тугри қизикли ҳаракат тезлигига нисбатан, бир неча марта каттадир. Бундай апаратларда реакторнинг бутун ҳажмида барча моддаларнинг концентрация ва бошқа моддага айланиш даражаси, реакция тезлиги, ҳарорати ва бошқа параметрлари бир хил ва охири ҳолатига тенг бўлади.

Ичида аралаштиргичи булган қайновчи қаватли каталитик реакторларда (30-расм) газ ва майда заррчалли катализатор, варракли аралаштиргичнинг таъсири билан биргаликда, қайновчи қаватнинг гирдобли ҳаракати туфайли интенсив аралашади.

Суюқ фазада аралаштирувчи қурilmаси булган реакторларда, тулик аралаштириш режимига старли даражада яқинлашишга эришилади (31-32 расмларга қараңг). Каттик моддаларни суюкликларда суспензиясини ҳосил қилувчи реакторларда (33- расм) ҳам юқоридагидек натижага эришиш мумкин. Бундай реакторлар ишлаб чиқаришнинг қупгина тармоқларида кеңг

шундан келиб чиқиб, масалан, кимёвий, нефтикимёвий, озик-овкат, саноатларида, ҳамда рангли металллар, қурилиш материаллар ва бошқаларни ишлаб чиқаришда аралаштириш ва сиқиб чиқариш реакторларнинг ҳарорат режимлари такқосланган. 34,6-расмда эса турли типдаги реакторларда дастлабки моддаларнинг тайёр маҳсулотга айланиш даражасининг вақтга боғлиқлиги кўрсатилган. Изотермик аралаштириш реакторларида (2-чизик) адиабатик идеал сиқиб чиқариш реакторларига қараганда (1-чизик) бошланғич ҳарорат  $t_0$  ҳар иккаласида ҳам бир хил бўлади, жараёнининг уртача ҳарорати анча юқори бўлади. Демак, С. Аррениус тенгламаси (1.28) ёки (1.29) тенгламага мувофиқ реакциянинг тезлик константаси ҳароратнинг ортиши билан экспонентциал ортиб боради (қулайлик шаклида). Реакциянинг тезлик константаси аралаштириш реакторларида эса иссиқлик эффекти катта бўлганда, сиқиб чиқариш реакторларига қараганда қўш марта (5-6 марта) катта бўлиши мумкин. Реагентларни тулик аралаштириш режимига яқин бўлган саноат реакторларида тупланган совутиш манбаълари бўлмаслиги сабабли (одатда сиқиб чиқариш реакторларида айниқса деворида совутиш манбаълари тупланган бўлади) тезлик константаси қўшимча равишда ортади. Бундан ташқари аралаштирилган диффузион қаршиликни йўқотганлиги сабабли ҳам тезлик константаси анчагина ортади. Натижада аралаштириш реакторида талаб қилинган тайёр маҳсулотга айланиш даражасига эришиш учун, керак бўладиган реакция вақти  $\tau$ , сиқиб чиқариш режимида ишловчи реакторга нисбатан кам бўлиши мумкин (34(б)- расм).

Аммо аралаштириш реакторларида реакцияга киришадиган моддаларнинг концентрацияси охириги ҳолатга  $C_{g,a}$  тенг, яъни минимал бўлади ( $C_g$  - дастлабки концентрация). Демак, тайёр маҳсулотга айланиш даражаси юқори бўлган битта реакторда реакциянинг ҳаракатлантирувчи қўш  $\Delta C$  сиқиб чиқариш реакторига нисбатан қўш марта кичик бўлиши мумкин. Шунинг учун битта катта реактор урнига одатда бир неча кетма-кет реакторлар урнатилади (35а- расм), ёки бир корпусга бир неча пагоналар (токчалар) урнатилади (36- расм). Бунда ҳар бир реакторда дастлабки моддаларнинг концентрациясини

узгариши ва тайёр маҳсулотга айланиш даражаси унчалик катта бўлмайди (35-расм). аммо, тайёр маҳсулотга айланиш даражаси жами (кетма-кет узланган реакторларнинг ҳаммасини биргаликда, кушиб ҳисоблаганда) 1-4 чизикларда курсатилганидек сиқиб чиқариш режимидагилан (1-эгри чизик) бўлмайди. Чунки кетма-кет узланган реакторларда реакцион аралашмаларнинг таркиби бир реакторда иккинчисига утган сайин узгариб боради (35а-расм).

Агар битта аралаштириш реакторининг узида тайёр маҳсулотга айланиш даражасини максимумга кутариш зарурияти туғулса у пайтда жараён 16 да (34-расм 2'-чизиги) ёки 2 ва 2' чизиклари оралигида қандайдир изотермада утказилади, аммо бунда вақт  $t_1$  а<sub>2</sub> ортади ва реактор ҳажми  $V$  катта бўлади.

Политермик режимда ишловчи сиқиб чиқариш реакторларнинг иссиқ алмаштиргичлари аппарат ичида бўлиб (қурилиши анча мураккаб) у тайёр маҳсулотга айланиш даражасини ошириш имкониятини яратади, (3-чизик) аммо бариб-бир изотермадагидан паст (34-расм 2'-чизиги) бўлади.

Аралаштириш реакторларида реакцияга киришувчи массани аралаштириш учун қушимча энергияда сарфланади, шунинг учун ҳам улар  $\Delta C$  нинг қамайишидан қура  $K$  нинг ортиши катта бўлгандагина иқтисодий нуқтан назардан мақсадга мувофиқ бўлади, яъни жараёнинг умумий тезлигини олганда, сиқиб чиқариш реакторларига нисбатан анча юқоридир.

Қулчилик ишлаб чиқариш реакторлари, реакция маҳсулотини реагентлар билан қисман, ёки локал (маълум бир жойини) аралаштириш режимида ишлайди, реал яъни амалда ишлатиладиган реакторлар тулик аралаштириш ва идеал сиқиб чиқариш реакторларининг уртасидаги оралик бир ҳолатни эгаллайди. Бунга мисол қилиб : барботажли (каттик аралаштирувчи) аппаратлар (37-расм) , суюқликни сатратувчи аппаратлар (38-расм) турли ҳилдаги печлар, (39-40-расмлар) каталитик реакторларни (36-расм) курсатиш мумкин. Ушбу реакторларнинг типлари идеал сиқиб чиқаришнинг мураккаб математик ва кинетик моделлаш, ҳамда диффузион моделлаш (жараёнинг тезлигига диффузион тормозланишнинг таъсирини ҳисобга олувчи моделлаш усули) тенгламаларига асосланиб ҳисобланади.

Турли кимёвий – технологик жараёнларга таъсир этувчи ҳар хил факторларни тавсифлаб тушунириб берувчи математик тенгламаларни чиқариш ва улардан ҳисоблашларда ҳамда жараёнларни ва реакторларни оптималлаштиришда (энг макбул ёки энг яхши натижа берадиган ҳолатга келтириш) фойдаланишга математик моделлаш дейилади. Ишлаб чиқаришни комплекс ангаматлаштириш учун нафакат реакторларни балки барча кимёвий – технологик системаларни ҳисоблаш ва моделлаш зарур.

Кимёвий – технологик система (КТС). Ҳом ашёни(дастлабки материалларни) қайта ишлаб тайёр маҳсулотга айлантириш учун физиковий ва кимёвий жараёнлар амалга ошириладиган, узаро таъсиротда яъни бир-бирисига боғлиқ булган аппаратларнинг биргаликда ҳаммасига КТС деб аталади.

Бу бўлимгача кимёвий технологик айланишлар амалга ошадиган алоҳида аппаратлар ва жараёнларни куриб утдик ва уларни интенсивлаш йуллари курсатиб утилди. Амалиётда реал кимёвий ишлаб чиқаришлар, хомашёни қайта ишлаб истеъмол маҳсулотларига ва ишлаб чиқариш воситаларига айлантиришга мулжалланган, бир-бириси билан узаро узвий боғлиқ булган бир-канча технологик аппаратларнинг умумийлиги яъни биргалигидан иборат бўлади. Бу мураккаб комплекс бўлиб, купчилик ҳолларда аппаратлар ишининг оптимал параметрлари бир-бириси билан мос келмайди. Масалан, сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёни бир неча кетма-кет босқичлардан иборат бўлиб, уларнинг ҳарорат ва гидродинамика шароитлари турлича бўлади:

1. Колчеданни куйдириш кайновчи каватли печларда (тулик аралаштиришга яқин режимда)  $700^{\circ}\text{C}$  ҳароратда олиб борилади.
2. Куйинди газларни тозалаш  $30^{\circ}\text{C}$  ҳароратда насадкали минораларда (иднал сикиб чиқаришга яқин режимда) ва электрофилтрларда амалга оширилади.
3. Олтингугур(IV) оксидини, (VI) оксидгача оксидлаш  $440-600^{\circ}\text{C}$  ҳароратда контакт аппаратларида (масалан, токчали контакт апарати, кайсиким, унн ячсейкали модель деб караш мумкин) олиб борилади.

4.  $\text{SO}_3$  ни абсорбциялашда  $50^\circ \text{C}$  ҳароратда насадкали минораларни амалга оширилади.

Демак, бутун бир ишлаб чиқариш корхонасининг оптимал фазоларни курсатиши факат битта ёки иккита апаратнинг оптимал ишлаши билангина характерланмайди. Шунинг учун ҳам технологик жараённинг айрим элементларини текшириш билангина чекланиб қолмай, шу билан бир қаторда кимёвий технологик системани яхлит (бутунлигича) текшириш зарур.

КТС таркибига кирувчи жараёнлар ва уларга тааллуқли апаратларни тартиб билан бирин-кетин характерлаб беришга, технологик схема дейилади.

Ишлаб чиқаришнинг кимёвий технологик системаси ва схемасини икки типга: очик занжирли ва циклик (айланма) типга бўлиш қабул қилинган.

Очик занжирли схемадаги апаратлардан реакцияга киришадиган барча компонентлар ёки узаро таъсиротда бўлган фазолардан бири факат бир марта утади. Агар битта апаратнинг тайёр маҳсулотга айлантириш даражаси кичик бўлса, у вақтда бир неча бир хил тузилишга эга бўлган апаратлар кетма-кет ишга туширилади, масалан, реакторлар батареясини курсатиш мумкин (41-расмда КТС очик занжирли схемаси газ фазали жараёнда курсатилган.)

Очик занжирли схема мунозанаф шартларига мувофиқ реакцион аралашмадан тайёр маҳсулотни ажратиб олмасдан тайёр маҳсулотга айланиш даражаси юқори бўлишига эришиш мумкин бўлганда ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Мунозанаф унуми катта бўлмаган жараёнлар циклик схема бўйича амалга оширилади. Бунда реакцион аралашма реакцион зона орқали ҳар галл утганда тайёр маҳсулот аралашмадан ажратиб олинади. Жараённинг тезлиги шунинг учун ҳам катта бўлади.

Циклик система реакцион аралашмани ёки гетероген жараёнда фазолардан бирини тоқим тайёр маҳсулотга айланишнинг мундарижидан даражасига эришмагунча бир апаратнинг узига қўп марта қайта-қайта киритилишини таъминловчи системадир. Циклик схемага мисол қилиб аммиак синтезини, мотор ёқилгиси синтезини ва бошқаларни курсатиш мумкин. Бунда

бир цикл мобайнида (ҳом ашё реактор ичидан бир марта утганда) дастлабки маҳсулотнинг маълум бир қисми тайёр маҳсулотга айланади, аммо аралашмадан тайёр маҳсулот ажратиб олинган реакцион аралашма яна реакторга қайтариб қўйилади. (чиқариб юборилмайди) бу жараён дастлабки модданинг амалда қолган қисми тайёр маҳсулотга айланиш давом этади. Циркуляцияланувчи (айланиб келувчи) аралашмага бир цикл мобайнида тайёр маҳсулотга айланиш учун сарф бўлган ҳом ашёга тенг миқдорда тоза ҳом ашё қўйилади.

Қурама технологик система ҳам қўлланилади. Бунда реакцияга киришадиган фазоларда бири навбат билан апаратлардан бир марта утади, бошқалари эса системанинг баъзи апаратлари орқали циркуляцияланади яъни қайта-қайта утқизилади. Саноат ишлаб чиқариши тараккиётининг асосий йўналишларидан бири циклик КТС ни ишлаб чиқишдир, қайсики, бу система очик занжирли системага нисбатан анча ихчам, кам капитал маблағ талаб қилади ва чиқиндисиз ишлаб чиқаришга яқинлашишга имкон беради. Аммо, асосий дастлабки моддаларнинг концентрацияси кам бўлганда иқтисодий нуқтанан назардан очик занжирли система афзал ҳисобланади.

## II – БОБ. Каталитик жараёнлар.

### 2.1 Каталитик жараёнларнинг таъсири.

Каттализ кимёвий реакцияларни тезлаштиришнинг энг самарали ва рационал воситасидир. Каттализ ходисасини биринчи бўлиб, араб алхимиги Абу Муса Жариб 702 йилда сульфат кислота иштирокида спиртдан эфир олиш мисолида қўлатди. XVIII аср охири ва XIX аср бошларида кимё фанида каттализ ходисасини системали ўрганила бошланди. Каттализ сузи грекча "katalysis" сўзидан олинган бўлиб, "бузиш" маъносини англатади. Катализатор сўзини 1835 йилда Берцелиус фанга киритди.

Катализатор таъсирида кимёвий реакция тезлигининг ўзгариши ходисасига каттализ дейилади. Катализаторларни саноатда қўллаш қўп сайин ортиб бормоқда. Сўнгги йилларда ўзлаштирилган янги ишлаб чиқаришларнинг 90 % дан кўпроғида катализаторлар қўлланилади. Каталитик реакциялар кимё ва

термодинамиканинг умумий қонунятларига бўйсунди, катализаторларнинг таъсири кимёвий жараёнларни амалга оширишни анча осонлаштиради. Катализаторлар реакция тезлигини минглаб, ҳатто миллионлаб марта оширади реакцияларни нисбатан паст ҳароратда боришини таъминлайди. Демак: иқтисодий жиҳатдан ҳам фойдали. Кўпгина ишлаб чиқариш жараёнларини катализатор туфайлигина амалга ошириш мумкин бўлди.

Каттализ муҳим анорганик маҳсулотлар: водород, аммиак, сульфат ва нитрат кислоталарини ишлаб чиқаришда қўлланилади. Каттализ айниқса органик моддалар ишлаб чиқариш технологиясида кенг қўлланилади. Масалан, катализаторлар қўллаш билан полимерлар, синтезлаш учун ярим маҳсулотлар олинади. Полимерланиш ва поликонденсатланиш реакциялари ҳам катализатор иштирокида боради. Нефтни қайта ишлаш усулларининг кўпчилиги катализатор қўллашга асосланган. Масалан, катталиги крекинг, риформинг, изомеризация, ароматизация, углеводородларни алкиллаш ва бошқалар. Тирик табиатда амалга ошадиган каттализ принципларидан фойдаланиш бир қатор ишлаб чиқариш тармоқларини рационал қайта қуриш ва озик-овқат ресурсларини кенгайтириш имконини берган булар эди.

## 2.2 Каттализ турлари ва унинг моҳияти.

Реакция тезлигини ўзгартирадиган, лекин ўзи реакция натижасида кимёвий жиҳатдан ўзгармайдиган моддалар катализатор дейилади. Кўпчилик кимёвий реакциялар оралик актив комплекс ҳосил қилиш орқали боради. Реакциянинг кинетик хоссалари: тезлиги, йўналиши ва унга ҳар хил ташқи шароитнинг таъсири, актив комплекснинг таркиби, тузилиши, хоссаларига боғлиқ бўлади. Катализаторлар реагентлар билан кўп марталиб кимёвий таъсирлашиб катализаторлар массасидан чинглаб, миллионлаб марта катта массали маҳсулот ҳосил қилали. Улар реакциянинг оралик босқичларида иштирок этиб, элементар босқичлар сонини ва характерини ўзгартириши мумкин. Масалан,  $A + B = D + \dots$  биомолекуляр реакция учун реакция системанинг энергетик

...инини кўриб ўтайлик. Катализаторсиз реакция  $AB^*$  актив комплекс ҳосил қилиш билан боради.

Катализаторлар иштирокида эса реакция бошқа йўл билан, бир неча элементар босқич орқали боради:



52-расмда реакцияга киришувчи системанинг катализаторсиз ва катализатор иштирокида энергиясининг ўзгариши кўрсатилган. Бунда:  $E$  – нокаталитик реакциянинг активланиш энергияси;  $E_k$  – каталитик реакциянинг активланиш энергияси 11 ва 12 оралик босқичларининг (а) ва (б) активланиш энергияси,  $E_k < E$  бу фарқ  $\Delta E$  га тенг бўлиб, каталитик реакциянинг нокаталитик реакцияга нисбатан тезлик даражасини аниқлайди.

Катализаторнинг реакцияни тезлаштиришига сабаб, унинг реакцияни инициатор каби таъсир этиб, занжирли механизм бўйича боришининг таъминланиши ёки реакциянинг бориш йўлини ўзгартириши орқали кимёвий реакциянинг активланиш энергиясини камайитиришидир. Аммо баъзи бир тип каталитик реакцияларда  $E$  нинг камайиши билан бир каторда Аррениус тенгламасидаги предэкспоненциал кўпайтманинг камайиши ҳам содир

булади.  $K = K_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$  Натижада каталитик реакциянинг тезлик константасининг ортиши бир мунча секинлашади. Катализатор вақт ўтиши билан ўз активлигини камайитириб боради ва бутунлай йўқотиши, яроқсиз ҳолга келиши мумкин.

Катализаторнинг активлиги  $-A$  айни реакциянинг тезлаштириш таъсир ўлчами ҳисобланади. Активлик шароитга боғлиқ ҳолда, активланиш энергияси ёки нокаталитик ва каталитик реакциялар тезликлари орасидаги фарқ ёки қўрилган технологик режим параметрларига асосан асосий реакциядан олинган маъсулот унуми билан ифодаланади. Катализаторнинг активлиги  $-A$  қўпинча каталитик реакциянинг тезлик константасини нокаталитик реакция

константасига булган нисбати билан характерланади. Бунда ҳар иккала ҳолда ҳам реакцияларнинг технологик режим параметрлари: реагентлар концентрацияси, ҳарорат, босим ва бошқалари бир хил бўлади.

Предэкспонциал кўпайтманинг кийматлари бир хил бўлганда

$$A = \frac{K_1}{K} = \frac{e^{-\frac{E_1}{RT}}}{e^{-\frac{E}{RT}}} = e^{\frac{\Delta E}{RT}} \quad (2.1)$$

Бунда:  $\Delta E$  – нокаталитик ва  $E_k$  – каталитик реакциянинг активлаиш энергиялари орасидаги фарк  $\Delta E = E - E_k$  (2.2)

Катализаторнинг активлиги кўпгина факторларга: унинг таркибига, каттик катализатор юзасининг характери ва катталигига, технологик режим параметрларига боғлиқ бўлади. Саноат катализаторларининг табиати уларнинг асосий технологик характеристикасини: активлиги, ёниш ҳарорати селективлиги (танлаб таъсир этиши) едирилишга чидамлилиги, захарланувчанлиги ва бошқаларга боғлиқ бўлади. Аммо катализаторнинг энг асосий характеристикаси бу унинг активлигидир. Кимёвий реакциянинг ҳаракатлантирувчи кучи доимий бўлганда катализаторнинг активлиги (2.1) формула ёки куйидаги тенглама бўйича аникланади:

$$A = U_k - U(1 - \varphi_k) \quad (2.3)$$

Бунда:  $U_k$  ва  $U$  – катализатор иштирокида ва катализаторсиз боровчи кимёвий реакцияларнинг тезликлари,  $\varphi_k$  – катализатор эгаллаган реакцион фазанинг улуши.

Кандайдир кимёвий реакцияларга турли шароитларда катализатор активлигини таққослаш учун, активликни каталитик жараёнинг интенсивлиги орқали ифодалаш ҳам мумкин.

$$A = G_n / v\tau \quad (2.4)$$

Бунда:  $G_n$  – тау ( $\tau$ ) вақт оралиғида олинган маҳсулот миқдори.  $V$  – катализатор эгаллаган ҳажм (тўқиб қўйилган катализаторнинг эгаллаган ҳажми). Катализаторнинг активлиги канчалик катта бўлса, жараёни шунчалик яст

хароратда олиб бориш мумкин. Бу ҳолат каттагина иктисодий ва технологик устуңлик беради. Масалан, қайтар экзотермик реакцияларнинг фактик ва мувозанат унумини оширади, қўшимча маҳсулотлар миқдорини камайтиради, ҳам ашғга эга бўлган сарфиёт коэффициснтини пасайтиради, маҳсулот сифатини яхшилайди. Реакцион аралашманинг, каттик катализатор иштирокида ишлаб чиқаришга етарли тезликда, жараённинг кетиши учун зарур бўлган минимал энергияси ёкиш харорати дейилади. Амалий жиҳатдан олганда паст ёкиш хароратида боровчи жараёнлар макбул ҳисобланади, қайсиким, реакцион аралашманинг таркиби ва катализаторнинг активлигига боғлиқ бўлади. Катализаторлар маълум харорат интервалида ишлайди. Ёкиш харорати бу пастки чэгара, юкори чэгара катализаторнинг термик мустаҳкамлигидан, дастлабки моддалар ва реакция маҳсулотларидан аникланади. Кўпчилиқ катализаторлар жуда кичик иш харорат интервалига (бир неча ўн градус) эга. Шунинг учун ҳам бундай катализатор билан ишлаш алоҳида катта диққат, синчковлиқ талаб қилади.

Баъзи катализаторлар танлаб таъсир этиш хоссасига эга бўлиб, бир неча термодинамик жиҳатдан бориши мумкин бўлган реакциялардан факат биттасини тезлаштиради. Бунда катализатор таъсирида боровчи реакциянинг бориши учун зарур бўладиган харорат пасаяди, натижада бошка жараёнлар кетмайди.

Катализатор таъсирининг селективлиги  $J$  кат. олинйши керак бўлган маҳсулотнинг ҳосил бўлиш тезлигини асосий дастлабки реагентларларнинг барча йўналишлари бўйича маҳсулотга айланишининг умумий тезлигига бўлган нисбати билан аниқлаш мумкин:

$$J_{\text{кат}} = \frac{dG_M}{V_{\text{кат}} (1 - d \cdot G_{\text{кат}})} = \frac{G_{\text{кат}}}{G} = \frac{G_{\text{кат}}}{G_{\text{кат}} + G_{\text{кат}}^{\text{асосий}}} \quad (2.6)$$

Бунда:  $G_M$  – маҳсулот миқдори.  $G_{\text{кат}}$  – асосий дастлабки реагентлар.  $V_{\text{кат}}$  /  $V_{\text{даст}}$  – асосий дастлабки моддалардан маҳсулот ҳосил бўлишида

стехиометрик коэффициентлар нисбатлари. Катализатор таъсирининг умумий (интеграл) селективлигини қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин.

$$J_{\text{кат}} = \quad (2.7)$$

Бунда: тайёр маҳсулотга айланган асосий реагент миқдори. С<sub>қўш</sub> қўшимча реакцияларга киришган дастлабки реагент миқдори. G – дастлабки реагентнинг умумий миқдори.

Жуда кичик ишлаб чиқариш жараёнларида катализаторнинг селективлиги таъсири катта ижобий роль уйнайди. Катализаторнинг юқори даражада танлаб таъсир этиш хоссасига нитрат кислота ишлаб чиқариш аммиакни оксидлаш жараёнини мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Бунда платинали катализатор асосий реакциянинг яъни, аммиакни NO гача оксидлаш реакциясини кескин тезлатади (реакция секунднинг ундан бир улушлари ичида тугалланади).



Қўшимча реакциялар эса (аммиакнинг N<sub>2</sub>O ва N<sub>2</sub> гача оксидланиши) термодинамик қулай шароит бўлишига қарамай тезлашмайди. Аксинча секин утади.



Бу ҳолат иктисодий жиҳатдан катта фойдалидир. Айниқса, жуда юқори даражада танлаб таъсир этиш хоссасига ва ута катта активликка эга бўлган катализаторларга табиий юқори молекуляр катализаторлар – ферментларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Улар фақат битта модданигина узгарттиради (бошқа моддаларга айлантиради) ва реакция бир неча миллион ҳатто миллиард марта тезлашади.

Баъзи бар кимёвий жараёнларда реакция маҳсулотларини (оралик ёки охириги маҳсулотлар) катализатор бўлиб хизмат қилади. Бундай реакциялар автокатталик реакциялар дейилади. Оддий каттализда вақт ўтиши билан реакция тезлиги массалар таъсири қонунини ифодаловчи, сўниб борувчи эгри чизик бўйича боради (53-расм). Автокаттализда эса реакция аввал секин боради, вақт ўтган сайин реакция маҳсулоти катализаторнинг қупайиши

Системаларнинг тезлиги ҳам ортади кейинчалик мувозонатга яқинлашгач тезлик яна сезилишарди. Автокаталитик жараёнларга занжирли механизмда боровчи реакциялар киради. Унда катализатор сифатида реакция жараёнида ҳосил бўладиган радикаллар хизмат қилади. Занжирли реакцияни қўзғаш (бошлаб юбориш учун) учун реакция аралашмага инициатор қўшилади. Инициатор дастлабки модда билан таъсир этиб, бошлангич эркин радикал ҳосил қилади, яъни янги занжир тугилади. Инициатор ҳам катализатор каби активланиш энергиясини камайтириш орқали жараёни тезлаштиради, аммо реакция жараёнида сарфланиб кетади. Унинг катализатордан асосий фарқи ҳам шунда. Автокаталитик реакцияларга айрим портловчи моддаларнинг парчаланиш реакциялари, ёниш ва полимерланиш реакциялари киради.

Барча каталитик реакциялар, реагентларнинг катализатор билан ўзаро таъсир этиш типига қараб икки асосий синфга: оксидланиш – қайтарилиш (гомолитик) ўзаро таъсир ва кислота – асосли (гетеролитик) ўзаро таъсир реакцияларига бўлинади. Таъсир этиб бошлангич эркин радикал ҳосил қилади, яъни янги занжир тугилади. Инициатор ҳам катализатор каби активланиш энергиясини камайтириш орқали жараёни тезлаштиради, аммо реакция жараёнида сарфланиб кетади. Унинг катализатордан асосий фарқи ҳам шунда. Автокаталитик реакцияларга айрим портловчи моддаларнинг парчаланиш реакциялари, ёниш ва полимерланиш реакциялари киради.

Гомолитик, ёки оксидланиш – қайтарилиш реакциялари. Гомолитик, ёки оксидланиш – қайтарилиш катализининг умумий электрон механизми, реагент билан катализатор орасида электрон алмашишдан иборатдир. Бу эса ўз навбатида реакцияга киришувчи молекулалар орасида электрон утиши катализаторнинг ўз электрони ҳисобига осонлаштиради. Оксидланиш камайтириш реакциялари металл катализаторда ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Pt}$ ,  $\text{Ag}$  ва бошқалар) ёки металлларнинг оксидлари ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  ва бошқалар) амалга оширилади. Катализатор реакцияларда электрон донори ёки электрон қабулқили булиб хизмат қилади ва ўзининг дастлабки электрон структурасини

стехиометрик коэффициентлар нисбатлари. Катализатор таъсирининг умумий (интеграл) селективлигини қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин.

$$J_{\text{кат}} = \quad (2.7)$$

Бунда: тайер маҳсулотга айланган асосий реагент миқдори. С<sub>к</sub> – қўшимча реакцияларга киришган дастлабки реагент миқдори. С – дастлабки реагентнинг умумий миқдори.

Жуда кичик ишлаб чиқариш жараёнларида катализаторнинг селектив таъсири катта ижобий роль ўйнайдн. Катализаторнинг юқори даражада танлаб таъсир этиш хиссасига нитрат кислота ишлаб чиқариш аммиакни оксидлаш жараёнини мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Бунда платинали катализатор асосий реакциянинг яъни, аммиакни NO гача оксидлаш реакциясини кескин тезлатади (реакция секундининг ундан бир улушлари ичида тугалланади).



Қўшимча реакциялар эса (аммиакнинг N<sub>2</sub>O ва N<sub>2</sub> гача оксидланиши) термодинамик қулай шароит бўлишига карамай тезлашмайди. Аксинча секин ўтади.



Бу ҳолат иктисодий жиҳатдан катта фойдалидир. Айниқса, жуда юқори даражада танлаб таъсир этиш хоссасига ва ўта катта активликка эга бўлган катализаторларга табиий юқори молекуляр катализаторлар – ферментларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Улар фақат битта модданигина ўзгартиради (бошқа моддаларга айлантиради) ва реакция бир неча миллион хатто миллиард марта тезлашади.

Баъзи бар кимёвий жараёнларда реакция маҳсулотлари (оралик ёки охириги маҳсулотлар) катализатор бўлиб хизмат қилади. Бундай реакциялар автокатталик реакциялар дейилади. Оддий каттализда вақт ўтиши билан реакция тезлиги массалар таъсири қонунини ифодаловчи, сўниб борувчи эгри чизик бўйича боради (53-расм). Автокаттализда эса реакция аввал секин боради, вақт ўтган сайин реакция маҳсулоти катализаторнинг қўшилиши

билан реакция тезлиги ҳам ортади кейинчалик мувозонатга яқинлашгач тезлик яна секинлашади. Автокаталитик жараёнларга занжирли механизмда боровчи реакциялар киради. Унда катализатор сифатида реакция жараёнида ҳосил бўладиган радикаллар хизмат қилади. Занжирли реакцияни қўзғаш (бошлаб юбориш учун) учун реакцион аралашмага инициатор қўшилади. Инициатор дастлабки модда билан таъсир этиб, бошлангич эркин радикал ҳосил қилади, яъни янги занжир тугилади. Инициатор ҳам катализатор каби активланиш энергиясини камайтириш орқали жараёни тезлаштиради, аммо реакция жараёнида сарфланиб кетади. Унинг катализатордан асосий фарқи ҳам шунда. Автокаталитик реакцияларга айрим портловчи моддаларнинг парчаланиш реакциялари, ёниш ва полимерланиш реакциялари киради.

Барча каталитик реакциялар, реагентларнинг катализатор билан ўзаро таъсир этиш типига қараб икки асосий синфга: оксидланиш – қайтарилиш (гомологик) ўзаро таъсир ва кислота – асосли (гетеролитик) ўзаро таъсир реакцияларига бўлинади. Таъсир этиб бошлангич эркин радикал ҳосил қилади, яъни янги занжир тугилади. Инициатор ҳам катализатор каби активланиш энергиясини камайтириш орқали жараёни тезлаштиради, аммо реакция жараёнида сарфланиб кетади. Унинг катализатордан асосий фарқи ҳам шунда. Автокаталитик реакцияларга айрим портловчи моддаларнинг парчаланиш реакциялари, ёниш ва полимерланиш реакциялари киради.

Гомолитик, ёки оксидланиш – қайтарилиш реакциялари. Гомолитик, ёки оксидланиш – қайтарилиш катализининг умумий электрон механизми, реагент билан катализатор орасида электрон алмашишдан иборатдир. Бу эса ўз навбатида реакцияга киришувчи молекулалар орасида электрон утиши катализаторнинг ўз электрони ҳисобига осонлаштирилади. Оксидланиш камайтирилиш реакциялари метал катализаторда ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Pt}$ ,  $\text{Ag}$  ва бошқалар) ёки оралик металлларнинг оксидларидир ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  ва бошқалар) амалга оширилади. Катализатор реакцияларда электрон донори ёки электрон акцептори бўлиб хизмат қилади ва ўзининг дастлабки электрон структурасини

тиклайди. Гомолитик реакцияларга : оксидланиш, кайтирилиш, гидрогенлаш, дигидрогенлаш реакциялари киради.

Гетеролитик ёки кислота асосли реакциялар. Гетеролитик ёки кислота асосли катализаторлар иштирокида боради. Катализатор ролини  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $NaOH$  ва бошқа кислоталар, асос ва тузлар уйнайди. Катализатор таъсири бир реагентдан бошқа реагентга ўтишини осонлаштиришдан иборатдир. (масалан, ион катализатор  $H^+$ ,  $OH^-$ ,  $H_2SO_4$  ва бошқалар ҳисобига урин олиш реакциялари).

Гетеролитик катализми купинча ион катализ дейилади. Кислота-асосли реакцияларга: гидратация, дегидратация, гидролиз, поликонденсация, полимеризация, алкиллаш ва бошқалар киради. Умумий таъсирга қўра қрекингни ҳам унда қуп реакциялар кислота асосли ва оксидланиш қайтарилиш реакциялари борсада гетеролитик реакцияларга қиритиш мумкин.

Бифункционал катализда аралаш катализаторларда бирвақтда ҳам электрон ҳам ион бериш тезлашади. Бунда катализатор сифатида металлар ёки оралик металларнинг оксилари ва кислоталар ёки амфотер оксиллари ишлатилади. Катализаторнинг бифункционал таъсирига дегидрогенловчи (масалан,  $ZnO$ ) ва дегидратловчи (масалан,  $Al_2O_3$ ) катализаторлар аралашмаси иштирокида борувчи бутадиеи олиш реакцияси мисол булади.  $2C_2H_5OH \rightarrow CH_2=CH-CH=CH_2 + H_2 + 2H_2O$

Катализаторлар газ, суюқ ёки қаттиқ агрегат ҳолатларда булиши мумкин. каталитик қараёишлар реагентлар ва катализаторнинг фазовий ҳолатига қараб икки гуруҳга : қомоген ва гетерогенга булинади. Микро гетероген , жумладан ферментив каталитик қараёиш алоҳида гуруҳа ҳисобланади.

Қомоген катализда катализатор ва реакцияга қиришувчи модалар бир фазада яъни газ ёки суюқ фазада булади. Гетероген катализда эса катализатор ва реагент турли фазаларда булади.

**Микрогетероген катализ** суюк фазада катализатор сифатида коллоид заррачалар иштирокида боради. Ферментатив катализ усимлик ва хайвон организмда боради. Унда оксилнинг коллоид эритма шаклидаги заррачалари – ферментлар катализатор булиб хизмат қилади. Улар тирик организмда мураккаб органик жараёнларни тезлаштиради.

**Газ реакцияларда гомоген катализ.** Катализаторни реакция маҳсулотидан конденсация, танлаб абсорбциялаш ёки адсорбциялаш усуллари ёрдамида ажратиб олишнинг қийинлиги сабабли камдан-кам қулланилади. Газ фазада катализнинг қулланилишига сирка кислотасининг дегидратацияланиши ва водород фторид катализатори иштирокида парафин ва бензолнинг алкиллаш металл хаво билан азот оксиди катализатори иштирокида формальдегидгача оксидлаш, сув буги катализаторлигида СО ни СО<sub>2</sub> гача оксидлаш реакциялари мисол булади. Дегидратация газ ҳолдаги триэтилфосфат иштирокида буг ҳолатида боради.



Сирка ангидриди конденсатланади, газсимон катализатор эса яна циклга қайтирилади. Алкилланган углеводород ҳам конденсатланади, эса яна катализатор сифатида қайтиб жараёнга киритилади. Газ фазада катализ (гомоген катализ) молекуляр ва занжир механизми бўйича амалга ошади. Каталитик реакциялар молекуляр механизмда борганда реакцияга киришувчи моддалар билан катализатор орасида атомлар алмашинуви содир булади. Каталитик газ реакцияларнинг молекуляр механизмга кислород ёки хлор атомининг утиши мисол булади. Бунда SO<sub>2</sub> азот оксиди билан оксидланади :



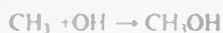
Гомоген катализда радикал механизми газ фазада ва суюк фазаларда бериши мумкин. бу катализатор реакцияларни занжирли механизм томон йўналтирувчи инициатор ҳисобланади. Реакцияни тезлашувига реакция жараёнида энергияга бой бўлган радикал ҳосил бўлиши ҳисобига эришилади шундай механизмда баъзи бир газ фазада оксидланиш ва суюк фазада

полимерланиш ва бошқа реакциялар боради. Радикал типдаги газ фазали каталитик реакцияларга алканларни оксидлашда азот оксидининг таъсири жумладан метанни формальдегидгача оксидланишимисол килиш мумкин. Реакция механизмини кискартирган ҳолда қуйдаги занжир реакция шакли тасаввур килиш мумкин.

#### 1. Занжирнинг туғилиши



#### 2. Занжирнинг давом килиши



Бу мақсадда яъни формальдегид ҳосил бўлишига йўналтирилган реакция азот оксид таъсирида тезлашади. Бундан ташқари бевосита  $\text{CH}_3\text{OH}$  ни ҳосил бўлишига ва уни  $\text{CH}_2\text{O}$  гача оксидланишига олиб боровчи, ҳамда чуқур оксидланиб  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{CO}$  ва  $\text{CO}_2$  ва бошқаларни ҳосил қилувчи реакциялар ҳам боради.

Газ фазали синтезни амалга ошириш учун оддий қурилма камералли аппаратни масалан 44-расмда курсатилган аппаратни қўллаш мумкин. Эндотермик жараёнлар қувурсимон аппаратларда олиб борилади (32-расм).

Суюқ фазада гомоген катализ, газ фазага нисбатан интенсив кетади. амин унда тайёр маҳсулот (десорбция, чуқутириш, танлаб эритиш ва бошқа усуллар ёрдамида) аралашмасидан катализаторни ажратиб олиш анча қийин. Шунинг қарамай саноатда бу хил катализ кенг қўлланилади. Масалан, этил спирт ишлаб чиқаришда  $\text{H}_2\text{SO}_4$  катализатор иштирокида этилени гидратацияда

формалдегид билан  $\text{HCl}$  ёки  $\text{NaOH}$  катализаторлар иштирокида  
поликонденсациялаш реакциялари.

Гомоген катализда келтирилган модель реакцияларда (142 бет, а ва б  
реакцияларга қаранг) А (кат),  $\text{AB}^*$  (кат) типдаги оралик бирикмаларни  
мураккаб кимёвий реакция курилишида, аналитик усуллар билан аниқлаш  
мумкин.

Гомоген каталитик реакциянинг тезлигига қўллина омилар :  
катализаторнинг фаоллиги, ҳарорат, реагент ва катализатор концентрацияси,  
аралаштиришнинг интенсивлиги ва шу қабилар таъсир этади. Бу омилар  
умумий қонуниятларга бўйсунди. Ҳар қандай каталитик реакция  
қўлланиладиган катализаторнинг концентрацияси ва фаоллигига боғлиқ бўлади  
(54-расм). С кат.нинг қиймати кичик бўлганда айни вақт ичида маҳсулот унуми  
(Х) тахминан катализатор концентрацияга пропорционал бўлади. Аммо,  
кейинчалик С кат. ортади ва эгри қизик пасайиб боради. Гомоген катализ  
аппаратлари содда техник жиҳатдан амалга ошириш осон, чунки реакция  
гомоген муҳитда боради. Суюқ фазали катализда қўпинча ичи насатка билан  
тулғазилган миноралар (29-расм) барботаж қалоналари (37-расм) ҳамда турли  
типдаги аралаштиргичлар (31,35,32,33-расмлар) қўлланилади.

Гетероген катализ саноатда гомоген катализга нисбатан кенг  
қўлланилади. Қўпчиликл маълум бўлган саноат гетероген каталитик жараёнлари,  
гаҳисмон реагентлар орасида қаттиқ катализатор иштирокида борадиган  
реакцияларга асосланган. Аммо фазовий ҳолатига қараб ҳар хил гетероген  
катализ турлари маълум.

Гетероген катализ жараёнини тушунтирувчи бир неча назариялар  
маълум. Уларнинг ҳар бири, бир-бирини тулдириб тараққий эттириб, қаттиқ  
катализаторларнинг тезлаштирувчи таъсирини тушунтириб беради. Қўпчиликл  
назарий тушунчаларига биноан катализ учун актив марказлар, яъни  
катализаторнинг ута активлиги ҳосасига эга бўлган сиртнинг турли хил бўлган

кисмлари муҳим роль уйнайди. Катализ учун барча назарияларга умумий бўлган нарса бу каттик катализатор юзасида адсорбцион типдаги бирикманинг ҳосил бўлишидир. Бу бирикманинг характери ҳар хил, акти комплекс ёки актив ансамбль (уйғун бирлик), маълум турдаги геометрияли тузилма-(ҳосила)-«мультиплет» ёки катализаторнинг эркин электрони иштирок этган кимёвий бирикма бўлиши мумкин. шундай оралик бирикмалар ҳоссалари, реакция йўналишининг янги кимёвий маҳсулотга айланиш тезлигини, катализаторнинг активлик даражасини ва бошқаларни аниқлайди.

Катализ ҳақидаги назарияларга асосланиб, катализ амалга ошиши учун реакцияга киришаётган моддаларнинг тузилишлари билан катализаторнинг тузилиши орасида маълум геометрик уйғунлик бўлиши керак, деген ҳулоса чиқарилади. А.А.Батандин таклиф этган мультиплет назариясига мувофиқ реакцияга киришаётган модданинг молекуласи катализатор сифатида актив марказнинг биттаси билангина эмас, балки иккита (дублет) учта (триплет) ва умуман бир неча (мультиплет) актив марказ билан тортилади. ана шу модданинг тузилиши билан катализатор сиртнининг тузилиши орасида геометрик уйғунлик бўлган тақдирдагина каталитик эффект кузатилади. Масалан, таркибида бензол ядролари бўлган ароматик углеводородларнинг дегидрогенланиш реакцияси катализаторлик вазифасини факат гексоганал кристал панжарага эга бўлган металларгина бажаради.

Н.И. Кобозевнинг 1939 йилда таклиф этган «Каталитик актив» назариясига қўра, реакцияда каталитик эффект юзага чиқиши учун бир неча молекулалари узаро ёки ташувчининг бир неча молекулалари билан алоқатта аморф маҳсулотлари, яъни ансамбллар ҳосил қилиши лозим.

Каттик говак катализаторда барча каталитик жараёни беш муҳим босқич қўринишида тасаввур қилиш мумкин. Уларнинг кечиши шартли равишда қўйидагича кетма-кетликда қабул қилинади: -Реакцияга киришувчи моддаларнинг, оқимдан, катализатор доначаларининг ташки юзасига ва ички говақларига диффузияланиши;

ҳолда таринг, оқимдан, катализатор доначаларининг ташки юзасига ва ички говаклариги диффузияланиши;

- Катализатор юзасига, диффузияланган реагентларининг, оралик, катализатор юзаси бирикмасини ҳосил қилиш билан актив адсорбцияланиши (хемосорбцияланиши);

- Оралик бирикма, маҳсулот- катализатор ҳосил қилиш билан атомларнинг қайта гуруҳланиши;

- Катализатор юзасидан маҳсулотнинг десорбцияланиши ;

- Маҳсулотнинг катализатор юзасидан аввал ички говакларидан сунгра ташки юзасидан умумий оқимга диффузияланиши.

Каталитик жараённинг умумий тезлиги энг секин босқич билан белгиланади. Агар диффузион даврларидан бири секин боровчи босқич булиб хизмат қилса, у вақтда катализ диффузион соҳада кечади. Одатда ички ва ташки диффузион соҳаларига ажратилади. Агар энг секин боровчи босқич иккинчи, учинчи ёки туртинчи босқич бўлса, у вақтда жараён кинетик соҳада боради. Кинетик соҳада боровчи каталитик жараённинг тезлиги, асосий технологик параметрларни (концентрация, ҳарорат, босим ва катализаторларнинг активлиги) ҳисобга олган ҳолда умумий тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$u = \frac{dG_M}{dt} = K_0 \cdot l^{-\frac{E}{RT}} \cdot g \cdot \Delta C \cdot P_1^n$$

Бунда .  $dG_M/dt$  -вақт бирлигида тайёр маҳсулот миқдорининг ортиши,  $K_0$  - Аррениус тенгламасидаги предэкспоненциал  $l$  - натурал логарифмнинг асоси;  $E$  - айни катализаторда активланиш энергияси;  $R$  - газнинг универсал моляр қийматиси;  $T$  - ҳарорат;  $g$  - катализаторнинг тукиб қуйилганда эгаллаган ҳажми;  $\Delta C$  - атмосфера босимида жараённинг ҳаракатлантирувчи қучи;  $P_1$  - размерсиз босим, яъни ҳақиқий босимнинг атмосфера босимига бўлган нисбати;  $n$  - реакция тартиби. Кинетик соҳада жараёнлар, активлиги паст, доначалари кичик,

эришилади. Агар каталитик жараён ташки диффузион соҳада борса, у пайт унинг тезлиги реагентлар ва реакция маҳсулотларнинг газга диффузияланиш коэффициенти билан аниқланади. Диффузия шароити доимий бўлганда Фик конунига қўра

$$u = \frac{dG}{d\tau} = -DcS \frac{dC}{dz}$$

Бунда  $G$  - компонентнинг  $\tau$  - вақтда катализатор доначалари юзасига перпендикуляр  $Z$  йуналишда кучирилган миқдори,  $C$  - реагентлар оқимида диффузияланган компонентлар концентрацияси;  $S$  - катализатор доначаларининг буш юзаси;  $Dc$  - диффузиянинг самарали коэффициенти, кайсики у молекуляр ва гидробли диффузияларнинг иккаласи орқали аниқланади. Ташки диффузион соҳада жараёнлар кимёвий реакциянинг катта тезлигини таъминловчи, активлиги юқори булган катализаторлар юзасидан боради. Масалан, платина катализатори юзасида аммиакнинг оксидланиши.

Ички диффузион соҳада компонентларнинг катализатор говакларига яқин чўқурликгача диффузияланиши учун зарур булган вақтни қуйидагича топимиз.

$$\tau = l^2 / 2Dc$$

$Dc$  -нинг катталиги, говакларнинг катталигини, молекуланинг эркин ҳаракати туфайли босиб утган масофасига  $l$  булган нисбатларга боғлиқ ҳолда аниқланади.  $l < 2r$  булганда,  $Dc$  - молекуляр диффузиянинг коэффициенти  $Dc = D$  аниқланади.  $l > 2r$  булганда эса  $Dc = Dk$  Кнудсен формуласи бўйича аниқланади:

$$Dk = \frac{2}{3} r \cdot \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

бунда  $r$  - говакларнинг радиуси;

$M$  - диффузияланадиган модданинг молекуляр массаси. Агар тезлики ички диффузия белгиласа, у вақтда жараёни тезлаштириш учун катализатор тайёрланганда уни ўлчамини кичикроқ қилишга ва говаклигини қурайтиришга интилади. Аммо ўлчами кичрайтирилган катализаторнинг ҳаракатсириш каттамининг гидравлик қаршилиги кескин ортади. Жумладан шунга мос ҳолда

интилади. Аммо улчами кичрайтирилган катализаторнинг ҳаракатсиз катламининг гидравлик қаршилиғи кескин ортади. Жумладан шунга мос ҳолда газини катализатор билан аралаштириш учун энергия сарфиёти ҳам ортади. Шунинг учун ҳам ҳаракат қилмай тирувчи катализаторли реакторларда, 4-8 мм ли катталиқдаги йирик донали катализатор қулланилади. Натижада катализ қараёни ички диффузион соҳада боради. Катализ механизмини тушунтириб бериш учун анча ишлар қилинганлигига қарамай, каталитик актнинг табиати ҳали тулиқ аниқланган эмас. Шунинг учун ҳам катализатор танлаш тажриба йули билан амалга оширилади. Шунга қарамай модданинг каталитик ҳоссаи унинг ион тузилишига, катализ қараёни эса электрон ёки ион бериш ёки олишга боғлиқ бўлади дейиш мумкин.

## 2.3 Каттик катализаторларнинг ҳоссалари ва уларни тайёрлаш.

Каттик катализаторлар газ фазали катализда доминантлик қилади ва суюқ фазали катализда суюқ катализаторга нисбатан кўпроқ қулланилади. Каттик катализаторлар сифатида даврий системанинг купгина элементлари ва уларнинг бирикмалари ишлатилади. Саноат катализаторлари уларга қуйилган маълум технологик талабларни қондириши керак. Масалан: айна реакция учун активлик курсата оладиган бўлиши керак, мумкин қадар контакт захарларига чидамли бўлиши, нисбатан арзон бўлиши, юқори даражада механик мустаҳкамликка эга бўлиши керак ва ҳоказолар. Шунинг учун ҳам амалда қулланиладиган катализаторлар одатда тоза индивидуал моддалар эмас, балки контакт массаси деб аталувчи қураккаб аралашмалардир. Контакт массаси асосан уч таркибий қисмдан: катализаторнинг узи, активловчи ва ташувчилардан иборат бўлади.

Активловчилар ёки промоторлар. Катализатор таъсирини қучайтирадиган моддалар промоторлар дейилади. Промоторлар каталитик

жуда катта каталитик активликка эга булган, промотор ва катализатордан хосил булувчи кимёвий бирикмадир. Бундай кимёвий бирикмани хосил бўлишига баъзан реакцияга киришувчи моддалар ёки реакция маҳсулотлари ҳам иштирок этади. Бошқа ҳалда эса промотор катализатор сиртини кенгайтиради. Баъзан эса промотор катализатор захарланишини камайтиради. Промоторларнинг активлаш хоссасига мисол, никельга 1% церий қушилса, унинг активлиги тахминан 20 марта оортади. Аммиак синтезида катализатор сифатида ишлатиладиган темирга ишқорий металл ва алюминий оксидлари қушилса, темирнинг катализаторлик таъсири активлиги анча ортади. Ташувчилар (трегерлар) деб у ёки бу усул билан катализатор қуйиладиган шимдириладиган мустаҳкам, утга чидамли, сирти кенг булган говак моддалар айтилади. И.Е.Ададурув текширишлари шуни курсатдики, ташувчи катализатор молекулаларини деформациялайди ва натижада, унинг активлиги ортади. Ташувчидан фойдаланиш икки томонлама, ҳам технологик ҳам иқтисодий жиҳатдан фойдали ва қулайдир. Биринчидан ички актив юзалар (говаклари) қўпайган говак контакт массаси хосил бўлади, унинг механик мустаҳкамлиги ва утга чидамлилиги ортади. Иккинчидан қимматбаҳо катализаторлар (платина, никель ва ванадий оксиди, палладий, қумуш ва бошқалар) тежаб қолинади. Баъзи ҳолларда ташувчиларнинг узлари ҳам активловчи булиши мумкин. Катализаторни ташувчиларга (трегерлар) сликагель, алюмосиликат, пемза, асбест, кизельгур, қумир, каолин, баъзи тузлар ва бошқалар қиради.

Катализаторнинг активлиги, нафакат унинг кимёвий таркибига балки: доначаларининг катталиги, говаклилик даражаси, говакларининг катталиги ва унинг юзасини характери каби физикавий характеристикасига ҳам боғлиқ бўлади. Шунинг учун ҳам катализаторнинг активлиги уни тайёрлаш усулига боғлиқ бўлади.

Актив катализаторларни тайёрлашнинг асосий усуллари: 1) металллар гидрооксидлар ёки карбонатлар шаклида ташувчи устига биригикда чуқуририш 2) илгаридан тайёрлаб қуйилган говакни ташувчига каталитик актив модда

водород ёки бошқа газ билан кайтариш (масалан аммиак синтезида темир катализатор) орқали олинади.

Каталитик жараён контакт массаси устида борар экан, унинг тезлиги ва чуқурлигини кўпинча катализатор сирти аниқлайди. Контакт массанинг асосий характеристикасидан бири, унинг солиштира сирти  $S$  яъни масса бирлигидан ёки катализатор хажми бирлигидаги ( $m^2/g$ ) сирти ҳисобланади. Кўпчилик саноат катализаторлари учун  $S$  солиш, бир неча ундан то бир неча юзлаб  $m^2/g$  га тенг бўлади. Контакт массаси махсус шакл бериш аппаратларда турли шаклларда шарчалар шаклида, таблеткалар, тугмачалар, доначалар, халкачалар, цилиндрчалар шаклида ишлаб чиқарилади. Баъзи ҳолларда катализатор турли металлларнинг қотишмаларидан (аммиакни оксидлаш учун, платина родий палладийли қотишма) ингичка симлардан юбка турлар шаклида тайёрланади.

Катализаторнинг муҳим хоссаси бу катталигга критилган реагентлар таркибида бегона аралашмалар таъсирига чидамлилигидир, яъни захарланмаслигидир. Катализаторнинг захарланиши деб унинг реакция аралашма таркибидаги қўшимчалар-контакт ёки катализатор захарлари таъсирида активлигини қисман ёки тулиқ йукотишига айтилади.

Контакт захарлари реакция турига ва катализатор табиатига қараб турли хил моддалар бўлиши мумкин. Энг типик катализаторга захарлари олтингугурт бирикмалари, қайсиқим уларда олтингугурт булинмаган электрон жуфти ушлайди. ( $H_2S$ ,  $CS_2$ , тиофен, меркаптанлар ва бошқалар), цианид кислота ( $HCN$ ), углерод оксидлари ( $CO$ ,  $CO_2$ ), симоб тузлари, фосфор, мышьяк, курғошин ва бошқаларнинг бирикмалари қиради. Масалан, платина сиртида  $SO_2$  нинг  $SO_3$  га айланиш реакцияси ниҳоятда оз миқдорда мышьяк аралашуви билан тухтаб қолади. ёки темир сиртида  $CO$  нинг  $CO_2$  га айланиш реакцияси озгина  $H_2S$  аралашуви билан тухтайди.

Захарларнинг катализаторга таъсири шундан иборатки, улар катализаторнинг актив марказларига ақдорбланади ёки у билан кимёвий

Захарларнинг катализаторга таъсири шундан иборатки, улар катализаторнинг актив марказларига асорбланади ёки у билан бирикади. Сорбция қайтар ёки қайтмас бўлади., шунинг учун катализатор ҳам қайтар ёки қайтмас ҳолда заҳарланиши мумкин. Қайтар ҳолда заҳарланган катализатор фақатгина унинг зонасида заҳарнинг иштирок этган давридаги у активлигини йукотади. Қайтмас ҳолда заҳарланганда эса катализатор у активлигини батамом йукотади. чунки кантакт массаси заҳар билан мустақим ёввий бирикма ҳосил қилади. Бундай ҳолларда катализаторни регенерациялаш ёки алмаштириш керак бўлади.

55-расмда катализаторнинг қайтар (1) ва қайтмас(2) ҳолда заҳарланишининг характери берилган. Катализатор қайтар ҳолда заҳарланганга унга кантакт заҳарларидан тоза булган Янги газлар аралашмаси юборилганда (вакт оралиғида) унинг активлиги тулик тикланади. (учинчи эгри чизик) Катализаторнинг заҳарланиши  $\alpha$  реакция тезлик константасининг  $K$  камайиши билан характерланади.  $\alpha$  қуйидаги формула билан аникланади:

$$\alpha = \frac{dK}{KdGi}$$

Бунда  $Gi$  катализаторнинг масса бирлигига газ билан келувчи заҳар миқдори.

Катализатор у з активлигини, юмшаб доначаларининг бир-бирисига ёпишиб қолиши, ёки қисман суюкланганлиги учун унинг актив сирти камайиши сабабли, ҳамда катализатор сиртига реакциянинг каттик маҳсулотларини ёки чангларни чуқиб қолиши туфайли камайтириши ёки йукотиши ҳам мумкин. Шунинг учун ҳам катализаторни хизмат муддатини узайтириш учун реакцион аралашма катализатор заҳарларидан, каттик механик аралашмалардан яхшилаб тозаланади.

#### 2.4 Каталитик жараёнларининг технологик режими.

Хар қандай теxнологик жараёнларда ҳам. технологларни асосан иккита курсатгич: жараённинг бориш тезлиги (кайсиқим, қурилманинг

ажасининг тулки фойдаланганлик даражасини аниқлайд, яъни жараённинг кай даражада тасмимлашганини курсатади) кизиктиради.

Жараённинг тезлигини ошириш учун кулланиладиган технологик усуллар кинетик ва диффузион худудлар учун хар хил бўлиб, кимёвий боскичнинг тезлиги, биринчи навбатда катализаторнинг активлиги ва хароратга боглик буллади. Диффузион жараёнлар хароратни ортиши билан кимёвий жараёнларга нисбатан кам даражада тезлашади. Ташки диффузия реакцияга кириши учун аралашма окимининг гирдобланиши билан интенсивлашади. Катализатор доначатарининг ички кисмига диффузияланиш эса, доначаларни майдалаш ва уларнинг говаклигини ошириш хисобига асослашади. Реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациясини ёки босимини ошириш каттализининг хам кинетик хам диффузион боскичини тезлаштиради.

Реакцион аралашманинг катализатор зонасида булган вакти контакт вакти хам каталитик жараёнга таъсир этади. Қайтмас каталитик жараёнлар учун кантакт вактини узайтириш, жараённинг умумий тезлигини (курулманинг махсулдорлигини) камайтиради, аммо бунда махсулот унуми ортади.

Харорат режими: Маълум даражада активликка эга булган катализатор булганда каталитик жараёнга энг кўп таъсир курсатади.

Эндотермик каталитик реакцияларда хароратнинг ортиши билан махсулот унуми Ле – Шателье принципи асосида ортади. Эндотермик жараёнларда хакикий  $X_{\text{ва}}$  мувозанат  $X_{\text{м}}$  унумлар бир хил конун буйича узгаради. Аммо, бошка хар кандай тенг шаронтида  $X$  паст хароратда мувозанат унумига якинлашади. Бу холат никель катализатори иштирокида метанни сув билан узаро таъсир эттирилганда борадиган эндотермик каталитик реакциянинг умумий тенгламасидан куринади.



Дастлабки хар хил газлар аралашмасида метан конверсияси даражасини хароратга богликлги 56-расмда берилган. Юкори унум билан махсулотхосил булишига ва эндотермик каталитик жараённинг катта тезликда боришига

булишига ва эндотермик каталитик жараёнинг катта тезликда боришига эришмоқ учун ҳароратни ошириш зарур. Аммо, бунини то ҳарорат газсимон ва суюқ реагентлар ва реакция маҳсулотларини парчалашга каттик моддаларни суюлиб бир-бирисига ёпишиб қолишига олиб келадиган (яъни, ҳарорат кутарилишинини чегараловчи факторларга) ҳолатга олиб боровчи жараёнлар бошланиш даражасигача қилиш мумкин. Қуриб утилган қонуниятлар жуда қўпчилик эндотермик каталитик реакцияларда углеводородларни сув буги билан конверсияси, углеводородларни дегидрогенлаш, дегидротация ва бошқаларга характерлидир.

Қайтар экзотермик каталитик реакциялар учун, одатдаги реакциялардагидек ҳароратнинг ортиши билан маҳсулотнинг мувозанат унуми тухтовсиз камаяди. Абсолют оптимал унум ва унга мос ҳолдаги оптимал ҳарорат, жараёни олиб бориш шароитига ва биринчи навбатда катализаторнинг активлигига, реакцияга киришаётган моддалар концентрациясига ва контактлаш вақтига боғлиқ бўлади. 57-расмда контакт вақтлари турлича бўлганда, маҳсулотнинг пастки унумини  $X$  ҳарорат билан боғловчи эгри чизик ҳолатининг ўзгариши кўрсатилган. Агар ҳар бир контактлаш вақти учун максимал унум нуқталарини туташтирсак, унда оптимал ҳарорат эгри чизиги ҳосил бўлади, маҳсулот унумининг максимал миқдорда чиқиш учун вақтни тўқпайтириш билан жараён ҳароратини пасайтириш керак. Ушбу эгри чизиклар аммиак синтези,  $SO_2$ ни каталитик оксидлаш,  $CO$  конверсияси, углеводородлар синтези ва бошқа реакциялар учун типикдир. Аммо, ҳарорат таъсири ҳамма вақт ҳам аниқ ифодаланган эмас. Масалан, аммиакни каталитик оксидлаш реакцияси, метанол ва этанол синтезида ҳароратни қандайдир чегарадан оширилса ҳарорат қўшимча реакциялар бошланиб кетади. Бундай ҳолларда ҳар бир реакция учун ҳарорат таъсирини алоҳида анализ қилиш керак. Бу бир неча реакциялардан ташқил топган жараёнларга (айниқса улар турли хил иссиқлик эффектига эга бўлса) ҳам тааллуқлидир.

каталитик реакцияларида юкори босим кенг кулланилади. Катализатор активлиги ва махсулотнинг мувозанат унуми катта булганда босим хал килувчи фактор булади. Бу ҳолат аммиак ва метанол синтези жараёнларида кузатилади.

Газ ҳажмининг анча ошиши билан борувчи баъзи каталитик реакцияларга босимни камайтириш мувозанат унумини оширувчи фактор булиши мумкин. Шунинг учун ҳам дегидрогенлаш, дегидратлаш каби жараёнларни ва куумда олиб борилади.

Реакцияга киришувчи компонентларнинг концентрацияси, каталитик реакциялар тезлигига худди одатдаги кимёвий реакциялар тезлигига таъсир этгандайдек таъсир этади. Аммо, бир катор сабабларга кура реагентлар концентрациясини хаддан ташкари ошириш мумкин эмас. Масалан, жараённинг экзотермиклиги юкори булса ва ундан иссиқликни чиқариб олиш кийин булса ( $\text{SO}_2$  ни оксидлаш реакциясида) катализатор иссиқлик таъсирида яроксиз холга келиши (термик яроксизланиш) мумкин. Ёки реакцион аралашмада портлаш хавфи (аммиакни оксидлашда) пайдо булиши мумкин.

## 2.5 Кимёвий технологик каталитик жараёнларни тақомиллаштиришнинг истикболли усуллари.

Гетероген каттализ реакторлари турли хилда булади. Каттализ учун идеал сиқиб чиқариш типдаги реакторлар ва тулик аралаштириш реакторлари кулланиши мумкин, аммо улар бошқалардан фарқ килувчи специфик конструкцияга эга. Газ фазали каттализ реакторлари табиники суюқ фазалардан фарқ қилади. Филтрловчи катализатор кавати булган иссиқликни чиқариш ёки киритиш усулида ишловчи контакт апаратлари куйидаги синфларга булинади:

1. Даврий равишда иссиқлик чиқарилувчи ёки киритилувчи контакт апаратлар;

2. Ташқи иссиқ алмаштиргичли контакт апаратлари;

3. Ички иссиқлик алмаштиргичли контакт апаратлари;

А) токчали,

б) кувурсимон.

### 3. Ички иссиқлик алмаштиргичли контакт апаратлари:

А) токчали.

Б) қувурсимон.

### 4. Иссиқалмаштиришнинг ҳар хил усуллари қулланилган қурама контакт апаратлари.

Каттик катализаторлар ишлатиладиган газ фазали жараёнлар учун қўзғалмайдиган (филтрловчи) катализатор каватли контакт апаратларининг типини: бир каватли, ораларида иссиқ алмаштиргичлари булган қўп каватли ва тўхтовсиз иссиқлик берилувчи ёки иссиқлик олинувчи қувурсимон типларини кенг тарқалган.

Бир каватли апаратлар конструкцияси жиҳатдан анча оддий. Улар адиабатик иссиқлик режимида ишлайди. Унда ҳарорат режими фақат дастлабки газларнинг таркибини ва ҳароратини ўзгартириш билан тўғриланади. Бундай апаратларни: а) Амалий жиҳатдан қайтмас экзотермик реакциялар масалан, формальдегидни оксидлаш учун, б) реагентлар концентрацияси паст булган реакторлар масалан, арашмаларни оксидлаш ёки гидрогенлаш йули билан газларни каталитик тозалаш учун; в) иссиқлик эффекти ўнчалик катта булмаган экзотермик ёки эндотермик реакциялар учун қўллаш мумкин. Реакторга солинадиган катализатор миқдори, агар унинг активлиги пастроқ булса анча қўп булади ва унинг калинлиги (катализатор каватининг баландлиги) баъзан бир неча метргача боради (62- расм). Бундай аппаратларда адиабатик режими амалга оширилади, демак экзотермик жараёнларда реакцияга киришадиган газлар ҳарорати уларнинг катализатор каватида айланиш (реагентларнинг маҳсулотга айланиш) даражасига  $x$  пропорционал ҳолда ортади. 1а-1б+1дх бунда, 1а- газнинг катализатор каватидан утганидан кейинги ҳарорати, 1б- охириги ҳарорат 1д- газнинг бошланғич ёки дастлабки ҳарорати,  $x$  реакциянинг адиабатик коэффиенти  $x$ -айланиш даражаси. Шунинг учун ҳам адиабатик коэффиенти катта булган экзотермик жараёнлар учун

Адиабатик коэффициентни анчагина катта булганда ҳам юкори даражада экзотермик айланиш даражасига эришиш имкони берилади.

Экзотермик реакцияларни олиб бориш учун куланадиган токчали аппаратларнинг принципиал схемаси (36-расмда курсатилган). Устига катализатор тукиб куйилган тешикчалари булган токчалар оралигида иссик алмаштиргичлар 2 урнатилган иссик алмаштиргичларнинг қувурлари оралигидан пастдан юкорига томон тоза газлар утади ва реакция маҳсулотларни совутиб узн эса реакциянинг бошланишига етарли булган хароратгача кизийди. Катализатор юзасида реагентларнинг маҳсулотга айланиш жараёни боради ва реакция иссиклигида маҳсулотлар кизийди улар иссик алмаштиргичда совуёди. Реакция иссиклигидан тулик фойдаланиш учун ва газни дастлабки хароратигача совутиш учун реакция маҳсулотлари реактордан ташкарида урнатилган совутгичлар оркали утказилади (36-расмда курсатилмаган).

Токчали контакт аппаратлар сиқиб чиқариш реакторлари типда ишлайди. Шунинг учун контакт аппаратларида жараёнлар тезлиги (1.15 ва 1.16) тенгламалар буйича аникланади.

Токчалар оралигидан иссик-алмаштиргичлар ҳаво билан ёки сув билан совутувчи иссик алмаштиргичлар булиши ҳам мумкин.

Токчали контакт аппаратларида иссикликни чиқариб олиш сакраш йули билан (кескин усгарниш йули) яъни босқичли амалга оширилади.

Каталитик реакция ва иссик алмаштириш алохида-алохида кетма-кетлик босқичида боради. Аппаратнинг ҳар бир токчасида реакция маҳсулотига айланиш даражаси (а) ва харорат (б) узғариш характери 63 (а) расим курсатилган. Бундай аппаратларда харорат режими оптимал харорат эгри чизиги яқинида катта амплитудада узғариб туради ва фақат аппаратда токчалар сонини анча қўпайтирилгандагина оптимал хароратга яқинлашиш мумкин.

Қувурсимон контакт аппаратларида иссик алмашув реакция билан бир вақтда ва ғуҳтовсиз боради. Катталик полимтермик режимда кечеди.

чизик якинида катта амплитудада узгариб туради ва факат аниқлаштирилган  
тоқчалар сонини анча кўпантирилгандагина оптимал ҳароратга яқинлашиши  
мумкин.

Кувурсимон контакт аппаратларида, иссиқ алмашув реакция билан бир  
вақтда ва тухтовсиз боради. Катталик полимтермик режимда кечма-кеча  
реакциянинг иссиқлик эффекти қисман иссиқлик киритиш ва иссиқлик  
чиқариш билан компенсацияланади. Кувурларига катализатор солинган  
аппаратлар ҳам эндо-ҳам экзотермик реакцияларни утқизиш учун  
фойдаланилади. Эндо-термик реакцияларда кувурлар оралиғига иссиқлик  
ташувчи ёнишдан ҳосил бўлган иссиқ газлар юборилади (63-расм). Масалан  
бутанни дегидрогенлаш, метанни каталитик конверсияси биринчи босқичи  
ва бошқаларда шундай типдаги контакт аппаратларидан фойдаланилади.  
Экзотермик реакцияларда эса иссиқ алмашув катализатор билан реакцияга  
киришадиган ҳали реакцияга киришмаган газлар орасида боради ва реакция  
иссиқлиги билан кизиб сунгра катализаторга боради.

Бунда ҳам катталик зонасида ҳарорат пасаяди. Анча қўлай  
конструкцияли ва кенг қўлланиладиган контакт аппаратлари булар иссиқ  
алмаштирувчи иккита кувурли ва контакт массаси кувурлар оралиғидаги  
бушликка икки кувурчанинг орасига эмас, балки икки кувурли кувурлар  
оралиғига ) солинади. Шундай типдаги контакт аппаратларининг  
элементларидан бири 64-расмда келтирилган. Унда 2-чамбара устидаги  
катализатор каватча I гуё икки каватли иссиқ алмаштиргач ботиб турганда  
жойлаштирилади. Контакт апарати келиб қирувчи, ички кувурчи 3 орқали  
утиб, айланма бушлик 5 орқали ички ва ташқи 4 иссиқ алмаштирувчи  
кувурчалар орасидан утади. Натижада газ реакция бориши учун етарли  
даражада кизийди ва контакт массасини эса совутади сунгра катализатор  
каватига утади. Кувурсимон контакт апаратида маҳсулотга айланиш даражаси  
узғаришининг характери 64-расмда берилган. Бундай аппаратларда  
иссиқликни чиқариб олиш интенсивлигининг тарқалиши ва катализатор  
катламнинг баландлиги бўйича ҳароратнинг тақсимланиши опти...

томчали контакт аппаратлари ҳам учрайди масалан аммиак синтези колоннаси кўп боскичли аппаратларда филтрловчи бошка тур аппаратларга нисбатан оптимал харорат режимига анча якинлашади. Аммо барча филтрловчи катализатор кавати булган контакт аппаратлари харакатсиз катализатор каватига хос булган ва каталитик жараёнларини янада интенсификацияни кийинлаштирадиган куйидаги камчиликларга эга:

1. Филтрловчи каватда факатгина йирик катализатор булакларини ёки кундаланг кесими эни 4-6 ммдан кичик булмаган дончаларини ишлатиш мумкин чунки ундан майда булса катализатор каватининг гидравлик (суюклик харакати ва мувозанатини урганадиган фанга гидравлика дейилади). Бу ерда суюкликка ухшаш курсатилган каршилик маъносини англатади).

Йирик заррачаларнинг ички юзаси каттализ учун кам фойдаланилади ва бу холат катализатордан тулик фойдаланиш даражасини (махсулдорликни) камайтиради.

2. Харакатсиз турувчи катализатор дончалари кisman суюлиб бир - бирисига ёпишиб колади. Натижада катализаторнинг активлиги камаяди, аппаратнинг гидравлик каршилиги ортади, газнинг бир текисда таксимланиши бузилади.

3. Бундай говак катализатор дончалари иссикликни секин утказади, шунинг учун катализатордан иссиқ алмаштиргичга иссикликнинг утиши ва демак ундан иссикликни интенсив чикариб олишнинг иложи йук ва катализаторнинг ҳамма жойида хароратнинг таркалиши бир хилда булмайди.

4. Филтирловчи катализатор каватида иссиқ алмашинув даражасининг пастлиги сабабли хароратни аниқ туғрилаб туриш имконияти булмайди, натижада оптимал харорат режимини саклаб туриб булмайди ва унумдорлик камаяди.

5. Кузгалмайдиған катализаторли аппаратларда, катализаторни тухтовсиз регенерациялаб туришнинг иложи булмайди. (бу нарса айникса кўпгина органик моддалар ишлаб чикариш жараёнида жуда зарур хисобланади).

натижада оптимал харорат режимини саклаб туриб бўлмайди ва унумдорлик камаяди.

5. Кўзгалмайдиган катализаторли аппаратларда, катализаторни тўхтовсиз регенерациялаб туришнинг иложи бўлмайди. (бу нарса айниқса купгини органик моддалар ишлаб чиқариш жараёнида жуда зарур ҳисобланади).

**Кайновчи каватли (муаллик осилиб турувчи) катализаторли аппаратлар.** Бундай аппаратлар кўзголмас ёки фильтровчи каватли катализаторли аппаратлар ўрнига қўлланилади. Кайновчи каватли аппаратлар юқорида санаб ўтилган камчиликларни йукотади ва контакт аппарати конструкциясини соддалаштириш имконини беради. Кайновчи каватли аппаратларда одатда майда заррачали, дончаларининг диаметри 0,1-2 мм бўлган катализаторлар қўлланилади. Майда заррачаларнинг муаллак осилиб турувчи кавати реакцияга киришувчи газларнинг (ёки суюқ) оқими туфайли ҳосил бўлади. Бунинг учун устига катализатор дончалари солиб қўйилган панжара орқали пастдан юқорига томон газ юборилади. Газ шундай тезликка келадики, у катализатор заррачаларини кўзголмас ҳолатдан муаллак осилиб турувчи ҳолатга ўтказди. Осилиб турувчи каватда катализатор дончалари ҳар томонга йўналган ҳолда тўғри чизикли, гирлобли ва бошқа ҳилда ҳаракатлар қилади, натижада реагентлар диффузияси (реагентлар катализатор дончаларига диффузияланади) тезлашади. Бундан ташқари яна катализаторнинг ичига газ пуфаклари кириб уни ораларидан ўтиб туё кайнов турган каватни ҳосил қилади. Шунинг учун ҳам бундай катализатор каватига "кайновчи" кават дейишади. Кайновчи каватли катализаторли катализатор реакторларда харорат режими изотермик бўлади. Кайновчи каватли катализаторли контакт аппаратининг схемаси 55-расмда берилган. Бундай аппаратларда бир неча газ тақсимловчи панжаралар (3) ўрнатилган бўлади. Реакцияга киришувчи газлар аралашмаси пастдан юқорига кўтарилиб токча (панжара) устида кайновчи катализатор каватини (2) ҳосил қилади. Реакция маҳсулотлари аппаратнинг юқори кенгайган қисмидан (1) чиқиб кетади. Аппаратнинг кенгайган қисмида газ оқимининг тезлиги ҳаддан

Иссиқлик алмаштиришни бундай принципда амалга оширилиши жараёнининг иссиқлик режимида оптимал харорат эгри чизигига максимал яқинлаштиради.

Кайновчи каватли тўрт токчали контакт аппарати учун тайёр маҳсулотга айланиш даражаси 66-расмда берилган. Катализатор каватида газ аралашмаси концентрациясининг тез тенглашуви туфайли бутун жараён оптимал эгри чизиги 0 яқинида яъни  $X_1$   $X_2$  ва  $X_3$  да кечади. а, в, с чизиги бўйича харорат, аппаратнинг биринчи, иккинчи ва учунчи каватларида иссиқ алмаштиргичлар ёрдамида тўғриланади. 1, 2, 3 ва 4 изотермалар ҳар бир каватда тайёр маҳсулотга айланишига тўғри келади.

Кайновчи каватли аппаратларда изотермик шароит туфайли ҳар бир каватида харорат режимини автоматик тўғрилаб туриш осон амалга оширилади.

Муаллак осилиб турувчи каватнинг устунлиги шундаки, катализатор заррачалари ўлчамини кичрайтириш натижасида, катализаторнинг ички актив юзасидан тўлиқ фойдаланиш имконияти тўғилади.

Кайновчи каватнинг кўзгалмас ёки фильтровчи каватга нисбатан асосий камчилиги, унда газ тўлиқ аралаштирилганлиги сабабли жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучини камайишидир ҳамда газнинг бир қисми катализатор каватидан пуфак шаклида чиқишидир. Илгари айтилганидек ҳаракатлантирувчи кучнинг камайиши айни каватда маҳсулот айланиш даражасига пропорционалдир. Шунинг учун ҳам катализатор бир каватли эмас балки бир неча каватларда (токчаларда) қўйилади, натижада унинг ҳаракатлантирувчи кучи кўзгалмас каватли аппаратникига яқинлашди. Бошқа камчилиги катализатор ҳаракатда бўлганлиги учун унинг тез едирилишидир. Шунинг учун ҳам кайновчи кават учун ўта мустаҳкам, каттик, едирилишга чдамчи, майда дончали катализатор массасидан фойдаланилади. Бунга кўзгалмас каватли катализаторни ишлатиб бўлмайди.

Ҳисоботик жараёнининг шароитига қараб, кайновчи каватли катта катализаторли контакт аппаратларининг, катализатори регенерацияланмайдиган ва тўхтовсиз регенерацияланадиган турлари ишлатилади.

Технологик жараённинг шароитига қараб, қайновчи қаватли каттали-  
коштак аппаратларнинг каталитатори регенерацияланадиган турлари ишлатилади.

Қайновчи қаватли аппаратлар каталитаторни тўхтовсиз регенерацияла-  
ш учун алмаштириб туриш зарур бўлган каталитик жараёнларни ўткази-  
муваффақиятли қўлланилмоқда. Масалан, углеводородларни дегидрогенла-  
ши гидроформингда (парафинларни дегидрогенлаш ва дегидроциклизациялаш)  
каталитик крекингда ва бошқаларда. Эндотермик жараёнларни ўткази-  
ш иссиқлик ташувчи, реакцияга киришувчи қиздирилган газлар аралашмаси  
баъзан эса каталитаторнинг ўзи бўлиши мумкин.

Осиёб турувчи қаватли каталитаторли аппаратлар каталитаторни  
регенерациялашни талаб қилмайдиган жараёнларида ҳам кенг қўлланилади.  
Масалан, ксилол ёки нафталиндан фталл ангидридини олишда, этиленни,  
этилен оксидигача оксидлашда, акрилонитрил ишлаб чиқаришда,  $\text{SO}_2$  ни  $\text{SO}_3$   
гача оксидлашда ва бошқаларда.

Бундай аппаратларни айниқса, ўта чангли атмосферага чиқариш  
қўйрилидиган газларни зарарли аралашмалардан тозалашда фойдаланиш  
истикболдир. Масалан, айрим корхоналарнинг муриларида чиқадиган тути  
таркибидаги атмосферани ифлословчи захарли газ  $\text{SO}_2$  ни  $\text{SO}_3$  гача оксидла-  
ш сўнгра  $\text{SO}_3$  ни сорбциялаб ажратиш олишда, азот оксидларини қайтарувчи  
таъсирида то эркин азот элементигача қайтаришда, органик аралашмаларни  
тулик ёндиришда ва бошқаларда.

Каталитатори ҳаракат қилиб турувчи реакторлар нефть маҳсулотларини  
буғ фазали крекинг қилишда айниқса жуда кенг қўлланилади. Яъни бошқа  
каталитаторнинг регенератор билан реактор орасида тўхтовсиз ҳаракат қили-  
ш айланиб туриши талаб қилинадиган каталитизминг бошқа жараёнларида қўл-  
дан фойдаланиш мумкин. Бундай реакторларнинг икки типини қўл-  
ланилади: а) майда доначали каталитаторнинг газ оқимида муаллақ осин  
турган ҳили; б) шахта аппаратларида реакцияга киришувчи газлар билан бир-

катализатор доначаларига газнинг ишқаланиш кучи донача массасидан катта. Шунинг учун ҳам маънавий катализатор доначалари газ оқимин билан биргаликда ҳаракат қилувчи ва контакт аппаратнинг юкори қисмидан чиқиб кетади. Катализаторнинг асосий массаси, циклон сепараторларда реакция маҳсулотларидан ажралади ва эжектор билан регенераторга юборилади, у ерда катализатор сиртига ўтириб қолган кокс, кислородда ёқиш орқали тозаланилади. Регенерацияланган қаттиқ кизиган катализатор тик қувур орқали пастга тушиб ҳам ашё бўғлари билан қўшилиб эжектор ёрдамида яна реакторга юборилади.

Бу қурилманинг қамчилиги, ундан қангсимон катализаторни газ оқимидан тўлиқ ажратиб олиб бўлмайди. Ҳамда қанг ушлагичлар: циклон, электрофильтр каби ортқича қурилмалар керак бўлади ва улар анча жойни эгаллайди.

Қаттиқ катализаторларда суюқ фазали жараёнлар қўпинча турли хилдаги аралаштиргичлари бўлган аппаратларда, жумладан пропеллерли (парракли, 31-расм), қуракли (парракли, 33-расм) ва шу қабиларда амалга оширилади. қайсиқим маҳсулотга айланиш даражасини юкори бўлишини таъминлаш учун, улар бир нечата бир-бирисига батарея қилиб уланади. Масалан, тизма типда (35-расм). Пневматик аралаштирувчи аппаратларни (32-расм) ҳам қўллаш мумкин.

Бунда ҳам майда доначали катализатор қўлланилади ва у маҳсулотлар аралашмасидан тиндиргичларда, гидроциклонларда ва филтрларда ажратиб олинади.

Кимёвий технологик жараёнларни такомиллантиришнинг  
истикболли усуллари. Кимёвий технологик жараёнларни янги шаклланиш янги вужудга келиш босқичда бўлган янги усул ва усулларни талбик этиш йўли билангина такомиллаштириш ва интенциялаштириш мумкин. Бундай усулларга фотохимёвий, радиацион - кимёвий, биохимёвий плазмохимёвий жараёнлар ва ультратўшушдан фойдаланиш қабилар қиради. Радиацион - кимёвий ва биохимёвий жараёнлар, кимёвий реакцияларни қўзғаш яъни активлаш ва тезлаштириш механизмлари бўйича одатдаги каталитик жараёнларга ухшайди.

Радияцион кимёвий жараёнлар юкори кувватли катта энергияни ионлаштирувланиши (нур сочиш ёки нур чикариш) таъсирида боради. Бунда нурнинг яъни жараёни тезлатувчиси, электромагнит нурланиш (рентген ва) у-нурлари ва катта энергиянинг зарядланган заррачаларидир. (тезлашган электронлар,  $\beta$  заррачалар, тротонлар ва бошқалар) Реакцияга киришувчи система ионловчи нурланишнинг таъсир механизми бу реакцияга киришувчи модаларга энергия ўтказишдан иборатдир. Бунда аввал зарядланган заррачаларнинг реагентлар молекулалари билан тўқнашуви натижасида ёсарор актив молекула ҳосил бўлади, сўнгра у молекула атомларга тарқаланади ёки қўзғалмаган молекула билан реакцияга киришиб ионлар ёки эркин радикаллар ҳосил қилади. Эркин радикаллар ҳам ионлар ҳам ўзаро бир-бириси билан ёки ҳали маҳсулотга айланмаган молекулалар билан бирикиб реакциянинг охирига тайёр маҳсулоти ҳосил бўлади.

Радияцион - кимёвий жараёнлар жуда катта тезликда боради, чунки уларни активланиш энергияси активланмаган молекулаларнинг реакцияларига қараганда, кескин камайдди. Радияцион - кимёвий реакцияларда энергетик ғошунчалик катта эмас (20 - 40 кж/моль атрофида). Шу сабабли купгина радиацион кимёвий жараёнлар нисбатан паст ҳароратда олиб борилади. Радияцион - кимёвий жараёнларни тадқиқ қилиш, ишлаб чиқиш ва уларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш янги радиацион - кимёвий технология иштирокида амалга оширилади. Ишлаб чиқаришга тадбиқ этилган радиацион - кимёвий жараёнларга аввало галогенлаш, сульфолаш, қўшбоғга бириқиш ва бошқа реакциялар қиради. Радияцион усул юкори молекуляр бирикмалар технологиясида полемерлаш жараёнларида, ҳамда макромолекулаларни "тиқиш" йўли билан полимерларни "термик" барқарорлиги ва механик мустаҳкамлигини оширишда қўлланилади. Каучукни радиацион вулканизация жараёни, полимер материалларидан буюмлар: плёнка (юпка парда), қувурлар, кабелъ изоляциялар ва бошқаларни тайёрлаш ишлаб чиқаришга тадбиқ этилган.

Биокимёвий жараёнлар кимёвий технология учун жўшқинликдорлиқ. Улар жуда актив табиий катализаторлар - ферментлар

гидролизаторлар, ҳамда ушбу катализаторни сакловчи микроорганизмлар таъсирида тирик организмларда атмосфера шароитида (харорат ва босимни оширмай) боради. Биокимёвий жараёнларнинг саноатда имкониятлари чексиз, аммо ҳали улар тўлиқ урганилган эмас. Яқинда фаннинг янги бир тармоғи техник микробиология (биотехнология) пайдо бўлди, у хилма - хил кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришнинг биокимёвий усулларини ўрганadi. Антибиотиклар, витаминлар, гармонларни микробиологик синтези амалиётга тадбиқ этилган. Техник микробиологиянинг истикболида атмосфера азотини фиксациялаш (бириктириб олиш), оксил ва ёғ синтези, олтингугуртни  $SO_2$  ва  $SO_3$  гача оксидлаш ва аксинча олтингугуртни унинг бирикмаларидан қайтариб олиш, рудалардан металлarnи микробиологик усулда ажратиб олиш кабилар бор. Айниқса озик - овқат маҳсулотларини, жумладан оксилни микробиологик синтез усулида олиш бениҳоят катта аҳамиятга эгадир.

Маълумки бутун дунёда оксил маҳсулотлари танқислиги сезилмоқда. Бу муаммони ечиш йулларидан бири микробиологик усулда оксил моддаларини ишлаб чиқаришни йулга қўйишдир.

Бир қатор биокимёвий жараёнлар, анчадан буён саноатда оксил, озика турушлари, турли хил ачиткишлар ёрдамида спиртлар, кислоталар олишда, оқава сувларини биологик усулда тозалаш кабиларда қўлланилиб келинмоқда. Тирик организмларда амалга ошадиган каттализ принципларини моделлаш, қатор ишлаб чиқариш тармоқларини қайта қўриш, озик - овқат ресурсларини кенгайтириш имконини беради.

# III – Б О Б. Кимё саноатнинг хом ашёси ва уни бойитиш усуллари ва энергия.

## 3.1 Хом ашё

Ҳар қандай ишлаб чиқаришнинг муҳим таркибий қисмларидан бири хом ашёдир. Хом ашё деб, истеъмол маҳсулотлари ва ишлаб чиқариш воситалари олиш учун саноатда ишлатиладиган табиий моддаларга айтилади. Кимё саноатида хом ашё асосий омил бўлиб, ишлаб чиқарилган тайёр маҳсулот таърифининг 60-70 фоизини ташкил этади.

Саноат ишлаб чиқаришда хом ашё тушунчасидан ташқари дастлабки ва тайёр маҳсулот ва чиқинди тушунчалари ҳам қўлланилади. Хом ашё ва дастлабки ашёни бир – бирисидан фарқ қилиш керак. Хом ашё, саноатда қайта ишловдан ўтмаган табиий моддалардир. Бирор – бир ишлаб чиқариш учун хом ашё, ярим фабрика, оралик маҳсулот, ярим маҳсулот (асосий материал) қўшимча маҳсулот ва иккиламчи ашёлар, дастлабки ашё бўлиши мумкин. Ярим фабрика бу табиий хом ашёни саноатда дастлабки ишлов бериш натижасида олинган материалдир. Оралик маҳсулот деб, хом ашё ёки ярим фабрикатдан олинган индивидуал моддаларга айтилади. Қайсики, у айни корхонада бошқа маҳсулот ишлаб чиқариш учун дастлабки ашё бўлиб хизмат қилиши мумкин. Қўшимча маҳсулот деб корхонада ишлаб чиқариш жараёнида асосий маҳсулот билан бирга қўшимча реакциялар натижасида ҳосил бўлган индивидуал модда ёки аралашмага айтилади. Иккиламчи хом ашё деб, ушбу хизмат муддатини ўтказиб бўлган нарсаларга ва материалларни – саноатда ишлов берганда қайта ишлатиладиган чиқиндиларига айтилади. Қайсики, у чиқиндиларни саноатда қайта ишлаб тайёр маҳсулотга айлантириш иқтисодий фойдалидир. Тайёр маҳсулот деб ҳатто ҳўжалигининг турли тармоқларида амалда фойдаланиш учун корхонадан жўнатиладиган моддалар ёки материалларга айтилади. Чиқинди деб, технологик тараккиётнинг айни даврида амалий ишлатиш соҳасини топмаган ташландик моддалар ёки материалларга айтилади. Бундай бўлиш

албатта, нисбийдир. Масалан, нитрат кислота, шу кислотани ишлаб чиқариш корхонасининг тайёр маҳсулоти бўлса, угит ишлаб чиқариш корхонасининг эса дастлабки ашёси ҳисобланади.

Ҳом ашёлар турли белгиларига қараб синфларга бўлинади. Қелиб чиқишига қараб, улар минерал, ўсимлик ва ҳайвон ҳом ашёларига, агрэгат ҳолатларига қараб, каттик, суюқ, (нефть шўробалари), газсимон (ҳаво, табиий газ) ҳом ашёларга, таркибига қараб анорганмик ва органик ҳом ашёларга бўлинади. Минерал ҳом ашёлар ўз навбатида рудали, рудасиз ва органик ёки ёнувчи ҳом ашёларга бўлинади. Рудали минераллар тўғридан тўғри руда деб аталади. Руда деб, таркибида металл окловчи тоғ жинслари ёки бошқа минерал бирикмаларга айтилади. Улардан металл ажратиб олинади. Металллар руда таркибида асосан оксидлар ва сульфидлар шаклида бўладилар. Руда таркибидаги асосий компонент – металдан ташқари ҳар доим бегона аралашмалар ҳам ушлайди. Ишлаб чиқаришда фойдаланилмайдиган бегона аралашмаларни чиқинди, баъзан “бекорча жинс” деб аталади. Таркибида ажратиб олишга етарли миқдорда бир неча металл окловчи рудаларга полиметалл рудалар дейилади. Ўзбекистондаги рангли металл рудалари (масалан: мис-руҳли, қўрғошин – руҳ – қумушли) асосан полиметалл рудалардир.

Рудасиз минераллар деб, металмас моддалар олинадиган (масалан: фосфор, хлор, олтингугурт, угитлар, сода, ишқорлар, кислоталар, цемент, шиша ва бошқалар) ёки бевосита кимёвий ишлов берилмай фойдаланиладиган тоғ жинслари ёки минералларга айтилади. Рудасиз қазилмалар ишлатиш соҳасига қараб шартли равишда тўрт гурппага бўлинади:

- а) Қурилиш материаллари. (тупрок, қум, шағал, қурилиш тошлари, гинт, керамика ва бошқалар)
- б) Индустриял ашёлар. кимёвий қайта ишланмай фойдаланилади. (слюда, асбест, графит, магнезит, корунд ва бошқалар)

### III – Б О Б. Кимё саноатнинг хом ашёси ва уни бойитиш усуллари ва энергия.

#### 3.1 Хом ашё

Хар қандай ишлаб чиқаришнинг муҳим таркибий қисмларидан бири хом ашёдир. Хом ашё деб, истеъмол маҳсулотлари ва ишлаб чиқариш воситалари олиш учун саноатда ишлатиладиган табиий моддаларга айтилади. Кимё саноатида хом ашё асосий омил бўлиб, ишлаб чиқарилган тайёр маҳсулот таърифининг 60-70 фоизини ташкил этади.

Саноат ишлаб чиқаришда хом ашё тушунчасидан ташқари дастлабки ашё тайёр маҳсулот ва чиқинди тушунчалари ҳам қўлланилади. Хом ашё ва дастлабки ашёни бир – бирисидан фарқ қилиш керак. Хом ашё, саноатда ишловдан ўтмаган табиий моддалардир. Бирор – бир ишлаб чиқариш учун хом ашё, ярим фабрикат, оралик маҳсулот, ярим маҳсулот (асосий материалдан қўшимча маҳсулот ва иккиламчи ашёлар, дастлабки ашё бўлиши мумкин. Ярим фабрикат бу табиий хом ашёни саноатда дастлабки ишлов бериш натижасида олинган материалдир. Оралик маҳсулот деб, хом ашё ёки ярим фабрикатдан олинган индивидуал моддаларга айтилади. Қайсики, у айни корхонада бошқа маҳсулот ишлаб чиқариш учун дастлабки ашё бўлиб хизмат қилиши мумкин. Қўшимча маҳсулот деб корхонада ишлаб чиқариш жараёнида асосий маҳсулот билан бирга қўшимча реакциялар натижасида ҳосил бўлган индивидуал моддалар ёки аралашмага айтилади. Иккиламчи хом ашё деб, ўз хизмат муддатини ўтатиб бўлган нарсаларга ва материалларни – саноатда ишлов берганда ҳосил бўладиган чиқиндиларига айтилади. Қайсики, у чиқиндиларни саноатда қайта ишлаб тайёр маҳсулотга айлантириш иқтисодий фойдалидир. Тайёр маҳсулот деб халқ хўжалигининг турли тармоқларида амалда фойдаланиш учун корхонадан жўнатиладиган моддалар ёки материалларга айтилади. Чиқинди деб, технологик тараккиётнинг айни даврида амалий ишлатиш соҳасида топмаган ташландик моддалар ёки материалларга айтилади. Бундай бўлиши

албатта, нисбийдир. Масалан, нитрат кислота, шу кислотани ишлаб чиқариш корхонасининг тайёр маҳсулоти бўлса, ўғит ишлаб чиқариш корхонасининг эса дастлабки ашёси ҳисобланади.

Хом ашёлар турли белгиларига қараб синфларга бўлинади. Келиб чиқишига қараб, улар минерал, ўсимлик ва ҳайвон хом ашёларига, агрегат ҳолатларига қараб, каттик, суюқ, (нефть шўробалари), газсимон (хаво, табиий газ) хом ашёларга, таркибига қараб аноорганик ва органик хом ашёларга бўлинади. Минерал хом ашёлар ўз навбатида рудали, рудасиз ва органик ёки ёнувчи хом ашёларга бўлинади. Рудали минераллар туғридан туғри руда деб аталади. Руда деб, таркибда металл окловчи тоғ жинслари ёки бошқа минерал бирикмаларга айтилади. Улардан металллар ажратиб олинади. Металллар руда таркибда асосан оксидлар ва сульфидлар шаклида бўладилар. Руда таркибдаги асосий компонент – металдан ташқари ҳар доим бегона аралашмалар ҳам ушлайди. Ишлаб чиқаришда фойдаланилмайдиган бегона аралашмаларни чиқинди, баъзан “бекорча жинс” деб аталади. Таркибда ажратиб олишга етарли миқдорда бир неча металл сакловчи рудаларга полиметалл рудалар дейилади. Ўзбекистондаги рангли металл рудалари (масалан: мис-рухли, қўғошин – рух – қумушли) асосан полиметалл рудалардир.

Рудасиз минераллар деб, металмас моддалар олинadиган (масалан: фосфор, хлор, олтингугурт, ўғитлар, сода, ишқорлар, кислоталар, цемент, шиша ва бошқалар) ёки бевосита кимёвий ишлов берилмай фойдаланиладиган тоғ жинслари ёки минералларга айтилади. Рудасиз қазилмалар ишлатиш соҳасига қараб шартли равишда тўрт гурппага бўлинади:

а) Қурилиш материаллари. (тупроқ, қум, шағал, қурилиш тошлари, гил, керамика ва бошқалар)

б) Индустириал ашёлар. кимёвий қайта ишланмай фойдаланилади. (слюда, кремен, графит, магнезит, корунд ва бошқалар)

в) кимёвий минерал ашёлар, кимёвий ишлов берилиб, ёки тўғридан-тўғри фойдаланилади. (олтингургурт, фосфор, апатит, сильвинит, тоштуз ва бошқа купгина тузлар)

г) кимматбаҳо, ярим кимматбаҳо ва ишлов берилб тайёрланган ашёлар, кайсиким, механик ишлов берилгандан сўнг фойдаланилади. (олмос, ёқут, зумрад, кахрабо, малахит, феруза, яшма, мрамор ва бошқалар).

Органик ёки ёнувчи ашёлар учга: қазилма, ўсимлик ва ҳайвон хом ашёларига бўлинади. Қазилма органик ёки ёнувчи хом ашёлар (торф, сланец, кўмир, нефть, табиий ва йулдош газлар) энергия манбаи сифатида ҳамда кимматбаҳо кимёвий ашё сифатида ишлатилади.

Ўсимлик ва ҳайвон хом ашёлари кишлоқ хўжалик, ўрмон хўжалиги ва балиқчилик хўжаликларининг маҳсулотлари ҳисобланади.

Ўсимлик ва ҳайвон ашёлари ишлатиш соҳасига қараб иккига: озиқ-овқат ва техник ашёларига бўлинади. Озиқ-овқат ашёларига, асосан, озуқа сифатида истеъмол қилинадиган (картошка, лавлаги, сут, галла, ўсимлик, ҳайвон ва балиқ ёғлари ва бошқалар) маҳсулотлар қиради.

Техник ашёларга эса, озиқ-овқат сифатида ишлатишга яроқсиз бўлган, аммо кимёвий ва механик ишлов берилгач, турмуш ва саноатда, техник мақсадларда ишлатиш мумкин бўлган ашёлар қиради. Масалан: пахта, ёғоч, ёғоч смоласи, сомон, зигир пояси, наша пояси (каноп), ҳинд канопи, чарм, жун, мўйна, баъзи ўсимлик ва ҳайвон ёғлари (ҳинд канопи мойи, тунг мойи – тунг дарахти мевасидан олинадиган мой, кит, треска баликлари ёғи турли кунжар, ҳайвон суяклари ва бошқалар). Аммо бундай техник ва озиқ-овқат ашёлари бўлиш бу нисбийдир. Чунки баъзан озиқ-овқат ашёлари техник мақсадларда ва аксинча, техник ашёлар, озиқ-овқат мақсадида ишлатилиши мумкин. Масалан, баъзи озиқ-овқат ёғлари қайта ишланиб улардан совун, олиф ва косметик воситалари олинади.

### 3.2 Хом ашё манбалари ва уларни қазиб олиш.

Ернинг узок мулдат геологик тараккиёти даврида айрим элементлар, ернинг айрим жойларида турли минераллар шаклида тўпланиб қазилма бойликлар, конлар ҳосил қилади. Қазилма бойликларининг қиммати, улардан хом ашё сифатида фойдаланиш: уларнинг халқ ҳўжалигида қай даражада фойдалилиги, қайта ишлаш технологиясининг тараккиёт даражаси, унинг қазилма таркибидаги концентрацияси, захираси, таркибида фойдали компоненти бўлган бирикманинг характери, қазиб олишнинг осон ёки қийинлиги ва бошқа шу қабл кўрсаткичларга боғлиқ бўлади. Бу кўрсаткичлар фан ва техника тараккиёти, халқ ҳўжалигининг тараккиёти ҳамда талаб ва эҳтиёжларга қараб ўзгариб туради. Қимё саноатининг тараккиёт тарихида кўпгина фактлар маълумки, бир вақтлар саноат чиқиндиси бўлган моддалар кейинчалик, муҳим қимматбаҳо хом ашёга ёки тайёр маҳсулотга айланган. Масалан: ўтган асрнинг охириларида ош тузи сильвинит ( $KCl \cdot NaCl$ ) минералини қайта ишлаб олинар эди. Илгари калий хлорид тузи эса, чиқинди сифатида ташларди. Ҳозирги пайтда эса калий хлорид олиш учун сильвинит қайта ишланади. (чунки  $KCl$  муҳим минерал ўғит сифатида ишлатилади) ва  $NaCl$  эса чиқинди сифатида ташланади. Кўпгина сийрак элементлар илгари ишлатиш соҳалари бўлмаганлиги учун ёки уларни етарли миқдорда олиб бўлмаганлиги сабабли фойдали қазилма таркибидан асосий элемент олингач, қолганлари чиқинди сифатида ташлаб юборилган. Ҳозирги кунда эса, уларни атом энергетикаси, микроэлектроника, радиотехника, телетехника, космик техника соҳаларида кенг қўлланиш соҳалари очилгач, уларга бўлган талаб ва эҳтиёжнинг ортганлиги сабабли уларнинг саноат ишлаб чиқаришини йўлга қўйилди.

Қаттиқ минерал хом ашёларни саноатда, унинг ер юзасига яқин ёки чуқурликда жойлашганлигига қараб очик ёки ёпиқ усулда қазиб оладилар. Очик усулда оҳақтош, гипс, қум, бентанитлар, туфрок, гранит, мәрмартуш, қуриқаш тошлари, сочма олтин, платини, олмос, баъзи қумир конларидан (масалан: Канско – Ачинский - Россия) қумир, рудалар, апатитлар ва бошқалар

казиб олинади. Ёпик усулда ер сатида: шахталарда, рудникларда, конларда казиб олиш ишлари олиб борилади. Шахталарда кўмининг хар хил турлари, рудникларда металл рудалари ва фосфорит ҳамда апатитлар, конларда эса тузлар казиб олинади. Нефть ва газ эса махсус нефть ёки газ саноати корхоналаридан олинади. Фойдали казилма бойликларни очик усулда олиш, ёпик усулга нисбатан катта устунликка эга, чунки очик усулда механизация кенг қўллаш қудратли казиб олувчи ускуналарни ўрнатиш меҳнат шароитини яхшилаш мумкин бўлади. Натижада очик усулда меҳнат унумдорлиги 2-6 мартагача, казиб олинган маҳсулотнинг тан нархи эса 2-3 мартагача ёпик усулдагига нисбатан кам бўлади.

Аммо очик усулнинг ҳам ўзига яраша камчиликлари бўлади. Бу усул атроф муҳитга салбий таъсир этади, тупроқнинг унумдор қисмини йўқотадиган сув режимини бузади, тупроқ эрозиясига олиб келади, ҳаво, сув хавфзалирининг конга яқин бўлган кишлоқ ва шаҳарлар атмосферасини заҳарлилик даражаси оширади.

Ўзбекистонда 1930 йилгача кимёвий хом ашё манбалари йўқ эди, ҳали очилмаган, ер қаърида яшириниб ётарди. 1930 йиллардан кейин республикаимиз территориясида геологик кидирув ишлари кизгин бошлаб юборилгани билан биринчи кетин турли хом ашё манбалари, казилма бойликларни очила бошланди. 1931 йилда топилган Олмалик мис кони Ўзбекистонда рангли металлургия саноатининг пайдо бўлишига олиб келди. Кейинчалик ангрест кўмир кони (1941 йилда топилди) Олтинтопан кўргошин ва рух кони (1948 йилда топилди) вольфрам, алюминий, висмут, симоб, сурма, нефть, газ, мармар, фулюорит, магний рудалари, олтингурут, ош тузи, калийли тузлар, каолин, бентонит, безак тошлари: феруза, оникс, хольцедон, амитист ва бошқа конлар топилди. Республикаимиз мустақил бўлгандан сўнг кимё саноати кенй ривожланди. Бир қанча янги завод ва корхоналар қурилиб ишга туширилди. Масалан: 1991 йилда Тошкент вилоятида "Медиз" заводи (бир марта ишлатиладиган шприцлар ишлаб чиқаришга ихтисослашган), 1994 йилда Самарқанд, Навоий ва Бухорода мармар ва гранитни қайта ишлаш қўшма

корхоналари ташкил этилди. 1995 йилдан бошлаб Фарғона нефтни қантлаш ишлаш бирлашмаси нефть ва газ конденсатини қайта ишлаб чиқариш бошлады. 1998 йилда ушбу корхона реконструкция қилинган 27 хил нефть маҳсулотлари бера бошлады. 1997 йилда Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи қурилиб ишга туширилди. 1998 йилда Бухорода "Гуфик - Авиценна" Бухоро Ҳиндистон қўшма фармацевтика корхонаси, 1999 йилда Навоий вилояти ҳудудида (Томду тумани) Қизилқум фосфорит заводи ишга туширилди, Шуртанда полиэтилен ишлаб чиқариш заводи, Шуртан газ комплекси қурилиб ишга туширилди (Қашқадарё вилоятида). Республика олтин, қумуш, уран, мис, молибден, рух, вольфрам, сингарн қимматбаҳо ва нодир металллар захираси бўйича дунёда етакчи ўринлардан бирини эгаллайди. Ўзбекистон ҳудудида 30 та олтин қони борлиги аниқланган. Бу қонларнинг умумий захираси 4 минг тоннадан ортиқдир. Республикаимизнинг топиқан газ захираларида 2 триллион м<sup>3</sup> га яқин газ, қўмир қонларида – 2 млрд. тоннадан зиёд қўмир, 350 млн. тоннага яқин нефть захиралари мавжудлиги аниқланган. Шу қўнғача республикаимизда ҳаммаси бўлиб 95 хилдан ортиқ қўм ашё қонлари очилган ва улар 700 та қонларда жойлашган. Улар асосида ҳозирги вақтда қўйдаланилаётган 370 та шахта қонлардан ҳар йили 200 млн. т. қача қўм ашё қазиб олинмоқда.

### 3.3 Қаттиқ қўм ашёни қўйитиш.

Қар қандай табиий қўм ашё қазиб олинган тарқибида қўйдали минералдан ташқари маълум миқдорда қўйдасиз ёқи у қадар аҳамиятга эга бўлмаган ҳатто зарарли бўлган бегона аралашмалар – "бекорқи жинслар" ҳам учрайди. Масалан: қаттиқ қўм ашёларда: кремнийём, оҳақтош, тупроқ, турли сульфидлар, темир, суюқликларда қаттиқ заррачалар, сув, сувда эриган тузлар: газларда – водород сульфиди ва бошқалар бўлади. Қимёвий ишлаб чиқаришларда, маҳсулдорликни ошириш, тайёр маҳсулот сифатини яхшилаш, энергетик ва бошқа сарфиётларни қамайтириш жараёнини интенсифлаш мақсадида қонцентранган қўм ашё ишлатишга ҳаракат қилинади. Бунинг учун қўм ашё қўйитилади, яъни унинг тарқибидаги қўйдали тарқибий қисмининг миқдори оширилади.

Хом ашё у қазиб олинган жойда, махсус бойитиш корхоналарида бойитилади. Бу ҳолат ортикча транспорт ҳаракатларининг (ташиш, ортқилиштириш) тежайди. Хом ашёларни агрегат ҳолатларига қараб уларнинг бойитишнинг турли усуллари қўлланилади.

Тоғ жинслари (рудалар) бойитишдан илгари заррачалари (кристалллар) орасидаги боғларни бузиш учун майдаланилади, зарур бўлганда сувсизлантирилади. Майдалашни шартли равишда: дағал майдлаш ёки туйиш ва ундай майдалаш ёки қуқлаштиришга бўлиш мумкин. Туйиш махсус туйувчи машиналарда олиб борилади. Туйилган жинс бўлақларининг қатталиги бир миллиметрдан катта бўлади. Қуқлаштириш эса, тегирмонларда амалга оширилади ва бўлақчаларининг қатталиги то 0,1 микронгача бўлади. Туйиш ҳар доим қуқуқ ҳолда олиб борилади. Қуқлаштириш эса, ё қуқуқ ё қўл усулида амалга оширилади. Барча майдаловчи машиналарни (2-расм) майдалаш усулига қараб 5 типга бўлиш мумкин:

1) Жағли майдалагич машинанинг асосий иш органлари вазифасини қўзғалмас ва қўзғалувчан ясси қисмлар бажаради. Хом ашё қўзғалувчан ва қўзғалмас ясси қисмлар оралигининг юқори томонидаги бўшлиққа берилиб, бунда хом ашё қўзғалувчан ясси қисмининг тебранма ҳаракати таъсирини туйилади. Майдаланган заррачалар пастки тор тирқиш орқали ташқарига чиқарилади.

2) Конусли туйиш машиналари бир – бирига нисбатан эксцентрик (умумий марказга эга бўлмаган) ҳолатда айланадиган иккита конусли оралигида хом ашёни сиқиш, эзиш принциплари ёрдамида майдалашга асосланган.

3) Валкли майдалагич, бунда иккита цилиндрсимон айлана валклар бўлиб, улардан бири қўзғалмас иккинчиси эса, ҳаракатланувчи валкдир, ашё валклар орасида қисилиб майдаланади.

4) Тўқмоқли майдалагич, уриб майдалашга асосланган.

5) Шарли майдалагич (тегирмон) майдаловчи жисмлар (металл ёки кварцдан тайёрланган шарлар) билан қисман тўлдирилган барабандан иборат.

Барабаннинг айланиши пайтида ишқаланиш кучи таъсирида шарлар барабан билан бирга ҳаракат қилиб маълум баландликка кўтарилгандан сўнг эркин тушиб ашёни зарба кучи ва ейилиш натижасида майдалайди.

Йирик ва ўртача катталиқда майдалаш учун ясси юзали ва конусли майдалагич ҳамда валкли тегирмондан фойдаланилади. Майдаланган тоғ жинслари фракцияларга ажратилади ва руда таркибидаги фойдали компонентлардан бирининг миқдори турли усуллар ёрдамида купайтирилади. Шундай йуллар билан бойитилган руда – концентрат деб аталади, қолган фойдаланилмайдиган, “бекорча жинслар” эса, қолдиқ ёки чиқинди деб аталади. Каттик хом ашёни бойитиш учга: механик, кимёвий ва термик усулларга бўлинади.

Механик бойитиш усули хом ашё таркибига кирган линияларнинг турли физикавий ва физик кимёвий хоссаларига асосланади. Механик бойитиш усулига: навларга ажратиш, гравитацион ажратиш, электромагнитли ва электростатикли сепарация ҳамда флотация усуллари киради.

**Навларга ажратиш.** Хом ашё заррачаларнинг катта кичиклигига қараб фракцияга ажратилади. Ҳамда бойитилади. Агар хом ашё каттиклиги турлича бўлган минераллардан иборат бўлса, юмшоқлари жуда майдалниб кетади. Каттиги эса йирикрок бўлақларга бўлинади. У элақдан ўтказилгандан сўнг йириклари майдасидан ажратилади, навларга ажратилади ва бир йўла хом ашё ҳам бойийди. Масалан, фосфорит ва апатит рудалар бекорча жинслардан шундай йул билан ажратилади. Каттик хом ашёлар заррачаларининг катта – кичиклигига қараб ғалвирдан ўтказиш йўли билан навларга ажратилади. Ғалвирлар ясси ёки цилиндрсимон бўлиши мумкин. Навларга ажратишни интенсивлаш учун ғалвир айланиши, тебраниши, титраши керак. Майдаланган хом ашёни бир неча фракцияларга, навларга ажратиш учун, у тешикларининг катталиги турлича бўлгани бир неча ғалвирда эланади ёки тешикларининг катталиги ҳар хил бўлган бир неча секция – бўлмалардан иборат цилиндрсимон ғалвирлардан (барабан ғалвир) ўтказиб эланади. (3-расм)

Хом ашё у казиб олинган жойда, махсус бойитиш қороналарида бойитилади. Бу ҳолат ортикча транспорт ҳаракатларини (ташиш, ортқи- тушириш) тежайди. Хом ашёларни агрэгат ҳолатларига қараб улар бойитишнинг турли усуллари қулланилади.

Тоғ жинслари (рудалар) бойитишдан илгари заррачалари (кристаллари) орасидаги боғларни бузиш учун майдаланилади, зарур бўлса сүвсизлантирилади. Майдалашни шартли равишда: дағал майдлаш ёки туйиш ва ундай майдалаш ёки қукнлаштиришга бўлиш мумкин. Туйиш махсус туйувчи машиналарда олиб борилади. Туйилган жинс булақларининг қатталиги бир миллиметрдан катта бўлади. Қукнлаштириш эса, тегирмонларда амалда оширилади ва булақчаларининг қатталиги то 0,1 микронгача бўлади. Туйиш ҳар доим қурук ҳолда олиб борилади. Қукнлаштириш эса, ё қурук ё ҳўл усулда амалга оширилади. Барча майдаловчи машиналарни (2-расм) майдалаш усулига қараб 5 типга бўлиш мумкин:

1) Жағли майдалагич машинанинг асосий иш органлари вазифасини қўзғалмас ва қўзғалувчан ясси қисмлар бажаради. Хом ашё қўзғалувчан ва қўзғалмас ясси қисмлар оралиғининг юқори томонидаги бушликка берилади, бунда хом ашё қўзғалувчан ясси қисмнинг тебранма ҳаракати таъсирини туйилади. Майдаланган заррачалар пастки тор тиркиш орқали ташқарига чиқарилади.

2) Конусли туйиш машиналари бир – бирига нисбатан эксцентрик (умумий марказга эга бўлмаган) ҳолатда айланадиган иккита конустан оралигида хом ашёни сиқиш, эзиш принциплари ёрдамида майдалашга асосланган.

3) Валкли майдалагич, бунда иккита цилиндрсимон айлана валклар бўлиб улардан бири қўзғалмас иккинчиси эса, ҳаракатланувчи валклир, ашё валклар орасида қисилиб майдаланади.

4) Тўқмокли майдалагич, уриб майдалашга асосланган.

5) Шарли майдалагич (тегирмон) майдаловчи жисмлар (металл ёки кварцдан тайёрланган шарлар) билан қисман тўлдирилган барабандан иборат

Барабаннинг айланиши пайтида ишқаланиш кучи таъсирида шарлар барабан билан бирга ҳаракат қилиб маълум баландликка кўтарилгандан сўнг эркин тушиб ашёни зарба кучи ва сйилиш натижасида майдалайди.

Йирик ва ўртача катталиқда майдалаш учун ясси юзали ва конусли майдалагич ҳамда валкли тегирмондан фойдаланилади. Майдаланган тоғ жинслари фракцияларга ажратилади ва руда таркибидаги фойдали компонентлардан бирининг миқдори турли усуллар ёрламида кўпайтирилади. Шундай йўллар билан бойнтилган руда – концентрат деб аталади, қолган фойдаланилмайдиган, “бекорча жинслар” эса, қолдиқ ёки чиқинди деб аталади. Каттик хом ашёни бойитиш учга: механик, кимёвий ва термик усулларга бўлинади.

Механик бойитиш усулини хом ашё таркибига кирган линияларнинг турли физикавий ва физик кимёвий хоссаларига асосланади. Механик бойитиш усулига: навларга ажратиш, гравитацион ажратиш, электромагнитли ва электростатикли сепарация ҳамда флотация усуллари қиради.

**Навларга ажратиш.** Хом ашё заррачаларининг катта кичиклигига қараб фракцияга ажратилади. Ҳамда бойитилади. Агар хом ашё каттиклиги турлича бўлган минераллардан иборат бўлса, юмшоқлари жуда майдалниб кетади. Каттиги эса йирикрок бўлақларга бўлинади. У элақдан ўтказилгандан сўнг йириклари майдасидан ажратилади, навларга ажратилади ва бир йўла хом ашё ҳам бойийди. Масалан, фосфорит ва аппатит рудалар бекорча жинслардан шундай йўл билан ажратилади. Каттик хом ашёлар заррачаларининг катта – кичиклигига қараб ғалвирдан ўтказиш йўли билан навларга ажратилади. Ғалвирлар ясси ёки цилиндрсимон бўлиши мумкин. Навларга ажратишини интенсивлаш учун ғалвир айланиши, тебраниши, титраши керак. Майдаланган хом ашёни бир неча фракцияларга, навларга ажратиш учун, у тешикларининг катталиги турлича бўлгани бир неча ғалвирда эланади ёки тешикларининг катталиги ҳар хил бўлган бир неча секция – бўлмалардан иборат цилиндрсимон ғалвирлардан (барабан ғалвир) ўтказиб эланади. (3-расм)

Гравитацион бойитиш массаси, катталиги ва zichлиги турлича бўлган заррачаларнинг сув ёки газ оқидамида огирлик кучи таъсирида ёки марказга қарата қочма куч таъсирида ҳар хил тезликларда пастга тушишига асосланган. Хом ашё сувда эриса ёки бузилса курук усулда фойдаланилади. Курук гравитацион усулда бойитиш ҳаво оқидамида чўктириш орқали ёки сепаратор машиналарда олиб борилади. Ҳаво сепараторининг тузилиши 4-расмда берилган. У иккинчи ички ва ташқи конусдан хом ашёни чаңгитиб тукувчи курилма ҳамда, ҳавони айлантурувчи мосламадан иборат. Майдаланган кукусимон ашё айланувчи тарелка ёрдамида ички конус ичига сочилиб туради. Майда заррачалар ҳаво оқими билан юқорига кутарилади ва ташқи конусга тушиб, унинг остидан қисмидан чиқади, йирикрок заррачалари эса ички конуснинг остига чўкиб махсус қувур орқали чиқади.

Ҳўл усулда бойитиш, асосан, сув оқидамида тиндирғич системалари, шағал ювғичлар, гидравлик саралагич, концентрацион стол, чўктирувчи машиналар ва гидрошкловлар ёрдамида олиб борилади. Чўктирувчи машиналарда бойитиш, эски усуллардан бири бўлиб, темир рудалари, тошқумир, калай, вольфрамли ва бошқа рудаларни, олтин, қумуш, платина, олмос, сакловчи қумларни бойитишда кенг қўлланилади. Ҳўл усулда бойитувчи чўктириш машинасининг схемаси 5-расмда берилган. Майдаланган материал аралашғичи бўлган бакда сув билан аралаштирилиб пульпа (каттик материалнинг суюқликдаги концентратланган аралашмасига пульпа дейилади) ҳосил қилинади. Пульпа вертикал тўсиклар билан тўсилиб уч чўктириш бўлмасига ажратилган тиндирғичга қуйилади. Энг катта ва огир заррачалар тез чўкканлиги учун биринчи бўлмага чўқади, ўртачаси иккинчи ва енгил заррачалар учинчи бўлмачага чўқади. Ниҳоят, энг енгил ва майда заррачалар сув билан тиндирғичдан чиқиб кетади. Бўлмалар сонини қўлайитириш билан хоҳлаганча фракцияларга ажратиш олиш мумкин. Электроманитли бойитиш усули пароманитли ёки ферроманитли ашёларни диамагнитли материаллардан ажратишда қўлланилади. Масалан: магнит темиртош ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), хромитли темиртош ( $\text{Fe} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ) ва бошқа магнитга тортилувчи минералларни бекорчи

жинслардан ажратишда. Электромагнитли сепаратор 6-расмда берилган. Хом ашёларни майдалашдан олдин унга аралашиб қолган пулат синикларини ажратиш учун ҳам фойдаланилади. Акс ҳолда, майдалагичларга тушиб қолса, уларни синдириши мумкин.

**Электростатикли бойитиш** усули материалларни турлича электр ўтказувчанлигидан фойдаланиб ажратишга асосланган. Масалан, темир қолчедони билан мис қолчедони (халкопирит –  $\text{CuFeS}_2$ ), кўрғошин ялтироғи, тугма металл сакловчи рудаларни диэлектрик жинслардан, масалан охактош, гипс, кум, силикат ва бошқалардан ажратишда фойдаланилади. Унинг ишлаш принципи ҳам электромагнитли сепараторга ўхшайди. Аммо электростатик сепараторларга магнит ўрнига электрод ўрнатилган бўлади ва электрод манфий қутб билан ток тўғрилагичга уланган бўлади. Электрнинг яхши ўтказувчи заррачалар манфий зарядланиб бункердан итарилади ва бошқа йиғичга тушади. Диэлектриклар эса бункерга тушади.

**Флотацион бойитиш.** (Флотация – инглизча flotation сўзидан олинган бўлиб калкиб чиқиш деган маънони англатади. Бу усул кенг тарқалган бўлиб, бу усулда полиметалл сульфидли рудалар, бойитилади. Аппатитлар нефелиндан ажратилади, олтингугуртли рудалардан концентратлар олинади, тошқумир ва кўпгина тузлар бойитилади. Бу усулда ҳам ашё таркибидаги майда заррачаларнинг сувда ҳўлланиш даражаси ҳар хиллигидан фойдаланилади. Материалларнинг ҳўлланиш мейёри – даражаси, бу каттик заррача, суюқлик ва ҳаво ҳўгарасида ҳосил бўлувчи ҳўлланишнинг чекка бурчаги катталиги ҳисобланади (7 -расм). Сув ҳўлланмайдиган (гидрофоб) заррача билан ўтмас чекка бурчак ҳосил қилади. Сирт таранглик кучи суюқлик сатҳини тенглаштиришга интилади, натижада гидрофоб заррача суюқликдан итарилиб юзага калкиб чиқади. Гидрофил заррачалар эса, суюқлик остига тушади. Бу ҳодиса, минерал зичлигига боғлиқ эмас, кўпчилик ҳолларда оғир гидрофоб заррачалар юзага калкиб чиқади, енгиллари эса ҳўкади. Заррачанинг ўлчами қанчалик кичик бўлса, ҳўлланиш кучлироқ бўлади. Пульпа орқали ҳавонинг майда пуфакчалари пуфланса, ўзи билан бирга гидрофоб

заррачаларини ҳам олиб юзага калкиб чиқади. Каттик заррачаларини хўлланмаслик даражаси ва хўлланиш чекка бурчаги канчалик катта бўлса унинг хаво пуфакчасига ёпишиш ва юзага калкиб чиқиш эҳтимоли шунчалар катта бўлади. Натижада суюқлик юзасида гидрофоб материал заррачаларини олиб чиққан кўпикчалар кавати ҳосил бўлади. Уни осонгина ажратиш олиш мумкин. Яхши хўлланадиган заррачалар аста – секин суюқлик остига чўкиб тўпланади.

Табий минераллар хўлланиш даражаси билан бир-бирисидан кам фарк қилади. Шунинг учун ҳам флотацияга қулай муҳит яратиш учун пульпага турли флотареагентлар қўшилади. Барча флотареагентлар: кўпик ҳосил қилувчилар, йиғичлар ва тўғрилағичлар (регуляторлар) га бўлинади.

Кўпик ҳосил қилувчилар органик сирт актив моддалар бўлиб кўпикни ташки каватида абсорбцион парда ҳосил қилади. Ҳамда кўпикнинг барқарорлигини, мустаҳкамлигини оширади. Кўпик ҳосил қилувчи сифатида қарағай мойи, ёғоч диёготи, тошқумир смоласининг баъзи фракциялари, ОН-группа сакловчи моддалар (юкори алифатик спиртлар, феноллар, крезоллар) ва бошқалардан фойдаланилади.

Йиғичлар – органик моддалар бўлиб, молекуласи кўтбисиз (углеводородли) ва кўтбли (карбоксил, гидроксил, амин ва бошқа) қисмлардан тузилган бўлади. Бундай моддалар ўзининг кўтбли группалари билан каттик заррача юзасига адсорбцияланиб, унинг гидрофоблигини кескин оширади. Натижада ундай заррачалар пуфакчалар (кўпикчалар) сиртида йиғилади ва суюқлик юзасига калкиб чиқади. Йиғичлар сифатида, сульфидли рудалар учун ксантогенотлар ва дитиофосфатлар, ишқорий ер элементлари тузларини ёки металл оксидларини ( $\text{SnO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ) сакловчи минераллар (аппатит ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CuF}_2$ ), флюрит ( $\text{NaAlF}_6$ ), барит ( $\text{BaSO}_4$ ) ва бошқалар) учун юкори алифатик аминлар ишлатилади.

Регулятор – тўғриловчи, реагентларнинг таъсир этиш ҳоссагини ошириш учун хизмат қилади. Тўғриловчилардан бир хиллари йиғичларнинг адсорбцияланишини тезлаштиради, бошқалари эса флотацияланиши кескин

бўлмаган заррачаларга адсорбацияланиб уларнинг гидрофиллигини оширади. Регуляторлар, молекуласида гидрофоб группалари бўлмайди. Масалан, суюқ шиша силикат минералларни охак, кабиларни флотацияланишини камайтиради. Шундай қилиб, қўп марта селектив флотациялаш натижасида нафакат фойдали компонентни, бекорча жинслардан ажратиш бойитиш, балки уларни тўлиқ ажратиш ҳам мумкин. Флотареагент сарфи катта бўлмайди. Бир тонна жинсга 100 граммгача флотареагент сарфланади ҳолос.

Ҳом ашёни бойитиш учун икки типдаги флотация машиналари ишлатилади:

1. Камерали (бўлмали) бунда пульпа ҳаво билан механик усулда аралаштирилади.

2. Тогорали машина. Пневматик (сикилган ҳаво ёрдамида ишловчи) усулда аралаштирилади.

Камерали машиналарда бир неча бўлимлар бир – бириси билан туташтирилган бўлиб, ҳар бир бўлма (камера) ичида ва бўлмалар туташган жойда: тешиклари бўлган диск (туғарак) панжара, тўсик, отесклар (бўлмаларни ажратувчи бўшлик) жойлаштирилган бўлиб улар ёрдамида пульпа сатҳи ҳар хил паражда саклаб турилади ва флотацияга турли шароит яратилади. 8-расмда бу машинанинг битта бўлмасини узунасига кесмаси кўрсатилган. Бўлманинг остки қисмида қувурчалар орқали қўпик ҳосил қилиш учун ҳаво ҳамда флотореагентлари бўлган тоза пульпа киритилади. Бўлма, горизонтал ҳолда ўрнатилган чамбара ёрдамида остки аралаштирувчи ва устки ажратувчи қисмларга ажратилган. Устки ажратувчи бўлимидан концентрат сакловчи қўпик олинади. Остки бўлимидан эса, руда қолдиқлари чиқариб олинади. Агар, қолдиқлар таркибида керакли компонентлар сакланса, у кейинги флотацияловчи бўлимга ўтади ва бошқа флотореагентлар ёрдамида флотацияланади. Бўлмаса чиқинди сифатида ташланади. Концентрат тиндирғичларда сувдан қўпикдан ажратилади. Фильтрдан ўтказилади ва қўритилади.

Пневматик машиналарда ос, майдаланган жинслар пулынага солинилади ва гидрофоб зарраларни флотациялаш хизматини утовчи хаво ёрдами аралашади.

Термик бойитиш. Хом ашёни турлича суюкланувчанлигига асосланган. Ашё киздирилганда осон суюкланувчи материаллар суюқ ҳолда оқиб, кийин суюкланувчи жинслардан ажралади. Шундай усул билан олтингургуртни бошиқ жинслардан (асосан кийин суюкланувчи охактош, гипс ва шу кабилардан) суюклантириб ажратиб оладилар. Битумларни анорганик қўшимчалар ажратиб олишда ҳам қўлланилади.

Кимёвий усуллари компонентларни ташкил этувчи қисмларнинг кимёвий хоссаларини ҳар қиллигидан фойдаланиб хом ашёни бойитишга асосланган.

### 3.4 Суюқ хом ашёларни бойитиш.

Суюқ аралашмаларнинг (эритмалар) таркибидаги моддаларни буглантириш, музлатиш, тўйинтириш, компонентларни чўкмага тушириш, экстракциялаш ёки ректификациялаш орқали ажратилар ёки концентрлайдилар.

Буглантириш, кислоталар, асослар, тузларни ва минерал унитларни таркибидаги сувни йўқотиш учун қўлланилади. Музлатиш билан одатда қиш пайтларида табиий шўробалар концентрланади. Қўпгина кимёвий ишлаб чиқаришларда дастлабки ва айланма эритмалар фойдали компонентлар билан тўйинтирилади. Масалан, табиий шўробаларда ош тузини эритма тўйинтирилади ва сода ишлаб чиқариш учун дастлабки ашё сифатида фойдаланилади. Глинозём ишлаб чиқаришда ош тузи электролизда айланма эритма тўйинтирилади. Компонентларни чўкмага тушириш учун эритмаларга чўқтирувчи реагентлар қўшилади, натижада кимёвий реакция бориб ёки асосий компонент, ё бегона аралашмалари кристалл ҳолда чўкмага тушади. Ёки эритмадаги каллоид аралашмаларни, полимерларни каогуляцияга учратади ва чўқтиради. Бу усулдан минерал тузлар, органик моддалар ишлаб чиқаришда

полиметалл рудаларни кайта ишлаб чиқаришда металлларнинг концентратларини олишда кенг фойдаланилади. Нефть кимёси ишлаб чиқаришида ва органик синтезда суюқ аралашмаларни ажратишда, асосан, суюкликларда экстракциялаш ва ректификациялаш кенг қўлланилади. Суюкликларда экстракциялаш бир-бири билан аралашмайдиган суюкликлар ёрдамида эритма таркибигаги компонентлардан бирини ёки бир нечасини селектив (танлаб) эритиш орқали ажратилади. Бунда эритиб олувчи — селектив эритувчи эритма билан икки қават ҳосил қилади. Шундан фойдаланган ҳолда, улар ажратиб олинади. эритувчи хайдалади ва яна эритувчи сифатида ишлатилади, эритувчидан қолган моддалар эса аралашмалар сифатида алоҳида олинади. Масалан: нитробензол, фурфурол ёки бошқа қутбلى эритувчилар ёрдамида сурков мойлари турли зарарли аралашмалардан тозаланади. Углеводородлар, спиртлар, альдегидлар, мой кислоталари ва бошқа қўпгина органик моддаларни ажратиб олишда экстракцияловчи модда сифатида диэтил эфир, бензол, диметилформамид, хлороформ ва бошқалар ишлатилади. Ректификация, нефтьни қайта ишлашда ва органик моддалар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади. Бу усул моддаларнинг қайнаш ҳароратининг ҳар хиллигига асосланган бўлиб, моддаларни тозалаш ва ажратиш махсус аппаратларда — ректификация минораларида олиб борилади.

### 3.5 Газсимон хом ашёларни бойитиш.

Газсимон аралашмалар қуйидаги усуллар ёрдамида ажаратилади:

- 1) Кетма-кетлик билан конденсациялаш (секинлик билан ҳароратни пасайтириб, босимни эса ошириб бориш орқали газларни суюқ ҳолга ўтказиш).
- 2) Суюлтирилган газлар аралашмасини кетма-кетлик билан суюлантириш ёки ректификациялаш.
- 3) Абсорбциялаш ва десорбциялаш.
- 4) Адсорбциялаш ва десорбциялаш.

Кетма-кетлик билан конденсациялаш усули газлар аралашмаси компонентларининг суюқланиш ҳароратлари ҳар хиллигига асосланган. Бу усул

билан каттик ёкилгиларни коклашда фойдаланилади. Хосил булувчи унинг махсулотларни, табий газни, нефтни кайта ишлашда хосил булган газлар кайта ишланади. Кенг қўлланиладиган усуллардан бири абсорбцион – десорбцион усулдир. Бу усулда газ аралашмаси таркибидаги компонентлардан бири совутирилувчида танлаб ютирилади. Сунгра абсорбцияланган газ эритмачи киздириш йули билан ажратиб олинади. Абсорбцион – десорбцион қурилма схемаси 9-расмда берилган. Бунда абсорбловчи суюқлик аввал абсорберга суворади, унга карама – карши окимда эса, оstdан газлар аралашмаси киритилади. Абсорбциялаган суюқлик иссиқ алмаштиргичга окиб утади ва анча иссиқ десорбернинг теппасидан сачратилади. Ундан газ ажралиб чиққан десорбердан эритувчи аввал иссиқ алмаштиргич оркали утиб совуйди. Сунгра совутгич оркали совуб, яна абсорберга келади. Шундай қилиб, эритувчи суюқлик кетма-кет бир неча марта айланади (циркуляцияланади). Бу усулда газларни этаноламиннинг сувдаги эртмасидан фойдаланиб,  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$  лардан тозаланadi. Масалан, рангли металлургия газларидан  $SO_2$  ни ажрати олишда, кокс газларидан ҳам бензолни, турли углеводородларни ажрати олишда ва бошқалар.

Адсорбцион – десорбцион усулда аралашмалар каттик адсорбентга юттириб ажратилади. Бу усул абсорбцион – десорбцион усулдан адсорбентнинг ағрэгат ҳолати билан фарк қилади.

### 3.6 Хом ашёни комплекс фойдаланиш ва чиқиндисиз технология.

Хом ашёни комплекс фойдаланиш халқ ҳужалигининг энг муҳим ваифаларидан биридир. XX асрдаги илмий-техника революцияси инсониятнинг кам маблағ сарфлаб жуда кўп миқдор табий ресурсларни олиш имкониятини тугдирди. Ҳозирги даврда дунё саноати 25 млрд.т. тоқ жинсларини кайта ишламоқда. Аммо, унинг атиги 2 % и тийёр махсулотга айлантирилиб қолган 98 % дан кўпроғи бекорчи жинс сифатида ташлаб юборилмоқда. Бу ҳолат инсоният олдида глобал муаммоларни қуйди. Биринчи

навбатда, табиий ресурсларнинг тугаб қолиш хавфини ва саноат чиқиндиларининг атроф-муҳитга хавфли экологик таъсири муаммоси қўйилган бўлиб қолади. Бу муаммо ишлаб чиқаришга чиқиндисиз технологияни қўллаш билан ҳал қилиниши мумкин. Қайсики, у табиий ресурслардан ва энергиядан рационал фойдаланиш, ҳамда атроф-муҳитни химоя қилиш имкониятини беради. Чиқиндисиз технологияни амалга оширишнинг асосий дўли бу ҳам ашёни комплекс қайта ишлаш ҳисобланади. Чунки ишлаб чиқариш корхоналарининг чиқиндиси у ёки бу сабабларга қўра тулик ёки умуман фойдаланилмаётган, аммо фойдаланса бўладиган моддалардир. Бунга апатит – нефелин комплекс фойдаланиш схемасини мисол қилиб кўрсатиш мумкин (10-расм). Хибин кони апатит-нафелинли минерали таркибида 13 % апатит, 30-40 % нафелин, 9,4 % эгирин, 2,2 % титаномагнетит, 2,5 % сфен ва бошқа қўшимчалари бор. Бу ҳам ашё майдаланади, флотация усулида апатитли концентрат ва нафелинга ажратилади. Апатитни сульфат кислотали усул билан қайта ишланганда 90 % фосфор 50 % фтор ва фосфогипснинг бир қисми фойдаланилади. Нитрат кислотали усулда сийрак ер элементлари ва стронций ажратиб олинади. Нефелинли концентрат алюминий заводларида қайта ишланади. У факат алюминий корхонаси эмас, балки бир вақтнинг ўзида ҳам металлургия ҳам қимё ҳам цемент корхонасининг ҳам ашёси ҳисобланади. Чунки 1 т глинозём ( $Al_2O_3$ ) олганда қўшимча сифатида 0,6 - 0,8 т. сода, 0,2 – 0,3 т. поташ ва 9 – 11 т. цемент олинади.

Рангли металлургияда полиметалл рудаларни комплекс қайта ишлаш соҳасида катта ютуқларга эришилди. Масалан: қўرғошин-рухли руда қайта ишланиб 18 элемент ажратиб олинмоқда ва 40 хил товар маҳсулоти тайёрлаб чиқаришмоқда. Мис рудаларидан таркибидаги 25 элементдан 21 тасни ажратиб олинмоқда. Мис қолчеданини комплекс фойдаланиш схемаси 11-расмда кўрсатилган. Бунда мис концентратини қуйдиришда ҳосил бўладиган  $SO_2$  газини (4-8 %) ушлаб олиниб (илгари атмосферага чиқарилиб юборилар эди) сульфат кислота олиш учун фойдаланилмоқда. 1 т. мис олганда ажратиб чиққан  $SO_2$  дан 10 т. гача сульфат кислота ишлаб чиқариш мумкин.

Органик хом ашёларни комплекс фойдаланишга ҳам купгина мисол келтириш мумкин. Масалан, кокса кимё ишлаб чиқариш корхонасини олайлиқ у тошқумирдан кокс, ароматик углеводлар, феноллар, нафталин, аммиак, пиридинли асослар, водород ва юзлаб бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқаради.

Чиқиндисиз ишлаб чиқаришни ташкил қилишда бир хом ашё фойдаланувчи бир неча ишлаб чиқариш корхоналарини курамалаш (комбинирлаш) катта аҳамият касб этади. Масалан, рангли металлургия саноати билан кимё саноати корхоналарини курамалаш ва кимё – металлургия корбинатлари ташкил этиш ҳисобланади.

Чиқиндисиз ишлаб чиқаришда, айниқса, қурилиш корхоналарида кооперациялаш муҳимдир. Чунки кимё заводларни ёки металлургия заводи чиқиндилари қурилиш корхоналари учун бетон тўлдирувчисини, гишт хом ашёсиз цемент хом ашёси ва автомобиль йуллари учун мустаҳкам қопламалар қилишда ишлатилади.

### 3.7 Энергия.

Кимёвий жараёнлар энергиянинг ютилиши ёки чиқиши билан боради. Кимёвий технологияда энергия, асосан, ёрдамчи операцияларни (ишларни): хом ашё ва тайёр маҳсулотларни бир жойдан иккинчи жойга ташиш, ашёларни майдалаш, бир агрегат ҳолатдан бошқа агрегат ҳолатга ўтказиш, филтрлаш, совутиш ёки иситиш, газларни сиқиш, текширув – ўлчов химияларини бажариш учун сарфланади. Кимё саноати бошқа саноат тармоқларига қараганда, кўп энергия талаб қилади. Кимё саноати ишлаб чиқаришида энергия сарфи киловатт соат (кило жоул) ёки тайёр маҳсулот бирлигида уни ишлаб чиқариш учун сарфланган ёқилғи миқдори билан (квт.с/т, кж/кг, т/т, кг/м<sup>3</sup>) баҳоланади. Масалан: синтетик аммиак 3200 квт.с/т, алюминий – 19000 квт.с/т, фосфор 16500 квт.с/т, аммонийли селитра – 11 квт.с/т ва ҳоказо.

Энергия турлари ва манбалари: кимё саноатида турли хил: электр, иссиқлик, ядро, кимёвий ва нур энергияларидан фойдаланилади. Булардан энг кўп иссиқлик энергияси бўлиб, шартли ёқилғига айлантириб ҳисоблаганда у

50 % ни, бевосита иссиқлик сифатида 10 % ни ташкил этади. Қолган 40 % энергияни эса электр энергияси ташкил этади. Бошқа тур энергияларнинг улуши жуда кам бўлади.

Электр энергияси: электрохимёвий жараёнларни (суюкланма ва ритмаларни электролиз қилиш ва бошқалар) амалга ошириш учун, электротермик (қиздириш учун) ва электромагнитли (рудаларни электромагнит усулида бойитишда) жараёнлар, ҳамда электр энергияси талаб қилувчи бошқа операциялар (чанларни, туманларни электрофилтрларда чўктириш углеводородларни электрокреннинг қилиш ва бошқалар) учун сарфланади. Турли физикавий операцияларни: майдалаш, янчиш, аралаштириш, центрифугалаш, ташиш, кадоклаш, вентиляторларни, компрессорларни ишлатиш учун ва бошқаларни амалга ошириш учун сарфланади. Электр энергияси, асосан, иссиқлик электростанциялари (ИЭС), гидроэлектростанциялари (ГЭС) ва атом электростанцияларида (АЭС) ҳосил қилинади.

Иссиқлик энергияси саноатда реакцияга киришувчи реагентларни қиздириш учун ишлатилади. Яна у ҳар хил технологик операцияларни бажаришда (қуриш, буглатиш, суюклантириш, дистиллаш ва бошқалар) фойдаланилади. Қўлгина ишлаб чиқаришларда (масалан, цемент, шиша, керамик буюмлар ва бошқалар) иссиқлик энергиясининг манбаи сифатида каттик, суюқ ва газсимон ёқилгиларни ёнишидан ҳосил бўлган газлар ишлатилади. Қўлгина кимёвий корхоналар, айрим цехлар иссиқлик энергиясини иссиқ сув ва буг шаклида олади. Қайсиким, улар махсус буг қозон қурилмалари ёки ИЭС ларида ҳосил қилинади.

Ядро энергияси бевосита радиацион кимёвий жараёнларни ўтказишда фойдаланилади. Бунда радиоактив нурлантириш ( $\gamma$  ва  $\beta$  – нурлар, ёки нейтронлар билан) орқали полимерланиш реакцияларини амалга ошириш, полимердан ясалган буюмларни мустаҳкамлигини ошириш, қотириш, фенол, онилин ва бошқа маҳсулотларни синтезлаш каби жараёнларда амалга оширилади. Ҳаммо, ядро энергияси, асосан, электр энергияси олиш учун

фойдаланилади. Ҳозирги пайтда дунёда 300 дан ортиқ АЭС лар бўлиб, уларда 1 % энергия ҳосил қилинади.

Кимёвий энергия экзотермик реакциялар пайтида ажралиб чиқади. Бу энергиядан иссиқ сув ёки буг ҳосил қилиш учун ёки дастлабки материалларни таҳминий қиздириш учун фойдаланилади. Баъзан, электр энергияси айлантиришда (гальваник элементларда ва аккумуляторларда) ҳам ишлатилади. Энергиянинг бу туридан кенг фойдаланиш йирик ишлаб чиқариш корхоналарида жуда катта иқтисодий самара беради. Масалан: айрим ишлаб чиқаришларда (сульфат кислота ва аммиак ва бошқаларда) улар эҳтиёжи учун талаб қилинадиган энергия тулик кимёвий энергия ҳисобига қопланади. Ҳатто, баъзан ортиб ҳам қолади. Ортиқ энергия эса, бошқа корхоналар талабини қондириш учун иссиқ сув ёки буг кўринишида уларга юборилади. Масалан: сульфат кислота ишлаб чиқариш корхонасини (1 т.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ишлаб чиқарганда) энергия билан тула таъминлаш учун 0.36 МЖ (мэга жоул) энергия талаб қилинади. 1 т. сульфат кислота ишлаб чиқарганда ажралиб чиқадиган кимёвий энергия эса, 5 МЖ ни ташкил этади. Талабини қондириш учун бу энергиянинг атиги 7 % и қифоя қилади.

Нур энергияси, электр энергиясига айлантирилиб берувчи фотоэлектрик қурилма технологик жараёнларни автоматик назорат қилиш ва бошқариш биноларни иситишда ва космик техникани энергия билан таъминлашда қўлланилади. Қуёш энергиясидан фойдаланишнинг фотохимёвий усуллари ишлаб чиқилмоқда. Масалан: сувни фотохимёвий парчалаш ва ундан водород ва кислород ажратиб олиш усули қабилардир.

## IV-БОБ. С У В

### 4.1 Кимё саноатида сув.

Сув планетамиз юзасини 70 % ни ташкил этади. Унинг умумий ҳаъми 1 млрд. 345 млн  $\text{км}^3$  (1  $\text{м}^3$  1 млрд. тоннага тенг). Шундан 1 млрд 137 млн.  $\text{км}^3$  ос

94,1 фоизи шўр, ичишга яроксиз сув бўлиб, денгиз ва океанларда тупланган. Музликлардаги (курукликнинг 11 фоизи музликлардан иборат) сув 24 млн. км<sup>3</sup> ёки 1,6 % дир. Кўл ва дарёлар суви 231,2 минг км<sup>3</sup>, атмосфера сувлари 14 минг км<sup>3</sup>, ер ости сувлари 75 минг км<sup>3</sup>. Ерда ичишга ярокли сув миқдори 4-5 млн. км<sup>3</sup> ёки 0,3 % дир. Музликлардаги сувни ҳам қўшиб ҳисоблаганда 2 % га яқин. Ҳозирги кунда ер шари аҳолисининг 1/3 қисмида ичимлик суви танқис бўлиб турибди.

Сув халқ ҳўжалигининг барча соҳаларида, жумладан, кимё саноатида ҳам кенг қўлланилади. Бунинг сабаби сувда кўпгина фойдали хоссалар (универсал эритувчи эканлиги, рангсиз, ҳидсиз, таъмсиз, захарсизлиги, иссиқлик сизимининг катталиги ва бошқала) борлигидандир. Сув кимё саноатида турли мақсадларда ишлатилади. Масалан: эритувчи сифатида ювиш ишларида, ашёларни флотациялашда, иситиш, совутиш мақсадларида, иссиқ алмаштириш жараёнларида ҳатто ҳам ашё, реагент (масалан: сульфат, нитрат, фосфат, кислоталарини, ишқор ва асосларни ишлаб чиқаришда, водород олишда, гидролиз ва гидратлаш реакцияларида ва бошқаларда) сифатида ишлатилади.

Сувнинг энг йирик истеъмолчиларидан бири кимё саноатидир. Шунинг учун ҳам кимё корхоналари сув манбаъларига яқин жойларда қурилади. Масалан: айрим кимёвий маҳсулотларни 1 тоннасини ишлаб чиқариш учун қуйидагича сув сарфланади: алюминий 1500, пўлат 270, никель 400, вискоза ипаги 1200, синтетик каучук 1600, капрон 2500, нитрат кислота 200, сульфат кислота 50, аммиак 1000, фосфор 15 м<sup>3</sup>/т, факат битта капрон заводи 120 минг киши яшайдиган шаҳар таъминотида сарфланадиган сувга тенг миқдорда сув сарфлайди.

Ҳозирги пайтда ишлаб чиқариш эҳтиёжи учун, чучук сувнинг умумий миқдоридан 40 % га яқини сарфланмоқда. Шунинг учун ҳам ер шарининг баъзи қисмларида ичимлик суви танқислиги кузатишмоқда. Буни олдини олиш, кимё корхоналарига сув сарфиётини камайтириш учун ишлаб чиқаришни ёпиқ системага ўтказиш, ишлатилган сувни оксизиб юбормай, тозалаб қайта ишлатиш. Ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш, сувдан кам

фойдаланувчи технология яратиш, сув билан совутиш системаларини хавода совутиш, ситемаларига ўтказиш лозим.

Табиий сувлар келиб чиқишига караб уч қисмга бўлинади:

1. атмосфера сувлари.
2. ер усти сувлари (дарё, қўл, денгиз ва океан сувлари).
3. ер ости сувлари.

Атмосфера сувлари – ёмғир ва қор сувлари бўлиб, таркибида бегона аралашмалари камлиги билан характерланади. Унинг таркибида тузлар бўлмайди. Асосан, сувда эриган газлар ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ , азот оксидлари, олтингургуртнинг кислородли бирикмалари органик моддалар) бўлади.

Ер усти сувлари – дарё, қўл, денгиз, океан сувлари бўлиб таркибида Д. И. Менделеев даврий системасидаги барча элементларни учратиш мумкин. Дунё океани сувида  $5 - 10^{16}$  т. туз эриган ҳолда бўлади. Агар бунча тузни ер шарини юзасига бир текисда ёзиб чиқилса, 45 м қалинликда туз қатлами билан қопланган бўлур эди. Денгиз ва океан сувларида  $23 \cdot 10^{15}$  т – Cl,  $83 \cdot 10^{12}$  т – Br,  $8 \cdot 10^9$  т – I,  $16 \cdot 10^{14}$  т – Mg,  $48 \cdot 10^{13}$  т – K,  $1 \cdot 10^{10}$  т – Au,  $28 \cdot 10^8$  т – Li, бор. 800 млн тонна молибден, 300 млрд. т. торий, 20 минг т. радий, 164 млн. т. қумуш бор. Шунинг учун ҳам кейинги йилларда денгиз ва океан сувларидан турли элементлар, тузлар ажратиб олинмоқда. Ҳозирги кунда қимё саноати ҳар йили денгиз сувларидан 200 млн. т. дан кўпроқ ош тузи олинмоқда. Бундан ташқари қўлаб бошқа элементлар: калий, магний, бром, уран, олтин, темир, рудаси, қалай ва бошқалар ажратиб олинмоқда. (1990 йилда денгиз сувида 2250 т. уран ажратиб олинди.)

Ер ости сувлари – артезиан, булок, қудук сувлари бўлиб, унинг таркиби, у сув тўплаган ёки чиқаётган жойнинг тупроғи ва тоғ жинсларининг таркиби тузилишига боғлиқ бўлади. У сув тўпроқ қатламларидан филтрланиб ўтганлиги туфайли жуда тиник бўлади. Таркибида органик моддаларнинг қолдиқлари учрамайди. Қимё саноати учун йирик ҳом ашё манбаъси бўлган минераллашган ер ости сувларидан турли қимёвий бирикмалар ажрати-

олинали. Масалан: ош тузи ва ундан сода ишкор олинади. Яна бром ва йод ҳамда уларнинг турли бирикмалари ажратиб олинади.

Сув таркибидаги барча бегона аралашмалар дисперслик даражасига қараб учга бўлинади:

1. Дағал дисперс аралашмалар, заррачаларнинг диаметри 100 нм. дан катта.

2. Коллоид дисперс аралашмалар, заррачаларнинг диаметри 1-100 нм. гача.

3. Молекуляр дисперс ёки чин эритмалар.

Дағал дисперс ва коллоид аралашмалар минерал ёки органик моддалар бўлиб улар, асосан турли алюмосиликатлар, силикатлар, гидратланган силикат кислоталар, ишқорий ер металл карбонатлари, металлларнинг асосий тузлари (асосан темирнинг тузи), ўсимликларнинг парчаланиш маҳсулотлари, планктонлар ва бошқалардан иборат бўлади.

Сувлар ишлатилиш соҳасига қараб, саноат ва ичимлик сувларига бўлинади. Ичимлик сувларига алоҳида талаблар қўйилади (бактериялар билан ифлосланганлик даражаси, таъмин, хиди, ранги). Масалан: умумий бактериялар микдори 1мл. сувда 100 тадан ошмаслиги керак. Шундан ичак таёқчаси 1 л. сувда учтадан кўп бўлмаслиги керак. Умумий тузлар микдори 1000 мг/л. дан ошмаслиги талаб қилинади.

Саноат сувларига бактериялар билан ифлосланганлиги (озик-овқат ва баъзи биокимёвий саноат тармоқларидан ташқари) муҳим аҳамиятга эга эмас. Бегона қўшимчаларнинг ҳазаравий микдори ишлаб чиқаришнинг характериға қараб турлича бўлади.

Сувнинг сифати: тиниклиги, тозаллиги, ранги, хиди, ҳарорати, умумий туз микдори, каттиклиги, оксидланиши ва реакцияси каби физик, кимёвий хоссалари билан аниқланади.

Сувнинг тиниклиги унинг канчалик каллилик катламида чиллик ёки бирор ҳарф тасвирини визуал ёки фотоэлемент ёрдамида қўриб уни фарқлаш оқсоқлиги билан аниқланади. Сувнинг тиниклиги унда дағал дисперс механик ва коллоид

заррачаларининг борлиги ва уларнинг миқдорига боғлиқ бўлади. Улар аралашмалар сув ўтказиш қувурларини, аппаратларни ичига чуқиб, уларни тикилиб қолишига, натижада меҳнат унумдорлигини камайтиришига ёки аварияларга олиб келади, сувни қўпиклатиб юборишга, электролизёрларнинг диафрагмасини ифлослашга олиб келади.

Сувнинг тозаллиги унинг таркибидаги ҳар қандай бегона аралашмаларнинг сони ва миқдори билан характерланади. Улар қанчалик кам бўлса, шунчалик тоза ҳисобланади. Сувнинг тозаллиги инсон соғлиги учун муҳим омил бўлиб, ечимини талаб қилинадиган актуал муаммо ҳисобланади.

Умумий туз миқдори сув, таркибида минерал ва органик аралашмаларнинг борлиги билан характерланади. Уни аниқлаш учун 1 л. сувни буглантирилганда қолган қолдиқ ўзгармас массага келгунча  $110^{\circ}\text{C}$  ҳароратда қиздирилади. Ҳосил бўлган масса умумий туз миқдори бўлиб, у мг/л билан ўлчанади. Умумий туз миқдори буглангунча қаттиқ қиздирилиб, совиғи ўлчанади. массалар орасидаги фарқдан органик аралашма миқдори ҳам аниқланади.

Сувнинг оксидланиши унинг таркибида органик қўшимчаларнинг борлиги билан характерланади. Сувнинг оксидланиши, 1 л. сувни оксидлаш учун сарфланган  $\text{KMnO}_4$  нинг мг миқдори билан аниқланади. Бунинг учун 1 л. сув олиниб ортиқча  $\text{KMnO}_4$  билан 10 минут давомида қайнатилади.

Сувнинг реакцияси уни муҳим – кислоталик ёки ишқорийлик даражаси, водород ионларининг концентрацияси яъни pH билан характерланади. pH индикаторлар ёрдамида аниқланади. Агар pH – 6,5 – 7,5 оралиғида бўлса, муҳит нейтрал. pH 6,5 бўлса, муҳит кислотали ва pH 7,5 бўлса, муҳит ишқорий бўлади. Табiiй сувнинг муҳити нейтралга яқин бўлади.

Сувнинг қаттиқлиги унинг таркибидаги кальций ва магний тузларининг миқдори билан характерланади. Қаттиқлик 1 л ( $1\text{ дм}^3$ ) сувда бўлган  $\text{Ca}^{2+}$  ёки  $\text{Mg}^{2+}$  ионларининг миллиграмм эквивалент миқдори билан характерланади. Қаттиқлик бирлиги қилиб 20,04 мг/л  $\text{Ca}^{2+}$  иони ёки 12,16 мг/л  $\text{Mg}^{2+}$  иони қабул

қилинган яъни 1 л сувда 20,04 мг/л  $\text{Ca}^{2+}$  иони еки 12,16 мг/л  $\text{Mg}^{2+}$  иони бўлса бундай сувнинг каттиклиги 1 мг/экв. га тенг бўлади.

Сувнинг каттиклиги учга: муваккат доимий ва умумий каттикликка бўлади. Муваккат (карбонатли) каттиклик сувда кальций ва магний гидрокарбонатларнинг борлиги билан характерланади. Сув кайнатилганда улар сувда эримайдиган карбонатларга айланиб чўкмага тушади. Натижада сув юмшайди.



Доимий (карбонатсиз) каттиклик сувда кальций ва магнийнинг гидрокарбонатларидан бошқа барча тузларининг борлиги билан характерланади. Улар сув кайнатилганда чўкмага тушмайди.

Муваккат ва доимий каттиклик биргаликда умумий каттикликни ҳосил қилади.

Табиий сув каттиклигига қараб қуйидаги синфларга бўлинади:

Сувнинг каттиклик даражаси: 1 л сувда  $\text{Ca}^{2+}$  ва  $\text{Mg}^{2+}$  ионларининг мг.-экв. миқдори

|               |         |
|---------------|---------|
| Жуда юмшок    | 0 – 1,5 |
| Юмшок         | 1,5 – 3 |
| Уртача каттик | 3 – 6   |
| Каттик        | 6 – 10  |
| Жуда каттик   | 10      |

Сувнинг каттиклиги жуда муҳим кўрсаткич бўлиб, сув киздирилганда кальций ва магний карбонатлари чўкиб идиш деворларида чўкинди (касмок) ҳосил қилади. Кальций ва магний сульфатлари эса, сув кайнатилганда чўкмага тушмайди, аммо сувда эрувчанлиги кам бўлганлигидан, сув бугланганда ўта тўйинган эритмага айланиб идиш деворларига каттик қатлам ҳосил қилиб қўкади. У чўкма иссиқликни ёмон ўтказганлигидан (масалан, буг қозонларида 1 мм қатинликдаги касмок чўкинди ёқилги сарфини 5 % гача оширади) буг қозонларида ва иссиқ алмаштиргичларда унумдорликни кескин камайтириб

юборади. Ундан ташқари буғ қозонларининг девори қаттиқ қизиқ кетса, натижада пулат оксидланиб ўз мустаҳкамлигини йўқотади, қўйиб тешиллашади, хатто портлаб кетади. Қаттиқ сув қўпгина технологик жараёнлар учун яроқсиз хисобланади. Масалан: эритмаларни электролиз қилишда содани аммиакли (Сольве) усулида олишда, туқимачилик, озик-овқат саноатлари ва бошқаларда.

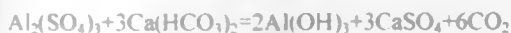
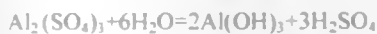
Табиий сувни тозалашмай фойдаланиб бўлмайди. Сув манбаълари келадиган сувни сифатини яхшилаш, сувни тайёрлаш дейилади. Сувни тайёрлаш бу сувнинг таркибидаги бегона аралашмалардан тозалаш учун комплекс операцияларни қўллашдан иборатдир.

## 4.2 Ичимлик сувини тайёрлаш.

Ичимлик сувига алоҳида талаблар қўйилади: у тоза, тиник, рангсиз, ҳидсиз, қимёвий ва бактериялар билан ифлосланмаган бўлиши керак, яъни ичимлик суви ГОСТ талабларига жавоб бериши керак. ГОСТга биноан ичимлик сувининг 1 мл да бактерияларнинг умумий сони 100 та дан, ичак таёқчасининг миқдори 1 л сувда учтадан ортиқ бўлмаслиги керак. Дарё ва қўл сувлари, одатда бу талабларга жавоб берадими, шунинг учун ҳам ичимлик сувини водопровод тармоғига беришдан илгари сув тозалаш станцияларида тозаланadi. Ичимлик сувини тайёрлаш тўрт босқичли: тиндириш, коагуляциялаш, филтрлаш ва зарарсизлантириш каби жараёнлардан иборатдир. Ичимлик сувининг тайёрлашнинг асосий схемаси 12-расмда берилган. Тозалаш учун сув хавзадан қўпгина оралиқ қудук дағал тиндиргич орқали олинади. Унга сув ўз оқими билан келади. Дағал тиндиргичга сув секин оқиб киради ва унда тиник дағал дисперс заррачалардан тозаланadi. Сув олиш қўрилмаси химоя түри билан жихозланган бўлиб, йирик нарсаларнинг, жумладан баллиқларнинг қўрилмага тушишини олдини олади. Сувдаги енгил муаллақ заррачалар жуда секин чўқади. Коллоид заррачалар тўпроқ, силик, кислоталари, гумин кислоталари ва бошқалар эса филтрлаш ва чўқтириш усуллари билан ажралмайди. Шунинг учун сув хавзадан ёки тиндиргич

биринчи кутаргич насос ёрдамида аралаштиргичга коагуляция кутариб беради. Коагуляторга элетролитлар –  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$  ёки бошка бирикмаларнинг ритмалари коагулянтлар ҳам қуйилади. Аралаштиргичда коагуляция жараёни боради. Коагуляция бу – гетероген системаларни ажратишнинг энг самарали усулидир. Бу жараёнинг физик-кимёвий моҳиятини соддарок қилиб қуйидагича баён этиши мумкин. Электродит жуда суолтирилган эритмалардан мусбат зарядланган заррачалар ҳосил қилиб гидролизланади. Қайсиким бу заррачалар манфий зарядли каллоид заррачаларнинг юзасига адсорбланиб уни нейтраллайди. Натижада зарядсизланган каллоид заррачалар бир биросига ёпишиб, йириклашади ва чўқади. Коагулянт иони заряди ( $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) канчалик катта бўлса коагуляциялаш учун шунчалик кам электродит сарфланади. Бир вақтнинг ўзида  $Al_2(SO_4)_3$  муваккат катиклигини ҳам анча камайтиради.

Аралаштиргичда қуйидаги реакциялар боради.

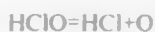


коагуляция жараёнида ҳосил бўлган кенг юзали ивксимон чўкма секинлик билан чўка бошлайди ва енгил муаллак заррачаларни ўзига ёпиштириб олади ҳамда органик бўёқ моддаларини ҳам адсорбциялаб чўқади. натижада сув тиник бўлиб қолади.

Коагулянт сарфи сувнинг ифлосланганлик даражаси билан белгиланади: баҳор пайтларида  $Al_2(SO_4)_3$  дан  $120 \text{ г/м}^3$ , ёз даврида  $70 \text{ г/м}^3$  кишда эса  $20 \text{ г/м}^3$  сарфланади. Коагуляция жараёнини тезлаштириш учун қупинча ивксимон чўқимчаларнинг ҳосил бўлиши ва уни чўқишини тезлатувчи қўшимча реагентлар-флокулянтлар ишлатилади. Флокулянт сифатида: активланган силикат кислотаси, карбоксиметил-целлюлоза, олеин кислотасининг натрийли тузи, синетик полимер материаллар полиакриламид, полиэтиленмин ва бошқалардан фойдаланилади. Айниқса, лойка сувларда флокулянтни қўллаш катта самара беради. Агар сувдаги лойка миклорига нисбатан 1% полиакриламид қўшилганда коагулят қўшилш миклори 2-3 марта камаяди. ивксимон чўкманинг чўқиш тезлиги 10-20 мартагача тезлашади.

Сув аралаштиргичлар тиндиргиччи 6 устиди у ерда коагуляция филькут тугайди ва сувдаги аралашган заррачалар чукади. Тиндиргичлар катта синим бетондан қилинган хавуз бўлиб, сувни тиндиргичда узокрок муддат булишини таъминлаш учун унда тўсиқлар ўрнатилган. аммо, сувнинг тўсиқ тиниклашувига очик типдаги кум филтър 7 оркали филтърлангач эришилади. Сув калинлиги 2 м.гача бўлади/босим 0,1 м/с. тезликда филтърланади. Филтърловчи материал сифатида бир кават гравий ва унинг устида бир кават заррачаларининг катталиги 0,5- 1 мм.бўлган 1 м, калинликдаги кумдан/кварц куми фойдаланилади. Сувнинг лойкалари кум юзасида ўтириб қолиб филтърловчи юпка парда ҳосил қилади. Вақт ўтиши билан бу парда калинлашади натижада сувнинг тозаланиш даражаси ортади, аммо филтърланиш тезлиги камаяди. Сўнгра у филтър тозалаш учун тўхтатилади ва филтърлаш бошқасида давом эттирилади. Одатда, филтърлардан бир нечта бўлади.

Коагуляция, чуқутириш, филтърлашлар нафакат сувни бегона аралашмалардан тозалайди, тиник қилади балки 70-80 гача микроблардан ҳам тозалайди. Кўпчилик ҳолларда тозаланган сувда микроблар микдори нормалдан кўп бўлади, шунинг учун филтърдан чиққан сув зарарсизлантириш учун 8 - аппаратга юборилади. Зарарсизлантириш — сувдаги бўлган микроорганизмлар ва бактерияларни: хлорлаш озонлаш, қайнатиш ва бошқа йўллар билан йўқотишдир. Сув хлорлаш учун тоза хлор ёки кальций гипохлоритдан фойдаланилади. Сувни кальций гипохлорит билан ишлов берилганда атомар кислород (кучли оксидловчи) ҳосил бўлиб у микроорганизмларни ўлдирди ва органик қолдиқларни оксидлайди.



Сув хлорланганда ортикча хлор, сувга аммиак ёки натрий сульфит қўшиш йўли билан йўқотилади. Сувдаги қолган хлорнинг микдори 0,2 - 0,4 мг/л. дан ошмаслиги керак. Кейинги йилларда сувни озон билан зарарсизлантирилмоқда. Бунда озон парчаланиб атомар ҳолдаги кислород

хосил килади. Бундан сув хлорланган сувдан фарк қилиб, хлор хидрати эва эмас. Зарарсизлантириш сўнги йилларда сувни фторлаш 1 мг/л.гача фтор,  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  бирикмаси шаклида сувга солинади, бу бир вақтнинг ўзида кишиларнинг тишини емирилишдан ҳам химоя килади, ультрабинафа нури билан нурлантириш, ультратовуш тўлкинлари билан ишлов бериш кумуш ионлари билан ишлов бериш оркали ҳам амалга оширилмоқда.

Сув зарарсизлантирилгач ичишга яроқли бўлиб иккинчи қўтариб бериш насоси 9 ёрдамида босим ҳосил қилиш минорасига 10 қўтариб берилади. Қайсиким, у минора водопроводларда сувнинг доимий босимини таъминлаб туради.

### 4.3 Саноат сувларини тайёрлаш

Саноат сувлари учун ҳам бегона аралашмаларининг миқдори нормадан юқори бўлмаслиги керак ва бу норма сувнинг қайси тармоғида ишлатилишига: қараб турлича бўлади. Масалан, туғри оқимли буг қазонлари учун ишлатиладиган сув таркибида қазон қувурларини коррозияга учратувчи  $\text{CO}_2$  ва  $\text{O}_2$  бўлмаслиги ва қуруқ қолдик миқдори 0,2 - 0,3 мг./л. дан ошмаслиги керак.

Қазонларда буг босимининг ортиши ҳам сувнинг тозаллигига бўлган талабни қучайтиради. Масалан, 1 МПа босимда қаттиклиги 0,36 мг/экв бўлган сувни ишлатиш мумкин бўлса, 6 МПа босимда эса сувнинг қаттиклиги 0,01 мг/экв. дан ошмаслиги керак. 10 МПа босимда эса тўлиқ тузсизлантирилган ва кислороди мутлақо бўлмаган сув ишлатилади.

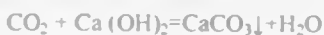
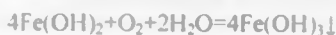
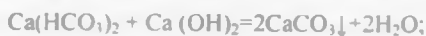
Саноат сувларини тайёрлаш қуйидаги операциялар: коагуляция тиндириш ва филтрлаш, юмшатиш, тузсизлаш дистиллаш ва деаэрациялаш оркали амалга оширилади. Коагуляция, тиндириш ва филтрлаш жараёнлари, ичимлик сувини тайёрлашдагидек бажарилади. Юмшатиш бу сув таркибидаги қасмқ чуқинди ҳосил қилувчи катионларни  $\text{Ca}^{2+}$  ва  $\text{Mg}^{2+}$  қисман ёки тўлиқ йуқотишоркали амалга оширилади.

Сувни юмшатиш уч қил: 1. физикавий; 2. кимёвий; 3. физик кимёвий усуллар билан амалга оширилади.

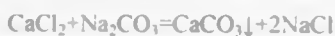
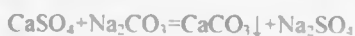
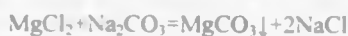
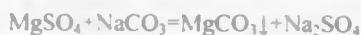
Физик усул, бу сувни кайнатиш, дистиллаш ва музлатишга асосланган. Сув кайнатилганда муваккат каттиклик йўқолиши юқорида баён қилинган. Дистиллаш ва музлатиш орқали ҳам сув тузсизланади. Дистиллаш бу сувни кайнатиб, бугини конденсациялаб ажратиб олишга асосланган.

Сувни юмшатишнинг кимёвий усули, кимёвий реагентлар таъсири ва нонларни боглаб ажратишга асосланган. Кимёвий юмшатишнинг бир неча охакли, содали, натронли, фосфатли усуллари бор.

Охакли усулда, сувга сундирилган охак таъсир этилади. Бунда муваккаттиклик йўқолади, темир иони ва  $\text{CO}_2$  ни боглаб ажратиб олинади.



Содали усули сувга кальцинацияланган сода қўшиб доимий каттиклик йўқотилади.



Натрон усулда, баъзан қўлланилиб унда сувга уювчи натрий таъсир эттирилиб муваккат каттиклик йўқотилади.



Реакция натижасида ҳосил бўлган сувнинг доимий қаттиқлиги йўқотишдан широк этади. (содали усулга қаранг).

Фосфатли усулда натрий фосфат билан ҳам муваққат, ҳам доимий қаттиқлик йўқотилади.

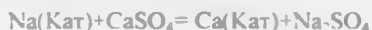
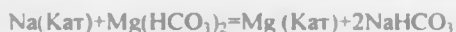


Кальций ва магний фосфатларнинг эрувчанлиги жуда камлиги сабабли бу усулда қаттиқлик тула 0.03 г. - экв/л гача йўқотилади. Аммо юқоридаги бошқа усуллардан кўра қимматга тушади. Охакли содали усулларда сув дағал юмшайди. (0.3 г. - экв/л гача.)

Амалиётда сувнинг қаттиқлиги аввал арзон реагентлар ёрдамида, масалан,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  билан, сўнгра қаттиқликни тўлиқроқ йўқотиш учун  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  дан фойдаланилади.

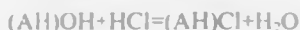
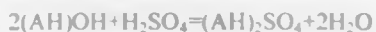
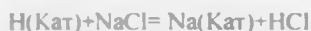
Кейинги йилларда ўзининг оддийлиги, юқори самарадорлиги ва иқтисодий арзонлиги сабабли физик-кимёвий, яъни ион алмашиниш усули кенг қўлланилмоқда. Ион алмашиниш усули билан сувни юмшатиш, сувдаги  $\text{Ca}^{2+}$  ва  $\text{Mg}^{2+}$  ионларини ўз катионларига алмаштириш хоссасига эга бўлган катионитлар ёрдамида қаттиқликни йўқотишга асосланган. Шундай хоссага эга бўлган бирикмаларини ионитлар дейилиб, улар катионит ва анионитларга бўлинади. Катионитлар таркибида олатда, ҳаракатчан натрий катионити ёки водород катионити сақлайди. Анионитлар эса ҳаракатчан гидроксил ( $\text{OH}^-$ -анионит) гурппа сақлайди. Натрий катионит сифатида турли хилдаги алюмосиликатлар: глоуконит, цеолит, пермутит ва бошқалар, Н – катионити сифатида эса, сульфурланган кўмир синтетик схемалардан фойдаланилади.  $\text{OH}^-$  – анионитлар, сифатида юқори молекуляр моддалар масалан карбомидли смолалар ишлатилади.

Сувни  $\text{Na}^+$  — катионит билан юмшатиш реакцияси тегишмасини куйидагича ёзиш мумкин



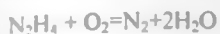
Бунда  $(\text{Кат})$  — катионитнинг алмашилиши реакциясида иштирок этмайдиган кисми.

Сувдаги барча тузларни йукотиш (тузсизлаш) учун, сув навбат билан аввал  $\text{H}^+$  — катионитдан, сунгра  $\text{OH}^-$  — анионитдан ўтказилади:



Ион алмашилиш реакцияси қайтар бўлиб, ионитнинг ион алмашилиш хоссасини қайта тиклаш мумкин. Бунинг учун ион регенерацияланади. Натрий катионитни ош тузининг эритмаси билан, водород катионитни минерал кислоталарнинг эритмаси билан регенерацияланади. Анионитлар эса ишқор эритмаси билан регенерацияланади. Ионит филтрининг тузилиши 13-расмга берилган. У пулатдан ясалган цилиндрсимон корпус бўлиб тепаси гумбазсимон бекилган, остидан сув чиқадиган тешиги, тепасига яқин жойида, ён томонидан сув қирадиган қувири бўлади. Унинг ичига остки қисмида метал чамбара (тўр) ўрнатилган бўлиб, унинг устига 2–4 м қалинликда ионит дончалари (шарчалар шаклида) солинган бўлади. Сув филтрнинг тепасидан кириб, ионит орқали тозаланиб ўтади ва филтрнинг остки қисмидан чиқариб олинади. Регенерациялашда эса тепа қисмидан ош тузи ишқор ёки кислота қиради ва ионит орқали ўтиб уни регенерациялайди ва остидан чиқариб олинади. Деаэрациялаш бу сув таркибидан бўлган газларда сувларни тозалаш бўлиб, икки хил физик ва кимёвий усуллар ёрдамида амалга оширилади. Физикавий усулда сув қайнатилди, натижада сувда эриган газлар ( $\text{CO}_2$  ва  $\text{O}_2$ ) ажралиб чиқади.

Сув дезарацияланади. Кимёвий дезарацияда сувга  $\text{CO}_2$  ва  $\text{O}_2$  ни бириктириб олувчи реагентлар қўйилади. Сувни кимёвий усулда юмшатишганда сув  $\text{CO}_2$  дан тозаланади. Сувдаги кислород эса кучли кайтарувчилар ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$  — гидрозин) қўйиш орқали бириктириб олинади.



### *Саноатда сув сарфини камайтириш йўллари.*

Хар йили сайёрамиздаги мавжуд дарёларда оккаи сувнинг барчасини биргаликда қўшиб ҳисоблаганда, унинг 600-700 км<sup>3</sup> га ёки 9% саноат ва маиший эҳтиёжлар учун сарфланади. Шундан 150 км<sup>3</sup> қайтмас ҳолда сарфланиб 500 км<sup>3</sup> га яқини эса тоза сув билан аралаштирилиб (суюлтирилиб) яна дарё, қул ва денгизларга қўйилади. Суюлтириш учун дунёдаги дарёларнинг 40% га яқин суви сарфланади. Шунинг учун инсоният олдида дунёда сувнинг тугаш ҳавфи эмас балки, ичишга яроқли бўлган тоза, сифатли чучук сувнинг тугаб қолиш муаммоси турибди. Бундай сув ресурсларидан рационал фойдаланиш каби мураккаб вазифани ҳал қилиш учун ишлаб чиқаришнинг илмий асосланган сув сарфиёти нормаси ҳамда ҳар бир жараён учун энг кам тоза сувни сарфлашни назарда тутувчи янгича технологик схемаларни яратиш, ҳамда ифлосланган сувни чиқариб ташламайдиган ёпик системаларни жорий қилиш зарур. Ишлатиладиган сувни тозалаш катта иктисодий чиқимлар билан боғлиқ. Корхонаи сув билан таъминлашнинг мураккаб системаси ва корхонадан чиққан чиқинди сувни тозалаш қурилмаларини барпо этиш каби ишлаб чиқариладиган маҳсулот тан нархини оширишга олиб келади. Масалан, сувни филтрлашнинг ўзи тоза дарё сувига нисбатан унинг тан нархини 1.5 мартага оширади. Қисман сувни юмшатиш эса 8 марта, сувни тузсизлантириш, тузлик юмшатиш эса 10-11 мартагача оширади. Кимё корхонасининг жуда катта маблағи сув тозалаш қурилмаларини қуриш учун (корхона учумий капитал маблағининг 10-15% дан кўпроғи) сарфланади. Кимё корхоналарида сув сарфини камайтириш уч йўналиш орқали амалга оширилиши мумкин. 1.

Ишлатилган сувни яна қайта-қайта ишлатиш; 2. Сув совутгичларни ҳаво совутгичларига алмаштириш; 3. оқова сувларни тозалаш ва қайта ишлатиш.

Саноатда фойдаланиладиган сувнинг 45 % гача миқдори иссиқлик алмаштиргичларда совутиш мақсадида ишлатилади. Бу сув у қадар кўп ифлосланмайди ва кўп марталаб қайта ишлатилиши мумкин. Бунинг учун ҳар гал ишлатишдан олдин градиентларда (иссиқ сувни юқоридан сачратиш орқали совутадиган минорасимон қурилма) ва сувни сачратиб, совутиш хавзалари (бунда махсус қувурлар орқали иссиқ сув юқоридан очик ҳовузларга, душда сув окканидек сачратиш йўли билан совутилади) совутилади.

Ишлатилган сув нефтни қайта ишлаш саноатида кенг қўлланилади. Масалан, 1965-1970 йилларда 1 т нефтни қайта ишлаш учун  $10 \text{ м}^3$  сув сарфланар эди. Ҳозирги пайтда эса фақат 1.15-1.18  $\text{м}^3$  сув сарфланади ҳолос.

Ёпик системали сув таъминоти асосида ишловчи корхоналарнинг сувни ишлатилиб бўлгач, чиқарилиб аввал тиндирилади, аралашган каттик зарралар ажратиб ташланади. Қисман туз ва реагентларда тозаланади, сўнг яна технологик жараёнга юборилади. Бунда фақат бугланиб кетган сув ўрни тоза сув қўшиш билан тўлдириб турилади ҳолос. Ёпик системали сув таъминоти асосида ишлайдиган корхоналар мис суюклантириб олинadиган комбинатнинг, мисни бойитиш фабрикасини мисол килиб келтириш мумкин. Саноатда сув сарфини катта миқдорда камайтириш имконини берадиган йўналиш сувни совутгичларни ҳаво совутгичларига алмаштиришдир. Кам чиқинди чиқарадиган технологияни сув ишлатилмайдиган технологик жараёнларни жорий қилишдир.

## V - БОБ НООРГАНИК МОДДАЛАР ИШЛАБ ЧИКАРИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

### 5.1 Металлургия. Қора ва рангли металллар ишлаб чикариш

Металларнинг саноатда олиниш усуллари ҳақидаги фан - металлургия тетишли заводлар металлургия заводлари ва бошқа ҳам ашёлардан металллар

кайтиб олувчи саноат тармогига эса металлургия саноати ёки туғридан-туғри металлургия дейилади. Ҳозирги вақтда маълум булган элементлардан 85 таси металллардир. Металл ишлаб чиқариш жуда қадимдан пайдо булган, Эрампдан 2-3 минг йил илгари ҳам айрим металлларни олишни билганлар масалан Ҳиндистонда, Мисрда олтин, қумуш, мис, сурьма, калай, симоб, қурғошин каби металлларни темирнинг ва унинг қотишмалари - чуян ва пулатни олишни билганлар. Эрампдан 2900 йил олдин қурилган Ҳуфу пирамидасида топилган пулат искана бунинг далили була олади. Арман тоғлари территориясида жойлашган Урарту давлати энг қадимги металлургия марказларидан бири булган. Уларга мис ва бошқа айрим металллар эрампдан 2-3 минг йил илгари маълум булганлиги археологик текширишлар натижасида аниқланган. Энг биринчи оксидларидан осонликча қайтариб олинган металл, қурғошин ва калайдир. Кейинчалик мисни калай билан қушиб суюқлантириш усуллари топилгач бронза ишлаб чиқарила бошлади. (Эрампдан илгари III-I асрлар бронза асри). Кейинчалик бронза суюқлантирилиб олиш печларининг такомиллаштирилиши натижасида темир олиш учун топилиб уни ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. (темир асри, эрампдан илгари I асрда бошланди) XIV асрга келиб домна усулида чуян олиш ва XIX асрга келиб пулат ишлаб чиқариш йўлга қўйилди.

Металллар ва улар асосида олинаётган қотишмаларнинг инсоният фаолиятида, турмушимизда ишлатилмайдиган соҳасини қўрсатиш кийин. Улар конструкцион материаллар, машиналар, аппаратлар, транспорт, алоқа, қурилиш каби минглаб соҳаларда жуда кенг қўламда ишлатилади.

Металлургия жуда қадимдан ривожланган бўлсада пулат олишнинг илмий асослари энг биринчи 1841 йилда рус металлурги П.П.Аносов томонидан ишлаб чиқарилган. Рудалардан металлларни ажратиб олиш усуллари яратишда муҳим ҳисса қўшган олимлардан яна М.В. Ломоносов, (Металлургия жараянларининг назариясини яратишда) В.В. Петров (1803 йил, электрометаллургия асосларини яратишда) Д.К.Чернов (металлшуносликка

асос солишда) П.П.Аносов (1841 й.) ва Н.Н.Бекетовлар (1865 й.) металлотермияни ривожлантиришда) ва бошқаларни курсатиш мумкин.

## 5.2 Металларнинг синфларга бўлиниши.

Металларни синфларга бўлишда уларнинг тарқалиши, ишлатилиши, физикавий, қисман кимёвий хоссаларига асосланади.

Барча металлар иккига, қора ва рангли металларга бўлинади. Қора металлар темир, марганец ва улар асосида олинadиган қотишмалар қиради.

(Қора металл дейилишига сабаб, қиздирилганда юзасига юпка қора рангли куйинди-оксид қавати ҳосил бўлишидир). Ранггига -қолган барча металлар қиради.

Рангли металлар 4 гуруҳга бўлинади: 1. Оғир рангли (зичлиги  $5\text{г/см}^3$  дан катта) металлар: мис, қурғошин, қалай, никел, рух, 2. енгил рангли (зичлиги  $5\text{г/см}^3$  дан кичик) металлар: алюминий, ишқорий ва ишқорий-ер металлари; 3. қimmatбаҳо металлар: платина, иридий, осмий, палладий, радий, рутений, олтин, қумуш; 4. сийрак ёки нодир металлар: (қолган барча металлар шу гуруҳга қиради) а) қийин суюқланувчи: вольфрам, молибден, ванадий, каболт, титан, цирконий, неодий; б) сочма, гармоний, галлий, таллий, индий, рений; в) сийрак ер, лантаноидлар, г) радиактив: торий, радий, актиний, протактиний, уран, д) суний: полоний, аstat, нептуний, плутоний, протактиний, уран ва урандин кейинги металлар.

Темирнинг барча қотишмалари таркибидаги углерод миқдорига қараб чўян ва пулатга бўлинади. Таркибида 2% дан кўп (одатда 3.5-4.5 %) углерод сақланadиган темир қотишмасига чўян ва 2% дан кам углерод сақласа пулат деб аталади.

Темир қумушсимон оқ пластик металл, нисбатан юмшоқ, оғир ( $\rho = 8.87\text{ г/см}^3$ ) ферромагнитлик хоссасига эга, тоза ҳолда  $1539^\circ\text{C}$  да суюқланади. У икки хил  $\alpha$ -ва  $\beta$  темир аллотропик шакл ўзгаришларида учрайди. Оддий шароитда  $\alpha$ -темир ҳолатда бўлиб, ҳажмий марказлашган куб шаклдаги кристаллик панжарага эга.  $768^\circ\text{C}$  га магнитга тортилиш хоссасини йўқотиб  $\beta$ -темир ҳолатга

ўтади. Бунда унинг кристаллик панжараси ўзгармайди.  $910^{\circ}\text{C}$  да янги аллотропик шакли  $\gamma$ - темирга айланади ва у киралли марказлашган куб шаклидаги кристаллик панжарага эга бўлади, магнитга тортилмайди. Нихоят  $1400^{\circ}\text{C}$  да  $\delta$ - темирга айланади ва яна ҳажмий марказлашган кристаллик панжарага эга бўлади. Физик хоссалари билан у  $\alpha$ -темирга ўхшайди, магнитга тортилади.

Темир ўзига қўпгина элементларни(C, Si, p, S, Mn ва бошқалар).эритади. Унинг, айникса, углеродни эритиши кристаллик панжарасининг тузилиши ва ҳароратга боғлиқ бўлади.  $\alpha$ - ҳолатдан  $\gamma$ -ҳолатга ўтганда углеродни эритиши кескин ортади.  $\alpha$ - темирнинг энг қўп углеродни эритиши  $723^{\circ}\text{C}$  да бўлиб, у 0,04 % га яқин ва бундай темирнинг каттик эритмаси ферит дейилиб, магнитга тортилади. пластик ва механик жихатдан буш бўлади.  $\gamma$ - темирда эса углероднинг эрувчанлиги  $1130^{\circ}\text{C}$  да 2% ва ундан ортиқ бўлади. Темирнинг бундай каттик эритмасига аустенит деб аталади. У жуда каттик ва мўрт бўлади, магнитга тотилмайди.

Углерод суюқ темирда эриш билан бир қаторда кимёвий бирикма ҳам ҳосил қилади. Унинг углерод билан ҳосил қилган бирикмасига темир карбири —  $\text{Fe}_3\text{C}$  ёки цементит дейилади. Цементит таркибида 6,67 % (масса бўйича) углерод сақлайди. У жуда каттик (олмосга яқин) ва мўрт бўлади. (унинг суюқланиш ҳарорати  $1600^{\circ}\text{C}$ ). Чўян секинлик билан совутилса таркибидаги цементитнинг қўп қисми феррит ва графитга парчаланади ва чўянни қўлранг қилиб қўяди. Шунинг учун ҳам бундай чўян қўлранг чўян дейилади. Қўлранг чўян юмшоқроқ, мўртлиги ҳам қамайган ва унга ишлов бериш ҳам анча осон бўлади.

### 5.3 Чўян ишлаб чиқариш

Чўян ишлаб чиқариш учун ҳам ашё сифатида темир рудалари, флюс, ёкилли, ҳаво ва баъзан марганец рудалари ишлатилади.

Темир рудалари таркибида темир бирикмаларидан ташқари кераксий жинслар: кремнезём, тулрок, сланец ва бошқалар ҳамда, бегона қўшимчалар:

олтин угури, фосфор, рух ва минерал бирикмалари ушлайди. Олтин угури руда таркибида  $\text{FeS}_2$  (колчедан) шаклида учрайди. Руда суюклантирилганда S чуян ва пулат таркибига эриб утади, уларни иссиқда синувчан, мўрт қилиб қўяди. Шунинг учун ҳам унинг микдори, руда таркибида 0,15% дан ортик бўлмаслиги керак. Фосфор эса руда таркибида фосфорит ва апатитлар шаклида учрайди. У ҳам чуян ва пулат олиш жараёнида эриб уларнинг таркибига утади. Унинг микдори ҳам 0,15% дан ортик бўлмаслиги керак. Фосфор чуян ва пулатнинг сифатини пасайтиради (улар совукда синувчан, мўрт булади). Бошқа қўшимчалар ҳам ( Cu, Ti, Cr, Mn, V ва бошқалар ) чуян ва пулат таркибига суюкланиб киргач, уларнинг физик, механик хоссаларини ўзгартириб юборади.

Темир рудалари тури 300 хилдан ортиқроқ бўлишига қарамай чуян ва пулат ишлаб чиқаришда асосан қуйидаги темир рудалари ишлатилади: 1. Магнит темиртош (магнетит)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ушлайди. 2. Қизил темиртош (гематит)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Улар таркибида 50-70% гача темир сақлайди. Қўшимча сифатида озрок S ва P ушлайди. Қўнғир темиртош (лимонит)-  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  темир гидроксиди бўлиб таркибидаги адсорбцияланган сув микдори ўзгариб туради. Бу руда таркибида темир микдори 25-53% гача бўлиб, таркибида аралашма сифатида S, P, As ушлайди. Таркибида 2% гача хром ва 1% гача Ni сақловчи турлари ҳам учрайди ва у табиий лигирланган чуян ва пулат ишлаб чиқаришда қўлланилади. Шпатли темиртош (сидерит)-  $\text{FeCO}_3$ . Таркибида 30-37% гача темир ушлайди. Бу руда қуйдирилгач, темир микдори 50-60% гача ортади. У таркибида жуда кам микдорда S ва P, ҳамда 1-10% гача Mn сақлайди. Олатда руда таркибида темирнинг микдори 30%дан кам бўлса, у чуян ва пулат ишлаб чиқариш учун ишлатилмайди. Ҳом ашё сифатида кам бўлсада кора ва рангли металлургия чикитлари, сворка шлаклари (таркибида 45-50% гача темир ушлайди) колчедан куюндилари, марганец рудалари (  $\text{MnO}$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnCO}_3$  ва бошқалар) темир синиклари ва шу қабилар ҳам ишлатилади.

Флюс немисча сўз бўлиб суюқ дэган маънони англатади. Флюс домна жараёнида кийин суюкланувчи оксидларни осон суюкланувчи чуян билан аралашмайдиган шлакка айлантиради, руда таркибидаги бекорчи жинсларни

чўян ва пулатни сифатини пасайтирувчи элементларни, кумирнини кулини (кокс кулини) бириктириб олади. Флюс сифатида асосан охактош ( $\text{CaCO}_3$ ) ва доломит ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) ишлатилади. Флюснинг ахамияти жуда катта. Одинадиган чўянинг сифатини яхшилаш ва уни бошқариш имконини беради. 1т чўян олиш учун 0,4-0,8т. гача флюс қўшилади.

Ёкилги сифатида кокс (таркиби 80-86% C, 2-7%  $\text{H}_2\text{O}$ , 1,2-1,7% S ва 15% гача қулдан иборат) ва табиий газ ишлатилади. Кокс ва унинг оксидланишидан ҳосил булган CO руда таркибида темирни оксидларидан қайтариш учун хизмат қилади. Ҳамда кокс темирда қисман эриб уни нисбатан пастроқ ҳароратда суюқланидиган қилади. Кейинги йилларда чўян ишлаб чиқаришда, кокснинг миқдори камайитирилиб, унинг ўрнига табиий газ қўп ишлатилмоқда, натижада қимматбаҳо коксни тежашга ва чўянинг тан нархини арзонлаштиришга эришилди. Ҳатто коксиз ишлайдиган металлургия ҳам пайдо бўлди. АҚШнинг Мидленд Росс фирмаси томонидан ишлаб чиқилган бу усулда кокс ўрнида конвертор газидан фойдаланилади.

Домна печидаги кимёвий реакцияларни тезлаштирадиган шароитлар. Домна печининг маҳсулдорлиги факат унинг ҳажмига (катта-кичиклигига) боғлиқ бўлиб қолмай, балки унда борадиган кимёвий жараёнларнинг бориш тезлигига ҳам боғлиқ бўлади. Шунинг учун кимёвий реакцияларни тезлаштирувчи факторлар: ҳарорат ва реакцияга киришувчи моддаларнинг тўқнашув сиртини оширади.

Кимёвий реакция тезлигини ошириш учун реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрацияси оширилади. Бунинг учун 1) темир рудаси бойитилади 2) домнага киритиладиган ҳавога тоза кислород қўшилади 3) табиий газ метан ҳам киритилади. Метан ҳам ёкилги ҳам қайтарувчидир, чунки у ёнганда ҳосил бўлган сув чўғ ҳолдаги кокс билан бириқиб водород газини ҳосил қилади. Водород эса қучли қайтарувчидир.

Реакция тезлиги ҳароратга ҳам боғлиқ бўлади. Домнада ҳароратни ошириш учун, унга пуфланидиган ҳаво қауцерларда аввал қиздирилади. Бунда қўпинча реакция иссиқлигидан фойдаланилади.

Кимевий реакция тезлигини оширадиган факторлардан яна бири юз таъсирини ошириш учун, домнага тушириладиган руда, кокс ва флюс маълум оптимал ўлчамга эга бўлиши лозим.

Домна печинининг махсулдорлигини оширишда, ёкилгини тежаш шихтани тайёрлаш муҳим рол ўйнайди. Шихта таркибига кирувчи компонентлар катталиги муҳим курсаткичлардан бири бўлиб, руданинг катталиги 40-100 мм, коксники 40-80 мм ва охактошники 30-80 мм бўлиши керак. Бунинг учун руда майдаланади, галвирдан ўтказилади, булактарининг катталиги бир хиллик даражаси оширилади ва ниҳоят бойитилади. Майдалари агломерацияланади (чангсимон майда заррачалари кокс ва флюс билан аралаштирилиб чала суюклантирилади, натижада зарралар бир-бирисига ёпишиб йириклашади, сўнгра у совутилиб котирилгач, керакли катталиқда майдалаб олинади). Шихта булаклари таркибда 10% 5мм дан кичиклари бўлса пачнинг махсулдорлигини 3% гача камайтиради ва ёкилги сарфини оширади.

Темир рудасига бой мамлакат Россиядир (Урал, Курский магнит аномалияси, Керч, Кривой Рог, Шаркий Сибирь, Узок Шарк, Кола Ярим ороли ва бошқалар) унда дунё темир рудасининг 50% га яқини жойлашган. Ўзбекистонда ҳам темирнинг 60 га яқин конлари бўлиб, улардан йириклари Султон Увайс тоглари, Амударё эстагидаги Табинбулок (рудаси таркибда 15-16% темири бор) Марказий Қизилқумдаги Кенес ва Жадир (миқдори 300 млн.т.дан ортиқ) конларидир. Ўзбекистон темирининг асосий миқдорлари Султон Увайс тоглари (68%), Қизилқумда (14%), қолган қисми Тошкент ва Сурхандарё вилоятларидадир. Кези келганда шунини айтиш лозимки, жумҳуриятимизда ҳар йили тахминан 2 млн.т. темир терсақлар йиғиладики, унн ҳаммаси чуян ва пулатга айлантирилса жумҳуриятимизнинг унга бўлган эҳтиёжини 50-60% ини қондирган бўлар эди. аммо ҳозирги кунда тупланаятган темир терсақларнинг атиги 27% қайта ишланаётир.

Чуян ишлаб чиқаришда борадиган асосий реакциялар. Чуян домна печи деб аталувчи реакторларда эритиб олинади. Чуян эритиб олиш жараёнида куйидаги кимёвий реакциялар кетади. Печнинг юқори қисмидан, шихта пастидан

томон, остидан юкорига карама-карши йуналишда эса, ёкилгининг ёнишидан ҳосил бўлган газлар ҳаракат қилади. Шихта пастга тушган сайин кизийди, натижада энг аввал осон бугланувчи моддлардан (намлик,  $\text{CO}_2$  газлари ва бошқалар) тозаланади. Шихта намлиги ( $200^\circ\text{C}$  да) бугланиб қуригач унинг ҳарорати орта боради ва  $400-600^\circ\text{C}$  га етгач  $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$  ва  $\text{Mg}$  карбонатлари интенсив парчалана бошлайдилар. Печ ҳарорати  $800-900^\circ\text{C}$  га боргач оҳақтош ва доломит парчалана бошлайди.



Шихта таркибидаги кокс ҳам печнинг остидан домна ҳаво киздиргичларида (кауперлар)  $800^\circ\text{C}$  гача кизиган ва кислородга бойитилган газ билан тўқнашиб ёнади.  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 401$  кЖ печга ёниш учун киритилган газ ёнади.



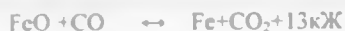
Юкоридаги реакциялар натижасида ҳосил бўлган газлар ҳам ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) турли таъсиротларига учрайди.  $\text{CO}_2$  газы печнинг юкорисига кўтарилиб иссиқ кокс билан реакцияга киришади ва ис газига айланади.



Сув буги эса иссиқ кокс билан қайтарилиб  $\text{CO}$  ва  $\text{H}_2$  ҳосил қилади.



Ҳосил бўлган  $\text{CO}$  газлари ва  $\text{H}_2$  темирни, оксидларидан қайтаради. Темир оксидлари турлича қайтарилади. Энг осон қайтариладигани  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  кейин  $\text{Fe}_2\text{O}_4$  ва энг кийин қайтариладигани  $\text{FeO}$  дир.



Қайтарилган темир суюкланиб остга тушади.  $\text{CO}_2$  эса юкорига кўтарилади. Мувоzanат батамом ўнгга силжийди. Водород ҳам  $\text{CO}$  каби юкоридаги реакцияга ўхшаш темир оксидларини қайтариш учун сарфланади. Бунда ҳосил бўлган сув буглари юкорида айтилганидек кокс билан қайтарилиб яна  $\text{H}_2$  ва  $\text{CO}$

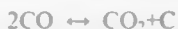
га айланганда темир оксидларини кайтарилиш натижасида ҳосил бўлади.

CO<sub>2</sub> ҳам юқорига кутарилгач иссиқ кокс таъсирида яна СО га айланади. шундан килиб бу жараён такрорланаверади. Темир оксидларининг кайтарилишини умумий бир тенглама билан ёзиш мумкин



Реакция кайтар бўлганлиги учун СО ва Н<sub>2</sub> каби газларнинг ҳаммаси кайтаришга сарфланмай қисман домна газлари билан печдан чиқиб кетади. Домна газлари таркибида N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ва 27-30% СО озрок Н<sub>2</sub> ва СН<sub>4</sub> бўлади.

Темир оксидлари нафакат СО ва Н<sub>2</sub> билан балки углерод (кокс) билан ҳам кайтарилади. Темир оксидларининг углерод билан кайтарилишига туғри кайтариш дейилади. Углерод билан кайтарилиш 1000°С дан юқори боради. Кайтариш учун факат кокс углероди эмас, балки СО нинг термик парчаланишидан ҳосил бўлган углерод ҳам катнашади.



Домна жараёнида темирдан ташқари шихта таркибида бўлган бошқа элементлар ҳам кайтарилади. 1000°С да Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> кайтарилиб Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> сўнгра MnO ва нихоят Mn ҳосил бўлади.



Ҳосил бўлган MnO ни кайтарилиши асосан юқори ҳароратли зонада углерод ҳисобига боради. Кайтарилган марганецнинг бир қисми эриб чуён таркибига ўтади.



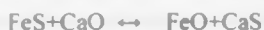
Аммо марганец оксидининг кўп қисми кайтарилмай шлак таркибига ўтади. Кремний ҳам каттик углерод билан қисман юқори ҳароратда кайтарилади.



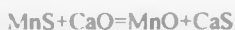
Фосфор эса С ва SiO<sub>2</sub> таъсирида кайтарилиб эркин фосфорга айланади ва ҳар иккаласи ҳам чуёнда эриб унинг таркибига ўтади.



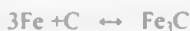
Никель ва мис тулик кайтарилади ва чуян таркибига киради. Аром, титан ва ванадийлар домна жараёнида одатда кайтарилмайди (уларнинг кайтарилиши учун жуда юкори харорат керак булади). S эса металллар билан сульфидлар ( $\text{FeS}$ ,  $\text{CaS}$ ,  $\text{MnS}$  ва бошқалар) ҳосил қилади. Сульфидларнинг суюқ темирда эрувчанлиги турлича, масалан  $\text{FeS}$  яхши,  $\text{MnS}$  эса ёмон эрийди,  $\text{CaS}$  эса умуман эримади, аммо у шлакда яхши эрийди. Шунинг учун ҳам  $\text{FeS}$  ларни  $\text{CaS}$  холига ўтказиш домна жараёнида муҳим вазифаларидан биридир.  $\text{CaO}$  ва марганецлар олтингургуртни темирдан ажратиб олишнинг асосий манбаларидир.



Бунда ҳосил бўлган  $\text{MnS}$  эриб шлакка ўтади ва шлак таркибидаги  $\text{CaO}$  билан кайрилиб  $\text{CaS}$  га айланади.



$\text{CaS}$  эса эриб шлакка ўтади. Домнада кайтарилиш реакцияси натижасида ҳосил бўлган темир булутсимон (яни говак) темир бўлиб, унинг говакларида  $\text{CO}$  нинг парчаланишдан ҳосил бўлган углерод (кокс) билан (темирнинг бир қисми) карбид (цементид) ҳосил булади.



Ҳосил бўлган темир карбири ва углерод, темирда эрийди. Натижада анча осон суюкланадиган қотишма (таркибида 4,3 % углерод сақловчи, темирнинг углерод билан эвтектик аралашмаси) суюкланиш харорати  $1140^\circ\text{C}$  бўлган қотишма) ҳосил булади. Бу қотишма юкорида айтилганидек  $\text{C}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{S}$  ва бошқа элементларни ўзида эритиб чўянга айланади (таркибида 4,5 углерод сақлайди) унинг зичлиги шлакникидан катта бўлганлиги учун пастга чўқади.

Шлак ҳосил бўлиш жараёни  $1000^\circ\text{C}$  хароратда бошланади. Охактошни парчаланишидан ҳосил булган  $\text{CaO}$ , доломитни парчаланишидан ҳосил булган  $\text{MgO}$  ҳамда  $\text{Al}_2\text{O}_3$  лар бундай шароитда (домна жараёни) кайтарилмайди. Аммо бир-бириси ҳамда  $\text{SiO}_2$  ва кумирнинг кули билан бирикиб турли хил таркибли бирикмаларни: калий силикат ( $\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$ ), магний силикат ( $\text{Mg} + \text{SiO}_2 = \text{MgSiO}_3$ ), кальций алюминат ( $\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ), кальций алюмосиликат ( $(\text{CaO})_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ),

$\text{SiO}_2$ ), каби осон суюкланувчи аралашма —шлакни ҳосил қилади. Шлакнинг зичлиги чуъиникидан кичик бўлганлигидан, у чуъининг устида тупланади ва чуъини оксидланишдан химоя қилади.

Домна печинининг тузилиши. Домна печи (85-расм) тўхтовсиз ишлайдиган коннуссимон минора бўлиб, умумий баландлиги 36-40м, диаметри 10м. Минора деворлари ўтга чидамли ғишдан қилинган бўлиб исиб кетишдан саклаш учун девор оралигига ичидан сув ўтиб совутувчи совутгичлар бўлади. Юқоридан пастга тушган сари девор қалинлиги ортиб боради ва остки қисмида (горнида) 1,5м.га етади. Чунки у ерда ҳарорат энг юқори бўлади. Печнинг остки қисми устохонаси (горн) кенг бўлиб диаметри 12-16 м. гача бўлади. Юқори қисми эса торайиб кетган, конуссимон. Печнинг бундай тузулиши шихтанинг бир текисда паста тушишини, газ оқимининг печнинг бутун ҳажмида оптимал тақсимланишини таъминлайди. Ташки томондан печ лўлат ғилоф билан қопланган. Домна печи бир неча қисмларга бўлинади: тепа томони- колошник, ўрта қисми-шахта, энг кенг қисми -распар, остки цилиндрсимон қисми - горн, распарни горн билан туташтирувчи қисми - заплочник ва горннинг юқори қисмида ҳаво пуфлаш тешиги-и-фурма, остки қисми лешад ва бошқалар.

Печнинг тепа қисмида автомат тукувчи қурилма ўрнатилган бўлиб, у ҳом ашёни герметик туқиш учун хизмат қилади ва домна газларининг ташқарисига чиқишига қўймайди.Тайёр. ҳом ашё оқбордан бункерларга келиб тушади, кейин автомат тарозига ундан скинга (скип-шихтани печнинг тепасига олиб чиқиб тукувчи вагонча) келади. Қия ўрнатилган куприкдаги рельсларда скип, кўтаргич орқали печнинг теппасига чиқади. Бир йўла иккита скип ҳаракат қилади: биттаси печ теппасига чиққанда, иккинчиси, домна остига тушади. Скипдаги ҳом ашё печ теппасига олиб чиқилгач, йўналтирувчи қимирламайдиган қадакга туқилади, ундан қабул қадагига ўтади. Бу қадак уни остки қисмидан ёпиб турувчи кичик конус билан биргаликда ўз ўқи атрофида айланади ва конус билан биргаликда ҳом ашёни тўқигач маълум бурчакка (600 га ) айланади. Шундай қилиб ҳом ашё ҳар гал домнанинг бир жойга туқилавермай ҳар 5-10 минутда алоҳида порциялар шаклида қават-қават (бир

кават руда, икинчиси флюс ва уни устидан кокс) печнинг колошник кисмига тўкилади. Тукиш учун навбат билан аввал кичик конус, пастга тушади, кейин у юкорига кутарилади, катта конус тўшади. Натижада печ ичида шихтанинг бир жойда тупланиб қолишининг олди олинади ва уни бир текисда таксимланиши таъминланади. Шихта печ ичига секинлик билан туша бошлайди, кизийди ва кайтарила боради. Печнинг остидан горн кисмига фурма оркали кизиган ва кислородга бойитилган ҳаво юборилади, (карама-карши оким принципи). Печнинг распар ва заплечник зоналарида кайтарилган темир, юкори ҳароратли зона оркали ўтиб углерод билан тўйиниб суюкланади ва горн кисмига оқиб тушади. Горн тагида суюк чуян ва шлак. кават ҳосил қилиб йигилади. Улар махсус тешиқлар оркали чиқариб олинади. Шлак ҳар 1 соатда, чуян ҳар 4-6 соатда бирмarta олиниб турилади.

Домна печига бериладиган ҳаво 900-1300°C гача рэганераторларда (Кауперда) киздириб юборилади. Каупер (бу суз регенераторни ихтиро этган, Француз инженерининг номидан олинган) даврий равишда ишловчи цилиндрсимон аппарат бўлиб, (86-расм) баландлиги 45м, ичининг диаметри 6-9 м. Ичи ўтга чидамли гишт билан (шомот) қопланган. Каупернинг ичи ёкиш 4 ва насадка 5 бўлмаларидан иборат, тепа кисми гүмбазсимон ва буш бўлади. Домна газлари чангдан тахминан тозаланиб, табиий газ билан қушилиб каупернинг ёкиш бўлмасига ҳаво билан қушиб юборилади ва у ерда газ ёнади. Ёнишдан ҳосил бўлган иссик газлар гүмбаздан айланиб юкоридан пастга томон насадка оркали ўтади ва уни киздиради. Насадка ҳарорати 1200-1300°C га етгач (2-3 соатдан сунг) газни ёкиш тўхтатади ва тутун чиқарувчи мўрн 2 бекилади. Шундан сўнг иссик насадка оркали совук ҳаво юборилади. Ҳаво кизиб каупернинг газ чиқиш тешигидан 7 чиқади ва домна печига юборилади. Жараёнинг узлуксизлигини таъминлаш мақсадида ҳар бир домна печи ёнида камида иккита каупер қурилади. Чунки каупернинг биттасида газ ёкилиб насатқалар киздирилаётган бўлса, иккинчисидан эса ҳаво ўтказилиб каупер насатқаси совутилаётган бўлади. Домна жараёнида 1000-1300°C гача иситилган ҳавони қўллаш (ҳароратнинг ҳар 100°C ошиши махсулдорлигини 2% га

қўпайтириш ва кокс сарфини 2% га камайтириш имконини беради.) домна маҳсулдорлигини анча ошириш, домна печларида суюклантириб олинadиган чўян таркибида Fe дан ташкари, 3-5,5C, 0,3-2,5 % Si , 0,5-6,0% Mn, 0,08-2,2 % P ва 0,03-0,12 % S саклайди. Улар ишлатиладиган соҳасига қараб ҳар хил бўлади: 1)ок чўян (таркибида углерод цементит-Fe<sub>3</sub>C шаклида бўлади ва у жуда каттиқ бўлиб, унга ишлов бериш қийин ) пўлат олиш учун ишлатилади. 2) кулранг чўян (таркибида углерод графит шаклида бўлади ва у анча юмшоқ бўлади) турли хил буюмлар қуйиш учун ишлатилади. 3) махсус чўян (ферросилиций таркибида 10-12 % гача Si , ойнасимон ялтироқ -12-20% гача Mn, ферромарганец -60-80 % гача ушлайди). Пўлат олиш учун ишлатилади. Домнадан чиқинди сифатида олинadиган шлак ҳам кенг соҳаларда ишлатилади. Масалан, шлакдан шебен, гравий, шлакабетон, шлакли пенмза, пенабетон, шлакпахта, шлакапортландцемент ва бошқалар ишлаб чиқарилади. Яна домна газлари (таркибида 30% гача CO, 60 % N<sub>2</sub>, 10 % CO<sub>2</sub> ва чанглари бўлади.) Бу газ чанглardan тозалангач турли мақсадларда ёқиш учун ишлатилади. Домнанинг муҳим кўрсаткичларига унинг ФХФК си ва кокс сарфи қиради. Домна печининг интенсивлиги, унинг фойдали ҳажмидан фойдаланиш коэффициентини ФХФК билан баҳоланади. Яъни 1т, чўян олиш учун печнинг (сутка/м<sup>3</sup> ларда) қанча фойдали ҳажми туғри қилишини кўрсатадиган катталиқ. Ҳозирги пайтда ФХФК камайиб 0,45-0,5 % га печнинг фойдали ҳажми эса 5000 м<sup>3</sup> гача етказилган (1913 йилларда эса ФХФК 2,5-3 га, печнинг фойдали ҳажми эса 200 м<sup>3</sup> га тенг эди) Шундай улкан печларда бир йилда 4,2 млн. т.гача чўян ишлаб чиқарилади.

Домнанинг фойдалилигини иккинчи кўрсаткич 1т. чўян олганда сарфланadиган кокснинг сарфидир. Кейинги йилларда 1т чўянга 360-400 кг кокс сарфланмоқда. (1960 йилларда бу сон 950 кг. эди.) Ҳозирги замон фойдали ҳажми 2700м<sup>3</sup> бўлган домналарда бир суткада 8600 т. таркибида 64% Fe бўлган руда — агломерат, 2500 т. кокс, 200 т., флюс, 0,6 млн. м<sup>3</sup> табиий газ, 0,5 млн. м<sup>3</sup> кислород ва 7 млн. м<sup>3</sup> ҳаво ишлатилади, унда шунча хом ашёдан оғир

суткада 5500 т, чўян (2 млн.т/йил) 1900 т. шлак, 11 млн. м<sup>3</sup> домна газни ишлаб чиқарилади.

Домна печларнинг бундай махсулдорлиги энг аввало ёкилги сифатида табиий газни қўллаб кокс сарфини қисман камайитириш орқали таъминланади. Ундан ташқари домна агрегатларининг бирлик қувватини ошириш уни тақомиллаштириш, руда таркибида темирнинг концентрациясини ошириш, домнага киритилган газларни иситиш ва уни кислородга бойитиш, таъсир юзани кенгайтириш чўян олишдаги барча жараёнларни механизациялаш, автоматлаштириш, ЭХМ ларни қўллаш қабилар печ интенсивлигини оширишнинг асосий омилларидир.

#### 5.4. Пўлат ишлаб чиқариш.

Пўлат махсус печларда қайта ишланувчи чўянга (Ок ва махсус чўянга) темир-терсак (скрапа) қўшиб суюклантириш орқали олинади. Пўлат ишлаб чиқариш жараёнининг чўян ишлаб чиқариш жараёнидан асосий фарқи шундаки, пўлат ишлаб чиқаришда чўян таркибидаги С, Si, Mn ларнинг миқдорини ҳаво кислороди билан оксидлаш йўли орқали маълум миқдорда камайитириш ва S билан P ни имкони борича тўлиқроқ йўқотниш кўзда тутилади. Бу қўшимчаларнинг пўлат таркибида бўлиши мақбул эмас, Пўлат ишлаб чиқаришда содир бўладиган асосий реакциялар пўлат ишлаб чиқаришда чўян ишлаб чиқаришдагига тесқари реакция яъни темирнинг ҳаво кислороди билан оксидланиш реакцияси кетишидир (чўян ишлаб чиқаришда темирнинг оксидларидан қайтарилиш реакцияси кетар эди.) Темир билан бир вақтнинг ўзида чўян таркибидаги бегона қўшимчалар ҳам қисман кислород билан оксидланади, ҳамда темирнинг юқори оксидлари темир билан қайтарилади.





Ҳосил бўлган Fe чўянда яхши эрийди ва унда эриган бошқа элементларни оксидлайди, чунки биринчидан, темирнинг концентрацияси катта бўлгани учун кўп ҳосил бўлади, иккинчидан, чўяндаги қўшимчалар (C, Si, Mn, S) темирни нисбатан кислород билан шиддатлироқ реакцияга киришади.



Ҳосил бўлган оксидлар:  $SiO_2$ ,  $MnO$ ,  $P_2O_5$  флюс билан бирикиб шлакни айтилади. Шлакка қисман отингугурт ҳам  $CaS$  шаклида эриб ўтади, чунки  $CaS$  суяк металлда эрмайди.



Металл устида шлакнинг ҳосил бўлиши суяк металлни кислород билан бевосита таъсирдан сақлайди. Аммо оксидланиш жараёни  $FeO$  таъсиридан давом таверади, бироқ секинлашади.

Суяк металлдан  $CO$  нинг ажралиб чиқиши пўлатнинг "қайнаши" дейилади. Пўлат суякланмаси таркибидаги углерод миқдори тез анализ (экспресс анализ) усуллари ёрдамида аниқланади. Суякланма таркибидаги углерод талаб даражасига етгач яъни оксидланиш реакциялари тўтаганидан кейин таркибида ҳали маълум миқдорда  $FeO$  қолади, у пўлатнинг сифатини бузади. Уни йуқотиш учун шлак печдан чиқариб олинади ва суяк пўлатга оксидловчилар (раскислителлар) деб аталувчи моддалар-ферромарганец, ферросилисий қўшилади. Марганец ва кремний темир (II) - оксид билан реакцияга киришади.





$\text{MnO}$  эса  $\text{SiO}_2$  билан реакцияга киришиб  $\text{MnO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{MnSiO}_3$

Марганец силкати хосил қилади у шлак сифатида чиқариб ташланади.

Пўлат суюклантиришнинг охириги босқичида зарур бўлса суюк пўлатга лигировчи элементлар қўшилади.

Чўяни пўлатга айланттиришнинг бир неча усули муълум. Уларнинг ҳаммаси ҳам юкорида кўриб чиқилган оксидланиш – кайтарилиш реакциясигага асосланган.

Кислород – конвертор усули. Пўлат олишнинг конвертор усулини 1854 йилда инглиз олими Г. Бессемер кашф этди (бу усулни Бессемер усули ҳам дейилади.) Бу усулда чўянинг кайта ишлаб пулат олишда чўян таркибидаги қушимчаларни оксидлаш жараёниноксимон шаклдаги катта металл қурилма – конверторларда амалга оширилади. (87-расм). Конвертор ичи ўтга чидамли гишт билан копланган оксимон қурилма бўлиб ташки томони пўлат билан копланган. Икки ён томонидан кузгалмас ушлагичларга – горизонтал ўқларга маҳкамланган холда осилиб туради ва уни оғзини пастга каратиб ағдариб ва яна ўз холига кайтариш яъни айланттириш мумкин.

Конвертор ичига горизонтал холда уни оғзи оркали кайта ишланувчи суюк чўян ва флюс – оҳак ёки оҳактош, солинади, ҳаво ёки кислородга бойитилган ҳаво эса вертикал холда тепа кисмидан – оғзидан пуфланади. Бунда юкорида кайд қилинган оксидланиш реакциялари кетади. Бу усулнинг асосий афзаллиги шундаки, у тежамли усулдир. Керакли ҳароратни ( $1700^\circ\text{C}$ ) саклаб туриш учун ёқилги ёқиш талаб этилмайди, балки қушимчаларнинг оксидланиши экзотермик реакция бўлганлигидан реакция иссиқлигидан фойдаланилади. Жараён тугагач, конвертордан шлак ағдариб олинади ва тайёр пўлат куйиб олинади.

Бу усул, таркибида кам фосфор сакловчи чўяни кайта ишлашга яроқлидир. Таркибида кўп фосфор сакловчи чўяни кайта ишлаш усулини 1878 йилда инглиз инженери Томос кашф этди. Бу усулда пўлат олиш конверторининг ичи асосли, хоссага эга бўлган ўтга чидамли материаллар

(доломитли гиштлар) билан копланган бўлади. Бу усулда юқори ҳарорат асосан фосфорнинг оксидланишидан ҳосил бўлади ва ҳосил бўлган шлак таркибида фосфорни ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  шаклида) кўп ушлагани учун майдаланиб томос шлак номи билан фосфорли ўғит сифатида ишлатилади.

Ҳар иккала конвертер усулнинг ҳам асосий камчилиги пулат эритишда пулат чуянга темир-терсак қўшиб бўлмаслиғидадир, ҳамда, ҳосил бўлган пулат таркибида анчагина азотни ўзига эритиб олади, натижада унинг сифати бузилади. (бундай пулат эскиргач, яъни вақт ўтиши билан) унинг эластиклиги камайиб мўрт бўлиб қолади.).

1951 йилда Австрияда кислород – конвертор усулунинг тоза кислородли тури кашф этилди. Бу усул ҳам Бессемер усулига ўхшайди. Асосий фарқи шундаки бу усулда ҳаво ўрнига тоза кислород (99,5%) 0,9-1,4 МПа босим билан фурма орқали пуфланади ва фурма сув билан совутилиб турилади. Кислород катта босим остида суюқ чуянга пуфлангани учун чуян орасидан ўтиб уни қўзғайди ва шлак билан аралашини таъминлайди. Тоза кислород бўлгани учун бу усулда оксидланиш реакцияси интенсив кетади, бу ҳолат конверторда темир-терсак, руда ва флюс қўшиш имконини беради. Конверторда пулатнинг чуянга айланиш жараёни 35-40 минутда тугалланди. Ҳажми 100 тоннали кислород конверторининг баландлиги 8 м., Диаметри 4м., унда пулат суюклантирилиб олиш жариёни 45 минут давом этади. Шундай печнинг маҳсулдорлиги 750 минг т/йилга тенг.

Мартен усули. Бу усул 1864 йилда франсуз инженери П.Мартен томонидан кашф этилди. Мартен печи (50-расм) икки қисмдан: ванна ва регенераторлардан тўзилган. Печ тепа қисми, ванна усти гўмбазли 1, ванна 2, олд орқа ва ён деворларидан иборат. Ваннанинг ички деворлари ўтга чидамли гиштлардан ясалган. Печнинг олдинги деворида 3-4 та металл киритиш тўйнуқлари бўлади. Шихта- чуян, темир-терсак ва флюс, шу ердан печга солинади. Печнинг орқа деворида эса пулат чиқариладиган тешиклари бўлади. Тайёр бўлган пулат шу тешиклардан чиқариб олинади. Ваннанинг иккала ён томонида ёкилги ва ҳаво келадиган ҳамда ёниш маҳсулотлари чиқиб кетадиган 4 та канал

регенераторлари 3-6 бўлиб, уларнинг ичи ўтга чидамли гиштдан ясалган насадка билан тўлгазилган.

Ҳаво ва ёнувчи газлар регенераторда киздириб олинади. Бир жуфт регенератор оркали ёкилги ёнишида ҳосил бўлган иссиқ газлар ( $1600^{\circ}\text{C}$ ) ўтказилади. Натижада регенератор деворлари (насадка каттик кизийди). Сўнгра газлар оқимининг йўналиши ўзгартирилади. Яъни киздирилган регенераторлар оркали ҳаво ёнувчи газ, киздирилмаган иккинчи жуфт регенератор оркали эса ёкилгининг ёнишидан ҳосил бўлган иссиқ газлар ўтказалади. Печда ҳарорат  $1700-1750^{\circ}\text{C}$  гача кўтарилади, чунки мартен печида кислород конверторидан фарқ қилиб, ҳаво (кислородга бойитилган ҳаво) суюқ чўян оркали эмас, балки унинг устидан ўтади. Шу боисдан унинг юзасида бўлган қўшимчаларгина оксидланади. Суюклантирилган массанинг ичида эса қўшимча элементларнинг оксидланиши темир-терсакда буладиган темир (II) оксид ҳисобига боради. Суюқ пўлатни чиқариб олишдан илгари заруриятга қараб лигерловчи элементлар қўшилади. Мартен печида ҳам ашё қайта ишланувчи чўян, темир терсак, юкори сифатли темир рудаси ва флюс ҳисобланади. Натижада ҳам ашё сифатида чўянинг миқдорини 40-60 % гача камайтириш имконияти туғилади. Бу ҳолат, пўлат ишлаб чиқаришни чўянгга нисбатан анча қўпайтириш имкониятини беради. Ҳажми 500 тоннали мартен печининг (бир марта суюклантирганда 500 т. пўлат тайёрлаб беради) узунлиги 16 м, эни 6м, ваннасидаги суюқ пўлат ва шлак катламининг қалинлиги 1,2 м. Шундай печнинг маҳсулдорлиги 300 минг т/ йилга тенг бўлади.

Мартен усулининг афзаллиги шундаки, бу усулда чўяни пўлатга айланттириш жараёнини назорат қилиб туриш ва ҳар хил маркали пўлатлар олиш мумкин. Аммо мартен усулини кислород конвертор усулига таққосланадиган бўлса анчагина камчиликларга эга. Масалан: юкорида айтилганидек конвертор усулида пўлат суюклантириб олиш жараёни 35-45 минут давом этса, энг такомиллашган мартен печида эса бу жараён 6-8 соат давом этади. Маҳсулдорлиги бир хил бўлган кислород конвертор цехини қўриштириш учун мартен цехига нисбатан 25-35 % капитал маблағ кам

сарфланади ва олтинадиган пулатнинг тан нархи ҳам 5-7 марта арзонга тушади. Шунинг учун ҳам ҳозирги пайтда пулат олишнинг мартен усулида заварлаш қуриш тўхтатилган. Эскиларининг интенсивлиги турли йўллар билан оширилмоқда. Масалан, печга киритиладиган ҳаво 30% гача кислородга бойитилиб қўлланилмоқда, икки ваннали мартен печларига алмаштирилмоқда, ёки қилғи сифатида газдан фойдаланилмоқда ва ҳоказо.

### Электр печларда пулат ишлаб чиқариш.

Пулат ишлаб чиқаришнинг анча такомиллашган усули бу уч фазали электр ёйли печларида пулат олишдир. (бу усул 1880 йилдан бери маълум). Электр печларида амалай жихатдан олганда ҳар қандай нав пулат олиш мумкин.

Унда ҳароратни бошқариш осон, оксидланиш, қайтарилиш ёки нейтрал муҳит яратиш мумкин. Шунинг учун ҳам энг кам зарарли қушимчалар сакловчи пулат олиш мумкин. Унинг ҳарорати юқори бўлганлиги ( $2000^{\circ}\text{C}$  гача электр ёй усулида ҳосил қилинади) учун унда суюқланиш ҳарорати юқори бўлган (хром, марганец, никел, молибден, вольфрам, ванадий ва бошқалар.) лигировчи металлларни исталган миқдорда қўшиб махсус лигировланган пулатларни олиш мумкин. Электр печларини қуриш мартен печларини қуришга қараганда анча арзонга тушади. Республикамызда ягона Бекобод ишлаб чиқариш заводи электр печларида пулат олишга асосланган, у завод 1944 йилда биринчи бор пулат ишлаб чиқара бошлади (унда ҳар йили 30 минг т. пулат эритиб олинар эди). 1977 йилдан бошлаб ҳар бирининг қудрати 250 минг т/ йилга тенг бўлган бешта электр печи ўрнатила бошланди. Унинг ҳаммаси ишга туширилса у 1 млн 250 минг т/йил пулат эритиб, бормоқда. Бу печ 120-250 в.ли ўзгарувчан токда ишлайди. Печнинг ташқи томони пулат ғилоф билан, ички қисми эса ўтга чидамли магнезитли ғишлар билан қопланган, гўмбаз қисми эса хроммагнезитли ғишлардан қилинган, остки қисми эса бешик оёғига ўхшашли бўлиб, тебраниб туришга мослаштирилган, унда эритилган пулат ва шлакни тўқнишгача ағдарилиши мумкин. Гўмбаз қисмига электродлар ўрнатилади (88-расм). Шу электродлар ва металл шихта ёки суюқ металл орасида электр ёйи ҳосил бўлади.

Бундай печда 1т. пўлат олиш учун 400-1000 квт /с. электр энергияси сарфланади. Суюклантириш жараёнини интенсивлаш учун тоза кислород ишлатилади. Унинг хом ашёси темир-терсаклардир.

Пўлат ишлаб чиқаришнинг истикболли усуллардан яна бири электрон нурланиши ёрдамида пўлат ишлаб чиқариш усулидир. Бу усул ўта тоза пўлат олиш имконини беради. Унда пўлат суюклантириш юкори вакуумли печларда (0,133Па) олиб борилади. Бунда хом ашёга электрон оқими юборилганда металлнинг каттик сиртига электрон оқими келиб урилганда кинетик энергиянинг иссиқлик энергиясига айланиши натижасида ажралиб чиққан иссиқлик пўлатни суюклантиради.

Хозирча лаборатория усули бўлиб турган плазма ҳолатига келтирилган руда ёки темир-терсаклардан жуда юкори ҳароратда пўлат олиш ўта истикболли усул деб қаратмоқда. Бу усулда домналар ҳам, конверторлар ҳам, электр печлари ҳам керак бўлмайди. Бирок бу усулнинг жуда катта энергия сарфлашига асосланганлиги, уни ишлаб чиқаришга жорий этишга тўсик бўлиб турибди.

Пўлат қўлланиш соҳасига қараб иккига: инструментал (турли асбоблар, усқуналар, ҳар хил қуроллар яшаш учун) ва махсус (зангламайдиган ўтга чидамли ва бошқалар) пўлатларга бўлинади. Таркибига қараб Ҳам иккига: углеродли ва лигерланган пўлатларга бўлинади. Углеродли пўлатларнинг ҳоссабини белгиловчи энг муҳим компоненти углерод бўлиб бегона ара ташкилатари эса (0,3-0,8% Mn, 0,2-0,4% Si, 0,005% гача Р ва 0,04% гача S) унинг ҳоссаларига сезиларли таъсир этмайди. Бу пўлат таркибидagi углероднинг миқдорига қараб кам углеродли (0,25% гача С), ўртача углеродли (0,25дан та 0,6% гача С) ва кўп углеродли (0,6 % С дан кўп) пўлатларга бўлинади. Кам углеродли пўлатдан у пластик булганлиги учун буг қозонлари, турли қатинликдаги тунуқалар, юмшoқ симлар ва бошқалар тайёрланади, ўртача углеродлисидан рельслар, қалин тунуқалар, симлар, қувурлар ва бошқалар тайёрланади, кўп углеродлиси асбобсоз пўлат бўлиб, турли туман асбоб- усқуналар тайёрлаш учун ишлатилади.

Лигерланган пулатлар таркибида углероддан ташкари махсус лигерловчи элементлар, масалан: W, V, Cr, Mo, Ni ва бошқалар ушлайди. Улардан айниқса хром кенг қўлланилади. Озгина (1-1,5%) қўшилган хром ҳам пулатнинг каттиклиги ва мустаҳкамлигини углеродли пулатга караганда кескин оширади ва бундай пулат автомашина ва тракторларнинг турли қисмлари шарикоподшипниклар тайёрлаш учун ишлатилади. Агар 12-17% гача хром қўшилса бундай пулат зангламайди, 25-28% гача хром қўшилса пулат ўтга чидамли бўлади. Агар унга хромдан ташкари яна никель ҳам қўшилса хроманикелли пулат (1,5% гача Cr ва то 4% гача Ni) юкори пластикликка эга бўлади, мўртлиги кескин камаяди. Шунинг учун ҳам бундай пулат поршень, тишли узатгичлар (шестерналар) двигатель валлари ва бошқалар тайёрлаш учун ишлатилади. Зангламайдиган пулатдан (17-20% гача Cr ва 10% Ni) самалар қисмлари кимё саноати аппаратлари, ошхона идишлари, пичоклар, қошиқ-вилкалар ва шу қабилар тайёрланади. Ўтга чидамли пулат (15-25% гача Cr ва 15-27% гача Ni) эса газ трубиналари, реактив ва ракета двигателлари ва бошқалар тайёрлашда қўлланилади. Хром молибденли ва хром ванадийли пулатлар (молибден ва ванадийлар озгина қўшилса ҳам) юкори ҳарорат ва юкори босимда ҳам ўз мустаҳкамлигини сақлаб қолади.

Бундай пулатлар махсус шароитларда ишловчи аппаратлар (синтез колонналари, ректорлар, компрессорлар, қувурлар ва бошқалар) тайёрлашда ишлатилади. Хром волфрамли пулатлар (4-5% Cr, 9-19% W) кескин, каттик ва иссиқликка чидамли бўлиб, кесувчи асбоблар, аппаратлар тайёрлаш учун сарфланади. Марганецли пулатлар (8-14% Mn) урилишга-зарбага жуда чидамли бўлиб, ундан майдалагичлар, ўгирлар, тегирмонлар, темир йўл ва трамвай стрелкалари, крестовиналари тайёрланади.

Пулат навлари шартли равишда сон ва ҳарфлар билан белгиланади. Ҳарф олдидаги сон пулат таркибидаги углероднинг юздан нечадир проценти улишини кўрсатади. Ҳарфлар лигерловчи элемент борлигини (улар X – хром, М – молибден, Н – никел, Г – марганец, В – волфрам, Ф – ванадий, Т – титан билан белгиланади), кўрсатади. Агар лигерловчи элемент 1% дан ортиқ бўлса у

холда тегишли харф олдида лигерловчи элементнинг процент улишини кўрсатувчи сон кўйишади. Масалан: 20 X H 2B навли пўлат бўлса унинг таркибида 0,15-0,25% углерод, 2 % га якин никел , хром ва волфрам 1 % дан камлигини кўрсатади.

### 5.5. Пўлатга термик ва кимёвий ишлов бериш.

Термик ишлов бериш пўлат технологиясига муҳим операция бўлиб, бунда юкори хароратда қиздирилиб сўнгра керакли тезликда совутиш йўли билан структураси ва хоссаларини кескин ўзгартирилади. Термик ишлов беришнинг ҳар хил турлари бўлиб, муҳимлари тоблаш ва бўшатишдир.

Ўртача углеродли ва кўп углеродли асбобсоз пўлатларга каттиклик бериш учун тобланади. Буюм ва асбоб юкори хароратда қиздирилади, сўнгра нефт мойларига тушурилиб тез совутилади. Бунда углероднинг  $\gamma$  - темирдаги каттик эритмаси (аустенит), ўта тўйинган  $\alpha$ - темирнинг каттик эритмасига (бу хилдаги айланиш фазасига мартенцит дейилади) айланади. Мартенцит жуда каттик ва мўрт бўлади. Мўртлигини йўқотиш ва каттиклигини сақлаб қолиш учун, пўлат буюм бўшатилади. Бунинг учун у яна қайта 200-500° С гача қиздирилиб ва яна совутилади. Бунда мартенцит қисман парчаланаяди ва парчаланиш маҳсулотлари (цементит ва феррит) билан майин дисперсли аралашма ҳосил қилади).

Пўлатга механик ишлов берганда ҳосил бўлувчи ички қучланишни йўқотиш ҳамда йирикрок заррачали барқарор структура ҳосил қилиш учун пўлат (буюм) бўшатилади. Бунинг учун яна уни тоблаш хароратигача қиздирилиб сўнгра секин совутилади. Бунда пўлатдаги барча айланишлар жараёни тулик кечади.

Пўлатга кимёвий ишлов берилганда унинг факат юза қисмидагина ўзгариш содир бўлади, ички қисмида ўзгариш бўлмайди. Пўлат юзасининг таркиби ва физик хоссалари ўзгаради. Пўлат юзаси етарли даражада каттик ва едирилишига чидамли бўлиши учун, цементацияланади ёки азотирланади. Цементациялаш бу пўлат юзасини углерод билан тўйинтириб уни цементитга

кўмири, сода ва поташдан иборат каттик аралашма ичида каттик киздирилади. Азотирлаш бу пўлат юзасини азот билан тўйинтиришдир. Бунда азот темир ва унинг таркибидаги лигирловчи элементлари билан бирикиб каттик нитратлар ҳосил қилади. Азотирлаш учун пўлат буюм, аммиак атмосферасида 500-600°C ҳароратда киздирилади. Натижада аммиакнинг диссоцияланишидан ҳосил бўлган азот пўлатга диффузияланиб бирикади ва пўлат юзасида 0,5-2 мм қалинликда жуда каттик нитратлар қаватини ҳосил қилади. Пўлат буюмларни иссиқликка чидамли қилиш учун унинг юзаси алюминий билан тўйинтирилади. Бу жараён алитирлаш деб аталади. Бунини амалга ошириш учун пўлат буюм ферроалюминий кукунида киздирилади.

### 5.6 Алюминий ишлаб чиқариш.

Рангли металллар ичида қўлланиш қўлламининг кенглиги ва ишлаб чиқариш ҳажми жиҳатидан алюминий биринчи ўринни эгаллайди. Алюминий енгил ( $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$ ), осон суюкланувчи ( $t_f = 660^\circ\text{C}$ ), қуқунсимон ок. юмшак, ялтирок металл 2500 °C да қайнайди. Электр токини жуда яхши ўтказадан. У жуда пластик бўлиб, ундан симлар, туника ҳамда юпка алюминий қоғозлари (фолгалар) ясаш мумкин.

**Олиниши.** Алюминийни 1886- йилда Чарлз. М. Хол (АҚШ) ва Пол Эру (Франция) бир – бирдан хабарсиз ҳолда  $\text{Al}_2\text{O}_3$  дан электролиз қилиб олиш усулини ишлаб чиқдилар. Шу усулга биноан алюминий, алюминий оксиди ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) билан криолит ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) аралашмаси суюкланмасини электролиз қилиб олинади. Алюминий оксидини (глинозёмни) олиш учун алюминийнинг турли рудалари: боксит, нефелин, алунит, каолин ва бошқалар ишлатилади.

Боксит – тоғ жинси бўлиб таркибида 32-60 % (масса бўйича) гача турлича гидратланган алюминий оксиди  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  саклайди, яна 2 – 20 % гача кремний оксиди –  $\text{SiO}_2$ , темир, титан марганец, калий, магний оксидлари ва бошқаларни саклайди. Унинг йирик конлари Россия ва Қозғоғистонда жойлашган, Ўзбекистонда ҳам унинг қоналари бор. Бокситли

конлар Фарғона водийсида, Бойсунда ва Кармана тоғларида жойлашган (ўртача сифатли конларига Жалойир, Нурота, Қизилбулоқ, Қизилқумдаги Октов конларини кўрсатиш мумкин) Нефелин бу ишқорий алюмосилкат бўлиб,  $(\text{Na,K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  -минерали шаклида ёки апатит – нефелинли рудалар шаклида учрайди. Кейингисидан фосфорли ўғит олиш учун қайта ишланиб апатитли концентрат олинади. Қолган чиқиндисини – колдиги флотацияланиб нефелинли концентратга (таркибида 30 % гача  $\text{Al}_2\text{O}_3$  саклайди) айлантирилади.

Алунит –  $(\text{Na,K})_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3$  рудасини таркибида 20 % - гача  $\text{Al}_2\text{O}_3$  саклайди. Ўзбекистонда алунит қони Охангарондадир.

Каолин –  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  рудаси тоза ҳолда кам учрайди, таркибида асосан, қум ва бошқалар билан ифлосланган ҳолда кенг тарқалган сарғиш, қўнғир рангли бўлади. Каолин қони Ўзбекистонда; Ангренда Олтинтов ва Букатовдадир.

Руда таркибига қараб глинозёмни ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ажратиб тозалаб олиш учун ишқорий, кислотали ва электротермик усуллардан фойдаланилади.

Хўш ишқорий усул. 1886 йилда Россияда К.И.Байер томонидан кашф этилган бўлиб, Байер усули ҳам дейилади. Бу усул руда таркибидаги  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ни ишқор билан эритиб эритмани эритмайдиган қўшимчалардан ажратиб олишга асосланган. Бу усулда 5%гача  $\text{SiO}_2$ -сакловчи бокситни қайта ишлаш иқтисодий жиҳатдан самарали бўлиб, бундан ортиқ бўлса анчагина  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва  $\text{NaOH}$  йуқотилади.

Бу усулда алюминий оксидини олиш тўрт босқичда амалга оширилади. Биринчи босқичи хом ашёни тайёрлаш. Бунда боксит дағал майдаланади ва шарли майдалагичда ишлатилган ишқор эритмаси иштирокида яна майдаланади (суюқликда майдаланади) қуқун қолға келтирилиб суспензия ҳосил қилинади. Иккинчи босқич бокситни эритиш. Бу босқичда боксит суспензиясини ишлатилган натрий алюминатли эритмада (алюминатли эритмада оксидга ҳисобланганда 300 г/л  $\text{Na}_2\text{O}$  бўлади), 4-6 соат мобайнида автоклавда 0,4-1,5 МПа босимда иссиқ сув билан 150-200 °C киздирилади. Боксит ишқор

таъсирида эрувчан бирикмага айланади. Реакция натижасида боксит таркибидаги глинозём ва кремнезём эритмага утади:



Пульпа автоклавдан олинади, ювувчи сув билан суюлтирилади. ( $\text{Na}_2\text{O}$ нинг концентрацияси 150г/л булгунча суюлтирилади). Натижада эримай колган қушимчалар кизил шлам (қушимчалар таркибидаги темир оксиди унга кизил ранг беради) таркибига кириб унинг чукишини тезлаштиради. Бундан ташқари, ҳосил булган натрий алюминатнинг  $\text{NaAlO}_2$  бир қисми натрий силикат-  $\text{NaSiO}_3$  билан узаро таъсирлашиб эримайдиган натрий алюмосиликатга айланади:



Алюмосиликат чуқмаси кизил шлам билан бирга тиндиргичларда сунгра фильтр эритмаларидан ажратилади. Чуқма сув билан ювилади, фильтрат (ювувчи сув) эса пульпани суюлтиришга юборилади.

Баъзан бокситни ишкорда эритишдан олдин бойитилади, масалан, боксит таркибидаги кум, тупрок каби аралашмалар сув билан ювилади. Натижада боксит таркибидаги бегона аралашмалар анча камаيда. Учинчи босқич, қайириш дейилиб унда туҳтовсиз аралаштириб турган ҳолда, 60-90 соат мобайнида суюлтирилган натрий алюминат эритмасининг секи наста 60 дан 40° гача совутиш йули билан парчалангорилади. Эритмадан натрий алюминатнинг гидролизи реакцияси натижасида алюминийнинг 50% га яқин қисми  $\text{Al}(\text{OH})_3$  кўринишида чуқмага тушади.



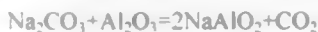
Қайириш олдидан эритмага тоза чуқтириб олинган  $\text{Al}(\text{OH})_3$  кристалларидан қушилади. У қўр вазифасини ўтайди, яъни  $\text{Al}(\text{OH})_3$  яхши филтрланадиган шаклида тез чукишини таъминлайди. Пульпа тиндиргичда тиндирилади ва барабанли вакуум – филтрда филтрланади. Таркибда гидролизланмай колган  $\text{NaAlO}_2$  ва  $\text{NaOH}$  сакловчи фильтрат қўр эритма (маточный раствор) булантирилади. Бошлангич концентрацияга (таркибига

$\text{Na}_2\text{O}$  нинг миқдори 30г/л булгунча) келгунча  $\text{NaOH}$  кушилади ва бокситни суюқликда майдалаш ва эритиш учун юборилади.

Туртинчи боскич куйдириш – калцинатция бунда олинган  $\text{Al}(\text{OH})_3$  қуқмаси айланувчи барбанли печларда суёқ ёки газ ёкилгилар ёкилиб 12000С хароратда куйдирилади-кальцинациялади.



Натижада таркибида 0,06-0,15% гача  $\text{SiO}_2$  сакловчи жуда тоза алюминий оксиди-гилнозём олинади. Қурук ишкорний усул. Амалда хар кандай миқдорда ва хар кандай бирикма шаклидаги алюминий сакловчи ашёларни кайта ишлашга ярокли хисобланади. Шу жумладан таркибида  $\text{SiO}_2$  кўп бўлган боксит ва нефелин рудаларини ҳам кайта ишлашга ярокли. Бу усулда боксит охактош ва таркибида сода сакловчи кўр эритма ҳамда ок шлам (алюмосиликат) билан аралаштирилади. Улар шундай нисбатларда аралаштириладики, бунда 1 моль  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва бир моль  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  га бир моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ҳамда бир моль  $\text{SiO}_2$  га икки моль  $\text{CaCO}_3$  тўғри келади. Шундай нисбатларда аралаштириб тайёрланган шихта шарли майдалагичларда яхшилаб майдаланилади. Сўнгра хосил бўлган суёқ пульпа форсунка оркали айланувчи барабанли куйдириш печига (печнинг узунлиги 150 м, диаметри 5м) солинади. Шихта навбат билан печни қуритиш, парчалаш, заррачаларнинг бир-бирига ёпишиб яхлитланиш ва ниҳоят совуш зоналари оркали ўтади. Яхлитланиш (ёпишиш) жараёни асосий боскич бўлиб, 1000-1200°C хароратда боради.

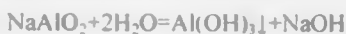
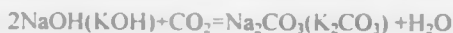


Бу реакцияларнинг тезлиги юкори хароратда кальций алюминат ва алюмосиликатлар хосил бўлиши реакцияси тезлигидан анча каттадир. Кремнезёмнинг озрок қисми  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  шаклида, темир оксиди эса  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  шаклида боғланади. Хосил бўлган спёк (суёқланиб бир-бирисига ёпишган аралашма) майдаланилади ва ишлатиладиган кучсиз ишкор эритмаси билан аралаштирилиб турган ҳолда ишлов берилади. Натижада натрий алюминат ва

кисман натрий силикат эритмага ўтади. Кремнийни бутунлай йўқотиш учун (кремнийсизлаш учун) эритмага оҳакли сув қўшилади ва автоклавда 150-160°C ҳароратда киздирилади.



Ҳосил бўлган ок шлам (алюмосиликат) чўкмага тушади. Чўкма тиндириш ва филтрлаш йўли билан ажратиб олинади. Филтрат (эритма) эса спеклаш вақтида ҳосил бўлган таркибида 10-14%  $\text{CO}_2$  сақланган тутун гази билан ишлов берилади. Бунда натрий гидроксиди нейтралланганлиги учун, натрий алюминати гидролизланади. Ҳосил бўлган  $\text{Al}(\text{OH})_3$  чўкмага тушади.



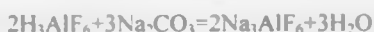
Бу усулда  $\text{NaOH}$  ( $\text{KOH}$ ) ни тўхтовсиз нейтраллаб турилиши сабаб, эритма ҳолдаги алюминатни парчалаш. Байер усулига қараганда анча тез ва тўлиқроқ бўлади.

Ёпишиш усулида глинозём-  $\text{Al}_2\text{O}_3$  нинг унуми 80% га етади. Ишқорий ҳул усулда эса 55% бўлади. Бундан ташқари анча арзон реагентлар:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ва  $\text{CaO}$  қўлланилади. Глинозёмнинг тан нарҳини чиқиндиларини қайта ишлаш йўли билан янада арзонлаштириш мумкин. Бунинг учун алюминий гидроксид чўкмаси филтрлаб олингач, қолган филтрат таркибида агар хом-ашё сифатида нефелин минерали олинган бўлса натрий ва калий карбонатларини сақлайди. Уларни кристаллаб филтратдан ажратиб олинади. Қолган қисмига шламга оҳактош қўшиб қайта ишлаш йўли билан уни портланд-цемент айлантирилади.

Ит  $\text{Al}_2\text{O}_3$  олганда чиқиндисидан қўшимча 1 тоннага яқин сода ва поташ, 7-8 тонна цемент олинади. Ишлаб чиқаришда бирор хил чиқиндининг бўлмаслиги бу усулни жуда самарали усул эканлигидан далолат беради бу усул хом ашёни комплекс фойдаланишга яққол мисол бўла олади.

Алюминий оксидини водород ёки бирор металл билан қайтариб олиб бўлмайди. Углерод эса 2100°C ҳароратдагина қайтара бошлайди, аммо бундай ҳароратда у алюминий карбид ҳосил қилади. Тоза алюминий оксиди электр

токини утказмайди. 2050°C хароратда суюкланади. Шунинг учун ҳам  $Al_2O_3$  суюкланиш хароратини пасайтирувчи ҳамда электр утказувчанлик хоссасини оширувчи кушимчалар кушмай туриб амалда электролиз килиб бўлмайди.  $Al_2O_3$  ни яхши эритадиган ва унинг суюкланиш хароратини кескин камайтирадиган модда сифатида криолитдан  $Na_3AlF_6(3NaF \cdot AlF_3)$  фойдаланилади. Криолит табиатда кам таркалган. Шунинг учун ҳам уни алюминий гидроксидига плавик кислотаси ва сода кушиб сунъий йўл билан олинади.



Криолит 1000°C га якин хароратда суюкланади. Унда 8-10% алюминий оксиди эрийди. Назарий жихатдан уларнинг эвтектик аралашмаси таркиби 10%  $Al_2O_3$  ва 90%  $Na_3AlF_6$  бўлиб, бундай аралашма 962°C да суюкланади. Ишлаб чиқариш шароитида эса шихта яъни аралашма таркиби 8-10%  $Al_2O_3$  ва 90% - 92%  $Na_3AlF_6$  дан иборат булади. Шихтанинг суюкланиш харорати 980°-1000° C. Бундай аралашманинг электр утказувчанлигини ошириш ҳамда криолит таркибидаги диссоциланган  $AlF_4^-$  нинг урнини тулдириш, яъни компенсациялаш учун электролитга  $AlF_3$ ,  $CaF_2$  ва  $MgF_2$  лар кушилади.

Суюкланмада криолит ионларига диссоциланади. Шунинг учун ҳам у электрни яхши утказиши :



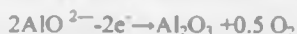
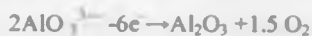
Хосил булган  $AlF_6^{3-}$  иони  $Al^{3+}$  ва  $F^-$  ионларига қисман ажралади. Электролиз инерт электродларда (углеродли) олиб борилади. Электролизёрнинг остида пресланган кумир блоklar қуйилган булиб катод вазифасини бажаради. Алюминийдан ясалган ичи кумир брикети билан тулатилган каркаслар электролизёрнинг юкори қисмига урнатилган булиб, анод вазифасини бажаради. Суюк  $Al_2O_3$  ионларга ажралади.



катодда биринчи навбатда  $Al^{3+}$  қайтарилади (нормал потенциали -1.66 В) :



Аноддан  $\text{AlO}^-$  ва  $\text{AlO}_2^-$  ионлари зарядсизланади.



Ажаралган  $\text{O}_2$  анод кумири билан бириктириб қушимча реакцияларга сабаб бўлади. Натижада аноддан чиқадиган газ тарбида  $\text{O}_2$  дан ташқари  $\text{CO}$  ва  $\text{CO}_2$  ҳам бўлади. Катодда ажаралган  $\text{Al}$  металнинг зичлиги ( $\rho=2.73\text{г/см}^3$ ) суқланманикидан ( $\rho=2.35\text{г/см}^3$ ) ката булганлиги учун электролизёрнинг остида тупланади. Ишлаб чиқаришда қуйдирилган ёки узин куювчи анодли электролизёрлар қулланилади (89- расм). Эни 3 м. катинлиги 1 м булган пулат қожухга (қопламага) урнатилган анод (1) юкори қисми анод ромига (2) махкамланган. Қожух қутарғичга (домкрат) (3) уланган, унинг ёрдамида юкорига қутариш ёки пастга тушиш мумкин. Қожухга чуян қунгирок (4) ҳам урнатилган. Электролиз пайтида ажралиб чиққан газлар глинозём ва криолит қанглари вентиляция қурилмаси ёрдамида унда йигилади. Сунгра  $\text{CO}$  гарелкада (5) ёкилади. Анодли қожухга юкори қисмига ярим суюк қолдаги пластик анод массаси (6) солинади ( анод массаси қулсиз нефт коксига ёки пёк коксига пёк қушиб тайёрланади). Аноднинг остки қисми ёниб қамайиши билан у пастга тушаверади ва ярим суюк масса юкори қарорат таъсирида коксизлашиб электроли яхши утказувчи каттик углеродли анод массасига (7) айланади. Ток утқазиш учун анодга пулат стержен (8) қоқилади. Электролизёр ташки томони пулат билан қопланган қожухдан (11), унинг устига қидамли гиштдан қилинган деворлардан (10) иборат. Электролизёрнинг остки ва ён томонлари қумир блоклар ва плиталардан (9) иборат.

Ток бериш учун блоклар орасига пулат стержин урнатилади. Электролизёр девори яқинида ва электролит устида электролитнинг қотқан қуслоги (13) қосил бўлади. Бу қуслок ҳам иссиқлиқни изоляциялайди (утқазмайди) ва деворни электролитнинг ёмирилишдан қимоя қилади. Алюминий оксиди қарқинки қонияда қилиниб турилади. Бунинг учун қуслок тешилади ва қунгирок (4) остидан тарнов орқати  $\text{Al}_2\text{O}_3$  солинади. Захарли газлар атмосферага чиқариш юборишдан илари қозланади, фтор бирикмалари эса ушлаб қоқилади. (Суюқ

алюминий суткада бирмарта электролизёрдан олинади. Бунинг учун пуслок тешилиб у тешикка кувур тушурилади ва мана шу кувур оркали тортиб олинади ва турли шаклларда колиплар куюлиб, куймалари олинади.

Шундай электролизёрларда ток кчи 150 минг А булиб, 1 суткада 1100 кг алюминий ишлаб чикарилади. 1 тонна алюминий ишлаб чикариш учун 16-20 минг кВт.с. электр энергияси сарфлади. Кучланиш 4,2-4,5 В. Ток буйича унуми 85-90% .Олинган алюминий 99,5-99,8% ли булади, унинг таркибида асосий бегона кушимча темир ва кремнийдир. Замонавий алюминий заводларида электролизёрлар сериялар шаклида урнатилади. Хар бир серия 150 та электролизёрдан иборат булади.

## VI БОБ

### ОЛТИНГУГУРТ ВА СУЛФАТ КИСЛАТА ИШЛАБ ЧИКАРИШ

#### 6.1 Олтингургуртнинг хоссалари ва тарқалиши, ишлатилиши.

**Хоссалари ва тарқалиши.** Олтингургурт табиатда кенг тарқалган. У ер қобиғи массасининг 0,5%ни ташкил этиди. Денгиз ва океан сувларида 1200-106 млн.т. олтингургурт, бирикмалар шаклида сувда эриган ҳолда бўлади. Олтингургурт сарик рангли кристалл мўрт модда. Сувда деярли эрмайди, аммо баъзи органик эритувчиларда эрийди. 444,60 С да қайнайди. Зичлиги 19,3 г/см<sup>3</sup>. У кристалл ҳолда икки хил  $\alpha$  ва  $\beta$  аллотропик шакл ўзгаришга эга, олтингургурт табиатда эркин ҳолда (туғма олтингургурт) ҳам бирикмалар шаклида учрайди. Олтингургуртнинг йирик конлари АҚШ, Италия, Канада, Япония, Украина, Россияда жойлашган. Ўзбекистонда Фарғона ва Муборакда олтингургурт конлари мавжуд.

**Ишлатилиши.** Олтингургурт ҳам ҳужалигининг турли сохаларида ишлатилади. Дунёда ишлаб чикариладиган олтингургуртнинг 50 %га яқини

алюминий суткада бир марта электролизёрдан олинади. Бунини учун пуслик тешилиб у тешикка кувур тушурилади ва мана шу кувур оркали торти олинади ва турли шаклларда колипларга куюлиб, куймалари олинади.

Шундай электролизёрларда ток кучи 150 минг А булиб, 1 суткада 1100 кг алюминий ишлаб чиқарилади. 1 тонна алюминий ишлаб чиқариш учун 16-20 минг кВт.с. электр энергияси сарфланади. Кучланиш 4,2-4,5 В. Ток бўйича унуми 85-90% Олинган алюминий 99,5-99,8% ли булади, унинг таркиби асосий бегона кўшимча темир ва кремнийдир. Замонавий алюминий заводларида электролизёрлар сериялар шаклида урнатилади. Хар бир серия 150 та электролизёрдан иборат булади.

## VI БОБ

### ОЛТИНГУГУРТ ВА СУЛФАТ КИСЛАТА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ

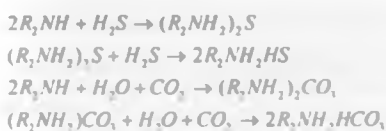
#### 6.1 Олтингургуртнинг хоссалари ва тарқалиши, ишлатилиши.

**Хоссалари ва тарқалиши.** Олтингургурт табиатда кенг тарқалган. У ер қобиғи массасининг 0,5%ни ташкил этади. Денгиз ва океан сувларида 1200-106 млн.т. олтингургурт, бирикмалар шаклида сувда эриган ҳолда бўлади. Олтингургурт сарик рангли кристалл мўрт модда. Сувда деярли эримайди, аммо баъзи органик эритувчиларда эрийди. 444,60 С да қайнайди. Зичлиги  $-2,07\text{г/см}^3$ . У кристалл ҳолда икки хил -  $\alpha$  ва  $\beta$  аллотропик шакл ўзгаришга эга. олтингургурт табиатда эркин ҳолда (туғма олтингургурт) ҳам бирикмалар шаклида учрайди. Олтингургуртнинг йирик конлари АҚШ, Италия, Канада, Япония, Украина, Россияда жойлашган. Ўзбекистонда Фарғона ва Муборада олтингургурт конлари мавжуд.

**Ишлатилиши.** Олтингургурт халқ ҳужалигининг турли соҳаларида ишлатилади. Дунёда ишлаб чиқариладиган олтингургуртнинг 50 %га яқини

сульфид газлари бўлади. Водород сульфидни захарли бўлгани учун бундай газлардан фойдаланиб бўлмайди. Табиий газ таркибидан  $H_2S$  ни ажратиб олинса, сунгра, тозаланган газдан фойдаланиш мумкин. Табиий водород сульфидли газларни  $H_2S$  дан газ олтингурти олиш технологияси анча такомиллашган бўлиб, шу усулга асосланган йирнк газ олтингурти заводи Муборак шахрида 1974 йилда қурилиб ишга туширилди. У завод йилига 500 минг т. олтингурт ишлаб чиқармоқда. Водород сульфидли табиий газлар махсус қурилмалар ёрдамида моно- ва диэтанолламин билан абсорбциялаб тозаланadi.

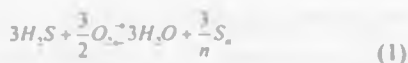
Газ абсорбент эритмаси (18,25%ли) билан тўқнашганда қуйидаги кимёвий реакциялар кетади:



Бунда,  $R_1 - OH - CH_2 - CH_2 -$  гурухсидир.

Абсорбцияланган газлар  $120-125^\circ C$  ҳароратда тулик десорбциялаб ажратиб олинади. Олинган  $H_2S$  дан олтингурт ажратиб олинади. Водород сульфиддан олтингурт олиш жараёни.  $H_2S$  ни ҳаво кислороди билан чала оксидлашга Клаус усулига асосланган бўлиб, икки боскичдан термик ва каталитик боскичлардан иборатдир.

Термик боскичдан  $H_2S$  юкори ҳароратда ёкилади, катталитик боскичда эса  $H_2S$  чала оксидланади, бу реакцияни умумий ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин:

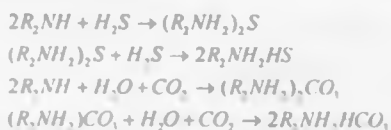


п олтингурт атомлари сони, у реакция ҳароратига боғлиқ  $n$  (2тадан 8 тагача). Бу реакция (1) икки боскичда боради.

Биринчи боскичда реакция печига келган  $H_2S$  нинг учдан бир қисми  $SO_2$  гача оксидланишига етadиган миқдорда ҳаво билан аралаштириб ёкилади:

сульфид газни бўлган. Водород сульфид захарли бўлгани учун бундай газлардан фойдаланиб бўлмайди. Табиий газ таркибидан  $H_2S$  ни ажратиб олинса, сўнгги тозаланган газдан фойдаланиш мумкин. Табиий водород сульфидли газларни  $H_2S$  дан газ олтингургурти олиш технологияси анча такомиллашган бўлиб, шу усулга асосланган йирик газ олтингургурти заводи Муборак шаҳрида 1974 йилда қурилиб ишга туширилди. У завод йилига 500 минг т. олтингургурт ишлаб чиқармоқда. Водород сульфидли табиий газлар махсус қурилмалар ёрдамида моно- ва диэтаноламин билан абсорбциялаб тозаланadi.

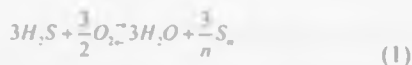
Газ абсорбент эритмаси (18,25%) билан тўқнашганда қуйидаги кимёвий реакциялар кетади:



Бунда,  $R_1 - OH - CH_2 - CH_2 -$  гуруҳсидир.

Абсорбцияланган газлар  $120-125^\circ C$  ҳароратда тулик десорбциялаб ажратиб олинади. Олинган  $H_2S$  дан олтингургурт ажратиб олинади. Водород сульфиддан олтингургурт олиш жараёни.  $H_2S$  ни ҳаво кислороди билан чала оксидлашга Клаус усулига асосланган бўлиб, икки босқичдан термик ва каталитик босқичлардан иборатдир.

Термик босқичдан  $H_2S$  юқори ҳароратда ёкилади, катталитик босқичдан эса  $H_2S$  чала оксидланади, бу реакцияни умумий ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин:



н — олтингургурт атомлари сони, у реакция ҳароратига боғлиқ γ (2тадан 8 тагача). Бу реакция (1) икки босқичда борали.

Биринчи босқичда реакция печига келган  $H_2S$  нинг учдан бир қисми γ гача оксидланишига етадиган миқдорда ҳаво билан аралаштириб ёкилади:

унинг таркибида  $\text{SO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  ва бошқалар ҳам булади. Ҳозирги кунда боксит ўрнига активланган алюминий оксиди ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) кенг қўлланмоқда. Термик боскичда газ ёқиш бўлимига боришдан олдин суюқлик томчилардан ажратиб тозалаш учун киритиш сепаратори с-1 оркали ўтказилади. Нордон газлардаги ( $\text{H}_2\text{S}$ :  $\text{SO}_4$ ) водород сульфиднинг концентрациясини назорат қилиш учун, газ сепараторда С-1 чиқаётган жойда оқимли газоанализатор ўрнатилади.

Газларни ёнишини таъминлаш учун ёқиш бўлимига насос ёрдамида босим билан ҳаво юборилади. Ҳаво филтр ва киздиргич орали ўтади. Ҳавони киздиришдан мақсад  $\text{H}_2\text{S}$  нинг гайри ихтиёрий ёниб кетишини, ҳамда газ қувурларини коррозияланишини олдини олишдир, чунки  $\text{H}_2\text{S}$  ёнганда  $\text{SO}_2$  ҳосил бўлиши ҳам мумкин ва у сув буглари иштирокида паст ҳароратда сульфат кислотасига айланади.

Ҳавонинг сарфланишини фойдаланиш қозонидан (ФҚ) чиқаётганда нордон газлар миқдори ( $\text{H}_2\text{S}:\text{SO}_2$ )нинг нисбатига боғлиқ ҳолда тўғрилаб турилади. Газлар печ-реактордан (ПР) ўтгач ёниш маҳсулотлари фойдаланиш қозонининг қувурлари мажмуиларидан ўтиб  $500^\circ\text{C}$  гача совиёди. Бунда олтингугурт буглари қисман конденсатланади. Олинган олтингугурт маҳсул эшикча оркали аппаратдан чиқариб олинади. Фойдаланиш қозонидан эса юқори босимли буг ( $p=2.1 \text{ МПа}$ ) олинади. Фойдаланиш қозонидан чиққан ёниш маҳсулотлари каталитик реактор конверторга Р-1 ўтади, у ерда  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  лар гидролизга учрайди.

Конверторда борадиган реакция экзотермик бўлигандан катализатор юзасида ҳарорат тахминан  $30-60^\circ\text{C}$  гача кўтарилади. Бу ҳолат олтингугуртнинг суюқ чўқмасини ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади, акс ҳолда катализатор юзасига тушиб унинг активлигини камайтирган бўларди. Конвертордаги бундай ҳарорат қўшимча реакция маҳсулотларини ( $\text{COS}$  ва  $\text{CS}_2$ ) парчаланшини ҳам таъминлайди. Газнинг асосий қисми 90 %га яқини реактордан совутиш учун конденсаторга Х-1 қувурларни ораллигига ўтади сўнгра Р-2га ўтади. Конденсатор Х-1 дан қувурлараро бўшлиқда сувнинг бугланиши

Ҳозирги кунда боксит ёрнига активланган алюминий оксиди ( $Al_2O_3$ ) кен кулланмоқда. Термик боскичда газ ёкиш бўлимига боришдан олдин суюқ томчилардан ажратиб тозалаш учун киритиш сепаратори с-1 орқали утказилади. Нордон газлардаги ( $H_2S$ :  $SO_4$ ) водород сульфиднинг концентрациясини назорат қилиш учун, газ сепараторда С-1 чиқаётган жойда окимли газоанализатор урнатилади.

Газларни ёнишини таъминлаш учун ёкиш бўлимига насос ёрдамида босим билан ҳаво юборилади. Ҳаво филтр ва киздиргич орқали ўтади. Ҳавонинг киздиришдан мақсад  $H_2S$  нинг гайри ихтиёрий ёниб кетишини, ҳамда газ қувурларини коррозияланишини олдини олишдир, чунки  $H_2S$  ёнганда  $SO_2$  ҳосил бўлиши ҳам мумкин ва у сув буглари нштирокида паст ҳароратда сульфат кислотасига айланади.

Ҳавонинг сарфланишини фойдаланиш қозонидан (ФҚ) чиқаётганда нордон газлар миқдори ( $H_2S:SO_2$ )нинг нисбатига боғлиқ ҳолда тўғрилаб турилади. Газлар печ-реактордан (ПР) ўтгач ёниш маҳсулотлари фойдаланиш қозонининг қувурлари мажмулиларидан ўтиб  $500^{\circ}C$  гача совиқди. Бунда олтингугурт буглари қисман конденсатланади. Олинган олтингугурт маҳсус эшикча орқали аппаратдан чиқариб олинади. Фойдаланиш қозонидан эса юқори босимли буг ( $p=2.1$  МПа) олинади. Фойдаланиш қозонидан чиққан ёниш маҳсулотлари каталитик реактор конверторга Р-1 ўтади, у ерда  $H_2S$ ,  $SO_2$  лар гидролизга учрайди.

Конверторда борадиган реакция экзотермик бўлганидан катализатор юзасида ҳарорат тахминан  $30-60^{\circ}C$  гача қўтарилади. Бу ҳолат олтингугуртнинг суюқ чўқмасини ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади, акс ҳолда катализатор юзасига тушиб унинг активлигини камайтирган бўларди. Конвертордаги бундай ҳарорат қўшимча реакция маҳсулотларини ( $COS$  ва  $CS_2$ ) парчаланишини ҳам таъминлайди. Газнинг асосий қисми 90 %га яқини реактордан совутиш учун конденсаторга Х-1 қувурлари орқалигига ўтади сўнгра Р-2га ўтади. Конденсатор Х-1 дан қувурлараро бўшлиқда сувнинг бугланиши

сачратилиб газ чиқувчи қувур орқали муриларига бориб атмосферага чиқиб кетади. Клаус усулида олтингугурт ишлаб чиқарилганда 8% гача  $H_2S$  конверсияга учрамай қолади. Уни 20% ли диэтанолламин эритмаси орқали утказиб, қисман ушлаб қалинади, қолган қисми муриларда ёкиб атмосферага чиқариб юборилади. Бу ҳа атмосфера ҳавосини бир мунча ифлосланишига олиб келади.

Кейинги йилларда атмосферага чиқариб юқориладиган газлар таркибидаги  $H_2S$  ни ушлаб қолишнинг самарали усуллари кашф қилинган. Масалан АКШда ишлаб чиқарилган «сульфокс -жараён» усулини олайлик. Бу усулда  $H_2S$  айланиб «циркуляцияланиб» турувчи аммиак эритмаси билан ушлаб қолинади, ҳосил бўлган аммонийгидросульфиди киздирилиб, ҳаво билан аралаштирилиб сульфидларни олтингугуртга айлантирувчи катализатор орқали утказиб турилади.



Бу усул газлар таркибидаги  $H_2S$  миқдорини 100 дан то 0.1  $мг/м^3$  гача камайтиради ҳамда чиқинди газдан олтингугурт олиш имконини беради. Бу усул Клаус усулига нисбатан иқтисодий жиҳатдан 1.5 марта фойдали ҳисобланади. «сульфокс - жараён» усулини газдан олтингугурт ишлаб чиқариш заводларида қўллаш ҳам иқтисодий ҳам экологик жиҳатдан фойдали ҳисобланади.

### 6.3 Сульфат кислота ишлаб чиқариш

**Ҳосиллари.** Кимёвий тоза сульфат кислота (моногидрат) оғир, мойсимон, рангсиз, ҳидсиз, суюқлик бўлиб 96% ли (масса бўйича) зичлиги 1,84  $г/см^3$ ,  $104,6^{\circ}C$  да қотади – музлайди ва  $338,8^{\circ}C$  да қайнайди. Сув билан чексиз миқдорда аралашади, бунда қўп иссиқлик ажралиб чиқади. Сувда эриганда 3 хил гидратлар ҳосил қилади. ( $H_2SO_4$ ,  $H_2O$ ,  $H_2SO_4$ ,  $2H_2O$ ,  $H_2SO_4$ ,  $4H_2O$ )  $SO_4$  ҳам сульфат кислотанинг моногидратиди n молекула эриб, эритма-олеум ҳосил қилади. Олеум ҳавода тутайди, чунки ундан  $SO_3$  десорбцияланиб туради.

...ирилади. Натрийда 11,5% сульфид ишланган газларнинг таъсирини таъсир...

газ чикувчи кувур оркали муриларга бориб атмосферага чикиб кетади. Клаус усулида олтингугурт ишлаб чиқарилганда 8% гача  $H_2S$  конверсияга учиради қолади. Уни 20% ли диэтаноламин эритмаси оркали утказиб, қисман ушлаб қалинади, қолган қисми муриларда ёкиб атмосферага чиқариб юборилади. Бу ҳа атмосфера ҳавосини бир мунча ифлосланишига олиб келади.

Кейинги йилларда атмосферага чиқариб юқориладиган газлар таркибиди  $H_2S$  ни ушлаб қолишнинг самарали усуллари кашф қилинган. Масалан АКШда ишлаб чиқарилган «сульфокс -жараён» усулини олайлик. Бу усулда  $H_2S$  айланиб «циркулясияланиб» турувчи аммиак эритмаси билан ушлаб қолинади, ҳосил бўлган аммонийгидросульфиди қиздирилиб, ҳаво билан араштирилиб сульфидларни олтингугуртга айлантирувчи катализатор оркали утқали турилади.



Бу усул газлар таркибиди  $H_2S$  микдорини 100 дан то 0,1 мг/м<sup>3</sup> гача қамайтиради ҳамда чиқинди газдан олтингугурт олиш имконини беради. Бу усул Клаус усулига нисбатан иқтисодий жиҳатдан 1,5 марта фойдали ҳисобланади. «сульфокс - жараён» усулини газдан олтингугурт ишлаб чиқариш заводларида қўллаш ҳам иқтисодий ҳам экологик жиҳатдан фойдали ҳисобланади.

### 6.3 Сульфат кислота ишлаб чиқариш

**Ҳосиллари.** Кимёвий тоза сульфат кислота (моногидрат) оғир, мойсима рангсиз, ҳидсиз, суюқлик бўлиб 96% ли (масса бўйича) зичлиги 1,84 г/см<sup>3</sup>, 104,6<sup>0</sup>С да қотади – музлайди ва 338,8<sup>0</sup>С да қайнайди. Сув билан текис микдорда арашлади, бунда қўп иссиқлик ажралиб чиқади. Сувда эриганда 3 хил гидратлар ҳосил қилади. ( $H_2SO_4 \cdot H_2O$ ,  $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$ ,  $H_2SO_4 \cdot 4H_2O$ )  $SO_3$  ҳам сульфат кислотанинг моногидратида n молекула эриб, эритма-олеум ҳосил қилади. Олеум ҳавода тутайди, чунки ундан  $SO_3$  десорбцияланиб туради.

ёки қайтарувчилар таъсирида масалан S таъсирида лиссопиацияланиш даражаси ҳам ортади.

Концентрланган сульфат кислота кучли оксидловчи ҳамдир. Унинг металллар билан таъсири концентрациясига боглик бўлади. Концентрланган кислота олтин ва платинадан бошқа барча металллар билан реакцияга киришади, бунда водород ажралиб чиқмайди, балки сульфат кислотанинг қайтарилиш махсулотлари ( $\text{SO}_2$ , S,  $\text{H}_2\text{S}$ ) туз ва сув ҳосил бўлади.

У сув билан гидратлар ҳосил қилиш ҳоссасига эга бўлганлигидан сувни шиддатли тортиб олади. Кучли гигроскопик моддадир. У ҳатто бошқа кислоталардан, тузларни кристаллогидратларидан, ҳатто углеводородларнинг кислородли ҳосилаларидан (унда водород ва кислород сув шаклида бўлмаса ҳам) сувни тортиб олади. Ўсимлик ва ҳайвонот тўқималари крахмал, канд ва целлюлоза каби моддаларни емиради. Улардан сувни тортиб олгач қорайиб углерод қолади. Суюқ кислотада эса целлюлоза ва крахмал глюкоза ҳосил қилиб парчаланadi. Одам терисига концентрланган кислота тегса қуйдиради.

**Ишлаб чиқариш усуллари.** Сульфат кислота X асрдан бошлаб олиниб келинмоқда. У темир кўпоросини ёки аччиктошни каттик қиздириш натижасида олинган. Ҳосил бўлган



огир мойсимон суюқлик сульфат кислота кўпорс мойи деб аталган.

XV асрда алхимиклар олтингугурт ва селитра аралашмасини ёкиб, сульфат кислота олиш мумкинлигини аниқлаганлар. Шу усулда 300 йилдан кўпроқ вақт мобайнида сульфат кислота оз миқдорда шиша қолбалар ва реторталарда фақат лабораториялардагина олинган. XVIII аср ўрталарида сульфат кислотага чидамли материал – кўргошин топилогач сульфат кислота кўргошин идишлар – камераларда саноат миқёсида олина бошланган. Бундай усул камерали усул деб аталди. Бу камераларда олтингугурт ва селитра аралашмаси ёкилган. Бунда ҳосил бўлган сульфат ангидрид камерага қўйилган сув ёки кислота эритмасида ютилади. Кейинчалик селитра ўрнига нитрат кислота ва камералар ўрнига минераллардан (XX асрнинг бошларида) фойдаланиладиган бўлинди. Шунинг

ёки қайтарувчилар таъсирида масалан S таъсирида диссоциацияланиш ларажаси ҳам ортади.

Концентрланган сульфат кислота кучли оксидловчи ҳамдир. Унинг металллар билан таъсири концентрациясига боғлиқ бўлади. Концентрланган кислота олтин ва платинадан бошқа барча металллар билан реакцияга киришганда бунда водород ажралиб чиқмайди, балки сульфат кислотанинг қайтарилиш маҳсулотлари ( $\text{SO}_2$ , S,  $\text{H}_2\text{S}$ ) туз ва сув ҳосил бўлади.

У сув билан гидратлар ҳосил қилиш хоссасига эга бўлганлигидан сувни шиддатли тортиб олади. Кучли гигроскопик моддадир. У ҳатто бошқа кислоталардан, тузларни кристаллогидратларидан, ҳатто углеводородларнинг кислородли ҳосилаларидан (унда водород ва кислород сув шаклида бўлмаса ҳам) сувни тортиб олади. Усимлик ва хайвонот туқималари крахмал, канд ва целлюлоза каби моддаларни емиради. Улардан сувни тортиб олгач қорайиб углерод қолади. Суюқ кислотада эса целлюлоза ва крахмал глюкоза ҳосил қилиб парчаланadi. Одам терисига концентрланган кислота тегса қуйдиради.

**Ишлаб чиқариш усуллари.** Сульфат кислота X асрдан бошлаб олиниб келинмокда. У темир купоросини ёки аччиктошни каттик қиздириш натижасида олинган. Ҳосил бўлган



огир мойсимон суюқлик сульфат кислота купорс мойи деб аталган.

XV асрда алхимиклар олтингугурт ва селитра аралашмасини ёкиб, сульфат кислота олиш мумкинлигини аниқлаганлар. Шу усулда 300 йилдан купрок вақт мобайнида сульфат кислота оз миқдорда шиша қолбалар ва реторталарда фақат лабораториялардагина олинган. XVIII аср урталарида сульфат кислота чидамли материал – қургошин топишган сульфат кислота қургошин идишлар камераларда саноат миқёсида олина бошланган. Бундай усул камерали усул деб аталди. Бу камераларда олтингугурт ва селитра аралашмаси ёкилган. Бунда ҳосил бўлган сульфат ангидрид камерага қуйилган сув ёки кислота эритмасида ютилади. Кейинчалик селитра ўрнига нитрат кислота ва камералар ўрнига минераллардан (XX асрнинг бошларида) фойдаланиладиган бўлинди. Шунинг

Сульфат кислота турли органик синтезларда ишлатилади. Ундан этанол ва бошқа спиртлар, баъзи эфирлар, синтетик ювиш воситалари, пестицидлар, бўёқлар, сахарин, пластмассалар олинади. Унинг тузлари сунъий ипак ишлаб чиқаришда, туқимачилик саноатида, тола ёки газламаларни бўяшдан олдин ишлов беришда ишлатилади. Озик-овкат саноатида крахмал, патока ва бошқа маҳсулотларни олишда ҳам ишлатилади. У яна аккумулятор тайёрлашда газларни қуритишда, кислоталарни концентрлашда, нитроллаш реакцияларида, портловчи моддалар ишлаб чиқаришда, ионитларни регенерациялашда ва бошқа қўлғина соҳаларда ишлатилади.

Сульфат кислота Россияда 1913 йилда 0,15 миллион тонна, ишлаб чиқарилган бўлса 1990 йилга келиб 25 миллион тоннага етказилди. Ўзбекистонда сульфат кислота ишлаб чиқариш 1941 йил урушидан кейин бошланди ва 1950 йилда 73 минг тонна ишлаб чиқарилди. 1990 йилга келиб эса бу кўрсаткич 2,5 миллион тоннага етказилди.

Ҳозирги кунда Ўзбекистонда 4та сульфат кислота ишлаб чиқариш корхоналари: Чирчикэлектрохимпром ишлаб чиқариш бирлашмаси, Самарканд (1954йил), Олтинтопган (1965 йил) ва Олмалик (1980йил ) кимё заводлари ишлаб турибди. Ўзбекистон сульфат кислотани ишлаб чиқариш бўйича 1985 йилдаёқ жаҳоннинг қўлғина мамлакатларидан, масалан, Болгария, Венгрия, Руминия, Чехословакия, Югославия давлатларидан ўзиб кетди.

#### 6.4 Олтингургурт (iv)- оксидини ишлаб чиқариш

$\text{SO}_2$ - рангсиз, ўткир ҳидли (ёнаётган олтингургурт ҳидини эслатади) газ. 100%  $\text{SO}_2$  атмосфера босимида-  $10,09^\circ\text{C}$  да суюқ ҳолга ўтади.  $-70^\circ\text{C}$  да қотилади. Жуда завҳарли бўлиб, чэгаравий ҳавфли концентрация (ЧХК) микдори  $0,005 \text{ мг/м}^3$ , ишлаб чиқариш биноларига эса  $10, \text{мг/м}^3$  га тенг.

Ҳом ашё.  $\text{SO}_2$  олиш учун асосий ҳом ашё каби олтингургуртли моддалар ва таркибида S сакловчи саноат чикиндиларидир. Россияда да  $\text{SO}_2$  олиш учун ҳом ашё гемир қолчелани  $\text{FeS}_2$ , водород сульфид  $\text{H}_2\text{S}$  ва олтингургуртдир. Кейинги

Сульфат кислота турли органик синтезларда ишлатилади. Ундан этанол ва бошқа спиртлар, баъзи эфирлар, синтетик ювиш воситалари, пестицидлар, бўёқлар, сахарин, пластмассалар олинади. Унинг тузлари сунъий ипак ишлаб чиқаришда, туқимачилик саноатида, тола ёки газламаларни бўйашдан олдин ишлов беришда ишлатилади. Озик-овқат саноатида крахмал, патока ва бошқа маҳсулотларни олишда ҳам ишлатилади. У яна аккумулятор тайёрлашда газларни куриштишда, кислоталарни концентрлашда, нитроланиш реакцияларинда, портловчи моддалар ишлаб чиқаришда, ионитларни регенерациялашда ва бошқа кўпгина соҳаларда ишлатилади.

Сульфат кислота Россияда 1913 йилда 0,15 миллион тонна, ишлаб чиқарилган бўлса 1990 йилга келиб 25 миллион тоннага етказилди. Ўзбекистонда сульфат кислота ишлаб чиқариш 1941 йил урушидан кейин бошланди ва 1950 йилда 73 минг тонна ишлаб чиқарилди. 1990 йилга келиб эса бу кўрсаткич 2,5 миллион тоннага етказилди.

Ҳозирги кунда Ўзбекистонда 4та сульфат кислота ишлаб чиқариш корхоналари: Чирчикэлектрохимпром ишлаб чиқариш бирлашмаси, Самарканд (1954йил), Олтинтопган (1965 йил) ва Олмалик (1980йил ) кимё заводлари ишлаб турибди. Ўзбекистон сульфат кислотани ишлаб чиқариш бўйича 1985 йилдаёқ жаҳоннинг кўпгина мамлакатларидан, масалан, Болгария, Венгрия, Руминия, Чехословакия, Югославия давлатларидан ўзиб кетди.

#### 6.4 Олтингугурт (iv)- оксидини ишлаб чиқариш

$\text{SO}_2$ - рангсиз, ўткир хидли (ёнаётган олтингугурт хидини эслатади) газ. 100%  $\text{SO}_2$  атмосфера босимида-  $10,09^\circ\text{C}$  да суюқ ҳолга ўтади.  $-70^\circ\text{C}$  да қотилади. Жуда завҳарли бўлиб, ҳаётаравий ҳавфли концентрация (ЧХК) миқдори  $0,005 \text{ мг/м}^3$ , ишлаб чиқариш биноларида эса  $10 \text{ мг/м}^3$  га тенг.

Ҳом ашё.  $\text{SO}_2$  олиш учун асосий ҳом ашё каби олтингугуртли моддалар ва таркибида S сакловчи саноат чиқиндиларидир. Россияда да  $\text{SO}_2$  олиш учун ҳом ашё темир колчедани  $\text{FeS}_2$ , водород сульфид  $\text{H}_2\text{S}$  ва олтингугуртдир. Кейинги

таркибида анчагина  $\text{SO}_2$  бўлади. Чунки тошқумир таркибида 1-3% гача олтингугурт саклайди. Кейинги йилларда атроф муҳитнинг тозалигига бироз эътибор қўйилганлиги сабабли мўрилардан чиқарилган газларни захарсизлантиришнинг адсорбция-десорбция усуллари ишлаб чиқилган. Бунда  $\text{SO}_2$  ушлаб қолинади ва сульфат кислота ишлаб чиқариш учун ишлатилиши мумкин. Аммо кислотанинг тан нархи пиритдан олинган кислотага нисбатан бир неча марта қимматга тушади. Шу сабабли у кам қўлланилмоқда. Кейинчалик  $\text{SO}_2$  ни ушлаб қолиш ва уни тозалаб  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ишлаб чиқариш учун фойдаланишнинг такомиллашган усуллари топилгач кенг қўлланила бошланади. Дунё бўйича атмосферага чиқариб юбориладиган  $\text{SO}_2$  нинг миқдори, дунёда ишлаб чиқарилаётган сульфат кислота миқдоридан икки баробар кўпроқ кислота ишлаб чиқаришга етарлидир.

Яна бир муҳим  $\text{SO}_2$  олинадиган ҳом-ашё бу водород сульфид газидир.  $\text{H}_2\text{S}$  кўпгина табиий газлар таркибида бўлади. Қайсиқим, уни тозалаганда  $\text{H}_2\text{S}$  ажратиб олинади, ва у  $\text{SO}_2$  га айлантдирилади. Кўмирни кокслаганда, нефтни қайта ишлаганда улар таркибидаги S қисман водород сульфидга айланиб газ ҳолида ажратиб чиқади. Кокс газлари тозаланганда уларнинг таркибидан  $\text{H}_2\text{S}$  ёки S шаклида ажратиб олинади, ёкиб  $\text{SO}_2$  га айлантдирилади.

Ўқорида айтилганлардан ташқари  $\text{SO}_2$  олиш учун жуда кўп фойдаланиш мумкин бўлган аммо, ҳозирча фойдаланилмаётган потенциал ашё манбалари мавжуд. Буларга Россиядаги кальций сульфат ва натрий сульфат тузларининг йирик конларини кўрсатиш мумкин.

Яна фосфат кислота ишлаб чиқарадиган заводларда ҳосил бўладиган ва чиқинди сифатида ташлаб юбориладиган гипсни кўрсатиш мумкин. Нефть маҳсулотларини тозалашда таркибида сульфат кислота сакловчи гудрон, кўпгина органик маҳсулотлар ишлаб чиқариш саноатларида, органик моддалар билан ифлосланган ва чиқинди ҳисобланган суюлтирилган сульфат кислота, пурлатни тозалашда ҳосил бўладиган аслида чиқинди ҳисобланган темир сульфит тузлари. Буларнинг ҳаммаси ва улар каби таркибида сульфат кислота ёки тузларини сакловчи ҳар қандай чиқинди моддалар қайтарувчилар билан

таркибида анчагина  $\text{SO}_2$  бўлади. Чунки тошқумир таркибида 1-3% гадолитингургит саклайди. Кейинги йилларда атроф мухитнинг тозалигига биринчи эътибор кучайтирилганлиги сабабли мурилардан чиқарилган газларни захарсизлантиришнинг адсорбция-десорбция усуллари ишлаб чиқилган. Бунда  $\text{SO}_2$  ушлаб қолинади ва сульфат кислота ишлаб чиқариш учун ишлатилиши мумкин. Аммо кислотанинг тан нархи пиритдан олинган кислотага нисбатан бир неча марта қимматга тушади. Шу сабабли у кам қўлланилмоқда. Кейинчалик  $\text{SO}_2$  ни ушлаб қолиш ва уни тозалаб  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ишлаб чиқариш учун фойдаланишнинг такомиллашган усуллари топилгач кенг қўлланила бошланади. Дунё бўйича атмосферага чиқариб юбориладиган  $\text{SO}_2$  нинг миқдори, дунёда ишлаб чиқарилаётган сульфат кислота миқдоридан икки баробар кўпроқ кислота ишлаб чиқаришга етарлидир.

Яна бир муҳим  $\text{SO}_2$  олинадиган хом-ашё бу водород сульфид газидир.  $\text{H}_2\text{S}$  кўпгина табиий газлар таркибида бўлади. Қайсиким, уни тозалаганда  $\text{H}_2\text{S}$  ажратиб олинади, ва у  $\text{SO}_2$  га айлантирилади. Қумирни кокслаганда, нефтни қайта ишлаганда улар таркибидаги S қисман водород сульфидга айланиб газ ҳолида ажралиб чиқади. Кокс газлари тозаланганда уларнинг таркибидан  $\text{H}_2\text{S}$  ёки S шаклида ажратиб олинади, ёки  $\text{SO}_2$  га айлантирилади.

Юқорида айтилганлардан ташқари  $\text{SO}_2$  олиш учун жуда кўп фойдаланиш мумкин бўлган аммо, ҳозирча фойдаланилмаётган потенциал ашё манбалари мавжуд. Буларга Россиядаги кальций сульфат ва натрий сульфат тузларининг йирик конларини кўрсатиш мумкин.

Яна фосфат кислота ишлаб чиқарадиган заводларда ҳосил бўладиган ва чиқинди сифатида ташлаб юборилаётган гипсни кўрсатиш мумкин. Нефть маҳсулотларини тозалашда таркибида сульфат кислота сакловчи гудрон, кўпгина органик маҳсулотлар ишлаб чиқариш саноатларида, органик моддалар билан ифлосланган ва чиқинди ҳисобланган суюлтирилган сульфат кислота Пулатни тозалашда ҳосил бўладиган аслида чиқинди ҳисобланган темир сульфит тузлари. Буларнинг ҳаммаси ва улар қаби таркибида сульфат кислота ёки тузларини сакловчи ҳар қандай чиқинди моддалар қайтарувчилар бўлиши

$$u = \frac{dG}{d\tau} \cdot \frac{KF}{\Delta C} \quad (3.1)$$

Бунда  $u$  - умумий тезлик (реакция тезлиги),  $G$  -  $SO_2$  нинг миқдори (махсулот миқдори),  $K$  - жараёнининг тезлик константаси,  $\Delta C$  - жараёнининг характерлантирувчи кучи,  $\tau$  - вақт,  $F$  - гетероген системасида реакцияга киришувчи фазалар юзаси. Формуладан маълумки оксидланиш жараёнини тезлаштириш учун  $K$ ,  $\Delta C$  ва  $F$  ларни ошириш керак.

Жараёнининг тезлик константаси  $K$  ни яъни моддаларда фазаларнинг бир-бирига ўтиши (масалан, газ фазанинг каттик фазага диффузияланиб ўтиши:  $O_2$  нинг темир оксиди пардасига диффузияланиб қолчеданга кириши ва қолчеданда ҳосил бўлган  $SO_2$  ни темир оксиди пардасидан диффузияланиб ташқарига чиқиши) ошириш учун ҳароратни ошириш энг фойдали тадбир ҳисобланади. Аммо ҳарорат  $850-1000^\circ C$  гача кўтарилса печ ичидаги ашё (қолчедан) булакчалари бир брига ёпишиб йирик-йирик агломератларга айланиб қоладилар. Натижада заррачалар юзаси кескин камаяди. Шунинг учун ҳам қолчеданни қуйдириш печнинг конструкциясига қараб, факат маълум бир ҳарорат оралигида олиб борилади.

Жараёнининг характерлантирувчи кучини- $\Delta C$  тезлатиш учун қолчеданнинг таркибидаги пиритнинг ва қуйиш зонасига киритиладиган кислороднинг концентрациясини ошириш зарур бўлади. Пирит концентрацияси флотация усули билан оширилади, кислород концентрацияси эса печга киритиладиган ҳаво миқдори стехиометрик ҳисобга нисбатан 1,5-2 марта қўлайтирилиши билан оширилади.

Фазалар юзасини- $F$  ошириш учун эса печ ичидаги ашёларни фазаларни аралаштириш орқали ҳамда қолчеданни жуда майдалаш йўли билан оширилади.

Амалда заррачаларнинг катталиги 0,3-0,03 мм гача бўлган қолчедан ишлатилади. Қолчеданни қуйдириш учун уч хил қуйдириш печ турлари мавжуд:

1. Механик қуйдириш печлари:

$$u = \frac{dG}{d\tau} \frac{\infty}{KF \Delta C} \quad (3.1)$$

Бунда  $u$  - умумий тезлик (реакция тезлиги),  $G$  -  $SO_2$  нинг миқдори (махсулот миқдори),  $K$  - жараённинг тезлик константаси,  $\Delta C$  - жараённинг характерлантувчи кучи,  $\tau$  - вақт.  $F$  - гетероген системасида реакция қилинган фазалар юзаси. Формуладан маълумки оксидланиш жараёни тезлаштириш учун  $K$ ,  $\Delta C$  ва  $F$  ларни ошириш керак.

Жараённинг тезлик константаси  $K$  ни яъни моддаларда фазаларнинг бири-бирига ўтиши (масалан, газ фазанинг каттик фазага диффузияланиб ўтиши;  $O_2$  нинг темир оксиди пардасига диффузияланиб қолчеданга қилиши ва қолчеданда ҳосил бўлган  $SO_2$  ни темир оксиди пардасидан диффузиялаш ташқарига чиқиши) ошириш учун ҳароратни ошириш энг фойдали тадбир ҳисобланади. Аммо ҳарорат  $850-1000^\circ C$  гача кўтарилса печ ичидаги ашё (қолчедан) булакчалари бир-бирига ёпишиб йирик-йирик агломератларга айланиб қолади. Натижада заррачалар юзаси кескин камаёди. Шунинг учун ҳам қолчеданни қуйдириш печнинг конструкциясига қараб, фақат маълум бир ҳарорат оралиғида олиб борилади.

Жараённинг характерлантувчи кучини  $\Delta C$  тезлатиш учун қолчеданнинг таркибидаги пиритнинг ва қуйиш зонасига киритиладиган кислороднинг концентрациясини ошириш зарур бўлади. Пирит концентрацияси флотация усули билан оширилади, кислород концентрацияси эса печга киритилган газ ҳаво миқдори стехиометрик ҳисобга нисбатан 1,5-2 марта кўпайтириш билан оширилади.

Фазалар юзасини  $F$  ошириш учун эса печ ичидаги ашёларни фазаларнинг аралаштириш орқали ҳамда қолчеданни жуда майдалаш йўли билан оширилади.

Амалда заррачаларнинг катталиги  $0,3-0,03$  мм гача бўлган қолчедан ишлатилади. Қолчеданни қуйдириш учун уч хил қуйдириш печ турлари мавжуд:

1. Механик қуйдириш печлари;

ичида чангитиб пуркашга асосланган бўлиб, механик печлардан кура анча такомиллашган ва ундан устуи туради. Бунда колчедан кукуни сикилган ҳаво билан печнинг остидан форсунка (суюклик ёки кукунсимон моддаларни ҳаво билан аралаштириб пуркайдиган асбоб) оркали печ ичига пуркалади. Бунда ҳар бир чанг заррачаси ҳар томондан ҳаво билан тукнашади ва ўчиб бораётган пайтда ёнади. Фазалар таъсир сатҳи юза тукнашуви ортади. Натижада ёниш жараёни интенсив тусга келади, заррачаларнинг бир-бирига ёпишиб қолиш ҳоллари кескин камаяди. Шунинг учун ҳам бунда ҳароратнинг  $1100^{\circ}\text{C}$  гача ошириш мумкин. Ҳосил бўлган қуюндн печнинг остки конуссимон қисмидан чиқариб ташланади. Қуюнди газлари эса  $900-1000^{\circ}\text{C}$  ҳароратда печнинг ён томонидаги штуцер (штуцер- сиртн резбали қувирча) оркали сикиб, сув бўғи ҳосил қилувчи қозон оркали утади. Натижада газнинг иссиқлигидан фойдаланилади.

Бунда олинган қуюнди газн таркибида 13% гача  $\text{SO}_2$  бўлади, қуюнди таркибида эса 1-1.5% S қолади. Печнинг интенсивлиги  $700-1000 \text{ кг/м}^2$  суткага тенг.

Аммо бу печлар учун факат қуритилган ва бойитилган колчедангина ишлатилади. Чунки ҳўл бўлса форсунка тикилиб қолади. Бунинг яна бир камчилиги шундан иборатки, қуюнди газлар таркибида чанги қўп бўлади. Механик печларнинг қуюнди газн таркиби  $10 \text{ г/м}^3$  чанг бўлгани ҳолда, чангитиб қуйдириш печининг қуйинди газида  $100 \text{ г/м}^3$  чанг бўлади. Мана шу камчиликлар учун бу печ кенг тарқалмаган.

**Қийновчи қаватли қуйдириш печлари** (50-расм). Ишлаш принципини тушуниш учун қуйидага тажрибани қўз ўнгимизга келтирайлик. Тахминан бир хил ўлчамдаги заррачалар жойлашган қувурчадан ҳаво юборамиз. Газ оқими заррачалар орасидан ўтади. Бунда заррачалар қавати ҳаракатга келмай тураверади. Энди секин аста ҳаво оқимини оширайлик, бунда заррачалар ҳаракатга келади ва уларнинг бир қисми ёки ҳаммаси ҳаво оқими билан чиқиб кетади. Бундай ҳолатда заррачалар оралиғи ортади, ҳар бир алоҳида заррача газ босими остида юқорига қўтарилиши ва ўз оғирлиғи таъсирида пастга

ичида чангитиб пуркашга асосланган бўлиб, механик печлардан кўна такомиллашган ва ундан устун туради. Бунда колчедан кукуни сиқилган ҳаво билан печнинг остидан форсунка (суюклик ёки кукунсимон моддаларни ҳаво билан аралаштириб пуркайдиган асбоб) оркали печ ичига пуркалади. Бунда ҳар бир чанг заррачаси ҳар томондан ҳаво билан тўқнашади ва ўчиб бораётган пайтда ёнади. Фазалар таъсир сатҳи юза тўқнашуви ортади. Натижада сенин жараёни интенсив тўсга келади, заррачаларнинг бир-бирига ёпишиб қолган ҳоллари кескин камаёди. Шунинг учун ҳам бунда ҳароратнинг  $1100^{\circ}\text{C}$  гача ошириш мумкин. Ҳосил бўлган куюнди печнинг остки конуссимон қисмидан чиқариб ташланади. Куюнди газлари эса  $900-1000^{\circ}\text{C}$  ҳароратда печнинг ён томонидаги штуцер (штуцер- сирти резбали қувирча) оркали сиқиб, сув бўғи ҳосил қилувчи қозон оркали ўтади. Натижада газнинг иссиқлиги фойдаланилади.

Бунда олинган куюнди газ таркибида  $13\%$  гача  $\text{SO}_2$  бўлади, куюнди таркибида эса  $1-1,5\%$  S қолади. Печнинг интенсивлиги  $700-1000 \text{ кг/м}^2$  сутка тенг.

Аммо бу печлар учун факат қуритилган ва бойитилган колчедангина ишлатилади. Чунки ҳўл булса форсунка тикилиб қолади. Бунинг яна бир камчилиги шундан иборатки, куюнди газлар таркибида чанги кўп бўлади. Механик печларнинг куюнди газ таркиби  $10 \text{ г/м}^3$  чанг бўлгани ҳолда, чангитиб қуйдириш печинининг қуйинди газида  $100 \text{ г/м}^3$  чанг бўлади. Мана шу камчиликлар учун бу печ кенг тарқалмаган.

Қайноғчи қаватда қуйдириш печлари (50-расм). Ишлаш принципини тушуниш учун қуйидаги тажрибани кўз ўнгимизга келтирайлик. Тахминан бир хил ўлчамдаги заррачалар жойлашган қувурчадан ҳаво юборамиз. Газ оқими заррачалар орасидан ўтади. Бунда заррачалар қавати ҳаракатга келмай тураверади. Энди секин аста ҳаво оқимини оширайлик, бунда заррачалар ҳаракатга келади ва уларнинг бир қисми ёки ҳаммаси ҳаво оқими билан чиқиб кетади. Бундай ҳолатда заррачалар оралиғи ортади, ҳар бир алоҳида заррача газ босими остидан юқорига қўтарилиши ва ўз оғирлиги таъсирида пастга

$\text{SO}_2$  сакловчи куюнди тани олиш мумкин, ammo хавони купрок кушиш билан  $\text{SO}_2$  микдори камайтиради.

Амалда S ни ёкишдан 9-11%  $\text{SO}_2$  ва 12-10%  $\text{O}_2$  дан иборат куюнди газ олинади (чунки S ни  $\text{SO}_3$  га оксидлаш учун ҳам кислород керак бўлади.) колчедандан эса амалда 7-9%  $\text{SO}_2$  ва 11-9%  $\text{O}_2$  сакловчи куюнди газ олинади.

Тоза S ни ёкиш учун пуркагичли ва циклонли (71-расм) печлардан фойдаланилади. Олтингургурт печга келишдан олдин суюклантирувчи қозонда буг ёрдамида суюклантирилади, бегона аралашмалардан филтрлаб тозаланган форсунка орқали сикилган хаво ёрдами билан печ ичига пуркалади. Печ ичида бугланиб хаво ёрдамида ёнади. Форсункали печларда олтингургуртнинг хаво билан аралашуви диффузион экстенсив жараён бўлганлиги учун етарли даражада аралашмайди. Циклон печларида хаво тангенциал (эгри чизикка уринма чизик бўйича йуналган) оқимда берилгани учун ҳам S буглари хаво билан жуда кучли ва тез аралашади. Натижада Sнинг ёниши жуда интенсив кетади. Шунинг учун ҳам циклонли печлар ўз қулайликлари билан форсункали печларни орадан сиқиб чиқармоқда.

## 6.5 Контакт усули билан сульфат кислота ишлаб чиқариш

Сульфат кислота ишлаб чиқариш бешта бўлими ўз ичига олади:

1. Печ бўлими (бунда курук  $\text{SO}_2$  ҳосил бўлади)
2. Ювиш бўлими (бунда  $\text{SO}_2$  гази ҳўл усул билан таркибидаги қўшимчалардан яъни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  нинг томчиларидан, сув бугларидан ва контакт захарларидан тўлик тозланади)
3. Компрессор бўлими (бунда тозаланган газ суриб олиниб, контакт аппаратиға юборилади)
4. Контакт бўлими ( бунда  $\text{SO}_2$  гази катализатор билан таъсирлашиб – тўқнашиб  $\text{SO}_3$  га айланади)
5. Асорбция бўлими (бунда  $\text{SO}_3$  сувға юттирилади ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$  га айлантиради)

$\text{SO}_2$  сакловчи қуюнди газни олиш мумкин, аммо ҳавонинг ҳушдорлиги кўпайиб,  $\text{SO}_2$  миқдори камайтиради.

Амалда S ни ёқишдан 9-11%  $\text{SO}_2$  ва 12-10%  $\text{O}_2$  дан иборат қуюнди газ олинади (чунки S ни  $\text{SO}_3$  га оксидлаш учун ҳам кислород керак бўлади). Колчедандан эса амалда 7-9%  $\text{SO}_2$  ва 11-9%  $\text{O}_2$  сакловчи қуюнди газ олинади.

Тоза S ни ёқиш учун пуркагичли ва циклонли (71-расм) печлардан фойдаланилади. Олтингургурт печга келишдан олдин суюклантирувчи қозонда буг ёрдамида суюклантирилади, бегона аралашмалардан филтirlаb тозаланган форсунка орқали сиқилган ҳаво ёрдами билан печ ичига пуркалади. Печ ичига бугланиб ҳаво ёрдамида ёнади. Форсункали печларда олтингургуртнинг ҳаво билан аралашуви диффузион экстенсив жараён бўлганлиги учун старти даражада аралашмайди. Циклон печларида ҳаво тангенциал (ёри чизик) уринма чизик бўйича йўналган) оқимда берилгани учун ҳам S буглари ҳаво билан жуда кучли ва тез аралашади. Натижада Sнинг ёниши жуда интенсив кетади. Шунинг учун ҳам циклонли печлар ўз қулайликлари билан форсункали печларни оралаб чиқариб қолмоқда.

## 6.5 Контакт усули билан сульфат кислота ишлаб чиқариш

Сульфат кислота ишлаб чиқариш бешта бўлими ўз ичига олади:

1. Печ бўлими (бунда қуруқ  $\text{SO}_2$  ҳосил бўлади)
2. Ювиш бўлими (бунда  $\text{SO}_2$  газни ҳўл усул билан таркибидаги қушиқчалардан яъни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  нинг томчиларидан, сув бугларидан ва контакт захарларидан тўлиқ тозаланади)
3. Компрессор бўлими (бунда тозаланган газ суриб олиниб, контакт аппаратида юборилади)
4. Контакт бўлими (бунда  $\text{SO}_2$  газни катализатор билан таъсирлаш тўқнашиб  $\text{SO}_3$  га айланади)
5. Асорбция бўлими (бунда  $\text{SO}_3$  сувга юттирилади ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$  га айлантирилади)

олади. Бу реакция газ ҳажмини камайиши билан берадиган кайтар экзотермик жараёндир.



Шунинг учун ҳам Ле-Шателье пиринципига мувофик бу реакция мувозанат ҳароратнинг пасайиши ва босимнинг ортиши билан  $SO_3$  ҳосил бўлиш томон силжийди. Аммо сульфат кислота ишлаб чиқаришда юкори босим қўлланилмайди чунки  $SO_2$  ва кислороднинг концентрацияси куюнди газ таркибда 20% дан ошмайди. Қолган 80% газ азотдан иборат бўлиб бундай аралашмага юкори босим қўллаш босимни ҳосил қилиш харажатларини коплаймайди.

Атмосфера босимида ва  $475^\circ C$  ҳароратда  $SO_3$  ҳосил бўлишининг газлар аралашмасининг % таркибига боғлиқлиги қуйидагича бўлади:

|                       |      |      |      |      |      |     |     |
|-----------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| $SO_2$ нинг % миқдори | 2    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10  |
| $O_2$ нинг % миқдори  | 18,2 | 14,1 | 12,7 | 11,3 | 10,0 | 8,6 | 7,2 |
| $SO_2$ ни $SO_3$ га   |      |      |      |      |      |     |     |

Айлантиришнинг % миқдори 97,1, 96,5, 96,2, 95,8, 95,2, 94,3, 92,3 бундан кўриниб турибдики 2%  $SO_2$  бўлганда  $SO_3$  га айланиш даражаси энг юкори 97,1 % бўлади, аммо бунда контакт апаратининг махсулдорлиги паст бўлади.  $SO_2$  ни миқдори орта бўрган сайин  $SO_3$ га айланиш даражаси пасайиб боради. Оптимал газлар аралашмаси қуйидагича бўлади: 7-8%  $SO_2$ , 10-11%  $O_2$  ва 82%  $N_2$ . Шундай таркибли аралашма  $400^\circ C$  ҳароратда 99,2 % унум беради. Аммо бундай ҳароратда реакция тезлиги ва демак махсулдорлик жуда паст бўлади. (72- расмга қаранг).

Шунинг учун ҳам ҳозирги замон ванадийли контакт массасида оксидлашнинг бир неча боскичда олиб борилади. Ҳар бир боскични ўзини оптимал темпераси аниқланади. Бу ҳарорат биринчи боскичдан ( $580-600^\circ C$ ) охириги боскичга ( $450-400^\circ C$ ) томон пасайиб боради.

$SO_2$  ни оксидланиш жараёни энг аввало қўлланиладиган катализаторнинг фаоллиги билан аниқланади.  $SO_2$  ни оксидланишига минглаб моддалар таъсир этади. Аммо сульфат кислота ишлаб чиқариш саноатида турли даврларда факат

олади. Бу реакция газ дажмини камайиши билан берадиган кайтар азотсиз жараёнидир.



Шунинг учун ҳам Ле-Шателье принципига мувофик бу реакция мувозанат ҳароратнинг пасайиши ва босимнинг ортиши билан  $SO_3$  ҳосил бўлиши томон силжийди. Аммо сульфат кислота ишлаб чиқаришда юқори босим қўлланилмайди чунки  $SO_2$  ва кислороднинг концентрацияси куюнди газ таркибида 20% дан ошмайди. Қолган 80% газ азотдан иборат бўлиб бундай аралашмага юқори босим қўллаш босимни ҳосил қилиш харажатларини коғдайлайди.

Атмосфера босимида ва  $475^\circ C$  ҳароратда  $SO_3$  ҳосил бўлишининг газлар аралашмасининг % таркибига боғлиқлиги қуйидагича бўлади:

|                       |      |      |      |      |      |     |     |
|-----------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| $SO_2$ нинг % миқдори | 2    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10  |
| $O_2$ нинг % миқдори  | 18.2 | 14.1 | 12.7 | 11.3 | 10.0 | 8.6 | 7.2 |
| $SO_2$ ни $SO_3$ га   |      |      |      |      |      |     |     |

Айлантиришнинг % миқдори 97.1, 96.5, 96.2, 95.8, 95.2, 94.7, 92.3 бундан кўриниб турибдики 2%  $SO_2$  бўлганда  $SO_3$  га айланиш даражаси энг юқори 97.1 % бўлади, аммо бунда контакт апаратынинг махсулдорлиги паст бўлади.  $SO_2$  ни миқдори орта борган сайин  $SO_3$  га айланиш даражаси пасайиб боради. Оптимал газлар аралашмаси қуйидагича бўлади: 7-8%  $SO_2$ , 10-11%  $O_2$  ва 82%  $N_2$ . Шундай таркибли аралашма  $400^\circ C$  ҳароратда 99.2 % унум беради. Аммо бундай ҳароратда реакция тезлиги ва демак махсулдорлик жуда паст бўлади. (72- расмга қаранг).

Шунинг учун ҳам ҳозирги замон ванадийли контакт массасида оксидланиш бир неча босқичда олиб борилади. Ҳар бир босқични ўзини оптимал температура аниқланади. Бу ҳарорат биринчи босқичдан ( $580-600^\circ C$ ) охириги босқичга ( $450-400^\circ C$ ) томон пасайиб боради.

$SO_2$  ни оксидланиш жараёни энг аввало қўлланиладиган катализаторнинг активлиги билан аниқланади.  $SO_2$  ни оксидланишига минглаб моддалар таъсир этади. Аммо сульфат кислота ишлаб чиқариш саноатида турли шартларда факт

микродорининг ортиши,  $C$  — концентрация,  $\Delta C$  — атмосфера босимида жараённинг ҳаракатлантирувчи кучи,  $K$  — мувозанат константаси.

Тенгламадан маълумки реакция тезлигига кислороднинг концентрацияси энг кўп таъсир этади. Демак, каттализ жараёнида энг секин борадиган босқич бу кислороднинг сорбцияланишидир. Шунинг учун ҳам кислород концентрациясини ошириш учун ошириш жараён тезлигини ҳам оширади. Аммо, кислород концентрациясини ошириш учун реакцияга киритиладиган ҳаво микродорини ошириш керак бўлади, бундай килинганда реакцияни газлар аралашмасида  $SO_2$  нинг ҳажмий микродори камаяди. Натижада шунга мос ҳолда контакт аппаратининг ва бутун системанинг маҳсулдорлиги ҳам озаёди. Жараённинг кетиши билан ҳам (яни реакциянинг бориши билан)  $SO_2$  нинг концентрацияси камаяди  $SO_3$  нинг концентрацияси эса ошади. Бу ҳолат ҳам реакция тезлигини камайтиради. Бундан ташқари, ҳароратни ошириш газларда  $SO_2$  нинг мувозанат концентрациясини камайтиради ва табиийки  $SO_3$  нинг мувозанат концентрациясини оширади. Бу ҳолат ўз навбатида жараённинг умумий тезлигини камайтиради. Аммо  $K$  (тезлик константаси) ҳароратнинг ортиши билан Аррениус конунига биноан ортади. 1889 йилда Аррениус тезлик константаси билан ҳарорат ўртасидаги боғланишининг куйидаги формула билан ифодаланишини курсатган эди.

$$\lg K = C - \frac{B}{T} \quad (3.2)$$

Бунда:  $K$  — реакциясининг тезлик константаси,  $C$  ва  $B$  — аини реакция учун ҳос константалар.

Шунинг учун ҳам реакциянинг бошланишида  $SO_2$  нинг оксидланиш даражаси пастлигида ҳароратнинг ортиши билан жараённинг тезлиги ортади.  $SO_2$  нинг унуми фактик унумга (максимумга) ета бошлагач  $SO_3$  нинг концентрацияси ортади ва у жараён тезлигига салбий таъсир кила бошлайди. Шунинг учун ҳароратни янада ошириш жараён тезлигини камайтиради. Аини шароитда бир вақтда, газнинг катализатор билан тўқнашуви оптимал ҳароратда  $SO_2$  нинг максимал ҳосил бўлишини таъминлайди. Демак, контакт аппаратида

харакатлантирувчи кучи, Кр-мувозанат константаси.

Тенгламадан маълумки реакция тезлигига кислороднинг концентрацияси энг кўп таъсир этади. Демак, катталик жараёнида энг секин борадиган босқич бу кислороднинг сорбцияланишидир. Шунинг учун ҳам кислороднинг концентрациясини ошириш учун ошириш жараён тезлигини ҳам оширади. Аммо, кислород концентрациясини ошириш учун реакцияга киритилган газлар хаво микдорини ошириш керак бўлади, бундай килинганда реакцияни газлар аралашмасида  $\text{SO}_2$  нинг ҳажмий микдори камаяди. Натижада шунга мос ҳолда контакт аппаратининг ва бутун системанинг маҳсулдорлиги ҳам озада. Жараённинг кетиши билан ҳам (яни реакциянинг бориши билан)  $\text{SO}_2$  нинг концентрацияси камаяди  $\text{SO}_3$  нинг концентрацияси эса ошади. Бу ҳолат ҳам реакция тезлигини камайтиради. Бундан ташқари, ҳароратни ошириш газларда  $\text{SO}_2$  нинг мувозанат концентрациясини камайтиради ва табиийки  $\text{SO}_3$  нинг мувозанат концентрациясини оширади. Бу ҳолат ўз навбатида жараённинг умумий тезлигини камайтиради. Аммо К (тезлик константаси) ҳароратга ортиши билан Аррениус қонунига биноан ортади. 1889 йилда Аррениус тезлик константаси билан ҳарорат ўртасидаги боғланишнинг қуйидаги формула билан ифодаланишини кўрсатган эди.

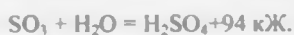
$$\lg K = C - \frac{B}{T} \quad (3.2)$$

Бунда: К-реакциясининг тезлик константаси, С ва В – аини реакция учун хос константалар.

Шунинг учун ҳам реакциянинг бошланишида  $\text{SO}_2$  нинг оксидланган даражаси пастлигида ҳароратнинг ортиши билан жараённинг тезлиги ортади.  $\text{SO}_2$  нинг унуми фактик унумга (максимумга) ета бошлагач  $\text{SO}_3$  нинг концентрацияси ортади ва у жараён тезлигига салбий таъсир кила бошлади. Шунинг учун ҳароратни янада ошириш жараён тезлигини камайтиради. Айни шароитда, бир вақтда, газининг катализатор билан тўқнашуви оптимал ҳарорат  $\text{SO}_3$  нинг максимал ҳосил бўлишини таъминлайди. Демак, контакт аппарати

Ҳозирги замонда компакт аппаратлари билан кийинчи кладада ишловчи аппаратлар бўлиб, унда  $\text{SO}_2$  ни оксидланиш даражаси 99% га тенгдир. Контакт усулида сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг охириги босқичи бу олтингурут (VI) оксидининг абсорбцияланиб концентрланган сульфат кислота ва олеум ҳосил қилишидир.

Олтингурут (VI) – оксидининг абсорбцияси.  $\text{SO}_3$  сув билан қуйдагича реакцияга киришади:



Бунда газ фазада озгина сув буглари бўлса сульфат кислотанинг барқарор тумани ҳосил бўлиб сувга, кислотага ҳатто ишқорга ҳам кийин ютилади ва практик жиҳатдан реакция тўхтайди ёки жуда сустр кетади. Шунинг учун ҳам абсорбцияга келувчи реакцион газ аралашмасида сув буглари мутлоқо бўлмайди. Яна  $\text{SO}_3$  ни абсорбцияловчи сув юзасида сув бугларининг парциал босими ҳам минимал миқдорда кам бўлиши зарур. Бунаканги талабга факат 98,3%ли  $\text{H}_2\text{SO}_4$  жавоб беради ҳолос (74- расмга қаранг). Шундай канцентрацияда  $\text{SO}_3$  нинг ҳам парциал босими энг кам ҳисобланади. Шундай канцентрацияли кислота  $\text{SO}_3$  ни тўлиқ (99% дан ҳам кўпроқ) ютади. Бунда шундай миқдор кислота бериладики, унда бир марта  $\text{SO}_3$  билан тўқнашувда унинг канцентрацияси факат 0,2% га ортади ҳолос. Кислота совуткичларда совутилгач озрок қисми таййёр маҳсулот сифатида олинади, қолган кўп миқдори яна сув билан ёки суюқ кислота билан суюлтирилиб абсорбцияга қайтарилади.

Олеум  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $n\text{SO}_3$  эса бошқа адсорберга олинади. Бунда ҳам кислота канцентрацияси бир тўқнашувда процентнинг маълум қисмларигина ортади. Олинаётган олиумнинг ўрнини қоплаши учун абсорберга тўхтовсиз моногидрат аниқроғи 98,5 % ни сульфат кислота солниб турилади.

**Технологик системаси.** Темир қолчеданинг қуйдиришдан олинадиган  $\text{SO}_2$  дан сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси 75- расмда бери лган.

Ҳозирги замон контакт аппаратлари асосан қайновчи қаватда ишловчи аппаратлар бўлиб, унда  $\text{SO}_2$  ни оксидланиш даражаси 99% га тенгдир. Контакт усулида сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг охириги босқичи бу олтингугурт (VI) оксидининг абсорбцияланиб концентранган сульфат кислота ва олеум ҳосил қилишидир.

Олтингугурт (VI) – оксидининг абсорбцияси.  $\text{SO}_3$  сув билан қуйидагича реакцияга киришади:



Бунда газ фазада озгина сув буглари бўлса сульфат кислотанинг барқарор тумани ҳосил бўлиб сувга, кислотага ҳатто ишкорга ҳам қийин ютилади ва практик жиҳатдан реакция тўхтайдиган ҳолга кетади. Шунинг учун ҳам абсорбцияга келувчи реакцион газ аралашмасида сув буглари мутлоқ бўлмайди. Яна  $\text{SO}_3$  ни абсорбцияловчи сув юзасида сув бугларининг порциялар босими ҳам минимал миқдорда кам бўлиши зарур. Бунаканги талабга факат 98,3% али  $\text{H}_2\text{SO}_4$  жавоб беради ҳолос (74- расмга қараң). Шундай концентрацияда  $\text{SO}_3$  нинг ҳам парциал босими энг кам ҳисобланади. Шундай концентрацияли кислота  $\text{SO}_3$  ни тўлиқ (99% дан ҳам кўпроқ) ютади. Бунда шундай миқдор кислота бериладиган, унда бир марта  $\text{SO}_3$  билан тўқнашувда унинг концентрацияси факат 0,2% га ортади ҳолос. Кислота совуткичларда совутилгач озрок қисми таййёр маҳсулот сифатида олинади, қолган кўп миқдори яна сув билан ёки суюқ кислота билан суюлтирилиб абсорбцияга қайтарилади.

Олеум  $\text{H}_2\text{SO}_4$  н  $\text{SO}_3$  эса бошқа абсорберга олинади. Бунда ҳам кислота концентрацияси бир тўқнашувда процентнинг маълум қисмларининг ортади. Олинаётган олиумнинг ўрнини қоплаши учун абсорберга тўқнашувда моногидрат аникроғи 98,5 % ни сульфат кислота солиниб турилади.

**Технологик системаси.** Темир қолчеданинг қуйиришдан олинadиган  $\text{SO}_2$  дан сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси 75- расмда берилган.

Алмаштиргичлардан утади бу хил конструкция кичик размерли кам қувватли аппаратлар учун рентабилли ҳисобланади аммо ҳозирги замон кудратли диаметри 10м ва ундан ҳам ортиқроқ бўлган аппаратларда эса рентабилли бўлиб қолди. Чунки катта диаметрли аппаратларда иссиқ алмаштиргичларда газ оқимини бир текисда боришини таъминлаш ва уни бузилганда тузатиш қийин бўлди. Шунинг учун ҳам олиб қуйиладиган бўлак-бўлак иссиқ алмаштиргичлар ўрнатилади.

Эски 5 токчали контакт аппаратларида  $\text{SO}_2$  нинг  $\text{SO}_3$  га айланиши 98 %ни ташкил қилар эди. Қолган 2 % захарли газ –  $\text{SO}_2$  атмосферага чиқариб ташланар эди. Бу эса атроф муҳитни захарлар эди. Йирик заводларда эса бу жуда хафли (жуда кўп газ атмосферага чиқиб кетади) ва бунга йўл қўйиб бўлмайди. Шунинг учун ҳам кейинги йилларда ик/иа системасига ўтилди. Бу 2 марта контактлаш ва 2 марта абсорциялаш деган маънони англатади) 75 расмдаги схемада кўришиб турибдики газ ( $\text{SO}_2$ ) контакт аппаратининг 3 қават катализаторидан ўтгач олиум олиш учун биринчи абсорбцияга олеумли абсорберга юборилади. Бунда  $\text{SO}_3$  нинг абсорбцияланиши туфайли  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  мувозанати бузилади ва  $\text{SO}_2$  ни оксидланишини сусайтирмайди. Натижада кейинги икки қаватдан ўтгач  $\text{SO}_3$  га тўлиқ оксидланади (99,5-99,8 % гача).

Ҳозирги пайтда қўлланиладиган ва надиқли катализаторлар  $400^\circ\text{C}$  ҳароратда активлик кўрсатади.  $600^\circ\text{C}$  дан юқорида активлигини йўқотади, чунки ката кристалланади.

$\text{SO}_3$  нинг абсорбцияланиши учун эса паст ҳарорат керак бўлади. Шунинг учун ҳам газ охириги қават катализатордан ўтган контакт аппаратидан чиқади ва аввал иссиқ алмаштиргичлардан сўнгра ҳаво совуткичлардан ўтиб абсорбентга бориб қиради. Абсорберлар насадкали минора бўлиб ичи керамик халқалар билан тўлғазилган бўлади. Бу миноралар тепасидан кислота сачратиб сўғорилади, пастдан юқорига қараб эса, қарама-қарши оқим принципида  $\text{SO}_3$  тази қўтарилади. Абсорбердан абсорбцияланмай қолган чиқинди газ (0,03%  $\text{SO}_2$  сақлайди) атмосферага чиқариб ташланади.

аппаратларнинг миноралар бундан бу ани конструкция катта размерли ҳам қувватли

аппаратлар учун рентабилли ҳисобланади аммо ҳозирги замон қудратли диаметри 10м ва ундан ҳам ортиқроқ бўлган аппаратларда эса рентабилли бўлиб қолди. Чунки катта диаметрли аппаратларда иссиқ алмаштиргичларда газ оқимини бир текисда боришини таъминлаш ва уни бузилганда тузатиш қийин бўлди. Шунинг учун ҳам олиб қуйиладиган булак-булак иссиқ алмаштиргичлар ўрнатилади.

Эски 5 токчали контакт аппаратларида  $\text{SO}_2$  нинг  $\text{SO}_3$  га айланиши 98 %ни ташкил қилар эди. Қолган 2 % захарли газ –  $\text{SO}_2$  атмосферага чиқариб ташланади эди. Бу эса атроф муҳитни захарлар эди. Йирик заводларда эса бу жуда хавфли (жуда қўп газ атмосферага чиқиб кетади) ва бунга йўл қўйиб бўлмайди. Шунинг учун ҳам кейинги йилларда ик/иа системасига ўтилди. Бу 2 марта контактлаш ва 2 марта абсорбциялаш деган маънони англатади) 75 расмдаги схемада қўриқиб турибдики газ ( $\text{SO}_2$ ) контакт аппаратининг 3 қават катализаторидан ўтгач олиш олиш учун биринчи абсорбцияга олишда абсорберга юборилади. Бунда  $\text{SO}_3$  нинг абсорбцияланиши туфайли  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  мувозанати бузилади ва  $\text{SO}_2$  ни оксидланишини сусайтирмайди. Натижада кейинги икки қаватдан ўтгач  $\text{SO}_3$  га тулик оксидланади (99,5-99,8 % гача).

Ҳозирги пайтда қўлланиладиган ва надиқли катализаторлар  $400^\circ\text{C}$  ҳароратда активлик кўрсатади.  $600^\circ\text{C}$  дан юқорида ҳароратда активлигини йўқотади, чунки ката кристалланади.

$\text{SO}_3$  нинг абсорбцияланиши учун эса паст ҳарорат керак бўлади. Шунинг учун ҳам газ охириги қават катализатордан ўтган контакт аппаратидан чиқади ва аввал иссиқ алмаштиргичлардан сунгра хаво совутгичлардан ўтиб абсорбентга бориб қиради. Абсорберлар насадкали минора бўлиб ичи керамик халқалар билан тўлғазилган бўлади. Бу миноралар тепасидан кислота сачратиб сугорилади, пастдан юқорига қараб эса, қарама-қарши оқим принципада  $\text{SO}_3$  гази қутарилади. Абсорбердан абсорбцияланмай қолган чиқинди газ (0,03%  $\text{SO}_3$  сақлайди) атмосферага чиқариб ташланади.

Нитрозали усулда сульфат кислота ишлаб чиқариш 250 қбк бкшб пайдо бўлган бўлиб бунинг моҳияти шундан иборатки бунда қангдан тозаланган қўюнди газ таркибидаги олтингугурт (4) оксиди ушбу жараёнда қислород етказиб берувчи бирикма азот оксидлари билан оксидланади. Бу усулда сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг асосий босқичлари : 1)  $\text{SO}_2$  ни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  гача оксидлаш, 2)  $\text{NO}$  ни  $\text{NO}_2$  гача оксидлаш, 3) сульфат кислотаси билан азот кислоталарини юттиришдан иборат. Бу усул сульфат кислота ишлаб чиқаришда қўюнди газлари таркибида 9-95 %  $\text{SO}_2$  сақлайди. Электро бфилтирда қангдан тозаланган махсус тозаланмайди, чунки ундаги қўшимчалар ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  ва сув бўғлари ) жараёнининг боришига ҳалакит бермайди. Шунингдек хаво билан суюқтирилмайди ҳам. Газ  $350-400^\circ\text{C}$  ҳарорат билан етти минорали системага келиб қиради. Минора бу – ички томони кислотага қандамли  $\text{ubip}$  билан қопланган (футеровкаланган) ва ичига керамикадан ясалган халқалардан иборат насадка солинган баландлиги 14-16 м ва диаметри 4,5 дан то 8 м гача бўлган пулат слинтирдан иборат (расм.19). минораларнинг ҳаммасидан газ насадкалар пастга тушувчи суюқликка қарама-қарши оқиб принципада пастдан юқорига қараб қутарилади, фақат 4-чи минора буш бўлиб сугорилмайди (расм 21).

Суюқлик  $\text{H}_2\text{SO}_4$  миноранинг тепасидан насадкага махсус қўрилма орқали сачратилади. Унинг оқими махсус айланиб турувчи металл юлдузча ёрдамида майда томчиларга айлантирилиб сачратилади. Юлдузчанинг қирралари ҳар хил узунликда бўлади.

Биринчи ўрта махсуддор минораларда (расм 21. 1,2,3 миноралар) сульфат кислота ҳосил бўлади ва суюқликдан азот оксидлари - азот(II) ва (IV) оксидлари ажралади. Улар яъни азот оксидлари олтингугурт (IV) оксидига қислород етқариб бериш вазифасини бажаради. Узи эса сарфланмайди. Азот оксидлари ва нитрат кислота асосан абсорбция тулик бормаслиги сабабли атмосферага чиқиб кетувчи газлар билан чиқиб кетади ҳамда денитрацияланиш тулик бўлмаганлиги учун қисман йўқотилади. 1 т сульфат

Нитрозали усулда сульфат кислота ишлаб чиқариш 250 qbk ёқуш пайдо булган булиб бунинг мохияти шундан иборатки бунда чангдан тозаланган куюнди газ таркибидаги олтингугурт (4) оксиди ушбу жараёнда кислород етказиб берувчи бирикма азот оксидлари билан оксидланади. Бу усулда сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг асосий босқичлари : 1)  $\text{SO}_2$  ни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  гача оксидлаш, 2)  $\text{NO}$  ни  $\text{NO}_2$  гача оксидлаш, 3) сульфат кислотаси билан азот кислоталарини юттиришдан иборат. Бу усул сульфат кислота ишлаб чиқариш куюнди газлари таркибида 9-95 %  $\text{SO}_2$  саклайди. Электро бфилтирда чангдан тозаланган махсус тозаланмайди, чунки ундаги кушимчалар ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  ва сув буглари ) жараёнининг боришига халакит бермайди. III юнгингдек хаво билан суюлтирилмайди ҳам. Газ  $350-400^\circ \text{C}$  харорат билан етти минорали системага келиб киради. Минора бу – ички томони кислотага чидамли ибн билан копланган (футсровкаланган) ва ичига керамикадан ясалган халкалардан иборат насадка солинган баландлиги 14-16 м ва диаметри 4,5 дан то 8 м гача булган пулат слинтирлан иборат (расм.19). минораларнинг хаммасидан газ насадкалар пастга тушувчи суюкликка карама-карши окиб принципида пастдан юкорига караб кутарилади, факат 4-чи минора буш булиб сугорилмайди (расм 21).

Суюклик  $\text{H}_2\text{SO}_4$  миноранинг тепасидан насадкага махсус курилма оркали сачратилади. Унинг ожкими махсус айланиб турувчи металл юлдузча ёрдамда майда томчиларга айлантирилиб сачратилади. Юлдузчанинг кирралари хар хил узунликда булади.

Биринчи учта махсусдор минораларда (расм 21. 1,2,3 миноралар) сульфат кислота хосил булади ва суюкликдан азот оксидлари - азот(II) ва (IV) оксидлари ажралади. Улар яъни азот оксидлари олтингугурт (IV) оксидига кислород етқариб бериш вазифасини бажаради. Узи жа сарflanмайди. Азот оксидлари ва нитрат кислота асосан абсорбция тулик бормаслиги сабабли атмосферага чиқиб кетувчи газлар билан чиқиб кетади ҳамма денитрацияланиш тулик булмаганлиги учун кисман йукотилади. I т сульфат

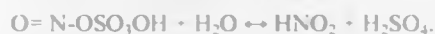
Азот оксидлари сульфат кислотанинг концентрацияси юқори бўлганда ва паст хароратда унга яхши ютилади аксинча кислота концентрацияси паст ва харорат юқори бўлганда сульфат кислотанинг азот оксидларини ушлаб қолиши камаяди. Газларнинг кислотага ютилиши карама- карши оқим принципида боради. кислота охириги вентилятор 11 ёрдамида харакатга келтирилади. Биринчи махсулдор минорадан (концентратор) 2 оқиб тушувчи юқори концентратцияли сульфат кислота совутгичда совутилгач 3- охириги юттириш минорасини 7 сугориш учун юборилади, йиғгичга 13 оқиб келган кислотанинг бир кисми қайтадан яна 7-чи минорани сугориш учун юборилади. қолган кисми эса иккинчи юттириш минорасининг 6 насадкасини сугориш учун боради. 13 – чи йиғгичга 6-минорадан оқиб тушувчи нитроза иккинчи махсулдор минорадан 3 оқиб келувчи 77-фоизли сульфат кислота билан аралашади ва биринчи юттириш минорасини 5 сугориш учун юборилади. Сульфат кислотасининг туман ва томчилари 8- электрофилтрда ушлаб қолинади. Ушлаб қолиш тулик бўлмаганлиги учун азот оксидларининг бир кисми атмосферага чиқиб кетувчи газлар билан чиқиб кетади. Мана шу йукотилган микдорни урнини тўлдириш учун махсулдор минорага нитрат кислота билан сульфат кислоталар аралашмасидан (меланждан) киритилиб турилади. (Меланж деб 87-89 фоиз концентирланган  $\text{HNO}_3$  ва 7,5 фоиз  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислоталарининг аралашмасига айтилади). Хосил қилинган нитроза билан хар учала махсулдор миноранинг насадкалари сугорилади. Унга бир оз сув ҳам қуйилади ва иссиқ қуюнди газ юборилади. Газнинг қуп кисми (70 % и) концентраторда 2 қолган кам кисми эса денитраторга 1 утқизилади. Газ бу икала минорадан утиб анча совийди ва махсулдор минорага 3 утади. Хар учала минорала ҳам нитрозилсульфат кислотанинг гидролизи боради. Натижада нитрат ва сульфат кислоталарнинг аралашмаси хосил бўлади.



Олтингургут (IV) оксид оқиб келувчи кислотада эрийди ва кислота таркибидagi сув билан бириқиб сульфит кислотага айланади



Азот оксидлари сульфат кислотанинг концентратини юкори булганда 12 паст хароратда унга яхши ютилади аксинча кислота концентрацияси паст ва харорат юкори булганда сульфат кислотанинг азот оксидларини ушлаб қолиши камаяди, газларнинг кислотага ютилиши карама- карши оким принциплар боради, кислота охирги вентилятор 11 ёрдамида харакатга келтирилади. Биринчи махсулдор минорадан (концентратор) 2 окиб тушувчи юкори концентратцияли сульфат кислота совутгичда совутилгач 3- охирги юттириш минорасини 7 сугориш учун юборилади, йиггичга 13 окиб келган кислотага бир кисми кайтадан яна 7-чи минорани сугориш учун юборилади, колган кисми эса иккинчи юттириш минорасининг 6 насадкасини сугориш учун боради. 13 - чи йиггичга 6-минорадан окиб тушувчи нитроза иккинчи махсулдор минорадан 3 окиб келувчи 77-фонзли сульфат кислота билан аралашади ва биринчи юттириш минорасини 5 сугориш учун юборилади. Сульфат кислотасининг туман ва томчилари 8- электрофилтрда ушлаб қолинади. Ушлаб қолиш тулик булмаганлиги учун азот оксидларининг бир кисми атмосферага чикиб кетувчи газлар билан чикиб кетади. Мана шу йукотилган микдорни урнини тўлдириш учун махсулдор минорага нитрат кислота билан сульфат кислоталар аралашмасидан (меланждан) киритилиб турилади. (Меланж деб 87-89 фоиз концентирланган  $\text{HNO}_3$  ва 7,5 фоиз  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислоталарининг аралашмасига айтилади). Хосил килинган нитроза билан хар учала махсулдор миноранинг насадкалари сугорилади. Унга бир оз сув ҳам куйилади ва иссиқ куюнди газ юборилади. Газнинг куя кисми (70 % и) концентраторда 2 колган кам кисми эса денитраторга 1 утказилади. Газ бу икала минорадан утиб анча совийди ва махсулдор минорага 3 утади. Хар учала минорада ҳам нитрозилсульфат кислотанинг гидролизи боради. Натижада нитрат ва сульфат кислоталарнинг аралашмаси хосил булади.



Олтингугурт (IV) оксид окиб келувчи кислотада эрийди ва кислота таркибидаги сув билан бирикиб сульфит кислотага айланади



## VII БОБ АММИАК ВА НИТРАТ КИСЛОТА ИШЛАБ

### ЧИКАРИШ

#### 7.1 Азотнинг хом ашё манбалари ва ишлатилиши.

Азот табиатда эркин ҳолда ва бирикмалар шаклида бўлади. Азотнинг асосий қисми атмосферада ( масса бўйича 75,6%) эркин ҳолда бўлади. Бирикмалар шаклида эса ер пўстлогининг 0,4 % ни ( масса бўйича) азот ташкил этади. У турли органик моддалар таркибида, одам, ҳайвонлар ва ўсимликлар организмда, қазилма бойликлар, кўмир, нефт, торф, сланец таркибида учрайди. Аноорганик бирикмалар шаклида азот кам учрайди. Унинг натрий нитрат тузи (Чили селитраси) Чилида ва жанубий Африкада, калий нитрат (Ҳинд селитраси) эса Ҳиндистонда топиладиган. Маълум миқдор аммоний сульфат тузи кўмирни кокслашдан олинади.

Азот тирик табиатда одамлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар ҳаётида бениҳоят муҳим рол ўйнайди, муҳим озуқа маҳсулоти ҳисобланади. У оксил таркибига кирати. Организмда муҳим биокимёвий жараёнларда иштирок этади. Аммо одам ва ҳайвонлар, ўсимликлар, микроорганизмлар танасида оксидлар ёки бошқа органик моддалар (ферментлар, витаминлар, гормонлар, нуклеин кислоталар ва бошқалар) синтезида элементар ҳолдаги азот эмас (у жуда инерт элементдир, унинг дисоцияланиш энергияси 945 кЖ/моль бўлиб, атомлари орасидаги боғлар жуда мустаҳкамдир, таккослаш учун хлор молекуласининг дисоцияланиш энергиясини 243 кЖ/моль олиш мумкин) балки унинг бирикмалари иштирок этади.

Азот бирикмалари бўёқлар, пластмассалар (аминопластлар) кимёвий тодалар (капрон, нейлон, энант, полиамид тодалар) сураткашлик препаратлари, дори- лармонлар, портловчи моддалар, азотли ўғитлар, аммиак ва нитрат кислотаси ва бошқа ўнлаб халқ ҳўжалиги учун муҳим бўлган катор маҳсулотлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

## VI БОБ АММИАК ВА НИТРАТ КИСЛОТА ИШЛАБ

### ЧИКАРИШ

#### 7.1 Азотнинг хом ашё манбалари ва ишлатилиши.

Азот табиатда эркин ҳолда ва бирикмалар шаклида бўлади. Азотнинг асосий қисми атмосферада ( масса бўйича 75,6%) эркин ҳолда бўлади. Бирикмалар шаклида эса ер қустлоғининг 0,4 % ни ( масса бўйича) азот ташкил этади. У турли органик моддалар таркибида, одам, ҳайвонлар ва ўсимликлар организмда, қазилма бойликлар, қўмир, нефт, торф, сланец таркибида учрайди. Аноорганик бирикмалар шаклида азот кам учрайди. Унинг натрий нитрат тузи (Чили селитраси) Чилида ва жанубий Африкада, калий нитрат (Ҳинд селитраси) эса Ҳиндистонда топишган. Маълум миқдор аммоний сульфат тузи қўмирни кокслашдан олинади.

Азот тирик табиатда одамлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар ҳаётида бениҳоят муҳим рол ўйнайди, муҳим озуқа маҳсулотли ҳисобланади. У оксид таркибига киради. Организмда муҳим биокимёвий жараёнларда иштирок этади. Аммо одам ва ҳайвонлар, ўсимликлар, микроорганизмлар танасида оксидлар ёки бошқа органик моддалар (ферментлар, витаминлар, гормонлар, нуклеин кислоталар ва бошқалар) синтезида элементар ҳолдаги азот эмас (у жуда инерт элементдир, унинг диссоцияланиш энергияси 945 кЖ/моль бўлиб, атомлари орасидаги боғлар жуда мустаҳкамдир, таққослаш учун хлор молекуласининг диссоцияланиш энергиясини 243 кЖ/моль олиш мумкин) балки унинг бирикмалари иштирок этади.

Азот бирикмалари бўёқлар, пластмассалар (аминопластлар) кимёвий толалар (капрон, нейлон, энант, полиамид толалар) сураткашлик препаратлари, дори- дармонлар, портловчи моддалар, азотли ўғитлар, аммиак ва нитрат кислотаси ва бошқа ушлаб ҳалқ ҳужалиғи учун муҳим бўлган қатор маҳсулотлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Шу усулга асосланган биринчи аммиак заводи 1901 йилда Италияда қурилиб ишга туширилди. Унинг махсулдорлиги 4 минг т/ йилга тенг бўлади. Бу усулда ишлаб чиқарилган аммиак кимматга тушар эди, 1 т цианамидга 12000 кВт/с электр энергияси сарфланади.

Электр ёй(плазма) усули (1904 йилда кашф этилган). Атмосфера азотини паст ҳароратли плазмага (2200 К дан юкори одатда 103 -105 К ҳароратда) туғридан туғри кислород билан оксидлашга асосланган (электр учқунида азот ёнишини Кавендиш ва Пристли топган эди).

Паст ҳароратли ҳаво плазмаси бу ионлашган ҳаво бўлиб, газ ионлари ва эркин электронлардан иборат бўлади. Плазма ҳолати юкори частотали электр ёйида газларнинг зарядсизланишидир, ядро реакцияларида кузатилади. Плазма усулига асосланган биринчи завод 1901 йилда шимолий Америкада қурилиб ишга туширилди. Бу усулда кўп энергия сарфланади. (1т NO олиш учун 60.000 кВт/с электр энергияси сарфланади) NO нинг унуми паст (5%) бўлади. NO нинг тан нархи кимматга тушади.

Аммиакли усулда  $N_2$  туғридан туғри  $H_2$  билан бириктирилади. Бу ҳароратда, босим ва катализатор иштирокида боради.



Бу усулда олинган аммиакнинг тан нархи анча арзонга тушади. Ҳозирги вақтда бу усул аммиакни саноатда ишлаб чиқаришнинг бирдан-бир усулидир.

Бу усулни анча вақтгача қўллашнинг иложи бўлмади. Чунки бунда юкори босим (1000 атм.гача) талаб қилинади. Юкори босимни факатгина XX асрнинг 10 йилларида ҳосил қилиш мумкин бўлди.

Бу усулни биринчи бўлиб 1908 йилда немис олими Габер кашф этди. 1913 йилда уни ишлаб чиқаришга тадбиқ этди. Бу кашфиёт учун 1920 йилда Нобель мукофотига сазовор бўлди. Бу усулга асосланиб биринчи завод Германияда қурилди, унинг махсулдорлиги 20-25 т/суткага тенг бўлиб, реакция 200-225 атм. босим ва 550°C ҳароратда, катализатор иштирокида олиб борилади. Унуми 8-9 % га тенг собик СССР да биринчи аммиак синтези заводи 1927 йилда қурилиб ишга туширилган.

Шу усулда асосланган биринчи завод 1901 йилда Итало-америкада курилиб ишга туширилди. Унинг махсулдорлиги 4 минг т/ йилга тенг бўлади. Бу усулда ишлаб чиқарилган аммиак кимматга тушар эди. 1 т цианамидга 12000 кВт/с электр энергияси сарфланади.

Электр ёй (плазма) усули (1904 йилда кашф этилган). Атмосфера азотини паст ҳароратли плазмага (2200 К дан юкори одатда 103-105 К ҳароратда) туғридан туғри кислород билан оксидлашга асосланган (электр учқунида азот ёнишини Кавендиш ва Пристли толган эди).

Паст ҳароратли ҳаво плазмаси бу ионлашган ҳаво бўлиб, газ ионлари ва эркин электронлардан иборат бўлади. Плазма ҳолати юкори частотали электр ёйида газларнинг зарядсизланишидир, ядро реакцияларида кузатилади. Плазма усулига асосланган биринчи завод 1901 йилда шимолий Америкада курилиб ишга туширилди. Бу усулда кўп энергия сарфланади. (1 т NO олиш учун 60.000 кВт/с электр энергияси сарфланади) NO нинг унуми паст (5%) бўлади. NO нинг тан нархи кимматга тушади.

Аммиакли усулда  $N_2$  туғридан туғри  $H_2$  билан бириктирилади. Бу ҳароратда, босим ва катализатор иштирокида боради.



Бу усулда олинган аммиакнинг тан нархи анча арзонга тушади. Ҳозирги вақтда бу усул аммиакни саноатда ишлаб чиқаришнинг бирдан-бир усулидир.

Бу усулни анча вақтгача куллашнинг иложи бўлмади. Чунки бунда юкори босим (1000 атм.гача) талаб қилинарди. Юкори босимни фақатгина XX асрнинг 10 йилларида ҳосил қилиш мумкин бўлди.

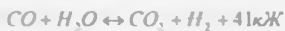
Бу усулни биринчи бўлиб 1908 йилда немис олими Габер кашф этди. 1913 йилда уни ишлаб чиқаришга тадбиқ этди. Бу кашфиёт учун 1920 йилда Нобель мукофотига сазовор бўлди. Бу усулга асосланиб биринчи завод Германияда курилди, унинг махсулдорлиги 20-25 т/суткага тенг бўлиб, реакция 200-225 атм. босим ва 550°C ҳароратда, катализатор иштирокида олиб борилади. Унуми 8-9 % га тенг собиқ СССР да биринчи аммиак синтези заводи 1927 йилда курилиб ишга туширилган.

синтетик ёсинин синтези ва бошқалар тузунги пайтларда CO вази темир рудаларидан, темирни кайтариб тоза темир олишда ҳам ишлатила бошланди). синтезида ҳам кўп ишлатилади.

Конверсия усули метанни сув буғи ёки кислород билан оксидланишига асосланган:



Кейин ҳосил булган CO ни сув буғи билан конверсия қилинади.



Метанни сув буғи билан конверсияси реакциясини умумий ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин:



Метан ва CO конверсиялари каттализатор иштарокида ( $CH_4$  учун никел, CO учун темир, хром, рух хром мисли катализаторлар кулланилади) боради.

Рух хром мисли катализатор кулланганда CO конверцияси паст ҳароратда ( $250-300^\circ \text{C}$ ) боради. Конверцияланган газ таркибида қолган CO нинг миқдори 0,2 - 0,4 % дан (ҳажм бўйича) ошмайди. Бундай ҳолларда кўпинча CO дан тозалаш учун абсорбцион усул урнига факат метанлаш-гидрогенлашдан фойдаланиш мумкин.

Юкорида келтирилган реакциялардан маълумки олинган водород вази тоза эмас, таркибида 30 % гача  $CO_2$ , 0,5-4 % гача CO сақлайди. Озрок миқдор  $O_2$  бирикмалари билан ифлосланган бўлади. Бу аралашмалар аммиак синтезида ишлатиладиган катализаторни захарлайди. Шунинг учун уларни тозалаш керак бўлади.

Водородни бегона аралашмалардан тозалашнинг турли усуллари кулланилади: а) каттик сорбентлар билан аралашмаларни адсорбцияси; б) суюқ сорбентлар билан абсорбцияланиш; в) чуқур совутиш билан аралаштирмаларни конденсатлаш; г) катталик гидрогенлаш ва бошқалар. а) усул билан бегона қушимчалар кам булганда (S сақловчи бирикмаларда)

синтетик бензин синтези ва бошқалар (сўнгги пайтларда СО газини темир рудаларидан, темирни кайтариб тоза темир олишда ҳам ишлатиш бошланди) синтезида ҳам кўп ишлатилади.

Конверсия усули метанни сув буғи ёки кислород билан оксидланишига асосланган:



Кейин ҳосил булган СО ни сув буғи билан конверсия қилинади.



Метанни сув буғи билан конверсияси реакциясини умумий ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин:



Метан ва СО конверсиялари каттализатор иштарокида ( $\text{CH}_4$  учун никел, СО учун темир, хром, рух хром мисли каттализаторлар қўлланилади) боради.

Рух хром мисли каттализатор қўлланганда СО конверсияси паст ҳароратда ( $250-300^\circ\text{C}$ ) боради. Конверцияланган газ таркибида қолган СОнинг миқдори  $0,2-0,4\%$  дан (ҳажм бўйича) ошмайди. Бундай ҳолларда қўпинча СОдан тозалаш учун абсорбцион усул урнига факат метанлаш-гидрогенлашдан фойдаланиш мумкин.

Юқорида келтирилган реакциялардан маълумки олинган водород газини тоза эмас, таркибида  $30\%$  гача  $\text{CO}_2$ ,  $0,5-4\%$  гача СО сақлайди. Озрок миқдор  $\text{O}_2$  бирикмалари билан ифлосланган бўлади. Бу аралашмалар аммиак синтезида ишлатиладиган каттализаторни захарлайди. Шунинг учун уларни тозалаш керак бўлади.

Водородни бегона аралашмалардан тозалашнинг турли усуллари қўлланилади: а) каттик сорбентлар билан аралашмаларни адсорбцияси; б) суюқ сорбентлар билан абсорбцияланиш; в) чуқур совутиш билан аралаштирмаларни конденсатлаш; г) катталик гидрогенлаш ва бошқалар. Усул билан бегона қўшимчалар кам булганда ( $\text{S}$  сақловчи бирикмаларда)

газлари (80 %  $\text{CO}_2$ , II  $\text{H}_2$ ) десорбцияланиб ажралиб чиқади. Бу газ ( $\text{CO}_2$ ) йиғиб олинади, турли максадларда ишлатилади. масалан, карбамид синтезида, курук муз тайёрлашда ва бошқа махсулотлар олишда ишлатилади. Бу усулнинг камчилиги кўп электр энергияси сарфланиши ва анча водороднинг йукотилишидандир. Шунинг учун ҳам кейинги йилларда бу усул кўп қулланилмайди, балки сорбсион ва селективлик хоссаси сувдан анча юқори бўлган этаноламин билан тозалаш кенг қулланилмоқда. Бунда моно- ва ди-этаноламиннинг ( $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$  ва  $\text{NH}(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH})_2$  сувдаги 15 % ли эритмасига  $\text{CO}_2$  юттирилади.

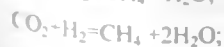


Юттириш жараёни 40-45 °C да олиб борилади. Абсорбцияланиш натижасида ҳосил булган карбонат ва гидрокарбанатлар 120°C да десорбентда  $\text{CO}_2$  ажратиб парчаланадилар. Юттирувчи сифатида метанол, пропилен карбонат, сульфолон каби моддалар ҳам ишлатилиши мумкин. ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$  - пропилен карбонат,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{SO}_2$ -сульфолон).

Газини  $\text{CO}$  дан тозалаш. Мис аммиакли эритма билан юттириш, суюк азот билан каталитик гидрогенлаш каби усуллар билан амалга оширилади.

Кенг қулланиладигани суюк азот билан ювиш усулидир. Бунда газ катализатор захарларидан ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), қисман  $\text{CH}_4$  ва ароматик углеводородлардан инерт арашмалардан тозалайди. Бу қўшимчалар ҳаммаси суюк азотнинг ҳароратидан кура юқори ҳароратда қайнайди, шунинг учун конденцияланади ва суюк азотда эрийди. Ювиш колоннасида шундай ҳарорат сақланадигани бунда  $\text{N}_2$  :  $\text{H}_2$  нисбати тахминан 3:1 бўлиб водород газини  $\text{N}_2$  билан туйинади.

Каталитик гидрогенлаш (метанлаш).  $\text{CO}$  ва  $\text{CO}_2$  микдори 1 % гача булганда қулланилади. Бунда никель катализатори (алюминий оксидига шимдирилган бўлади) ва 200-400 °C ҳароратда қуйидагича реакция асосида боради:



газлари (80 %  $\text{CO}_2$  - II  $\text{H}_2$ ) десорбцияланб ажратиб олинган. Бу газ ( $\text{CO}_2$ ) янги солинади, турли мақсадларда ишлатилади, масалан, карбамид синтезида, қуруқ муз тайёрлашда ва бошқа маҳсулотлар олишда ишлатилади. Бу усулнинг камчилиги кўп электр энергияси сарфланиши ва анча водороднинг йукотилишидандир. Шунинг учун ҳам кейинги йилларда бу усул кўп қулланилмайди, балки сорбцион ва селективлик хоссаи суудан анча юқори булган этаноламин билан тозалаш кенг қулланилмоқда. Бунда моно- ва ди- этаноламиннинг ( $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$  ва  $\text{NH}(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH})_2$ ) суудаги 15 % ли эритмасига  $\text{CO}_2$  ютирилади.



Ютириш жараёни 40-45 °C да олиб борилади. Абсорбцияланган натижасида ҳосил булган карбонат ва гидрокарбонатлар 120°C да десорбцияда  $\text{CO}_2$  ажратиб парчаланадилар. Ютирувчи сифатида метанол, пропилен карбонат, сульфолон каби моддалар ҳам ишлатилиши мумкин. ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$  - пропилен карбонат,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{SO}_2$ -сульфолон).

**Газни  $\text{CO}$  дан тозалаш.** Мис аммиаклиэритма билан ютириш, суюқ азот билан каталитик гидрогенлаш каби усуллар билан амалга оширилади. Кенг қулланиладигани суюқ азот билан ювиш усулидир. Бунда газ каталитатор захарларидан ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), қисман  $\text{CH}_4$  ва ароматик углеводородлардан инерт аралашмалардан тозаланади. Бу қушимчалар ҳаммаси суюқ азотнинг ҳароратидан кура юқори ҳароратда қайнайди, шунинг учун конденцияланади ва суюқ азотда эрийди. Ювиш колоннасида шундай ҳарорат сакланадики бунда  $\text{N}_2 : \text{H}_2$  нисбати тахминан 3:1 бўлиб водород газини  $\text{N}_2$  билан туйинади.

**Каталитик гидрогенлаш (метанлаш).**  $\text{CO}$  ва  $\text{CO}_2$  миқдори 1 % гача булганда қулланилади. Бунда никель каталитатори (алюминий оксидига шимдирилган бўлади) ва 200-400 °C ҳароратда қуйидагича реакция асосида боради:



бўлиниши.

5-Жадвал.

| Харорат, °C | Аммиакнинг миқдори, % |         |
|-------------|-----------------------|---------|
|             | 30 МПа                | 100 МПа |
| 200         | 89,94                 | 98,29   |
| 300         | 70,96                 | 92,55   |
| 400         | 47,00                 | 79,82   |
| 500         | 26,44                 | 57,47   |
| 600         | 13,77                 | 31,43   |
| 700         | 7,28                  | 12,83   |

5-жадвалдан кўриниб турибдики мувозанатни  $\text{NH}_3$  ҳосил бўлиши томон силжитиш учун юкори босим ва паст харорат керак бўлади. Хатто энг юкори босимда ҳам катализатор қўлланилмаса реакция унуми паст бўлади. Ишлаб чиқариш шароитида реакция 400-500°C хароратда каттик катализатор иштирокида ва босимда олиб борилади. Аммиак синтези реакциясида: темир, уран, осмий, радий, платина, молибден ва бошқа металллар актив катализатор бўла олиши аниқланган. Энг активи уран ва осмийдир, ammo кимматлиги ва захарларга чидамсизлиги учун улар қўлланилмайди. Саноатда темир катализатор кенг қўлланилади. Бу ҳам арзон ҳам анча актив, юкори хароратга ва захарларга чидамли,  $\text{H}_2\text{S}$  ва бошқа S ли бирикмалар Fe ни кайтмас қилиб захарлайди. Агар 0,1 % S ли бирикма бўлса (азот водородли газлар аралашмасида) катализатор активлигини 50 % га 1 % S- ли бирикма бўлса 100% га пасайтиради.  $\text{H}_2\text{O}$ , CO,  $\text{CO}_2$  лар эса катализаторни жуда кучли захарлайди, ammo қайтар захарланади, (яъни, яна катализаторни активлаш мумкин бўлади).

Катализаторни тайёрлаш учун магнит темиртош ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) кислород иштирокида ва промоторлар: (промоторлар актив юзали структурага эга бўлган, катализатор массасининг ҳосил бўлишини таъминловчи, таъсирга эга бўлган бирикмалардир) ва бошқа бирикмалар билан аралаштириб суюклантириш йўли билан тайёрланади, сўнгра катализатор водородли аралашма билан тоза метал ҳолдаги темирғача кайтарилади.

боғлиқлиги.

5-Жадвал.

| Ҳарорат, °С | Аммиакнинг миқдори, % |         |
|-------------|-----------------------|---------|
|             | 30 МПа                | 100 МПа |
| 200         | 89,94                 | 98,29   |
| 300         | 70,96                 | 92,55   |
| 400         | 47,00                 | 79,82   |
| 500         | 26,44                 | 57,47   |
| 600         | 13,77                 | 31,43   |
| 700         | 7,28                  | 12,83   |

5-жадвалдан куришиб турибдики мувозанатни  $\text{NH}_3$  ҳосил бўлиши томон силжитиш учун юқори босим ва паст ҳарорат керак бўлади. Хатто энг юқори босимда ҳам катализатор қўлланилмаса реакция унуми паст бўлади. Ишлаб чиқариш шароитида реакция 400-500°C ҳароратда каттик катализатор иштирокида ва босимда олиб борилади. Аммиак синтези реакциясида: темир, уран, осмий, радий, платина, молибден ва бошқа металллар актив катализатор бўла олиши аниқланган. Энг фаъли уран ва осмийдир, ammo қимматлиги ва захарларга чидамсизлиги учун улар қўлланилмайди. Саноатда темир катализатор кенг қўлланилади. Бу ҳам арзон ҳам анча актив, юқори ҳароратга ва захарларга чидамли,  $\text{H}_2\text{S}$  ва бошқа S ли бирикмалар Fe ни қайтмас қилиб захарлайди. Агар 0,1 % S ли бирикма бўлса (азот водородли газлар аралашмасида) катализатор фаълигини 50 % га 1 % S- ли бирикма бўлса 100% га пасайтиради.  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  лар эса катализаторни жуда кучли захарлайди, ammo қайтар захарланади, (яъни, яна катализаторни фаъллаш мумкин бўлади).

Катализаторни тайёрлаш учун магнит темиртош ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) кислород иштирокида ва промоторлар: (промоторлар актив юзали структурага эга бўлган катализатор массасининг ҳосил бўлишини таъминловчи, таъсирга эга бўлган бирикмалардир) ва бошқа бирикмалар билан аралаштириб суюклантириш йўли билан тайёрланади, сунгра катализатор водородли аралашма билан тоза металл ҳолдаги темирғача қайтарилади.

Тоза ва айланма газлар аралашмаси қўш потонани турбокомпрессорда 5 (буғ, хаво, газлар билан ишловчи моторга турбина дейилади, компрессор хавони ёки газларни сиқувчи аппарат). 30-22 МПа гача сиқилиб аммиак синтези калонасига берилади, кайсики унда 1. аммиак синтезланади. Синтез калонасида (калона-устун) чиққан таркибида ҳажм жиҳатдан 20% гача  $\text{NH}_3$  сакловчи газ (харорати  $400^\circ\text{C}$ ) аввал буғ ҳосил қилувчи қозон орқали ўтиб сувли совутгичга 3 га боради. Сўнгга  $30-40^\circ\text{C}$  хароратгача совийди ва сператорга 3 (ажратувчи аппарат) боради. Сепараторда аммиакнинг бир қисми газлардан ажралади, конденсатланади. Реакцияга киришмай қолган айланма газлар циркуляция газлари дейилиб компрессорда 5 суриб олинади. Аммиак ҳосил бўлишига сарфланган газ миқдорига тенг миқдордаги тоза азот водородли газлар аралашмаси билан қўшилиб аммиакли газлар аралашмасидан туликрок ажратиш учун конденсация калонасига юборилади. Бундай қилиш тоза азот водородли газлар аралашмасини суюқ аммиак бўғлантиргичда 7 ва конденсаторда 6 аралашган суюқ аммиак билан бевосита тўқнашувини натижасида  $-10^\circ\text{C}$  гача совутиш орқали  $\text{CO}_2$  ва  $\text{CO}$  лардан янада қўшимча равишда тозалаш ҳамда аммиакли туликрок ажратиш имконини беради. Газ конденсация калонасидаги 6 иссиқ алмаштиргичнинг ташки томонидан – қувурлар аро бўшлиқдан (а) ҳамда газ ажратгичдан (в) насатка (б) (томчиларни ушлаб қолади) орқали ўтиб (газни иссиқлигидан аммиак бўғланади, газ эса совийди) совиган газ яна конденсация Колоннага 5 қиради ва суюқ аммиакдан ажратиб насатка орқали иссиқ алмаштиргичнинг ичидан ўтади, ўз иссиқлигини бир қисмини қираётган газга бериб синтез калонасининг юқори қисмидан қиради. Циркуляция газлари таркибида аста – секинлик билан инерт қўшимчалар ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{Ar}$ ) тупланиб миқдори қупайиб боради. Бу ҳолат реакция унумдорлигига салбий таъсир этади. Шунинг учун вақт – вақти билан циркуляция газлари ташқарига чиқариб юборилади ва таркибидаги қўшимчаларни шундай йўл билан қамайтириб турилади. Аммиак синтезлаш қурилмасининг асосий қисми синтез колоннаси (63-расмга қараңг). Колонна 175-200 мм, (одатда хромванадийли) пўлатдан ясалган цилиндрсимон корпус

Тоғи ва айланма газлар аралашмаси бўл потонали турбокомпрессорда 3 (буғ, хаво, газлар билан ишловчи моторга турбина дейилади, компрессор хавони ёки газларни сиқувчи аппарат). 30-22 МПа гача сиқилиб аммиак синтез калонасига берилади, қайсики унда 1. аммиак синтезланади. Синтез калонасида (калона-устун) чиққан таркибида ҳажм жиҳатдан 20% гача  $\text{NH}_3$  сақловчи газ (харорати  $400^\circ\text{C}$ ) аввал буғ ҳосил қилувчи қозон орқали ўтиб сувли совутгичга 3 га боради. Сўнгра  $30-40^\circ\text{C}$  хароратгача совийди ва сепараторга 3 (ажратувчи аппарат) боради. Сепараторда аммиакнинг бир қисми газлардан ажралади, конденсатланади. Реакцияга киришмай қолган айланма газлар циркуляция газлари дейилиб компрессорда 5 суриб олинади. Аммиак ҳосил бўлишига сарфланган газ миқдорига тенг миқдордаги тоза азот водородли газлар аралашмаси билан қўшилиб аммиакли газлар аралашмасидан туликрок ажратиш учун конденсация калонасига юборилади. Бундай қилиш тоза азот водородли газлар аралашмасини суюқ аммиак буғлантиргичда 7 ва конденсаторда 6 аралашган суюқ аммиак билан бевосита туқнашуви натижасида  $-10^\circ\text{C}$  гача совутиш орқали  $\text{CO}_2$  ва  $\text{CO}$  лардан янада қўшимча равишда тозалаш ҳамда аммиакни туликрок ажратиш имконини беради. 1. конденсация калонасидаги 6 иссиқ алмаштиргичнинг ташқи томонидан – қувурлар аро бўшлиқдан (а) ҳамда газ ажратгичдан (в) насатка (б) (томчиларни ушлаб қолади) орқали ўтиб (газни иссиқлигидан аммиак буғланади, газ эса совийди) совиган газ яна конденсация Колоннага 5 киради ва суюқ аммиакдан ажралиб насатка орқали иссиқ алмаштиргичнинг ичидан ўтади, ўз иссиқлигини бир қисминини қираётган газга бериб синтез калонасининг юқори қисмидан киради. Циркуляция газлари таркибида аста – секинлик билан инерт қўшимчалар ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{Ar}$ ) тупланиб миқдори қупайиб боради. Бу ҳолат реакция унумдорлигига салбий таъсир этади. Шунинг учун вақт – вақти билан циркуляция газлари ташқарига чиқариб юборилади ва таркибидаги қўшимчаларни шундай йўл билан камайитириб турилади. Аммиак синтез қурилмасининг асосий қисми синтез колоннасидир (63-расмга қараң). Колонна 175-200 мм, (одатда хромванадийли) пўлатдан ясалган цилиндрсимон қорпо-

синтези курилмасининг схемаси 64-расмда берилган. Бунда хаво билан совутувчи аппаратлар кенг қўлланилган, бу сув сарфини ҳам анча камайтиради.

Бу эса ҳукуматимизнинг техник максадларда сув сарфини камайтириш ҳақидаги қарорларига амалий жавобдир. Бу заводнинг қуввати 1500т/суткага тенг бўлиб: бунда икки боскичли буг хаволи метан конверсияси,  $\text{CO}$  нинг юқори ва паст ҳароратли конверсияси, моноэтанолмин билан  $\text{CO}_2$  дан тозалаш,  $\text{CO}$  ва  $\text{CO}_2$  дан каталитик гидрогенлаш йўли билан батамом тозалаш усуллари қўлланилади.

Табий газ ( $\text{CH}_4$ ) 4МПа босим остида олтингугуртли бирикмалардан тозалангач 3,7:1 нисбатда сув буги билан қўшилиб чикиб кетувчи газлар иссиқлиги билан иссиқ алмаштиргичда 4 кизиб, табий газ ёкилувчи қувурсимон метан конверторига 5 келади. Метаннинг сув буги билан конверсияси  $\text{CO}$  ҳосил бўлгунча никель катализатори иштирокида ва 800-850°C ҳароратда олиб борилади. Конверсиянинг биринчи боскичидан кейин конверцияга учраган газнинг таркибида 9-10% метан қолади. Сўнгра газ хаво билан аралаштирилиб шахтали метан конверторига 7 юборилади. У ерда 900-1000°C да қолган метан хаво кислороди билан (буг газининг нисбати 0.8:1) конверсияга учрайди. Шахта конверторидан газ, буг ҳосил қилиш қозониға юборилади. Бу қозонда юқори параметрли буг (10МПа, 480°C) ҳосил бўлиб, у марказдан қочма компрессорларнинг турбинасини ҳаракатға келтириш учун фойдаланилади. Газ, буг ҳосил қилиш қозонидан углерод (II) оксидининг, икки боскичли конверциясига боради.  $\text{CO}$ нинг конверцияси аввал биринчи боскичли конверторда 9 ўртача ҳароратли темир хромли катализатор иштирокида 430-470°C да, кейин эса иккинчи боскичли  $\text{CO}$  конверторида 10-рух-хром-мисли катализатор иштирокида 200-260°Cда боради. Иккинчи боскичли  $\text{CO}$  конверторидан чиққан газлар иссиқлиги газни  $\text{CO}_2$  дан тозаловчи абсорбентдан чиққан моноэтаноламин эритмасини регенерациялаш учун сарфланади. Сўнгра газ  $\text{CO}_2$  дан тозаланиши учун совук моноэтаноламин билан сугорилиб турувчи абсорбентга боради. У ерда 30-40°C да, газ  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  ва  $\text{O}_2$  дан тозаланади. Абсорбентдан чиққан газ таркибида 0,3% гача  $\text{CO}$ , 30-40 м<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$  сақлайди. 280-

синтези қўрилмасинини схемаси 04-расмда остида олтингурутли буги хаво газ

совутувчи аппаратлар кенг қўлланилган, бу сув сарфини ҳам анча камайтира

Бу эса ҳукуматимизнинг техник мақсадларда сув сарфини камайтириш хақидаги қарорларига амалий жавобдир. Бу заводнинг қуввати 1500т/суткага тенг бўлиб: бунда икки боскичли буг хаволи метан конверсияси,  $\text{CO}$  нинг юкори ва паст ҳароратли конверсияси, моноэтанолин билан  $\text{CO}_2$  дан тозалаш  $\text{CO}$  ва  $\text{CO}_2$  дан каталитик гидрогенлаш йўли билан батамом тозалаш усуллари қўлланилади.

Табиий газ ( $\text{CH}_4$ ) 4МПа босим остида олтингурутли бирикмалардан тозалангач 3,7:1 нисбатда сув буги билан қўшилиб чикиб кетувчи газлар иссиқлиги билан иссиқ алмаштиргичда 4 кизиб, табиий газ ёкилувчи қувурсимон метан конверторига 5 келади. Метаннинг сув буги билан конверсияси  $\text{CO}$  ҳосил бўлгунча никель катализатори иштирокида ва 800-850 $^{\circ}\text{C}$  ҳароратда олиб борилади. Конверсиянинг биринчи боскичидан кейин конверсияга учраган газнинг таркибида 9-10% метан қолади. Сўнгра газ хаво билан аралаштирилиб шахтали метан конверторига 7 юборилади. У ерда 900-1000 $^{\circ}\text{C}$  да қолган метан хаво кислороди билан (буг газининг нисбати 0,8:1) конверсияга учрайди. Шахта конверторидан газ, буг ҳосил қилиш қозонига юборилади. Бу қозонда юкори параметрли буг (10МПа, 480 $^{\circ}\text{C}$ ) ҳосил бўлиб, у марказдан қочма компрессорларнинг турбинасини ҳаракатга келтириш учун фойдаланилади. Газ, буг ҳосил қилиш қозонидан углерод (II) оксидининг, икки боскичли конверсиясига боради.  $\text{CO}$ нинг конверсияси аввал биринчи боскичли конверторда 9 ўртача ҳароратли темир хромли катализатор иштирокида 430-470 $^{\circ}\text{C}$  да, кейин эса иккинчи боскичли  $\text{CO}$  конверторида 10-рух-хром-мисли катализатор иштирокида 200-260 $^{\circ}\text{C}$ да боради. Иккинчи боскичли  $\text{CO}$  конверторидан чиққан газлар иссиқлиги газни  $\text{CO}_2$  дан тозаловчи абсорбентдан чиққан моноэтаноламин эритмасини регенерациялаш учун сарфланади. Сўнгра газ  $\text{CO}_2$  дан тозаланиши учун совук моноэтаноламин билан суғорилиб турувчи абсорберга боради. У ерда 30-40 $^{\circ}\text{C}$  да, газ  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  ва  $\text{O}_2$  дан тозаланади. Абсорбердан чиқган газ таркибида 0,3% гача  $\text{CO}$ , 30-40 м $^3$   $\text{CO}_2$  сақлайди. 280-

билан нар қанчали нисбатларда аралаша олади. Сульфатларнинг ~~сульфатларнинг~~ чиқиши гидратлар ҳосил бўлишдан далолат беради ( $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

68,4 %ли нитрат кислотаси эса азеотроп аралашма бўлиб 121,90C да қайнайди (65-расм), бунда у сув билан бирга қушилиб хайдалади. Нитрат кислота иссиқлик ва ёруғлик таъсирида парчаланadi.



Ажралиб чиққан азот (IV) – оксиди кислотала эриб, уни қўнғир ёки қизил (эриган  $\text{NO}_2$  нинг микдорига караб) рангга бўяйди. Шунингдек нитрат кислота қучли оксидловчидир. У олтин, платина, тантал, радий, нридийдан бошка барча металларни эритиб тегишли нитратлар ёки оксидларга айлантира олади. Концентрланган нитрат кислота айрим металларни пассивлаштиради. (У совук ҳолда темирни пассивлаштиришини Ломонов аниқлаган эди.) масалан, темир, хром, алюминийлар ўз юзасини юпка оксид парда ҳосил қилиб, метални нитрат кислотасининг такрор таъсиридан ҳимоя қилади. Шу хоссасидан фойдаланиб, концентрланган нитрат кислотаси пўлат ва алюминий бочкаларда ёки резервуарларда ташилади ва шу хилдаги идишларда сақланади.

Кўпгина органик моддалар, шу жумладан олам ва ҳайвон тўқималари ҳам нитрат кислота таъсирида емирилади (масалан, биокимё курсида оксилларнинг ксантопротеин реакцияси) баъзи бирлари эса концентрланган нитрат кислотаси таъсирида ёниб кетиши мумкин. Нитрат кислота ва унинг оксидлари ( $\text{NO}$  ва  $\text{NO}_2$ ) ўта захарли бўлиб, атмосферада унинг чегаравий ҳавфли концентрацияси 0,1 мг/м<sup>3</sup> га тенгдир.

**Ишлатилиши.** Нитрат кислотаси аҳамияти ва ишлатиш соҳасининг кенглиги бўйича бошка аниорганик кислоталар орсида фақат сульфат кислотадан кейинги иккинчи ўринда туради. Жуда кўп соҳаларда ишлатилади. Дунёда ишлаб чиқариладиган нитрат кислотанинг 75 %и азотли ўғитлар ишлаб чиқаришда, 15 %и портловчи моддалар олишда, органик бўёқлар, 10%и бошка нарсадар: органик реактивлар, нитролаклар, пластмассапар, киноплёнкалар, сунъий тозалар ва бошка органик моддалар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Яна ў дори-дармонлар олишда оксидловчи сифатида, суратхоналарда, нитрозали

чикиши гидратлар ҳосил бўлишидан далолат беради ( $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

68,4 %ли нитрат кислотаси эса азотроп аралашма бўлиб 121,90C<sup>o</sup> да қайнайди (65-расм), бунда у сув билан бирга қушилиб җайдалади. Нитрат ислоҳат иссиқлик ва ёруғлик таъсирида парчаланаяди.



Ажралиб чиққан азот (IV) – оксиди кислоталада эриб, уни қўнғир ёки қизил (эриган  $\text{NO}_2$  нинг миқдориға қараб) ранға бўяйди. Шунингдек нитрат кислота қучли оксидловчидир. У олтин, платина, тантал, радий, иридийдан бошқа барча металлларни эритиб тегишли нитратлар ёки оксидларға айлантира олады. Концентрланган нитрат кислота айрим металлларни пассивлаштиради. (У совуқ ҳолда темирни пассивлаштиришини Ломонов аниқлаган эди.) масалан, темир, хром, алюминийлар ўз юзасини юпка оксид парда ҳосил қилиб, металлни нитрат кислотасининг такрор таъсиридан ҳимоя қилади. Шу хоссасидан фойдаланиб, концентрланган нитрат кислотаси пулат ва алюминий бочкаларда ёки резервуарларда ташилади ва шу ҳилдаги идишларда сақланади.

Қўпгина органик моддалар, шу жумладан одам ва ҳайвон туқималари ҳам нитрат кислота таъсирида емирилади (масалан, биокиме курсида оксидларнинг ксантопротеин реакцияси) баъзи бирлари эса концентрланган нитрат кислотаси таъсирида ёниб кетиши мумкин. Нитрат кислота ва унинг оксидлари ( $\text{NO}$  ва  $\text{NO}_2$ ) ўта заҳарли бўлиб, атмосферада унинг чегаравий ҳавфли концентрацияси 0,1 мг/м<sup>3</sup> га тенгдир.

**Ишлатилиши.** Нитрат кислотаси аҳамияти ва ишлатиш соҳасининг кенлиги бўйича бошқа анорганик кислоталар орасида фақат сульфат кислотадан кейинги иккинчи ўринда туради. Жуда қўп соҳаларда ишлатилады. Дунёда ишлаб чиқариладиган нитрат кислотанинг 75 %и азотли ўғитлар ишлаб чиқаришда, 15 %и портловчи моддалар олишда, органик бўёқлар, 10%и бошқа нарсалар: органик реактивлар, нитролаклар, пластмассалар, киноплёнкалар, сунъий толалар ва бошқа органик моддалар ишлаб чиқаришда ишлатилады. Яна у дори-дармонлар олишда оксидловчи сифатида, суратхоналарда, нитроқал

тур...  
таксометрлаштириди.

1.Андреев лойихаси асосида Россияда биринчи нитрат ишлаб ишлаб чиқариш заводи, 1917 йилда Юзовка хозирги Донецкий шахрида қурилди. Унда қумирни коксلاшда олинадиган аммиакни ажратиб олиш ва тозалашнинг янги усули қўлланилади. Контакт аппаратининг кенг юзали конструкияси ва платина – иридийли катализатордан фойдаланиш юттириш миноралари қурилишида кислотатага чидамли гранитдан фойдаланиш каби қўбгина ижобий янгиликлар қўлланилиши сабабли завод махсулдорлигини анча оширишга эришилди. И.И.Андреевнинг бу соҳадаги ишлари совет ва хатто дунёда нитрат кислотата ишлаб чиқариш тараккиётига катта хисса бўлиб қўшилди. Саноатда нитрат кислотанинг қуйидаги турлари ишлаб чиқарилади.

1.Кучсиз ёки суюқ холда:

1-нав -56 %ли.

2-нав -47 %ли.

3-нав -45 %ли.

2.Концентрланган.

1-нав -98 %ли.

2-нав -97 %ли.

3.Меланж (франсузча сўз бўлиб аралашма маъносини англатади) 89 % нитрат кислотата.7.5 % сульфат кислотадан иборат.

## 7.6 НИТРАТ КИСЛАТА ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ.

Аммиакдан нитрат кислотата ишлаб чиқариш йули уч босқичдан иборат:

1.Ҳаво кислотароди билан аммиакни оксидлаш:

2.Азот(II)-оксидини азот (IV)-оксидигача оксидлаш ва азот (IV)-оксидини димерлаш;

таккомиллаштирди.

И.Андреев лойнхаси асосида Россияда биринчи нитрат ишлаб ишлаб чиқариш заводи, 1917 йилда Юзовка ҳозирги Донецкий шахрида қурилди. Унда қумирни коксда олинадиган аммиакни ажратиб олиш ва тозалашнинг янги усули қўлланилади. Контакт аппаратнинг кенг юзали конструкцияси ва платина – иридийли катализатордан фойдаланиш юттириш миноралари қурилишида кислотани чидамли гранитдан фойдаланиш каби қўбгина ижобий янгиликлар қўлланилиши сабабли завод маҳсулдорлигини анча оширишга эришилди. И.И.Андреевнинг бу соҳадаги ишлари совет ва ҳатто дунёда нитрат кислотани ишлаб чиқариш таракқиётига катта ҳисса бўлиб қўшилди.

Саноатда нитрат кислотанинг қуйидаги турлари ишлаб чиқарилади.

1 Кучсиз ёки суюқ ҳолда;

1-нав -56 %ли.

2-нав -47 %ли.

3-нав -45 %ли.

2.Концентранган.

1-нав -98 %ли.

2-нав -97 %ли.

3.Меланж (франсузча сўз бўлиб аралашма маъносини англатади) 89 % нитрат кислота.7,5 % сульфат кислотадан иборат.

## 7.6 НИТРАТ КИСЛОТА ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ.

Аммиакдан нитрат кислотани ишлаб чиқариш йўли уч босқичдан иборат;

1.Ҳаво кислотароди билан аммиакни оксидлаш;

2.Азот(II)-оксидини азот (IV)-оксидигача оксидлаш ва азот (IV)-оксидини димерлаш;

Платинали катализаторлардан 0,04-0,06 йўқотилади. Ҳарорат ва босимнинг ортиши билан катализаторни йўқотиш ҳам ортади. Масалан, 8 МПа босим ва 900°C ҳароратда ишловчи қурилмаларда 1т  $\text{HNO}_3$  да 0,13-0,16 г платина йўқотилади. Платина ва палладий қийматининг баландлиги аввало уларнинг қамлиги ва бундай қимматбаҳо нодир металлларнинг емирилиши натижасида доим йўқотилиб турилиши нисбатан арзонроқ металлларни қўллашни тақозо этади. Ҳозирги пайтда платина металлари билан бир қаторда, темир ёки висмут оксидларига, хром, марганец, висмут каби металлларни қўшиб тайёрланган катализатордан кенг фойдаланилмоқда. Уларнинг активлиги ва селективлиги анча кам албатта. Катализатор массасининг тахминан 30 %и йўқотилгач, у қайта суюклантирилиб бошқатдан катализатор қотишмасига айлантирилади. Платина- родий – палладийли қотишмадан тайёр бўлган катализатор тури 0,1 МПа босимда ишловчи қурилмада тахминан бир йилда бир марта алмаштирилади. Оксидлаш жараёнининг умумий тезлиги, аппарат конструкцияси ва технологик режимга қараб, платина катализаторининг юзасига газ оқимининг аммиакнинг қандай диффузияланганлиги билан аниқланади. Бундан ташқари платинага адсорбцияланган аммиак ва кислороднинг ўзаро таъсирига ҳам озроқ боғлиқ бўлади. Платина юзасига адсорбцияланган кислород молекуласи атомларга ажралади. атомар кислород, пратонга ўч бўлгани учун аммиак таркибидаги водород ва азот билан бирикиб  $\text{NO}$  ва сув ҳосил қилиди. Аммиак оксидланишининг кинетик тенгламасидан

$$U = \frac{dp_{\text{NH}_3}}{d\tau} = K \cdot P_{\text{NH}_3}$$

қурилиб турибдики, аммиак оксидланишининг умумий тезлиги, энг секин бўлувчи босқич яъни аммиакнинг платина юзасига адсорбцияланиши босқичи билан белгиланади.

шимда ишловчи қурилмаларда 1т нитрат кислота ишлаб чиқарилганда  
 платинали катализаторлардан 0,04-0,06 йўқотилади. Ҳарорат ва босим  
 ортиши билан катализаторни йўқотиш ҳам ортади. Масалан, 8 МПа босим ва  
 900°C ҳароратда ишловчи қурилмаларда 1т  $\text{HNO}_3$  да 0,13-0,16 г платина  
 йўқотилади. Платина ва палладий қийматининг баландлиги аввало уларнинг  
 камлиги ва бундай қимматбаҳо нодир металлларнинг емирилиши натижасида  
 доим йўқотилиб турилиши нисбатан арзонроқ металлларни қўллашни тақозо  
 этади. Ҳозирги пайтда платина металлари билан бир қаторда, темир ёки висмут  
 оксидларига, хром, марганец, висмут каби металлларни қўшиб тайёрланган  
 катализатордан кенг фойдаланилмоқда. Уларнинг активлиги ва селективлиги  
 анча кам албатта. Катализатор массасининг тахминан 30 %и йўқотилгач, у  
 қайта суюклантирилиб бошқатдан катализатор қотишмасига айлантирилади.  
 Платина-родий – палладийли қотишмадан таййор бўлган катализатор тури 0,1  
 МПа босимда ишловчи қурилмада тахминан бир йилда бир марта  
 алмаштирилади. Оксидлаш жараёнининг умумий тезлиги, аппарат  
 конструкцияси ва технологик режимга қараб, платина катализаторининг  
 юзасига газ окимининг аммиакнинг қандай диффузияланганлиги билан  
 аниқланади. Бундан ташқари платинага адсорбцияланган аммиак ва  
 кислороднинг ўзаро таъсирига ҳам озроқ боғлиқ бўлади. Платина юзасига  
 адсорбцияланган кислород молекуласи атомларга ажралди, атомар кислород  
 пратонга ўч бўлгани учун аммиак таркибидаги водород ва азот билан бириқиб  
 NO ва сув ҳосил қилиди. Аммиак оксидланишининг кинетик тенгламасидан

$$U = \frac{dp_{\text{NH}_3}}{d\tau} = K \cdot P_{\text{NH}_3}$$

кўриниб турибдики, аммиак оксидланишининг умумий тезлиги, энг секин  
 бўрувчи босқич яъни аммиакнинг платина юзасига адсорбцияланиши босқичи  
 билан белгиланади.

## АЗОТ (II)-ОКСИДИНИ АЗОТ (IV)-ОКСИДИГАЧА ОКСИДЛАШ ВА АЗОТ (IV)-ОКСИДИНИ ДИМЕРЛАШ

Азот (II) –оксидининг азот (IV)-оксидига айланиш реакцияси, кинетик ҳудудда боровчи .нокатталатик,гомоген реакциядир. Нитрат кислата ишлаб чиқаришда энг секин боровчи босқич  $\text{NO}$  ни  $\text{NO}_2$  га оксидланиши реакциясидир.Мана шу реакция ишлаб чиқариш жараёнининг умумий тезлигини белгилайди. Бу реакция нитрат кислата ишлаб чиқаришнинг иккинчи босқичи бўлиб .қўйидаги тенглама бўйича боради.



Бу реакция  $150^\circ\text{C}$  дан паст ҳароратда, амалда тўлиқ ҳосил бўлиши томонга йўналади. Агар ҳарорат оширилса мувозанат чапга, яъни  $\text{NO}_2$  ни парчаланиб  $\text{NO}$  ва  $\text{O}_2$  ҳосил бўлиш томон силжийди.  $800^\circ\text{C}$  да  $\text{NO}_2$  нинг ҳосил бўлиши умуман тўхтайдди. Барча бир босқичли реакцияларда ҳароратнинг ортиши реакция тезлигини кескин оширади, аммо  $\text{NO}$  нинг  $\text{NO}_2$  га оксидланиш реакцияси, бу умумий коидага бўйсунмайди, аксинча ҳароратнинг ортиши бу реакция тезлигини камайтиради. Бу ҳодисани тушунтириш учун бир неча гипотезалар уртага ташланган. Булардан нисбатан тўғри деб тан олингани, бу  $\text{NO}$  нинг оксидланиши оркали маҳсулот димир ҳосил бўлиш билан бориш реакциясидир.



Димирнинг ҳосил бўлиши иссиқлик чиқиши билан боровчи қайтар жараёндир. Демак, ҳароратнинг ошиши бу реакцияда мувозанатни чапга  $\text{NO}_2$  ни парчаланиши томонга силжийди.

Демак, ҳароратнинг ортиши билан  $\text{NO}$  ни оксидланиш реакцияси тезлигининг камайишига сабаб, ҳарорат ортган сайин концентрациясининг камайишидандир. Бинобарин,босимнинг ортиши ва ҳароратнинг пасайиши  $\text{NO}$  ни оксидлаш реакциясини тезлаштиради. Азот (IV)-оксиди ассоциацияланиб димирланиш хоссасига эга.



#### (IV)-ОКСИДИНИ ДИМЕРЛАШ

Азот (II) –оксидининг азот (IV)-оксидига айланиш реакцияси, кинетик ҳудудга боровчи ,нокатталатик,гомоген реакциядир. Нитрат кислата ишлаб чиқаришда энг секин боровчи боскич  $\text{NO}$  ни  $\text{NO}_2$  га оксидланиши реакциясидир. Бу шу реакция ишлаб чиқариш жараёнининг умумий тезлигини белгилайди. Бу реакция нитрат кислата ишлаб чиқаришнинг иккинчи босқичи бўлиб ,қуйидаги тенглама бўйича боради.



Бу реакция  $150^\circ\text{C}$  дан паст ҳароратда, амалда тўлиқ ҳосил бўлиши томонга йўналади. Агар ҳарорат оширилса мувозанат чапга, яъни  $\text{NO}_2$  ни парчалатиб  $\text{NO}$  ва  $\text{O}_2$  ҳосил бўлиш томон силжийди.  $800^\circ\text{C}$  да  $\text{NO}_2$  нинг ҳосил бўлиши умуман тўхтайдди. Барча бир босқичли реакцияларда ҳароратнинг ортиши реакция тезлигини кескин оширади, аммо  $\text{NO}$  нинг  $\text{NO}_2$  га оксидланиш реакцияси, бу умумий қоидага бўйсунмайди, аксинча ҳароратнинг ортиши бу реакция тезлигини камайтиради. Бу ҳодисани тушунтириш учун бир неча гипотезалар уртага ташланган. Булардан нисбатан тўғри деб тан олингани, бу  $\text{NO}$  нинг оксидланиши орқали маҳсулот димир ҳосил бўлиш билан бориш реакциясидир.



Димирнинг ҳосил бўлиши иссиқлик чиқиши билан боровчи қайтар жараёндир. Демак, ҳароратнинг ошиши бу реакцияда мувозанатни чапга  $\text{NO}_2$  ни парчаланиши томонга силжийди.

Демак, ҳароратнинг ортиши билан  $\text{NO}$  ни оксидланиш реакцияси тезлигининг камайишига сабаб, ҳарорат ортган сайин концентрациясининг камайишидандир. Бинобарин,босимнинг ортиши ва ҳароратнинг пасайиши  $\text{NO}$  ни оксидлаш реакциясини тезлаштиради. Азот (IV)-оксиди ассоциацияланиб димирланиш ҳоссасига эга.



босиминда  $0^{\circ}\text{C}$  хароратда  $\text{NO}_2$  нн ассоциацияланиши 71 %га тенг,  $-15^{\circ}\text{C}$ да эса 92 %га якин,  $150^{\circ}\text{C}$  да  $\text{N}_2\text{O}_4$  умулан бўлмайди, тўлиқ  $\text{NO}_2$  га парчаланеди.

Реакция хажмининг камайиши билан борганлиги учун ҳам босимнинг ортиши  $\text{N}_2\text{O}_4$ нинг кўпайишига олиб келади. Хар кандай хароратда ҳам бу реакциялар амалда жуда тез мувозанат ҳолатига келади. Азот (IV)-оксиди,  $\text{NO}$  билан ҳам ўзаро қуйидаги реакция бўйича таъсир этади.



Аммо азот (III)-оксидининг амалдаги миқдори кам бўлади. Оксидларнинг оксидланиш ва ассоциацияланиш реакциялари туфайли нитроза газларининг аралашмаси ҳосил бўлади. Қайсиким унинг таркибида азот ва кислороддан (ҳаво билан кирган) ташқари  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  мавжуд бўлади. Бу оксидлар концентрацияларнинг нисбатлари шаронгга қараб кескин ўзгариб туради, аммо асосий компонент  $\text{NO}_2$  ва  $\text{N}_2\text{O}_4$  ларнинг узидир.

Азот (IV)-оксиди ва азот кўш оксидини сув билан адсорбциялаш жараёнининг учинчи ва охириги босқичи ҳисобланади. Азот (IV)-оксиди ва  $\text{N}_2\text{O}_4$  сув билан қуйидаги тенглама бўйича таъсир этади.



Ҳосил бўлган нитрит кислотаси бекарор бўлганлиги учун ўз-ўзини оксидлаш ва ўз-ўзини қайтариш реакцияларига киришади.



Умумий ҳолда  $\text{NO}_2$  ва  $\text{N}_2\text{O}_4$  нинг адсорбция реакцияси бундай ёзилади:



$\text{N}_2\text{O}_3$  сув билан бирикиб факат нитрит кислотасига айланади.  $\text{NO}$  ва  $\text{N}_2\text{O}$  лар амалда сувда эримади, бетараф оксидлардир.

Бу экзотермик реакциялар хажмининг камайиши билан боғлиқ боради. Демак, босимни ошириш мувозанатни нитрат кислота ҳосил бўлиш томонга (ўнга), хароратни ошириш эса уни парчаланиши томонга (чапга) силжитади.

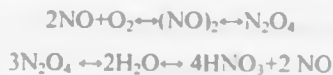
боглиқдир. Кислаталар концентрациясининг ортиши ҳам унғ томонга кетувчи реакция тезлигини камайтиради. Атмосфера босими ва оддий хароратда ҳосил бўлган нитрат кислота эритмасининг концентрацияси 50 % га етгач системада мувозанат қарор топади. Шунинг учун ҳам оддий шароитда масса улуши 47-50 %дан ортиқ концентрацияли кислота олиб бўлмайди.

Концентрланган (98%ли) нитрат кислотани, суюқ  $N_2O_4$  ни 60-80°C харорат ва 2МПа босимда, тоза кислород иштирокида сув билан таъсир эттириб олиш ҳам мумкин.

Бунда  $N_2O_4$  нинг  $HNO_3$  га айланиш даражаси 100 %га етади. Чунки бу реакцияда биринчидан,  $N_2O_4$  нинг концентрацияси ( $N_2O_4$  реакция учун олинган сув микдоридан кўп олинади) сувга нисбатан юкори бўлади.

Иккинчидан реакция натижасида ҳосил бўлган NO босимнинг юкорилиги ва ҳаво ўрнига ортиқчаси билан тоза кислород олинганлиги учун дарҳол  $NO_2$  га ва  $NO_2$  қисман  $N_2O_4$  га айланади. учинчидан хароратнинг оширилганлиги  $NO_2$ ни сув билан ўз таъсирини оширади.

Бунда борадиган реакцияларни (тенгламаларни соддалаштириш мақсадида  $NO_2$  нинг сув билан ўзаро таъсири реакциясини ҳисобга олмай ёзсак) қуйидагича ёзиш мумкин.



Битта тенглама билан ифодалайдиган бўлсак қуйидагича ёзилади:



Реакция учун олинган сувнинг ҳаммаси бирикканлиги учун юкори концентрацияли кислота ҳосил бўлади. Ортиқча  $NO_2$  ва  $N_2O_4$  лар сув ғулағача кислотада эриб нитроолнум ҳосил қиладилар. Босим қанчалик юкори бўлса харорат паст бўлса  $NO_2$  ва  $N_2O_4$  лар кислотада шунчалик тез эрийди. -10°C да 98 %ли нитрат кислота 30 %ли нитроолеум ҳосил қилиши мумкин.

Нитрат кислота ишлаб чиқариш усули қўлланиладиган босимга қараб 3-типга бўлинади:

1. Атмосфера босимида ишловчи қурилмалар;
2. Юқори босимда ишловчи қурилмалар;
3. Қурама (комбинатсияланган, қўшилган) қурилмалар.

Бинобарин бунда, аммиакни оксидлаш пастрок босимда 0,3-0,4 МПа, азот оксидларини азот кислотасига айлантириш, юқоририк босимда (0,8-1,2 МПа) олиб борилади.

Атмосфера босимида ишловчи қурилмаларда махсулдорлиқнинг пастлиги  $\text{NO}$  ни оксидланиши ва  $\text{NO}_2$  ни адсорбцияси интенсивлигининг пастлиги, катта ҳажмдаги адсорбция қурилмалари талаб қилиниши, атмосферага чиқиб кетувчи газларни азот оксидларидан тозалаш учун қўп ишқор сарфланиши каби камчиликлари туфайли ҳозирги вақтда бу типдаги қурилмалар ишлатилмайди.

## 7.7 Юқори босимда ишловчи қурилмада суюқ нитрат кислота ишлаб чиқариш.

Юқори босимда ишловчи ва қурама қурилмалар кенг қўлланилади. Чунки бунда чиқиб кетувчи газ энергиясидан аммиакни оксидланиш иссиқлигидан хавони, нитроза газларини сиқинишда, буг олишда фойдаланилади, махсулдорлик юқори бўлади ва бошқа устунликларга эгаллик сезилади. Атмосфера хавоси тозалаш апаратидан (67-расм) ўтгач (2) газ қувури (4) ёрдамида ҳаракатга келувчи компрессорга (3) келади. У ерда 0,7-0,8 МПа босимгача сиқилади, натижада  $135^\circ\text{C}$  гача қизиб, оксидловчидан (10) чикувчи нитроза газлари билан қизувчи ҳаво қиздиригичга (5) бориб  $250^\circ\text{C}$  даражагача қизийди ва аралаштиригичга (7) келиб, аммиакни тозалаш апаратидан (6) (суюқ аммиакни буглантириб, филтрлаб ва иситиб берувчи апарат) келган аммиак билан аралаштиради. Аммиак ҳаво аралашмаси аралаштиригичдан контакт апаратида (8) боради, у ерда  $890-900^\circ\text{C}$  ҳароратда платинали каттализатор тури юзасида аммиак оксидланади. Ҳосил бўлган таркибида 9-9,6 %  $\text{NO}$  сақловчи нитроза

Газлари бут қилинган Ушдан. Ушдан оксидловчига (10) бориш, унинг тош  
кисмига катализаторни ушлаб қолиш учун ўрнатилган филтрдан (шиша пахта)  
ўтиб, кетма-кет совутгичларга бориб совийди. Аввал ҳаво киздиргичга бориб  
210-230°C даражага, сўнгра дум газларини киздиргичи (13) орқали ўтиб 150-  
160°C даражага, нихоят конденсатордан-совутгичдан ўтиб 45-50°C даражага  
совийди. Совуган нитроза газлари адсорбсия колоннасининг (11) (колонна-  
устунсимон аппарат) остки қисмидан киради. Адсорбсия колоннасининг  
базандлиги 46 м, диаметри 2м. Унинг ичига зангламайдиган ингичка пўлат  
симлардан тўкилган симтўр тарелкалар ўрнатилаган. Тарелкалар бир-бирига  
махсус қувурчалар орқали туташган бўлиб, ундан бир тарелкадан иккинчисига  
суюқлик оқиб тушади. Колоннанинг ички тузилиши нефтни ҳайдаш  
ишлатиладиган ректификация колоннасига ўхшайди. Колоннанинг тепа  
қисмидан совуқ сув юборилиб турилади. Унга қарама-қарши йўналишда  
пастдан юқорига қараб нитроза газлари қўтарилади. Газлар тўр тешиқлари  
ўтиб, тарелка устидаги суюқликка дуч келиб эрийди ва нитрат кислотага  
айланади.

Эримагани юқоридаги тарелкага қўтарилиб, ундаги суюқликда эрийди, шундан  
килиб газлар, суюқликни тўр тешиқларидан аста оқиб тушишга қўймайди.  
Суюқлик махсус қувурча орқали пастга оқиб тушган сайин кислота  
концентрасияси ортиб боради. Тарелка устига суюқликдан иссиқликни олиб  
уни совутиб туриш учун совутгичлар ҳам ўрнатилган. Колонна устига тушган  
кислота ўз оқими билан пуфлагич (бирор апаратини газ ёки сикилган ҳаво билан  
пуфлаб тозалагич) колоннасига оқиб келади, у ерда иссиқ, ҳаво кислотала  
эриган азот оксидларини пуфлаб учуриб олиб кетади ва адсорбсион  
колоннасининг 6-тарелкасига юборилади. Чикинди газлар адсорбсион  
колоннадан чиқадиغان газлар "дум газлари" дейлиб, унинг таркибига 0,05-0,1  
%гача (ҳажм бўйича) азот оксидлари бўлади) адсорбсион колоннадан чиқиб  
дум газлари киздиргичи орқали ўтиб 110-120°C гача қизийди, сўнгра ёшиқ  
камерасига(бушлигига) келиб, табиий газни ҳаво билан ёнишидан ҳосил бўлган  
иссиқ газлар билан аралашиб 380-480°C гача қизийди. Кейин газлар

аралашмаси катализатор реакторига бориб икки қават: палладий аммоний ва алюминий оксидли катализаторлар орқали ўтади. Бунда водород сикловчи газлар ёнади, азот оксидлари эса эркин  $N_2$  ва кислородга ҳайтарилади ва газлар аралашмасининг ҳарорати  $700-710^{\circ}C$  гача қўтарилиб филтёр ва газ турбинаси (4) орқали фойдаланиш қозонга ва сўнгра ундан 100 метрли чиқариш қувури (17) орқали атмосферага чиқариб юборилади. Бундай заводни маҳсулдорлиги 100 %ли нитрат кислотасига ҳисобланганда 380-400 т/йилга тенг.

Юқори босимда ишловчи қурилманинг атмосфера босимида ишловчи қурилмадан устунлиги қуйидагилардан иборат:

1. Азот оксидларини нитрат кислотага айлантириш 98-99 %гача ортади. Олинган кислота концентрацияси 60-62 %га қўтарилади ишқорий адсорбциялаш жараёнига эҳтиёж қолмайди;
2. Адсорбцион колоннасининг ҳажми, атмосфера босимида ишловчи қурилмада қўлланиладиган насадқали миноралар ҳажмидан ўнлаб мартаба кичик
3. Қурилмаларни қуриш учун кам маблағ сарфланади;
4. Қурилмаларда хизмат қилиш, уларни ишлатиш анча соддалашади.

Аммо юқори босимда катализаторнинг йўқотилиши ва энергияни кўп талаб қилиши бу типдаги қурилмаларни кенг тарқалишга катта тўсик бўлмоқда. Шунинг учун ҳам кейинги йилларда қурама типдаги қурилмалар кенг тарқалмоқда.

## 7.8 Қурама (комбинатсияланган) усулда суяқ нитрат кислота ишлаб чиқариш.

Бу усулда ишловчи қурилма схемаси 68-расмда берилган.

Компрессорда 0,4 МПа босимгача сиқилган ва  $200^{\circ}C$  гача қизиган ҳаво контакт аппаратининг гилофи орқали ўтиб қизийди ва аралаштиргичга бориб филтёрланган ва қизиган аммиак билан аралашади, сўнгра контакт аппаратининг ўзига ўрнатилган тозалогичдан ўттиб тозаланган, ҳаво-аммиак аралашмаси икки қават катализатор (платинали тўр қават ва унинг остида

платинали катализатор (платина) оркали ўтади. Платинали катализатор ўтиб  
филтirlаниб платина заррачалари ушлаб қолинади. Нитроза газлари ( $850-880^{\circ}\text{C}$ ) реактор ичида ўрнатилган буг казони оркали ўтади, кейин сув  
иситгичдан ўтиб ўз иссиқлигини яна  $180^{\circ}\text{C}$  гача пасайтиради. Сўнгра экин  
совутгичлар оркали ўтиб  $60^{\circ}\text{C}$  гача совуйди ва нитроза кислота билан  
сугорилиб турувчи ювгичга боради. Ювгич остига йнгилиб қолган 47 %ли  
нитрат кислота адсорберга юборилади. Совуган нитроза газлари нитроза  
компрессорида 1,1-1,2 МПа босимгача сиқилади ва сув қиздиргич, кейин ҳаво  
совутгичи оркали ўтиб совугач адсорбцион колоннага қиради. Ҳосил бўлган 60  
%ли нитрат кислота, пуфлаш колоннасига ва ундан омборхона хавзасига  
боради. Пуфлаш колоннасидан чиққан нитроза газлари ювгичга киришдан  
олдин циклга қўшилади. Чикинди газлар юқори босимда ишловчи  
қурилмагаддек парчалаб юборилади. Бундай қурилмаларнинг махсусдорлиги  
3 марта ошади.

Нитрат кислотани концентрлаш. Икки усул билан амалга  
оширилади:

1. Сувни тартиб олувчи моддалар ёрдамида концентрлаш;
2. Нитрат кислотанинг туғри синтези.

Биринчи усулда нитрат кислотани хайдаш (дистиллаш) йўли билан  
концентрасияси оширилади. Аммо нитрат кислота сув билан азеотроп  
аралашма ҳосил қилганлиги сабабли бу усулда амалда 65 %дан юқори  
концентрасияли кислота олиб бўлмайди. Шунинг учун ҳам сувни тартиб  
олувчи моддалар: концентрланган сульфат кислота ёки магний нитрат тузи  
аралаштириб хайдаш оркали концентрланади. Аммо бу усулда 1 т. Нитрат  
кислотани концентрлаш учун 3-4 т.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  сарфланади.

Умуман бу усул иктисодий жиҳатдан норентабел бўлиб, кейинги йилларда  
анча рентабелли усул, нитрат кислотасини туғри синтезлаш кенг тарқалмоқда.

## 7.9 Концентрланган нитрат кислотасининг туғри синтези.

асосий фарқи нитроза газларидан суюк  $N_2O_4$  ни ажратиб олишдир. Атмосфера босимида олинган нитроза газлари, фойдаланиш козонидан ўтгач таркибдаги сувни йўқотиш учун тез суратда совутилади. Бунинг учун (69-расм) нитроза газлари суви тез совутгич (1) орқали ўтади. Ундан сувнинг кўп қисми 3 %ли нитрат кислотасига айланиб тушади, қолган қисми эса совутгичда (2) конденсатланади, сўнгга вентилятор (3) (газ ёки ҳаво ҳайдовчи, шамоллатиб турувчи асбоб) билан ичида керамик халқалардан насадқаси бўлган оксидлаш минорасига (4) олиб берилади. Унда  $NO$  оксидланиб  $NO_2$  га айланади (оксидловчи минорада  $NO$  нинг  $NO_2$  га оксидланиши нитроза газлари таркибдаги кислород ҳисобига боради. Реакция паст ҳароратда бориши юқорида айtilган), ажралиб чиққан иссиқлик минорани сўғориб ва айланиб турувчи 50 %ли нитрат кислотаси билан олиниб турилади. 50 %ли нитрат кислота азот оксидлари билан ўзаро таъсирга учрамайди-бирикмайди. Оксидланмай қолган  $NO$  доокислительда (5) 98 %ли нитрат кислотаси билан оксидланади.



Ҳосил бўлган  $NO_2$  (оксидланиш минорасида ва доокислительда ҳосил бўлган  $NO_2$  биргаликда) шўрба совутгичларда (6)  $-10^\circ C$  гача совутилиб кўп қисми суюқ ҳолга ўтказилади. Қолган озроқ қисми юттириш минорасида  $-10^\circ C$  гача совутилган 98 %ли нитрат кислотасида эритиб олинади (98 %ли нитрат кислота  $NO_2$  ни ўзига яхши эритади ва нитроолеумга айланади. Сўнгга у  $75-80^\circ C$  гача қиздирилса яна  $NO_2$  ни ажратиб чиқаради ) юттириш минорасидан (8) оқиб тушган нитроолеум, автоклавда ҳосил бўлган нитроолеум биргаликда оқартирувчи колоннага юборилади, бинобарину ташқи томонда буг билан қиздирилиб турилади. Унда бугланиб чиққан азот (IV) ва қўш оксидлари совутгичга (10) бориб яна азот қўш оксидига айланади. Оқарган 98 % ли нитрат кислота эса тайёр маҳсулот ҳисобланади. Унинг бир қисми 5 ва 8 минораларни сўғориш учун юборилади, қолган қисми омборга олинади. Азот қўш оксиди араштиргичга (11) боради ва унга 2,4,5 аппаратларидан оқиб тушувчи  $55-60$

7.4.1. нитрат кислота билан арилишиб иштилари (12) кетади. (Автоклав бу моддаларни юкори босимда киздириш учун ишлатиладиган герметик копокли аппаратдир). Бу максатда ишлатиладиган автоклав калин деворли пулатдан ясалган цилиндрсимон аппарат бўлиб, баландлиги 8,5 м., ичининг диаметри 1 м, ичига коррозиядан мудофаа килиш учун алюминий копланган ҳамда тўр тарелкалар ўрнатилган ва тўр тарелкаларнинг майда тешикчаларидан секин окиб ўтиб пастга тушади. Автоклавнинг тубига тоза кислород ҳам қўйрилади. Натижада карама – карши оқимда юкорига кутарилувчи кислород иштирокида азот қўш оксидидан нитрат кислота хосил бўлади.  $1\text{HNO}_3$  ишлаб чиқариш учун 0,29 т аммиак,  $150\text{м}^3$  кислород, 0,05г. платина, 270 квт/с электр энергияси, 0,6т. буг,  $200\text{м}^3$  сув сарфланади. Чирчик, Олмалик, Фаргона ва Навоийдаги нитрат кислота ишлаб чиқариш заводлари республикамиз эҳтиёжини қондириб келмоқда.

## VIII-БОБ.

### МАЪДАНЛИ ТУЗЛАР ВА УГИТЛАР ИШЛАБ ЧИКАРИШ.

#### 8.1 Минерал ўғитларнинг аҳамияти, олинishi.

Ер шари юзасининг 10% га яқин қисмига қишлоқ хўжалик экинлари экилади. Экин майдонларини бундан кенгайтиришнинг иложи йўқ ҳисоби. Аммо планетамиз аҳолиси тўхтовсиз ўсиб бормоқда, уларни озиқ-овқат билан таъминлаш учун ҳосилдорликни анча ошириш зарур. Бунинг энг муҳим йўлларида бири минерал ўғитлардан фойдаланишдир. Ўғит-бу ўсимликлар озиқланишини яхшилашга ва тупроқ унмдорлигини оширишга муҳалламган модда.

Минерал ўғит деб таркибда ўсимликни ривожланиши ва тупроқ унмдорлигини ошириш учун зарур бўлган элемент сакловчи, барқарор ва юкори ҳосил олиш максатида фойдаланидиган тузлар ва бошқа анорганик саноат ва қазилма маҳсулотларга айтилади.

Ўсимлик туғималарининг ҳосил бўлиши, ўзини ўзини ва ривожланишини 70 дан ортиқ қимёвий элемент иштирок этади. Улардан энг асосийси углерод, кислород ваводород бўлиб, ўсимлик қуруқ массасининг 90% ни ташкил этади; 8-9% ўсимлик массасининг эса азот фосфор, калий, магний, олтингугурт натрий калций ташкил этади. Бу унта элемент макро элементлар дейилади. Қолган 1-2%ни бор, темир, мис, марганец, рух, молебден, кобальт ва бошқалардан иборатдир. Булар ўсимликларга жуда кам миқдорда (0,001%-0,0001%) керак бўлади. Шунинг учун уларни микроэлементлар дейилади. Ўсимликлар бу элементлардан углерод, кислород ва водороднинг қўп қисмини ҳово ва сувдан олса қолганларини тупроқдан олади. Ўсимлик олган элементларининг қўпгина қисми тупроққа қайтмайди, ҳосил билан олиб кетилади. Масалан, 1 тонна маккажўхори 14 кг азот, 2,5 кг фосфор, 3,5 кг калий, 1,5 кг олтингугуртни тупроқдан ўзи билан бирга олиб кетади. Тупроқ элементларининг анча қисми сув билан ювилиб кетади ва тупроқ компонентлари билан ўзаро таъсирлашиб ўсимлик ўлаштираолмайдиган ҳолатга кетади. Натижада экиладиган ерларда ўсимлик озиқаси тақчиллиги пайдо бўлади, тупроқ унмдорлиги камайиб кетади. Агар анашу йўқотилган элементлар ўрни тупроққа ўғит солиш билан тўлдириб турилмаса, ҳосилдорлик кескин камайиб кетади. Шунинг учун ҳам ўғит ишлоб чиқаришга катта эътибор берилади. Ўғит ишлатиш туфайли қишлоқ хўжалик экинларининг ҳосилдорлигини 50-60% гача ошириш мумкин бўлади. Масалан, планетамизда олинадиган озиқ-овқатнинг тахминан чорак қисми, пахтанинг тенг ярми фақат ўғитлар эвазига олинмоқда. Ўғитлар таркибдаги озиқа элементлари, айниқса азот, ўсимликларни минерал озиқланишида катта роль ўйнайди. У оксил ва нуклен кислоталари таркибига қиради. Азот ўсимликларда фотосинтез жараёнини амалга оширадиган модда-хлорофилл таркибига ҳам қиради. Қайсиқим ўсимликлар унинг ёрдамида анорганик моддалардан органик моддаларни синтезлайди.

Фосфор ўсимликларнинг нафас олиши ва қўпайишида катта роль ўйнайди. Ў ўсимликнинг ҳаётида муҳим аҳамиятга эга бўлган моддалар (ферментлар,

мураккаб оксил-нуклеопротеидлар таркибига киради.

Наслий белгиларни сакловчи ва наслдан-наслга ўтказувчи хромосомалар нуклеопротеидлардан ташкил топган бўлади. Фосфор донли экинларнинг дон миқдорининг кўп булишида асосий роль уйнайди. У ўсимликларни совуқка кургоччиликка чидамлилигини оширади ва асосий моддаларни кўпайишига олиб келади. Масалан, картошкада крахмални, канд лавлагига сахарозани ортишига олиб келади.

Калий ўсимликда кечадиган ҳаётий жараёнларни тўғрилаб туришда муҳим роль уйнайди. У ўсимликда сув режимини яхшилайти, углеводлар ҳосил бўлиши ва моддалар алмашинувида иштирок этади. Курук ўсимлик пояси таркибида 4-5% гача, барглари ёнишидан қолган қул таркибида 30-60% гача калий бўлади.

Минерал ўғитлар асосан қишлоқ хўжалигида, ҳосилдорликни ошириш мақсадида экинзорларига солиш учун ишлатилади. Ўғит ишлатиладиган иккинчи асосий соҳа бу қимё саноатидир. Айниқса, натрий ва калий тузлари, масалан,  $\text{Cl}$ ,  $\text{KCl}$  лар,  $\text{Hlor}$ , сода,  $\text{Hlorid}$  кислота, поташ, уювчи натрий, уювчи калай ишлаб чиқариш учун ҳам ашёдир.  $\text{K}_2\text{SO}_4$  эса шиша, натрий сульфид, фторид, калий ва натрийдихромат, натрий фосфат ишлаб чиқаришда ҳам ашё ҳисобланади. Собиқ СССР да 1990 йилда 41 млн.т. ўғит ишлаб чиқарилган.

## 8.2 Ўғитларнинг синфларга бўлиниши.

Ўғитлар қелиб чиқиши, қўлланиш соҳаси, таркиби, хоссалари ва олиниш усулларига қараб синфларга ажратилади. Барча ўғитлар иккига:

- 1) бевосита (ўсимликни озикланиши учун ишлатилади);
- 2) билвосита (тупроқни қимёвий мелиорацияси, рН ни тўғрилаш учун ишлатилади) ўғитларга бўлинади.

Қелиб чиқишига қараб ўғитлар минерал, органик, органик-минерал ва бактериял ўғитларга бўлинади. Минерал ўғитлар асосан минерал тузлардан

гунг, торф, яшил ўсимликлар, компост, нажас вабошқалар киради. Бактериал ўғитлар таркибида тупрокда ўсимлик ўзлаштираоладиган озика элементларини тўловчи микроорганизмлар ўшлайди. Масалан, туганак бактериялари нитрогеназа ферменти ёрдамида атмосфера азотини бирикма холга ўтказиб ўтлайди, ёки органик бирикмаларни парчаловчи фосфобактериялар органик бирикмалар таркибидаги фосфорни ўсимлик ўзлаштира оладиган ҳолатга келтиради.

Россиянинг қора тупроқли ерларидан ташқари ерларда ўсимликларда биринчи навбатда азот етишмайди. Еримиз атмосферасида  $4 \cdot 10^{15}$  тонна азот бор, яъни ҳар бир га ерга ҳаводаги 80 минг тонна азот туғри келади. Бу 1 га ерга экилган ўсимлик билан чиқиб кетадиган азот миқдоридан миллион марта кўп демакдир. Дўққали ўсимликлар таркибида яшовчи азот бактериялари атмосфера азотини бириктирганда борадиган реакцияни умумий ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин :



Шундай йўл билан 1га ҳайдалган ерга йилига 50 кг гача боғланган азот тушади. Ҳавода чакмоқ чақилгани туфайла ҳам ҳар йили 1 га ерга 15 кг гача азот тушади.

Минерал ўғитлар таркибга қараб фосфорли, азотли, калийли, магнийли, борли ва бошқа ўғитларга бўлинади. Таркибидаги озика элементнинг сонига қараб ўғитлар иккига: оддий ёки бир компонентли (таркибида ўсимлик ўзлаштирадиган битта элемент ўшлайди) ва комплекс (таркибида иккита ва ундан ортиқ элемент ўшлайди) ўғитларга бўланади.

Комплекс ўғитлар мураккаб ва аралаш ўғитларга бўлинади. Мураккаб ўғитлар битта кимёвий бирикма бўлиб таркибида камида иккита ва ундан ортиқ ўсимлик ўзлаштирадиган элемент ўшлайди. Аралаш ўғит эса оддий ёки мураккаб ўғитларни бир-бирисига механик аралаштириш йўли билан олинади. Ўғитлар таркибида 33% дан ортиқ таъсир этувчи модда сакласа, концентранган, 60% дан ортиқ сакласа юқори концентранган дейилади.

таркионда микроэлементлар сакловчи ўғитларни микроўғитлар алохида гуппаларга ажратадилар. Микроўғитлар ўсимликларнинг ҳосилдорлигини ошириш билан бир каторда, уларни касалликлардан ҳидамлилигини оширади. Микроўғитлар ўсимлик организмдаги биокимёвий жараёнларни тезлаштиради, ферментлар активлигини оширади. Оксид нуклеин кислоталар синтези, витаминлар, канд моддалари ва крахмал синтезини кўпайтиради. Микроўғитлар ҳар 1 га ерга 1 кг гача солинади.

Агрэгат ҳолатига қараб ўғитлар каттик, суюқ (масалан, аммиакнинг суда эритмаси ва суспензияси) ва газсимон (масалан, карбонат ангидрид) ўғитларга бўлинади.

Ўғитларнинг эриш даражасига қараб, сувда эрувчи ва тупроқ кислоталарида эрувчи ўғитларга бўлинади. Барча азотли ва калийли ўғитлар сувда эрувчи ўғитларга киради. Ўсимликлар уларни тез ўзлаштиради. Аммо улар тез тупроқ сувларида эриб, ювилиб кетади. Тупроқ кислоталарида эрувчи ўғитларга қўпчилик фосфатлар киради. Улар секинлик билан эрийдиган ҳолатларга ўтадилар, бироқ тупроқда узок муддат сакланиладилар.

Ўғит солиш нафакат тупроқда ўсимлик ўзлаштирадиган озик моддаларни кўпайтиради, балки унинг физик-кимёвий ва биологик хоссаларига ҳам таъсир этади, тупроқнинг унумдорлигини оширади. Солинадиган ўғитнинг кислотали ёки ишкорийлиги тупроқ муҳитига таъсир этади. Масалан, тупроқда системали равишда  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  каби ўғитлар солинса, тупроқ реакцияси кислотали қилиб қўяди. Чунки ўсимлик катионларни ўзлаштиради, натижада унинг ўрнига водород ионлари кўпайди (тупроқ таркибидаги сув ҳисобига) ва тупроқда эркин кислоталар (хлорид ва сульфат кислоталари) тупланган. Тупроқнинг pH и ўзгаради. Аксинча  $\text{NaNO}_3$  каби ўғитлар қўп солинса, тупроқда  $\text{OH}^-$  ионлари тупланади. Тупроқ реакцияси ишкорий бўлиб қолади. Шунинг учун ҳам ўғитларга фақат кимёвий жиҳатдангина характеристика бериш етарли эмас. Улар физиологик хоссалари билан ҳам яъни катион ва анионлар бىр даражада фойдаланмасликлари билан ҳам фарқ қилиши керак. Маълум белгиларига қараб ўғитлар физиологик кислотали, физиологик ишкорий

Ўзгартирмайди.

Минерал ўғит сакланганда бир-бирисига ёпишиб тошга айланиб қолмаслиги керак, намни ўзига тортиб олмаслиги-кам гидроскопик бўлиши, тупрокка солганда сочилиб кетиш хоссасига эга бўлиши керак. Шунинг учун ҳам каттик ўғитлар уч хилда: кукунсимон (заррачаларнинг катталиги 1мм дан кичик). Кристаллик (кристалларнинг катталиги 0,5мм дан катта). Донадорланган шарча шаклида (шарчаларнинг катталиги 1мм дан катта) ишлаб чиқарилади.

Кейинги йилларда ўғитларнинг таркибидаги ўсимлик ўзлаштирадиган озика элементлари тупрокка эриб ўтиш тезлигини тўғрилаш, яъни узок вақт мобайнида озика элементларини бир меърда тупрокка ўтиб туришини таъминлаш ҳамда уни таъсир самарасини ошириш муаммосига катта эътибор берилмоқда. Масалан, 1985 йилдан бошлаб Собик СССРда янги тур концентранган ўғит-Рост-1 ишлаб чиқарилмоқда. Унинг таркиби азот, фосфор, калий, магний (1:1:1:0,1) нисбатда макро- ва бор, рух, молибден, мис микроэлементларидан иборатдир. Яна Стимул-1 ишлаб чиқарилмоқда. Бу хлорсиз комплекс ўғит бўлиб, таркибида N, P, K, Mg (1:1:1:0,1) нисбатда макро- ва бор, мис, марганец, рух, молибден, микроэлементларини саклайди. Келажақда истикболли юқори концентрацияли комплекс ўғитлардан яна бири триамидфосфорил – фосфотриамид оксидидир.  $PO(NH_2)_3$  (43,1%  $N_2$ , 74,06%  $P_2O_5$ ) у диамидо - ва моноамидофосфотлари орқали аммоний ортофосфатга гидролизланганлиги учун ҳам узок муддатда ва секинлик билан таъсир этади. Ҳар қандай сувда эрувчи моддани тупрок эритмасига секинлик билан ўтишини таъминлаш ўғит доначалари сиртини юқори молекуляр моддалар билан қоплаш орқали амалга оширилиши мумкин. Ўғитларни капсулалаш ишлари яхши натижалар бермоқда. Бунда сувда яхши эрувчи ўғит доначалари, устидан сувда секин эрувчи ўғит билан қопланади, қоплама қаватнинг қалинлиги, говаклигига қараб ўғитнинг тупрок эритмасига ўтиш тезлиги ҳар қандай бўлади.

ўғитлар (СКУ) олиш тез ривожланди. Тупрокнинг ички каватидаги озик моддаларини ёмғир ва сугориш сувларида ювилиб кетмаслиги учун ўғитлар муддатда, секин-аста таъсир этувчи фосфатли ўғитлардан-суперфос, азотли ўғитлардан-уреоформ ёки мочивиноформалдегидли ўғитлар (МФУ), шунингдек мочивиноформалдегидли бирикмалар ҳамда аммофос асосидаги полимер ўғитлар саноат микёсида ишлаб чиқарила бошланади.

Аммоний полифосфат- $(\text{NH}_4)_n\text{H}_2\text{PnO}_{3n+1}$

Карбомид полифосфат- $[\text{NH}_4]_2\text{HPO}_3]$

Калий полифосфат- $(\text{KPO}_3)_n$

Кальций полифосфат -  $\text{Ca}(\text{PO}_3)_n$

ва бошқа фосфатлар олиш истиқболлидир.

Ўғитларнинг сифати асосан унинг таркибига ўсимлик ўзлаштири оладиган ҳолатда қанча таъсир этувчи модда сақлашлиги билан аниқланади. Масалан, азотли ўғитларда  $\text{N}_2$  фосфорли ўғитларда  $\text{P}_2\text{O}_5$ , калийли ўғитларда  $\text{K}_2\text{O}$  нинг миқдори билан аниқланади.

Собиқ СССРда 70 хилдан ортикрок минерал ўғитлар олинганлиги, ўғитлар таркибига қараб гуруҳларга ажратилган (6-жадвал).

Минерал ўғитларнинг турли-туманлиги, хом-ашё турларининг қўллаглиги ўғитларни олишда турли усулларни қўллашни тақозо қилади. Аммо бу усулларнинг барчаси бир типдаги, ўхшаш жараёнларда боради. Шунинг учун асосий икки усул кенг қўлланилади.

1. Минерал ашёни ёки шихтани (қуйдиришга мўлжалланган аралашма) термик ёки термохимёвий ишлов бериш усули.
2. Кимёвий ишлов бериш, эритиш ва кристаллаш йўли билан моддани ажратиб олиш усули.

Минерал ўғитлар олиш учун хом ашё: табиий минераллар, саноатининг ярим маҳсулотлари ва чиқиндиларидир.

(карбамид синтези бундан мустасно) диффузион ҳудудда кечади. Масса узатишнинг умумий тенгламаси билан характерланади.

$$U = \frac{dG}{d\tau} = R_M \cdot F \Delta C$$

Бу тенглама:  $R_M$ -масса узатиш коэффициенти;  $F$ - реакцияга киришувчи моддаларнинг узаро таъсир юзаси;  $\Delta C$  – масса узатишнинг ҳаракатлантирувчи кучи.

### 8.3 Азотли ўғитлар ишлаб чиқариш

Азотли ўғитлар таркибидаги азот турли бирикмалар: эркин аммиак,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  ионлари ва аминогрух- $\text{NH}_2$  шаклларида бўлиши мумкин. Каттик азотли ўғитлар сифатида аммоний нитрат, аммоний сульфат ва аммоний фосфатлари, кальций нитрат, натрий нитратлар ҳолида улар асосида олинадиган аралаш ва мураккаб ўғитлар ишлатилади. Суюк азотли ўғитлар сифатида эса суюк аммиак, аминлар, тузларнинг сувдаги эритмалари, карбамид, аммоний фосфатлари ишлатилади. Азотли ўғитлар сувда яхши эрувчи бўлиб, ўсимликлар осон ушлаштиради. Айниқса  $\text{NO}_3^-$  ионитаги азот ўсимлик томонидан тез ва осон ушлаштирилади.

Азотли ўғитлар олиш учун нитрат кислота, сульфат кислота, аммиак, углерод (IV) оксиди, кальций гидроксиди ҳамда кучсиз нитрат кислота заводининг чикинди (атмосферага чиқариб юбориладиган) газлари хом ашё ҳисобланади.

### 8.4 Аммоний нитрат ишлаб чиқариш

Аммоний нитрат таркибида бекорчи жинс сақламаган каттик ўғитдир. Унинг таркибида 35% азот бор. У гигроскопик бўлганлиги учун ёпишиб қолишини олдини олиш мақсадида унинг эритмасига (кристалланишдан илгари) турли моддалар қўшилади. Унга магний нитрат, кальций нитрат,

аммоний сульфат, диаммоний фосфат, аммоний селенит ва аммоний селенат

эримайдиган моддалар (тупроқ, тальк, диатамит ва бошқалар) қушиш билан қушилган қушимчаларнинг таъсир механизми ҳар қил. Масалан, магний нитрат кристаллогидрат ҳосил қилганлиги учун намликни узиб чиқариб олиб (Mg(NO<sub>3</sub>))<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O. Ёки доначаларининг сирти актив, гидрофоблаштиришчи моддалар билан қопланади. Аммоний нитрат нитрат кислотани аммоний билан нейтраллаб олинади:



Суюқ нитрат кислотани (47-60% ли) нейтралланганда суюқ аммоний нитрат ҳосил бўлади, ундан каттик NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> олиш учун уни буглатиш зарур. Реакция экзотермик бўлганлиги учун уни иссиқликдан фойдаланиш. Кислота концентрацияси канчалик юқори бўлса нейтралланиш реакциясида шунчалик кўп иссиқлик чиқади.

Аммоний нитрат ишлаб чиқариш жараёни уч босқични: нитрат кислотани аммиак билан нейтраллаш, олинган эритмани буглатиш сувсизлантириш ва аммоний нитратни грануллаш-донадор ҳолга келтириш босқичларини ўз ичига олади. Нейтралланиш реакцияси натижасида ажралиб чиққан иссиқлик аммоний нитрат эритмасини буглантириш учун унумли фойдаланилади.

Илгари 47-55% ли нитрат кислотаси ишлатилиб НИФ (нейтраллаш-иссиқликдан фойдаланиш) аппаратларида 62-83% ли NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> олинар эди. Бу эритма сўнгра вакуумли-буглантиргич аппаратларида уч босқичда ҳам шарбатли буг (таркибида NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> сакловчи буг шундай деб аталади) ҳам иссиқ сув билан буглантириш орқали NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> нинг концентрацияси 98,7% гача оширилар эди. Олинган суюқланма ичи кислотага чидамли, ичинининг диаметри 12м, баландлиги 30-35 м ли миноралардан ҳаво оқимида гаранулланар эди. Бундай аппаратларнинг маҳсулдорлиги 450-600 т/с га тенг эди. Ҳозир ҳам бундай типдаги эски қурилмаларда ишловчи цехлар айрим заводларда ишлаб турибди.

Ҳозирги пайтда янги типдаги, қуadratли, 58-60 / ли HNO<sub>3</sub> билан ишловчи маҳсулдорлиги 1575 т/суткага тенг бўлган йирик заводлар қурилмоқда.

ушатирилган. янги НИФ реакторининг тузилиши ----расмда берилган. Бу реактор иккита цилиндрсимон остки реакцион (диаметри 1,6м) ва устки сепаратор (диаметри 3,8м) кисмлардан тузилган. Аппаратнинг умумий узунлиги 210м. Остки реакцион цилиндрда нейтралланиш реакцияси боради. Реакция иссиқлигидан  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  таркибидаги бир кисми бугланиб,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  эритмаси билан эмульсия хосил қилиб, юқорига қўтарилади. Суюқлик буг эмульсияси реакцион цилиндрнинг тепа кисмидан завихрителдан (завихритель чир-чир айланиб куюн хосил қилувчи аппарат бўлиб у бугни суюқликдан ажратди ) юқорига чиқариб ташланади. Суюқлик ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  эритмаси) реакцион цилиндр билан реактор корпуси ораллигидаги бушликка тушади. У ерда реакцион цилиндр девори орқали чиққан иссиқликда қайнаб бугланишда давом этади ва остки кисмидаги тешиқдан реакцион цилиндрга қиради. Шундай юлиб айланади (циркуляцияланади). Реакторнинг юқори кисми сепараторлик 6 вазифасини ўтайди. Қайсиким, унда реакцион цилиндрдан чиққан шарбатли буг тўртта қалпоқчали тоқчаларда 7 ювилади. Остки иккита тоқчада буг 20-25°али озрок нитрат кислота қушилган  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  эритмаси билан аммиакдан ювилиб тозаланади. Юқоридаги иккита тоқчаларда буг шарбатли буг конденсати билан ювилиб  $\text{HNO}_3$  буглари ва  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  эритмасининг томчилари ушлаб қолинади. Томчилардан тулик тозалаш отбойникда 8 (қайтаргичда) амалга оширилади. Ювилиб булгач,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  эритмаси нейтрализаторнинг ён томонидан чиқиб донейтрализаторга тулик нейтраллаш аппаратига боради. (технологик схемага қаранг).

Аммоний селитраси ишлаб чиқариш заводининг технологик схемаси 86-расмда берилган. Газсимон аммиак қиздирилганда 120-160°С гача қизиб, НИФ аппаратининг 3 остки кисмига қиради. У ерга 58-60% ли нитрат кислота ҳам 80-90°С гача қиздиргичда 2 қизиб келади. Унда атмосфера босимига яқин босим сакланади. Бириккан азотни шарбатли буг билан( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  бирикмалари шаклида) йуқолишини олдини олиш учун реакция қучсиэ кислота мухитида олиб борилади. Чунки нитрат кислота ортикча бўлганда

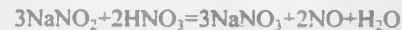
аммоний нитрат эритмаси устидан буг таъсир билан  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ни буг билан эритмада аммиак кўп бўлганда эса аммиакнинг буг босимидан кам бўлади. Нейтрализатор аппаратида (реактор) ҳосил бўлган  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  эритмаси  $150-180^\circ\text{C}$  хароратда  $89-92\%$  ли бўлиб донейтрализаторга (тўлик нейтраллаш аппарати) юборилади. Унга  $\text{HNO}_3$  ни тўлик нейтраллаш учун газсимон аммиак юборилади. Нейтралланган таркибида ортиқча аммиак сакловчи эритмага ёпишиб қолишининг олдини олиш учун  $30-40\%$  ли  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  эритмаси қўпилади. Сўнгра эритма қурама буглантиргич аппаратида боради. Аппаратнинг остидан чиққан  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюкланмаси гидрозатворли ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  портловчи модда) нейтрализаторга (портлашни олдини олувчи нейтрализатор) ю ва ундан филтр оркали, кабул бакига ўтади. Бакка ботиб турувчи насос 7 оркали донадорлаш минорасининг 13 тепасида жойлашган босим ҳосил қилувчи чанга 10 кўтариб берилади. Босим ҳосил қилувчи чандан суюкланма пурковчи виброакустик донадорлагич ёрдамида донадорлаш минорасига 13 пуркалади. Миноранинг умумий баландлиги 63,5м бўлиб пулатдан ясалган. Суюкланма томчисининг тушиш масофаси 50м. Миноранинг остидан суюкланмаган карама-карши оқимда совук ҳаво юборилади. Ҳавода котиб шарчалар шаклида ҳосил бўлган доначалар ташувчи дентага тушади, ундан тушган  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  доначалари  $90-1000^\circ\text{C}$  хароратда бўлиб, у қайновчи каватли совутгичда 14 қўшимча яна совутилади ва махсус халтачаларга жойланиб омборга юборилади. Тайёр  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  доначалари  $99,8\%$  –ли бўлади. Ҳаво миноранинг юқори қисмидан қондирилади 9 оркали  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  чанглари ювилиб қонингач насос билан атмосферага чиқариб юборилади. Шу ювгич қондирилади оркали реактордан ва буглантиргичдан чиққан шарбатли буг ҳам атмосферага чиқариб юборилади.

### Натрий нитрат ( Чили селитраси ).

Суюк нитрат кислота ишлаб чиқариш заводларида, қўшимча маҳсулот сифатида олинилади. Бу заводнинг чиқинди газлари таркибидаги  $\text{NO}_2$  ни минораларида  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  эритмаси билан ўзаро таъсир эттириб олинади.



бу реакция патиясида  $\text{NaNO}_2$  билан  $\text{NaNO}_3$  ни нитрат кислота таъсир этиб  $\text{NaNO}_3$  га айлантирилади.

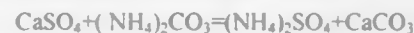


Аммоний сульфид. Кокс газлари таркибида  $\text{NH}_3$  ни сульфид кислота билан нейтраллаб олинади ва кокс қимё заводларининг қўшимча



Маҳсулоти ҳисобланади. Кейинги йилларда капрон ишлаб чиқариш заводларининг қўшимча маҳсулоти туғрироғи чиқиндиси сифатида ҳам олинмоқда.

Чет мамлакатларда кам миқдорда гипс конверсияси асосида олинади.



### Суюк азотли ўғитлар.

Суюк азотли сифатида: суюк аммиак, аммиакнинг сувдаги эритмалари ва суюк аммиаклар (аминлар) аминлар-аммоний нитрат, карбонид, аммоний карбонат ва бошқаларнинг аммиакдаги ёки суюк аммиакдаги эритмалари ишлатилади.

Катталик аммиакларга



ёки  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot x\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 12\text{NH}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  мисол бўлади. Улар кристалл ҳолдаги  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ларни  $\text{NH}_3$  да эритиб олинади. Замоновий йирик қудрати 1360 т суткага тенг булган аммиакни селитра АС – 72 агрегатининг схемаси расмда берилган. Дастлабки 58-60 фоизли нитрат кислота НИФ аппаратида чиққан ширани буг билан киздиргичда  $170-80^\circ\text{C}$  гача киздирилади. НИФ аппарати 3 олдида нитрат кислотасига фосфат ва сульфат кислотасидан шундай миқдорда қўшиладики тайёр маҳсулот таркибида  $0,3-0,5\%$   $\text{p}_2\text{O}_5$  ва  $0,05-0,2\%$  аммоний сульфати булсин.

Агрегатда параллел ишловчи иккита НИФ аппарати уришилган. Нитрат кислотадан ташқари уларга киздиргичда 2 буг конденсаторда  $120-130^\circ\text{C}$  гача киздирилган. Газсимон аммиак юборилади. Юборилаётган нитрат кислотаси ва аммиак шундай миқдорда шундай буладики НИФ аппаратида чиққан эритма

таркибда нитрат кислота миқдори 2-5 г/л га купрок булиш керак чунки аммиакни тулик ютилишини таъминлаш лозим.

Аппаратнинг пастки қисмида 155- 170° С ҳароратига нейтраллаш реакцияси боради, бунда 91-92 %  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  сакловчи консентриланган эритма ҳосил булади. Аппаратнинг юқори қисмида сув буглари (ширали буг аммиакли селитра томчилари ва нитрат кислота бугларидан ювиб тозаланади. Ширали бугнинг бир қисми натрит кислотани қиздириш учун фойдаланилади, сунгра ширали буг тозалашга юборилади ва бунда атмосферага чиқариб юборилади. Аммиакли селитранинг нордон эритмаси тулик нейтраллаш аппаратига юборилади. У ерга эритмадаги ортикча нитрат кислотасини нейтраллаш учун аммиак юборилади, сунгра эритма буглантиргич аппаратидга 5 марта юборилади. Олинган 99,7- 99,8 % селитра сакловчи суюкланма 175 ° С ҳароратда филтёр 21 оркали утади. Сунгра ичига солиб қўйиладиган маркадан қочма насос 20 ёрдамида босим ҳосил қилувчи бака 6 юборилади. Ундан тугри бурчақли, металдан ясалган донадорлаш минорасига 16 берилади. Миноранинг юқори қисмида донадорлагичча 7ва8 жойлаштирилган, унинг устидан совук ҳаво юборилади.

Қайсиқим у юқоридан туширилаётган селитра томчиларини совитади. Селитра томчилари юқоридан пастга тушаётганда угит доначалари ҳосил булади. Угит доначаларининг минорадан чиқкандаги ҳарорати 90-110 °С булади. Иссиқ доначалар қийновчи қаватли аппаратда +5 совутилади.

Аммиакли селитра транспортёр 14 ёрдамида сирт- актив моддалар билан қикл бериш учун айланувчи барабанга 11 юборилади. Сунгра тайёр угит транспортёр 12 оркали қопларга жойлаш учун боради.

Донадорлаш минорасидан чиққан ҳаво аммиакли селитра заррачалари билан нейтраллагичдан чиқувчи ширали буг ва буглантирувчи аппаратдан чиққан буг ҳаво аралашмаси реакцияга киришмай қолган аммиак нитрат кислота ҳамда аммиакли селитра заррачалари билан ифлосланган булади. Бу оқимни тозалаш учун донадорлаш минорасининг тепа қисмида 6 та параллел қиклдан тарелка типидagi скрубберлар қангли газларни ювиш билан тозалашдаги қуримдаги

хаштирилган. Улар 20-30% аммиакли селитра эритмаси билан сугориб турилади. Бу эритма йиггичдан 17 насосча 18 билан олиб берилади. Эритманинг бир қисми ширали бугни ювиш учун НИФ нейтраллагичга утади. Сўнгра селитра эритмасига қушилади, демак маҳсулотга айлантирилади. Тозаланган ҳаво вентилятор 9 ёрдамида суриб олиниб атмосферага чиқариб ташланади.

### 8.5 Кабамид (мочевина) ишлаб чиқариш.

Карбамид ишлаб чиқаришни дунда биринчи бўлиб 1868 йилда А.И.Базаров кашф этган.амоний карбонатиға сўнгра парчаланиб карбомидоа айланиши реакциясига асосланган



Карбамид карбонат кислотасининг диамидидир.  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  у мочеина ҳам дейилати рангсиз, ҳидсиз кристал модда.132,70С да суюкланади. Сувда яхши эрийди ва аммиакат- $(\text{NH}_4)_2\text{CO} \cdot \text{NH}_3$  ҳосил қилади. Карбамид таркибида бекорчи жинс сақтамаган концентрланадиганўгит булиб таркибида бошка барча азот сакловчи ўгитлардан кўра кўп ,яъни 46,6% азот саклайди. Ўсимлик карбамид азотини осон ўзлаштиради. У  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  га нисбатан таркибида кўплиги портламаслиги, кам гигроскоплиги, тупрокдан тез ювилиб кетмаслиги,коп-канорсиз ташинш мумкинлиги билан ҳам устун туради. Карбамид асосида олинган мочеина-формальдегидли полимер ўгитларнинг азоти жуда секинлик билан тупрокка ўтади, ювилиб кетмайди.

Карбамид,мол озукасига ҳам протейинли қўшимча сифатида қўшиб берилади. Карбамид саноатда пластмассалар (аминопластлар) синтетик толалар, фармацевтик препаратлар ишлада ҳам ишлатилади.

Карбамид синтези реакцияси гетероген, катализаторсиз, кинетик ҳудудда борувчи жараёндр. У аммиак билан карбонот ангидридни 150-220°C ҳароратда 70-100 МПа босимда узаро таъсир эттириб олинади. Карбамид синтези қуйидаги боскичлардан:  $\text{NH}_3$  ни  $\text{CO}_2$  билан кимёвий таъсири, синтез

идиш бўлиб, ички томони хроминкельмолибденли- $\text{XrNi}_6\text{M}_3\text{T}$  ёкититанинг нуқс  
билан копланган булади. Реагентлар аралашмаси реакторнинг остки штуцер  
(штуцер – ташки томони резбали калта кувурча) орқали синтез колонна  
ичига киради ва колоннанинг юқорисига томон кўтарилаборади. Реагентларни  
яхши аралашishi учун колонна ичида чамбарали тўсиклар ўрнатилган.  
Суюкланма холда ҳосил бўлган карбамид (таркибида 30-31% карбамид, 21-22%  
аммоний карбамат, 33-34% ортикча аммиак, 16-17% сув саклайди) реактор  
тепа ясси қисмидаги штуцердан чиқади. Карбамид босими камайитирилади 1,8-2  
МПа га келтирилади, сўнгра реактификация колоннасининг 8 юқори қисмига  
юборилади. Уерда ортикча аммиак газ холда ажралади. Сўнгра биринчи  
пағонали дистилляция агрегати киздиргичга 9 ўтнб 170°C гача кизийди.  
(Биринчи босқичли дистилляция агрегатларила ректификация колонна  
киздиргич ва сепараторлар киради). Бунда аммоний карбамат  $\text{NH}_3$  ва  $\text{CO}_2$  га  
парчаланиб ажралади. Учиб чиққан буг – суюқлик аралашмаси, сепаратор  
бориб, газ ва суюқлик ажралади. Газ қисми ректификация колоннасини унинг  
остки қисмидан юборилади. Суюқ қисмининг босими янада (0,3 МПа гача)  
пасайтирилиб иккинчи пағонали дистилляцияга ( - расм кўрсатилмаган)  
юборилади. Суюқлик таркиби 55-51% карбамид, 4-5% аммоний карбамат, 6-  
7% аммиак ва 28-35% сувдан иборат бўлади. Иккинчи пағонали дистилляция  
хам, худди биринчи пағонадагидек, аввал суюқлик ректификация колонна  
ўтиб аммиакнинг бугланиши ва карбаматнинг парчаланиши ҳисобиға 1100С  
гача совийди, сўнгра киздиргичда 140-142°C гача киздирилиб – сепаратор  
юборилади. Унда тозалангач, қолган суюқлик таркибида 70-72% карбамид  
бўлади. Энди у суюқлик икки пағонали вакуумбуглантиргичда 12 юборилади.  
ерда 0,07-0,08 МПа босимда (яъни вакуумда, чунки карбамид полимерланиши  
мумкин) эритма бугланитирилиб таркибида 99,5-99,8% сакловчи суюқлик  
олинади. Сўнгра суюкланма йиггичга 13, ундан насос 14 ёрдамида гранула  
минорасига юборилади. Миноранинг остидан карама-карши оқимда кирган  
совук ҳаво таъсирида карбамид томчилари совиб котади ва шарчалар шаклида

5.207 - иштининде жасалган шипинтипсимон, ичи бұш, ости думалок  
 ичи бұлиб, ички томони хромникельмолибденли- $\text{X}_{17}\text{H}_{16}\text{M}_{31}$  екигиталин пұлат  
 билан копланган булади. Реагентлар аралашмасы реакторнинг остки штусери  
 (штуцер – ташки томони резбали калта кувурча) оркали синтез колоннасининг  
 ичига киради ва колоннанинг юкорисига томон кутарилаборади. Реагентларнинг  
 ичиге аралашуши учун колонна ичида чамбарали тусиклар урнатилган.  
 Суюкланма холда хосил бұлган карбамид (таркибида 30-31% карбамид, 21-22%  
 аммоний карбамат, 33-34% ортикча аммиак, 16-17% сув саклайди) реакторнинг  
 тепа ясси кисмидаги штуцердан чикади. Карбамид босими камайтирилиб 1,8-2  
 МПа га келтирилади, сунгра реактификация колоннасининг 8 юкори кисмига  
 юборилади. Уерда ортикча аммиак газ холда ажралади. Сунгра биринчи  
 пагонали дистилляция агрэгати киздиргичга 9 утиб  $170^{\circ}\text{C}$  гача кизийди.  
 (Биринчи боскичли дистилляция агрэгатларила ректификация колоннаси,  
 киздиргич ва сепараторлар киради). Бунда аммоний карбамат  $\text{NH}_3$  ва  $\text{CO}_2$  га  
 парчаланиб ажралади. Учиб чиккан буг – суюклик аралашмасы, сепараторга 10  
 бориб, газ ва суюклик ажралади. Газ кисми ректификация колоннасыга унинг  
 остки кисмидан юборилади. Суюк кисмининг босими янада (0,3 МПа гача)  
 пасайтирилиб иккинчи пагонали дистилляцияга ( - расм кўрсатилмаган)  
 юборилади. Суюклик таркиби 55-51% карбамид, 4-5% аммоний карбамати, 6-  
 7% аммиак ва 28-35% сувдан иборат булади. Иккинчи пагонали дистилляция  
 хам, худди биринчи пагонадагидек, аввал суюклик ректификация колоннаси  
 утиб аммиакнинг бугланиши ва карбаматнинг парчаланиши хисобига  $110^{\circ}\text{C}$   
 гача совийди, сунгра киздиргичда  $140-142^{\circ}\text{C}$  гача киздирилиб – сепараторга  
 юборилади. Унда тозалангач, колган суюклик таркибида 70-72% карбамид  
 булади. Энди у суюклик икки пагонали вакуумбуглантргичга 12 юборилади. У  
 ерда 0,07-0,08 МПа босимда (яъни вакуумда, чунки карбамид полимерланиши  
 мумкин) эритма буглантрилиб таркибида 99,5-99,8% сакловчи суюкланма  
 олинади. Сунгра суюкланма йиггичга 13, ундан насос 14 ёрдамида гранулалаш  
 минорасига юборилади. Миноранинг остидан карама-карши окимда кирган  
 сову к хаво таъсирида карбамид томчилари совиб котади ва шарчатар шаклида

ташқил этади. Фосфоритлар таркибонда фторапатит минераллари ( $\text{Ca}_5(\text{F},\text{OH})(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ) ташқари кўшимчалар кварц минераллари -  $\text{SiO}_2$ , кальцит-  $\text{CaCO}_3$ , доломит  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  ҳамда темир ва алюминий оксидлари ва бошқаларни саклайди. Фосфоритлар таркибида 18-36% гача  $\text{P}_2\text{O}_5$  бўлади. Собиқ СССРда фосфоритларнинг 200 дан ортиқрок кони топилган. Энг йирик фосфорит кони 1941 йилда топилган Жанубий Қозоғистондаги Қоратоғ конидир (унинг таркибида 21-23% гача  $\text{P}_2\text{O}_5$  бўлади). Иккинчи йирик кони Ақтүбинский (Шимолий Қозоғистон). Вятско -Камский. Кингисеппский (Ленинград вилояти). Маарду (Эстония ССР) конларидир.

Фосфорли ўғитлар технологиясининг асосий вазифаси ўсимликлар ўзлаштира олмайдиган фосфорли бирикмаларни сувда ёки кислотали тупроқда эрувчи ва ўсимлик ўзлаштира оладиган бирикмаларга айлантиришдир. Бунинг учун апатит ёки фосфоритлар аввал флотация йули билан бойитилади. Апатитлар бойитилгач таркибида 39-41 % гача  $\text{P}_2\text{O}_5$  саклайди. Чикиндиси (думлари) таркибида 30 % гача  $\text{Al}_2\text{O}_3$  сакловчи нефелин бўлиб, алюминий ишлаб чиқариш учун ажойиб хом-ашёдир. (ҳозирча унефелининг 50%га яқиндан фойдаланилмоқда). Фосфоритлар бойитилгач таркибида 27-28,5%  $\text{P}_2\text{O}_5$  сакловчи концентратга айлантирилади.

Табийи фосфоритларни химиявий қайта ишлаш уч хил йўл билан амалга оширилади. Кенг тарқалган усули бу фосфотларни сульфат, фосфат ва нитрат кислоталари билан парчалашдир. Бошқа усули фосфотлар  $\text{SiO}_2$  иштирокида углерод билан қайтарилиб фосфор элементи олинади, сунгра у фосфат кислота ва унинг тузларига айлантирилади. Учинчи усули фосфатларга термик ишлов беришдир. Масалан ишқорли парчалаш (ишқори ва ишқорий-ер металл тузлари билан аралаштирилнб суяклантириш оркали ёки сув буги гидротермик ишлов беришдир.

Табийи фосфатларнинг бир қисми химиявий ишлов берилмай, майдаланган фосфорит уни деб аталувчи ном билан бевосита ўғит сифатида ишлатилади. Ё энг арзон фосфорли ўғит бўлиб, аммо у факат кислотали тупроқналардагина ишлатилиши мумкин бўлган, секин таъсир қилувчи ўғитдир.

ташқари кўшимчалар кварц минераллари -  $\text{SiO}_2$ , кальцит-  $\text{CaCO}_3$ , доломит -  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  ҳамда темир ва алюминий оксидлари ва бошқаларни саклайди. Фосфоритлар таркибида 18-36% гача  $\text{P}_2\text{O}_5$  бўлади. Собик СССРда фосфоритларнинг 200 дан ортиқрок кони топилган. Энг йирик фосфорит кони 1941 йилда топилган Жанубий Қозоғистондаги Қоратог конидир (унинг таркибида 21-23% гача  $\text{P}_2\text{O}_5$  бўлади). Иккинчи йирик кони Ақтүбинский (Шимолий Қозоғистон). Вятско - Камский. Кингисеппский (Ленинград вилояти). Маарду (Эстония ССР) конларидир.

Фосфорли ўғитлар технологиясининг асосий вазифаси ўсимликлар ўзлаштира олмайдиган фосфорли бирикмаларни сувда ёки кислотали тупроқда эрувчи ва ўсимлик ўзлаштира оладиган бирикмаларга айлантиришдан иборатдир. Бунинг учун апатит ёки фосфоритлар аввал флотация йули билан бойитилади. Апатитлар бойитилгач таркибида 39-41 % гача  $\text{P}_2\text{O}_5$  саклайди. Чикиндиси (думлари) таркибида 30 % гача  $\text{Al}_2\text{O}_3$  сакловчи нефелин бўлиб, алюминий ишлаб чиқариш учун ажойиб хом-ашёдир. (ҳозирча унефелининг 50%га яқиндан фойдаланилмоқда). Фосфоритлар бойитилгач таркибида 27-28.5%  $\text{P}_2\text{O}_5$  сакловчи концентратга айлантирилади.

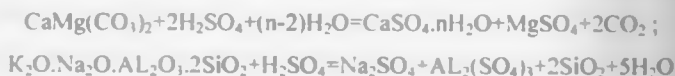
Табийи фосфоритларни химиявий қайта ишлаш уч хил йул билан амлга оширилади. Кенг тарқалган усули бу фосфотларни сульфат, фосфат ва нитрат кислоталари билан парчалашдир. Бошқа усули фосфотлар  $\text{SiO}_2$  иштирокида углерод билан қайтарилиб фосфор элементи олинади, сунгра у фосфат кислота ва унинг тузларига айлантирилади. Учинчи усули фосфатларга термик ишлов беришдир. Масалан ишкорли парчалаш (ишкори ва ишкорий-ер металл тузлари билан аралаштирилиб суюклантириш орқали ёки сув буги билан гидротермик ишлов беришдир.

Табийи фосфатларнинг бир қисми химиявий ишлов берилмай, майдаланиб фосфорит уни деб аталувчи ном билан бевосита ўғит сифатида ишлатилади. Бу энг арзон фосфорли ўғит бўлиб, аммо у факат кислотали тупроқналардагина ишлатилиши мумкин бўлган, секин таъсир қилувчи ўғитдир.

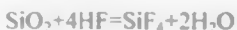
нинг аммиакнинг оптималдан оширилса  $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$  нинг кристалларнинг зичлашган кавати ҳосил бўлади ва у  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ни апатитга диффузияланишини секинлаштиради. Кислотанинг ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) оптимал концентрацияси 67-68% ли эритмасидир. Реакцион камеранинг оптимал ҳарорати  $110^\circ\text{C}$  бўлиб, у реакция иссиқлигидан олинади.

Суперфосфатнинг етилиши тезлаштириш учун кўпчилик ҳолларда  $\text{H}_2\text{SO}_4$  миқдорини стехиометрик ҳисобдан ортиқча олинада ва реакция сўнггида фосфорит уни аммиак билан нейтралланади. Бир вақтнинг узида асосий реакция билан бир қаторда апатит ёки фосфорит минерали таркибидаги бегона аралашмалар ҳисобида қўшимча реакциялар ҳам кетади.

Масалан:



Кремний (IV)- оксиди HF билан биргаликда  $\text{SiF}_4$  ҳосил қилади.



Ҳосил бўлган  $\text{SiF}_4$  нинг бир қисми ажралиб газ фазага ўтади, қолган қисми гексафторметакремний кислотасига айланиб эритмада қолади.

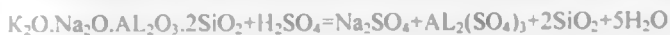
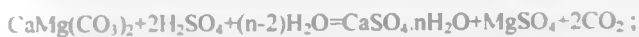


Оддий суперфосфатни тўхтовсиз ишлаб чиқариш усулининг схемаси — расмда берилган. Фосфат минерали омбордан силос (силос- маҳсул майдаланган ашё) сақлаш қурилмасига I келади. Ундан таъминлагич (2) ёрдамида элеватор (3) орқали бункерга (4) ва автомат тарозига (5) олиб берилади. Фосфот тарозидан бункерга (6) ва ундан аралаштиргичга (7) келиб тушади. Аралаштиргичга босим ҳосил қилувчи бакдан (8) сульфат кислотаси ҳам келиб тушади. Сульфат кислотаси аралаштиргичга (9) сувли бакдан оқиб тушувчи сув билан аралаштирилади сўнгра унинг концентрацияси концентратлаш (II) аниқлангач сарфулчагич (12) орқали аралаштиргичга (7) келиб тушади. Аралаштиргичда ҳосил булган ярим суюқ масса — пульпа суперфосфатнинг етилиш камерасига тушади. Суперфосфат камераси ( — расм )

кристалларнинг зичлашган кавати ҳосил бўлади ва у  $H_3PO_4$  ни апатитга диффузияланишини секинлаштиради. Кислотанинг ( $H_2SO_4$ ) оптимал концентрацияси 67-68% ли эритмасидир. Реакцион камеранинг оптимал ҳарорати  $110^\circ C$  бўлиб, у реакция нссиклигидан олинади.

Суперфосфатнинг етилиши тезлаштириш учун купчилик ҳолларда  $H_2SO_4$  микдорини стехиометрик ҳисобдан ортиқча олинада ва реакция сўнггида фосфорит уни аммиак билан нейтралланади. Бир вақтнинг ўзида асосий реакция билан бир каторда апатит ёки фосфорит минерали таркибидаги бегона аралашмалар ҳисобида қўшимча реакциялар ҳам кетади.

Масалан:



Кремний (IV)- оксиди HF билан биргаликда  $SiF_4$  ҳосил килади.



Ҳосил бўлган  $SiF_4$  нинг бир қисми ажралиб газ фазага ўтади, қолган қисми гексафторметакремний кислотасига айланиб эритмада қолади.



Оддий суперфосфатни тўхтовсиз ишлаб чиқариш усулининг схемаси — расмда берилган. Фосфат минерали омбордан силос (силос- маҳсус майдаланган ашё) саклаш қурилмасига 1 келади. Ундан таъминлагич (2) ёрдамида элеватор (3) орқали бункерга (4) ва автомат тарозига (5) олиб берилади. Фосфот тарозидан бункерга (6) ва ундан аралаштиргичга (7) келиб тушади. Аралаштиргичга босим ҳосил қилувчи бакдан (8) сульфат кислотата ҳам келиб тушади. Сульфат кислотата аралаштиргичга (9) суви бакдан окнб тушувчи сув билан аралаштирилади сўнггра унинг концентрацияси концентратометрда (10) аниқлангач сарфўллагич (12) орқали аралаштиргичга (7) келиб тушади. Аралаштиргичда ҳосил булган ярим суюқ масса — пульпа суперфосфатнинг етилиш камерасига тушади. Суперфосфат камераси ( —-расм ) тик

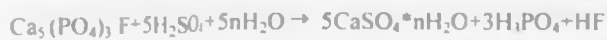
олинган булур эди. Омоорларда етилтирмай оддий суперфосфат усулларига куш суперфосфат олишда кулланилаётган камера-окимли ва оддий усулларини курсатиш мумкин.

Суперфосфатни донаторлаш бироз кия ўрнатилган барабанларда 2 олимб борилади (\_\_\_\_ расм) . Унга ташигичдан 1 тухтовсиз суперфосфат кетиб туради ва (16% гача) сув сачратилиб турилади. Барабанлар секин айланиб туради. Натижада майда заррачалар нам булгандан бир-бирига ёпишиб доначалар ҳосил қилади. Сунгра куритган барабанга 3 утади ва ундан галвирга 4 боради. Ҳосил булган доначаларнинг 2 ммдан кичиги қайта донаторлаш 4 мм дан каттаси ҳа майдалагичга 6 ва ундан яна галвирга боради. Куритиб барабанидан чиққан газлар суперфосфат чангларини ушлаб қолиш учун циклон аппаратга етиб боради. Сунгра  $\text{SiF}_4$  ни ушлаб қолиш учун сув билан сугорилаб турувчи минорага боради. Донаторланган суперфосфат 19.5 - 20.5%  $\text{P}_2\text{O}_5$  ушлайди. Шунда 15.5% гача  $\text{H}^+\text{PO}_4$  шаклида бўлади.

Қоратой фосфоритидан олинган суперфосфат донаторланган аммиак билан нейтраллаш жараёни ҳам кушиб олиб борилади.

## 8.7 Фосфат кислота ва қуш суперфосфат ишлаб чиқариш.

Фосфат кислота олишининг асосий усули экстракция усулидир. Бунда табиий фосфоритлар мул сульфат кислота билан ишлаб берилди.



Ҳосил булган гипсени (фосфогипс-парчаланмай колтанкфосфат ва  $\text{CaSO}_4$  аралашмаси) суюқ фазадан филтрлаб ажратиб ташланади. Олинган гипс асосан ўғит олиш учун ва техник максалларда ишлатилади. Фосфогипс филтрлаб ажратилган фосфат кислота суюқ фазага утган кремнезем сульфатлар, темир ва алюминий фосфатлари ва бошқалар билан инфосланган бўлади. Фосфат кислота ишлаб чиқаришда юқори концентрацияли кислота

олинган сулуру  
усулларига куш суперфосфат олишда кулланилаётган камера-окимли ва окимли  
усулларини курсатиш мумкин.

Суперфосфатни дондорлаш бироз кия ўрнатилган барабанларда 2 олиб  
борилади ( \_\_\_\_\_ расм) . Унга ташигичдан 1 тўхтовсиз суперфосфат келиб  
туради ва (16% гача) сув сачратилиб турилади. Барабанлар секин айланиб  
туради. Натижада майда заррачалар нам булгандан бир-бирига ёпишиб  
доначалар ҳосил килади. Сўнгра куритган барабанга 3 утади ва ундан галвирга  
4 боради. Ҳосил булган дончаларнинг 2 ммдан кичиги қайта дондорлашга ,  
4 мм дан каттаси эса майдалагичга 6 ва ундан яна галвирга боради. Куритиш  
барабанидан чиққан газлар суперфосфат чанглариини ушлаб қолиш учун циклон  
аппаратга етиб боради. Сўнгра  $\text{SiF}_4$  ни ушлаб қолиш учун сув билан сугорилиб  
турувчи минорага боради. Дондорланган суперфосфат 19.5 – 20.5%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  
ушлайди. Шунда 25.5% гача  $\text{H}^+\text{PO}_4$  шаклида бўлади.

Коратог фосфоритдан олинган суперфосфат дондорланганда амияк  
билан нейтраллаш жараёни ҳам кушиб олиб борилади.

## 8.7 Фосфат кислота ва куш суперфосфат ишлаб чиқариш.

Фосфат кислота олишнинг асосий усули экстракция усулидир. Бунда  
табiiй фосфоритлар мул сульфат кислота билан ишлаб берилади.



Ҳосил булган гипсни (фосфогипс-парчаланмай колганкфосфат ва  $\text{CaSO}_4$   
аралашмаси) суюк фазадан филтрлаб ажратиб ташланади. Олинган  $\text{H}_3\text{PO}_4$   
асосан ўғит олиш учун ва техник мақсадларда ишлатилади. Фосфогипсдан  
филтрлаб ажратилган фосфат кислота суюк фазага утган кремнезем ,  
сульфатлар, теми рва алюминий фосфатлари ва бошқалар билан ифлосланган  
бўлади. Фосфат кислота ишлаб чиқаришда юкори концентрацияли кислота

халигача тулик хал килинган эмас. Уни шур ерларни нормаллаштириш учун тупрокка соладилар, ундан шувок ишлари учун ганч-алебастр олиниб уни термик парчалаб цемент хом ашёсига, ҳамда  $SO_2$  олиниб уни яна  $H_2SO_4$  га айлантириш мумкин. Бу фойдаланиш йуллари хали тулик амалга ошган. Уни амалга ошириш ктисодий ва экологик нуктаи назардан мухим вазифадир.

Қуш суперфосфат (номидан маълумки фосфатни икки марта ишлов берилган) табиий фосфатларга фосфат кислота таъсир этиб олинади.



Фосфат кислотасининг стехиометрик нормасини шу реакция асосида ҳисобланади. Қуш суперфосфат оддий суперфосфатдан фарк қилади. У асосан монокальций фосфатдан иборат бўлиб концентранган ўғитдир. Таркибида оддий суперфосфатдан 2-3 марта кўп. 40-50%  $P_2O_5$  сақлайди.

Қуш суперфосфат ишлаб чиқаришнинг камерали усулида аппарат ва қурилмалари оддий суперфосфатникидек бўлиб, фарқи фақат фосфат ашёси билан фосфат кислотаси аралашадиган аралаштиргичининг типиди ва ғўхтовчи ишловчи камера типидадир. Қуш суперфосфат ишлаб чиқаришнинг (оддий суперфосфат ишлаб чиқаришнинг ҳам) камерали усули илгари айтилган камчиликларга эга. Аввало бунда фосфатни парчалаш учун концентранган  $H_3PO_4$  талаб қилинади иккинчидан таёр маҳсулотни этилиши учун (яъни кальсиймонофосфат кристалларининг шаклланиши реакциянинг тугалланиши учун) омборхоналарда узок муддат сақланиши Шунинг учун экстракцион фосфат кислотасини бўғлантириш концентрациясини оширишга маҳсулотни этилтириш учун катта омборхоналар қуриш ва маҳсулотни аралаштириб туриш кабиларга кўшимча маблаг сарфланади. Бундан ташқари маҳсулотни омборхоналарда этилтириш пайтида анчагина фторли газлар ҳавога чиқиб заҳарлайди.

тулик хал килинган эмас. Уни шур ерларни нормаллаштириш учун  
 тупрокка соладилар, ундан шувок ишлари учун ганч-алебастр олинади. Уни  
 термик парчалаб цемент хом ашёсига, ҳамда  $\text{SO}_2$  олиниб уни яна  $\text{H}_2\text{SO}_4$  га  
 аллантириш мумкин. Бу фойдаланиш йуллари хали тулик амалга ошган эмас.  
 Уни амалга ошириш ктисодий ва экологик нуктаи назардан мухим вазифадир.

Қўш суперфосфат (номидан маълумки фосфатни икки марта ишлов бериб  
 олинган) табиий фосфатларга фосфат кислота таъсир этиб олинади.



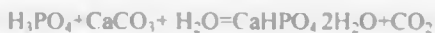
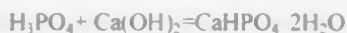
Фосфат кислотасининг стехиометрик нормасини шу реакция асосида  
 ҳисобланади. Қўш суперфосфат оддий суперфосфатдан фарк қилади. У асосан  
 монокальций фосфатдан иборат бўлиб концентрланган угитдир. Гаркибида  
 оддий суперфосфатдан 2-3 марта кўп, 40-50%  $\text{P}_2\text{O}_5$  сақлайди.

Қўш суперфосфат ишлаб чиқаришнинг камерали усулида аппарат ва  
 қурилмалари оддий суперфосфатникидек бўлиб, фарқи фақат фосфат ашёси  
 билан фосфат кислотаси аралашадиган аралаштиргичнинг типиди ва тухтовсиз  
 ишловчи камера типидадир. Қўш суперфосфат ишлаб чиқаришнинг (оддий  
 суперфосфат ишлаб чиқаришнинг ҳам) камерали усули илгари айтилганидек  
 анчагина камчиликларга эга. Аввало бунда фосфатни парчалаш учун  
 концентраланган  $\text{H}_3\text{PO}_4$  талаб қилинади иккинчидан таёр маҳсулотнинг  
 этилиши учун (яъни кальсиймонофосфат кристалларининг шаклланиши  
 реакциянинг тугалланиши учун) омборхоналарда узок муддат сақланишидир.  
 Шунинг учун экстракцион фосфат кислотасини буглантириш  
 концентрациясини оширишга маҳсулотни этилтириш учун катта хажмдаги  
 омборхоналар қуриш ва маҳсулотни аралаштириб туриш кабиларга катта  
 қўшимча маблаг сарфланади. Бундан ташқари маҳсулотни омборхоналарда  
 этилтириш пайтида анчагина фторли газлар ҳавога чиқиб захарлайди.

гранулятордан чиққан қуруқ йона-юр куш суперфосфат (таркиби...

намлик саклайди) 100-150° темпратурада элеватор 10 ёрламида галвирга юборилади. Унда 1-4 мм катталикдаги шарчалар ажратиб олинди. Катталари майдалагичда 12 майдаланиб яна галвирга тушади. Донадорлагичда суспензиядан сувнинг бугланиб чиқиши туфайли  $H_3PO_4$  нинг концентрацияси ортади. Монокальций фосфатнинг кристалланиши туфайли (у иссиқда осон кристалланади) эритмада унинг концентрацияси камаяди, натижада  $H^+$  ионининг активлиги ортиб фосфарит заррачаси юзасидаги парда кисман эрийди ва фосфоритнинг яна  $H_3PO_4$ да парчаланиши давом этади шунинг учун ҳам жараёнинг охирида фосфаритнинг парчаланиши 50%дан 85% гача кўтарилади. Галвирдан утказилган куш суперфосфатни нейтраллаш учун аммонийлаш барабанига 13 келади. У ерда унга ё бур сепиб ё аммиак таъсир эттириб угит таркибидаги эркин  $H_3PO_4$  микдори анча камйтирилади. Тайёр махсулот омборга юбортирилади.

Булардан ташкари яна фторсиз фосфаритлар ҳам ишлаб чиқарилади улар ҳам ўгит ҳам мол озукиси сифатида ишлатилади. Буларга : кальций гидрофосфати (присципитат) фторсизланган фосфат ва бошқалар кирди. Кальций гидрофосфат саноатда ни охакли сув ёки охактош таъсир эттириб олинади.



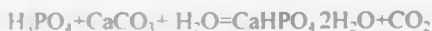
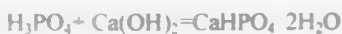
Пресципитат (немисча *prizipitierung* суздан олинган бўлиб чўкмиш маъносини англатади) таркибида 41,35% P O саклайди. Бу сувда ёмон эрийди. Фторсизланган фосфатни бойитилган аппатит ёки фосфоритни гидротермик (сув буги иштирокида киздириш) парчалаш билан олинади. Бу реакция 140-1550°С темпратурада 2 % гача SiO иштирокида боради. Реакция аввал гидроксиппатит ҳосил бўлиши билан боради.



Сўнгра гидроксиппатит SiO иштирокида парчаланади

намлик саклайди) 100-150° температурада элеватор 10 ёрдамида галвирга 2 юборилади. Унда 1-4 мм катталиктаги шарчалар ажратиб олинди. Катталари майдалагичда 12 майдаланиб яна галвирга тушади. Донадорлагичда суспензиядан сувнинг бугланиб чиқиши туфайли  $H_3PO_4$  нинг концентрацияси ортади. Монокальций фосфатнинг кристалланиши туфайли (у иссиқда осон кристалланади) эритмада унинг концентрацияси камаяди, натижада  $H^+$  ионининг активлиги ортиб фосфарит заррачаси юзасидаги парда қисман эрийди ва фосфоритнинг яна  $H_3PO_4$ да парчаланиши давом этади шунинг учун ҳам ҳараённинг охирида фосфаритнинг парчаланиши 50%дан 85% гача кутарилади. Галвирдан утқазилган куш суперфосфатни нейтраллаш учун аммонийлаш барабанига 13 келади. У ерда унга 5 бур сепиб 5 аммиак таъсир эттириб ўғит таркибидаги эркин  $H_3PO_4$  миқдори анча камйтирилади. Тайёр маҳсулот омборга юбортирилади.

Булардан ташқари яна фторсиз фосфаритлар ҳам ишлаб чиқарилади улар ҳам ўғит ҳам мол озукаси сифатида ишлатилади. Буларга : кальций гидрофосфати (присципитат) фторсизланган фосфат ва бошқалар қиради. Кальций гидрофосфат саноатда ни оҳақли сув ёки оҳақтош таъсир эттириб олинади.



Присципитат (немисча *prizpitierung* сўзидан олинган бўлиб чўқиш маъносини англатади) таркибида 41,35% P O<sup>3</sup> саклайди. Бу сувда ёмон эрийди. Фторсизланган фосфатни бойитилган аппатит ёки фосфоритни гидротермик (сув буги иштирокида киздириш) парчалаш билан олинади. Бу реакция 1400-1550°С температурада 2 % гача SiO<sub>2</sub> иштирокида боради. Реакция аввал гидроксилаппатит ҳосил бўлиши билан боради.

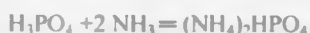


Сўнгра гидроксилаппатит SiO<sub>2</sub> иштирокида парчаланади.

таърифида таркибидан иккита озука элемент ( $\text{N}$  ва  $\text{P}$ ) сакловчи ўғит хосил бўлади. Унга нитрофос дейилади. Агар унга калийли тузлар ( $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) қўшилиб (донадорлашдан илгари пульпага қўшилади) таркибидан учта озука элемент сакловчи (азот, фосфор ва калий) нитрофоск ёки нитроаммофоск деб аталувчи мураккаб ўғит олинади. Унинг таркибидан  $\text{N}$ -11-12%,  $\text{P}_2\text{O}_5$ -10-11%,  $\text{K}_2\text{O}$ -11-12%.

Саноатда кўп хил нитрофосклар ишлаб чиқарилади, ammo уларнинг бирчаваларида  $\text{P}_2\text{O}_5$  нинг бир қисми сувда эримайдиган  $\text{CaHPO}_4$  шаклида бўлади.

Мураккаб концентрланган ва факат сувда эрувчи  $\text{P}_2\text{O}_5$  сакловчи ўғитни фосфат кислотасини аммиак билан нейтраллаш орқали олинади.



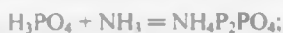
Олинган гидро- ва дигидроаммофослар кўпинча калий нитрат, карбамид, калий хлорид ёки калий сульфатлар қўшиш билан учта озика элемент сакловчи нитроаммофоск, карбоаммофос, карбоаммофос ва бошқа мураккаб ўғитлар олинади. Бу ўғитлар сувда яхши эрувчи, таркибидан бегона қўшимча бўлмаган, концентрланган ўғитдир. (55% гача озука элементлари ўшлайди.) Азофоскни олиш учун, табиий фосфатларни нитрат кислота билан ўзаро таъсири натижасида олинган эритмадан кальцийни, кальций нитрат шаклида эритмасини совутиш йўли билан чиқариб ажратиб олинади. Сўнгра аммиак билан нейтралланади. Шундай қилинганда сувда эрувчи фосфор сакловчи фосфатлар олиш имконияти туғилади. Реакциясини умумий ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин.



Нейтраллашнинг охириги босқичида  $\text{KCl}$  қўшилади. Бунда аммиак реакцияси туфайли хосил бўладиган  $\text{KNO}_3$  ва  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ҳам азофоск таркибига кирилади. Азофоскнинг таркибидан кўп миқдорда сувда эрувчи  $\text{P}_2\text{O}_5$  сакловчи фосфор бирикмалари бўлади.

Натискада таърифномада таърифномада (N ва P) сакловчи ўғит хосил бўлади, унга нитрофос дейилади. Агар унга калийли тузлар ( $KCl$ ,  $K_2SO_4$ ) қўшилиб фидорлашдан илгари пулпага кушилади) таркибида учта озук элементлари сакловчи (азот, фосфор ва калий) нитрофоск ёки нитроаммофоск деб аталувчи мураккаб ўғит олинади. Унинг таркибида  $N-11-12\%$ ,  $P_2O_5-10-11\%$ ,  $K_2O-11-12\%$ . Саноатда кўп хил нитрофосклар ишлаб чиқарилади, аммо уларнинг барча навларида  $P_2O_5$  нинг бир қисми сувда эримайдиган  $CaHPO_4$  шаклида бўлади.

Мураккаб концентрланган ва факат сувда эрувчи  $P_2O_5$  сакловчи ўғитни фосфат кислотасини аммиак билан нейтраллаш орқали олинади.



Олинган гидро- ва дигидроммофослар кўпинча калий нитрат, карбамид, калий хлорид ёки калий сульфатлар қўшиш билан учта озика элементлари сакловчи нитроаммофос.ю карбоаммофос, карбоаммофос ва бошқа мураккаб ўғитлар олинади. Бу ўғитлар сувда яхши эрувчи, таркибида бегона қўшимчаси бўлмаган, концентрланган ўғитдир. (55% гача озук элементлари ушлайди.) Азофоскни олиш учун, табиий фосфатларни нитрат кислота билан узаро таъсири натижасида олинган эритмадан кальцийни, кальций нитрат шаклида эритмасини совутиш йўли билан чўктириб ажратиб олинади, сўнгра аммиак билан нейтралланади. Шундай қилинганда сувда эрувчи фосфор сакловчи фосфатлар олиш имконияти тугилади. Реакциясини умумий ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин.



Нейтраллашнинг охириги босқичида  $KCl$  қўшилади. Бунда алмашиниш реакцияси тўғрисида хосил бўладиган  $KNO_3$  ва  $NH_4Cl$  ҳам азотфоск таркибига кирилади. Азотфоскнинг таркибида кўп миқдорда сувда эрувчи  $P_2O_5$  сакловчи фосфор бирикмалари бўлади.

4. KCl кристалларини шурубдан ажратиш олиш ва уни қуритиш.

5. Шурубани 110-115°C гача қиздириш ва унда яна янги порция силвинитни эритиш.

Кейинги йилларда силвинитдан KCl ни флотация усули билан дан ажратиш кенг тарқалмоқда. Яна гравитация (KCl ва NaCl ни зичлиги ҳар хиллигидан фойдаланиб ажратиш усули), электростатик сеперация (қарши қарши зарядланган заррачаларнинг электр майдонида ажралишига асосланган усуллар) усуллари анча истикболи порлоқ усуллардир. Хлорсиз калийли ўғит масалан  $K_2SO_4$  собик СССР да асосан Прикарпатский қонидаги (запаси 25 млрд.т.) хлорид сульфатли калийли минераллардан, галлургия ва флотация усуллари билан олинади.

### 8.10 Микроўғитлар

Таъсир этувчи моддаси микроэлемент бўлган минерал ўғитларга микроўғитлар дейилади. Даврий системадаги 107та элементларнинг 80% ш жумладан оғир металлларнинг барчаси (темир бундан мустасно) микроэлементлардир. Улар ўсимлик ва ҳайвонлар организмда (қуруқ ҳолдагисига нисбатан ҳисобланади) 0,01% дан ошмайди. Ҳар Га ерга солинадиган нормаси 0,1-3кг дан ошмайди. Ҳозирга қадар 14та микроэлементнинг ҳаётий жараёнлардаги муҳим роли, ахамияти аниқланган. Шулар жумласига В, Мп, Cu, Zn, Co, Mo ва бошқалар қиради. Улар ҳаётий жараёнга таъсир қўраётувчи муҳим моддалар, ферментлар, гормонлар пигментлар ва бошқалар таркибига қиради. Улар ўсимликлар организм турли физиологик ва биокимёвий жараёнларга таъсир қўради. Масалан улар ферментлар активлигини ошириш орқали, углеводдорлар алмашиш таъсир ўтказди, фотосинтез жараёнида нурни ўзлаштиришни қўчайтириш, оксил синтезини тезлатади. Айрим микроэлементлар ўсимликларнинг айр фойдали хоссаларини қўчайтиради. Масалан: қўроқчиликка, совуқда чидамлилигини оширади, уруғнинг ривожланишини ва пишиши тезлаштиради, касалликларга чидамлилигини оширади ва ҳоказо. 14та микроэлементларнинг етмаслиги ҳа ўсимлик ва ҳайвонларда

1. KCl кристалларини шуробадан ажратиш олиш ва уни қўритиш.

2. Шуробани 110-115°C гача киздириш ва унда яна янги порция сильвинитни эритиш.

Кейинги йилларда сильвинитдан KCl ни флотация усули билан дан ажратиш кенг тарқалмоқда. Яна гравитация (KCl ва NaCl ни зичлиги ҳар қиллигидан фойдаланиб ажратиш усули), электростатик сеперация (карама-карши зарядланган заррачаларнинг электр майдонда ажралишига асосланган усуллар) усуллари анча истикболи порлок усуллардир. Хлорсиз калийли ўғит масалан  $K_2SO_4$  собик СССР да асосан Прикарпатский конидаги (запаси 2,5 млрд.т.) хлорид сульфатли калийли минераллардан, галлургия ва флотация усуллари билан олинади.

### 8.10 Микроўғитлар

Таъсир этувчи моддаси микроэлемент бўлган минерал ўғитларга микроўғитлар дейилади. Даврий системадаги 107та элементларнинг 80% шу жумладан оғир металлларнинг барчаси (темир бундан мустасно) микроэлементлардир. Улар ўсимлик ва ҳайвонлар организмда (қуруқ ҳолдагисига нисбатан ҳисобланади) 0.01% дан ошмайди. Ҳар *Ga* ерга солиналган нормаси 0.1-3кг дан ошмайди. Ҳозирга қадар 14та микроэлементнинг ҳаётий жараёнлардаги муҳим роли, ахамияти аниқланган. Шулар жумласига В, Мп, Cu, Zn, Co, Mo ва бошқалар киради. Улар ҳаётий жараёнга таъсир қўраётгани муҳим моддалар, ферментлар, гормонлар, пигментлар ва бошқалар таркибига киради. Улар ўсимликлар организмда турли физиологик ва биокимёвий жараёнларга таъсир қўратади. Масалан, улар ферментлар фаоллигини ошириш орқали, углеводородлар алмашинувида таъсир ўтказди, фотосинтез жараёнида нурни ўзлаштиришни кучайтиради, оксид синтезини тезлатади. Айрим микроэлементлар ўсимликларнинг айрим фойдали хоссаларини кучайтиради. Масалан: қўроқчиликка, совуққа чидамлилигини оширади, уруғнинг ривожланишини ва пишишини тезлаштиради, касалликларга чидамлилигини оширади ва хоказо. Зарур микроэлементларнинг етмаслиги эса ўсимлик ва ҳайвонларда модда

кальцийли тузи ҳам ишлатилади. Кул таркибида ҳам (1кг кулда 200-700мг гача) бор учрайди. Шунинг учун борли ўғит сифатида кул ҳам ишлатилади.

Саноатда турли табиий бор минералларидан борат кислота ишлаб чиқаришда, чиқинди сифатида колдик эритма ҳосил бўлади, у таркибида 21%  $\text{MgSO}_4$  ва 1,8-2,5%  $\text{H}_3\text{BO}_3$  саклайди. Бу эритма булгантирилиб, таркибида 13%  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ва 13%  $\text{MgO}$  сакловчи бормағлийли ўғит олинади. Бу таркибида ҳам бор, ҳам магний сакловчи ўғит ҳисобланади.

Мисли, рухли, марганецли, молибденли, кобальтли ўғитлар. Мисли ўғитларга одамларнинг суткалик талаби 2мг атрофида бўлади. Мисли ўғит сифатида сульфат кислота ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган қолчедан қуюндиси ва мис ишлаб чиқаришда ҳосил бўлувчи қуюндилар қўлланилади. Улар таркибида 0,3-0,6% мис ва бошқа микроэлементлар  $\text{Zn}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Mo}$  саклайди. Концентранган мисли ўғит сифатида мис купароси,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (таркибида 23,4-24% гача  $\text{Cu}$  саклайди) қўлланилади. У ҳам соф ҳолда, ҳам бошқа ўғитларга қўшиб ишлатилади. Масалан, мискалийли ўғит (90%  $\text{KCl}$  1%- $\text{Cu}$  дан иборат). Б маркали аммофос (0,3-0,5%  $\text{Cu}$  саклайди) ишлаб чиқарилади.

Рухли ўғит сифатида  $\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (21,8-22,5%  $\text{Zn}$  саклайди) ҳамда рухли белила ишлаб чиқариш корхоналарининг чиқиндисидан олинadиган ПМУ-7 маркали (полимерное медное удобрения бош ҳарфларидан олинган, таркибида 25% гача  $\text{Zn}$  саклайди) ўғитлар ишлатилади. ПМУ-7 таркибида  $\text{Mn}$  ва бошқа микроэлементлар ҳам учрайди. Рухли ўғитларни 1,4% гача атмосферага, 1,5-1,7% гача карбамидга қўшиб ишлатилганда яхши фойда беради. Марганецли ўғит сифатида собик СССРда марганецли рудаларни ҳўл усулда бойитилганда ҳосил бўладиган чиқинди ҳам ишлатилади. У таркибида 14% гача  $\text{Mn}$  ушлайди, аммо у сувда жуда кийин эрийди. Сувда яхши эрувчи марганецли ўғит бу  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  дир. У карбонатли марганец рудаларини сульфат кислота билан ишлов бериб олинади. Оддий суперфосфатга донадорлашдан олдин  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  қўшиб марганецланган оддий суперфосфат олинади у таркибида 19% гача  $\text{P}_2\text{O}_5$  ва 1,5% гача  $\text{Mn}$  ушлайди. Асосий молибденли ўғитларга

бошқаларга қўйилади. Бу минералдан  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  борат кислотасининг қўшмачилиги тузи ҳам ишлатилади. Кул таркибида ҳам (1кг кулда 200-700мг гача) бор учрайди. Шунинг учун борли ўғит сифатида кул ҳам ишлатилади.

Саноатда турли табиий бор минералларидан борат кислота ишлаб чиқаришда, чиқинди сифатида қолдиқ эритма ҳосил бўлади, у таркибида 21-23%  $\text{MgSO}_4$  ва 1,8-2,5%  $\text{H}_3\text{BO}_3$  сақлайди. Бу эритма буглантирилиб, таркибида 13%  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ва 13%  $\text{MgO}$  сакловчи бормағлийли ўғит олинади. Бу таркибида ҳам бор, ҳам магний сакловчи ўғит ҳисобланади.

Мисли, рухли, марганецли, молибденли, кобальтли ўғитлар. Мисли ўғитларга одамларнинг суткалик талаби 2мг атрофида бўлади. Мисли ўғит сифатида сульфат кислота ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган қолчедан қуяндиси ва мис ишлаб чиқаришда ҳосил бўлувчи қуяндилар қўлланилади. Улар таркибида 0,3-0,6% мис ва бошқа микроэлементлар  $\text{Zn}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Mo}$  сақлайди. Концентранган мисли ўғит сифатида мис купароси,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (таркибида 23,4-24% гача  $\text{Cu}$  сақлайди) қўлланилади. У ҳам соф ҳолда, ҳам бошқа ўғитларга қўшиб ишлатилади. Масалан, мисқалийли ўғит (90%  $\text{KCl}$  1%- $\text{Cu}$  дан иборат). Б маркали аммофос (0,3-0,5%  $\text{Cu}$  сақлайди) ишлаб чиқарилади.

Рухли ўғит сифатида  $\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (21,8-22,5%  $\text{Zn}$  сақлайди) ҳамда рухли белила ишлаб чиқариш корхоналарининг чиқиндисидан олинadиган ПМУ-7 маркали (полимерное медное удобрения бош ҳарфларидан олинган, таркибида 25% гача  $\text{Zn}$  сақлайди) ўғитлар ишлатилади. ПМУ-7 таркибида  $\text{Mn}$  ва бошқа микроэлементлар ҳам учрайди. Рухли ўғитларни 1,4% гача атмосферага, 1,5-1,7% гача карбамидга қўшиб ишлатилганда яхши фойда беради. Марганецли ўғит сифатида собик СССРда марганецли рудаларни ҳўл усулда бойитилганда ҳосил бўладиган чиқинди ҳам ишлатилади. У таркибида 14%гача  $\text{MnO}_2$  ушлайди, аммо у сувда жуда кийин эрийди. Сувда яхши эрувчи марганецли ўғит бу  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  дир. У карбонатли марганец рудаларини сульфат кислота билан ишлов бериб олинади. Оддий суперфосфатга дондорлашдан олдин  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  қўшиб марганецланган оддий суперфосфат олинади у таркибида 19% гача  $\text{P}_2\text{O}_5$  ва 1,5% гача  $\text{Mn}$  ушлайди. Асосий молибденли ўғитларга

Керамика грекча "керамикос" сўздан олинган бўлиб, гилтупроқлардан маънони англатади. Керамик материаллар ва буюмлар асосан турли хил гилтупроқлардан ҳамда баъзи бир оксидлардан ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$  ва бошқалар) тайёрланади. Керамик материаллар ва буюмлар тайёрлашдаги умумийлик, пишириш жараёнида ҳам ашё заррачаларнинг бир-бирига ёпишиб яхлитланишидир. Бунда ҳам таркибидаги осон суюкланувчи аралашмаларнинг майда заррачалари билан совуш пайтида мустаҳкам бирикиб каттик керамикага яъни сопол парчасига айланади. Пишириш яхлитланиш даражасига қараб икки хил, ғовак ва пиширган керамика ҳосил бўлади.

Биринчи гуруҳ: гилшт, фянс, кафел (қошин), черепица (томга ёпиладиган сопол), терракота (жигарранг сопол), қуллол ва ўтга чидамли буюмлар (шомол, динас ва бошқалар) қиради.

Иккинчи гуруҳга: чинни, қимё саноати учун кислоталарга чидамли буюмлар йўлка ва қоплама плиталар ва бошқалар қиради.

Керамик буюмлар сиртининг ҳолатига қараб сирланган (глазуранган) ва сирланмаган буюмларга бўлинади. Сирланган буюмларнинг сирти шишасимон ялтироқ сир билан қопланган бўлади.

Силикатлар аралашмасини тўлиқ суюклангунча қиздириб, сўнгра суюқ массани совутилса турли навдаги шишалар ҳосил бўлади.

Қуқунсимон силикатлар ва алюминосиликатларни ва бошқа минерал моддаларни қуйдирилса боғловчи ҳоссага эга бўлган бирикмаларга айланади. Ҳозирги замонда силикатли материаллар ишлатилмайдиган соҳани қўрсатиш қийин. Силикатли материаллар айниқса қурилишда, масалан, қурилиш гилштлари, черепицалар, қоплама материаллар, ўтга чидамли ва қимёвий буюмлар, электротехника ва шовқинни изолацияловчи (ўтқазмайдиган) материаллар қурилиш ва безак ишлари тайёрлашда керамик қувурлар олишда, электротехника ва радиотехника саноатида турли хилдаги чинни изоляторлар, иситиш асбоблари учун ҳар хил керамик қисмлар, санитария-гигиена (озодалик) техникаси нарсалари ва ҳоказолар. Керамика материаларига қизиқиш шунчалик

Керамика гринга "керамика" бўлган олинган бўлиб, гипсупрок тэган мазмунни англатади. Керамик материаллар ва буюмлар асосан турли хилдаги гипсупроклардан ҳамда баъзи бир оксидлардан ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$  ва бошқалар) тайёрланади. Керамик материаллар ва буюмларни тайёрлашдаги умумийлик, пишириш жараёнида хом ашё юмшаб, заррачаларнинг бир-бирига ёпишиб яхлитланишидир. Бунда хом-ашё таркибидаги осон суюкланувчи аралашмаларнинг майда заррачалари билан совуш пайтида мустахкам бирикиб каттик керамикага яъни сопол парчасига айланади. Пишириш яхлитланиш даражасига караб икки хил, говак ва зич пишган керамика хосил бўлади.

Биринчи гурух: гишт, фянс, кафел (кошин), черепица (томга ёпиладиган сопол), терракота (жигарранг сопол), кулол ва утга чидамли буюмлар (шомот, динас ва бошқалар) киради.

Иккинчи гурухга: чинни, кимё саноати учун кислоталарга чидамли буюмлар, йулка ва коплама плиталар ва бошқалар киради.

Керамик буюмлар сиртининг ҳолатига караб сирланган (глазурланган) ва сирланмаган буюмларга бўлинади. Сирланган буюмларнинг сирти шишасимон ялтироқ сир билан копланган бўлади.

Силикатлар аралашмасини тулик суюклангунча киздириб, сунгра суюк массани совутилса турли навдаги шишалар хосил бўлади.

Кукусимон силикатлар ва алюмосиликатларни ва бошқа минерал моддаларни қуйдирилса боғловчи хоссага эга булган биринкмаларга айланади. Ҳозирги замонда силикатли материаллар ишлатилмайдиган соҳани курсатиш кийин. Силикатли материаллар айниқса қурилишда, масалан, қурилиш гиштлари, черепицалар, коплама материаллар, утга чидамли ва кимёвий буюмлар, электр иссиқлик ва шовкинни изолацияловчи (утказмайдиган) материаллар қурилиш ва безак ишлари тайёрлашда керамик қувурлар олишда, электротехника ва радиотехника саноатида турли хилдаги чинни изоляторлар, иситиш асбоблари учун хар хил керамик қисмлар, санитария-гигиена (озодалик) техникаси нарсалари ва хоказолар. Керамика материаларига кизиктиш шунчалик ошдики,

плиталар таёрлаш учун ишлатилади. Юмшок фаянсдан эса чиннидан анча арзон булган хужалик буюмлари таёрланади. Каттик фаянс таркибида 25-30% каолин ва гилтупрок 25-30% кварц ва 10% дала шпани киради. Юмшок фаянс 30-35% каолин ва тупрок 36% кварцдан таёрланади. Фаянс 1200-1270 °C хароратда куйдирилади. Чинни ва фаянс ишлатиладиган хом ашё тоза булиши керак айникса таркибида темир ва бошка зарарли аралашма микдори булмаслиги ёки жуда кам булиши керак. Табиий каолин сув билан суспензия хосил килиб тинч колдирилади. Дала шпати ва кварции майдалаш курук усулда амалга оширилади майдаланган сунг эланади, сунгра хул усулда шарчали майдалагичда кукун холга келтирилади. Купчилик чинни ва фаянс буюмлари 15-25% сув сакловчи пластик массасидан говак гипсдан ёки пулатдан ясалган колипларда таёрланади. Плиталар эса ярим хул усулда пресларда шакл берилади. Мураккаб шаклли буюмлар майин дисперсли сувли суспензиядан куйиш йули билан таёрланади. Санъат буюмлари ва стандарт булмаган буюмлар кулча шакл берилади, шунинг учун хам устодан катта махорат талаб килинади. Шакл бериб хавода курилтилган буюмлар утга чидамли материаллар ясалган капкок билан ёпиладиган махсус гилофга солиниб кейин куйдирилади. Гилоф куйдириладиган буюмларнинг ташки юзасини ёкилги газнинг таъсиридан химоя килади. Агар куйдириш печи куйдириладиган буюмларга ёкилги газ и тегмайдиган килиб ясалган булса у холда буюмлар гилофсиз бевосита печ ичига куйилади. Чинни ва фаянс икки мартадан куйдирилади. Биринчи куйдириш чинни ва фаянснинг тоши хосил булиши учун, иккинчиси эса буюмларни сирлаш учун, чинни буюмлар биринчи куйдиришда иккинчисига нисбаттан паст хароратда (900 °C) фаянс аксинча биринчи куйдиришда, иккинчисига нисбатан юкори хароратда куйдирилади, чунки фаянснинг глазури паст хароратда суюкланади. Глазурнинг сувли суспензиясига буюмлар ботириб олинади ёки пуркагичлар билан буюмни ташки томонига пуркаланади. Куйдирилган глазурь суюкланиб шишасимон ялтирок массага айланади ва совиги

плиталар таёрлаш учун ишлатилади. Юмшоқ фаянсдан эса чиннидан анча қатъон булган хужалик буюмлари таёрланади. Каттик фаянс шихтаси таркибида 25-30% каолин ва гилтупрок 25-30% кварц ва 10% дала шипати киради. Юмшоқ фаянс 30-35% каолин ва тупрок 36% кварцдан таёрланади. Фаянс 1200-1270 °C хароратда куйдирилади. Чинни ва фаянс учун ишлатиладиган хом ашё тоза булиши керак айниқса таркибида темир ва бошқа зарарли аралашма микдори булмаслиги ёки жуда кам булиши керак. Табиий каолин сув билан суспензия хосил килиб тинч колдирилади. Дала шпати ва кварцини майдалаш курук усулда амалга оширилади майдалангандан сунг эланади, сунгра хул усулда шарчали майдалагичда кукун холга келтирилади. Купчилик чинни ва фаянс буюмлари 15-25% сув сакловчи пластик массасидан ғовак гипсдан ёки пулатдан ясалган колипларда таёрланади. Плиталар эса ярим хул усулда пресларда шакл берилади. Мураккаб шакли буюмлар майин дисперсии сувли суспензиядан куйиш йули билан таёрланади. Санъат буюмлари ва стандарт булмаган буюмлар кулда шакл берилади, шунинг учун хам устодан катта махорат талаб килинади. Шакл бериб хавода куритилган буюмлар утга чидамли материаллардан ясалган капчок билан ёпиладиган махсус гилофга солиниб кейин куйдирилади. Гилоф куйдириладиган буюмларнинг ташки юзасини ёкилги газнинг таъсиридан химоя килади. Агар куйдириш печи куйдириладиган буюмларга ёкилги газ тегмайдиган килиб ясалган булса у холда буюмлар гилофсиз бевосита печ ичига куйилади. Чинни ва фаянс икки мартадан куйдирилади. Биринчи куйдириш чинни ва фаянснинг тоши хосил булиши учун, иккинчиси эса буюмларни сирлаш учун, чинни буюмлар биринчи куйдиришда иккинчисига нисбаттан паст хароратда (900 °C) фаянс эса аксинча биринчи куйдиришда, иккинчисига нисбатан юкори хароратда куйдирилади, чунки фаянснинг глазури паст хароратда суюкланади. Глазурнинг сувли суспензиясига буюмлар ботириб олинади ёки махсус пуркагичлар билан буюмни ташки томонига пуркаланади. Куйдирилгандан глазурь суюкланиб шишасимон ялтирок массага айланади ва совигач

инплатилади. Силикатлар биратлар, алюминатлар. Темир оксиди ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) тук сарикдан кунгиргача турли ранг беради, Хром оксиди яшил ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ). Кром оксиди билан Калий оксиди( $\text{K}_2\text{O}$ ) оч-кизил, Кобальт оксиди кук кургошин ш, натрий бирикмалари-бинафша, Мис оксиди кук , Сурьма оксиди тук сарик ранглар хосил килади . Буёклар буюмларга биринчи куйдирилгандан кейин ёки иккинчи куйдирилгандан кейин глазурангандан кейин, глазурустига берилади ва шундан сунг яна бир марта куйдирилади.

Керамик буюлар махсус даврий ёки узлуксиз ишловчи печларда куйдирилади. Нисбаттан афзаллиги фойдалироги узлуксиз ишловчи тунелли печлардир (40-расм). Тунелли печларда узун (160 метргача узунликкача) куйдириш канали булиб у канал ичида темир йул урнатилган. Темир йулдан куйдирилладиган буюмлар ортилган вагонлар 3 даврий равнишда харакатланиб туради. Вагонларнинг ичи утга чидамли гиштлар билан копланган, х... килганда бир бирисига якин келиб зичлашади ва рельсни ҳамда вагонларни, остки темир кисмларини иссикиликдан химоя килувчи тусик вазифасини хам утайди. Вагонларининг ён томонларида металл калкончалар урнатилган булиб, калконлар вагонлар билан бирга кум тусик вазифасини хам утайди (иссикилик утказмалик учун куйилган ёпгич) оркали 4 га харакат килади.

Печ газ ёки суюк ёкилги билан ёкиб киздирилади. Вагончалардаги буюмлар кетма кет учта зонадан: киздириш, куйдириш ва совитиш зоналаридан утади. Печка киритилган буюмлар куйдириш зонаси ёкилгини ёнишидан хосил булган иссикилик газлар окимида тахминий кизийди. Сунгра вагончалар куйдириш зонасига утди. Бу ерда буюмнинг куйиш жараёни боради , унда хароратнинг  $1000-1700^\circ\text{C}$  да булади . Шунинг учун хам бу зона юкори хароратга чидамли сифатли гиштлар билан копланган булади. Ёкилги ёниши учун керак буладиган хаво , совитиш зонасилаи кириб вагончалардаги буюмларни совутади ва узи кизиб махсус каналчалар оркали 1 гарелкага 2 киритилади. Куйдириш зонасидан чикгач, вагончалар совитиш зонасига утади ва бу ерда буюмлар совиган печдан чикариб олинади. Тунелли печларда харорат

ишлатилади: силикатлар боратлар, алюминатлар. Темир оксиди ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) тук сариқдан кунгиргача турли ранг беради. Хром оксиди-яшил ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), Хром оксиди билан Калий оксиди( $\text{K}_2\text{O}$ ) оч-кизил, Кобальт оксиди кук кўргошин ва натрий бирикмалари-бинафша, Мис оксиди кук , Сурьма оксиди тук сарик ранглар ҳосил килади . Буёқлар буюмларга биринчи куйдирилгандан кейин ёки иккинчи куйдирилгандан кейин глазурлангандан кейин, глазур устига берилали ва шундан сунг яна бир марта куйдирилади.

Керамик буюлар махсус даврий ёки узлуксиз ишловчи печларда куйдирилади. Нисбаттан афзаллиги фойдалироги узлуксиз ишлови тунелли печлардир (40-расм). Тунелли печларда узун (160 метргача узунликкача) куйдириш канали булиб у канал ичида темир йул урнатилган . Темир йулдан куйдириладиган буюмлар ортилган вагонлар 3 даврий равишда ҳаракатланиб туради. Вагонларнинг ичи утга чидамли гиштлар билан копланган, ҳаракат килганда бир бирисига якин келиб зичлашади ва рельсни ҳамда вагонларни, остки темир кисмларини иссиқликдан химоя килувчи тусик вазифасини ҳам утайди. Вагонларининг ён томонларида металл калкончалар урнатилган бўлиб, калконлар вагонлар билан бирга кум тусик вазифасини ҳам утайди (иссиқлик утказмалик учун куйилган ёпгич) оркали 4 га ҳаракат килади.

Печ газ ёки суюқ ёкилги билан ёкиб киздирилади. Вагончалардаги буюмлар кетма кет учта зонадан: киздириш, куйдириш ва совитиш зоналаридан утади. Печка киритилган буюмлар куйдириш зонаси ёкилгини ёнишидан ҳосил булган иссиқ газлар окимида тахминий кизийди. Сўнгра вагончалар куйдириш зонасига утди. Бу ерда буюмнинг куйиш жараёни боради . унда ҳароратнинг  $1000-1700^{\circ}\text{C}$  да бўлади . Шунинг учун ҳам бу зона юкори ҳароратга чидамли сифатли гиштлар билан копланган бўлади. Ёкилги ёниши учун керак буладиган ҳаво , совитиш зонасидан кириб вагончалардаги буюмларни совутади ва узи кизиб махсус каналчалар оркали 1 гарелкага 2 киритилади. Куйдириш зонасидан чикгач, вагончалар совитиш зонасига утади ва бу ерда буюмлар совиган печдан чиқариб олинади. Тунелли печларда қарама

уни  $1200^{\circ}\text{C}$  да олиб борилади. Охактошни куйдириш кўпинча шактани печларда баъзан эса айланиб куйдирувчи печларда амалга оширилади. Шихта печларни (расм) цилиндрсимон купчилик холларда эса печни урта қисми бироз кенгайган холда бўлади. Печнинг баландлиги 30 м диаметри 4 метр бўлиб ташки томон оддий ички қисми эса утга чидамли гипсдан ясалди. Ёқилги сифатида кумир ёки табиий ёнувчи газ қулланилади. Хом шихта печнинг тепасига шнек 1 оркали кутарилиб тукувчи варонка (кадок) 4 оркали печ ичига тукилади. Шихта печ ичида текис тукилиши учун таксимловчи конус 5 ҳам урнатилган, печнинг тепа қисмида шихта чикиб кетувчи иссиқ газлар таъсирида қурийди ва кизийди. Урта қисмда эса ҳарорат  $1000-1200^{\circ}\text{C}$  гача кутарилади натижада карбонатлар парчаланadi. Остки қисмда ҳосил булган иссиқ охак остдан кираётган совук хаводан совийди. Печнинг ости кузгалувчи бўлиб улита дейилади. Уларнинг 8 айланиши натижасида ҳосил булган маҳсулот печнинг остки тешигига тушади ва печдан чиқариб олинади. Печга карама қарши оқим принципи қулланилади ҳамда ҳосил булган охак ва карбонат ангидриднинг иссиқлигидан шихта ва печга киритиладиган газни киздиришда фойдаланилади. Печдан чикувчи газ 30 % карбонат ангидрид саклайди ва у ҳам турли соҳаларда (сода, кант, карбамид, курук муз ва бошқалар олишда) ишлатилади. Шунинг учун ҳам у хавога чиқариб юборилмай балки ушлаб олинади. Бунинг учун газ циклон аппаратларда ёки электрофильтрларда чангдан тозалаиadi, сунгра насадкали минораларда сув ювилади ва поташ эритмасига юттирилади натижада ҳосил булган калий карбонат  $70-80^{\circ}\text{C}$  ҳароратда кизиб парчаланadi.



олинган  $\text{CO}_2$  қуритилиди ва керакли жойда бевосита ёки босим остида суюклантириб ишлатилади. Олинган охак эса сундирилмаган охак шихта билан сундирилади. Сундириш жараёни махсус гидротаторларда борилади. Сундирувчи сув кўпроқ солисиз сундирилган охакнинг кизмири массаси ҳосил бўлади, кам солинганда эса кукун ҳолидаги охак ҳосил бўлади.

Печнинг 800-1000°C га боради эмас,  
1200°C га олиб борилади. Охактошии куйдириш купинча шахтали  
печларда баъзан эса айланиб куйдирувчи печларда амалга оширилади. Шахта  
печлари (расм) цилиндрсимон купчилик холларда эса печни урта ёки остки  
қисми бироз кенгайган холда бўлади. Печнинг баландлиги 30 м, диаметри 4,5  
метр бўлиб ташки томон оддий ички қисми эса утга чидамли гиштлардан  
қилинади. Ёқилги сифатида кумир ёки табиий ёнувчи газ қулланилади. Хом ашё  
печнинг тепасига шнек 1 оркали кутарилиб тукувчи варонка (кадок) 4 оркали  
печ ичига тукилади. Шихта печ ичида текис тукилиши учун таксимловчи конус  
5 ҳам урнатилган, печнинг тепа қисмида шихта чиқиб кетувчи иссиқ газлар  
таъсирида қурийдиган ва кизийдиган. Урта қисмда эса ҳарорат 1000-1200°C гача  
кўтарилади натижада карбонатлар парчаланadi. Остқи қисмда ҳосил булган  
иссиқ оҳак остдан қираётган совуқ ҳаводан совийди. Печнинг ости қузгалувчан  
бўлиб улита дейилади. Уларнинг 8 айланиши натижасида ҳосил булган  
маҳсулот печнинг остқи тешигига тушади ва печдан чиқариб олинади. Печда  
қарама қарши оқим принципи қулланилади ҳамда ҳосил булган оҳак ва  
карбонат ангидриднинг иссиқлигидан шихта ва печга киритиладиган газни  
қиздиришда фойдаланилади. Печдан чиқувчи газ 30 % карбонат ангидрид  
сاقлайди ва у ҳам турли соҳаларда (сода, кант, карбамид, қурук муз ва  
бошқалар олишда) ишлатилади. Шунинг учун ҳам у ҳавога чиқариб юборилмай  
қалки ушлаб олинади. Бунинг учун газ циклон аппаратларда ёки электро  
фильтрларда қангдан тозаланади, сўнгга насадқали минораларда сув билан  
ювилади ва поташ эритмасига юттирилади натижада ҳосил булган калий гидро  
карбонат 70-80°C ҳароратда кизиб парчаланadi.



Олинган  $\text{CO}_2$  қуритилиди ва керакли жойда бевосита ёки босим остида  
сублимантириб ишлатилади. Олинган оҳак эса сундирилмаган оҳак дейилиб у  
сув билан сундирилади. Сундириш жараёни маҳсул гидротаторларда олиб  
борилади. Сундирувчи сув қўпроқ солинса сундирилган оҳакнинг ҳамирсимон  
маҳсули ҳосил бўлади, кам солинганда эса қуқун ҳолидаги оҳак ҳосил бўлади.



Унинг таркиби  $(\text{CaO})_n(\text{CaSO}_4)_m$  формулага мос келади, чунки  $\text{CaSO}_4$ нинг бир қисми парчаланиб қолди. Бундай гипс асосан сунъий мармар олишда унинг полларини таёрлашда ва бошқа қурилиш материаллари тайёрлашда ишлатилади. Унинг қотиши асосан  $\text{CaO}$  нинг гидратланиши билан қисман  $\text{CaSO}_4$  нинг гидратланиши ҳисобига боради.

Магнезиалъ боғловчи моддалар ҳам ишлаб чиқарилади. Улар магнезитнинг ёки доломитни шахтали ёки айланиб қуйдириш печларида  $750-850^\circ\text{C}$  ҳароратда қуйдириб олинади. Доломит таркибидаги  $\text{CaCO}_3$  бундай ҳароратда парчаланмайди. Қуйдирилган маҳсулот шарли майдалагичларда майдаланади. Магнезиалъ боғловчи моддалар сувда эмас балки  $\text{MgCl}_2$  эритмасида лой қориқиб қотирилади. Чунки сувда лой қилиниб қотирилса секин қотади ҳамда қотган тоши мустаҳкам бўлмайди.  $\text{MgCl}_2$  эритмасида лой қилинганда эса жуда тез қотади ва қотган тоши жуда мустаҳкам бўлади. Магнезиалъ боғловчи моддалардан турли материаллар тайёрланади. Масалан тулдирувчи сифатида наждак, қорунд, кварс қуми қушилса ундан чарх тошлари олинади, ёғоч қипиқлар қушилса турли иссиқлик ва товуш ўтказмайдиган материаллар олинади.

## 9.4 Гидравлик боғловчи моддалар Цемент ишлаб чиқариш

Гидравлик боғловчи моддаларга турли хил цементлар қиради. Улардан энг муҳими портландцементдир. (бу ном Англиянинг Ушбу цемент биринчи марта ишлаб чиқарилган Портланд шахри номидан олинган).

Уни олиш 75-80% кальций карбонат (оҳактош, бур ёки мар-мартош) 25% осон суюқланувчи тупроқдан иборат аралашмани чала суюқланиб бир-бирисига ёпишиб қолгунча қуйдиришга асосланган.

Қўпчилик заводларда ҳам ашё сифатида мергель деб аталувчи тоғ ашёси ишлатилади (мергель – оҳактошларнинг майда заррачалари билан тупроқ минераллари заррачаларининг таққибан 3:1 нисбатдаги табиий аралашмаси) иборат минералдир). Шахтага домна печларининг шакллари ва қанчалик кўп ёки сланец қуллари, пирит қуюндиқлари қушилади.



Унинг таркиби  $(\text{CaO})_n(\text{CaSO}_4)_m$  формулага мос келади, чунки  $\text{CaSO}_4$ нинг бир нисми парчаланиб қолди. Бундай гипс асосан сунъий мармар тошлар олишда унинг полларини таёрлашда ва бошқа қурилиш материаллари таёрлашда ишлатилади. Унинг қотиши асосан  $\text{CaO}$  нинг гидратланиши ва нисман  $\text{CaSO}_2$  нинг гидратланиши ҳисобига боради.

Магнезиалъ боғловчи моддалар ҳам ишлаб чиқарилади. Улар магнезитни ёки доломитни шахтали ёки айланиб қуйдириш печларида  $750-850^\circ\text{C}$  ҳароратда қуйдириб олинади. Доломит таркибидаги  $\text{CaCO}_3$  бундай ҳароратда парчаланмайди. Қуйдирилган маҳсулот шарли майдалагичларда майдаланади.

Магнезиалъ боғловчи моддалар сувда эмас балки  $\text{MgCl}_2$  эритмасида лой қориқлиб қотирилади. Чунки сувда лой қилиниб қотирилса секин қотади ҳамда қотган тоши мустаҳкам бўлмайди.  $\text{MgCl}_2$  эритмасида лой қилинганда эса жуда тез қотади ва қотган тоши жуда мустаҳкам бўлади. Магнезиалъ боғловчи моддалардан турли материаллар тайёрланади. Масалан тулдирувчи сифатида наждак, корунд, кварс қуми қушилса ундан чарх тошлари олинади, ёғоч қипиқлар қушилса турли иссиқлик ва товуш ўтказмайдиган материаллар олинади.

#### 9.4 Гидравлик боғловчи моддалар Цемент ишлаб чиқариш.

Гидравлик боғловчи моддаларга турли хил цементлар қиради. Улардан энг муҳими портландцементдир. (бу ном Англиянинг Ушбу цемент биринчи марта ишлаб чиқарилган Портланд шахри номидан олинган).

Уни олиш  $75-80\%$  кальций карбонат (оҳактош, бур ёки мар-мартош)  $20-25\%$  осон суюқланувчи тупрокдан иборат аралашмани чала суюқланиб бир-бирисига ёпишиб қолгунча қуйдиришга асосланган.

Қўпчилик заводларда ҳам ашё сифатида мергель деб аталувчи тоғ жинси ишлатилади (мергель – оҳактошларнинг майда заррачалари билан тупрок минераллари заррачаларининг тахминан 3:1 нисбатдаги табиий аралашмасидан иборат минералдир). Шахтага домна печларининг шакллари ва чанглари қумир ёки сланец қуллари, пирит қуюндилари қушилади.

клинкерларга айланади. Шихтага 1% гача плавик шпатини кушиш хосил булиш жараёнини тезлаштиради ёкилги сарфини 5-7% камайтиради. Печ махсулотдорлигини уртача 10% оширади. Кинкер пишириш зонасидан чикгач совутгичга 7 утади ва у ерда ёниши учун киритилган (карама-карши) окимда совук хаво тасирида совийди. 50-200°C гача. Совуган кинкер кимёвий реакциялар тулик тугаши учун 2-4 хафтагача омборларда сакланади. Бу даврда клинкер анча юмшк бўлиб қолади. Сўнгра уни аввал майдалагичларда янчилади кейин шарли майдалагичларда кукун холга келгунча катталлиги 0,1 мм дан кичик булгунча яхшилаб майдаланади.

Майдалаш жараёнида котишни секинлатиш учун унга 5% гача гипс тошлари кушилади ва котиш пайтида ажралиб чикадиган кальций гидроксидини бириктириб олиш учун ( сувга чидамлиги шундай йул билан оширилади ) эса 15% гидравлик қўшимчалар (табiiй кремнаёзнинг турли хиллари) кушилади. Печнинг махсулдорлиги 1800 т сутка ёки 650 минг т йилга тенг. Цемент сув билан аралаштириб лой килинганч кўпи билан 45 минутдан кейин кота бошлайди 12 соатдан кейин котади. Унинг котиб тошга айланиш жараёни узок вақт давом этади. Котиш ходисасининг химизими рус олимлари академиклар А.А. Байков ва П.А. Ребиндерлар томонидан урганилган бўлиб уларнинг назариясига асосан цемент минераллари гидратланади. Аввал сувда кисман эрийди цемент заррачалари емирилади сўнгра сув билан бирикиб гидросиликатлар ва гидроалюминатларга айланади:



Хосил булган махсулотлар сувда ёмон эрувчан булганлиги учун эритмадан аввал майда кристалчалар йириклашади ва бир бириси билан мустахкам бирикади, яхлит тошга айланади. Шлакли цементларни боғловчи моддалар билан домна печларининг шлаklarини аралаштириб майдалаш оркали олинади. Шлак таркибида асосан  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  оксидлари булади. Глиноёзли

клинкерларга айланади. Шихтага 1% гача плавик шпатини кушиш клинкер тосил булиш жараёнини тезлаштиради ёкилги сарфини 5-7% камайтиради. Печ махсулотдорлигини уртача 10% оширади. Кинкер пишириш зонасидан чикгач совутгичга 7 утади ва у ерда ёниши учун киритилган (карама-карши) окимда совук хаво тасирида совийди. 50-200°C гача. Совуган клинкер кимёвий реакциялар тулик тугаши учун 2-4 хафтагача омборларда сакланади. Бу даврда клинкер анча юмшк бўлиб қолади. Сўнгра уни аввал майдалагичларда янчилади кейин шарли майдалагичларда кукун холга келгунча катталлиги 0,1 мм дан кичик булгунча яхшилаб майдаланади.

Майдалаш жараёнида котишни секинлатиш учун унга 5% гача гипс тошлари кушилади ва котиш пайтида ажралиб чикадиган кальций гидроксидини бириктириб олиш учун ( сувга чидамлиги шундай йул билан оширилади ) эса 15% гидравлик қўшимчалар (табiiй кремнаёзнинг турли хиллари) кушилади. Печнинг махсулдорлиги 1800 т сутка ёки 650 минг т йилга тенг. Цемент сув билан аралаштириб лой килинганч кўпи билан 45 минутдан кейин кота бошлайди 12 соатдан кейин котади. Унинг котиб тошга айланиш жараёни узок вақт давом этади. Котиш ходисасининг химизими рус олимлари академиклар А.А. Байков ва П.А. Ребиндерлар томонидан урганилган бўлиб уларнинг назариясига асосан цемент минераллари гидратланади. Аввал сувда кисман эрийди цемент заррачалари емирилади сўнгра сув билан бирикиб гидросиликатлар ва гидроалюминатларга айланади:



Хосил булган махсулотлар сувда ёмон эрувчан булганлиги учун эритмадан аввал майда кристалчалар йириклашади ва бир бириси билан мустахкам бирикади, яхлит тошга айланади. Шлакли цементларни боғловчи моддалар билан домна печларининг шлаklarини аралаштириб майдалаш оркали олинади. Шлак таркибида асосан  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  оксидлари булади. Глиноёзли

Газобетон, цемент хамирига газ ҳосил килувчи моддалар  $\text{Al}$  (водород ажратиб чиқаради)  $\text{H}_2\text{O}_2$  (кислород ажратиб чиқаради) кушиб тайёрланади.

Купикбетон, цемент хамирига купик ҳосил килувчи моддалар кушиб тайёрланади. Чидамли бетон олиш учун цемент калций хлор тузининг суядаги эритмасида қорилади. Туз эритмаси совуқка чидамли бўлиб бастонда зарраларни ҳосил бўлмайди, совуқ пайтларда ҳам бетон қилиш имкониятини беради.

Айниқса, синашишга, эгилишга, тортилишга ўта мустаҳкам бетон бу тегиш бетондир. Уни олиш учун цемент хамири орасида пулат симлар ва арматуралар қуйилади. Шифер тайёрлаш учун цемент (10-20% масса бўйича) асбестаралаштириб ҳамир қилинади ва асбестоцементли материал (шифер, қувурлар, плиталар ва Ҳ) ясалади. Ўзбекистонда цемент ишлаб чиқариш соҳасига катта ҳисса қўшган олимлардан Т. Отақузиёв. Ок рангли цементлар ишлаб чиқаришда фосфор ва фосфорли угитлар ишлаб чиқариш корхоналари чиқиндиларидан фосфогипслардан, фойдаланиш мумкинлигини кўрсатиб бердилар Т. Отақузиёв янги ок тез қотувчи сулфоалюминат силикатли цемент олиш ва уни ишлаб чиқариш технологиясини яратди. Бу цемент фосфогипс, каолинитли тупроқ ва охактошдан фойдаланиб олинган 400 маркали цемент ок портлант цементга қараганда 25-30% кам энергия саралаб олиниши сифатлиги ва анча арзонга тушиши билан диққатга сазавордир. Т. Отақузиёв томонидан сульфат сакловчи цементнинг химик физик хоссалари урганилиб уни паст ҳароратда кам энергия сарфлаб олиш технологияси яратилган. Ҳозирги пайтда 4 миллион тоннадан кўпроқ цемент ишлаб чиқарилмоқда. Ўзбекистон 1970 йилдаёқ киши бошига ҳисоблаганда Туркияга нисбатан 20, Покистонга нисбатан 35 марта кўп цемент ишлаб чиқарди.

### 9.5 Ш и ш а.

Шиша энг қадимий қимёвий маҳсулот (Египетда эраимиздан 6 минг йилгари шиша ишлаб чиқарилган). Қовушқоклиги катта бўлган, ўта совуқлик суюқлик деб қаратадиган материалдир. Шиша суюқланганда ҳам қовушқок бўлиб, унинг таркибидаги заррачаларнинг (қимёвий моддалар)

Газобетон, цемент хамирига газ ҳосил килувчи моддалар  $Al$  (водород ажратиб чиқаради)  $H_2O_2$  (кислород ажратиб чиқаради) кушиб тайёрланади.

Қушиқбетон, цемент хамирига қушиқ ҳосил килувчи моддалар кушиб олинади. Чидамли бетон олиш учун цемент калций хлор тузининг сувдаги эритмасида қорилади. Туз эритмаси совукка чидамли бўлиб бетондамуз қурағлари ҳосил бўлмайди, совук пайтларда ҳам бетон қилиш имкониятини беради.

Айниқса, синишга, эгилишга, тортилишга ута мустаҳкам бетон бу темир бетондир. Уни олиш учун цемент хамири орасида пулат симлар ва арматуралар қуйилади. Шифер тайёрлаш учун цемент (10-20% маса бўйича) асбестаралаштириб хамир қилинади ва асбестоцементли материал (шифер, қувурлар, плиталар ва х) ясалади. Ўзбекистонда цемент ишлаб чиқариш соҳасига катта ҳисса қушган олимлардан Т. Отақузиёв. Ок рангли цементлар ишлаб чиқаришда фосфор ва фосфорли угитлар ишлаб чиқариш корхоналари чиқиндиларидан фосфогипслардан, фойдаланиш мумкинлигини курсатиб бердилар Т. Отақузиёв янги ок тез қотувчи сулфоалюминат силикатли цемент олиш ва уни ишлаб чиқариш технологиясини яратди. Бу цемент фосфогипс, каолинитли тупроқ ва охактошдан фойдаланиб олинган 400 маркали цемент ок портлант цементга қараганда 25-30% кам энергия саралаб олиниши сифатлиги ва анча арзонга тушиши билан диққатга сазавордир. Т. Отақузиёв томонидан сульфат сакловчи цементнинг химик физик хоссалари урганилиб уни паст ҳароратда кам энергия сарфлаб олиш технологияси яратилган. Ҳозирги пайтда 4 миллион тоннадан кўпроқ цемент ишлаб чиқарилмоқда. Ўзбекистон 1970 йилдаёқ киши бошига ҳисоблаганда Туркияга нисбатан 20, Покистонга нисбатан 35 марта кўп цемент ишлаб чиқарди.

### 9.5 Ш и ш а.

Шиша энг қадимий қимёвий маҳсулот (Египетда эраимздан 6 минг йил олтари шиша ишлаб чиқарилган). Қовушқоклиги катта бўлган, ута совутилган суюқлик деб қараладиган материалдир. Шиша суюқланганда ҳам жуда қовушқок бўлиб, унинг таркибидаги заррачаларнинг (қимёвий моддаларнинг)

булиб бунга раппенлангиргичлар (окартиргичлар) натрийли силантра, аммоний тузлари, мишьяк(III) оксиди (0,5-1% гача) кабилар киради. Шиша ашёсининг асосий компоненти сода булиб натрий сульфатга нисбатан купгина техник устунликларга эга масалан, сода  $851^{\circ}\text{C}$  да суюкланса натрий сульфат эса  $885^{\circ}\text{C}$  да суюкланади, бундан ташкари сода суюкланиши билан  $\text{SiO}_2$  билан биркиб  $\text{CO}_2$  ажратиб чикаради. Натрий сульфат эса парчаланмай суюкланади ва  $1200^{\circ}\text{C}$  дагина парчаланади, демак куп энергия сарфланади сода таркибда 58,5%  $\text{Na}_2\text{O}$  булса  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  таркибда эса 43,6%  $\text{Na}_2\text{O}$  бор, демак  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  куп микдор талаб килинади. Агар сода урнига  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ишлатилса унга кумир хам кушиш керак бўлади. Бунда натрий силикат тенгламасига мувофиқ ҳосил бўлади.



Рангли шишалар олиш учун шихтага турли бўёқлар (турли металл оксидлари улар шишада эрийди) кушилади. Масалан темир оксиди шишани сарик яшил рангга буяйди.  $\text{MnO}_2$ -бинафша,  $\text{MnO}$ -оч сарик ёки кизил, никел оксиди-кизил-кунгир, калий оксиди-бинафша, кобальт оксиди-кук рангларга буяйди. Булардан ташкари шихтага 25-30% гача шиша синиклари кушилади. Тиник булмаган ок-сутсимон шишаларни олиш учун шихтага сундирувчилар масалан, калай оксиди, кальций фосфат, криолит, талк, сурьма ва фтор бирикмалари кушилади. Бунда улар шиша суюкланганда унга эри утади, котаётганда эса майда кристалчалар шаклида ажралиб чиқади. Хом ашё куриштилади, майдаланади, кукун холига келтирилади ва эланади. Кукун таркибидаги тупроқ зарралари ва темир оксидларини йуқотиш учун ювилади. Шншанинг таркибидаги моддаларнинг ҳаммаси кўшилиб, яхши арашштирилади. Тайёр шихта ваннасимон печларга солиниб пиширилади. Шишани пишириш деб бир жинсли шиша массаси ҳосил булгунчи шихтани суюклантириш жараёнига айтилади. Шишани пиширганда мураккаб физик-кимёвий жараёнлар боради. Шихта киздирилганда ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  ва  $\text{SiO}_2$  лардан) қисман куш тузлар ҳосил булади:

буни бунга рангсизлантиргичлар (окартиргичлар) натрийли селитра, калий  
 иммоний тузлари, мишьяк(III) оксиди (0,5-1% гача) кабилар киради. Шиша хом  
 ашёсининг асосий компоненти сода бўлиб натрий сульфатга нисбатан узининг  
 қўлгина техник устунликларга эга масалан, сода  $851^{\circ}\text{C}$  да суюкланса натрий  
 сульфат эса  $885^{\circ}\text{C}$  да суюкланади, бундан ташқари сода суюкланиши биланок  
 $\text{SiO}_2$  билан бирикиб  $\text{CO}_2$  ажратиб чикаради. Натрий сульфат эса парчаланмай  
 суюкланди ва  $1200^{\circ}\text{C}$  дагина парчаланади, демак кўп энергия сарфланади яна  
 сода таркибида 58,5%  $\text{Na}_2\text{O}$  булса  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  таркибида эса 43,6%  $\text{Na}_2\text{O}$  бор, демак,  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  кўп миқдор талаб қилинади. Агар сода урнига  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ишлатилса унга  
 кумир ҳам кушиш керак бўлади. Бунда натрий силикат тенгламасига мувофиқ  
 ҳосил бўлади.



Рангли шишалар олиш учун шихтага турли бўёқлар (турли металл  
 оксидлари улар шишада эрийди) кушилади. Масалан темир оксиди шишани  
 сарик яшил рангга буяйди,  $\text{MnO}_2$  - бинафша,  $\text{MnO}$  - оч сарик ёки кизил, никел  
 оксиди кизил-кунгир, калий оксиди - бинафша, кобальт оксиди - кук рангларга  
 буяйди. Булардан ташқари шихтага 25-30% гача шиша синиклари  
 кушилади. Тиник бўлмаган ок-сутсимон шишаларни олиш учун шихтага  
 сундирувчилар масалан, калай оксиди, кальций фосфат, криолит, талк, сурьма  
 ва фтор бирикмалари кушилади. Бунда улар шиша суюкланганда унга эриб  
 утади, қотаетганда эса майда кристалчалар шаклида ажралиб чиқади. Хом ашё  
 қўритилади, майдаланади, кукун холига келтирилади ва эланади. Кум  
 таркибидаги туңроқ зарралари ва темир оксидларини йукотиш учун ювилади.  
 Шишанинг таркибидаги моддаларнинг ҳаммаси қўшилиб, яхшилаб  
 аралаштирилади. Тайёр шихта ваннасимон печларга солиниб пиширилади.  
 Шишани пишириш деб бир жинсли шиша массаси ҳосил бўлгунча  
 шихтани суюклантириш жараёнига айтилади. Шишани пиширганда мураккаб  
 физик-химёвий жараёнлар боради. Шихта қиздирилганда ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  
 $\text{MgO}$  ва  $\text{SiO}_2$  лардан) қисман қуш тузлар ҳосил бўлади:

массаси оқиб таъриш зонасига оқрали, у ерда 120 м гача совишди, натижада унинг ковушкоклиги ортади. У ердан турли буюмлар тайёрлаш учун олинади. Ваннали печларнинг махсулдорлиги 300 т. суткага тенг.

Дераза шиша, шиша листлари ва бутилка шишаларни тайёрлаш учун электр токи билан қиздириладиган печлар ҳам қулланилади. Оптик шишаларни оловда шомотдан ясалган туваксимон печлардан фойданилади.

Шиша буюмларига шакл бериш учун турли усуллар: чузиш, прокатлаш, пуфлаш, преслаш, куйиш ва бошқалар қулланилади. Шиша суюкланмаси совутилганда унинг ковушкоклиги секинлик билан ортади, бу хоссаси унга шакл беришни осонлаштиради.

Шиша саноатининг махсулоти, дераза шиша суюкланмасининг устки қисмидан, кайикча усулида машина ёрдамида шиша листларини чузиб тортиш орқали олинади. Бунда утга чидамли материалдан ясалган кайикча (кайикчани уртасида, узинасига кесилган узун тешик бўлиб, ундан шиша суюкланмаси чиқади) шиша суюкланмасининг устига қуйилади, кайикча махсус қисувчи мослама ёрдамида шундай урнатиладики бунда кайикча тешигининг устки қисми шиша сув сатҳидан паст бўлади. Натижада тешикдан шиша массаси ва у машинанинг темир роми ёрдамида юқорига чузиб тортилади. (81-расм) Кайикчага 1 якин жойда тортиладиган шиша листининг 2 томонида совуткич 3 урнатилган бўлиб, шишани совутади. Машинанинг баландлиги 5,5 м, 13 жуфт вал 4 урнатилган. Вальлар асбест билан копланган, уларнинг орасида шиша листи бўлиб, икки томонидан валлар айланиб, уни юқорига қўтиради. Вальларни умумий вертикал вальлар кониссимон тишли гилдирак ёрдамида ҳаракатга келтиради.

Қайсиқим у электромоторга уланган шиша листининг ҳаракат тезлиги 120 м/с гача бўлади. Олинган шиша машинанинг юқори қисмига чиққач қирқиб олинади унинг каллилиги 2-6 мм, кайикча усулида олинган шишалар кўпинча нуксонли бўлади. Тулкинсимон шаклидаги ёки юзасида қизиклари бўлган шишалар олинади. Кайикчасиз усулда нуксонсиз, сифатли шиша олинади.

унинг ковушқоклиги ортади. У ердан турли буюмлар тайёрлаш учун олинади. Ваннали печларнинг махсулдорлиги 300т.суткага тенг.

Дераза шиша, шиша листлари ва бутилка шишаларни тайёрлаш учун электр токи билан киздириладиган печлар ҳам кулланилади. Оптик шишаларни олишда шомотдан ясалган туваксимон печлардан фойданилади.

Шиша буюмларига шакл бериш учун турли усуллар: чузиш, прокатлаш, пуфлаш, преслаш, куйиш ва бошқалар кулланилади. Шиша суюкланмаси совутилганда унинг ковушқоклиги секинлик билан ортади, бу хоссаси унга шакл беришни осонлаштиради.

Шиша саноатининг махсулоти, дераза шиша суюкланмасининг устки қисмидан, кайикча усулида машина ёрдамида шиша листларини чузиб тортиш орқали олинади. Бунда ўтга чидамли материалдан ясалган кайикча (кайикчани ўртасида, ўзинасига кесилган узун тешик бўлиб, ундан шиша суюкланмаси чиқади) шиша суюкланмасининг устига қуйилади, кайикча махсус кисувчи мослама ёрдамида шундай ўрнатиладики бунда кайикча тешигининг устки қисми шиша сув сатҳидан паст бўлади. Натижада тешикдан шиша массаси ва у машинанинг темир роми ёрдамида юқорига чузиб тортилади. (81-расм) Кайикчага 1 яқин жойда тортиладиган шиша листининг 2 томонида совутгич 3 ўрнатишга бўлиб, шишани совутади. Машинанинг баландлиги 5,5 м. 13 жуфт ва 4 ўрнатишган. Вальлар асбест билан копланган, уларнинг орасида шиша листи бўлиб, икки томонидан валлар айланиб, уни юқорига қутаради. Вальларни умумий вертикал вальлар кониссимон тишли гилдирак ёрдамида ҳаракатга келтиради.

Кайикчим у электромоторга уланган шиша листининг ҳаракат тезлиги 120м/с гача бўлади. Олинган шиша машинанинг юқори қисмига чиккач қирқиб олинади унинг калинлиги 2-6 мм, кайикча усулида олинган шишалар купинча нуксонли бўлади. Тулқинсимон шаклидаги ёки юзасида чизиклари булган шишалар олинади. Кайикчасиз усулда нуксонсиз, сифатли шиша олинади.

хоссаларига эга. Унинг зичлиги  $100-700 \text{ кг/м}^3$ , механик жихатдан жуда мустахкам, уни шиша кукуни ва 3% гача газ хосил килувчи моддалар (кокс, курум ва бошқалар) аралашмасини  $700-900^\circ\text{C}$  да утга чидамли пуқли колипларга солиб пишириш оркали олинади.

Янги материал сифатида катта аҳамият касб этаётган шиша бу ситаллар (силикат ва «кристалл» сузларидан олинган. Америкада уни «Пирокерам» деб аталади). Ситаллар,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва  $\text{SiO}_2$  лар асосида тайёрланган шиша массасига қур сифатида озрок  $\text{TiO}_2$  кушиб буюм тайёрланади сунгра у  $700-1000^\circ\text{C}$  хароратда узок муддат киздирилади. Аммо 15-45 % шиша аморф ҳолда қолади, кристалланмайди. Механик мустахкамлиги жихатдан ситаллар латто пулатдан ҳам устин туради. Уларнинг кенгайиш коэффиценти таминан нольга тенг,  $1000^\circ\text{C}$  гача хароратнинг узгаришига ҳам чидамли. Шлакосталлар домна шлаклари 35% гача кварц куми, 2-4% ва қур (темир, рух ёки марганец сульфатлар) кушиб тайёрланади. Ундан уйларни емирилишига чидамли поллари, зиналар, дөреза тоқчалар тайёрланади. Республикамизда Чирчик, Қувасой шиша заводлари ишлаб турибди. Хоразмда шиша заводи қурилиш арафасида.

## Х-БОБ ЭЛЕКТРОКИМӨВИЙ ЖАРАЁНЛАР

### 10.1 Электрокимёвий ишлаб чиқариш

Электрокимё электр энергияси, қабул қилиш ёки чиқариш билан борадиган кимёвий реакцияларни урганадиган кимёнинг бир бўлимидир. Бундай жараёнлар электрокимёвий жараёнлар дейилади.

Электрокимёвий реакцияларда кимёвий энергия электр энергиясига ва аксинча электр энергияси кимёвий энергияга айланади. (электр ва кимёвий ходисаларнинг бир-бирига богликлиги хақидаги тасавурлар XVIII аср охирлари ва XIX аср бошларида пайдо булди. Электр хақидаги таълимотнинг асосчилари Италия физиги Вольта (1793-1801й), Швет олимлари Берцелиус (1802й), Аррениус (1887), Англия олимлари Дэви (1807), Фарадей (1833й) ва бошқалар хисобланади). Электрокимёвий ишлаб чиқариш жараёни

қоссаларига эга. Унинг зичлиги  $100-700 \text{ кг м}^3$ , механик жихатдан жуда мустаҳкам. уни шиша кукуни ва 3% гача газ ҳосил қилувчи моддалар (кокс, курум ва бошқалар) аралашмасини  $700-900^\circ\text{C}$  да утга чидамли пулат қоллпларга солиб пишириш орқали олинади.

Янги материал сифатида катта аҳамият касб этаётган шиша бу ситаллдир. (силикат ва «кристалл» сузларидан олинган, Америкада уни «Пирокерам» деб аталади). Ситаллар.  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва  $\text{SiO}_2$  лар асосида тайёрланган шиша массасига қур сифатида озроқ  $\text{TiO}_2$  кушиб буюм тайёрланади сунгра у  $700-1000^\circ\text{C}$  ҳароратда узок муддат киздирилади. Аммо 15-45 % шиша аморф ҳолда қолади, кристалланмайди. Механик мустаҳкамлиги жихатдан ситаллар хатто пулатдан ҳам устин туради. Уларнинг кенгайиш коэффиценти таминан нольга тенг,  $1000^\circ\text{C}$  гача ҳароратнинг узгаришига ҳам чидамли. Шлакосталлар домна шлактлари 35% гача кварц куми, 2-4% ва қур (темир, рух ёки марганец сульфатлар) кушиб тайёрланади. Ундан уйларни емирилишига чидамли поллари, зиналар, дөреза тоқчалар тайёрланади. Республикамизда Чирчик, Қувасой шиша заводлари ишлаб турибди. Хоразмда шиша заводи қурилиш арафасида.

## Х-БОБ. ЭЛЕКТРОКИМӨВИЙ ЖАРАЁНЛАР

### 10.1 Электрохимёвий ишлаб чиқариш

Электрохимё электр энергияси, қабул қилиш ёки чиқариш билан борадиган химёвий реакцияларни урганадиган химёнинг бир бўлимидир. Бундай жараёнлар электрохимёвий жараёнлар дейилади.

Электрохимёвий реакцияларда химёвий энергия электр энергиясига ва аксинча электр энергияси химёвий энергияга айланади. (электр ва химёвий ҳодисаларнинг бир-бирига боғлиқлиги ҳақидаги тассавурлар XVIII аср охири ва XIX аср бошларида пайдо бўлди. Электр ҳақидаги таълимотнинг асосчилари Италия физиги Вольта (1793-1801й), Швет олимлари Берцелиус (1802й), Аррениус (1887), Англия олимлари Дэви (1807), Фарадей (1833й) ва бошқалар ҳисобланади). Электрохимёвий ишлаб чиқариш жараёни

важихозлар сонини кискартириш имконини беради. Бунда арзон хом ашёдан ва тулик фойдаланиш жуда тоза, сифатли махсулот олиш имконияти тугилди. Электро химёвий усулнинг асосий камчилиги, токни кўп сарфлашидир. Шунинг учун ҳам бунда электр энергиясини тежашга эътибор қаратилмоғи лозим.

## 10.2- Сувли эритмалар ва суюкланмалар электролизининг назарий асослари

Электролиз деб, электролит эритмасидан узгармас электр токи ўтганда содир бўладиган оксидланиш - қайтарилиш реакциясига айтилади. Бунда электролитлар парчаланиб электродларда махсулотга айланади. Электродларда электр токининг пайдо бўлиши билан (ток манбаига улангач) электролитлар, парчаланиб катион ва анионлар ҳосил қилади. Катионлар катодга (электронлар манбаига) томон, анионлар эса анодга томон ҳаракат қилади. Катионлар катодга боргач электрон олиб анионлар эса анодга келгач электрон бериб зарядсизланилар. Натижада электродларда газсимон, суюқ ёки каттик нейтрал моддалар ҳосил бўлади. Бунда электролитнинг бошқа молекулалари диссоцияланади. Натижада ионларнинг зарядсизланишидан бузилган мувозанат қайта тикланади. Агар анод электродда эрийдиган металлдан ясалган бўлса, у ҳолда аноднинг эриб эритмага ўтиши ҳисобиға мувозанат тикланади (металл ионлари катионлар ҳосил бўлиши ҳисобиға). Электролитларда одатда турли хил ионлар бўлади. Улардан қайси бирининг электрод потенциали кичик бўлса уша ион биринчи бўлиб зарядсизланади. Ионларнинг кетмакет навбат билан зарядсизланиши Физик химёвий конунлари билан аниқланади.

Амалиётда электролиз махсулотларининг электродларда ажралиш тартиби, нафақат нормал электрод потенциалларининг қиймати билан, балки электролизни ўтказиш шароитларига, электродларнинг қандай материалдан қилинганлигига электролит концентрациясига, аралаштирилган

важидозлар сонини кискарттириш имконини беради. Бунга арзон хом ашёдан ва турлик фойдаланиш жуда тоза, сифатли махсулот олиш имконияти тугилади. Электро кимёвий усулнинг асосий камчилиги, токни кўп сарфлашидир. Шунинг учун ҳам бунда электр энергиясини тежашга эътибор қаратилмоғи лозим.

## 10.2- Сувли эритмалар ва суюқланмалар электролизининг назарий асослари

Электролиз деб, электролит эритмасидан узгармас электр токи утганда содир бўладиган оксидланиш - қайтарилиш реакциясига айтилади. Бунда электролитлар парчаланиб электродларда махсулотга айланади. Электродларда электр токининг пайдо бўлиши билан (ток манбаига улангач) электролитлар, парчаланиб катион ва анионлар ҳосил қилади. Катионлар катодга (электронлар манбаига) тамон, анионлар эса анодга томон ҳаракат қилади. Катионлар катодга боргач электрон олиб анионлар эса анодга келгач электрон бериб зарядсизланишлар. Натижада электродларда газсимон, суюқ ёки каттик нейтрал моддалар ҳосил бўлади. Бунда электролитнинг бошқа молекулалари диссоцияланади. Натижада ионларнинг зарядсизланишидан бузилган мувозанат қайта тикланади. Агар анод электродда эрийдиган металлдан ясалган бўлса, у ҳолда аноднинг эриб эритмага ўтиши ҳисобига мувозанат тикланади (металл ионлари катионлар ҳосил бўлиши ҳисобига). Электродларда одатда турли хил ионлар бўлади. Улардан қайси бирининг электрод потенциали кичик бўлса уша ион биринчи бўлиб зарядсизланади. Ионларнинг кетмакет навбат билан зарядсизланиши Физик кимёвий қонунлари билан аниқланади.

Амалиётда электролиз махсулотларининг электродларда ажратиш тартиби, нафакат нормал электрод потенциалларининг қиймати билан, балки электролизни ўтказиш шароитларига: электродларнинг қандай материалдан қилинганлигига электролит концентрациясига, аралаштиришнинг

Ток буйича унум  $\eta$  (%) ёки бирнинг кандайдир улушларида ушбу

$$\text{формула} \quad \eta = \frac{G_a}{G_n} \quad (3,3)$$

Асосида топилади. Бунда:  $G_a$  - электролиз натижасида амалда олинган махсулот массаси,  $G_n$  - фарадей конуни буйича назарий олинниши мумкин бўлган махсулот миқдори (массаси). Махсулотнинг назарий массаси Фарадейнинг иккала конунини бирлаштирувчи формула асосида ҳисоблаб топилади.

$$G_n = \frac{J \cdot \tau \cdot A}{nF} = J \cdot \tau \cdot E_{\text{ёки } m} = \frac{EI \tau}{F} \quad (3.4)$$

Бунда:  $I$  - ток кучи (Ампер),  $\tau$  - электролиз вақти (соат),  $A$  - ионнинг массаси ёки атом масса,  $n$  - ион заряди,  $F$  - Фарадей сони,  $E$  - модданинг электрохимик эквиваленти. ёки  $Q_n = K \cdot Q$  формула шаклида ёзиш мумкин.

Бунда:  $K$  - модданинг электрохимик эквиваленти ( уни топиш учун  $K = \frac{A}{nF}$  формуладан фойдаланилади)  $Q$  - ток миқдори. ( уни топиш учун  $Q = J \cdot \tau$  формуладан фойдаланилади).

Энергиядан фойдаланиш даражаси,  $\mu$  (%), бу айти миклордаги моддани ажратиб чиқиши учун керак бўладиган назарий энергия миқдорининг.  $Q_n$  амалда сарфланган фактик энергия миқдoriga  $W_f$  бўлган нисбати:

$$\mu = \frac{Q_n}{Q_a} \cdot 100 \quad (3.5)$$

электро энергиянинг назарий миқдорини (К,Вт · С):

$$Q_n = Vn \cdot J \cdot \tau = Vn \cdot Q \quad (3.6)$$

формула оркали ҳисоблаб топилади. Бунда :  $Vn$  электролиз парчаланишининг назарий кучланиши (Вольт) ( $Q$  - электр миқдори (Кул))

Ток буйича умум  $\eta$  (%) ёки бирининг қандайдир улушларида ушбу

$$\text{формула} \quad \eta = \frac{G_a}{G_n} \quad (3,3)$$

Асосида топилади. Бунда:  $G_a$  - электролиз натижасида амалда олинган махсулот массаси,  $G_n$  - фарадей қонуни бўйича назарий олинishi мумкин бўлган махсулот миқдори (массаси). Махсулотнинг назарий массаси Фарадейнинг ихкала қонунини бирлаштирувчи формула асосида ҳисоблаб топилади.

$$G_n = \frac{J \cdot \tau \cdot A}{nF} = J \cdot \tau \cdot E_{\text{ёки}} m = \frac{E \cdot \tau}{F} \quad (3.4)$$

Бунда:  $J$  - ток қучи (Ампер),  $\tau$  - электролиз вақти (соат),  $A$  - ионнинг массаси ёки атом масса,  $n$  - ион заряди,  $F$  - Фарадей сони,  $E$  - модданинг электрохимик эквиваленти, ёки  $G_n = K \cdot Q$  формула шаклида ёзиш мумкин.

Бунда:  $K$  - модданинг электрохимик эквиваленти ( уни топиш учун  $K = \frac{m}{Q}$  формуладан фойдаланилади)  $Q$  - ток миқдори, ( уни топиш учун  $Q = J \cdot \tau$  формуладан фойдаланилади).

Энергиядан фойдланиш даражаси,  $\mu$  (%), бу айни миқдордаги моддани ажратиб чиқиши учун керак бўладиган назарий энергия миқдорининг, - амалда сарфланган фактик энергия миқдoriga -  $W_f$  бўлган нисбати:

$$\mu = \frac{Q_n}{Q_a} \cdot 100 \quad (3,5)$$

электро энергиянинг назарий миқдорини (К.Вт С):

$$Q_n = Vn \cdot J \cdot \tau = Vn \cdot Q \quad (3,6)$$

формула орқали ҳисоблаб топилади. Бунда :  $Vn$  электролит парчаланишининг назарий қучланиши (Вольт) ( $Q$  - электр миқдори (Кл)

### 10.3 Натрий хлор эритмасининг электролизи

Натрий хлор (ош тузи) нисбатан арзон хом ашё булганлиги хамда, уни электролиздан урта (хлор, натрий гидроксиди ва водород) мухим самант мохсулоти олиниши сабабли шу билан бир каторда электролиз жараёнини соддаллиги туйфайли унинг эритмасини электролизи иктисодий жихатдан анча самарали усул хисобланади.

Хлор нормал шаронгда газ  $-34,1^{\circ}\text{C}$  да суюхланади,  $-101,6^{\circ}\text{C}$  ; музтайган сарик-яшил рангли захарли газ. Хлор: хлорорганик бирикмалар эритувчилар, каучук, кимёвий тола захарли кимёвий бирикмалар ва бошқалар) олишда металлургия (рудаларни хлорлаб куйдиришда тукумачилнк, целлюлоза коғоз саноатларида (окартириш ва тозалаш учун), ичимлик ва оқава сувларини тозалаш ва стериллашда ва бошқаларда жуда кенг кулланилади.

Электролизнинг иккинчи махсулоти натрий гидроксиди бўлиб, мухимлиги жихатидан асосий махсулотдан (хлордан) қолишмайди.

натрий гидроксиди каттик, оқ рангли сувда яхшим эрийди  $328^{\circ}\text{C}$  да суюхланади. Натрий гидроксиди органик синтезда, суний тола ишлаб чиқаришда, целлюлоза ва коғоз олишда совун ва алюминий ишлаб чиқаришда, нефтни қайта ишлаш саноатида кенг куламда ишлатилади.

Электролиз қилиш учун ош тузининг туйинган эритмасидан (305-310 г/л) шуробадан Фойдаланилади. Электролиз икки хил аппаратда каттик пулатли диафрагмали ёки диафрагмасиз суюк симоб катодли аппаратларда (электролизёрларда) олиб борилади ҳар икала холда ҳам углеродли (графитли) анод ёки сирти рутений оксиди билан копланган титанли анод ишлатилади. Бу иккала усул катод бушлигида борадиган жараёнлар билан бир - бирисидан фарқ қилади. Электролиз пайтида қушимча реакциялар кетишини олдини олиш хамда, электролиз махсулотларини ажратиши учун каттик электролизёрларда анод ва катод фазаси бир-бирисидан товакли диффузия билан ажратилган бўлади.

Ош тузи эритмасини каттик катодли электролизёрларда

### 10.3 Натрий хлор эритмасининг электролизи

Натрий хлор (ош тузи) нисбатан арзон хом ашё бўлганлиги хамда, уни электролиздан учта (хлор, натрий гидроксиди ва водород) муҳим саноат маҳсулотли олиниши сабабли шу билан бир каторда электролиз жараёнининг соддалиги туфайли унинг эритмасини электролизи иктисодий жихатдан анче самарали усул ҳисобланади.

Хлор нормал шароитда газ  $-34,1^{\circ}\text{C}$  да суюқланади,  $-101,6^{\circ}\text{C}$ ; музлайди» сарик-яшил рангли захарли газ. Хлор: хлорорганик бирикмалар эритувчилар, каучук, кимёвий тола захарли кимёвий бирикмалар ва бошқалар) олишда, металлургия (рудаларни хлорлаб куйдиришда тўқимачилик, целлюлоза коғоз саноатларида (окартириш ва тозалаш учун), ичимлик ва оқава сувларини тозалаш ва стериллашда ва бошқаларда жуда кенг қўлланилади.

Электролизнинг иккинчи маҳсулотли натрий гидроксиди бўлиб, муҳимлиги жихатидан асосий маҳсулотдан (хлордан) қолишмайди.

натрий гидроксиди каттик, оқ рангли сўвда яхшим эрийди  $328^{\circ}\text{C}$  да суюқланади. Натрий гидроксиди органик синтезда, суний тола ишлаб чиқаришда, целлюлоза ва коғоз олишда совун ва алюминий ишлаб чиқаришда, нефтни қайта ишлаш саноатида кенг қўламда ишлатилади.

Электролиз қилиш учун ош тузининг туйинган эритмасидан (305-310 г/л) шуробадан Фойдаланилади. Электролиз икки хил аппаратда каттик пўлатли диафрагмали ёки диафрагмасиз суюқ снмоб катодли аппаратларда. (электролизёрларда) олиб борилади ҳар икала ҳолда ҳам углеродли (графитли) анод ёки сирти рутений оксиди билан қопланган титанли анод ишлатилади. Бу икала усул катод бушлигида борадиган жараёнлар билан бир - бирисидан фарк қилади. Электролиз пайтида қушичча реакциялар кетишини олдини олиш ҳамда, электролиз маҳсулотларини ажралиши учун каттик катодли электролизёрларда анод ва катод фазаси бир-бирисидан ғовақли дифрагма билан ажратилган бўлади.

Ош тузи эритмасини каттик катодли электролизёрларда

хлоридлар ҳосил бўлади. Барча бу қўшимча реакцияларнинг ток бўлиши ва оқибатда маҳсулотлар унумини ҳамда энергиядан фойдаланиш даражасини камайтирилади.

83- расмда узлуксиз ишловчи, вертикал филтрловчи диафрагма электролизёр (ванна) схемаси берилган. Ваннынинг корпуси асбестдан тайёрланган филтрловчи диафрагма билан катод ва анод бўшлиқларини ажратилган. Диафрагма, перфорацияланган (кўп тешиклар қилинган) пўлат катодга ёпиштириб қуйилади. Анод бўшлиғида эса графитдан ясалган анод ўрнатилади.

Тозланган шўроба (рассол) анод бўшлиқка солинади. Гидростатик босим туфайли у диафрагмадан ва катоддан филтрланиб ўтади. Электр токи ўтган катодда водород ажралиб ваннадан чиқади, аноддан эса хлор ажралиб чиқади. Катод бўшлиқда натрий гидроксиди ҳосил бўлиб ваннадан узлуксиз чиқариб олиниб турилади. Ҳосил бўлган хлор-газ таркибида 93-96 % хлор ўшлайди. У газ 20 °C ҳароратгача совутиш йули билан қурилади.

Сунгра хлор керакли жойларга синтезлар учун юборилади ёки 1-1.2 Мпа босимда уй ҳароратда ёки 0.3-0.6 Мпа босимда - 5 дан - 25 C гача ҳароратда суюклантирилади. Суюқ хлор махсус баллонлар ёки цистерналарда керакли жойларга ташилади.

Катод маҳсулоти (натрий гидроксиди эритмаси) таркибида 120-140 NaOH ва 170-180 г/л парчаланмаган ош тузи бўлади. Эритма буглантирилади. Эритмада натрий гидроксидининг концентрацияси ортиши билан ош тузи чумага тушади. (NaOHнинг иссиқ сувда эрувчанлиги юқори, ош тузининг эрувчанлиги эса кам булганлигидан NaOH нинг эритмада концентрацияси ортиши билан Ош тузи чуммага тушади). Натрий гидроксид эритмаси тўлиқ буглантриб суюқ ҳолда сувсиз натрий гидроксид олинади. У таркибида 92-95 %. NaOH ва 2-4 % ош тузи сақлайди.

Россияда ишлатиладиган БГК -50 типидagi электролизёрнинг электролиз шaroити ва ўртача курсаткичи қуйидагича: Ток қучи, А - 5000, электродлардаги қучланш, В - 3,7, токнинг зичлиги, А/м<sup>2</sup> - 1000, ток бўлиши унум. % - 96,0, 1 т. хлор олиш учун электр энергияси сарфи, кВт.с - 2340.

маҳсулотлар унумини ҳамда энергиядан фойдаланиш даражасини камайтиради.

83- расмда узлуксиз ишловчи, вертикал фильтирловчи диафрагма электролизёр (ваннаси) схемаси берилган. Ваннынг корпуси асбетдан тайёрланган фильтрловчи диафрагма билан катод ва анод бўшлиқларига ажратилган. Диафрагма, перфорацияланган (қўп тешиқлар қилинган) пўлат катодга ёпиштириб қуйилади. Анод бўшлиғида эса графитдан ясалган анод ўрнатилади.

Тозланган шўроба (рассол) анод бўшлиқка солинади. Гидростатик босим туфайли у диафрагмадан ва катоддан фильтрланиб ўтади. Электр токи утгач катодда водород ажралиб ваннадан чиқади, аноддан эса хлор ажралиб чиқади. Катод бўшлиқда натрий гидроксиди ҳосил бўлиб ваннадан узлуксиз чиқариб олиниб турилади. Ҳосил бўлган хлор-газ таркибида 93-96 % хлор ушлайди. У газ  $20^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача совутиш йули билан қурилади.

Сўнгги хлор керакли жойларга синтезлар учун юборилади ёки 1-1,2 Мпа босимда уй ҳароратида ёки 0,3-0,6 Мпа босимда - 5 дан - 25  $^{\circ}\text{C}$  гача ҳароратда суюклантирилади. Суюқ хлор махсус баллонлар ёки цистерналарда керакли жойларга ташилади.

Катод маҳсулоти (натрий гидроксиди эритмаси) таркибида 120-140 NaOH ва 170-180 г/л парчаланмаган ош тузи бўлади. Эритма буглантирилади. Эритмада натрий гидрооксидининг концентратцияси ортиши билан ош тузи чўмага тушади. (NaOHнинг иссиқ сувда эрувчанлиги юқори, ош тузининг эрувчанлиги эса кам бўлганлигидан NaOH нинг эритмда концентратцияси ортиши билан ош тузи чўмага тушади). Натрий гидрооксид эритмаси тўлиқ буглантириб суюқ ҳолда сувсиз натрий гидрооксид олинади. У таркибида 92-95 % NaOH ва 2-4 % ош тузи сақлайди.

Россияда ишлатиладиган БГК -50 типидagi электролизёрнинг электролиз шароити ва ўртача курсаткичи қуйидагича: Ток қучи,  $A$  - 50000, электродлардаги қучланш,  $B$  - 3,7, токнинг зичлиги,  $A/m^2$  - 1000, ток бўшча унуми, % - 96,0, 1 т. хлор олиш учун электр энергияси сарфи, кВт.с - 2840;

жараенини бузилишига ва портлашига олиб келади. Водород ионларини зарядсизланишини камайтириш учун ток зичлигини оширилади.

Симоб катодли электролизёрларнинг асосий ютуғи, бунда кимёвий тоза (таркибиди)  $\text{NaCl}$  бошқа бегона аралашалари бўлмаган) юқори концентрацияли ишқор олиш мумкин бўлади. Сувни электролиз қилиб водород олиш айниқса истикболли усулдир.

#### 10.4 Синтетик хлорид кислота ишлаб чиқариш.

Водород хлориди - ўткир хидли рангсиз газ,  $-85^{\circ}\text{C}$  да қайнайди сувда яхши эрийди (1 хажм сувда  $20^{\circ}\text{C}$  да 400-450 ҳамда водород хлорид газ эрийди).

Хлорид кислота - рангсиз ёки сарғишроқ рангли тиник суюқлик, одатда концентранган хлорид кислота 37%ли бўлиб зичлиги  $1,19 \text{ г/см}^3$ . Хлорид кислота кучли бир негизли кислотадир. У турли хлоридларни олишда, металлларни Пайвандлашда, буг қозонларини чуқиндилардан тозалашдан пилатина, олтин ва қумушларнинг гидрометаллургиясида нефть саноатида - нефтни қозиб олишда қогозни гидролизлишда, терини ошлашда - уни чармда айлантиришда газламаларни буяшда, буёқлар ишлаб чиқаришда, сирка кислота, пластмассалар ишлаб чиқаришда ва бошқаларда ишлатилади.

Хлорид кислота XV асрнинг охирида алхимик Василий Валентин ва XVI асрда Андерий Либавий ҳаёт малхамини (элексир) қиздириб, ош тузи, аччиктош ва мис купорасини аралаштириб қиздириш орқали тоза бўлмаган хлорид кислота олган ва уни "нордон спирт" деб атаган.

1658 йилда немис олими Глаубер хлорид кислота олишнинг янги усулини топди, у ош тузини концентранган сульфат кислота билан бирга қиздириб ажратиб чиққан газни сувга юттирди. Бў усул ҳозир ҳам лаборатория ва саноатда хлорид кислота олишда қулланилади. "Хлорид кислота олиш учун водород хлорид газини олиш керак; Водород хлорид турли йуллар билан

заряддини бузатишга ва портлашга олиш қилади. Водород йонининг зарядсизланишини камайтириш учун ток зичлигини оширилади.

Симоб катодли электролизёрларнинг асосий ютуғи, бунда кимёвий тоза (таркибида)  $\text{NaCl}$  бошқа бегона аралашалари булмаган) юкори концентрацияли ишкор олиш мумкин бўлади. Сувни электролиз қилиб водород олиш айниқса истикболли усулдир.

#### 10.4 Синтетик хлорид кислота ишлаб чиқариш.

Водород хлориди - ўткир хидли рангсиз газ,  $-85^{\circ}\text{C}$  да қайнайди сувда яхши эрийди (1 хажм сувда  $20^{\circ}\text{C}$  да 400-450 ҳамда водород хлорид газини эрийди).

Хлорид кислота - рангсиз ёки сарғишроқ рангли тиник суюқлик, одатда концентранган хлорид кислота 37%ли бўлиб зичлиги  $1,19 \text{ г/см}^3$ . Хлорид кислота қучли бир негизли кислотадир. У турли хлоридларни олишда, металлларни Пайвандлашда, буг қозонларини чуқиндилардан тозадашдан платина, олтин ва қумушларнинг гидрометаллургиясида нефть саноатида - нефтни қозиб олишда қозонни гидролизлишда, терини ошлашда - уни чармда айлантиришда газламаларни буяшда, бўёқлар ишлаб чиқаришда, сирка кислота, пластмассалар ишлаб чиқаришда ва бошқаларда ишлатилади.

Хлорид кислота XV асрнинг охирида алхимик Василий Валентин ва XVI асрда Андерий Либавий ҳаёт малҳамини (элексир) қиздириб, ош тузи, аччиқтош ва мис купорасини аралаштириб қиздириш орқали тоза булмаган хлорид кислота олган ва уни "нордон спирт" деб атаган.

1658 йилда немис олими Глаубер хлорид кислота олишнинг янги усулини топди, у ош тузини концентранган сульфат кислота билан бирга қиздириб ажратиб чиққан газини сувга қўтирди. Бу усул ҳозир ҳам лаборатория ва саноатда хлорид кислота олишда қўлланилади. "Хлорид кислота олиш учун водород хлорид газини олиш керак; Водород хлорид гурли йуллар билан

Суюлган водород хлориди пулат баллонларда сакланади. Водород хлоридини сувга ютилиши адиабатик шароитда олиб борилади.

Водород хлорида пулат газ утказиш қувири оркали ўтиб  $200 - 250^{\circ}\text{C}$  га совуйди, сўнгра юттириш минорасининг 4 ости қисмидан киради. Миноранин ичида керамик халкалардан иборат насадкеси бўлади. Бу минорада ютилган колган водород хлориди, иккинчи санитар минорасига 5 юборилади. Унда 1 % ли хлорид кислота ҳосил бўладк. Юттириш минорасининг 4 ости қисмидан иссиқ; ( $70^{\circ}\text{C}$ ) 31 % ли синтетик хлорид кислота чиқади ва у омборга юборилади. Аппаратнинг маҳсулдорлиги 100 % ли хлорид кислотага айлантириб ҳисоблаганда 15 т.суткага тенг. 1. т синтетик хлорид кислота олиш учун 1.т хлор газ, 330 м<sup>3</sup> га яқин водород, 12-15 м<sup>3</sup> сув ва 15 - 5 кВт с.электер энергияси сарфланзди.

## Х I Б О Б

### Органик моддалар ишлаб чиқариш. Ёқилғи кимёвий қайта ишлаш

#### 11. I Энергетика муаммолари ва истиқболлари

Ҳозирги вақтда жамиятнинг моддий фаровонлиги даражаси аҳоли жон бошига ишлаб чиқариладиган энергия миқдорига қараб белгиланади. Уйларни иситиш, тежорат транспортдан фойдаланиш имконияти ва саноат маҳсулотлари ишлаб чиқариш қўл жихатдан энергиянинг етарли бўлишига боғлиқ. Энергетик муаммолар ҳозирги кунда моҳият ўзгариши билан инсоният моддий маданиятининг янада ўсиши учун реал тўсиқ бўлиб қолади.

Суюлган водород хлориди пулат баллонларда сақланади. Водород хлоридини сувга ютилиши адиабатик шаронгта олиб борилади.

Водород хлорида пулат газ утказиш қувири оркали ўтиб  $200 - 250^{\circ}\text{C}$  гача соғуйди, сўнгра юттириш минорасининг 4 остки қисмидан қиради. Миноранинг охирида керамик халкалардан иборат насадқаси бўлади. Бу минорада ютилмай қолган водород хлориди, иккинчи санитар минорасига 5 юборилади. Унда 1 % хлорид кислота ҳосил бўладик. Юттириш минорасининг 4 остки қисмидан иссиқ: ( $70^{\circ}\text{C}$ ) 31 % ли синтетик хлорид кислота чиқади ва у омборга юборилади. Аппаратнинг маҳсулдорлиги 100 % ли хлорид кислотага айлантириб ҳисоблаганда 15 т.суткага тенг. 1. т синтетик хлорид кислота олиш учун 1.т хлор газ,  $330 \text{ м}^3$  га яқин водород,  $12-15 \text{ м}^3$  сув ва 15 - 5 кВт электр энергияси сарфланзди.

## Х I Б О Б

### Органик моддалар ишлаб чиқариш. Ёқилғи кимёвий қайта ишлаш

#### 11. I Энергетика муаммолари ва истиқболлари

Ҳозирги вақтда жамиятнинг моддий фаровонлиги даражаси аҳоли жон бошига ишлаб чиқариладиган энергия миқдориға қараб белгиланади. Уйларни иситиш, тезюар транспортдан фойдаланиш имконияти ва саноат маҳсулотлари ишлаб чиқариш қўл жихатдан энергиянинг етарли бўлишиға боғлиқ. Энергетик муаммолар ҳозирги кунда моҳият эътибори билан инсоният моддий маданиятининг янада ўсиши учун реал тўсиқ бўлиб қолади.

баробар ошган бўлса, ҳозирги пайтда эса 15 20 йилда икки баробар ортмоқда. Табиий энергия манбаларининг тахминан 20% электрэнергия ҳосил қилиш учун, 20% транспорт учун 30% саноат учун ва 30% биноларни иситиш ва бошқа турмуш эҳтиёжлари учун сарфланади.

Мавжуд энергия манбалари иккига, аслига қайтадиган ва аслига қайтмайдиган манбаларга бўлинади. Аслига қайтадиганларига қуёш энергияси, шамол, сув, геотермал энергия манбалари қиради. Аслиги қайтмайдиганларга эса турли ёқилгилар нефть, газ, кўмир, сланец, торф қиради. Энергиянинг янги турларидан бири бу атом энергиясидир. Аммо "Тримайл айлендс" (АҚШ) ва Чернобиль авариялари соҳасида ҳали ечилмаган муаммолар АЭСларнинг хавфсизлигини тула таъминлаш, радиоактив чиқиндилар, техник жихатдан такомиллашмаганлик ва бошқа кўпгина сабаблар туфайли АЭСлардан фойдаланишни чеклаб қуйди.

Ҳозирги пайтда инсоният ўз эҳтиёжлари учун асосан аслига қайтмайдиган ёқилги турларидан кўп фойдаланмоқда.

Жаҳондаги ҳамма энергетик эҳтиёжларнинг 95% ҳозирча углерод сақлайдиган табиий бирикмадир - нефть, газ ва кўмирни ёқиш ҳисобига қондириб келинмоқда. Табиий ёқилгининг жаҳондаги запаслари 12800 млрд.т. шартли ёқилги деб ҳисобланади. (1 кг. шартли ёқилги, энергия миқдори 29 Мж. бўлган 1 кг тошкўмирга тенг). Бу миқдорнинг тахминан 11200 млрд.т.сини тошкўмир 740 млрд.т.сини нефть ва 630 млрд.т.сини табиий газ ташкил этади.

Аслига қайтадиган энергия турлари ва потенциал захираси катта бўлса ҳамулардан етарлича фойдаланилмаяпти. Масалан, 77

баробар ошган бўлса, ҳозирги пайтда эса 15-20 йилда икки баробар ошмоқда. Табиий энергия манбаларининг тахминан 20% электроэнергия ҳосил қилиш учун, 20% транспорт учун 30% саноат учун ва 30% биноларни иситиш ва бошқа турмуш эҳтиёжлари учун сарфланади.

Мавжуд энергия манбалари иккига, аслига қайтадиган ва аслига қайтмайдиган манбаларга бўлинади. Аслига қайтадиганларига қуёш энергияси, шамол, сув, геогермал энергия манбалари киради. Аслиги қайтмайдиганларга эса турли ёкилгилар нефть, газ кўмир, сланец, торф киради. Энергиянинг янги турларидан бири бу атом энергиясидир. Аммо "Тримайл айлендс" (АҚШ) ва Чернобиль авариялари соҳасида ҳали ечилмаган муаммолар АЭСларнинг хавсизлигини тула таъминлаш, радиоактив чиқиндилар, техник жихатдан такомиллашмаганлик ва бошқа кўпгина сабаблар туфайли АЭСлардан фойдаланишни чеклаб қуйди.

Ҳозирги пайтда инсоният ўз эҳтиёжлари учун асосан аслига қайтмайдиган ёкилги турларидан кўп фойдаланмоқда.

Жаҳондаги ҳамма энергетик эҳтиёжларнинг 95% ҳозирча углевод саклайдиган табиий бирикмадир - нефть, газ ва кўмирни ёкиш ҳисобига қондириб келинмоқда. Табиий ёкилгининг жаҳондаги запаслари 12800 млрд.т. шартли ёкилги деб ҳисобланади. (1 кг. шартли ёкилги, энергия миқдори 29 Мж. бўлган 1 кг тошкўмирга тенг). Бу миқдорнинг тахминан 11200 млрд.т.сини тошкўмир 740 млрд.т.сини нефть ва 630 млрд.т.сини табиий газ ташкил этади.

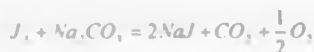
Аслига қайтадиган энергия турлари ва потенциал захираси катта бўлса ҳамулардан етарлича фойдаланилмаяпти. Масалан, ер

технологияда кулланилиши айникса истикболли хисобланади. Темир оксидларини металгача кайтариш учун углерод (кокс) урнига водород кулланилаётган заводлар ҳозирги кунларда ҳам ишлаб турибди. Ушундан рангли металлларнинг рудаларнинг кайта ишлаш жараёнларида кулланилиши жуда фойдалидир. Одатда, мис, никель ва бошқа металллар сақлаган сульфидли рудаларни хавода ёкилади. Бунда олтингургрт (IV) –оксиди ва тегишли металллар оксиди ҳосил булади. Агар рудага водород билан ишлов берилса, чиқинди факат олтингургрт хисобланади. Водород кимёвий технологияда метанол ва аммиак олиш учун ва бошқаларда кулланилади.

Водородни катта миқёсда олиш учун бирнеча альтернатив усуллар таклиф қилинган. булардан энг истикболлари термокимёвий ва электрокимёвий усуллар хисобланади. Ҳозирги пайтда водородни сувдан ва кумирдан нисбатан арзон олиш усуллари ишлаб чиқилмоқда. япон олимларининг янги усули нисбатан анча арзон водород олиш имконини беради. Бу усул қуйидаги реакцияга асосланган.



$NiJ_2$  800° да парчаланади  $NiJ_2 \rightarrow Ni + J_2$ , сунгра,  $J_2$  га сода қушиб 600-700°С да киздирилади.



Ҳосил булган  $NaJ$  ва  $CO_2$  га реакциянинг биринчи босқичида қосиб булган  $NH_3$  ни қушиб яна  $NH_4J$  олинади.



Айниқса, термоядро реакцияларининг энергиясидан фойдаланиш жуда истикболлидир. Чунки бу реакцияда ишлатиладиган хом ашё манбаи хам битмас туганмасдир. Бунда водороднинг огир изотопи дейтерий ва озгина тритий ишлатилади.



Бу реакция урани парчаланиш реакциясидан (АЭС лардан урани парчаланишидан чиқадиган энергиядан фойдаланилади), фарқи ва ажойиб устунлиги шундаки, бу реакцияда радиактив моддалар ҳосил бўлмайди. Демак, атом эгнелиги радиация хавфидан батамом озод бўлади. Бундай қурилмаларнинг аварияси хам хавфли ҳисобланмайди. Бундан ташқари термоядро реакцияси натижасида олинган энергия микдори хам куп бўлади. 1 г D ва T аралашмасининг термоядро реакцияси натижасида  $35 \cdot 10^6$  Кж энергия ажралиб чиқади, бу 1 г уран  ${}^{235}\text{U}$  нинг парчаланишидан ажралиб чиққан, энергиядан 5 марта ортиқдир. 1 л сувдаги дейтерий энергияси 300 л бензин ёнганда чиқадиган энергияга эквивалентдир. Ерда эса  $14 \cdot 10^{20}$  л сув бор. Ҳозирги ҳисоб китобларга қура денгиз ва океан сувларидаги дейтерий запаслари  $10^{21}$  тонна нефтьга эквивалентдир. Дейтерийнинг ер юзидаги микдори тахминан  $4 \cdot 10^{19}$  тонна.

Термоядро реакцияларини хам ҳозрги пайтда бошқариш муллари топилди. Яқин келажакда асосий энергия манбаи термоядро реакцияларининг энергияси бўлиб қолиши мумкин.

Ёкилги на уни кайта ишлаш. Табиий ёки сувсиз ёнғич моддалар ёкилги дейилади улар энергия манбаи ҳамда кимё саноатининг хом ашёси. Агрегат ҳолатига қараб барча ёкилгилар каттик, суюқ ва газсимонга бўлинади.

## 11.2 Каттик ёкилгини қайта ишлаш.

Каттик ёкилгини қайта ишлаш натижасида турли маҳсулотлар олинади. Улардан халқ хужалғи учун. кокс (металлургия саноатининг асоси), ярим кокс, нефт, маҳсулотлари урида ишлатиладиган маҳсулотлар, ароматик бирикмалар – бензол ва унинг гомологлари, синтез газ ( $\text{CO}$  ва  $\text{H}_2$  аралашмаси) водород ва бошқалар жуда зарур маҳсулотлардир. Булардан ташқари тошқумирни қайта ишлашда кимё саноатида хом-ашё сифатида қулланиладиган турли органик маҳсулотлар ҳам олинади.

Каттик ёкилгининг таркиби 6 – жадвалда берилган.

6 – жадвалда

| Ёкилги<br>турлри | Таркиби %                      |     |    |           |      |                | Учувчи<br>модда<br>лари | Зичлиги<br>г/см <sup>3</sup> | Ёниш<br>қудрат<br>МДЖ |
|------------------|--------------------------------|-----|----|-----------|------|----------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
|                  | Органик<br>моддалар<br>массаси |     |    | Намлиги   | Кули | олтин<br>гугрт |                         |                              |                       |
|                  | С                              | Р   | О  |           |      |                |                         |                              |                       |
| Тороф            | 59                             | 6,0 | 35 | 25        | 4,5  | 0,4            | 70 тагача               | 0,5                          | 24,0                  |
| Кунгир<br>кумир  | 75                             | 5,0 | 20 | 50 тагача | 4,0  | 2-3            | 45-55                   | 1,3                          | 26,0                  |
| Тош кумир        | 82                             | 5,0 | 13 | 3-5       | 6,0  | 2-6            | 8,50                    | 1,5                          | 31,0                  |
| Антрацит         | 95                             | 2,0 | 3  | 1-1,5     | 6,0  | 1-2            | 8,0                     | 1,2                          | 31,0                  |

|                   |    |     |    |       |       |        |       |   |       |
|-------------------|----|-----|----|-------|-------|--------|-------|---|-------|
| Бугун<br>санақтар | 76 | 9,0 | 14 | 10-15 | 30-60 | 1,5-11 | 30-65 | - | 25-34 |
|-------------------|----|-----|----|-------|-------|--------|-------|---|-------|

Каттик ёкилгини юкори хароратда кайта ишлаш асосан уч дуналишда: пиролиз, газификация ва гидрогенлаш оркали амага оширилади.

**Пиролиз** усули каттик ёкилгини ёпик идишда, хавосиз мухитда киздиришга асосланган. Бундай шароитда йирик молекулалар парчаланadi ва ҳосил булган махсулотлар иккиламчи узгаришларга учрайди. Масалан, уларнинг полимерланиши, конденсация, ароматизация ва алкилланиш реакцияларига киришиши ва бошқалар. Бу жараёнлар эндотермик булганлиги учун иссиқликни узлуксиз ташқаридан бериб турилади. Олинadиган махсулотларни кандай мақсадда ишлатилишига қараб пиролиз ҳар хил хароратларда: паст хароратли пиролиз ( $500-580^{\circ}\text{C}$ ) ёки ярим кокслаш, юкори хароратли пиролиз ( $900-1050^{\circ}\text{C}$ ) ёки кокслаш шароитларида олиб борилади.

**Газификация** деб каттик ёкилгининг органик моддаларини газлаштирувчи моддалар (хаво, сув буги, кислород ёки уларни аралашмасини  $1000^{\circ}\text{C}$  хароратда) билан чала оксидлаш оркали газлар аралашмасига айлантиришга айтилади. Бу жараён газ генераторида (реакторида) экзотермик реакция туфайли амалга ошади. Реакторга газлаштирувчи моддалар билан ёкилги аралашмаси пуркалади.

**Гидрогенлаш** деб каттик ёкилгини  $380-550^{\circ}\text{C}$  харорат ва 20-70 МПа босимда катализатор иштирокида водород билан ишлов беришга айтилади.

Бундай шароитда кумирнинг таркибидаги органик моддаларнинг кучсиз молекулалараро, (молекула ичидаги) боғларни узилиб, туйинмаган молекулаларига водород бирикади. Бир йуналиш олтингугурт, кислород ва азот сакловчи бирикмалари ҳам гидрогенланиб  $H_2S$ ,  $H_2O$  ва  $NH_3$  хосил килади. Гидрогенлаш махсулотлари енгил углеводородлар аралашмасидан иборат булиб таркибида кам микдорда  $O_2$  ва  $N_2$  сакловчи енгил нефть махсулотларига таркиби жихатдан жуда ухшаш булади. Сифати паст булган тошкумирни гидрогенлаш (ёкилгини суюклантириш) суний бензин ва бошка нефть махсулотлари олишнинг истикболли усулидир. Бу жараён учун жуда юкори босим талаб қилиниши бу усулнинг хозиргача кенг тарқалишига тусик булиб турибди.

**Яримкокслаш.** Яримкокслашдан мақсад паст сифатли кумирдан (кокслашга ярамайдигин тошкумир) ёки сланецдан кимёвий хом ашё ҳамда суюк ва газсимон синтетик ёкилгилар олишдир. Яримкокслаш махсулотлари – смола, газлар бирламчи махсулотлар дейлади, чунки улар каттик ёкилгини пиролизиди (пиролизнинг бошлангич босқичида) хосил булади. Яримкокслашнинг бирламчи махсулотлари унуми ва таркиби дастлабки ёкилгининг типига боғлиқ булади. Яримкокслаш махсулотларининг тахминий таркиби – 7 жадвалда берилган.

Яримкокс – бу мурт ҳолдаги каттик ёки кукунсимон материал булиб, у жуда реакцион актив, ҳамда иссиқлик берувчи ёкилгикокслашда шихта компоненти, газификациялаш учун дастлабки модда сифатида ишлатилиши мумкин. Ярим кокслаш смоласи

бензин, керосин ва шу каби бошка суний мотор ёкилгисинингманбаи  
хисобланади. Кайсиким табийй нефть махсулотлари каби смолани  
хйлаш ёки уни деструкциялаш оркали олинади.

### Каттик ёкилгини яримкокслаш махсулотлари

#### 7 – жадвал

| Махсулотлар характеристикаси            | Кунтир<br>Консковчинсий<br>(Россия) | Черемкова тош<br>кумир (Россия) | Сянец<br>(Болтик<br>республикалари) |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
|                                         | 2                                   | 3                               | 4                                   |
| Деструкциялаш махсулотларининг умуми, % |                                     |                                 |                                     |
|                                         | 2                                   | 3                               | 4                                   |
| Ароматик                                | 62,0                                | 73,8                            | 66,6                                |
| Син                                     | 8,4                                 | 10,0                            | 22,7                                |
| А                                       | 24,0                                | 6,4                             | 8,3                                 |
| Ароматик сч                             | 24,0                                | 9,7                             | 1,4                                 |
| Син фракцияни таркиби                   |                                     |                                 |                                     |
| Гидратизланган углеводород              | -                                   | 3,0                             | 4,0                                 |
| Нейтрал мойлар                          | -                                   | 47,5                            | 79,6                                |
| Ароматик кислоталар                     | -                                   | 1,1                             | 1,0                                 |
| Феноллар                                | -                                   | 19,5                            | 6,3                                 |
| Ароматин асослар                        | -                                   | 2,7                             | -                                   |
| Ароматик молекуляр махсулотлар          | -                                   | 18,0                            | 9,0                                 |
| Ароматик таркиби, % (кажы буйича)       |                                     |                                 |                                     |
| СО                                      | 25,9                                | 12,3                            | 21,6                                |
| СН <sub>4</sub>                         | 2,1                                 | 7,6                             | 18,2                                |
| С <sub>2</sub> H <sub>6</sub>           | 22,9                                | 50,0                            | 35,0                                |
| С <sub>3</sub> H <sub>8</sub>           | 13,0                                | 7,6                             | 11,3                                |
| С <sub>4</sub> H <sub>10</sub>          | 33,6                                | 18,0                            | 19,0                                |
| С <sub>5</sub> H <sub>12</sub>          | 2,5                                 | 4,3                             | 4,9                                 |
| Ароматик таркиби, % (кажы буйича)       | 16470                               | 27200                           | 32200                               |

Нефтнинг такчил булиб бораётганлиги сабабли яримкоксдан усулининг кимё саноати хом ашёсининг манбаи сифатида кадри ошми бормокда.

### 11.3 Кокслашда хосил буладиган кимёвий махсулотларни ушлаб қолиш

**Кокслаш.** Тошкумирни кокслаш хом ашёни комплекс фойдаланишга яққол мисол булла олади. Дунёда казиб олинadиган тошкумирнинг 40% га яқини, сланецлар ва бошка купгина ёқилги турлари, кокс ва кокс газлари (таркибида куп хил моддалар сакловчи буг-газ аралашмаси) олиш учун коксланади. Совутилган кокс газларидан конденсатлаш ва абсорбциялаш йули билан энгил ароматик углеводородлар (хом бензол), тошкумир смоласи (конденсатланган ароматик ва гетерокиклик бирикмалар аралашмаси), нафталин, аммиак, феноллар ва бошкалар олинади. Конденсатланмаган газ қайтган кокс газлари дейилиб, ундан водород, этилен, метан олиш ёки ёқилги сифатида ишлатиш мумкин. Кокслашдан 250 дан ортик махсулотлар ажратиб олинади.

Кокслаш учун қиздирилганда бир-бирига ёпишиб мустақил говак металлургия кокси хосил қилинадиган кумирдан фойдаланилади. Одатда саноатда хом ашё базасини кенгайтириш мақсадида, коксланадиган кумир ва кумирнинг бошка турларини аралаштирган ҳолда кокслаш шиктаси тайёрланади.

**Кокс.** Кокслашнинг энг асосий махсулоти ҳисобланади. Кокснинг асосий истеъмолчилари бу кора ва рангли металлургиядир.

(умумий кокс миқдорининг 85% га яқини). Ушлан ташқари кимё саноатида, иссиқлик олиш манбаи сифатида, реакция жараёнларида қайтарувчи сифатида, шихта таркибида массани газ утқиши ҳосиллаштириш мақсадида кенг қулланилади. Кокс, бу говак модда бўлиб, 96,5-97,5% углеводдан иборат, механик мустақкам юқори энергияга эга (32000 кЖ/кг).

Коксдаш смоласи бу кокс газлари совутилганда конденсатланган ёпишқок, қора рангли суюқлик. У таркибида 10000 га яқин индивидуал кимёвий модда ушлайди. Шундан 300 дан ортиқроғини ажратиб олишга муваффақ бўлинган. Аммо у моддаларнинг қўпчилиғи смолани 1% дан камроғини ташкил этади. Смолани қайта ишлаб олинган энг муҳим бирикмаларга, конденсирланган халқали ароматик бирикмалари: нафталин ва унинг ҳосилалари, фенантрен, антрацен, карбазол. Ундан ташқари фенол, пиридин, унинг гомолоғлари, крезоллар, енгил ароматик углеводлар ва бошқалар қиради.

Хом бензол бу тугри кокс газларидан тошқумир мойига юттириб ажратиб олинган енгил ароматик, туйинмаган ва бошқа углеводдорлар аралашмасидир. Хом бензолдаги моддалар ректификациялаш ва тозалаш йули билан тоза ва техник ароматик углеводдорлар: бензол, толуол, ксилолар, кумарон, сольвентлар (бензол ҳосилаларининг аралашмаси) ва бошқалар ажратиб олинади.

Коксдаш жараёни бу каттик ва буг-газ фазалар иштирокидаги қўрувчи қўп босқичли гетероген жараёндир. Қумир шихтаси ёпик реакторда (коксдаш печ камераларида) қиздирилганда коксдаш

жараёни куриш ( $100^{\circ}\text{C}$  гача), пластик ҳолат ( $400-500^{\circ}\text{C}$ ), яримқотиқ ( $500-650^{\circ}\text{C}$ ) ва кокс ҳосил булиш ( $650-1100^{\circ}\text{C}$ ) каби бир неча боскичларда боради.

Кокслаш печи бу кокслаш камерасидан, киздирувчи девордан (ёкиладиган газни ёкиш ва ёнишдан ҳосил булган газларни – айланма газларни утказувчи камералар оралигига урнатилган девор) ва чикиб кетувчи иссик туташ (газлар) ҳароратидан фойдаланиш имконини берувчи регенераторлардан иборат булган мураккаб агрегатдир.

Кокслаш печлари бир неча батареялардан ташкил топган бўлиб, батареялардан блоклар тузилади. Ҳар бир кокслаш батареяси параллель ишловчи 61-79 та камералардан ташкил топган. Батареяларга бир канча механизмлар хизмат курсатади, улар кумирни камерага солувчи вагонлар, коксни итариб тукувчилар, кокс камера деворини олувчи машиналар, электровозлар билан юрувчи коксни учирувчи вагонлар ва бошқалар.

Кокслаш печнинг камераси (110 – расм) билвосита киздириш реактори бўлиб, унда иссиклик коксланувчи тошқумирга бевосита эмас балки билвосита (яъни газнинг ёнишидан ҳосил булган иссиклик деворни киздиради, сунгра деворнинг иссиклиги билан камерадаги коксланадиган тошқумир кизийди) таъсир этади. Реактор тўртбurchак шаклда бўлиб, унда утга чидамли гиштдан (динас) қилинадиган иккита остки ва гумбазли (устки) киздиргич деворлар урнатилган бўлади. Батареяларнинг унумдорлиги унинг катталигига боғлиқ бўлади. Ҳозирги замон печларида камеранинг баландлиги 5-6 м, узунлиги эса 14-15 м, эни одатда киздиргич деворларнинг иссиклик

утказиш тезлигига боғлиқ бўлиб 0.5 – 0.45 м.ни ташкил этади.  
Кокслаш батареясининг схемаси 111 расмда берилган.

Ёкиладиган газ (домна ёки тозалаган кокс газлари) киздирувчи деворлар ораллигида ёкилади (киздирувчи деворлар 740-850 мм калинликда булган горизонтал канал) аланганинг бир текисда тақсимланиши учун деворлар вертикал ҳолда бир неча тусиклар билан тусилиб бир канча тик каналчаларга ажратилган. Камерани киздиргач иссиқ газлар регенераторлар оркали утиб уз иссиқлиги билан уни киздириб сунгра печдан чиқади. Регенераторларда аккумуляцияланган иссиқлик, печга киритиладиган ёкиладиган газ ва ҳавони киздириш учун фойдаланилади. Кумирни етарли ҳароратгача ( $1000-1100^{\circ}\text{C}$ ) киздириш учун ёкилги газининг ёнгандаги ҳарорати  $1400^{\circ}\text{C}$  дан кам булмаслиги керак. Кокслаш жараёни 12-14 соат давом этади.

Кокслаш батареясининг ҳар бир камераси даврий, аммо, бутун бир батарея эса узлуксиз ишлайди, яъни бир камерага тошқумир (шихта) солинаётган булса, иккинчиси ишлаб турган булади, учинчисидан эса кокс олинаётган булади.

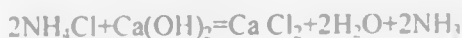
Кокслаш тугагач камерасининг олдинги ва орқа эшиги маҳсус механизм ёрдамида олинади ва коксни итариб туқувчи механизм ёрдамида кокс вагонга тукилади, вагон учирувчи минора остига боради ва у ерда чуғ ҳолдаги кокс сув солиб учирилади, тез совутилгач кокс ёрилиб майда-майда кокс булақчаларига ажралиб кетади. Ҳуш усулда коксни совутилганда 50% иссиқлик йукотилади. Кейинги йилларда коксни қуруқ усулда учириш (совутиш) кенг

таркалмокда. Унда азот гази (инерт) айланма газ сифатида қонин совутади ва унинг иссиқлигидан сув буги олишда фойдаланилади.

Кокслашда ҳосил буладиган кимёвий маҳсулотларни ишлаб чиқариш тугри кокс газлари (кокслашда ҳосил булган унуми бирикмалар тугри кокс газлари дейилади) кокслаш камерасидан газ сурувчи насослар ёрдамида суриб олинади. У таркибида  $0^{\circ}\text{C}$  ва  $0,1$  МПа босимда  $110-130$  г/м<sup>3</sup> смола  $435-42$  г/м<sup>3</sup> бензол углеводородларининг буглари.  $8-14$  г/м<sup>3</sup> аммиак,  $0,5-1,5$  г/м<sup>3</sup> водород сульфид ва бошқа олтингугурт бирикмалар.  $10$  г/м<sup>3</sup> гача нафталин,  $0,5 - 1,5$  г/м<sup>3</sup> цианли бирикмалар,  $250-450$  г/м<sup>3</sup> сув буглари ва бир канча бошқа (водород метан, этилен катори углеводородлари, углерод оксидлари, азот) моддалар саклайди. Кокс газларининг унуми шихтага нисбатан олинганда  $340-350$  м<sup>3</sup>/т.ни ташкил этади. Кокслашнинг кимёвий маҳсулотлари газнинг совушига қараб босқичма-босқич ажралиб чиқади. Бу жараён конденсация, хемосорбция ва физикавий абсорбцияга асосланган. Тугри кокс газларини қайта ишлаш схемаси 112-расмда берилган. Газнинг совуши газ йиғгичда бошланади, чунки газ йиғгичлар совук смола усти суюқлиги (аммиакли сув деб аталади) билан сугорилади. Бунда газ  $600-700^{\circ}\text{C}$  дан  $70-80^{\circ}\text{C}$  гача совийди. Натижада смола ва сув буглари интенсив равишда конденсатланади ва бир вақтнинг узида газдан каттик заррачалар (Фуслар) ҳам ажралади. Суюк маҳсулотлар тиндиргичга  $2$  оқиб тушади ва каватларга ажралади. Энг остига фуслар чуқади, унинг устида смола тупланади (смоланинг зичлиги  $1,15-1,54$  г/см<sup>3</sup>). Смола устида ҳам смола усти суюқлиги ажралади. Сунгра газ сувли совутгичда  $3-30^{\circ}\text{C}$  гача совийди. Бундай газдан смола ва сув буглари қарийб тулик

конденсатланади ва сувда газ таркибидан аммиакнинг бир қисми, аммоний тузлари ( $\text{NH}_4\text{SCN}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ва бошқалар).  $\text{H}_2\text{S}$  ва  $\text{NH}_3$  дан совутилганда ҳосил булувчи  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  ҳамда  $\text{CO}_2$  ва  $\text{NH}_3$  дан ҳосил булувчи  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  лар эрийди. Суюқ маҳсулотлар тиндирғичга 2 оқиб тушади, газ эса электрофилтирга 4 утади. Унда газ тумандан ва смоладан тозаланиб газ насосига 5 боради. Насос газни газийгичлардан суриб олади ҳамда ҳаракатини тезлаштирадн.

Смола усти суюқлигига газдаги барча аммиакнинг 30 фоизи эриб утади. (аммоний тузлари таркибидаги аммиакни ҳам қушиб ҳисоблаганда) қолган қисми олиб булмаслиги сабабли газ таркибидаги барча аммиак 75% ли сульфат кислотасибилан ушлаб олиниб (хемосорбция) аммоний сульфат угитига айлантирилади. Смола ути суюқлигидан аммиакни ажратиб олиш учун, суюқлик ректификация минорасининг юкори қисмига олиб борилади (расмда кўрсатилмаган). Миноранинг юкори қисмида киздиришга чидамсиз, остки қисмида эса оҳақли сув юборилганлиги учун киздиришга чидамли



аммоний тузлари парчаланиб аммиак ажралиб чиқади ва киздиришда 6 кизиган ( $50-60^\circ\text{C}$  гача) газ билан қушилиб сатураторга 7 киради ва  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  га айланади. Сатуратордан центрифуга ёрдамида аммоний сульфат ажратиб олиш учун юкори ҳарорат қайновчи мой (абсорбцияловчи мой) ишлатилади. Бензол ва гомологлариини эришини қучайтириш учун газ бевосита таъсир этувчи совутишда 8 сув билан совутилади. (Сувдан нафталин ажратиб

олинади). Газ совутгичда  $20^{\circ}\text{C}$  совуйди. Сунгра газ юттириш миноралари 9,10 оркали утказилади. (Минора ичи ёғоч насадка билан тулгазилган булади. Миноралар 10 совук мой билан сугорилади. Карама-карши оким принципида). Хом бензолнинг мойлаги эритмаси ректификацияланиб хом бензол юттирувчи мой регенерацияланиб ажратиб олинади.

Ўзбекистонда каттик ёкилги асосан гузапоя ва тошқумирдир Республикамизда тошқумир казиб олиш 1941 йиллардан Ангрен кумир кони топилгач бошланди. 1944 йили Шаргун ва Кухитонг кумир конлари топилиб ишга туширилади. Хозирги пайтда Ангрендан ҳар йили 5-6 млн.т. Шаргундан эса 0,20,25 млн.т. кумир казиб олинмоқда. (2-жадвалга қаранг). Аммо бизда кумир кокслаш заводлари ҳозирча йук. Гузапоя эса республикамиздаги гидролиз заводларининг хом ашёси ҳисобланади.

#### 11.4 Нефть ва табиий газни қайта ишлаш

Нефть ер ости қазилма ёкилгининг ягона суюқ вакили. Уни башарият жуда қадим замонлардан буён яхши билади. Чунончи Фрот дареси (Бобил) соҳилида олиб борилган археологик қазувлар у ерда милoddан 6000-4000 йил илгариёқ нефтьдан фойдаланилганидан шохидлик беради. Нефть табиатда ер пўстлогининг тектоник фаолияти гуфайли ҳосил булган.. у ер остида чуқинди жинсларнинг говак қатламларида, ёруғ ва бўшлиқларида тўпланиб қонлар қозонилади. Нефть қатламлари қонларда турли чуқурликларда (100 метрдан 6000 метргача) жойлашган бўлади. Нефть қатта босим

остида бўлиб, одатда йўлдош газлар ва нефть суви билан бирга учрайди.

### **Нефть ва табиий газ казиб олиш усуллари.**

Нефть ва газ казиб олиш учун ер ёки тоғ жинслари махсус бургуловчи қурилмалар (буровойлар) ёрдамида диаметри 150-250 мм. бўлган бургу кудукчалар казилади. Бургулаш қурилмасининг баландлиги 54 м. Бургулаш қандай усулда олиб борилмасин кудук (скважина) чуқурлашиб борган сайин узунлиги 4.5 м. ва диаметри 168 мм.ли қувурлар бир-бирига уланиб узайтириб борилаверади. Бургулаш жараёнида ҳосил бўлган майдаланган жинслар кудукдан ювувчи суюқлик (лойка эритма) ёрдамида чиқариб ташланади. Қазииш маълум чуқурликка етгач, махсус фойдаланиш қувури ўрнатилиб, қувурнинг ташқи томони цементлаб ташланади. Кейинги қазииш ишлари диаметри фойдаланиш қувуридан кичик бўлган қувур ёрдамида амалга оширилади ва шу йўсинда керакли чуқурликкача казиб борилади. Сўнгга охириги қувур ҳам цементланади. Энг йирик тепа қисми ҳам арматура ёрдамида маҳкамланади. Сўнгга махсулдор қатлам портлатиш йўли билан очилади. Кейинги йилларда қазииш ишлари қия ҳолда ҳам амалга оширилган. Бу усул жуда фойдали бўлиб буровой ўрнатиш мумкин бўлмаган жойларда ҳам (масалан, денгиз ости, аҳоли яшайдиган жойлар, қурилишлари бўлган жойлар) қазииш ишларини олиб бориш имконини беради.

Одатда нефть ва газ ер остида жойлашган чуқурлиги, температураси ва бошқаларга боғлиқ ҳолда 1-50 МПа босим остида бўлади. Қон очилган бошланғич даврларида нефть кудукдан ер юзасига ўзи отлиб чиқади. Нефть казиб олишнинг бундай усули

фонтан усули дейилади. Барча газ кудукларидан фойдаланиш ер катламларининг босими туфайли фонтан усулида олиб борилган нефть олинавсгач катламдаги босим камаяди. Сўнгра мажбурий йў билан чиқаришга ўтилади. Мажбурий йўларга: кудукка насос ташлаб чиқариш ва компрессор усуллари киради. Кудукка насос ташлаб чиқариш усулида, кудук диаметридан кичикроқ диаметрли учига насос ўрнатилган кувур кудукка ташланади ва насос нефтьни юқорига чиқариб беради. Компрессор усулида кудукка катта босимда нефть газлари ёки хаво юборилади. Газлар ўзи билан нефтьни ҳам олиб чиқади. Айниқса, ер остига нефть катламларига газ ёки хаво юбориб катта босим ҳосил қилиш усули кенг қўлланилади. (113-расм). Бу усуллари қўллаш билан кондаги нефтьнинг 50%ни олиш мумкин. Нефть камайган конлардан фойдаланиш учун ер ости нефть катламларига турли усуллар билан таъсир қўрсатадилар. Масалан, гидравлик усулида (сўв юбориб), кислота билан ишлов бериш, бургу кудукларига буг юбориш ёки иссиқ сўв юбориш ёки ер остида нефтьнинг озрок қисмини ёкиш ва бошқалар. Бу усуллари қўллаш нефть чиқаришни 80-90 % га етказади.

Ўзбекистонда нефть қадим замонлардан бери маълум. Фарғона нефть конларидан фойдаланиш асосан XX асрнинг дастлабки йилларидан бошланган. Даст аввал Чимён (1904 йил), кейинчалик Мойлисой, Селроҳа, Нефтобод (1934 йил), Андижон нефть конлари ишга туширилди. Фарғона водийсида 30 дан ортиқ нефть конлари бор. Бухоро, Сирдарё ва Қашқадарёдаги Полвонтон (1944 йил), Сўх-Хаудаг (1944 йил), Лалмикор, Қақайди (1939 йил), Учқизил (1940), Саритон (1956), Муборак Қорахитой, Айзовод, Қорабанр ва бошқа

нефть конларидан нефть казиб олинмокда. Нефть казиб чиқариш йилдан-йилга ўсиб бормокда (жадвал 1га қаранг). Республикамиз мустақилликка эришгач иккита жуда йирик нефть кони - Намангандаги Мингбулок ва Қашқадарёдаги Қўқдумалок нефть конлари топилди. Уларнинг ҳар қайсисидан йилида 5-6 млн.т. нефть казиб олиш мумкин. Ушбу конлар базасида республикамизда ҳозирча яқка-ю ягона бўлган Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи (1906 йил) реконструкция қилинди ва йилига 5-6 млн.т. нефтни қайта ишлаш қудратига эга бўлди. Бухорода (Қоровулбозорда) ҳам янги қудратли Япония технологияси асосида энг замонавий нефтни қайта ишлаш заводи қурилиши жадал суръатларда олиб борилиб, 1976 йилнинг декабрида завод қурилиши тугади. Бу завод йилига 5 млн.т.нефтни қайта ишлаш қудратига эга булади. Ҳар иккала завод тўла қувват билан ишлай бошлагач республикамизнинг нефть маҳсулотларига бўлган талаб тўла қондирилади ва четдан бензин ва бошқа нефть маҳсулотлари сотиб олишга эҳтиёж қолмайди.

**Нефть таркиби.** Нефть сарғиш, қўнғир, қорамтир рангли мойсимон суюқлик, зичлиги 0,73 дан 0,95 г/см<sup>3</sup> гача - 20да +20 Сгача температурада қотувчи жуда мураккаб таркибли турли углеводородлар ва гетероатомли органик бирикмалар аралашмасдан таркиб топган моддалар. У юқори қолорияли ёқилғи (40 000 дан 44 000 гача к/кг). Кимёвий таркиби: 83-87% С, 12-14% Н, 0,3-3% S, 0,1-1,0% О, 0,001-0,4% N ва жуда кам миқдорда металлоорганик бирикмалар шаклида ванадий, никель темир, титан, кобальт, германий ва бошқа элементлардан иборат бўлади. Нефть таркибида 44 типдаги суюқ ва эриган ҳолда қаттиқ углеводородлар, ушлайди:

парафинли углеводородлар (асосан тўғри занжирли,  $C_1$  дан  $C_{30}$  гача) нефтда тўнинмаган углеводородлар бўлмайди. турли узунликдаги занжирлари бўлган циклопентан ва циклогексан ҳамда уларнинг ҳосилалари типдаги моноциклик нафтенлар ва ди-, три ҳамда полициклик полиметиленли углеводородлар, (шу жумладан, ён занжири бўлганлари ҳам) ароматик углеводородлар, бензол ва уларнинг гомологлари, нафталин, антрацен ва унинг гомологлари, нафтеароматик гибрид углеводородлар ва уларнинг ҳосилалари, нефть, таркибида у ёки бу синф моддаларнинг кўплигига қараб олти типга бўлинади. Метанли (ёки парафинли), метанонаф-тенли, нафтенли, металонафтенароматик, нафтаноароматик ва ароматик Нефтнинг ёши ароматикдан метанли углеводородларга ўтган сайин ўсиб боради. Технологик классификацияга биноан нефть 0,5 %гача олтингугурт сакловчи - камолтингугуртли 0,51% дан 2% гача олтингугурт сакловчи олтингугуртли, 2% дан ортиқ олтингугурт сакловчи - кўполтингугуртли, 1,5% гача парафин сакловчи кампарафинли 1,51 дан 6% гача парафин сакловчи-парафинли, 6% дан кўпроқ парафин сакловчи кўппарафинли нефтларга бўлинади.

**Нефтни қайта ишлашдан олинadиган махсулотлар.** Ҳозирги даврда органик синтезнинг этилен, пропилен, бутилен, ацетилен, дивинил, изопрен, бензол ва унинг гомологлари, нафталин ва бошқа бир қанча муҳим махсулотларини ишлаб чиқариш нефть қимёси ҳом ашёсига асосланган. Улар ҳа ўз навбатида пластмассалар, толалар, каучуклар, Ювиш воситалари, бўёқлар ва бошқа юзлаб ишлаб чиқариш учун ҳом ашё ҳисобланади.



аралашмасининг сиқилиш даражасига боғлиқ бўлиб, ёқилги бир текstda ёнганда ва аланганинг тарқалиш тезлиги 10-20 м/с бўлганда энг юқори бўлади. Аммо баъзан ёқилги ҳаво аралашмаси маълум даражагача сиқилгач ёниш тезлиги 2000 м/с гача кескин ошади портлаш (детонацияланиш) тезлиги яқинлашади. Натижада цилиндрда каттик урулиш бўлиб, уни қизиқ кетишига, тез ишдан чиқишига, двигател кучининг пасайиб кетишига, ёқилгининг ортиқча сарфланишига олиб келади.

Детонациянинг сабаби углеводород-ларнинг термик парчаланиб ўта бекарор пероксидлар ҳосил қилишидир. Қайсиким улар сиқилишга чидамсиз бўлиб занжирли реакцияни кучайтириб юборади. Юқори молекуляр массага ва нормал тузилишга эга бўлган тўйинган углеводородлар детонацияга мойил бўлади, аксинча изотузилишга (тармоқланган) эга бўлган углеводородлар детонацияга чидамли бўладилар. Шунинг учун ҳам бензинларнинг антидетанацион хоссасига баҳо бериш учун октан сони (шкаласи) қабул қилинган. Н - гептанинг детонацияга жидамлиги шартли равишда "0" деб, изооктанники (2,2,4-триметилпентан) эса 100 деб қабул қилинган. Октан сони деб бензиннинг детонацияга чидамлигининг ўлчов бирлигига айтилади. У сон жиҳатдан изооктанинг Н-гептан билан аралашмасидаги фойз миқдорига тенгдир. У стандарт бир цилиндрли двигателларда ёқи уша ёқилгига мўлжалланган экспериментал двигателларда синаш йўли билан аниқланади.

Углеводородларнинг октан сони уларнинг молекуляр массаси ва тузилишига боғлиқ бўлади. нормал тузилишга эга бўлган алканларда

молекуляр массасининг ортиб бориши билан октан сони ҳам узғариб боради: этан-125, пропан-120, бутан-93, пентан-64, гексан-26, гептан-0, октан- (-20) октан сонининг молекуляр массага боғлиқ бўлиши тўйинмаган, циклик ва ароматик углеводородларга ҳам характерлидир. Углеводород занжирининг тармокланиш даражасининг ортиши билан октан сони ҳам ортади: гептан-0,2,2-диметил пентан-89; 2,2,3-триметилбутан-104; октан сони тўйинган углеводородлардан тўйинмаганга ўтганда ҳам ортади. Масалан, углерод сони бир хил бўлиб, тўйингандан тўйинмаганга ва ундан ҳам ҳалкалигига, ҳалкайдан ароматикка ўтган сайин ортиб боради: гексан-26, гексен-1-63, циклогексан-77, бензол-106.

Бензиннинг детонацияга чидамлиги унга антидетонатор деб аталувчи баъзи бир моддаларни қўшиш билан ошириш мумкин. Масалан, тетроэтил кўргошини  $Pb(C_2H_5)_4$  бромэтан ва ахлорнафталин билан аралашмасида этил суюқлиги) 1л. бензинга 3 мл. қўйилса унинг октан сони 70дан 90гача ортади, аммо этил суюқлиги жуда захарли бўлганлиги ҳамда у қўшилган бензин ёнганида кўргошиннинг захарли бирикмалари ҳосил бўлиб, атроф муҳитни, атмосферани захарлаши сабабли ундан фойдаланиш кейинги йилларда қисқариб бормоқда. Антидетанатор сифатида марганец метилциклопентадиенил карбонил ( $CH_3C_5H_4Mn(CO)_3$ ) ҳам ишлатилади. Мотор ёкилғисини октан сонини оширишининг нисбатан самарали усули, бу ёкилғини қайта ишлаш пайтида уни углеводородлар таркибини ўзгартиришдан (турли хилдаги каталитик крекингларни қўллаш орқали) ёки бензинга октан сони юқори бўлган компонентлар (изооктан, триптан, кумол ва бошқа ароматик

углеводородлар) қўшилишдан иборатдир. Дизел ёкилгиси-керосин, газойль, соляр мойлари бўлиб, ички ёнар двигателларида қўлланилади. Улар ёниш камерасига бевосита пуркалади. Катта босим, юкори температура ва сиқилган хаво таъсирида пуркалган ёкилги ўз-ўзидан ёниб кетади. Ёнишдан ҳосил бўлган газлар иш бажаради. Бундай двигателларнинг фойдали иш коэффициенти(ФИК) жуда юкори бўлади. (юк автомобиллари, тепловозлар, теплоходлар, кичик электростанциялар ва бошқалар). Бундай ёкилгиларнинг ўзидан алангаланиб ёниб кетиши, ковшоклиги, фракцион таркиби, котиш температураси, коксланиши ва бошқа характеристикалари, муҳим кўраткичлари ҳисобланади.

Ўз-ўзидан алангаланиб кетиши цетан сони билан баҳоланади. Цетан сони қанчалик юкори бўлса ёкилги шунчалик сифатли ҳисобланади. Цетан дизель ёкилгисини эталон аралашма билан такқослаб кўриш орқали аниқланади. Эталон аралашма бу цетан (гексадекан  $C_{16}H_{34}$  унинг цетан сони "100" деб қабул қилинган) ва  $\alpha$ -метил нафталин —  $C_{10}H_7CH_3$  (цетан сони 0" деб қабул қилинган) аралашмасидан иборат бўлиб, дизел ёкилгиларида цетан сони 40 дан 50 гача бўлади. Дизель ёкилгисининг цетан сони, ёкилгига юкори молекуляр прафин углеводородлари, ёки перекис моддалар қўшиш билан оширилади.

Реактив ёкилгилар. Ҳозирги замон авиациясида хаво турбореактив двигателлар қўлланилади. Бундай двигателларда ёкилги сифатида қайнаш температураси 150-280 °C бўлган керосин фракцияси ишлатилади. Тovuшдан тез учар сомонётлар ва (уш жуда баландда учати) қайнаш температураси 195-315 °C бўлган

керосин фракциялари ишлатилади. Реактив ёкилилар смола ҳосил қилиш хоссасига эга бўлган тўйинмаган углеводородлар ёкилиги системасини ифловловчи (тикилиб) қоилишига сабабчи бўладиган) кристалланувчи парафинлар сақламаслиги керак. Ароматик углеводородлар қосмок ҳосил қилишга мойил бўлганлиги ҳамда гигроскопиклиги учун қамрок бўлиши керак. Музлаш температураси эса  $-60^{\circ}\text{C}$  дан қам бўлмаслиги лозим.

Қозон ёкилиси сифатида нефтни қайта ишлаш маҳсулотлари газ, нефть, мазут ва бошқалар ишлатилади. Улар тепловозларнинг, парохолларнинг иссиқлик электр станцияларининг, саноат печларининг ўтхонасида ёкилади. Сурков мойлари ҳаракатдаги қисмларни бир-бирисига тегиб жойларини ишқаланишини қамайтириш мақсадида қўлланилади. Бунда ишқаланишга қам энергия сарфланади. механизмларнинг муштаққамлиги таъминланади. уларнинг едирилишини олди олинади. Сурков мойлари қўлланиш соҳасига қараб: индустриал (веретен. машина мойларига) ички ёнар двигателлари мойлари (автоллар ва авиация мойлари), трансмиссион (двигательнинг ҳаракатини ёки айлананишини қилдирак ва тасмалар орқали бошқа механизмларга узатувчи қурилмалар учун). турбина, компрессор ва маҳсус мақсадлар учун қўлланиладиган мойларга бўлинади. Сурков мойларининг сифати уларнинг сурқаш қобилияти, қовушқоклиги, қотиш ва ёниш температураси барқарорлиги, зичлиги қабилар билан белгиланади.

**Нефтни қайта ишлашга тайёрлаш.** Нефть қудуқларидан қазиб олинган нефть таркибида эриган газлар. сув ва механик аралаш-малар қам ва тулрок ўшлайди. Шунинг учун нефть. қонларида ва нефтни

кайта ишлаш заводларида, тозаланади. Нефть кондан махсу-  
кувурлар оркали пулатдан ясалган тик ҳолдаги сепараторларга (га)  
ажратгич) оқиб келади. У ерда нефтнинг бжими ва оқими  
камайданлигидан унда эриган газлар (йўлдош газлар) ажратиб  
чиқади. Бир вақтнинг ўзида нефть тиндирилганлиги учун механик  
аралашмалар ва сув ҳам қисман ажралади. Менраль тузлар  
ажратиш учун нефть юмшоқ ва иссиқ сув билан ювилади. Нефть сув  
билан мустаҳкам эмульсия ҳосил қилади. Шунинг учун ҳам  
тиндириш йўли билан сувни тўлик ажратиб бўлмайди. Сувни ва  
тузни нефтдан тўлик ажратиш турли термохимёвий ва электро-  
химёвий усулларни қўллаш билан амалга оширилади. Электро-  
тузсизлаш қурилмаларида шундай ишлов бериш натижасида нефть  
таркибида сув 0,1% гача, туз эса 70-100мг/л.гача камаяди. Нефть  
сувсизлантирилгач стабилланади. Яъни осон кайновчи бутан-  
пентанли фракция (қисман гексан фракцияси) ҳайдаб ажратиб  
олинади. Бу операция натижасида нефтни сақлаш ва ташиш жараё-  
нида енгил углеводородларнинг йўқотиши олди олинади.

**Нефтни қайта ишлашнинг асосий усуллари ва фойдалани-**  
**ладиган аппаратлар.** Нефтни қайта ишлаш саноатида нефть уч  
типта қайта ишланади; ёкилги олиш билан боровчи (мотор ва қозон  
ёкилгиси олинади), ёкилги-мой олиш, билан боровчи (ҳом мотор  
ёкилгиси ҳам сурков мойлари олинади), нефтехимёвий қайта ишлаш  
(ёкилгилар, сурков мойлари ва кимё саноати учун ҳом ашё олинади).  
Қайта ишлашнинг бу учала турли ҳам физикавий ва кимёвий усуллар  
билан амалга оширилади.

**Физикавий усуллар.** Нефть ва нефть маҳсулотларини қайта  
ишлашнинг уларни ташкил этувчи компонентларнинг физиковий  
хоссалари: кайнаш ва қотиш температураси, эрувчанлиги, абсорбцион  
қобилияти ва бошқалар орасидаги фарққа асосланган. Бу усуллар  
нефть таркибидаги қайноқ температуралари бир-бирига яқин бўлган  
фракцияларни ажратишда, углеводородларнинг айрим синфларини  
(депарафинлашда) ажратишда ҳамда индивидуал бирикмаларни  
ажратиб олишда қўлланилади. Кўпинча нефть маҳсулотлари  
атмосфера ва паст босимда тўғри ҳайдашда қўлланилади.

**Кимёвий усуллари.** Нефть ва нефть маҳсулотлари таркибидаги  
углеводородларнинг температура, босим, катализаторлар, кимёвий  
реагентлар таъсирида чуқур структуравий ўзгаришга асосланган.  
Бу усуллар жуда муҳим нефть маҳсулотларини миқдорини  
кўпайтириш (масалан бензин) учун, нефть маҳсулотларини сифати-ни  
ошириш (масалан бензиннинг октан сонини ошириш, учун, айрим  
индивидуал углеводородларни (бензол ва унинг гомологларини)  
олиш учун ҳамда кимё саноатининг ҳом ашёларини (водород, синтез-  
газ, ацетилин, алкенлар, диенлар ва бошқаларни) олиш мақсадида  
қўлланилади. Санаб ўтилган усуллардан нефть маҳсулотларини  
термик ва каталитик крекинглашнинг турли хиллари энг кўп  
қўлланилади.

Нефть ва нефть маҳсулотларини қайта ишловчи аппаратлар  
жараённинг узлуксизлигини, асосий маҳсулотнинг юқори унумда  
чиқишини, иктисодий самарадорликни, катта маҳсулдорликни  
таъминлаши керак. Нефтни қайта ишловчи аппаратларни уч гурппага  
бўлиш мумкин: ҳом ашёни қиздиришни ва ўзгаришни таъминловчи

печлар ва реакторлар. маҳсулотларни бир-бирисидан ажратиш учун  
ректификация колонналари (устунлари), иссиқликни бекорга чиқариб  
кетмаслиги яъни, ундан фойдаланиш учун (утили-зациялаш учун)  
хамда совутиш керак бўлган маҳсулотларни совутиш учун иссиқ  
алмаштириш аппаратлари.

Нефть ва нефть маҳсулотларини физикавий ва кимёвий қайта  
ишлаш жараёнлари одатда эндотермик бўлиб, ташқаридан иссиқлик  
берилишини талаб қилади. Шу мақсадда қўлланиладиган аппарат-лар  
иссиқлик бериш, усуллари билан бир-бирисидан фарқ қилади (114-  
расм) а-схемада ҳам ашёни ташқи томонидан қиздириш усулидан  
фойдаланиб б-схемада қиздириш адиабатик шароитда яъни иссиқлик  
утқазувчи юза бўлмаган шароитда амалга оширилади. Иссиқлик  
ташувчи сифатида юкори температуралари  
(900-950 °C) сув буғи ишлатилади.

Автотермик ёки оксидлаш усулида (в-схемада) зарур иссиқлик  
ҳам ашёни бир қисмини атмосфера кислородида ёқиш билан  
олинади. Қаттиқ иссиқлик ташувчидан (донадор алюмосиликатли  
катализатор ёки чангсимон кум ва бошқалар) фойдаланилганда (г-  
схема) реакция тугуни икки аппаратдан- реактор ва қиздиргич -  
регенератордан иборат бўлади. Қаттиқ иссиқлик ташувчи  
регенераторда қизийди ва реакторга бориб иссиқлигини беради.  
шундай қилиб бу аппаратлар орасида айланиб юради. Бу схема нефть  
маҳсулотларини каталитик қайта ишлашда кенг қўлланилади.

Нефть маҳсулотларини қиздирувчи асосий аппарат бу  
ташқаридан алангада қиздирилувчи ёки алангасиз қиздирилувчи  
қувурсимон печь ҳисобланади. Алангасиз қиздирилувчи қувурсимон

115-расм) ичи иссиқликни изоляцияловчи керамик панел (девор) билан терилган камера бўлиб, печнинг ичида ўтга чидамли тўсиклар 2 ўрнатилган. улар ёкиладиган газни чиқарувчи кенг каналлар ҳосил қилади (уни конвекцион камера ҳам дейилади). Иссиқалмаштиргичларда бироз қиздирилган ёки совуқ ҳолдаги хом ашё конвекцион камеранинг 6 остки қувурига берилади(печнинг ҳамма қувурлари кетма-кет бир-бириси билан уланган бўлади) у қувурдан ўтган хом ашё қайтувчи ёқилғи газлари билан қизийди. Сунгра у Радиант қувурларига 4,5 ўтади ва у ерда қувурларнинг иссиқлигида ва жуда қизиган ёқилғи газлар иссиқлигидан қизийди. Иссиқлик қизиган панелларнинг иссиқлик чиқаришдан олинади. Қизиган хом ашё печнинг тепа қисмидан чиқади ва қайта ишлаш учун юборилади. Печь керамик призма шаклидаги печь деворига маҳкамланган горелка 3 ёрдамида газ ёқилғиси ёқиб қиздирилади.Бундай печлар ихчам ва юқори фойдаланиш коэффициентига эга. Нефть маҳсулотларини бир-бирисидан ажратиш турли типдаги реактификация колонналарида мл амалга оширилади.Қалпоқли тарелкасимон типдаги барботажли колонналар кенг тарқалган. Одатда ҳар бир колоннада 30-60 та гача тарелкалари бўлади (улар горизонтал текисликда ўрнатилган бўлади).

Ҳайдаб ажратиб олинadиган фракцияларнинг қайнаш температурасини пасайтириш учун ҳамда углеводларнинг термик парчаланишини олдини олиш учун купинча сув буғи билан ҳайдалади.

Нефтни қайта ишлашнинг физик усуллари. Нефтни қайта ишлаш бил қайнаш температураси фарқига қараб алоҳида фракцияларга

(дистиллатларга) ажратиш, бир боскичли ёки икки боскичли аппаратларда амалга оширилади. Биринчи ҳолда жараёни атмосфера босимида олиб борилади. Бунда турли мотор ёкилгилари ва мазут (кайсиқим улар кимёвий қайта ишланади) ҳосил бўлади. Икки боскичли қурилмаларда нефть аввал атмосфера босимида ҳайдалиб мотор ёкилгиси ва мазут олинади. Сўнгра мазутдан паст босимда ҳайдаб турли сурков мойларни ва гудрон олинади. Гудрон кейин қайта ишланиб пек, асфальт ва нефть кокси олинади. Иккала боскиччи бирлаштириш катта иктисодий самара беради ва бундай қўшма аппарат атмосфера – вакуумли қувурсимон қурилма (АВК) дейилади. АВКнинг муҳим схемаси 116 расмда берилган. Унда нефть насос 5 билан 6 .9.12.13 – қувурсимон исскалмаштиргичларга навбат билан қўтариб берилади, у ерда  $170-180^{\circ}\text{C}$  гача қиздирилади сўнгра қувурсимон печга 1 ўтиб  $320^{\circ}\text{C}$  гача қизиб суюқ ва буг ҳолатда ректификация қолоннасининг 3 остки қисмига боради. У ерда бугланади ва буг мазутнинг суюқ қисмидан ажраларди. Буг юқорига қўтарилиб, фракцияларга: соляр мойлари ( $300-350^{\circ}\text{C}$  5%), керосин ( $200-300^{\circ}\text{C}$ , 19%), лигроинга ( $160-200^{\circ}\text{C}$ , 8%) ажралади. Бу фракциялар совутилгач йиғгичларга бориб йиғилади. Бензин ( $170^{\circ}\text{C}$  гача 15%) қолоннанинг юқори қисмидан буг ҳолатда чиқариб олинади ва аввал исскалмаштиргичдан 6 (тоза нефть билан) сўнгра қондэсаторда 7 қондэсатланган суюқ ҳолда сувдан ажратиш учун тиндиргичга 8 оқиб ўтади. Олинган бензиннинг бир қисми юқори температурада қайновчи фракция бугларини қондэсатлаш учун қолоннани сугоришга қайтарилади. Бу бензин сифатини яхшилайдди.

Колоннанинг остгикисмида нефтнинг асосий таркибий қисмларини қайташ температурасини пасайтириш учун ўткир буг киритилади.

Биринчи колоннанинг остидан оқиб чиққан иссиқ мазут (55%) 270-280 °С температурада қувурсимон печга 2 олиб борилади. У ерда 400-420 °С гача қийди ва 8-11 КПа босимда вакуум остида ишловчи 4-чи колоннага ўланади. Колоннанинг остги қисмидан қаттиқ қизиган буг кирилади. Буг аввал гудрондан ажралади, кейин юқорига кўтарилиб цилиндр, машина ва веретен мойи фракцияларга ажралади. Улар суғутилади ва йиғичга юборилади. Оғир газойль колоннадан буг ҳолда чиқарилади ва иссиқалмаштиргичда 9, ҳамда конденсаторда суғутилиб йиғичга юборилади. Унинг бир қисми колоннани суғориш учун қайтарилади.

Колоннанинг остки қисмидан суюқ қолдиқ гидрон чиқариб олинади. Шундай йўл билан олинган фракциялар олтингугурт ва кислород сакловчи бирикмалардан тозаланади ва зарурий миқдорда сифатини яхшиловчи моддалар қўшилгач тайер мотор ёқилгиси ва сурков мойлари сифатидан шлатилади. Олинган маҳсулотларнинг сифати ва миқдори қайта ишланадиган нефтнинг таркибига боғлиқ бўлади.

Нефть ва нефть маҳсулотларини қайта ишлашнинг кимёвий усуллари. Нефть маҳсулотларини юқори температура ва босим остида чуқур деструкцияга – крекингга олиб келувчи Жараёнлар билан боғлиқ. Ёнда углеводород молекулаларининг парчаланиши билан бир қатори барқарор моддалар синтезланиши билан боғлиқ бўлган иккиламчи жараёнлар ҳам кетади.

Крекинг дастлабки хом-ашёга ва углеводородлар парчаланишининг чуқур ва саёзлигига караб 450-720 °C да ва 7 МПа гача босимда турли: термик крекинг, риформинг, пиролиз ва кокслаш усулларида амалга оширилади. Бу усулларнинг ҳаммаси ҳам қушимча равишда мотор ёкилгиси ҳамда нефтикимё саноати учун газсимон маҳсулотлар олиш имконини беради.

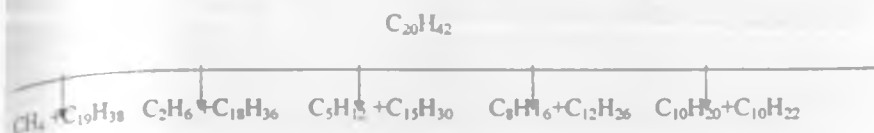
Турли синф углеводородларининг термик парчаланиш жараёнларининг мураккаблигига карамай баъзи бир умумий қонуниятларни қуриш мумкин. Крекингнинг барча турлари вадарод атомлари таксимланиши билан характерланади яъни енгил компонентларнинг водородга бойиши оғир компонентларнинг эса дастлабки хом ашёга нисбатан водородлар микдорининг камайиши жараёни кузатилади масалан бир қурилмада борувчи жараёни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$10(C+1.8H)=(C+3.2H)+6(C+2H)+2(C+1.3H)+(C+0.2P)$$

хом ашё газлар бензин мазут кокс

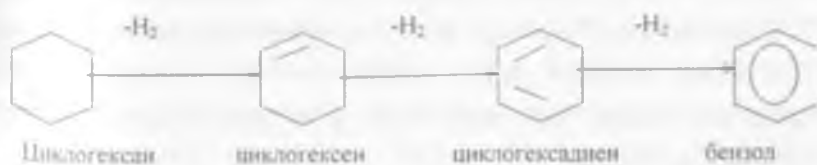
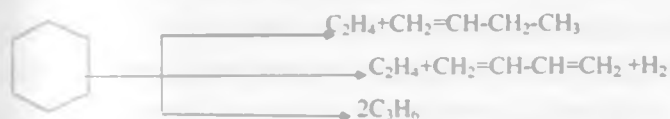
Термик крекинг жараёнларининг қўпчилиги занжирли радикал механиз асосида боради унинг бошланғич ҳарорати ва тезлиги углеводородларнинг термодинамик барқарорлиги билан боғлиқ бўлади.

Нефт хом ашёсининг таркибида тузилиши жуда хилма хил булган турли хилдаги углеводородлар бўлади табиқий уларнинг термик барқарорлиги ҳам турлича бўлади. Юқори ҳароратда углеводородлар айниқса парафинлар учун дегадрогенланишдан қура углерод боғининг узилиши билан бородиган жараёнларнинг термодинамик жихатдан эҳтимоли катта. Парафин углеводородларнинг молекуляр массаси канчалик катта булса молекуланинг (занжирнинг) уртасидан углерод боғининг узилиш эҳтимоли ҳам шунчадан юқори бўлади. Масалан, эйкозан парафинининг термик крекинг қуйидаги асосий маҳсулотларнинг ҳосил булишига олиб келади.



Туйинган ва туйинмаган углеводородларнинг микдорий нисбати тенг бўлганда, реакция аралашмада маҳсулотларнинг микдорий нисбати чапдан унг томонга кескин ошади.

Нафтен углеводородларнинг термик барқарорлиги парафинларга нисбатан анча юқори бўлади. Юқори ҳароратда нафтенлар учун дегидрогенланиш ва занжирнинг узилиши билан борадиган реакциялар характерлидир.



Алкилланган нафтенлар крекинги ён занжирнинг узилиши билан бошланади. Ароматик углеводородлар нисбатан термик барқарор ҳисобланади. Улар орасида эг биринчи алкилланмиш хосиллари бензол ва алкен ҳосил қилиб парчланади.



Юкори ҳароратда ароматик углеводородлар конденсатланиши ҳам мумкин бу ҳолат кокс ҳосил булишига олиб келади. Турли синф углеводородларнинг оддий моддалардан ҳосил булиш энергиясини ҳароратга боғлиқликдан келиб чиққан ҳолда (94-расм) крекинг маҳсулотларининг юкори ҳароратда термодинамик барқарорлиги куйидаги тартибда камаёлади

Ароматик углеводородлар – алкенлар-нафтенлар-парафинлар.

Тегишли кетма кетликда парчаланиш тезлиги ҳам ортади. Демак юкори биринчи навбатда парафин углеводородлар ва нафтенлар парчаланиши ва ароматик углеводородларнинг гулланиши кузатилади. Крекинг маҳсулотларида ароматик углеводородлари улушининг ортиши иккиламчи жараёнлар ҳисобига ҳам (масалан, дисенил синтез) бўлади.

Нефтни термик қайта ишлашдан асосий мақсад бензин ишлаб чиқаришдир. Бензин унумининг ҳароратга боғлиқлиги (а эгри чизик) ва уни таъсир қилиш вақти (б эгри чизик) 95-расмда берилган. Ҳароратнинг ортиши билан бензинни унуми бекарор оғир углеводородлар парчаланиш тезлигининг ортиши ҳисобига ортади ва қандайдир оптимал ҳароратда максимумга ( $X_b, \text{макс}$ ) етади. Ҳароратнинг янада кўтарилиши, энгил углеводородларнинг парчаланиб газлар ҳосил қилиши натижасида бензин унумини камайтиради.

Термодинамика қонунларига мувофиқ босим парчаланиш тезлигига таъсир этмайди аммо, мувозанатни ҳажмнинг камайиши томонга силжитади. Яъни газлар ҳосил булиши билан борадиган реакцияларни секинлаштиради ва кичик молекуляр массага эга булган олефинларни иккиламчи реакцияларга киришиши ҳамда парафинларнинг алкилланиш реакцияларига қудай шарт яратади. Демак, боғлиқлик эгри чизиги  $X_b = f(p)$  бензиннинг эгри юкори унуми  $\eta$  мос келувчи максимум  $X_b = f(t)$  эгри чизиги билан бир хил. Шунинг учун ҳам бензиннинг юкори унум билан чиқишини таъминлаш учун жараёни юкори босимда олиб бориш аксинча крекингнинг энгил фракцияларини унумини

ширини ушундан башка, бензиннинг ҳароратда олиб билиш мақсадга мувофиқдир.

Углеводородларнинг юкори ҳарорат шароитида булиш вақти ҳам крекинг жараёнининг боришига таъсир этади (96-расм б эгри чизиги). Узгармас ҳарорат ва босимда бензиннинг унуми (қандайдир оптимал ҳарорат ( $t_{opt}$ ) оптимал кинматга етгунча ортади. Жараён давомийлигининг ортиши (вақтнинг узайиши) билан бензиннинг унуми енгил углеводородларнинг газ ҳосил қилиш билан парчаланиши ҳисобига камая бошлайди. Бензиннинг унумини максимумга етказиш учун крекинг жараёнини шундай олиб борнш керакки, ҳом ашё реактордан бир марта ўтганда унинг 50-70% узгаришга учрасин. Сўнгра бензинга крекинг қолдигини ажратиб олинганч оралик фракциялар яна крекингга учратилади. Бўнга ҳом ашёнинг бир қисмини рециркуляция принциpidан фойдаланиш туфайли эришилади. Термик крекинг қилиш туфайли, бензин, турли газлар ва крекинг қолдиги олинади. Саноатда ҳом ашёга боғлиқ ҳолда ҳамда мақсадга қараб 3 хил крекинг қулланилади.

1. Суюқ фазада крекинг 470-540°C ҳароратда ва 70 Мпа босимда 2 фазада суюқ-бўғ системада боради. Одатда бу усул билан оғир ҳом ашёлар (масалан, мазут) рециркуляцияни қуллаган ҳолда қайта ишланади. Бунинг схемаси 97-расмда берилган. Мазут насос 1 ёрдамида ретрификация колоннасининг 2 остки қисмидаги тарелкалардан бирига олиб борилади, у ерда крекингнинг ёнувчи фракциялари билан қўшилиб қисман парчаланadi. Колоннанинг остки қисмидан оғир фракция чиқарилади ва 470-480°C да енгил крекинглаш учун қувурсимон печга 4 жўнатилади. Печларнинг босими 5-7 Мпа бўлади. Крекинг маҳсулотлари 3 ва 4 печлардан редукцион жўмрак 5 орқали буглантиргичдан 6 тушади, унда крекинг қолдик буглардан ажратиб буглач қурилмадан чиқариб олинади. Буглар (бензин буглари ва газлар) буглантиргичдан, ажратиш учун ректификация Колоннасига ўтказилади.

Крекинг газ конденсатордан 7 ўтиб сепараторда 8 бензиндан ажратилади. Олинган маҳсулотларнинг унуми крекинг бензин 30-35%, крекинг-газ 10-15%, крекинг-қолдик 50-55%га тенг бўлади. Крекинг-бензиннинг таркибида

ароматик углеводородлар кўп бўлганлиги учун, унинг октан сонни (70) олинган хайдаш оркали олинган бензиндан анча юқори бўлади.

Крекинг-газлар таркибида этилен, этан, пропилен, бутилен ва бутан ушлайди. Улар газларни ажратувчи курилмаларда (ГАК) фракцияларга ажратилади ва органик синтезнинг кимматбаҳо хом ашёси сифатида ишлатилади. Крекинг-қолдиқ буг қозонларнинг ёкилгиси ҳисобланган, гудрон, асфалт, нефт кокси қабиларни олиш учун хом ашё сифатида қулланилади.

2. Буг фазали крекинг кичикрок босим ва 600-630°C да ҳароратда юқори октанли бензин олиш мақсадида олиб борилади. Бунда лигроинли фракция ишлатилади. Буг фазали крекингда бензин билан бир қаторда кўп миқдорда қимматли нефт қимё хом ашёси ҳисобланган таркибида туйунмаган углеводородлари кўп бўлган газлар ҳам олинади.

3. Пиролиз бу юқори ҳароратли крекинг бўлиб, асосан этилен ва бошқа туйунмаган углеводородларни олиш учун ишлатиладиган хом ашёнинг турига қараб (табиий газ, газ конденсати, керосин, газойил, лигроин) кенг оралиқдаги ҳароратда (600-1200°C) амалда 670-720°C ларда ва атмосфера босимида лигроинли ёки керосинли фракцияларнинг чуқур парчаланиши ҳамда иккиламчи жараёнлар натижасида хом ашёнинг ҳоссаиға нисбатан 50% гача унум билан газ (таркибида 30% алканлар сақлайди) ва 45-47% қой олинади. Қойни ректификациялаб 20% бензол, 16% толуол ва 2% қселол олинади ва улар қайта тозалангач индивидуал модда сифатида қойданилади.

Қоклаш-нефт қолдиқлари мазут, крекинг-қолдиқ, гудронларни 450-500°C да ҳавосиз қойда термик парчалаш жараёни бўлиб унинг натижасида қушимча ёкилги қойданиладиган қулсиз (ёнганда қул ҳосил қилмайдиган) қокс олинади.

Қаталитик жараёнлар бугунги қунда нефт маҳсулотларини крекингда октан сони юқори бўлган ва турли органик синтезларда кенг қойдаланишга қабил газларнинг олиш усулларинини орасида асосий уринни эгаллайди. Қаталитик жараёнлар термик жараёнларда қатта тезликда нисбатан пастрок ҳароратда

мавстроқ босимда боради ҳамда у олтингугуртли нефтларни ҳам қайта ишглашга имкон беради.

Катализатор сифатида ғовак ташувчиларга (моддаларга) шимдирилган ҳолда синтетик алюмоцикатлар, платина, молибденоксидлари ва хром ишлатилади. Каталитик крекинг бу типик гетероген каттализ бўлиб-дастлабки моддаларнинг газ фазадан катализатор сиртига хемосорбецияланиши, кимёвий реакция, крекингмаҳсулотларининг катализатор сиртидан дисорбцияланиши ва уларнинг газ фазага дифузияланиши каби кетма кетлик тартибда боради. Шунинг учун ҳам фойдаланиладиган катализаторларнинг сирти катта булиши ( $\sim 700\text{м}^2/\text{г}$ ), яхши регенерацияланиш хоссасига эга булиши, олтингугурт бирикмаларига чидамли булмоғи ҳамда механик мустаҳкам булиши лозим. Катализатор сиртида боровчи кимёвий жараёнлар ион характериға эға.Бир вақтнинг узида катализатордан ташқарида ҳарорат таъсирида занжирли радикалн жараёнлар ҳам боради, аммо суст кетади.

Каталитик крекинг шароитига энг чидамли булган бирикмалар нормал тутилишли парафинлар ва алмашмаган ароматик углеводородлардир. Олефинлар, нафтенлар ва узун занжирли ён уринбосарлари булган ароматикуглеводородлар чидамсиз булиб, улар биринчи булиб крекинға учрайдилар. Узун ён занжирли ароматик углеводородлар оддий ароматик бирикмалар ва олефинларға парчаланадилар. Кондесирланган ароматик бирикмалар уринбосарларини ёкотади ва янада зичлашиб кокс ҳосил килади. Нафтенлик углеводородлар катализатор сиртида дегидрогенланади ва ён занжирнинг узилиши ҳамда халканинг очилиши билан C-C бог узилиб парчаланади. Полициклик нафтенлар ён ўринбосарлар узилгандан сунг оддий ароматик углеводородлар ҳосил килади-ю, аммо кисман зичлашиш, маҳсулоти сифатида катализатор сиртида қолади.

Крекинг натижасида ҳосил булган олефинлар C-C богдан узилиб парчаланадилар, изомерланадилар, полимерланадилар, гидрогенланадилар, халқали углеводородларға айланиб, дегидрогенланадиларда ва ароматик бирикмалар ҳосил киладилар. Каттализ шароитида олефинларнинг

гидроениланиш жараени катта аҳамиятга эга, чунки бунда дар ҳол таркибиди кам олефин сакловчи тургин бензин ҳосил бўлади. Парафин углеводородларни катализатор сиртида парчаланеди ва изомерланадилар. Демак, катализатордан крекинглашнинг муҳим узиға ҳос томони шундаки, бунда таркибиди октан сонини 98 гача етказувчи тармокланган занжирли туйниган углеводородлар ҳамда ароматик углеводородлар сакловчи енгил мотор ёкилгиси – бензин олинади. Крекинг жараёнида алюмосиликатли катализаторнинг сиртида катти кокс утириб қолиш сабабли унинг активлиги тезда пасаяди. Катализатор активлигини қайта тиклаш учун унга  $550-600^{\circ}\text{C}$  да ҳаво пуркаш орқали регинерациялайдилар. Катализатор сиртини коплаб олган кокснинг ёниши натижасида бир томондан катализатор қайта актив ҳолға утса (Регинерацияланса) иккинчи томондан у кизийди ва регенератордаги реакторға иссиқлик олиб утиш вазифсини ҳам бажаради.

Саноатда каталитик крекинг катализатор қаватининг ҳолати билан фарқ қилувчи уч типдаги қурилмаларда амалға оширилади: заррачалари муаллақ осилиб турувчи катализатор қавати ёки қайновчи қаватли ва қукунсимон катализаторнинг муаллақ заррачалари оқими типиди ишлаши билан улар бир-биридан фарқ қилади. Каталитик крекинг  $0.05-0.1\text{МПа}$  босимда  $450-500^{\circ}\text{C}$  да буг фазада алюмосиликатли катализатор иштирокида амалға оширилади. 97-расмда ҳаракат қилиб турувчи катализаторли крекингнинг схемаси берилган. Ҳом ашё қувурсимон печда (1)  $350-360^{\circ}\text{C}$  гача қиздирилади ва реакторға (2) боради. Реакторға бункердан (3)  $550-600^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача қизиган катализатор ҳам қелиб тушади. Катализатор заррачалари оғирлик қучи ҳисобига реакторнинг юкорисидан пастигача тушади, Ҳом ашёни крекингга учратади ҳамда реакторда уз иссиқлигини утказиши ҳисобига ҳароратини  $450-500^{\circ}\text{C}$  да саклаб туради. Катализатор регенераторға (4) боришдан олдин сиртидаги енгил углеводородларни десорбцияланишини қучайтириш учун буг билан ишлов берилади. Крекинг маҳсулотлари реактордан (2) чиқиб, 1-ат ва бензин фракцияларини бир-биридан ажратиш учун ректификация колоннаста юборилади. Регенераторға (4) ҳаво пуфлагич (5) ёрдамида катализатор сиртига

ёпишиб колган коксга ёпиш ушун тутковсыз хаво берилиб турилади. Регенератордан хосил булган тутун газлари буг олиш максидида Утилизатор маънига қоборилади.Регенерациялаган катализатор сикилган хаво ёрдамида тушувчи қурилмага тушади, у ердан хаво пуфлагичдан (7) сикилган хаво ёрдамида қувур (6) орқали бункерга (3)га утади.Бункердан яна реактор (2)га боради.Каталитик крекинг натижасида октан сони 76-82 булган 70% унум билан бензин, 12-15% бир атомдан турт атомгача углерод сакловчи газлар ва 6%гача кокс олинади. Саноатда қайноийчи қаватли катализатори булган каталитик типидаги қурилма кенг тарқалган.(60-расм) Катализатор сифатида сийрак ер элементлари билан активланган алюмосиликатлардан (цеолитлар) фойдаланилади.

Катализаторни қуллаш энергетик харажатларни қамайтиришга қурилмаларнинг махсуддорлигини оширишга бензиннинг сифатини ва чиқдорини оширишга имкон беради. Кейинги йилларда гидрокрекинг кенг қулланилмоқда. Бу 6 Мпа босимда 360-450°C да алюмосиликатларга қуйилган металл (Ni, W, Co, Mo) катализаторларда амалга оширилади.

Каталитик риформинг –октан сони юкори булган бензин ёки индивидуал ароматик бирикмалар олиш максидида октан сони кичик булган бензин ва лигронини вородли мухитида қайта ишлаш жараёнидир. Риформинг катализатор тасирида бир вақтнинг узида қуйдаги: олти аъзоли нафтенларнинг дегидрогенланиши, парафинларнинг дигидрогенланиб халқали бирикмаларга айланиши, беш аъзоли нафтенларнинг олти аъзоли бирикмаларга дегидрогенланиб изомерланиши, парафин углевородларнинг гидрокрекинги ва изомерланиши реакциялари боради Со ли ва Мо ли катализаторлар нефт махсулотларининг S ли бирикмаларини гидрогенлаб  $H_2S$  хосил қилинишига олиб келади.Бу хол S ли (S ли бирикмалари қуп булган ) нефтларни қайта ишлаш имкониятини беради.

Риформинг икки типга –платформинг ва гидроформингга булинади. Платформинг фторланган алюминий оксидига жойлаштирилган платина катализаторда 480-510°C ҳарорат ва 2-4 МПа водород босимида олиб борилади.

Гидроформинг алюмолибденли катализатор каватда 1.7-1,9 МПа газ босимида амалга оширилади.

**Нефт маҳсулотларини тозалаш** Хайдаш йули билан ва крекингнинг оркали нефт маҳсулотлари таркибида олифинлар, диолифинлар, олтингугуртли кислородли ва азотли бирикмалар саклайди. Улар кимёвий актив моддалар булганлигидан саклаш вақтида оксидланадилар ва полимерланадилар.

Нефт маҳсулотларини тозалашнинг усуллари кимёвий ва физик-кимёвийга бўлинади. Кимёвий тозалаш усуллари: Гидротозалаш ва сульфат кислотаси билан тозалашлар киради. Физик-кимёвийга адсорбцион ва абсорбцион тозалаш усуллари киради.

Сульфат кислотаси билан тозалаш усули катта миқдорда уювчи реагентлар талаб қилади ва бундан фойдаланиш қийин булган чикиндилар ҳосил бўлади. Шунинг учун ҳозирги дарвад гидро тозалаш усули кенг тарқалди бу усул нефт маҳсулотларини олтингугуртли нефтдан олиш имконини беради. Бу усул 380-420°C ва 3-4 МПа босимда нефт маҳсулотларини кобальт-молибденли катализаторлар иштирокида селектив гидрогенлашга асосланган. Натижада олтингугурт, кислород ва азотнинг органик бирикмаларидан: углеводородлар ҳамда ажралиб чиқиши осон булган  $H_2S$ ,  $NH_3$  ва  $H_2O$  ҳосил бўлади.

Шу билан бир каторда дисенларнинг ва актив олифинларнинг гидрогенланиб тўйинган углеводородлар ҳосил қилиш жараёни ҳам боради. Гидротозалашда риформинг натижасида олинадиган арзон водороддан фойдаланилади.

**Адсорбцион усуллари.** Бунда нефт маҳсулотлари адсорбентлар-табиий тупроқ, боксид, силикагел кабилар аралаштирилади қайсики уларнинг юзасига биринчи навбатда олтингугурт, азот ва кислород сакловчи бирикмалар ҳамда диолифинлар адсорбланади.

Абсорбцион усуллари. Керосин ва мойларнинг зарарли аралашмаларини улар билан аралашмайдиган суюқликларда танлаб эриб утиш ҳосилда асосланган. Шундай суюқлик сифатида суюқ олтингугурт (IV юкслик)

фурфорол, нитробензол, диэтил, этил эфири ва бошқалар қўлланилади. Эриткичлар ҳадаш йули билан регенерацияланади.

### 11.5 Газсимон ёкилгилар.

Ёнувчи газларга : табиий ва йуловчи газлар,нефтни кайта ишлашдан ҳосил бўлган газлар (крекинг, риформинг, пиролиз газлари), генератор газлари кокс ва домна газлари киради. Улар ёкилги сифатида ҳамда кимё саноатининг хом шайси сифатида фойдаланилади.1940-йилларгача дунёда халқ хужалигининг газга булган талаби каттик ёкилгиларни кайта ишлашдан ҳосил булган синтетик газ ҳисобига кондирилиб келинган булса ҳозирги даврда эса асосан табиий ва нефт газлари ҳисобига кондирилмоқда. Табиий газ таркибида кўшимча сифатида озрок, ноорганик газлар, (водород сульфид, углерод (IV) оксиди, азот, гелий ва бошқалар) аралашмасини сакловчи метан каторидаги газсимон углеводородлар аралашмасидан иборатдир. Таркибида нефт булмаган ер остида тупланган газларни табиий газ, унинг конларини газ конлари дейилади. Нефт олганда у билан аралашиб чиқадиган газларни йулош (йуловчи) ёки нефт газлари дейилади.Табиий газ асосан метандан ташкил топган нефт газлари эса метандан ташқари анчагина унинг гомологларни ( $C_2$  дан  $C_6$  гача) ўшлайди.Газ конденсати конлари ҳам учрайди. (Табиий газ конларидан газ чиққанда босим камайиб ундан суюқ углеводородлар конденсат ҳам ажралиб чиқади). Бу ер остида канчалик чуқурликда жойлашган булса унинг таркибида конденсат миқдори ҳам шунчалик кўп бўлади. Баъзи газ конлари газнинг таркиби 8-жадвалда берилган.

Газ саноатининг жадал суратлар билан ривожланиши газнинг ажойиб ёкилги эканлиги билан боглик. У ёнганда тулик ёнади тутун ва захарли моддалар кул ҳосил қилмайди (узи оқиб борганлиги сабабли )кулай ва иктисодий жихатдан арзон, сиқилган ва суюлтирилган ҳолда саклаш мумкин, казиб олиш анча арзон (шартли ёкилги бирлигига айлантйриб ҳисобланганда кўмир қийматининг 10%ни ташкил этади). Мамалакатда ишлатиладиган жами газининг 55% саноатта сарфланади, 26% электр станцияларда ёкилади. 15% турмуш эhtiёжлари учун ва 4% халқ хужалигининг турли тармоқларида

сарфланади. Ҳозирги кунда пулатнинг 90%, чуқуннинг 85%, цементнинг 60% ва ўғитнинг 85% газдан фойдаланиб ишлаб чиқарилмоқда. Табиий газнинг барча таркибий қисмларидан қимё саноатида кенг фойдаланилади. Айниқса нефт қимё саноати учун нефтни қайта ишлашдан ҳосил булган туйинмаган углеводородлар сакловчи газлар муҳим ҳом ашёдир. Нефтни қайта ишлаш натижасида қайта ишлаш усулларига қараб ҳосил булган газларнинг таркиби (уртача) 9-жадвалда берилган.

9-жадвал

| Нефтни қайта ишлаш усуллари | газларнинг таркиби ва улуши % (ҳажм бўйича) |                 |                               |                               |                                |                               |                               |                               |
|-----------------------------|---------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                             | H                                           | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> |
| Суюқ фазаги крекинг         | 3,5                                         | 45              | 17,5                          | 13                            | 5,5                            | 2,5                           | 7                             | 4,5                           |
| Пиролиз                     | 12                                          | 56              | 6                             | 0,5                           | 0,2                            | 17                            | 7,5                           | 4,5                           |
| Каталитик крекинг           | 5,5                                         | 10              | 4                             | 18                            | 44                             | 3                             | 9                             | 15                            |
| Каталитик риформинг         | 9                                           | 7               | 13                            | 37                            | 35                             | -                             | -                             | -                             |

Газ қудуқларини казиш нефт казишдан амалда фарқ қилмайди. Республикаимизда саноат миқёсида газ казиб олиш асосан 1965 йиллардан кейин бошланди. фойдаланиладиган йирик газ конлари Бухородаги-Газли, Коровулбозор, Денгизкул, Жаркок, Кашказарёдаги Шуртан, Зеварда, Шимолий ва Жанубий Муборак, Уртабулок, Помир, Қорақум, Қултоқ, Алан ва бошқалар. жами 30 дан ортиқ. Ўзбекистон 1976 йилга қелиб 36.1млрд.м<sup>3</sup>газ ишлаб чиқарди. Бу Болгария, Чехия ва Словакия, Англияда ишлаб чиқарилган газларнинг ҳаммасини қушиб ҳисоблагандаги миқдордан ҳам ортиқдир. Ҳозирги пайтда Республикаимиз Япония, Франция, Англия каби ривожланган мамлақатларни қушиб ҳисоблаганда ҳам улардан кўпроқ газ ишлаб чиқармоқда.

## ОРГАНИК СИНТЕЗ САНОАТИ

### 12.1 Органик синтезнинг хом ашёси ва типик кимёвий технологик жараёнлар.

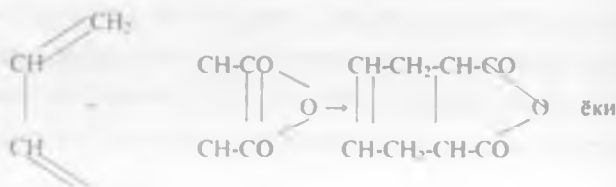
Органик бирикмаларни ишлаб чиқариш қадимдан бошланган, аммо у узок йиллар давомида табиий материаллар таркибидаги маҳсулотларни (канд-шакар, скипидар, ўсимлик ва ҳайвон мой ва ёғлари ва бошқалар) ажратиб олишга асосланган ёки мураккаб табиий маҳсулотларни оддий моддаларга (озик-овқат маҳсулотларини спирт ва сирка, ёғларни совун ва глицерингача) парчалашга асосланган эди. XIX асрнинг ўрталарига келиб органик кимё тараккиётида йирик муваффақиятлар қўлга киритилди. А.М.Бутлеровнинг органик моддаларнинг тузилиш назарияси яратилди, физикавий кимёвий ва техник фанларнинг ютуқлари, тошқумирни кокслаган хосил булувчи қўшимча маҳсулотларга асосланган хом ашё базасини яратилиши ва бошқалар, органик синтезнинг пайдо бўлишига, яъни оддий моддалардан мураккаб моддаларни олишга олиб келди. Органик кимёнинг дастлабки ютуқлари табиий материалларни (табиий бўёқлар, дори-дармонлар, ҳид берадиган моддалар) синтетикка алмаштиришга қаратилди. Кейинчалик эса аста – секинлик билан табиатда учрамайдиган (портловчи моддалар, юқори молекуляр бирикмалар) бирикмаларни синтезлашга қаратилган. Утган асрнинг 30-50 йилларида табиий газ ва нефть казиб олиш, ҳамда уни қайта ишлаш соҳасидаги улкан муваффақиятлар органик синтезнинг гуркираб ривожланиши учун мустаҳкам хом ашё базасини яратди. Тошқумир хом ашёсининг нефть маҳсулотлари ашёсига алмаштиришга бўлган мойиллик 121-расмда яхши ифодаланган. Бундай алмаштиниш жараёнида янги нефть кимё синтези деб аталувчи термин пайдо бўлди. Бу синтезнинг янги хом ашё базасига асосланганлигини кўрсатади ҳолос, бирор маҳсулотни қандай хом ашёдан (тошқумир хом ашёсидан ёки нефть хом ашёсидан) фойдаланиб синтезланишидан катъий назар уларни ишлаб чиқаришда принципаф фарк бўлмайди. Органик синтез саноати хом ашё шифатида: галогенлар ва уларнинг бирикмаларидан, кислоталар, оксидлар,

ишқорлар, аммиак, водород, сув, ҳаво ва бошқалардан фойдаланилади. Бу моддалар органик маҳсулотларига турли атомлар ва группаларни киритиш учун, бир моддани бир канча бошқа моддаларга айлантириш учун, индивидуал моддаларни ажратиб олиш ва тозалаш учун фойдаланилади.

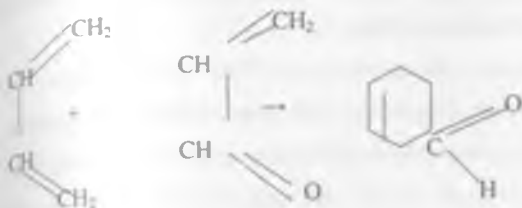
Органик синтез ўз тараккийтининг бошланғич этапларида охириги асосий маҳсулот билан оралик ярим маҳсулотлар (алкенлар, галогенли ҳосилалар, спиртлар, альдегидлар, кетонлар, феиоллар, аминлар ва бошқалар) ишлаб чиқаришни қўшиб олиб борди. Кейинчалик органик синтездан бир канча ўзига хос ишлаб чиқаришлар: пластмассалар, синтетик каучуклар, кимёвий толалар, бўёқлар, дори-дармонлар технологиялари ажралиб чиқди. Хозирги замон органик синтез саноати икки муҳим мақсадга қаратилган.

1) кенг қўламли ишлаб чиқариш, бунда (ўн ва юз минг тонналаб ишлаб чиқарилади.) саноатнинг бошқа тармоқлари учун ярим маҳсулотлар (масалан, юқори молекуляр бирикмалар учун мономерлар) ишлаб чиқарилади. 2) бир канча гайёр маҳсулот (ювиш воситалари, кимёвий захарли бирикмалар, эритувчилар ва бошқалар) ишлаб чиқариш. Бугунги кунда органик синтез маҳсулотларидаги ўн ёки бу даражада фойдаланмайдиган халқ ҳўжалигининг бирор тармоғи йўқ. Буни 122-расмда яққол кўриш мумкин.

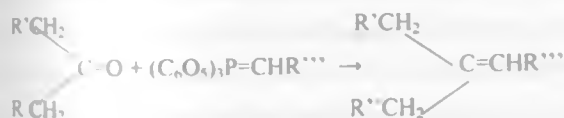
Органик синтез саноатидаги тараккийёт маълум даражада янги реакцияларни кашф этилиши ва уни ишлаб чиқаришга талбиқ этилишига боғлиқ. Қўпинча принципнол янги реакция органик кимёдан янги даврни бошлаб беради. Масалан, 1928 йилда 1-4 ҳолатда боғланган диен системаларига иккиламчи ва учламчи боғланиш (диенофиллар) тутган моддаларнинг бирикмо олти аъзоли цикллар ҳосил қиладиган диен синтези реакцияси (О.Дильс ва К.Альдер) очилган эди.



CH<sub>2</sub>



Бу реакция турли-туман циклик бирикмалардан тортиб то мураккаб полициклик системалар, масалан, стероид ва сўнгра гетероциклик системалар каби қўпинча янги синтетик моддалар олишнинг асоси бўлиб қолди. Виттиг реакцияси



олефинлар синтез қилишнинг янги усулини асоси бўлиб қолди. Улар эса қўпинча маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун ажойиб хом ашё ҳисобланади. Фазалараро катализдан фойдаланиш органик синтез таракқиётида янги босқич бўлди, бунда реакцияон аралашмага махсус моддалар — фазалар аро қучирадиган катализаторлар (аммонийли, фосфонийли тузлар, краун-эфирлар) қўшилади. Бу моддалар, масалан, анионларни сувли ёки каттик фазада органик фазага қучиришга ёрдам беради, у ерда булар реакцияга киришади. Фазалараро катализаторлар самара берадиган реакциялар сони жуда кўп ва улар карбонийонлар иштирокидаги (Кляйзен, Михаэль, Виттиг, Хорнер ва бошқаларнинг реакциялари, C-алкиллаш, бирикиш реакцияси ва бошқалар) тарқалган реакцияларни ўз ичига олади. Фазалараро катализнинг оксидланиш реакцияларида қўлланилиши истикболли ҳисобланади, бунда органик модда

сувда оксидловчи эса органик эритувчида эримаиди. Масалан, бензолда эримайдиган калий перманганат оз микдорда Краун-эфир кўшмачиси таркибида  $MnO_4^-$  иони бўлган кучли оксидловчи бўлиб хизмат қилади.

Айниқса, элемент органик бирикмаларнинг (1926 йилда боразол, 1963 йилда карборон ваунинг аналоглари-600 °C гача иссиқликка чидамли, силиконлар, силиконли каучук - 60 дан + 200 °C гача чидамли, фосфорорганик бирикмалар, фтороорганик бирикмалар, масалан, тефлон 400 °C гача иссиқликка чидамли) синтезланиши органик синтез маҳсулотлари ишлаб чиқаришга кенг йул очиб берди.

Органик синтезга, чиқарадиган маҳсулот турларининг (ассортиментининг) тўхтовсиз кенгайтира бориш ва янгиллаб бориш билан динамик ривожланиб, ўсиб бориш характерлидир, яъни янги аппаратлар ва жараёнларни ўзлаштириш, ўсиб бориш характерлидир, яъни янги аппаратлар ва жараёнларда ўзлаштириш, мукаммал технологияни ишлаб чиқаришга киритиш, автоматлаштириш ва механизациялаштиришнинг самарадорлиги юқори бўлган воситалари билан ишлаб чиқаришни жиҳозлаш ва шу қабилар. Органик синтез саноатининг яқин келаждаги вазифаси бу ишлаб чиқаришнинг энергияга бўлган талабини камайтириш. Атроф муҳитга зарарли таъсирини камайтириш мақсадида хомашени қайта ишлашнинг самарадорлигини ошириш ва чиқинди микдорини камайтиришдан иборатдир. Органик синтез маҳсулотларининг саноат миқёсида ишлаб чиқариш учун ҳар хил реакциялардан: галогенлаш, сульфолаш, нитролаш, оксидланиш-кайтарилиш, гидрогенлаш, дегидрогенлаш, гидратлаш ва дегидратлаш, циклизициялаш, изомеризациялаш, конденсациялаш, полимерланиш, этрификация, алкиллаш ва бошқалардан қўлдан келтирилади. Бунда оддий моддалардан анча мурракаб бўлган моддалар олинади (углерод занжири узайтирилади). Баъзи ҳолларда дастлабки модда молекуласида углерод сонини ўзгартирмай, унинг тузилишини ва реакция қобилиятини ўзгартаришга мўваффақ бўлинади ёки дастлабки моддани углерод занжирини парчалаб янги маҳсулотлар олинади. Қўлчилик органик

реакциялар кинетик областда боради ва реакциянинг умумий тезлиги, реакциянинг тезлик тенгламаси билан аникланади.

$$U = dx/dt = K \cdot \Delta C$$

Жараёнинг харакатлантирувчи кучи  $\Delta C$  реакция тартибини кўрсатувчи кинетик тенгламага асосан, реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациялари купайтмасига тенг. Тезлик константаси эса Аррениус тенгламасига бўйсинади.

Органик синтез жараёнида бир вақтнинг ўзида бир қанча параллел ва кетма-кет реакциялар боради. Кетма-кет реакцияларда купчилик ҳолларда улардан бири жараён тезлигини лимитлайди, белгилайди. Жараёнинг умумий тезлик константаси  $K$  элементар реакциялар тезлигининг мураккаб функциялари билан ифодаланиши мумкин.  $K = f(K_1, K_2, K_3, \dots)$

Мақсадли маҳсулот бўйича (олиниши мақсад қилиб қўйилган маҳсулот) жараёнинг селективлиги, асосий ва қўшимча реакциялар тезлик константаларининг нисбатлари билан аникланади. Шу сабабли органик синтез жараёни интенсивлаштириш учун фақат асосий реакцияни тезлаштирадиган ёки кетма-кет боровчи реактивларнинг меёрли босқичларини тезлаштирувчи селектив катализаторлардан фойдаланилади. Органик синтезда кимсвий-технологик жараёнларни интенсивлаш усулларини қўллашда купчилик ҳолларда дастлабки, охириги ёки оралик бирикмаларини барқарорлаштириш билан чегараланади, чунки улар термик парчаланадилар ёки қўшимча маҳсулотларга айланиб қолади. Бундай ҳолларда жараёнинг тезлик константасини ошириш учун катализатор билан бир каторлатурли ион ёки радикал характердаги, фотосинтез, радиацион нурлантириш, лазерли нурлантириш, электросинтез каби турли инициаторлардан фойдаланилади. Мисалан, қўлгина мономерларни полимерлаш учун турли хилдаги пероксидлардан фойдаланилади, ювиш воситасининг таркибий қисмларидан биригини олиш учун ультрабинафша нурлар билан нурлантириб,

радиацион нурлантиришдан фойдаланилади.

Органик синтез саноатнинг муҳим аҳамиятлардан бири акин ишлар ичида совун, олиф, сурков мойлари, спирт каби ўнлаб маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун катта миқдорда озик-овқат маҳсулотлари ишлатилишига ҳақ қўйиш, яъни бу мақсад учун озик-овқат маҳсулотларини нозик маҳсулотларга айлантиришдан иборатдир.

Ҳозирги замон органик синтез саноати корхоналари ҳар гуруҳи технологик цехларнинг бирлаштирилган комплексдан иборатдир. У нафақат мақсадли маҳсулотлар ишлаб чиқаради, балки қўпгина қўшимча маҳсулотларни ушлаб қолиш ва қайта ишлаш қўрилмаларини ҳам ўз ичига олади.

Органик синтез ўз тараккийтининг бошланғич этапларида охириги асосий маҳсулот билан оралик ярим маҳсулотлар (алкенлар, гелогенли ҳосилалар, спиртлар, альдегидлар, кетонлар, феноллар, аминлар ва бошқалар) ишлаб чиқаришни қўшиб олиб бори. Кейинчалик органик синтездан бир қанча ўзига ҳос ишлаб чиқаришлар: пластмассалар, синтетик каучуклар, кимёвий толалар, бўёқлар, дори-дармонлар технологиялари ажралиб чиқди.

## 12.2 Ацетилен ишлаб чиқариш

Ҳозирги пайтда ацетилен кальций карбиддан ва углеводородларини асосан табиий газни пиролиз қилиш йўли билан олинади. Кальций карбид электротермик печларда оҳак ва коксдан аралаштириб тайерланган шихтани  $1700 - 1800^{\circ}\text{C}$  да қиздириб олинади.



Кальций карбид су в билан бирга ацетилен ва кальций гидроксидга айланади.



Бу усулнинг камчилиги асосан унда жуда қўп электр энергияси (1 т ацетиленга 10 - 11 минг кВт с) сарфланиши, фойдаланадиган аппарат ва ускуналарнинг катталиги, ҳамда катта миқдорда фойдаланиш кийин бўлган чиқиндининг ҳосил бўлишидир.

чиаришнинг асосий усули углеводородли ашёларнинг пиролизи бўлиб қолди. Пиролиз усуллари газ аралашмасига иссиқликни бериш усуллари билан бир бирисидан фарк қилади. Углеводородларни парчалаш учун старли бўладиган юкори харорат қуйидаги уч усулда олинади:

1. Электр ёй ёрдамида (электрокрекинг)
2. тўғридан тўғри ёки регенератив киздириш (термик крекинг)
3. хом ашёнинг бир қисмини ёкиш орқали (термооксидлаш пиролизи)

Булардан кенг қўлланиладигани термооксидлаш пиролиз усулидир. Бунда табиий газ тўлиқ оксидланишига старли бўлмаган миқдорда кислород ёки кислородга бойитилган (40 % гача  $O_2$ ) ҳаво билан аралаштирилиб ёкилади, бунда метаннинг ёнишидан  $CO_2$  ва  $H_2O$  ҳосил бўлади.  $CH_4 + 2O_2 \leftrightarrow CO_2 + 2H_2O$ . Улар метаннинг ортиқчаси билан бирикиб  $CO$  ва  $H_2$  ҳосил қилади.



Бу реакцияларни умумий ҳолда бундай ёзиш мумкин:



Бу жараён катализаторсиз ҳамда  $1500^\circ C$  да олиб борилганда, бу қалар юкори хароратда метаннинг  $CO$  ва  $H_2$ га конверцияланиши билан бир қаторда унинг ва гомологларининг пиролизи ҳам кетади:



Асосий реакция билан бир қаторда қўшимча реакциялар ҳам кетади.



Шунинг учун ҳам қўшимча реакцияларни камайтириш мақсадида ҳосил бўлган ацетиленни юкори температура зонасида жуда қиска вақт (0,003-0,004 сек.) бўлишини таъминлаш учун унинг ҳажмий тезлиги оширилади ҳамда, тезлик билан совутилади. Шундай қилинганда метан тўлиқ ацетиленга айланади, ацетиленнинг унуми 30% га етади. Бу жараён махсус печларда олиб

борилади. Печ чидамли гишталар билан копланган (132-расм). Қувурсимон печларда  $600^{\circ}\text{C}$  киздирилган табиий газ пиролиз печнинг юқорисидан би томонидан печга киритилади, тахминан  $600^{\circ}\text{C}$  гача киздирилган кислород печнинг тепа кисмидан соплло 1 (хаво утадиган конуссимон найча) оркали киритилади. Газлар катта тезлик билан келиб печнинг урта қисмида аралаштириш булмасида 2 қушилади, газлар аралашмаси кўп сонли минтақаларда тешиклари булган, утга чидамлилиги жу да юқори ҳисобланган керамик плиталар оркали ўтиб печнинг остки қисмига келади ва тешикчалардан ўтган жойда метан чала ёнади ва унинг пиролизи кетади ҳамда шу ерда газлар аралашмаси дарҳол форсунка 5 (сув пуркагич) оркали  $200^{\circ}\text{C}$  гача иссиқ сув пуркалиб совутилади. (осон бугланиш учун иссиқ сув пуркалади).

Ҳосил булган қурилма газлар аралашмасидан ажралиш учун газ сув билан ювилади, ҳўл электрофилтр оркалнутқарилади, сўнгра газ 0,1 МПа гача сиқилади. Газлар аралашмасидан ацетиленни карама қарши оқим принцидида диметилформамид (к. т.  $153^{\circ}\text{C}$ ) ёки N-метилгиролиддин (к. т.  $202^{\circ}\text{C}$ ) билан эритиб ажратиб олинади. Бу эритувчилар фақат ацетиленни эритади. Босим атмосфера босимигача камайтирилганда ва киздирилганда ацетилен эритувчидан ажралиб чиқади. 2. Ацетилен олинганда қўшимча равишда ҳосил бўлган СО ва  $\text{H}_2$  ни қайта ишлаш йули билан 4 т аммиак, ёки 3 т метанол олиш мўмкин. Қурилманинг (бир неча печи булганда) махсулдорлиги 30 – 50 т /йил ацетилен. Олинган ацетиленнинг тан нархи қарбидан олингандагига қараганда анча арўнга тушади.

Ацетилен кўпгина органик синтезлар учун ҳам ашё ҳисобланади. Унда акрилонитрил, тетрoхлoрoтан, глицерин, полихлoрвинил, этил спирт, сирқа кислота, этилацетат, синтетик каучуқлар, толалар, пластмассалар каби юзлаб махсулотлар олинади. Ацетилен махсус газ гольдерларида ва пўлат баллонларида сақланади. Ацетилен катта босимда сиқилганда портлайди. Шунинг учун баллонлар кизельтур ( $\text{SiO}_2$ нинг бошқа бир қўрилиши) билан тўлдирилади ва ацетон шиқдирилади ацетилен ацетонда эрийди. (1л. ацетон 1,24 МПа да 350т. ацетиленни эритади).

### 12.3 Капролакта́м ишлаб чиқариш.

Капролакта́м (ξ-аминокпро́н кислота лакта́ми) асосан бензолни гидрогенлаб олинади. Гидрогенлаш алюминий оксидига кушилган никель катализатори иштирокида, 0,1 МПа босимда, 160-200°C да, ортикча водород иштирокида, газ фазада олиб борилади ёки суюк фазада 250-280°C да, 0.35 МПа босимда платина катализатори билан тулгазилган колонна типидagi реакторда гидрогенланади. Кейингисида олинган циклогексан катта унум билан чиқади (цикло гексанининг к. Т 81°C), унумдорлиги 120 минг т/йилга тенг:  $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$

Иккинчи боскичда кобальт стеарати ёки нафтенатидан иборат катализатор иштирокида 0,2 МПа босимда 180-200°C да циклогексан хаво кислороди билан суюк фазада оксидлантирилади. Оксидлаш, циклогексанолга айланиши 8-10% дан ошмаслиги учун жуда охисталик билан олиб борилади. Ректификациялаб хайдашдан колган колдик реакцияга киришган циклогексанга хисобланганда 80% циклогексанол (к. Т -160°C) ва 20% циклогексанон (к. Т -155°C) аралашмасидан иборат булади. Сунгра аралашма яна ректификацияланиб ажратилади. Учинчи боскичда циклогексанолдан 450°C да рухланган темир катализатори юзасида водородни ажратиб олиш оркали оксидлаб, циклогексанон олинади



Циклогексанол      Циклогексанон

450°C гача қиздирилган циклогексанол бугларли ичи катализатор билан тулгазилган қувурсиммон контакт аппаратига киритилади у ёқилги газ билан ишатилади. Реакция натижасида олинган водород тозаланиб синтезнинг биринчи боскичиди ишлатилади.

Циклогексанон ректификацияланиб, реакцияга киришмай колган циклогексанолдан ажратиб олинади. Унуми 93%. Туртинчи боскичда

циклогексанонга гидроксилламин ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ) таъсир эттириб унинг оксими олинади:



Циклогексаноннинг оксими

Гидроксилламин эса унинг тузига аммиак таъсир эттириб олинади:



Гидроксилламин сульфатнинг сувдаги эритмасига аммиак циклогексанон кушиб,  $90^\circ\text{C}$  гача кнздирилади. Оксим мойсимон кават хосил килиб ажралади (унуми 93%), сув билан ювилади ва синтезнинг бешинчи боскичи учун ишлатилади. Бешинчи боскичида оксимга 20% ли олеум ( $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ ) таъсир эттирилади, натижада Бекман буйича группаланиш бориб капролактама айланади :



Пулат реакторда харорати  $100^\circ\text{C}$  булганда олеумга оксим кушилади ва эмеевикларда (бурама сипиральсимон найча ) сув билан совутилади. Хосил булан лактам эритмаси сувга куйилади ва аммиак билан нейтралланади. Суюкланган капролактама ажратилади ва икки марта вакуумда хайдаб олинади (к. Т  $68-69^\circ\text{C}$ ).

Бензолдан капролактама ишлаб чикариш схемаси ...расмда берилган. Биринчи погонали оксидлаш реакторига 1 циклогексанон ва аммоний сульфатнинг сувдаги эритмасига гидроксилламин сульфатнинг эритмаси кушилган аралашма иккинчи погонали оксидлашдан сеператор 2 оркали келиб куйилади. Реакция махсулотлари 3- сеператорга тушиб икки каватга: сувли аммоний сульфат ва органик кават оксидининг циклогексанондаги эритмасига ажралади. Органик кавати иккинчи погонали оксидлаш реакторига 4 келади, бу ерга тоза гидроксилламинсульфатнинг эритмаси ва аммиакли сув кушилади. Реакция аралашма 2- сепараторга юборилади, у ерда сувли-сульфатли каватга реакция киришмай колган гидроксилламин ва ҳам циклогексаноноксим сакталади ажралади.

Сувли кават 1-реакторга берилади, циклогексаноноксим эса кайтагурухланиш учун 5- реакторга ўтади. Аралашмани совитиш учун 6-совутгич орқали ўтади, олеум айланиб турувчи совук аралашмага юборилади. 5-реактордан кайта гурухланган махсулот 7- нейтраллагичга келади, у ерга аммиакни сув юборилади. Нейтралланган махсулот сепараторга 8 тушади, бу ерда аммоний сульфатнинг сувли эритмаси "лактама мойидан" ажралади. Лактама мойи 60-65 % (масса бўйича) капролактама, 30-35% (масса бўйича) сув ва аммоний сульфат ҳамда қўшимча махсулотлар сақлайди. Биринчи поғонада капролактама трихлорэтилен билан 9- экстракторда мойдан ажратиб олинади. Олинган экстракт реэкстракторга 10 тушади, у ерда капролактама сувда эрийди ва трихлорэтилен каватдан ажралади, у қўшимчалар сақлайди. Капролактамининг сувдаги эритмаси реэкс-тракторнинг юқори қисмидан тозалаш бўлимига 11 юборилади. (тозалашнинг иккинчи босқичи). Бу ерда у ион алмашиш смоласи ёрдамида тозаланади ва катализатор таъсирида гидрогениланади. Капролактамининг тозаланган эритмаси буглантирилиб вакуумда ректификацияланади.

Циклогексан бўйича капролактамининг унуми 90-95 % . капролактама ишлаб чиқаришнинг ҳозирги замон қудратли қурилмалари йилига 90 дан 130 минг тоннагача ишлаб чиқармоқда. Унумдорилиги 50 минг т/йилга тенг. Капролактама фенолни платина катализатори ёрдамида оксидлаб ҳам олинади. Аммо бу куп босқичли (6 босқич) ва иктисодий жихатдан фойдали эмас. Аммо яқинда венгер олимлари капролактама олиш учун фенолнинг бир босқичли гидратланиш усулини кашф этиб ишлаб чиқаришга жорий қилдилар.

## 12.4 Метанол синтези.

Яқин йилларгача метанол ёғочни қуруқ қайдаш (хавосиз муҳитда) йўли билан олинган. Унинг номи ҳам шундан келиб чиқиб ёғоч спирти деб аталган. Биринчи марта у 1923 йилда Германияда синтез йўли билан чиқарила бошланди. Метанол углерод (II) оксидини гидрогенилаш усули билан яъни синтез-газдан олинади.



Синтез газ метанни сув буги билан оксидловчи конверсиясидаги ёки табиий газни термооксидловчи крекинг килиш билан (бунда синтез газ билан бир вақтда ацетелин ҳам олинади) олинади. Метанол синтезлаш учун  $\text{CO}$  ва  $\text{H}_2$  газларининг 1:4 дан 1:8 гача нисбатдаги аралашмаси олинади. Жараён 20-31 МПа босимда 370-420 °С температурада рух-хромли катализатор истирожида олиб борилади. Метанолнинг унуми унчалик катта эмас, шунинг учун, синтез дастлабки газлар аралашмасини кўп марта айлантириш (циркуляциялаш) билан амалга оширилади. Босимнинг камайиши ёки температуранинг оптимал қийматидан ортиши метан, формальдегид, диметил эфир ва юкори спиртлар каби қўшимча маҳсулотлар ҳосил бўлишга олиб келади.



Реакция жараёнида метанолнинг ҳосил бўлиши реакция аралашма ҳажмининг камайиши билан боради, шунинг учун Ле – Шателье принципига мувофиқ системада босимнинг ортиши мувозанатнинг спирт ҳосил бўлиши томонга силжишга, ҳамда қўшимча реакцияларнинг боришини камайишига олиб келади. Реакция экзотермик бўлганлигидан температуранинг кўтарилиши мувозанатни чапга силжитади ва синтез-газнинг метанолга айланиш даражасини камайтиради. Шу билан бир каторда паст температурада мувозанат метанол ҳосил бўлиши томонга кучли силжийдию аммо метанолнинг синтезланиш тезлиги жуда суёт бўлади ҳамда бундай шароитда синтезни тезлатувчи катализатор ҳам ҳозирча маълум эмас. Шунинг учун ҳам саноатда жараён жуда кичик температура (20-30 °С) интервалда олиб борилади. Метанол унумининг температура ва босимга боғлиқлигини 123-расмда кўриш мумкин. Саноатда газлар аралашмасини сиқиш учун зарур бўладиган энергия сарфнётини камайтириш учун жараён одатда 20-35 МПа босимда олиб борилади. Амалда энг оптимал шароит яратилганида ҳам газлар аралашмаси

реактор орқали бир марта ўтганида ҳосил бўладиган метанолнинг унуми 5-20 % бўлади. Шу боисдан дастлабки газлар аралашмасида ҳосил бўлган метанол қайта олинадиган реакцияга киришмай қолган газлар яна қайта реакторга киритилади, яъни бир неча бор циркуляция қилинади, унум 84-87% гача чиқарилади.

Саноатда икки хил катализатордан фойдаланилади: 1) Рух-хромли ( $\text{H}_2\text{ZnO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_3$ ) у юкори температурага, контакт захарларига чидамли, захарланганда ҳам яна қайта активлаш мумкин, осон регенерацияланади, селективлиги юкори. Бунинг учун оптимал шароит 370-400 °С ва 25-30 МПа босим. 2) мис катализатори активлиги жудаюкорию аммо контакт захарларига юкори температурага чидамсиз, қайтмас ҳолда захарланади. Шунинг учун ҳам 300 °С ва 15 МПа босимда фойдаланадилар.

Россия ФА нефть кимё синтези институтида ўтказилган текширувлар синтез реакцияси юкоридагидан бошқа тартибда боришини кўрсатди.

$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$  лекин нима учун метанол  $\text{CO}$  ва  $\text{H}_2$  дан (синтез газдан) олинади. Гап шундаки синтез газда доимо  $\text{CO}_2$  ва сув бугларининг аралашмаси (5% гача) бўлади. Бу чиқдор реакция бошланиши учун қуфоялир. Метанол синтезида катализаторлар таъсирида углерод (II) – оксид сув буги кислороди ҳисобга углерод (IV) – оксидгача оксидланади, бусиз жараён кетмас эди.

Метанол рангсиз суюқлик 64, 7 °С да қайнайди, сувда чексиз эрийди. органик эритувчилар билан истаганча аралашади. ўта захарли, 5-10 мл ичилса кўр қилади, 30 мл ўлимга олиб келади.

Дунёда метанол ишлаб чиқаришнинг йиллик ўсиши 15% ни ташкил этади. Ваҳоланки 70-йилларда метанолга кам ишлатиладиган маҳсулот, деб қаралган. Унда формальдегид, диметилтерефталат, метиламин, диметисульфат, диметилформамид, меламина, метилацетат, метилакрилат метилметакрилат, юкори молекуляр спиртлар ва бошқа айрим маҳсулотлар олинган. Эндичи, Метанолдан бензин, дизель ёқилгисининг енгил фракциялари, сирка кислота ва сирка альдегид, олефинлар, этилен ва пропилен, этиленгликоль, винилацетат

этилбензол, стирол каби кўп тоннажли маҳсулотларни олиш жараёнлари ишлаб чиқилган. Метанол ознк-овкат маҳсулотлари учун хом ашё бўлиб колди ва яқин келажакда кимё саноатининг энг муҳим маҳсулоти бўлиб қолади.

2000 йилга бориб факатгина АҚШнинг ўзида 150 млн.т.дан ортиқроқ метанол ишлаб чиқарилган.

Метанол ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси 124-расм келтирилган. Олтингугуртли бирикмалардан тозаланган дастлабки газлар аралашмаси беш босқичли компрессорда 1 то 1 дан 25 МПа гача сикилади. Учинчи ва тўртинчи босқичлар оралигида газ насадкали скрубберда 2  $\text{CO}_2$  дан тозалаш учун 3 МПа босим остида сув билан ювилади. Компрессорнинг бешинчи босқичидан чиққан сикилган газ аралаштиргичдан 3 мойлардан тозалаш мақсадида фелтрга 4 юборилади. Сўнгга газлар аралашмаси иссиқалмаштиргичнинг 5 қувурлар оралигидаги бўшиги орқали ўтказилади, у ерда чиқиб кетувчи контакт газлари билан 220 °C гача қизиб синтез колоннасига 6 киради. Колоннанинг баландлиги 12-18 м. ички диаметри 0,8 – 1,2 м. деворининг қалинлиги 0,04-0,1 м. Углерод (II) оксиди углеродли пўлат билан бирга темир пентакарбонилини ( $\text{Fe}(\text{CO})_5$ ) ҳосил қилиб, пўлатни емиради. натижада қушимча реакциялар кучаяди. Шунинг учун колоннанинг ичи ва баъзи бир қисмлари қизил мис билан қопланади ёки лигерланган пўлатдан ясалади. Саноатда 2 типдаги синтез колониасидан фойдаланилади: 1. Токчалик колоина,бунда катализатор бир неча токчаларга қўйилади ва газ токчалар орқали ўтади. 2. Бир колоннанинг ўзида катализатор қутиси. электр қиздиргич ва иссиқалмаштиргичлари булади. (125-расм). Колоннадан чиққан газлар аралашмаси иссиқалмаштиргичнинг қувурлари ичидан ўтиб анча совиётганда конденсаторда 7 тулик совиб ҳосил бўлган "хом" спирт конденсатлини ва сепараторда 8 реакцияга киришмай қолган газлардан ажратиб илгичига тушади. газлар эса компрессор орқали суриб олинадида айланма газаралаштир тоза синтез газ билан қўшилади. Шу ерда цикл қўшилади.

"Хом" спирт 92-93% бўлиб тозалангач ва ректификациялангач 99,5 - 99,7 % тоза метанол олинади. 1 т. Метанол олиш учун 700 м<sup>3</sup>  $\text{CO}$ , 1400 - 2000 м<sup>3</sup>  $\text{H}_2$ .

сарфланади. Умум назарий ҳисобнинг 84-87 % ни ташкил этади. Метанол синтези физик – кимёвий шароитлари ва уни амалга ошириш ва технологик рағбатлаштирилиши билан аммиак синтезига ўхшайди. Шунинг учун қўпинча ҳар иккаласи ҳам бир корхонанинг ўзида қўрилади.

## 12.5 Этанол синтези.

Этанол ишлаб чиқариш ҳажми жихатидан органик синтез маҳсулотлари орасида олдинги ўринлардан бирини эгаллайди. У узок йиллар мобайнида галла, картошка, канд лавлаги каби озик – овқат ашёларидан биокимёвий усуллар ёрдамида олинган. 1930 йилларга келиб ёғочни қайта ишлаш ва қогоз саноати чиқиндиларидан саноатда гидролиз спирти ишлаб чиқариш ушлаштирилди. Ёғочни кимёвий қайта ишлаш натижасида ёғочни қайта ишлаш корхоналарида чиқиндилар бутунлай чиқмайди, шу билан бирга этил спирти ишлаб чиқарилади 1 м<sup>3</sup> ёғоч 275 кг донни ёки 700 кг картошкани ўрнини босади. Ўзбекистонда этил спирти айнан шу усулда гидролиз заводларида ишлаб чиқарилади. 1950 йилларга келиб уни, нефтьни қайта ишлаш ёки пиролизнинг этилен фракцияси газларида синтетик йўл билан ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. Ҳозирги даврда эса этанол углеводородли хом ашёлардан синтезлаб олинмоқда. Бу усулнинг нақадар аҳамиятли эканлигини қуйидаги маълумотдан яққол қўриш мумкин. 6 тонна сулидан ёки 20 т картошкadan олинадиган этил спиртини 1 т этилендан синтезлаш мумкин. 1955 йилдан буён техник мақсадлар учун ишлатиладиган спирт озик – овқат маҳсулотларидан олинмайди.

Саноатда этиленни гидратлашнинг синтетик усули икки хил усулда амалга оширилади: сульфат кислотали гидратлаш ва буг фазада каталитик гидратлаш (каталитизатор ёрдамида сув бугини этиленга тўғридан тўғри бириктириш).

Сульфат кислотали гидратлашни А.М.Бутлеров кашф этган. Бу усулнинг қамчилиги қўп босқичли бўлганлиги ҳамда катта миқдордаги кислотани қайта

ишлагга тозалашга тўғри келишидадир. Шунинг учун бу усулда спирт ишлаб чиқариш кискариб бормокда.

Этиленни тўғридан тўғри гидратлашбир боскичда боради.



Температурани пасайтириш ва босимни ошириш мувозанатни этиленни гидратлаш томонга силжитади. (126-расм) Аммо босимни 3 МПа дан ошириш иқтисодий жihatдан фойдали эмас. Паст температурадан фойдаланиш эса реакция тезлигини анча камайтиради. Шунинг учун реакцияга киришмаган компонентларни рециркулялаш иқтисодий жihatдан махсадга мувофиқдир. Барча маълум катализаторлардан силикагель, кизельгур, алюмосиликат каби ғовакли ташувчиларша шимдирилган фосфат кислотаси нисбатан анча самаралисидир. Катализаторнинг активлиги кислота концентрациясига боғлиқ. 127-расмда сув бугининг пароциал босими фосфат кислота концентрациясига боғлиқлиги берилган. Этиленни тўғридан тўғри гидратлашнинг оптимал шароити аниқланган бўлиб, у: 7-8 МПа босим, 280 – 290 °С температура, катализатор юзасидаги фосфат кислотасининг концентрацияси 83 % дан паст бўлмайли. Циркуляцияланадиган газ таркибда элементнинг концентрацияси (хажм бўйича) 80 - 85 %, сувнинг этиленга нисбатан моляр хажми 0,7 : 1, хажмий тезлик 1800 – 2500 соат<sup>-1</sup>. Шундай шароитда 15 – 16 % ли суви спиртли эритма олинади, этиленнинг конверцияси реактор оркали бир ўтганда 4 – 5 % ни ташкил этади. Этилен бўйича умумий унум 95 %.

Этиленни тўғри гидратлашнинг технологик схемаси (128 расм) бир неча тўхтовсиз борувчи боскичлардан : 1) дастлабки буг – газ аралашмасини тайерлаш ва уни киздириш; 2) этиленни гидратлаш; 3) реакция махсулотларини нейтраллаш; 4) циркуляция газини тозалаш; 5) этанолни ректификациялаш кабилардан иборат. Концентрацияси 98 % бўлган этилен компрессорда сиқилиб, сув буги билан ва циркуляция гази билан қўшилиб хосил бўлган аралашма реакцион газлар аралашмасининг иссиқлиги билан 200 °С гача тахминий киздириш учун иссиқалмаширтгичга 1 боради. Сўнгра буг газ аралашмаси қувурсимон печда 2 то 280 °С гача киздириладида гидрататорга 3

баради. Гидратор баландлиги 10 м, диаметри 1,5 м бўлган ичи буш пулат колонна, коррозияланишнинг олдини олиш учун, унинг ичи кизил мис билан копланган. Унинг ичи 8,5 м баландликка каттик катализатор билан тўлгазилган газнинг контактланиш вакти 18 – 20 сек. Гидратор иш режими бўйича идеал сикиб чиқариш адиабатик реакторларга якин ўхшайди. Реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулотлар аралашмаси изма кейин иссик алмаштиргичда 1 совийди. ҳосил бўлган конденсат (спиртнинг суви суяк эритмаси) йиғичда 4 ажралгач совутгичда 5 тўлик совийда ва реакцияга киришмай қолган газлар этанол бугилан скрубберда 6 сув билан тўлик ювилиб ажралади. Ювилган ва нейтралланган газлар (схема кўрсатилмаган) сикилиб тоза этилен ва сув буги билан ажралиб яна гидраторга юборилади. Айланма газнинг бир қисми унинг таркибида инерт аралашмаларнинг миқдори 15 % дан ортиб кетмаслиги учун схемадан ҳавога чиқарилиб юборилади. “Хом” этанол эса тозалашга ва ректификациялашга юборилади.

Катализатор 500 соат унумли ишлайди, шундан кейин унинг активлиги камаяди, чунки циркуляция газлари фосфор кислотани ўзи билан учуриб олиб кетади. (1с.да 1м<sup>3</sup> катализатордан 0,4кг.  $H_3PO_4$  олиб кетилади), шунинг учун унга маълум вақт ўтгач фосфот кислота шимдириб турилади. Катализатор 900 соат ишлагач регенерацияланади. Этилен олиш схемасининг киздириш печи бўлмаган варианти ҳам мавжуд, унда дастлабки аралашмани киздириш учун зарур бўладиган иссикликни юқори босимли (7 МПа) киздирилган буг билан этиленни аралаштириш ҳисобига олинади. Этиленни тўғри гидратлаш сульфат кислотали усулга нисбаттан катта устунликка эга. Масалан, бу бир босқичда борувчи жараён ҳисобланади, спирт унуми анча катта, қўп миқдорда сульфат кислота ва уни буглантиришга энергия сарф қилинмайди. Олинган спиртнинг тан нархи кислотали усулда олинганидан 20% арзон туради.

Тўғри гидратлаш усули бирлик қуввати катта бўлган қурилмаларни яратиш имкониятини беради. Бу усулнинг камчилиги шундаки бунда катализаторни тез-тез алмаштириб туриш керак бўлади, ҳамда юқори концентрацияли этилен қўлланилишидадир. Келгусида тўғри гидротлаш

усулининг такомиллаштирилиши асосан ҳозирги ишлатилаётганидан кўра активроқ ва чидамлироқ катализатор топиш, ҳамда жараёнини суёқ фазада олиб бориш йўлларини излаб топишдан иборатдир. Қурилманинг маҳсулдорлиги йилига 150 минг.т.га тенг.

Этанол (этил спирти ёки вино спирти) суёқ  $78,39^{\circ}\text{C}$ да қайнайди. ( $\rho=0,7893 \text{ г/см}^3$   $20^{\circ}\text{C}$ ) унинг сув билан азиатроп аралашмаси (95,6 % ли) кенг қўламда ишлатилади. Уни озик – овқат саноатида, медицина, парфюмерия саноатида, транспортда (антифриз) айниқса эритувчи сифатида ҳамда органик синтезнинг ярим хом маҳсулоти сифатида кенг ишлатилади. Яна ундан бутадени ишлаб чиқаришда мураккаб ва оддий эфирлар, хлораль, ацетальдегид сирка кислота лишда фойдаланилади.

## 12.6 Формальдегид ва сирка альдегиди ишлаб чиқариш

### Формальдегид (метанол, чумоли альдегиди).

Формальдегид  $\text{HCHO}$ -рангсиз уткир хидли газ қайнаш ҳарорати  $-19,2^{\circ}\text{C}$ , суёқ ҳолатда зичлиги  $-20^{\circ}\text{C}$  да  $0,815 \text{ т/м}^3$  ҳаво билан 34,5% ҳажмдаги аралашмаси портлайди. У сувда, спирда яхши эрийди, бензол, эфир, аралашмасида кам эрийди. Алифати углеводородларда эримайди. Осон полимерланади (параформ тўғри чизикли тузилишга эга).



Полимерланиш жараёни қайтар бўлиб, параформ осонликча кислота ва ишқорлар таъсирида деполимерланади. Заҳарли ЧХК си  $0,05 \text{ мг/м}^3$ .

Формальдегид одатда 37% ли сувли эритма шаклида ишлаб чиқарилади. қайсиқим унда формальдегид гидрат ( $\text{HCHO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) шаклида ва полиоксиметиленгликол (кичик молекуляр массага полимер) шаклида бўлади. Формальдегид юкоримолекуляр массали полимерга айланмаслиги учун (чўкма тушиб аппаратларни тўлдириб тикилиб қолмаслиги учун) унга 6-15 % гача метанол қушилади.

Формальдегид дунёда кўп миқдорда ишлаб чиқарилади. Дунёда 1986-йилда 2 млн. т. дан ортиқ формальдегид ишлаб чиқарилган. У органик синтез

саноатида захарсизлантирувчи модда сифатида ишлатилади, ундан феноло-, карбамидо- ва меламидоформальдегидли полимерлар ишлаб чиқаришда, ярим маҳсулот сифатида изопрен, пентаэритрит, уротропин синтезлашда қўл ишлатилади. У яна қимбўй тола, қўл атомли спиртлар, бўёқлар, портловчи моддалар, фармацевтик препаратлар олишда ишлатилади.

Формальдегид метан ва унинг гомологларини ҳаво ёки кислород билан оксидлаб ёки метанолдан олинади. Метан оксидланганда қуйидагича реакция боради.



(б) реакция мис ва қумуш бирикмалари катализатори иштирокида тез боради. Аммо кислородни кам миқдорда олиш керак, акс ҳолда ҳосил бўлган формальдегид ҳам оксидланади:



Шунинг учун ҳамда формальдегид унумининг пастлиги сабабли формальдегид асосан метанолдан икки усулда: оксидланиб дегидрогенлаш ва оксидлаб олинади.

**Метанолни оксидлаб дегидрогенлаш усулида формальдегид ишлаб чиқариш.**

Метанолни оксидлаб дегидрогенлаш каталитикгетероген жараён ҳисобланади.



Реакцияда катализатор мис қириндиси тур сими ва пемзага ётқизилган қумуш ҳисобланади. Асосий реакция (д,е) билан бир қаторда қўшимча реакциялар (в,г) нинг чуқур оксидланиши ҳамда дегидрогенланиш ва гидрогенланиш реакциялари ҳам боради.



Қўшимча реакцияларни камайтириш учун метанолга 10 % гача сув қўшилади ҳамда кислородни кам олинади. Реакция 500-600° С ҳароратда боради. Контактлаш вақти 0,02 секунд. Шундай шароитда формальдегид унуми 80-85 % бўлади. 13.1 расмда метанолни оксидлаб дегидрогенлаш усулида формальдегид олишнинг технологик схемаси берилган.

Метанол (10 % сув саклайди) босимли бақдан 1 буғлантиргичга 2 тушади. У иссиқ сув билан ёки реакторнинг 6 совутгичида экзотермик реакция натижасида ҳосил бўладиган буғ билан киздирилади. Буғлантиргичга метанол орқали чангдан тозаланиб чиққан ҳаво ҳам киритилади. Ҳосил бўлган буғ ҳаво аралашмаси томчидан тозаловчи (томчи тозалагич) 3 орқали ўтиб тозалангач киздиргичга 4 боради. Унда ректорга 5 киради, реакторнинг юқори қисмига катализатор қўйилади. Реакция маҳсулотлари 6 чи совутгич ректорда тез совутилади ва абсорберга 7 юборилади. Абсорбер сув билан сугориб турилади. Абсорберга ҳосил бўлган 37% ли формальдегид эритмаси (формалин таркибида уни барқарорлаштириш учун 7-12 % метанол саклайди) 8 совутгичда совутилади ва формалин йиғинчига 9 тушади. Ютилмай қолган газлар санитар минораси 10 орқали ўтиб сўнгра вакуум компрессордан 11 ўтади ва сув ажратгичга 12 юборилади сўнгра атмосферага чиқариб ташланади.

Сирка альдегиди Кучеров реакцияси асосида (1881 йил) олинар эди. Бунда ишлатиладиган симобли катализаторнинг захарли булганлиги учун, ҳозирги даврда ацетиленни буғ фазали гидратлаш усули билан сирка альдегиди олинади. Бунда ацетилен 1:10 ҳажмий нисбатда каттик киздирилган сув буғи билан аралаштирилиб 400 °С да фосфатли катализатор ( $\text{CdHPO}_4, \text{Ca}_1(\text{PO}_4)_2$ ) қавати орқали ўтказилади.



#### винил спирти

Ацетиленга сувнинг бирикишидан ҳосил бўлган винил спирти дарҳол қайта ғурухланиб сирка альдегидига айланади. Альдегидни тезлик билан реакция аралашмадан ажратиш керак, акс ҳолда конденсатланади. Аввал

ацетилен ацетиленинг айланган сувира эмала хосил қилади. Бунинг учун реакторга 2 133-расм шундай микдор ацетилен юбориладики, унинг бир қисми (40-50%) реакцияга киришга улгуради холос. Реакцияга киришмай қолган қисми ва сув буғи хосил бўлган учувчан альдегидни ( к. т. 21° ) ўзи билан бирга учуриб олиб кетади. Газнинг ўта қизиқ кетмаслиги учун катализатор қаватлари оралиғига сув пуркалиб турилади. Газ аввал фойдаланиш қозонида 3, сувира конденсаторда 4 совутилади. У ерда сув буғи ва қисман сирка альдегиди конденсатланади. Кейин газ тарелкали колоннада 5 совутилган сув (5 – 10 °С гача) билан ювилади, қайсиқим у альдегидни яхши эритади. Тозаланган газ янги порция ацетилен билан қўшилиб яна реакторга киритилади. Ацетиленни гидратлашда циркуляциядан фойдаланилади. Конденсаторда ва колоннада хосил бўлган альдегиднинг суви эритмаси хайдовчи ректификация колоннасига боради. Унда хосил бўлган альдегид буғлари иккинчи ректификация колоннасининг ўрта қисмига ўтади (хар иккала колонна ҳам расмда курсатилмаган) кейинги колоннада бегона қўшимчалардан ажралиб тозаланган ва шуробали совутгичларда конденсатлар олинади. Сирка альдегиднинг унуми реакцияга киришган ацетиленга нисбатан 85 % ташкил этади.

Сирка альдегиди олишнинг иктисодий жихатдан фойдали усули, уни ацетиленга нисбатан арзон ашё ҳисобланган этиленни оксидлаб олишдир. Этиленни оксидлаш палладий (II) хлориди ва уни регенирациялаш учун оксидловчи мис (II) хлориднинг сувадаги эритмасидан иборат катализатор эритмасида олиб борилади. Жараён бир босқичли.

Нчи: 100 °С температурагача қиздирилган катализатор суюқлиги билан тулғазилган колонна типдаги реакторнинг остки қисмига 0,1 МПа босимда майда пуфакчалар шаклида этилен газни юборилади. Этиленнинг 30 – 50 % ютилишига улгуради, бунда қуйидагича реакция кетади.



Ажралиб чиққан палладий яна хлоридга айланади.



Реакторга  $\text{CuCl}$  ни оксидлаш учун кислород ҳам юборади.

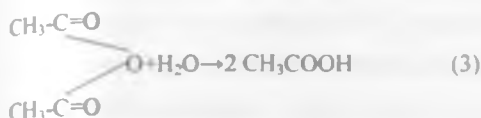
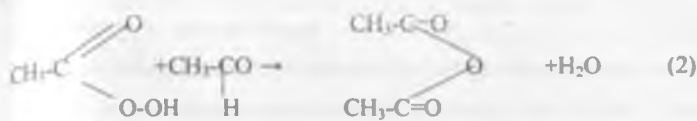


Жараён экзотермик бўлганлиги учун эритма қайнайди, реактордан альдегид, сув буглари ва этиленнинг аралашмасидан иборат буг чиқади. Сўнгра улар ацетиленни буг фазали гидратлашдаги каби қисмларга ажратиб олинади. Бугланган сув ўрнини тўлдириб туриш учун реакторга сув ҳам солиниб турилади. Альдегиднинг унуми 95 % ташкил қилади. Сирка альдегиди ўткир ёқимсиз хидли суюқлик сувда яхши эрийди, қўпгина органик эритувчиларда ҳам эрийди. Захарли сирка альдегидидан саноат миқёсида сирка кислота, сирка андегидриди, этил спирти, альдоль, бутил, спирти, ацеталлар, альдегидоаммиаклар, этилацетат, пентозитрит ва қатор бошқа моддалар олинади.

## 12.7 Сирка кислота ишлаб чиқариш

Сирка кислота карбон кислоталарини ичида нисбатан муҳим бўлиб, қадимда таркибида этил спирти бўлган суюқлик (вино, пиво, ва бошқалар) биокимевий ачитиш йўли билан олинган. Ҳозирги вақтда биокимевий усул билан факат озик – оғдат учун ишлатилалган сирка кислота олинади. Кейинчалик сирка кислота береза ёғочи чиқиндиларидан олинган. Унга бўлган талаб ўсиб борганлиги сабабли биринчи жабон уруши йилларида ацетилендан сирка альдегид, ва альдегиддан синтетик сирка кислота ишлаб чиқариш пайдо бўлади. Сирка альдегиднинг сирка кислотага оксидланиши уч қосқичда боради:





Биринчи боскичда ҳосил бўлган персирка кислота кучли оксидловчи бўлиб, иккинчи боскичда у сирка альдегид билан бирикиб уни сирка ангидрига айлантиради. Персирка кислота портловчи модда. У портлаганда кислород ва сирка кислотага айланади, портлашни олдини олиш мақсадида персирка кислотани тупланиб қолмаслиги учун оксидлаш жараёнини суюқ муҳитда олиб борилади. Бунинг учун альдегид ва марганец (II) ацетатнинг (катализатор) сирка кислотадаги эритмасидан фойдаланилади. ( $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ )

Реакциянинг ҳам биринчи ҳам иккинчи боскичларини тезлаштиради. Учинчи боскичи ангигидриднинг гидратланиши ( 1 ) ва ( 2 ) боскичлардан қўра секинроқ боради.

Альдегидни оксидлаш реакторда 1 ( оксидлаш колоннасида ) олиб борилади. (134-расм) Реактор хромникельмолибденли пулатдан ясалган бўлиб, баландлиги 12 метр, диаметри 1 м. Колоннанинг остига альдегид ва катализаторнинг сирка кислотадаги эритмаси тўхтовсиз келиб туради, кислород эа 0.04 МПа босими билан бир неча қувурчалар орқали майда пуфакчалар шаклида колоннага бир текисда тақсимланиб киради. Совутиш ва оптимал температурани ( 65 – 70 °С ) сақлаш учун колонна ичида совутгичлар ўрнатилган. Колоннанинг юқори қисмидан сирка кислота чиқади ва ректификацияга юборилади. Колоннадан чиққан газларни ( сирка альдегидининг ва кислотасининг буғлари кислород ) портлашдан сақлаш учун азот қушиб суюлтирилади. Газлар аралашмаси конденсаторга 2 бориб конденсатланади ва колоннага қайтарилади. Олинган сирка кислота кетма кет

иккита ректификация колоннасида утади. Биринчисида енгил кайновчи қўшимчалардан тозаланади, иккинчидан эса кислота буглари катализатордан (учувчан эмас) ва кийин кайновчи қўшимчалардан тозаланади. Олинган синтетик сирка кислота 95 — 99,5 % бўлиб таркибида 0,5 — 5 % гача сув саклайди. Унуми 92 %.

Иккинчи босқичда ҳосил бўлган сувни реакцион аралашмадан ажратиб олинса сирка ангидрид олиш мумкин бўлади. Сирка ангидрида кобальт (II) ва мис (II) ацетатлари катализатори иштирокида альдегидни этилацетат билан аралашмасини 60 °C да оксидлаб олинади. Сирка кислота рангсиз ўткир хидли суюқлик (к.т. 118 °C). аноатнинг турли тармоқларида жуда кенг ишлатилади. ацетилцеллюлоза олишда ундан ацетат толаси, пластмассалар лаклар ёнмайдиган киноплёнкалар ва бошқалар олинади. Ацетилловчи модда сифатида органик синтез саноатида, озик овқат ва туқимачилик саноатларида ишлатилади.

### ХIII БОБ. ЮҚОРИ МОЛЕКУЛЯР БИРИКМАЛАРНИНГ КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ.

#### 13.1 Юқори молекуляр бирикмалар.

Юқори молекуляр бирикмалар (ЮМБ) деб молекулалари бир неча минглаб атомлардан ташкил топган катта молекуляр массаси бирикмаларга айтилади. Бундай гигант молекулалар макромолекула дейилади. Тирик табиатда пахта, жун, ипак, ёғоч, чарм, каучук каби кўплаб юқори молекуляр бирикмалар учрайди. Кишилар қадим замонлардан бири табиий ЮМБ дан кийим-кечаклар, оёқ кийимлари, уйлар, меҳнат куруллари тайёрлашда фойдаланиб келганлар. Аммо ЮМБ ишлаб чиқаришнинг қимматлиги, ассортименти, механик

хоссалари, ресурслари, уларга бўлган саноатнинг ҳамда кишиларнинг ҳўжалик фаолияти талабларини қондира олмади. XIX асрнинг охирларида саноатда табиий ЮМБ ни қимёвий модификациялаб ишлаб чиқариш ўзлаштирилди. Тахминан 80 йиллар илгари биринчи синтетик ЮМБ ишлаб чиқарувчи корхоналар пайдо бўлди. Ҳозирги вақтда синтетик юқори молекуляр бирикмалар (СЮМБ) пластмасса, каучук, тола, плёнка, лак ва бошқалар шу қадар муҳим аҳамиятга эга бўлиб қолдики, уларсиз ҳўжаликнинг бирор тармоғи ҳам ривожлана олмайди. Дунёда ЮМБ рангли металлларга нисбатан миқдор жиҳатдан ҳам, сифат жиҳатдан ҳам кўп ишлаб чиқарилмоқда ва ўсиш суръати давом этмоқда. ЮМБ ишлаб чиқаришнинг бундай тез суръатларда ўсишига сабаб, унда кўпгина: эластиклик, қаттиқлик, мустаҳкамлик, тиниқлик ёки тиниқмаслик, енгиллик қимёвий мустаҳкамлик, иссиқликка чидамлилиқ ва бошқа ажойиб хоссаларнинг муҷассам эканлиғидадир. Уларнинг айримлари кўпгина хоссалари билан табиий материаллардан устун туради. ЮМБ ни ишлаб чиқариш жараёни ва улар асосида буюмлар тайёрлашни механизациялаш ва автоматлаштириш осон. Шунинг учун ҳам улар автомобилсозлик, самолётсозлик, пароходсозликда, электротехника, радиоэлектроника, космонавтикада қимёвий, енгил, озик-овқат, тиббиёт ва саноатнинг бошқа кўпгина тармоқларида турли буюмларини тайёрлашда кенг қўламда ишлатилмоқда.

Юқори молекуляр бирикмаларнинг хоссалари, синфларга таълиғи ва олиниш усуллари. ЮМБ ни полимерлар ҳам дейилади. Полимерлар деб молекулаларнинг қимёвий таркиби ва тузилиши бир хил бўлган кўп марта такрорланадиган звенолардан тузилган юқори молекуляр бирикмаларга айтилади. Одатдаги органик бирикмаларда молекулага бирор звенонинг ёки группанинг қиритилиши ёки чиқарилиши уларнинг физик қимёвий хоссаларини қескин ўзгартириб юборади. Масалан: нормал углеводларнинг

кайнаш температурасини узгаришини олайлик:  $C_4 H_{10}$   $-135^{\circ}C$ ,  $C_6 H_{14}$   $-99^{\circ}C$ ,  $C_8 H_{18}$   $-57^{\circ}C$ ,  $C_{10} H_{22}$   $-30^{\circ}C$ . Аммо моль массаси ортиб борган сайин уларда бу фарк камайиб боради. Масалан,  $C_{62} H_{126}$   $+101^{\circ}C$ , да кайнаса  $C_{64} H_{130}$   $-102^{\circ}C$  да кайнайди. Полимерларнинг молкуляр массаси мономерларга нисбатан шу кадар каттаки молекулада битта ёки бир нечта атомлар группасининг кириши ёки чиқиши амалда хосаларнинг ўзгаришига олиб келмайди. Полимер макромолекуласида бир хил атомлар группаси — звенолар кўп марта такрорланади. Макромолекуладаги звенолар (қисмлар) сони полимерланиш даражаси дейилади ва у “n” билан белгиланади. Масалан, этиленнинг полимерланишида такрорланувчи звено бу —  $CH_2 - CH_2$  винилхлориднинг полимерланишида  $CH_2 - CHCl$  бутадиенда  $CH_2 - CH = CH - CH_2$  ва хоказо. Подимернинг молкуляр массаси M, элементар звено моль массасининг, полимерланиш даражасига n, кўпайтмасига тенг:  $M = m \cdot n$

Полимерлар одатдаги бирикмалардан фарк қилиб ҳар хил молкуляр массага эга бўлган молекулалардан ташкил топган (108-расм). Шунинг учун уларнинг факат ўртача молкуляр массасини ҳамда ўртача полимерланиш даражасини аниқлаш мумкин.

Полимерлар учун кўпгина умумий хоссалар ҳосдир. Хоссалар молкуляр массаларнинг катталиги, физикавий ҳолати, фазовий тузилиши, макромолекуланинг жойлашуви кабилар билан аниқланади. Полимерлар кўпинча кийин эрийди. Молкуляр массасининг ортиши билан эрувчанлиги камайиб боради. Уларнинг эритмалари ҳатто паст концентрацияда ҳам ёпишқок бўлади. Улар учувчан эмас, аниқ суюкланиш температураси йўқ, киздирилганда секинлик билан юмшаб қовушқок оқувчан ҳолатга ўтади. Уларнинг кўпчилиги киздирилганда юмшамай парчаланади. Механик хоссалари ҳам юмшаш температурасига ўхшаш, уларнинг молкуляр массаларига боғлиқ. (109-расм). Қанчалик молкуляр массаси

макромолекуласи узунлиги катта бўлса молекулалари орасида ўзаро таъсир кучлари ҳам шунчалик катта бўлади, шунинг ҳисобига узилишга чидамлилиги ҳам ортади.

Полимер макромолекулаларининг бир-бирига нисбатан фазовий жойлашиш тартибига қараб тартибли тузилиши кристали ҳолатда ёки тартибсиз (хаотик) тузилишли аморф ҳолатда бўлиши мумкин. Кристаллик ҳолатли тузилиш ушиб борган сайин полимернинг мустаҳкамлиги ва каттиклиги ортиб боради. Аморф тузилмани қисмлар эса пластиклик хоссасини намоён қилади. Масалан, политетрофторэтилен (тефлон) 80-85% и кристаллик фазадан ва 15-20% аморф қисмдан иборат, бу фазалар бир-бирига ўтмайдилар. Шу сабабли, полимер катта температура оралиғида  $-269^{\circ}\text{C}$  дан то парчаланиш температурасигача ўз эластиклигини йўқотмайди. Каттиклигини эса полимер суюклана бошланганча йўқотмайди. Кристаллилик даражаси полимер макромолекуласида уринбосарларнинг фазовий жойлашиш тартибига боғлиқ.

Стереорегуляр полимерлар акактик полимерга нисбатан юмшаш температураси ва механик мустаҳкамлиги анча юқори бўлади. Кристаллилик даражаси юқори бўлмаган полимерлар температурага қараб шишасимон, эластиклиги юқори ва ёпишқоқ оқувчан бўладилар. Улар қиздирилганда механик хоссаларининг ўзгариши билан бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтадилар (110-расм).

Бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтиш чэгараси полимернинг тузилиши ва макромолекуласининг катталиги билан белгиланади.

### 13.2 Юқори молекуляр бирикмаларнинг хоссалари, синфларга бўлиниши ва олиниши.

Уларнинг келиб чиқиши, асосий занжирнинг таркиби, макромолекуланинг тузилиши, олиниши, қайта ишлаш усуллари ва

бошқаларга қараб амалга оширилади. Келиб чиқишига қараб табиий ва синтетик полимерларга бўлинади. Табиий полимерларга целлюлоза, крахмал, табиий ипак, табиий каучук ва бошқалар ҳамда кимёвий йўллар билан бошқа шаклга айлантирилган (модификацияланган) табиий полимерлар, масалан, нитроцеллюлоза ацетилцеллюлоза киради

Синтетик полимерларга мономерлардан олинган полипропилен, полистирол, полиэтилен, бутадиедли каучук, фенол ва аминокформальдегидли, эпоксидли, полиэфирли, полиамидли ва бошқа смолалар киради.

Макромолекула асосий занжирнинг кимёвий таркибига қараб барча полимерлар уч гурппага бўлинади. Агар макромолекула асосий занжирининг таркиби углерод атомларидан ташкил топган бўлса, улар органик полимерлар дейилади (каучуклар, полиолефинлар, полиамидлар, полиэфирлар, полиуретанлар ва бошқалар). Асосий занжир кремний, бор, титан, фосфор, алюминийдан тузилган (қўпинча улар кислород оркали боғланган бўлади) ва уларга органик радикаллар бириккан бўлади. Бундай полимерлар элемент органик полимерлар дейилади (полисилоксанлар, титаноксанлар, алюмоксанлар). Агар асосий занжирда ва ён занжирларда ҳам углерод атоми бўлмаса аноорганик полимерлар дейилади. Ҳар қайси синфлар яна гомозанжирли ва гетерозанжирли полимерларга бўлинади. Гомозанжирли полимерларда асосий занжир бир хил элемент атомларидан ташкил топган бўлади. Гетерозанжирда эса асосий занжир турли элемент атомларидан ташкил топади.

Органик гомозанжирли полимерларга карбозанжирли полимерлар дейилади. Уларда асосий занжир углерод атомидан иборат бўлади. Масалан, полиэтилен, поливинилхлорид, поливинил спирти қўпгина синтетик каучуклар ва бошқалар.

Гетерозанжирли полимерлар асосий занжирла углерод ва бошқа элементлар (азот, кислород, олтингурт, фосфор ва хоказолар) саклайди. Масалан, полисахаридлар, полиамидлар, полиэфирлар, полиуретанлар ва бошқалар.

Макромолекулаларнинг тузилишига (геометрик шаклига) қараб қизиксимон, тармокланган ва тўрсимон полимерларга бўлинади. Ўз навбатида тўрсимон полимерлар нарвонсимон, паркетсимон ва уч ўлчамли фазовий тузилишга эга полимерларга бўлинади (III-расм). Қизиксимон полимерларда макромолекуланинг узунлиги, унинг қундаланг кесимидан юз ва минглаб марта катта бўлади. Масалан: целлюлоза, табиий каучук, фиброин, казин ва бошқалар.

Тармокланган полимерларнинг макромолекулалари ён томондан шохчаланган кўринишга эга бўлади. Мисол: крахмал, гликоген, шунингдек, синтетик пайванд сополимерлар ва бошқалар. Тўрсимон полимерларда макромолекулалар чокланган "тикилган" бўлади, бундай полимерлар эритувчиларда эримаслиги, иссиқлик таъсирида суюкланмаслиги билан ажралиб туради. Масалан, вулконланган каучук, резина, дивинил полимерлари, фазовий тузилишли фенолформальдегид смолалари ва бошқалар.

Механик хоссаларига қараб, полимерлар пластомерларга (мустаҳкам ва қўзилмайдиган) ва эластомерларга (эластик, қўзилувчан), температура таъсирига бўлган муносабатга қараб термопластик ва термореактив полимерларга бўлинади. Термопластик полимерлар қиздирилганда юмшаб пластик ҳолатга ўтади, совутилганда эса ўзининг аввалги хоссаларини саклаб қолган ҳолда қотади. Термореактив полимерлар қиздирилганда юмшайди (шакл бериш мумкин бўлган ҳолатга ўтади), сўнгра иссиқлик ёки котиригичлар таъсирида ҳамда молекуласида актив группалар бўлганлигидан макромолекулалар ўзаро боғланиб уч ўлчамли

тузиллишига ўтади ва суякланмайдиган, эримайдиган бўлиб қолади.  
Масалан, фенолормальдегидли ва аминормальдегидли смолалар.

Полимерлар усулига қараб полимерланиш ва поликонденсатланиш полимерларига бўлинади. Полимерлар таркибида иккитадан кам бўлмаган реакцион қобилиятли функционал группа, қўш бог, бекарор халкалар, сакловчи мономерлардан синтезланади. Синтезлаш икки асосий усул: полимерланиш ва поликонденсатланиш реакциялари ёрдамида амалга оширилади. Полимерланиш кўп сонли мономер молекулаларининг ўзаро бирикиб, қўшимча маҳсулот ажралиб чиқмай макромолекулалар ҳосил қилиш жараёнидир. Бу жараён қайтмас бўлиб, иссиқлик ажралиб чиқиши билан боради. Полимерланиш реакциясини амалга ошириш учун аввало мономерни пассив ҳолатдан актив ҳолга ўтказиш зарур. Бунинг учун инициаторлар (реакцияни тезлаштирувчи моддалар, катализаторлар, нур, иссиқлик ёки ядро энергияларидан фойдаланилади. Полимерланиш реакциялари макромолекуланинг ҳосил бўлиш механизмига қараб босқичли ва занжирли реакцияларга бўлинади. Амалиётда занжирли полимерланиш реакциялари кенг тарқалган. Бу реакция уч босқичда: тезлашув, занжирнинг ўсиши, занжирнинг узилиши босқичларида боради. Полимерланиш жараёни радикал ёки ионли механизмда бориши мумкин (бу механизмлар органик кимё курсида батафсил ўрганилади).

Радикал полимерланишда занжирли жараённинг бошланиши температура, нур, турли хилдаги нурлантиришлар ва инициаторлар таъсирида боради. Уларнинг мономерга таъсиридан занжирнинг училишига олиб келувчи радикаллар ҳосил бўлади. Инициаторлар бекарор органик бирикмалар бўлиб, термик парчаланганда ўзлари радикалга айланади, унинг мономер молекуласи билан ўзаро таъсирида молекуляр массаси катта бўлган радикаллар ҳосил бўлади.

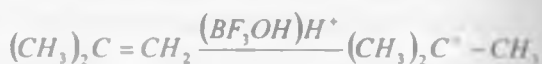
(занжирнинг ўсиши). Эркин радикалларда кимёвий активлиги юкори бўлган жуфтланмаган (тоқ) электроннинг мавжудлиги, уларнинг мономерлари билан реакцияга киришишига мойиллик яратади. Натижада, мономер молекуласида ўсиш имкониятига эга бўлган актив марказ ҳосил бўлади.



занжирнинг  
ўсиши

Занжирнинг ўсиши бошқа радикаллар билан ўзаро таъсир этганда тўхтайтиди. Бошқа радикал манбаи эритувчи, мономер молекуласи ёки полимернинг ўзи бўлиши мумкин. Полимерланиш даражаси занжирнинг ўсиш ва узилиши тезликлари нисбатлари билан аниқланади. Бу нисбат канчалик катта бўлса, макромолекула занжирининг узунлиги ҳам шунчалик катта бўлади. Натижада ҳосил бўлган макромолекула занжирининг узунлиги ва унга мос равишда молекуляр масса ҳар хил бўлади. Инициатор концентрацияси ёки нурлантириш интенсивлиги оширилса, эркин радикаллар сони ҳам, актив марказлар ҳам ортади ва демак, полимерланишнинг умумий тезлиги ортади. Бунда полимернинг уртача молекуляр массаси камаяди (112-расм). Полимерланиш вақтини узайтириш полимер унумини оширади ва молекуляр массасига таъсир этмайди. Температуранинг ортиши жараён тезлигини оширади, аммо полимернинг молекуляр массасини камайтиради. Босимдан фойдаланиш полимерланишни тезлаштиради ва молекуляр массани оширади.

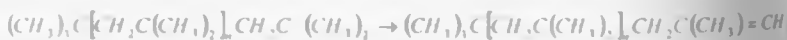
Ион полимерланиш радикал полимерланишдан фарк қилиб, катализатор таъсирида занжирли ёки погонали механизмда боради. У катионли ва анионли полимерланишга бўлинади. Катионли полимерланиш Льюис кислоталари ( $AlCl_3$ ,  $BF_3$ ,  $SnCl_4$  ва бошқалар) иштирокида боради. Актив каталитик комплекснинг мономерлар билан ўзаро таъсири актив марказининг (катионнинг) пайдо бўлишига олиб келади, қайсики у занжирнинг ўсишини бошлаб беради:



Занжирнинг ўсиши:

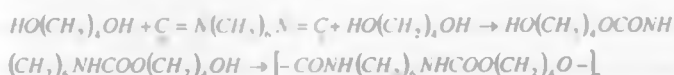


Занжирнинг узилиши протоннинг узилиб чиқиши ёки анионнинг бириқиши ҳисобига содир бўлади:



Анионли механизмда полимерланиш суюқ аммиак муҳитида ишқорий металлларнинг амидлари иштирокида ва металлоорганик бирикмалардан иборат комплекс катализаторлар таъсирида (масалан, валентлиги ўзгарувчан металлларнинг хлоридлари (Циглер – Натт) катализатори  $Al(C_2H_5)_2TiCl_2$ ,  $TiCl_4$  таъсирида боради. Реакция механизми катион полимерланиш каби бўлиб факат бунда тезатувчи заррача вазифасини анионлар бажаради. Бу усул билан катъий чизикли тузилишли стереорегуляр ҳамда фазовий аниқ йўналишда полимерлар олинади. Стерioreгуляр полимерлар юқори мустаҳкамликка ва зичликка, эгаллиги иссиқка чидамлилиги билан ажралиб туради.

Босқичли полимерланиш механизмида мономер молекулалари билан кетма-кет бирикиб димер, тример ва шу кабиларни ҳосил қилади, сўнгра улар ўзаро бирикади. Бунда водород атоми ёки қандайдир бошқа атомлар группаси бир молекуладан бошқа молекулага ўтиши мумкин. Шу усулда полиформальдегид смоласи, полиуретанлар, эпоксидли смолалар ва бошқалар олинади. Мисол тариқасида гексаметилендинизоцианат ва 1,4 бутандиолдан полиуретан олиш реакциясини курамиз:



Полимерланиш реакцияси киздириш билан олиб борилади. Сополимерланиш, кимёвий таркиби билан бир-биридан фарқ қилувчи, икки ёки бир неча мономерларни биргаликда полимерланиши жараёнидир. Сополимерланиш шундай хоссали полимерлар олишга имкон берадики, бунда ушбу мономерлар алоҳида полимерлаганда бундай хоссали полимер олиб бўлмайди. Масалан, бутадиенли каучук ва унинг асосида олинган резина юкори даражада эластикликка эга, аммо едирилишга чидамсиз, полистирол каттик ва мўрт бутадиен ва стиролни биргаликда полимерлаш (сополимерлаш) эластиклиги камайган, аммо едирилишга жуда чидамли синтетик каучук олиш имконини беради.

Саноатда полимтерланиш жараёни тўрт усул билан амалга оширилади:

- 1) блок усули
- 2) эритмада полимерлаш
- 3) эмулсияда полимерлаш
- 4) суспензияда полимерлаш.

Блок полимерлаш усулида икки ёки ундан ортик мономерларни босқичли полимерланиш усули билан ёки чизиксимон занжирли полимернинг бошқа мономер (гомополимер) билан сополимерланиши натижасида олиш мумкин. Ҳар иккала усулда ҳам полимерланишнинг дастлабки босқичида учиди В мономерни бириктира оладиган актив марказ тутган А мономер звеноларидан иборат молекуляр занжир ҳосил бўлиши билан бошланади. Полимер блоклар кўринишида олинади, сўнгра майдаланади. Баъзан тайёр буюм (масалан, органик шиша) олиш ҳам мумкин. Бу усулда полистирол, полиэтилен, полиакрилатлар ва шу кабилар олинади. Блок полимерлари полидисперс бўлади ва молекуляр массаси эмульсия ва суспензия усулида олинган полимерларга нисбатан кичик бўлади.

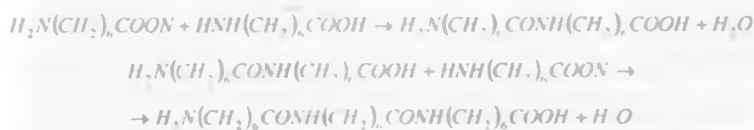
Эритмада полимерлаш усули эритувчида мономер ёки полимер ёки ҳар иккаласи эриганда қўлланилади. Биринчи ҳолатда полимер чўкади, уни суюқ фазадан ажратиб олинади ва қурилади. Иккинчи ҳолатда лак олинади. Бундай усулда поливинилацетат, поливинилхлорид, поливинилацетилен ва шу кабилар олинади. Бу усулда монодисперс полимер олинади, аммо ундан эритувчини тўлиқ ажратиб олиб бўлмайди.

Эмульсияда полимерлаш мономерни, сувда эрувчи инициатор (тезлатувчи) эмульгаторлар ва бошқа қушиладиган нарсалар билан тахминий, сўнгра барқарор эмульсия ҳосил бўлгунча каттик аралаштирилади. Кейин эмульсия, мономернинг полимерланишини таъминлаш даражасигача киздирилади. Ҳосил бўлган полимерни кучли электролитлар (кислота ва тузлар) қўшиш йўли билан ажратиб олинади. Жараёнинг кинетикасига, температура, вақт, инициатор чикдори, эмульгатор табиати, аралаштириш тезлиги таъсир этади.

Суспензияда полимерлаш усулида сувда эрмайдиган, аммо мономерлар эрувчи инициатордан фойдаланилади. Бу усулда

шарсимон грануладар шаклида нисбатан молекуляр массаси катта бўлган полимер олинади.

Поликонденсатланиш молекуласи таркибида бир неча функционал атомлар гуруҳи тутган моддаларнинг ўзаро бир-бири билан босқичма-босқич бирикишидан полимер ҳосил бўлиш жараёнидир. Бунда сув, спирт, углерод оксиди, аммиак каби кичик молекуляр массали қўшимча маҳсулотлар ажралиб чиқади. Олинган полимернинг элементар таркиби дастлабки мономерлар таркибидан бир мунча фарк қилади. Бу усулда фенолформальдегидли, мочевиноформальдегидли, полиэфирли смолалар олинади. Улар анид, лавсан, энант каби синтетик толаларни олиш учун хом ашё ҳисобланади. Масалан, аминозенант кислотасини поликонденсатлаш орқали энант толаси ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган смола олинади.



ва шу каби то полимергача



Дастлабки мономернинг табиатига ва қулланадиган усулга қараб поликонденсатланиш қайтар (мувозанатли) ва қайтмас бўлади. Қайтар поликонденсатланишда реакция зонасидан кичик молекуляр массали қўшимча маҳсулотлари тезлик билан чиқариб турилса жараён тезлиги ортади. Қайтмас поликонденсатланиш катта тезликда боради. Поликонденсатланиш жараёнида полимернинг молекуляр массаси доим ўсиб боради ва реакция мухитининг ковушқоклиги ортади. Ҳосил бўлган макромолекуланинг ҳаракатчанлиги (оқувчанлиги) камайтирилади ва қўшимча маҳсулотларни ажратиш олиш

кийинлашади. Бу ҳолат жараеннинг секинлашувиға ва таътиб  
қилишиға олиб келади.

Дастлабки мономернинг табиатиға ва поликонденсатланиш  
шаронтиға караб ҳосил бўлган полимер чизикли (полиамидлар  
полиэфирлар) ва уч ўлчамли (аминопластлар, фенопластлар  
тўйинмаган полиэфирлар) тузилишға эға бўлади. Поликонденсатлаш  
катализатор иштирокида ёки катализаторсиз олиб борилиши мумкин.  
Фойдаланиладиган катализаторнинг табиатиға караб олинадиган  
полимернинг хоссаларига таъсир кўрсатиши мумкин. Масалан,  
фенол ва формальдегид кислотали катализатор иштирокида  
поликонденсатланган новолак термопластик смоласи ҳосил бўлса  
ишқорий катализатор иштирокида эса термореактив резоль смоласи  
ҳосил бўлади. Саноатда поликонденсатланиш суюкланмаларда,  
эритмаларда ёки фазалар бўлими юзасида олиб борилади.

Суюкланмаларда поликонденсатланишдан моддалар ва ҳосил  
бўладиган полимер суюклантирилган ҳолатда узок муддатгача  
парчаланмай тура олсагина фойдаланилади. Бу усулда полиэфирлар,  
юқори сифатли полиамидлар олинади.

Эритмаларда поликонденсатланиш жараёни мономер ва ҳосил  
бўлувчи полимер эритувчида эриса ёки факат дастлабки  
компонентлар эриганда қўлланилади. Эритмада поликонденсатланиш  
жараёни катта тезликда боради. Аммо полимерни яхшилаб тозалаш  
ҳақида эритувчини регенерациялаш зарур бўлади.

Фазалар бўлими юзасида поликонденсатланиш ҳар қайси  
эритувчида мономерлар алоҳида-алоҳида эритилган, бир-бири билан  
аралашмайдиган икки суюкликда олиб борилади. Эритувчи сифатида  
қўпинча сув ва углеводородлар ишлатилади.  
Поликонденсатланишнинг бу тури жуда катта тезликда боради,  
шунинг учун плёнка ва толани бевосита фазалар бўлими чэгарасида  
олиш мумкин.

Полимернинг қотиши деб чизикли тармоқланган полимерни уч қўлчанли ҳолатга ўтказишдир. У қиздириш, нурлантириш ёки реагентлар таъсир эттириш ва бошқа усуллар билан амалга оширилади. Масалан, кўпгина поликонденсатланиш орқали олинган смолаларни гексаметилентетрамин (уротропин) билан қиздирилганда, улар котади (уротропин) формальдегид ва аммиакка парчаланади.

Синтетик юкори молекуляр бирикмалар (полимер олингандан сунг тозаланади ва майдаланиб доналар ёки куқунсимон шаклга келтирилади).

### 13.3 Пластмасса ишлаб чиқариш

Пластик масса (қискача пластмасса) деб, ёпиштиргич (полимер), тулдирувчи ва пластификатор аралашмасидан олинадиган материалларга айтилади. Аралашмага қўпинча бошқа моддалар ҳам қўшилади. Улар юкори температура ва босимда шакл бериш мумкин булган пластик ҳолатга утадилар, совутилгач берилган шаклни саклаб қолади. Барча пластмассаларни полимернинг табиатига қараб турт гурппага бўлиш мумкин: 1) Полимерланиш орқали олинган полимер асосидаги пластмассалар (полиэтилен ва унинг ҳосилалари, полистирол ва бошқалар асосида олинганлари); 2) Поликонденсатланиш полимерлари асосидаги пластмассалар (фенолформальдегидли, аминокформальдегидли, кремний органик полиэфир ва бошқа смолалар); 3) Табиий полимерларни химёвий узгартириб олинган полимерлардан тайёрланган пластмассалар (целлюлозанинг оддий ва мураккаб эфирлари); 4) Табиий ва нефть маҳсулотлари, органик бирикмаларининг конструкция маҳсулотлари асосида олинадиган пластмассалар. Пластмассалар таркибига қараб тулдиригичсиз қўшимчалари жуда кам булган амалда асосан полимердан ташқил топган пластмассалар ва тулдиригичли, полимердан ташқари тулдиригичлари, пластификаторлари, бўёқлари стабилизаторлари (ўргўнлагич) қотиригичлари ва бошқа қўшимчалари булган пластмассалар.

Тулдиргичлар каттик моддалар булиб, пластмассанинг механик ва диэлектрик хоссаларини кучайтиради, шакл берганда утиришини (чукишини) ва буюмнинг тан нархини камайтиради. Тулдиргичлар купинча ташки куринишини, ёнамслигини, сувга чидамлилигини яхшилади. Тулдиргич сифатида органик ва минерал бирикмалар ишлатилади. Улар кукунсимон (ёғоч, слюда, кварц, кукунлари, курум, графит, барий сульфат, каолин, тальк) толасимон (пахта, асбест ва шиша толалари) булакчалар куринишида (ёғоч, кипиклари ва турли материалланинг кийкимлари) полотно куринишида (коғоз, текистиль ва шиша газламалари) булиши мумкин. 118 – расмда полимернинг механик хоссаларини (пластификаторнинг микдори) график боғликлиги курсатилган. Пластификатор микдори ортиши билан молекулалараро узаро таъсирнинг камайиши туфайли пластмассанинг мустахкамлиги чўзилиш ва сикилишга нисбатан камаяди, аммо зарбга нисбатан ортади. Пластификатор сифатида алкилфталатлар, трикрезилфосфат, кастор мойи, себацин кислотаси эфирлари кенг фойдаланилади.

Буёқлар пластмассага ранг берувчи органик ёки минерал моддалардир. Улар пластмассага яхши аралашиб, сингиб кетувчи ёки полимерда эрийдиган булиши, термик мустахкам, нур таъсирига чидамли, сувда эримайдиган, буюмга шакл бериш ва ундан фойдаланиш даврида ҳам рангини йукотмайдиган булиши керак.

Котиргичлар, чизикли макромолекулаларни бириктириб ("тикиб") уч улчамли полимер структурасини хосил киладиган моддалардир. Котиргич сифатида гексаметилентетраамин, дикарбон кислоталар, диаминлар, олтингурут, туйинмаган бирикмалар ва бошқа макромолекуланинг функционал группалари билан бирика оладиган моддалар ишлатилади. Пластмассалар таркибида пресслашни осонлаштирувчи – мойловчи, яъни суртилдиган моддалар (металл стеаратлар), шакл бериш пайтида ёки котаётганда газ ажратиб чиқариб говақлар хосил килувчи бирикмалар, полимернинг дастлабки хоссасини сақлаб қолишини таъминловчи тургунлаштиргичлар (эскиришни олдини олувчилар), микроорганизмлар

томонидан парчаланишнинг олдини оладиган – фунгицид ва бошқа биологик актив кушимчалар кушилади.

Пластмассалар амалда саноатнинг барча тармоқларида қулланилади. Улар машиналар учун ажойиб конструкцион материаллар сифатида, агрессив реагентларга чидамлилигидан кимё саноатида, электронизлятор хоссаси борлигидан электро, радиотехникада, микроэлектроникада, иссиқлик ва товушни ёмон ўтказганлигидан совуткичлар саноатда энгиллигидан транспорт ва авиацияда, тиббиётда кенг қуламда ишлатилади. уларнинг қуриниши чиройли, арзон, захарсиз, шакл бериш оsonлиги ва энгиллигидан ураш – жойлаш материаллари ҳамда уй – рузгор буюмлари тайёрлашда ҳам кенг қулланилади.

Шу билан бир каторда уларнинг камчиликлари ҳам бор. Масалан, улар юкори температурага чидамсиз (қупчилик турлари  $150^{\circ}\text{C}$  га чидамли бўладилар, холос), ёнувчи, эскиради (ташки қуриниши ва механик хоссалари ёмонлашади).

### 13.4 Поликонденсатланиш полимерлари ва улар асосида олинадиган пластмассалар.

Поликонденсатланиш полимерлари (смоласи) ишлаб чиқаришда: фенолальдегидли, аминокальдегидли, полиэфирли, полиамидли ва бошқа хиллари қуп ишлатилди. Уларнинг баъзилари термопластик бўлса, баъзилари термореактивдир. Температура қутарилиши билан уларнинг физик-кимёвий хоссалари, полимерланиш смолаларига нисбатан кам ўзгаради.

Альдегидли смолалар олиш учун: феноллар, крезоллар, ксиленоллар, анилин, меланин, мочеви́на, тиамочеви́на ва альдегидлардан (формальдегид, ацетальдегид, фу́рфурал) фойдаланилади. Полиэфир смолалар, глицерин ва икки асосли кислоталар фталъ, фу́мар ва адипин кислоталаридан тайёрланади. Эпоксид смолалари учун эпихлоргидрин ва дифенилопропанлар ҳам ашё хисобланади. Кремний органик полимерлар дихлор ёки трихлорсиланлар ва тегишли эфирлардан синтезланади. Ушбу ҳам ашёларнинг қарийб барчасини нефтькимё комбинатлари етказиб беради.

томонидан парчаланишнинг олдини оладиган – фунгицид ва бошқа актив кушимчалар кушилади.

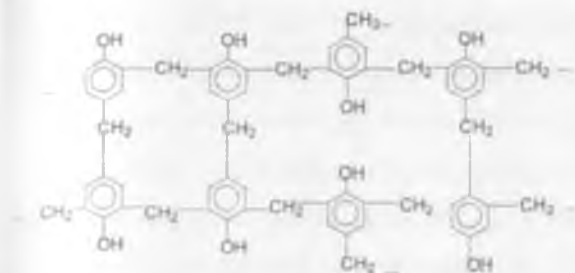
Пластмассалар амалда саноатнинг барча тармокларида кулланилади. Улар машиналар учун ажойиб конструкцион материаллар сифатида, агрессив реагентларга чидамлигидан кимё саноатида, электроизолятор хоссаси борлигидан электро, радиотехникада, микроэлектроникада, иссиқлик интовушни ёмон утказганлигидан совуткичлар саноатда энгиллигидан транспорт ва авиацияда, тиббиётда кенг куламда ишлатилади. уларнинг куриниши чиройли, арзон, захарсиз, шакл бериш осонлиги ва энгиллигидан урш – жойлаш материаллари ҳамда уй – рузгор буюмлари тайёрлашда ҳам кенг кулланилади.

Шу билан бир каторда уларнинг камчиликлари ҳам бор. Масалан, улар юкори температурага чидамсиз (купчилик турлари  $150^{\circ}\text{C}$  га чидамли буладилар, холос), ёнувчи, эскиради (ташки куриниши ва механик хоссалари ёмонлашади).

### 13.4 Поликонденсатланиш полимерлари ва улар асосида олинадиган пластмассалар.

Поликонденсатланиш полимерлари (смоласи) ишлаб чиқаришда: фенолальдегидли, аминокальдегидли, полиэфирли, полиамидли ва бошқа хиллари куп ишлатилган. Уларнинг баъзилари термопластик булса, баъзилари термореактивдир. Температура кутарилиши билан уларнинг физик-кимёвий хоссалари, полимерланиш смолаларига нисбатан кам узгаради.

Альдегидли смолалар олиш учун: феноллар, крезоллар, ксиленоллар, анилин, меланин, мочевина, тиамочевина ва альдегидлардан (формальдегид, ацетальдегид, фурфурал) фойдаланилади. Полиэфир смолалар, глицерин ва икки асосли кислоталар фталъ, фумар ва адипин кислоталаридан тайёрланади. Эпоксид смолалари учун эпихлоргидрин ва дифенилопропанлар ҳам ашё хисобланади. Кремний органик полимерлар дихлор ёки трихлорсиланлар ва тегишли эфирлардан синтезланади. Ушбу ҳам ашёларнинг қарийб барчасини нефтькимё комбинатлари етказиб беради.



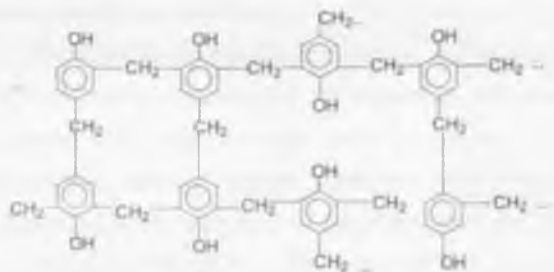
Реакциянинг йуналиши ва кинетикасини белгиловчи асосий факторлар: температура, вақт, катализатор табиати ва унинг концентрацияси. Поликонденсатланиш тезлиги дастлабки реакция аралашмада катализатор ва формальдегид микдорини ошириш билан ортади. (119-расм). Фенол моляр массасининг формальдегид массасигэ булган нисбати канчалик кичик булса, смоланинг молекуляр массаси шунчалик катта булади. жараёнга кетган вақт канчалик катта булса, реагентларнинг бирикиши тулик булади ва смоланинг уртача молекуляр массаси ҳам катта булади.

Саноатда резол (бакелит) ва новолак смолалари курук ва суюк ҳолатларда ҳамда эмульсия ва лаклар ҳолида даврий ва узлуксиз усулларда ишлаб чиқарилади. Технологик жараён куйидаги кетма-кет боровчи асосий операциялардан: хом ашёни тайёрлаш (фенолни суюклантириш), тозалаш, хом ашёни ва катализаторни реакторга солиш, смолани конденсатлаш (пишириш) смолани куйиб олиш ва қуритиш, смолани совутиш ва унга сунгги ишлов бериш кабилардан иборат. 120 – расмда новолак смоласини олиш қурилмасининг узлуксиз усули схемаси тасвирланган. Барча дастлабки моддалар 95-98°C гача тахминий киздирилиб реактор қалонасининг (2) биринчи бўлмасига узлуксиз тушиб туради. Реакция аралашма юқоридаги штуцер (спирти резбали катта қувурчиси) ва қуювчи қувурлар орқали кетма-кет барча секцияларга куйилади. Хар бир секция якор типидagi аралаштиргич (3) билан

структурага

айланади.

(119-рasm)



Реакциянинг йуналиши ва кинетикасини белгиловчи асосий факторлар: температура, вақт, катализатор табиати ва унинг концентрацияси. Поликонденсатланиш тезлиги дастлабки реакция аралашмада катализатор ва формальдегид микдорини ошириш билан ортади. (119-рasm). Фенол моляр массасининг формальдегид массасига булган нисбати канчалик кичик булса, смоланинг молекуляр массаси шунчалик катта булади, жараёнга кетган вақт канчалик катта булса, реагентларнинг бириктиши тулик булади ва смоланинг уртача молекуляр массаси ҳам катта булади.

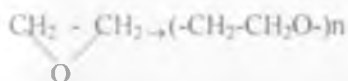
Саноатда резол (бакелит) ва новолак смолалари курук ва суюқ ҳолатларда ҳамда эмульсия ва лаклар ҳолида даврий ва узлуксиз усулларда ишлаб чиқарилади. Технологик жараён куйидаги кетма-кет боровчи асосий операциялардан: хом ашёни тайёрлаш (фенолни суюклантириш), тозалаш, хом ашёни ва катализаторни реакторга солиш, смолани конденсатлаш (пишириш) смолани куйиб олиш ва қуритиш, смолани совутиш ва унга сунгги ишлов бериш қабилардан иборат. 120 – расмда новолак смоласини олиш қўрилмасининг узлуксиз усули схемаси тасвирланган. Барча дастлабки моддалар 95-98°C гача тахминий қиздирилиб реактор қалонасининг (2) биринчи бўлмасига узлуксиз тушиб туради. Реакцион аралашма юқоридаги штуцер (сирти резбали катта қувурчаси) ва қувурчи қувурлар орқали кетма-кет барча секцияларга қуйилади. Хар бир секция якор типидagi аралаштиргич (3) билан

Биринчи полиэфирли полимерии 1847 йилда Берцелиус глицерин ва вино кислотасини узаро таъсир эттириб олди . Полиэфирли полимерларни саноат микёсида 1920 йилдан бошлаб АКШ, Англия ва Германияда ишлаб чиқарила бошланди.

Полиэфирли полимерлар занжирининг тузилишига караб оддий макромолекуласида оддий эфир бог:  $-C-O-C-$  саклайди ва мураккаб  $-CO-O-$  бог сакловчига булинади. Яна карбозанжирли /эфир/ группаси ён занжирда жойлашган/ ва гетерозанжирли /эфир группаси макромолекуланинг асосий занжирида жойлашган/ булади.

Гетерозанжирли полиэфирлар яна 3 га булинади: алифатик, ароматик ва гетероциклик звеноли полиэфирлар. Оддий полиэфирлар куйидаги усуллар билан олинад:

1. Бекарор альдегидоксидларни полимерлаб:



2. Альдегидларни полимерлаб:



3. Купатомли спиртлардан сув чиқариб:



4. Альдегидларни икки атомли спиртлар билан узаро таъсирдан:



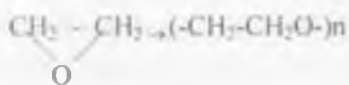
Мураккаб полиэфирлар куйидагича олинад:

Биринчи полиэфирли полимерни 1847 йилда Берцеллус глицерин ва вино кислотасини узаро таъсир эттириб олди. Полиэфирли полимерларни саноат миқёсида 1920 йилдан бошлаб АКШ, Англия ва Германияда ишлаб чиқарила бошланди.

Полиэфирли полимерлар занжирининг тузилишига қараб оддий макромолекуласида оддий эфир бог:  $-C-O-C-$  саклайди ва мураккаб  $-CO-O-$  бог сакловчига бўлинади. Яна карбозанжирли /эфир/ группаси ён занжирда жойлашган/ ва гетерозанжирли /эфир/ группаси макромолекуланинг асосий занжирида жойлашган/ бўлади.

Гетерозанжирли полиэфирлар яна 3 га бўлинади: алифатик, ароматик ва гетероциклик звеноли полиэфирлар. Оддий полиэфирлар қуйидаги усуллар билан олинади:

1. Бекарор альдегидоксидларни полимерлаб:



2. Альдегидларни полимерлаб:



3. Купатомли спиртлардан сув чиқариб:



4. Альдегидларни икки атомли спиртлар билан узаро таъсирдан:



Мураккаб полиэфирлар қуйидагича олинади:

Полиформальдегиднинг ҳам аниқси газсимон формальдегиддир. уни полимерлаш ион механизмида боради.

Катализатор сифатида аминлар, аминоспиртлар, арсинлар, фосфинлар, ишкорий металл тузларидан фойдаланилади. Полимерлаш 20-50С°да олиб борилади. Полимер ок кукун холида пайдо булади. Олинган полимернинг иссиikka чидамлилигини ошириш ва эскиришини олдини олиш мақсадида, чеккадаги гидроксил группасини ацетилланади /сирка ангидриди билан/ ҳамда турли тургунловчилар: роматик аминлар, феноллар, гидразинлар, тузлар, металл оксидлари ва бошқалар киритилади.

Полиформальдегид ишлаб чиқаришнинг технологик жараёни куйидаги босқичлардан иборат: формалинни тайёрлаш, газсимон формальдегидни олиш ва уни тозалаш, формальдегидни полимерлаш, полиформальдегидни ювиш ва куриштиш, стабиллаш /тур-гунлаш/ ва донадорлаш /81-расм/.

Формалинни тайёрлаш ректификация минораларида 100 мл да 50-60г формальдегид сакловчи концентрацияли формалин олинади. Бунинг учун формалин ректификациядан чиқган концентранган формалин 1- йиғичида тупланади. Ундан газсимон альдегид олиш учун 2- буглантиргичга утади газсимон формальдегид 3.5 совутгичларда суюкликдан ажралиб 4,6- газ ажратгичлар орқали тозалашга утади. Тозалаш музлатиш йули билан амалга оширилади.

Формальдегид музлатгичига-7 утади Альдегид музлатгичдан утганда қисман сув ва бошқа қушимчаларни бириктириб олиб қисман полимерланади. Ҳосил булган каттик олигомер

Полиформальдегиднинг хом ашёси газсимон формальдегиддир. Уни полимерлаш ион механизмида боради.

Катализатор сифатида аминлар, аминспиртлар, арсинлар, фосфинлар, ишкорий металл тузларидан фойдаланилади. Полимерлаш 20-50°C да олиб борилади. Полимер ок кукун холида пайдо булади. Олинган полимернинг иссиikka чидамлилигини ошириш ва эскиришини олдини олиш мақсадида, чеккадаги гидроксил группасини ацетилланади /сирка ангидриди билан/ ҳамда турли тургунловчилар: роматик аминлар, феноллар, гидразинлар, тузлар, металл оксидлари ва бошқалар киритилади.

Полиформальдегид ишлаб чиқаришнинг технологик жараёни куйгидаги боскичлардан иборат: формалинни тайёрлаш, газсимон формальдегидни олиш ва уни тозалаш, формальдегидни полимерлаш, полиформальдегидни ювиш ва қуритиш, стабиллаштириш /тур-гунлаш/ ва донадорлаш /81-расм/.

Формалинни тайёрлаш ректификация минораларида 100 мл да 50-60г формальдегид сакловчи концентрацияли формальдегид олинади. Бунинг учун формалин ректификациядан чиқган концентранган формалин 1- йиггичида тупланади. Ундан газсимон альдегид олиш учун 2- буглантиргичга утади газсимон формальдегид 3.5 совутгичларда суюкликдан ажралиб 4.6- газ ажратгичлар оркали тозалашга утади. Тозалаш музлатиш йули билан амалга оширилади.

Формальдегид музлатгичига-7 утади. Альдегид музлатгичдан утганда қисман сув ва бошқа қушимчаларни бириктириб олиб қисман полимерланади. Ҳосил булган каттик олигомер

сув филтрланиб утиб чикади. Ювилган полимер 20-вакум барабанли филтрга олиб берилади ва ундан 21- вакум куритгичга утади. у ерда буг билан 70°Сда 24-28 соат мобайнида куритилади. Куригач намлиги 0,2% булиб тургунланади. Тургунланиш 22-аралаштиргичда 1-1,5 соат олиб борилади 100 огирлик кисм полиформальдегидга 2 огирлик кисм дифениламин, титан (II) оксиди-0,4 огирлик кисм ва 1-2 огирлик кисм полиамид кушилиб тургунланади. Тайёр полиформальдегид 23-донадорлаш аппаратидан утказиб, донадорланади.

Полиформальдегид ок кукун булиб. 120°С гача чидамли трубалар, сантехника буюмлари арматуралар, плёнкалар тунукалар тайёрланади. Зичлиги 1400 кг/м<sup>3</sup>. 170-180°Сда суюкланади. мол массаси СФД маркаси-30000. СТД маркаси-120000 га тенг.

### 13.7 Полимерланиш полимерлари ва улар асосидаги пластмассалар

Полимерланиш реакцияси асосида олинган смолаларга (полимерларга ): полиэтилен, полистирол, полипропилен, поливинилхлорид, политетрафторэтилен, полиакрилатлар, поливинилацетат ва бошқалар киради. Бу смолалар асосида олинган пластмассалар термопластик таркибида тулдиргич микдори кам, яхши диэлектрик хоссасига эга, агрессив мухитга чидамли, турли усуллар билан (пресслаш, куйиш, экструзия, пуфлаш, вакуумда шакл бериш, колиплаш (штамплаш), купиртириш, пайвандлаш, механик ишлов бериш) шакл бериш мумкин булади. унинг нуксонли шакллари (брак) ва

сув филтрланиб утиб чикади. Ювилган полимер 20-ва  
 барабанли филтрга олиб берилади ва ундан 21- вакум  
 куритгичга утади, у ерда буғ билан 70°Сда 24-28 соат  
 мобайнида куритилади. Куригач намлиги 0,2% булиб тургунланади.  
 Тургунланиш 22-аралаштиргичда 1-1,5 соат олиб борилади 100  
 огирлик кисм полиформальдегидга 2 огирлик кисм  
 дифениламин, титан (II) оксиди-0,4 огирлик кисм ва 1-2 огирлик  
 кисм полиамид кушилиб тургуиланади. Тайёр  
 полиформальдегид 23-донадорлаш аппаратида утказиб,  
 донадорланади.

Полиформальдегид ок кукун булиб, 120°С гача чидамли  
 трубалар, сантехника буюмлари арматуралар, плёнкалар тунукалар  
 тайёрланади. Зичлиги 1400 кг/м<sup>3</sup>, 170-180°Сда суюкланади, мол  
 массаси СФД маркаси-30000. СТД маркаси-120000 га тенг.

### 13.7 Полимерланиш полимерлари ва улар асосидаги пластмассалар

Полимерланиш реакцияси асосида олинган смолаларга (полимерларга):  
 полиэтилен, полистирол, полипропилен, поливинилхлорид,  
 политетрафторэтилен, полиакрилатлар, поливинилацетат ва бошқалар кирди.  
 Бу смолалар асосида олинган пластмассалар термопластик таркибида  
 тулдиргич микдори кам, яхши диэлектрик хоссасига эга, агрессив мухитга  
 чидамли, турли усуллар билан (пресслаш, куйиш, экструзия, пуфлаш, вакуумлаш  
 шакл бериш, колиплаш (штамплаш), купиртириш, пайвандлаш, механик ишлов  
 бериш) шакл бериш мумкин булади. унинг нуксонли шакллари (брак) ва

Паст босимда этиленнинг полимерланиши ҳажми 60 м<sup>3</sup> ли реакторда олиб борилади. Реакторга узлуксиз Циглер – Натта ( $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + \text{TiCl}_4$ ) катализаторнинг паст ҳарорати қайновчи (75-95°C) бензиндаги суспензияси ва 94,8 % этилен тушиб туради. Хосил булган полиэтилен чукади, бу ғритувчилардан сепараторда ажратилади. Реакцияга киришмаган этилен ва ғритувчи тозаланadi, реакторга қайтарилади. Курилманинг маҳсулдорлиги 25 минг т/йил, унуми 95-98%. 1 тонна полиэтиленга 4,8 кг  $\text{TiCl}_4$  ва 2,4 кг  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  сарфланади.  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  ни регенерациялаб булмайди. Бу усулда олинган полиэтилен физик-кимёвий хоссалари билан юкори босимда олинганлигидан устун туради.

1978 йилда полиэтилен олишнинг янги усули иглаб чиқилди. Бу каттик катализатор заррачаларининг қайновчи каватда этиленни полимерлашнинг газ фазали жараёнидир. Бунда маҳсулот 0,5-1 мм.ли гранулар курунишида ва оратик операцияларсиз (ювиш куриш, суюклантириш-ҳаражатларнинг 30%) олинади. Бу усулда олинган полиэтилен бошка усулларни олинганига караганда икки марта мустаҳкамрок булиб, материалларни қуплаб иктисод қилиш имконини беради. у зичлиги паст полиэтилен деб аталади.

#### Ультра юкоримолекулати полиэтилен ҳам олинди.

Полиэтилендан (юкори босимда олинганидан) пленкалар, шланглар, идишлар, (урта ва паст босимда олинганидан) – қувурлар, аппарат қисмлари, сув ости кабеллари ва симлар электризация копламалари, металлари каррозиядан химоя қилувчи, пенопластлар, хужалик ва уй рузгор буюмлари тайёрланади.

Поливинилхлорид ишлаб чиқариш уч хил усулда: блокда суспензияда ва эмульсияда амалга оширади. Эмульсия усулида реактор (122- расм) га тоза сув, 5% ли желатина эритмаси – эмульгатор (винилхлорид массасининг 0,6% ли микдорда) ва инициатор (мономер массасининг 0,3-0,7% ли микдорда бензол пероксиди) ҳамда сув массасига тенг микдорда винилхлорид солинади. Полимерлаш, 0,5-0,6 МПа босимда ва 35-70°C да реакцион массани

Паст босимда этиленнинг полимерланиши ҳажми 50 м<sup>3</sup> ли реакторда олиб борилади. Реакторга узлуксиз Циглер – Натта ( $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + \text{TiCl}_4$ ) катализаторнинг паст ҳарорати кайновчи (75-95°C) бензиндаги суспензияси ва 94,8 % этилен тушиб туради. Ҳосил булган полиэтилен чуқади, бу эритувчилардан сепараторда ажратилади. Реакцияга киришмаган этилен ва эритувчи тозаланади, реакторга қайтарилади. Курилманинг маҳсулдорлиги 25 минг т/йил, унуми 95-98%, 1 тонна полиэтиленга 4,8 кг  $\text{TiCl}_4$  ва 2,4 кг  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  сарфланади.  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  ни регенерациялаб булмайди. Бу усулда олинган полиэтилен физик-кимёвий хоссалари билан юкори босимда олиганлигидан устун туради.

1978 йилда полиэтилен олишнинг янги усули иглаб чиқилди. Бу каттик катализатор заррачаларининг кайновчи каватда этиленни полимерлашнинг газ фазага жараёнидир. Бунда маҳсулот 0,5-1 мм-ли гранулалар қуринишида ва оралик операцияларсиз (ювиш қуритиш, суюклантириш-ҳаражатларнинг 30%) олинади. Бу усулда олинган полиэтилен бошқа усулларни олинганига қараганда икки марта мустаҳкамроқ бўлиб, материалларни куплаб иктисод қилиш имконини беради. у зичлиги паст полиэтилен деб аталади.

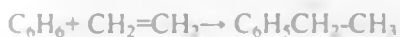
#### Ультра юкоримолекулали полиэтилен ҳам олинди.

Полиэтилендан (юкори босимда олинганидан) пленкалар, шланглар, идишлар, (урта ва паст босимда олинганидан) – қувурлар, аппарат қисмлари, сув ости кабеллари ва симлар электризоляция копламалари, металлларни каррозиядан химоя қилувчи, пенопластлар, хужалик ва уй рўзгор буюмлари тайёрланади.

Поливинилхлорид ишлаб чиқариш уч қил усулда: блокда суспензияда ва эмульсияда амалга оширади. Эмульсия усулида реактор (122- расм) га тоза сув, 5% ли желатина зритмаси эмульгатор (винилхлорид массасининг 0,6% ли микдориди) ва инициатор (мономер массасининг 0,3-0,7% ли микдорда бензол пероксиди) ҳамда сув массасига тенг микдорда винилхлорид солинади. Полимерлаш, 0,5-0,6 МПа босимда ва 35-70°C да реакцион массани

портлаши мумкин Стирол органик эритувчилар /кутубсиз ва кучсиз кутубли билан: спиртлар, алийатик, ароматик хлорли углеводородлар, нитропарфан - ва бошқаларда чексиз аралашади эрийди. Сувда 003%, - жуда кам эрийди Стиролнинг ўзи органик перекислар, хинон, учламчи бутилпирокатехинларни яхши эритади Стирол наркотик таъсирга эга, узок хидланса нерв снотемасни бузади, нафас йулларини яллиглайди, кон таркибини бузади узгартиради, жигарни ишдан чакаради, терини таъсирланувчанлигини оширади суюк стирол терини ёради

Саноатда стирол асосан этилбензолни каталитик дегидрогенлаб олинади у эса, бензолни этилен билан алкиллаб олади. Бунда  $AlCl_3$  ёки  $H_3PO_4$  катализаторидан фойдаланилади. реакция  $90-95^{\circ}C$  да боради:



Яна нефть пиролизидан /15-185% этилбензол саклаиди/ Ксилоллар аралашмасидан ажратиб ҳам олинади,

Этилбензолни дегидрогенлаш металл оксидлари катализатори /темир, магнит, рух, мис ва бошқалар/ иштирокида  $560-630^{\circ}C$  да олиб борилади. Сув буги:



ҳам иштирок этади. Иссиқ буг, ҳам газни реакторга киришдан олдин киздиради, ҳам реакторда катализатор юзасига утириб қолган кокс билан бирикиб катализатор активлигини доим

портлаши мумкин Стирол органик эритувчилар /кутубсиз ва кучсиз кутубли билан: спиртлар, алийатик, ароматик хлорли углеводородлар, нитропарфан - ва бошкаларда чексиз аралашади эрийди. Сувда 003%, - жуда кам эрийди Стиролнинг ўзи органик перекислар, хинон, учламчи бутилпирокатехинларни яхши эритади Стирол наркотик таъсирга эга, узок хидланса нерв снотемасини бузади, нафас йулларини ялнглайди, кон таркибини бузади узгартиради, жигарни ишдан чакаради, терини таъсирланувчанлигини оширади суюк стирол терини ёради

Саноатда стирол асосан этилбензолни каталитик дегидрогенлаб олинади у эса, бензолни этилен билан алкиллаб олади. Бунда  $AlCl_3$  ёки  $H_3PO_4$  катализаторидан фойдаланилади. реакция  $90-95^{\circ}C$  да боради:



Яна нефть пиролизидан /15-185% этилбензол сакланди/ Ксилоллар аралашмасидан ажратиб ҳам олинади.

Этилбензолни дегидрогенлаш металл оксидлари катализатори /темир, магнит, рух, мис ва бошкалар/ иштирокида  $560-630^{\circ}C$  да олиб борилади. Сув буги:



хам иштирок этади. Иссик буг, ҳам газни реакторга киришдан олдин киздиради, ҳам реакторда катализатор юзасига утириб колган кокс билан бирикиб катализатор активлигини доим

Бунини камчилиги: блок иссиқликни ёмон ўтказди ва жуда ёпишқоқ бўлади. Яна блокда реакцияга кирмай қолган маномерни чиқариб юборишнинг қийинлиги, экзотермик реакция бўлганлигида. Блок ичи кизиб кетади ва полимер парчаланиб, кичик моль массали полимер ва мономер қўпаяди бу эса полимер сифатини бузади, тез эскиради, юшаш Ҳароратини пасайтиради. Реакцияга қиришмаган маномернинг қўплиги полимерни хира қилади ва ёрилади. Блок полимерлашнинг узлуксиз полимерлаш усули кенг тарқалган. Бу усулда моль массаси катта бўлган ва мономерсиз полимер олиш мумкин. Бунда полимерлаш минорада олиб борилади. Дастлабки моддалар узлуксиз минорага тушиб туради. Юқоридан қирган ҳам ашё полимерни аралаштириб остидан полимер чиқиб туради. Ҳам ашё тулик полимерга айлангунча минорадан чиқмайди. Қурилма иккита алюминийли реактор-1 ва минора-2 дан иборат. Минора хромникелли пулатдан ясалган. Реакторларда стирол тахминий/35%гача/ полимерланади. Реактор  $2\text{м}^3$  ҳажмли ичида варракли, аралаштиргичи, бор, қўйлаги бор, унда иссиқ буғ-сув ёки совуқ сув айланиб туради /шароитга қараб/. Натижада реакторда  $75-85^\circ\text{C}$  да сақланади.

Полимер ва мономер аралашмаси 60 соат мобайнида реакторда бўлади. Реакторга полимер ва мономер ҳаво кислороди билан оксидланмаслиги учун азот юборилади. Реакторда форполимер секинлик билан минорага тулик полимерланиш учун тушади. Минора баландлиги 7м бўлиб, 6-бўлимдан иборат, уларнинг диаметри 0.65м. Энг юқоридаги

Бунинг қилиниши: Блок полимлашиши ёмон ўтказди ва жуда ёпишқок бўлади. Яна блокда реакцияга қирмай қолган маномерни чиқариб юборишнинг қийинлиги, экзотермик реакция бўлганлигида. Блок ичи кизиқ кетади ва полимер парчаланиб, кичик моль массали полимер ва мономер қўпаяди бу эса полимер сифатини бузади, тез эскиради, юшаш Ҳароратини пасайтиради. Реакцияга қиришмаган маномернинг қўплиги полимерни хира қилади ва ёрилади. Блок полимерлашнинг узлуксиз полимерлаш усули кенг тарқалган. Бу усулда моль массаси катта бўлган ва мономерсиз полимер олиш мумкин. Бунда полимерлаш минорада олиб борилади. Дастлабки моддалар узлуксиз минорага тушиб туради. Юқоридан қирган хом ашё полимерни аралаштириб остидан полимер чиқиб туради. Хом ашё тулик полимерга айлангунча минорадан чиқмайди. Қурилма иккита алюминийли реактор-1 ва минора-2 дан иборат. Минора хромникелли пўлатдан ясалган. Реакторларда стирол тахминий/35%гача/ полимерланади. Реактор 2м<sup>2</sup> хажмли ичида варракли, аралаштиргичи, бор, қуйлаги бор, унда иссиқ буг-сув ёки совук сув айланиб туради /шароитга қараб/. Натижада реакторда 75-85°C да сақланади.

Полимер ва мономер аралашмаси 60 соат мобайнида реакторда бўлади. Реакторга полимер ва мономер ҳаво кислороди билан оксидланмаслиги учун азот юборилади. Реакторда форполимер секинлик билан минорага тулик полимерланиш учун тушади. Минора баландлиги 7м бўлиб, 6-бўлимдан иборат, уларнинг диаметри 0,65м. Энг юқоридаги

полимерлаш, лотексни коагуляциялаш/яъни полимерни чуқтириш/  
кур эритмани ажратиш, полистиролни ювиш. центрифугалаш.  
куритиш, майдалаш ва элаш. Стиролни ингибитордан  
/гидрохинондан/ тозалаш укун у 10%ли ишкор –эритмаси билан  
ювилади .

### Эмульсион полистирол олиининг даврий /узлукли/ усули

Полимеризатор чуяндан ясаган 3-5 М<sup>3</sup> хажмли реактор  
/4/. туби скерик буг куйлаги, варракли аралаштиргичи ва тескари  
совутгичи /5/ бор. Полимерлашнинг бориши учун 2-улчагичдан  
реакторга деменерализацияланган сув тушади /дистилланган сув /  
сунгра 3-улчагичдан реакторга эмуль-гатор /костор совунининг  
25%ли сувдаги эритмаси булиб, у костор мойини 80-90°Сда  
20%ли ишкор билан ишлов бериб олинган / тушади. Реакторда  
20-30 минут мобайнида 50°Сда реакторда эмулгатор сув билан  
аралаштирилади. Кейин биринчи улчагичдан стирол куйилади ва  
15 минут мобайнида люк оркали инипиатор-персульфат калийнинг  
сувдаги эритмаси куйилади . Реакпион аралашма 70°Сгача 1,5-2  
соат мобайнида киздириб турилади, бунда буг билан реактор  
куйлаги оркали тескари совутгични ишлатган холда киздирадилар.  
Кейин 90-95°С гача киздириш полимерланиш иссиқлиги  
хисобидан бўлади. Реакция яна 2-3 соат давом этади. кейин  
тугайди. Реакцияга кирмай колган стирол 0,5%ни ташкил қилади

Сунгра эмульция оралик бакка /6/ утказилади, ундан  
коагуляцияланиш учун чуқтирувчиға /7/ ўтади. Бу аппарат  
зангламайдиган пулатдан ясалади ва унда аралаштиргич буғли

бажарилади: Стиролдан ингибиторни йукотиш, отиролни полимерлаш, лотексни каогуляциялаш/яни полимерни чўктириш/ кур эритмани ажратиш, полистиролни ювиш, центрифугалаш, куриштиш, майдалаш ва элаш. Стиролни ингибитордан /гидрохинондан/ тозалаш уқун у 10%ли ишқор –эритмаси билан ювилади .

### Эмульсион полистирол олининиң даврий /узлукли/ усули

Полимеризатор чуяндан ясаган 3-5 м<sup>3</sup> хажмли реактор /4/, туби скерик буг кўйлаги, варракли аралаштиргичи ва тескари совутгичи /5/ бор. Полимерлашнинг бориши учун 2-улчагичдан реакторга деманерализацияланган сув тушади /дистилланган сув / сунгра 3-улчагичдан реакторга эмуль-гатор /костор совунининг 25%ли сувдаги эритмаси бўлиб, у костор мойини 80-90°Сда 20%ли ишқор билан ишлов бериб олиган / тушади. Реакторда 20-30 минут мобайнида 50°Сда реакторда эмулгатор сув билан аралаштирилади. Кейин биринчи улчагичдан стирол кўйилади ва 15 минут мобайнида люк оркали инипиатор-персульфат калийнинг сувдаги эритмаси кўйилади . Реакпион аралашма 70°Сгача 1.5-2 соат мобайнида киздириб турилади, бунда буг билан реактор кўйлаги оркали тескари совутгични ишлатган ҳолда киздирадилар. Кейин 90-95°С гача киздириш полимерланиш исскиклиги хисобидан бўлади. Реакция яна 2-3 соат давом этади, кейин тугайди. Реакцияга кирмай қолган стирол 0,5%ни ташкил қилади . Сунгра эмульция оралик бакка /6/ ўтказилади, унда каогуляцияланиш учун чўктирувчига /7/ ўтади. Бу аппарат зангламайдиган пулатдан ясалади ва унда аралаштиргич буғли

жойлашган бўлиб, улар кристалл тузилиш ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади /водород атомига нисбатан фенил группа катта размерга эга эканлиги учун кристалл тузилиш ҳосил қилолмайди/

Стереорегуляр полистиролни стиролни бензолдаги эритмасини  $TiCl_3$  ва  $Al(C_2H_5)_3$  ва катализатори иштирокида  $60-75^\circ C$  да анионли полмерлаш механизмида олиш мумкин. Бундай йўл билан олинган полимер 50 %гача кристалл /тузилиши/ бўлади.

Полистирол каттик тикик материал, шишага ўхшайди, рангсиз, ҳидсиз, тамсиз физиологик зарарсиз, енгил тутовчи аланга ҳосил қилиб ёнади. Унинг зичлиги  $1040-1060 \text{ кг/м}^3$ , шишаланishi ҳарорати  $78-85^\circ C$ , Мартенс бўйича утга чидамлилиги  $75-85^\circ C$ , каттиклиги Биринелл бўйича  $140-160 \text{ МПа}$  Полистирол кутубсиз бирикма бўлиб, мураккаб эфирларда ароматик ва хлорланган углеводород эрийди, катионларда ва бошқа кутубсиз органик эритувчиларда эрийди. Уни энг яхши эритувчиси: тетраҳлорэтан, изопропилбензол, хлорформ, ксилол, толулол, бензол, диоксан, пиридин ва бошқалар  $250-300^\circ C$  да деполимерланади парчаланади. Атмосфера ва кимёвий реактивларга чидамли, муз сирка ва концентранган нитрат кислотага чидамсиз, уни емиради, бошқа кислоталарга чидамли.

Полистирол курилиш техникасида пенополистирол олиш учун ишлатилади иссикликни ҳам ўтказида, енгил, изоляциялашда. /ок рангли кувурларни устини қолаб

изоляциялайдиган материал ошхона санитария қисмларини, ванна деворларини, қопловчи плиталари тайёрланади. плёнкалар тайёрланади аммо, улар мурт, иссикликка чидамсиз, полиэтилен ва

жойлашган бўлиб, улар кристал тузилиш ҳосил бўлишга тўсқинлик қилади /водород атомига нисбатан фенил группа катта размерга эга эканлиги учун кристалл тузилиш ҳосил қилолмайди/

Стереорегуляр полистиролни стиролни бензолдаги эритмасини  $TiCl_3$  ва  $Al(C_2H_5)_3$  ва катализатори иштирокида  $60-75^{\circ}C$ да анионли полмерлаш механизмида олиш мумкин. Бундай йўл билан олинган полимер 50 %гача кристалл /тузилиши/ бўлади.

Полистирол каттик тиккк материал, шишага ўхшайди, рангсиз, хидсиз, тамсиз физиологик зарарсиз, енгил тутовчи аланга ҳосил қилиб ёнади. Унинг зичлиги  $1040-1060 \text{ кг/м}^3$ , шишаланиш ҳарорати  $78-85^{\circ}C$ , Мартенс бўйича ўтга чидамлилиги  $75-85^{\circ}C$ , каттиклиги Биринелл бўйича  $140-160 \text{ МПа}$  Полистирол қутубсиз бирикма бўлиб, мураккаб эфирларда ароматик ва хлорланган углеводород эрийди, катионларда ва бошқа қутубсиз органик эритувчиларда эрийди. Уни энг яхши эритувчиси: тетраҳлорэтан, изопропилбензол, хлорформ, ксилол, толуол, бензол, диоксан, пиридин ва бошқалар  $250-300^{\circ}C$ да деполимерланади парчаланади. Атмосфера ва кимёвий реактивларга чидамли, муз сирка ва концентрланган нитрат кислотага чидамсиз, уни емиради, бошқа кислоталарга чидамли.

Полистирол қурилиш техникасида пенополистирол олиш учун ишлатилади иссиқликни ҳам ўтказади, енгил, изоляциялашда, /ок рангли қувурларни устини коплаб

изоляциялайдиган материал/ ошхона санитария қисмларини, ванна деворларини, коповчи плиталари тайёрланади, плёнкалар тайёрланади аммо, улар мурт, иссиқликка чидамсиз, полиэтилен ва



Ёғочни пишириш пулат козонларда олиб борилади. Козоннинг ичи кислотага чидамли материаллар билан копланган (82—расм) козонга ёғоч майдалари пиширувчи кислота солинади ва уларни киздириш учун Буг берилади. Кислота хажми 1м (куб), козон хажмига 06-07 м(куб) булиши керак. Кислота козоннинг юкорисига кутарилиб, ёғоч булакларига шимилади ва козондан хавони сикиб чикаради гирметик бекитилиб, Буг 105-110 С гача киздирилади. Олтингургурт IV оксид ива гидросульфит кальций 70 С даек легнин Билан бирикиб ликносульфон кислотасини ва тузини хосил килади. Кейин 05-07 МПа босимда харорат 135-147 С гача кутарилади. Лигносульфон кислотасининг кальцийли тузи эритмага утади. Бир вақтнинг узида гемителлюлёза ҳам куп кисми гидролизланиб эритмага утади. Пишириш одатда 8-10 соат давом этади. Пишириш тугагач козондаги барча масса резервурга агдариб олинади ва ундан целлюлоза пишириш эритмасидан ажратиб олинад. Ва сув биалн ювилади. Сунгра целлюлоза механик аралашмалардан тозалангач сульфитли целлюлоза деб аталади. Олинган целлюлозанинг сифати цунинг таркибида колган лигнин микдориаг боглик булади. Агар целлюлоза 3 фоиздан ортик лигнин сакласа каттик ва 2 % дан кам лигнин сакласа, юмшок целлюлоза дейилади.

Кимевий ката ишланадиган ва сифатли коғоз олиш учун фойдаланиладиган целлюлоза кушимча окартирилади. Окртириш натрий еки кальций гипохлорид хлор хлор2 оксид водород пероксида билан амалга оширилади. Целлюлозола нинг сифатини ошириш учун у 12 % NaOH , 20 С хароратда еки 1 % ли NaOH билан кайнатилади. Натижада целлюлоза 92-97% ли булади.

Целлюлоза пишириш жараенини тезлаштириш учун пиширувчи кислота таркибида олтингургурт 4 оксиди ва гидросульфитнинг концентрацияси оширилади. Еки Mg, Na, аммоний гидросульфитларидан фойдаланилади. Натижада реактор махсулдорлиги 10-15 фонзга ошади.



Ёғочни пишириш пулат козонларда олиб борилади. Козоннинг ичи кислотатага чидамли материаллар билан копланган (82—расм) козонга ёғоч майдалари пиширувчи кислота солинади ва уларни киздириш учун Буг бериледи. Кислота ҳажми 1м (куб), козон ҳажмига 06-07 м(куб) булиши керак. Кислота козоннинг юкорисига кутарилиб, ёғоч булакларига шимилади ва козондан хавони сикиб чикаради гирметик бекитилиб, Буг 105-110 С гача кизхдирилади. Олтингургурт IV оксид ива гидросульфит кальций 70 С даск легнин билан бирикиб ликносульфон кислотасини ва тузини хосил килади. Кейин 05-07 МПа босимда харорат 135-147 С гача кутарилади. Лигносульфон кислотасининг кальцийли тузи эритмага утади. Бир вақтнинг узида гемителлюлёза ҳам куп кисми гидролизланиб эритмага утади. Пишириш одатда 8-10 соат давом этади. Пишириш тугагач козондаги барча масса резервурга ағдариб олинади ва ундан целлюлоза пишириш эритмасидан ажратиб олинади. Ва сув биатн ювилади. Сунгра целлюлоза механик аралашмалардан тозалангач сульфитли целлюлоза деб аталади. Олинган целлюлозанинг сифати цунинг таркибида колган лигнин микдориаг боглик булади. Агар целлюлоза 3 фоицдан ортик лигнин сакласа каттик ва 2 % дан кам лигнин сакласа, юмшок целлюлоза дейилади.

Кимсвий ката ишланадиагн ва сифатли коғоз олиш учун фойдаланиладиган целлюлоза кушимча окартирилади. Окртириш натрий еки кальций гипохлорид хлор хлор2 оксид водород пероксиди билан амалга оширилади. Целлюлозола нинг сифатини ошириш учун у 12 % NaOH , 20 С хароратда еки 1 % ли NaOH билан кайнатилади. Натижада целлюлоза 92-97% ли булади.

Целлюлоза пишириш жараенини тезлаштириш учун пиширувчи кислота таркибида олтингургурт 4 оксиди ва гидросульфитнинг концентрацияси оширилади. Еки Mg, Na, аммоний гидросульфитларидан фойдаланилади. Натижада реактор махсулдорлиги 10-15 фоицга ошади.

### 13.11 Каучук ишлаб чиқариш технологияси.

Ташки куч таъсирида уз шаклини узгартириб-деформацияланиб, таъсир кучи тухтатилганда, дастлабки ҳолатига қайтадиган эластик юқори молекуляр бирикмалар каучук деб аталади.

У иккига : табиий ва синтетик каучукларга булинади .Узоқ йиллар мобайнида факат табиий каучук олинган . Табиий каучук гевея, гваюла, кук-сагиз, тов-сагиз ва бошка каучукли усимликларнинг сутсимон ширасидан ажратиб олинган, Жанубий Америкадаги хиндулар бу сетсимон ширани чоу ("као-дарахт","чоу"-инглаш) .яъни дарахтнинг кузёши деб атаганлар. Кейинчалик француз олимлари унга каучук дебном берганлар.

Каучукли усимликлар, асосан, экватор атрофидаги тропик зоналарда яъни, Жанубий Америка, Африка, Малайзия архипедаги, Бразилия, Шриланка, Индонезия, Хиндистон ва бошка жойларда усади. Купгина мамлкатларда каучук хозирги пайтларда ҳам катта микдорда , асосан , гевея дарахтидан олинмокда.

Собик СССР да табиий каучук кук-сагиз ва тов-сагиз усимликларидан олинган. Аммо бу усимликлардан олинадиган каучук унга булган талабни кондира олмас ва таннархи ҳам жуда кимматга тушар эди.Шунинг учун совет олимлари дунёда биринчи бўлиб синтетик каучук олишнинг саноат усулини топдилар ва Собик СССР синтетик каучукнинг ватани бўлиб колди.

Синтетик каучукни биринчи бўлиб 1902 йилда рус олими И.П.Кондаков синтез килди. 22,3-диметил -1,3-бутадиенни синтез килди ва уни полимерлаб метил каучук олди.1906 йилда рус

### 13.11 Каучук ишлаб чиқариш технологияси.

Ташки куч таъсирида уз шаклини узгартириб-деформацияланиб, таъсир кучи тухтатилганда, дастлабки ҳолатига қайтадиган эластик юкори молекуляр бирикмалар каучук деб аталади.

У иккига : табиий ва синтетик каучукларга бўлинади . Узок йиллар мобайнида факат табиий каучук олинган . Табиий каучук гевея, гваюла, кук-сагиз, тов-сагиз ва бошка каучукли ўсимликларнинг сутсимон ширасидан ажратиб олинган, Жанубий Америкадаги хиндулар бу сетсимон ширани чоу ("као-дарахт", "чоу"-йиглаш) ,яъни дарахтнинг кузеши деб атаганлар. Кейинчалик француз олимлари унга каучук дебном берганлар.

Каучукли ўсимликлар, асосан, экватор атрофидаги тропик зоналарда яъни, Жанубий Америка, Африка, Малайзия архипелаги, Бразилия, Шриланка, Индонезия, Хиндистон ва бошка жойларда усади. Кўпгина маммкатларда каучук хозирги пайтларда ҳам катта миқдорда , асосан , гевея дарахтидан олинмокда.

Собик СССР да табиий каучук кук-сагиз ва тов-сагиз ўсимликларидан олинган. Аммо бу ўсимликлардан олинадиган каучук унга булган талабни кондира олмас ва таннархи ҳам жуда кимматга тушар эди.Шунинг учун совет олимлари дунёда биринчи бўлиб синтетик каучук олишнинг саноат усулини топдилар ва Собик СССР синтетик каучукнинг ватани бўлиб колди.

Синтетик каучукни биринчи бўлиб 1902 йилда рус олими И.Л.Кондаков синтез килди. 2,2,3-диметил -1,3-бутадиенни синтез килди ва уни полимерлаб метил каучук олди.1906 йилда рус

юкори),совукликка (-60<sup>0</sup>С ва ундан хам паст) чидамли. кислота. асос. оксидловчилар, органик эритувчилар, суюк ёкилгилар, мойлар. газлар ва шу каби бошка моддаларга чидамли (10-жадвалга қаранг)

### Синтетик каучукнинг муҳим турлари .

10-жадвал

| Каучуклар                      | Реакция учун<br>олинган<br>Мономерлар                                                                                                                                                                                  | Махсус хоссалари                       |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Барча соҳаларда ишлатиладиган  |                                                                                                                                                                                                                        |                                        |
| Натрийбутадиенли<br>(БСК)      | Бутадиен<br>$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$                                                                                                                                                              |                                        |
| Дивинилстирол<br>(ССК)         | Бутадиен ва<br>стирол<br>$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$                                                                                                                                                  |                                        |
| Дивинилметилстирол<br>(МС СК)  | Бутадиен ва<br>метилстирол<br>$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}_6\text{H}_5$                                                                                                                                 |                                        |
| Изопренили                     | Изопрен<br>$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$                                                                                                                                                   |                                        |
| Махсус соҳаларда ишлатиладиган |                                                                                                                                                                                                                        |                                        |
| Тиоколди                       | Дихлорэтан<br>$\text{ClCH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$<br>ёки дихлорэтилэфир<br>$\text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{OCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$<br>Ва натрий<br>тетрасульфиди $\text{Na}_2\text{S}_4$ | Мой ва бензинга<br>чидамли             |
| Бутадиеннитрил<br>(НСК)        | Бутадиен ва<br>акридонитрил<br>$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$                                                                                                                                                       | Иссиклик,бензин ва<br>мойларга чидамли |
| Хлоропренили                   | Хлоропрен                                                                                                                                                                                                              | Иссиклик,бензин ва                     |

юкори),совукликка (-60<sup>0</sup>С ва ундан хам паст) чидамли. кислота, асос, оксидловчилар. органик эрнтувчилар, суюк ёкилгилар, мойлар, газлар ва шу каби бошка моддаларга чидамли (10-жадвалга қаранг)

### Синтетик каучукнинг муҳим турлари .

10-жадвал

| Каучуклар                      | Реакция учун<br>олинган<br>Мономерлар                                                                                                                                                                                   | Махсус хоссалари                       |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Барча соҳаларда ишлатиладиган  |                                                                                                                                                                                                                         |                                        |
| Натрийбутадиенли<br>(БСК)      | Бутадиен<br>$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$                                                                                                                                                               |                                        |
| Дивинилстирол<br>(ССК)         | Бутадиен ва<br>стирол<br>$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$                                                                                                                                                   |                                        |
| Дивинилметилстирол<br>(МССК)   | Бутадиен ва<br>метилстирол<br>$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_5$                                                                                                                       |                                        |
| Июпренли                       | Июпрен<br>$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$                                                                                                                                          |                                        |
| Махсус соҳаларда ишлатиладиган |                                                                                                                                                                                                                         |                                        |
| Тиоколди                       | Дихлорэтан<br>$\text{ClCH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$<br>ёки дихлорэтилэфир<br>$\text{ClCH}_2-\text{CH}_2-\text{OCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$<br>Ва натрий<br>тетрасульфиди $\text{Na}_2\text{S}_4$ | Мой ва бензинга<br>чидамли             |
| Бутадиеннитрил<br>(НСК)        | Бутадиен ва<br>акрилонитрил<br>$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$                                                                                                                                                        | Искусств.бензин ва<br>мойларга чидамли |
| Хлоропренли                    | Хлоропрен                                                                                                                                                                                                               | Искусств.бензин ва                     |

булганлигидан турли хилдаги зичловчи қисмлар сифатида ишлатилади. Резинанинг юмшоклиги, уни кўп марталаб эгилганда ҳам каттиклигини сақлаб қолиш хоссаси ундан узатиш тасмалари, транспортёр ленталари тайёрлаш имкониятини беради. Бунинг устига резинанинг газ ва сув утказмаслик ,диэлектриклик

Хоссаларини ҳам ҳисобга оладиган булсак ,ундан электротехника саноатида, азростатлар ва диержабллар обигини яшашда ,дам солинувчи қайиқлар ва шу каби минглаб тайёрлашда фойдаланиш мумкин .

Каучуклар мономерларни полимерлаш ёки сополимерлаш орқали олинади. Полимерлаш жараёни блокларда. Блок полимерлаш эмульсияларда, эмульсион полимерлаш ва эритмаларда полимерлаш усулларда олиб борилади.

Барча сохаларда куллашга мулжалланган каучуклардан кўп ишлаб чиқариладигани дивинилстиролли (бутадиенстиролли) ва полиизопренли каучуклардир .

Дивинилстиролли каучук (ССК) эмульсион сополимерлаш орқали ишлаб чиқарилади. Дивинилстиролли каучуклардан бизда 70% бутадиен ва 30% стиролдан иборат аралашмани сополимерлаш йўли билан (ССК-30) каучук олинади (охирги 30-рақамли стиролнинг % миқдорини кўрсатади).

Эмульсион полимерлашда реакцияни тезлаштирувчи актив заррача бу радикал ҳисобланади. Унинг ҳосил бўлиши учун полимерлаш инициатори кулланилади. Инициатор кўпинча бекарор органик ва аорганик пероксид бирикмалардир. Инициатор таъсирида молекула ёки ион оддий богнинг узилиши натижасида

булганлигидан тўғри умдаги шилловчи қисмлар шифтида ишлатилади. Резинанинг юмшоклиги, уни кўп марталаб эгилганда ҳам каттиклигини саклаб қолиш хоссаси ундан узатиш тасмалари, транспортёр ленталари тайёрлаш имкониятини беради. Бунинг устига резинанинг газ ва сув утказмаслик, диэлектриклик

Хоссаларини ҳам ҳисобга оладиган булсак, ундан электротехника саноатида, аэростатлар ва диіржабллар обигини ясашда, дам солинувчи кайиклар ва шу каби минглаб тайёрлашда фойдаланиш мумкин.

Каучуклар мономерларни полимерлаш ёки сополимерлаш оркали олинади. Полимерлаш жараёни блокларда, Блок полимерлаш эмульсияларда, эмулцион полимерлаш ва эритмаларда полимерлаш усулларда олиб борилади.

Барча соҳаларда куллашга мулжалланган каучуклардан кўп ишлаб чиқариладигани дивинилстиролли (бутадиенстиролли) ва полиизопренли каучуклардир.

Дивинилстиролли каучук (ССК) эмулцион сополимерлаш оркали ишлаб чиқарилади. Дивинилстиролли каучуклардан бизда 70% бутадиен ва 30% стирудан иборат аралашмани сополимерлаш йули билан (ССК-30) каучук олинади (охирги 30-ракамли стируднинг % микдорини курсатади).

Эмулцион полимерлашда реакцияни тезлаштирувчи актив заррача бу радикал ҳисобланади. Унинг ҳосил булиши учун полимерлаш инициатори кулланилади. Инициатор кўпинча бекарор органик ва анорганик пероксид бирикмалардир. Инициатор таъсирида молекула ёки ион оддий богнинг узилиши натижасида

дисульфидларга  $-R-S-S-R$  айланувчи меркаптанлар  $R-SH$  ( $R=C_2H_5$ ) ишлатилади.

Дискантогенлар  $RS$  ёки  $RO-C-S'$  радикаллари ҳосил қилиб парчаланadi.



Улар макрорадикалларга бирикиб занжирни узатди, натижада реакция тухтайди.

Эмульсион полимерланишда сув ёки тузларнинг сувдаги эритмаларига мономер сувда эрувчи инициатор, стабилизатор ва бошқа қўшимчалар иштирокда махсус полимерлаш аппаратида қучли аралаштирилиб, эмульсия ҳосил қилинади. Реакцион аралашма одатда 15-30% (барча аралашмаларнинг массасига нисбатан) суюқ мономер, 60-80% сув, эмульгатор, инициатор ва регулятор-тугриловчи (рН муҳим, сирт таранглик, полимерланиш даражаси, тармокланиш даражаси ва бошқалар) қабилардан иборат бўлади. рН муҳим полимерланишнинг тезлигига ва ҳосил бўладиган полимернинг сифати ва унумига таъсир этади. Бундан ташқари жараяннинг тезлигига, ҳосил бўладиган полимернинг полимерланиш даражасига, вақт, инициатор миқдори, эмульгаторнинг табиати миқдори ҳамда механик аралаштиришнинг тезлиги ва бошқа омиллар таъсир қилади. Полимер олингач, эмульсияни бўзиш учун турли электролитлар, одатда кислота солинади.

Эмульсион полимерлаш усулининг камчилиги шундан иборатки, бу усулда олинадиган полимер эмульгатор билан ифлосланади. Натижада, ундан гайёрланган буюмларнинг хизмат

Дискантоген (R-тил ёки изопропил ) ёки осонликча дисульфидларга  $-R-S-S-R$  айланувчи меркаптанлар  $R-SH$  ( $R=C_{12}H_{25}$ ) ишлатилади.

Дискантогенлар  $RS$  ёки  $RO-\overset{\overset{|}{|}}{C}-S$  радикаллари ҳосил қилиб парчаланadi .

Улар макрорадикалларга бирикиб занжирни узадилар, натижада реакция тухтайди.

Эмульсион полимерланишда сув ёки тузларнинг сувдаги эритмаларига мономер сувда эрувчи инициатор , стабилизатор ва бошқа қўшимчалар иштирокда махсус полимерлаш аппаратида кучли аралаштирилиб , эмульсия ҳосил қилинади. Реакцион аралашма одатда 15-30% (барча аралашмаларнинг массасига нисбатан ) суюқ мономер, 60-80% сув , эмульгатор , инициатор ва регулятор-тугриловчи (рН муҳим , сирт таранглик , полимерланиш даражаси , тармоқланиш даражаси ва бошқалар) кабилардан иборат бўлади. рН муҳим полимерланишнинг тезлигига ва ҳосил бўладиган полимернинг сифати ва унумига таъсир этади. Бундан ташқари , жараённинг тезлигига, ҳосил бўладиган полимернинг полимерланиш даражасига, вақт, инициатор миқдори, эмульгаторнинг табиати миқдори ҳамда механик аралаштиришнинг тезлиги ва бошқа омиллар таъсир қилади. Полимер олингач, эмульсияни бузиш учун турли электролитлар, одатда кислота солинади.

Эмульсион полимерлаш усулининг камчилиги шундан иборатки, бу усулда олинadиган полимер эмульгатор билан ифлосланади. Натижада, ундan тайёрланган буюмларнинг хизмат

полимеризаторлар бундан шундан. Шатиккада углеводородлар аралашмасининг 58-60 %и полимерланади. Ҳосил булган латекс йигич (3)га юборилади, у ерда латекс реакцияга киришмай колган бутадиедан вакуум ёрдамида буглантириш билан ажратиб олинади. Сўнгра буглантирувчи минора (4)га бориб мономерлар буг билан тулик ажратилади. Хайдалган бутадиеи ва стирол конденсаторда 5,6 конденсатланиб яна полимерлаш учун полимеризаторга юборилади.

Мономерлардан тозаланган латекс эса коагуляциялашга юборилади. Латексда 20% га якин каучук бўлади, у сутсимон ширага ухшайди. Латекс тугрдан-тугрн шина кордларига шимдириш. резина буюмлари тайёрлаш латексга турли нарсалар қўшилиб уйларни бўяшда ишлатиладиган сувга чидамли бўёклар олиш учун ва бошка максадларда ишлатилади.

Аммо латоксининг асосий кисми кайта ишланади ва ундан каучук ажратиб олинади. Бунинг учун бир-бирига кетма-кет уланган 3 та коагулятор аппаратиға (124-расм ) да биттаси курсатилган латекс вакоагуляторлар-электролитлар ( $\text{NaCl}$  ёки  $\text{CaCl}_2$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) солинади. Биринчи коагуляторга (1)  $40^\circ\text{C}$  хароратда  $\text{NaCl}$  иккинчиси ва учунчиларига  $\text{CH}_3\text{COOH}$  куйилади. Латекс электролит таъсирида заррачалар шаклида чукади- коагуляцияланади. Майда заррачалар бир-бирига ёпишиб йириклашади-агломерацияланади. Ҳосил булган агломерат пульпа шаклида бўлиб виброэлакка (2) (тебраниб турувчи тур филътр) юборилади. Виброэлакда каучук (чуккан латекс заррачалари каучук деб аталади) сув билан ювилиб электролитдан тозаланади ва ажралади. Каучукни сувда эрувчи аралашмалардан батамом тозалаш учун ювиш апаратиға (3) утказилади. Ювилган

полимеризаторлар оркали оқиб утади. Натижада углеводородлар аралашмасининг 58-60 %и полимерланади. Ҳосил булган латекс йиғич (3)га юборилади, у ерда латекс реакцияга киришмай қолган бутадиеддан вакуум ёрдамида буглантириш билан ажратиб олинади. Сўнгра буглантирувчи минора (4)га бориб мономерлар буг билан тулик ажратилади. Хайдалган бутадиед ва стирол конденсаторда 5,6 конденсатланиб яна полимерлаш учун полимеризаторга юборилади.

Мономерлардан тозаланган латекс эса коагуляциялашга юборилади. Латексда 20% га яқин каучук бўлади, у сутсимон ширага ухшайди. Латекс тугридан-тугри шина кордларига шимдириш, резина буюмлари тайёрлаш латексга турли нарсалар қушилиб уйларни бўяшда ишлатиладиган сувга чидамли бўёқлар олиш учун ва бошқа мақсадларда ишлатилади.

Аммо латекснинг асосий қисми қайта ишланади ва ундан каучук ажратиб олинади. Бунинг учун бир-бирига кетма-кет уланган 3 та коагулятор аппаратига (124-расм ) да биттаси курсатилган латекс вакоагуляторлар-электролитлар ( $\text{NaCl}$  ёки  $\text{CaCl}_2$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) солинади. Биринчи коагуляторга (1)  $40^\circ\text{C}$  ҳароратда  $\text{NaCl}$  иккинчиси ва учунчиларига  $\text{CH}_3\text{COOH}$  қўйилади. Латекс электролит таъсирида заррачалар шаклида чуқади- коагуляцияланади. Майда заррачалар бир-бирига ёпишиб йириклашади-агломерацияланади. Ҳосил булган агломерат пульпа шаклида бўлиб виброэлакка (2) (тебраниб турувчи тур филтёр) юборилади. Виброэлакда каучук (чуккан латекс заррачалари каучук деб аталади) сув билан ювилиб электролитдан тозаланади ва ажралади. Каучукни сувда эрувчи аралашмалардан батамом тозалаш учун ювиш апаратига (3) утказилади. Ювилган

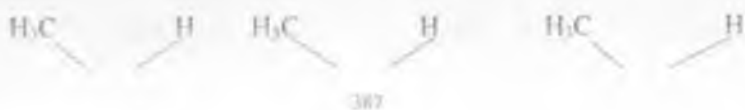
бунинг утун латексга эмульсия шалида 10% дан 30% гача нефт мойлари кушилади.

Айниқса, кейинги пайтларда стереорегуляр каучуклар ишлаб чиқариш тез ривожланмокда. Стереорегуляр каучукни биринчи марта 1956 й да италян олими Д.Натта ва немис олими К.Циглер кашф этганлар ва уни стероспецифик катализатордан фойдаланиб олганлар.

Изопренли каучук. Табиий каучук изопрен мономерлардан тузилган изопренли каучукнинг макромолекуласида изопрен молекулалари 1,4 –хололда ва уларнинг 98% дан кўпроги цис-хололда бириккан бўлади. Табиий каучукларнинг юқори механик мустаҳкамлиги айнан унинг ута тартибли фазовий тузилишга эга бўлишидандир. Хозирги пайтда кўп минг тонналаб изопренли каучуклар саноат миқёсида ишлаб чиқарилмокда ва улар хоссалари жиҳатдан табиий каучукдан қолишмайди.

Узнинг технологик ва эксплуатацион хоссалари бирга олиб қаралса, ИСК – 3 каучуғи табиий каучук билан амалий жиҳатдан қаралганда бир хилдир. ИСК нини  $1\text{см}^3$  300кг қуч билан тортилганда ҳам узилмайди. (II- жадвалга қаранг)

Стереорегуляр каучук (ИСК-3)-цис-1,4-полиизопренли каучук олиш учун, мономер эритмада полимеризацияланад, бунда стереоспецифик катализаторлар (литий, тетра хлор титан, алкиллитий ёки комплекс металлоорганик катализаторлар масалан  $\text{Al}(\text{изо-}\text{C}_4\text{H}_9)_3$  ) қўлланилади . Олиниш усули юқори усулларга ўхшайди . Унинг тузилиши қуйидагича:



Бунинг учун латексга эмульсия шалида 10% дан 30% гача нефт мойлари кушилади.

Айниқса, кейинги пайтларда стереорегуляр каучуклар ишлаб чиқариш тез ривожланмоқда. Стереорегуляр каучукни биринчи марта 1956 й да италян олими Д.Натта ва неис олими К.Циглер кашф этганлар ва уни стероспецифик катализатордан фойдаланиб олганлар.

Изопренли каучук. Табиий каучук изопрен мономерлардан тузилган изопренли каучукнинг макромолекуласида изопрен молекулалари 1,4 –хололда ва уларнинг 98% дан купроги цис-хололда бириккан бўлади. Табиий каучукларнинг юқори механик мустаҳкамлиги айнан унинг ута тартибли фазовий тузилишга эга булишидандир. Хозирги пайтда куп минг тонналаб изопренли каучуклар саноат микёсида ишлаб чиқарилмоқда ва улар хоссалари жихатдан табиий каучукдан қолишмайди.

Узининг технологик ва эксплуатацион хоссалари бирга олиб қаралса, ИСК – 3 каучуги табиий каучук билан амалий жихатдан қаралганда бир хилдир. ИСК нинг  $1\text{см}^3$  300кг куч билан тортилганда ҳам узилмайди. (II- жадвалга қаранг)

Стереорегуляр каучук (ИСК-3)-цис-1,4-полиизопренли каучук олиш учун, мономер эритмада полимеризацияланад, бунда стереоспецифик катализаторлар (литий, тетра хлор титан, алкинлитий ёки комплекс металлоорганик катализаторлар масалан  $\text{Al}(\text{изо-}\text{C}_4\text{H}_{10})_3$  ) қулланилади . Олиниш усули юқори усулларга ухшайди . Унинг тузилиши қуйидагича:



муҳим хоссаи  $100-150^{\circ}\text{C}$  гача иссиқликка узок муддатгача чидай олишдир.

Синтетик каучукнинг ҳар хил турларидан олинган резинанинг муҳим хоссалари.

II-жадвал

| Каучукнинг<br>номи                                            | Резинанинг муҳим хоссалари (уртача)                                                  |                                          |                                                       |                                                                          |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | $20^{\circ}\text{C}$<br>да узилишига<br>чидам.лик<br>чиқараси<br>$\text{кг/см}^2$ да | Узилг<br>унча нисбий<br>чузилиш<br>фонзи | $20^{\circ}\text{C}$<br>да<br>эластиклиги<br>(фоизда) | 1КВт/<br>с энергия<br>сарфланганда<br>а<br>смирилиши<br>$\text{см}^3$ да |
| Умумий ёки барча соҳаларда ишлатишга мувофиқлашган каучуклар: |                                                                                      |                                          |                                                       |                                                                          |
| Стерioreгуляр<br>иопрени ИСК                                  | 300                                                                                  | 770                                      | 48                                                    | 280                                                                      |
| Стерioreгуляр<br>диаллилди                                    | 200                                                                                  | 470                                      | 52                                                    | 100                                                                      |
| Стерioreгуляр<br>булмаган ССК                                 | 280                                                                                  | 600                                      | 34                                                    | 250                                                                      |
| БСК                                                           | 160                                                                                  | 500                                      | 25                                                    | 450                                                                      |
| Этиленпропилен<br>или (ЭПСК)                                  | 250                                                                                  | 600                                      | 53                                                    | 220                                                                      |
| Махсус соҳаларда ишлатиладиган каучуклар :                    |                                                                                      |                                          |                                                       |                                                                          |
| Хлоропрени<br>(Наирит)                                        | 170                                                                                  | 450                                      | 40                                                    | 290                                                                      |
| ИСК                                                           | 280                                                                                  | 600                                      | 31                                                    | 220                                                                      |
| Бутил каучук                                                  | 170                                                                                  | 700                                      | 9                                                     | 250                                                                      |
| Табиий каучук                                                 | 300                                                                                  | 800                                      | 50                                                    | 300                                                                      |

мухим хоссаси 100-150° С гача иссикиликка узок муддатгача чидай олишдир.

Синтетик каучукнинг хар хил турларидан олинган резинанинг мухим хоссалари.

II-жадвал

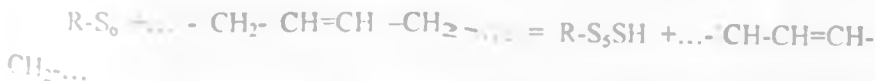
| Каучукнинг номи                                              | Резинанинг мухим хоссалари (уртача)                         |                                  |                              |                                                            |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                              | 20°С да узилишига чидамлилик чэгараси кг/см <sup>2</sup> да | Узилг унча нисбий чузилиш фоиизи | 20°С да эластиклиги (фоизда) | 1КВт/с энергия сарфланганда а смирилиши см <sup>1</sup> да |
| Умумий ёки барча сохаларда ишлатишга мулжалланган каучуклар. |                                                             |                                  |                              |                                                            |
| Стериорегуляр изопрени ИСК                                   | 300                                                         | 770                              | 48                           | 280                                                        |
| Стериорегуляр дивинилли                                      | 200                                                         | 470                              | 52                           | 100                                                        |
| Стериорегуляр булмаган ССК                                   | 280                                                         | 600                              | 34                           | 250                                                        |
| БСК                                                          | 160                                                         | 500                              | 25                           | 450                                                        |
| Этилсипренилс или (ЭПСК)                                     | 250                                                         | 600                              | 53                           | 220                                                        |
| Махсус сохаларда ишлатиладиган каучуклар                     |                                                             |                                  |                              |                                                            |
| Хлоропренили (Наирит)                                        | 170                                                         | 450                              | 40                           | 290                                                        |
| ИСК                                                          | 280                                                         | 600                              | 31                           | 220                                                        |
| Бутил каучук                                                 | 170                                                         | 700                              | 9                            | 250                                                        |
| Табийй каучук                                                | 300                                                         | 800                              | 50                           | 300                                                        |

оксиди ва бошқалар килади. Улар 10 % дан 50 % гача резинанинг мустахкамлигини ошириш учун кушилади. Ноактив тулдирувчиларга : бур , тальк, каолин, барий сульфат тузи ва бошқалар килади. Булар каучук сарфларини камайтириш ва буюмнинг таннархини арзонлаштириш имконини беради.

Каучук вулканланганда 5-10 % кушбоглари узилади, холос. Вулканланиш жараёни 5 минутдан 90 минутгача давом этади. Вулканланиш турли хил аппаратларда олиб борилади. Вулканланганда каучукнинг тугри заварли структураси турсимон структурага айланади. Вулканлашнинг тезлатгич молекулаларни , киздирилганда радикалга  $-R^{\cdot}$  парчалайди ва ҳосил булган радикал 8 атомдан иборат олтингугурт халқасига бирикиб уни бекарор радикалга айлантиради.



Бу радикаллар каучукнинг макромолекуласи билан бирикувчи бир ёки бир неча икки валентли полисульфидли радикалларга парчаланadi . (Масалан ,ДСК билан борадиган вулканлаш реакцияси куйидагича бўлади ):



Макрорадикал

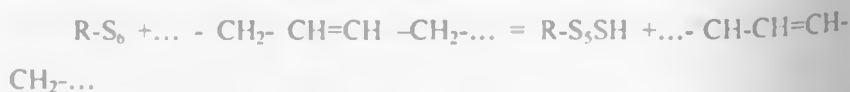
Ҳосил булган макрорадикал ( $M_r^{\cdot}$ ) икки валентли олтингугурт радикалларини бириктириб олади, сўнгра полисульфидли

оксиди ва бошқалар киради . Улар 10% дан 30 % гача резинанинг мустахкамлигини ошириш учун кушилади . Нозактив  
тулдирувчиларга : бур , тальк, каолин, барий сульфат тузи ва бошқалар киради. Булар каучук сарфини камайтириш ва буюмнинг таннархини арзонлаштириш имконини беради.

Каучук вулканланганда 5-10 % кушбоглари узилади, холос. Вулканланиш жараёни 5 минутдан 90 минутгача давом этади. Вулканланиш турли хил аппаратларда олиб борилади. Вулканланганда каучукнинг тугри занжирли структураси турсимон структурага айланади. Вулканлашни тезлатгич молекулаларни , киздирилганда радикалга  $-R^{\cdot}$  парчаланади ва ҳосил булган радикал 8 атомдан иборат олтингугурт халкасига бирикиб уни бекарор радикалга айлантиради.



Бу радикаллар каучукнинг макромолекуласи билан бирикувчи бир ёки бир неча икки валентли полисульфидли радикалларга парчаланади . (Масалан ,ДСК билан борадиган вулканлаш реакцияси куйидагича булади ):



Макрорадикал

Ҳосил булган макрорадикал (MP ) икки валентли олтингугурт радикаллари бириктириб олади, сунгра полисульфидли

олинади. Табиий толаларча пахта жун, каноп, зигир толаси, ипак ва бошқалар қиради. Кимёвий толалар сунъий ва синтетик булади. Сунъий толалар табиийсини кимёвий қайта ишлов бериш билан олинади, (асосан целлюлозадан олинади). Масалан: вискоза, мис-аммиакли, ацетатли, оксилли, алгенатли (денгиз сув утларидан ажратиб олинadиган алгин кислота асосидаги тола) ва бошқа синтетик толалар табиий булмаган мономерлардан синтез қилиб олинади. Масалан: капрон, нейлон, анид, нитрон, лавсан ва хоказолар.

Кимёвий толаларни кийим кечакларда тайёрлашда ва техник максadларда кенг ишлатилиши, уларга булган талабнинг кун сайин ошиб бораётганлигининг сабаби уларнинг хом ашёси амалда битмас туғанмаслигидир, уларни ишлаб чиқариш иктисодий жихатдан арзонлиги, табиий толалар каби тупрок унумдорлиги, иқлим шароитларга боғлиқ булмаганлиги, уларда табиий толаларда булматан айрим муҳим хоссаларининг мавжудлиги, ишлатиш соҳасига ва хоҳишига қараб толага керакли хоссани бериш имкониятининг мавжудлиги қабилардир. Масалан, 1 т жун ишлаб чиқариш учун 400, пахта учун 28, вискоза учун 50 меҳнат кучи сарфланади. қўпгина кимёвий толалар агриссив кимёвий реактирларга, нур ва сув таъсирига чидамли, қиримайди, микроорганизмлар таъсир этмайди. улардан кенг истеъмол товарлари тайёрланади. Кимёвий тола ишлаб чиқариш технологияси қандай хом ашёдан олинганидан қатъий назар 4 босқичдан: дастлабки ( хом) полимер олиш , йигирув маҳсулотини тайёрлаш, толага шакл бериш, пардозлаш босқичларидан иборат.

*Дастлабки (хом) полимернинг олиниши* хом ашё табиий полимер булса уни қўшимчалардан тахминий тозаланади. Мономер булса полимер синтезланади, смола олинади. Бунда қандай хом ашёдан фойдаланишдан қатъий назар олинadиган полимерга қўйидаги умумий талаблар қўйилади: 1. туғри қизиқли тузилишга эга булган полимер олиш. Шундагина уни эритиш ёки суюқлантириш ҳамда тола йуналишини тартибга солиш мумкин. 2. Полимернинг молекуляр массасини маълум даражада сақлаш (одатда 15000 – 100000 атрофида). Агар мол массаси бундан кичик булса, ундan олинган тола

булинади. Табиий толаларга пахта, жун, каноп, зигир толаси, илак ва бошқалар киради. Кимёвий толалар сунъий ва синтетик булади. Сунъий толалар табиийсини кимёвий қайта ишлов бериш билан олинади, (асосан целлюлозадан олинади). Масалан: вискоза, мис-аммиакли, ацетатли, оксилли, алгенатли (денгиз сув утларидан ажратиб олинadиган алгин кислота асосидаги тола) ва бошқа синтетик толалар табиий булмаган мономерлардан синтез қилиб олинади. Масалан: капрон, нейлон, анид, нитрон, лавсан ва хоказолар.

Кимёвий толаларни кийим кечакларда тайёрлашда ва техник мақсадларда кенг ишлатилиши, уларга булган талабнинг кун сайин ошиб бораётганлигининг сабаби уларнинг хом ашёси амалда битмас туганмаслигидир, уларни ишлаб чиқариш иктисодий жихатдан арзонлиги, табиий толалар каби тупрок унумдорлиги, иқлим шароитларга боғлиқ булмаганлиги, уларда табиий толаларда булматан айрим муҳим хоссаларининг мавжудлиги, ишлатиш соҳасига ва хоҳишига қараб толага керакли хоссани бериш имкониятининг мавжудлиги қабилардир. Масалан, 1 т жун ишлаб чиқариш учун 400, пахта учун 28, вискоза учун 50 меҳнат кучи сарфланади. Купина кимёвий толалар агрессив кимёвий реактирларга, нур ва сув таъсирига чидамли, чиримайди, микроорганизмлартаъсир этмайди, улардан кенг истеъмол товарлари тайёрланади. Кимёвий тола ишлаб чиқариш технологияси қандай хом ашёдан олинishiдан қатъий назар 4 босқичдан: дастлабки (хом) полимер олиш, йиғирув маҳсулотини тайёрлаш, толага шакл бериш, пардозлаш босқичларидан иборат.

*Дастлабки (хом) полимернинг олинishi* хом ашё табиий полимер булса уни қушимчалардан тахминий тозаланади. Мономер булса полимер синтезланади, смола олинади. Бунда қандай хом ашёдан фойдаланишдан қатъий назар олинadиган полимерга қуйидаги умумий талаблар қуйилади: 1. тугри қизикли тузилишга эга булган полимер олиш. Шундагина уни эритиш ёки суюклантириш ҳамда тола йуналишини тартибга солиш мумкин. 2. Полимернинг молекуляр массасини маълум даражада саклаш (одатда 15000 - 100000 атрофида). Агар мол массаси бундан кичик булса, ундан олинган тола

Котган ингичка толалар туплами тухтовсиз тола кабул килувчи курилмага этади ва у ерда урувчи мосламалар (бабина, ролик, центрифуга) ёрдамида куп мартабалаб чузилади. Чузиш боскичида тола макромолекуласининг узунасига ориентацияланиши давом этади, яъни тола молекулалари узунасига тартибли тўзилиб қолади. (113-расм), натижада молекулалараро боғланишнинг ортиши ҳисобига толанинг мустаҳкамлиги ортади.

*Пардозлаш боскичида* толага турли хоссалар берилади. Агар толага шакл бериш учун турли реагентлар ва эритмалар қулланилган булса яхшилаб ювилади, зарур булса окартирилади ва буялади. Тукимачилик корхоналарида толани қайта ишлаш осон булсин учун, совун ёки мойли эритмалар билан мойланади, сунгра қуритилиб йигирилади ва калаваланади. Кимёвий толалар узун узлуксиз (монотола) қуринишида ёки штапель толаси (30 – 150 мм узунликда кесилган холда) шаклида олинади. Штапель толалар кипларга прессланади. Улардан тоза холда ёки бошқа толалар билан қушиб йигирилган иплар (пряжалар) тайёрланади.

## 14.2 Вискоза толаси ишлаб чиқариш.

Вискоза толаси бошқа кимёвий толалар орасида энг куп ишлаб чиқарилади ( умумий ишлаб чиқариладиган толаларнинг 60% ни ташкил этади). Йигирув эритмасини тайёрлаш учун сульфитли целлюлоза олиниб, унга 18-20% ли NaOH эритмаси билан ишлов берилади. Юнда целлюлоза таркибидан келган гелицеллюлозанинг куп қисми ювилиб чиқади, молекулалараро боғ ҳам қисман узилади ва ишқорий целлюлоза ҳосил булади. бу жараён мерсеризация дейилади.



Мерсеризация 10-60 минут давомида 20-50°C да олиб борилади. Ишқорий целлюлозадан NaOH нини органикани сикиб чиқарилади ва майдаланади, сунгра 20-30°C да 30-50°C да қолдирилади. Тахминий (етилиш жарайни). Бу вақт эритинида ҳаво кислороди таъсирида целлюлозанинг полимерланиш даражаси бир мунчап камаяди. Шундан кейин ишқорий целлюлоза 2-3°C мобайнида Ултерод сульфид (у целлюлоза массасининг 33-38% ни ташкил этиши керак)

Котган ингичка толалар туплами тухтовсиз тола қабул қилувчи қурилмага утади ва у ерда урувчи мосламалар (бабина, ролик, центрифуга) ёрдамида куп марталаб чузилади. Чузиш босқичида тола макромолекуласининг узунасига ориентацияланиши давом этади, яъни тола молекулалари узунасига тартибли тузилиб қолади. (113-расм), натижада молекулалараро боғланишнинг ортиши хисобига толанинг мустаҳкамлиги ортади.

*Пардозлаш босқичида* толага турли хоссалар берилади. Агар толага шакл бериш учун турли реагентлар ва эритмалар қулланилган бўлса яхшилаб ювилади, зарур бўлса оқартирилади ва буялади. Туқимачилик корхоналарда толани қайта ишлаш осон бўлсин учун, совун ёки мойли эритмалар билан мойланади, сунгра қуритилиб йигирилади ва қалаваланади. Кимёвий толалар узун узлуксиз (монотола) қуринишида ёки штапель толаси (30 – 150 мм узунликда кесилган холда) шаклида олинади. Штапель толалар кипларга прессланади. Улардан тоза холда ёки бошқа толалар билан қушиб йигирилган иплар (пржалар) тайёрланади.

#### 14.2 Вискоза толаси ишлаб чиқариш.

Вискоза толаси бошқа кимёвий толалар орасида энг куп ишлаб чиқарилади ( умумий ишлаб чиқариладиган толаларнинг 60% ни ташкил этади). Йигирув эритмасини тайёрлаш учун сульфитли целлюлоза олиниб,унга 18-20% ли NaOH эритмаси билан ишлов берилади. Юунда целлюлоза таркибидан қолган гелицеллюлозанинг куп қисми ювилиб чиқади,молекуляраро боғ ҳам қисман узилади ва ишқорий целлюлоза ҳосил бўлади. бу жараён мерсеризация дейилади.



Мерсеризация 10-60 минут давомида 20-50°C да олиб борилади. Ишқорий целлюлозадан NaOH нинг ортиқчаси сиқиб чиқарилади ва майдаланади, сунгра 20° С да 30-50°C да қолдирилади. Тахминий (етилиш жарайни). Бу вазт оралигида ҳаво қислороди таъсирида целлюлозанинг полимерланиш даражаси бир мунчап қамаяди. Шундан кейин ишқорий целлюлоза 2-3°C мобайнида углерод сульфид (у целлюлоза массасининг 33-38% ни ташкил этиши керак)

эритувчиларда чидамли. Хул холда булганда унинг мустахкамлиги 40-50% камаяди. Вискозадан ипак, штапель, корд ва сунъий коракул олинади.

### 14.3 Ацетат ва капрон толаси ишлаб чиқариш

Ацетат толаси олиш учун хом ашё сифатида асосан пахта чигитидан тола ажратиб олингач, чигитда оладиган туклар ишлатилади. бунда целлюлоза сирка ангидриди билан ацетилланади. Реакция сульфат кислота катализатор иштирокида боради ва триацетилцеллюлоза олинади:



#### Триацетилцеллюлоза

Хосил булган триацетилцеллюлоза ацетонда ёки дихлорметан билан этил спиртининг 90:10 нисбатдаги аралашмасида эритилиб фильералардан утказилади.

Капрон толаси ишлаб чиқариш Капрон синтетик тола хисобланади. У капролактдан олинади. Поликапролакт камролактани автоклав усулида пагонали полимерлаш оркали олинади. (116-расм). капролактан эмалланган козонда (1) аралаштиргич ёрдамида ,70-75° С гача сув билан киздириб туриб суюклантирилади. Суюкланмай юмшатилган сув билан аралаштирилади (лактан массасининг 10-15 % гача), сув активловчи роль уйнайди. Сунгра сирка кислота (1% ли) кушилади. Кислота полимернинг молекуляр массасини бошқариб, туғрилаб туриш учун кушилади. Эритма филътрдан (2) утказилиб пулат автоклавга (3) юборилади. У ерда полимерланиш жараёни кетади. Полимерланиш 1,5 МПа босимда, 250°С да тоза азот атмосферасида олиб борилади. Бундай шароитда сув таъсирида лактан халка бузилади ва аминокапрон кислота хосил булади. сунгра у капролактан билан бириккиб димер, тример ва 150-200 даражаси хосил булгунча реакция давом этади.



эритувчиларда чидамли. Хул холда булганда унинг мустахкамлиги 40-50% камаяди. Вискозадан ипак, штапель, корд ва сунъий коракул олинади.

### 14.3 Ацетат ва капрон толаси ишлаб чикариш

Ацетат толаси олиш учун хом ашё сифатида асосан пахта чигитидан тола ажратиб олингач, чигитда оладиган туклар ишлатилади. бунда целлюлоза сирка ангидриди билан ацетилланади. Реакция сульфат кислота катализатор иштирокида боради ва триацетилцеллюлоза олинади:



#### Триацетилцеллюлоза

Хосил булган триацетилцеллюлоза ацетонда ёки дихлорметан билан этил спиртининг 90:10 нисбатдаги аралашмасида эритилиб фильсралардан утказилади.

Капрон толаси ишлаб чикариш Капрон синтетик тола хисобланади. У капролактан билан олинади. Поликапролактан капролактанни автоклав усулида пагонали полимерлаш оркали олинади.(116-расм).капролактан эмалланган козонда (1) аралаштиргич ёрдамида .70-75° Сгача сув билан киздириб туриб суюклантирилади. Суюкланмай юмшатилган сув билан аралаштирилади (лактан массасининг 10-15 % гача). сув активловчи роль уйнайди. Сунгра сирка кислота (1% ли) кушилади. Кислота полимернинг молекуляр массасини бошқариб, тугрилаб туриш учун кушилади. Эритма фильтрдан (2) утказилиб пулат автоклавга (3) юборилади. У ерда полимерланиш жараёни кетади. Полимерланиш 1,5 МПа босимда, 250°С да тоза азот атмосферасида олиб борилади. Бундай шароитда сув таъсирида лактан халка бузилади ва аминокапрон кислота хосил булади. сунгра у капролактан билан бирикиб димер, тример ва 150-200 даражаси хосил булгунча реакция давом этади.



Лафсан толаси полиэтилен терефталат смоласининг суюкланмасига шакл бериб олинади. Бу гетерозанжирли полэфирсмола булиб молекула занжирида  $\text{COO}$  группасини саклайди. Полиэтилтерефтални олиш учун хом-ашё этиленгликол ва терефтал кислотасининг лемител эфири хисобланади. п-ксилолни оксидаб терефтал кислотаси ва уни этирификациялаб эфири олинади. Катализатор сифатида Сурма(III) оксиди, еки темир II кебинзоати ва кобальт ацетати ишлатилади. Перетирификация реакция натижасида терефтал кислотасининг дикликол эфири хосил булади.



Терефтал кислота дикликол эфири вакуумда 270-280 С да поликонденсацияга учратилади, бунда этиленгликол ажралиб аппаратдан хайдалади:



#### Полиэтилентерфелат

Лафсан толдаси полиамид толалари каби суюкланмадан шакл берилади. Сунгра киздириб 4-5 марта чузилади ва босиш хамда чузиш билан смоладан ута мустахкам плёнка олинади, у электр изоляциясида, парник ва теплицаларда ишлатилади.

## 14.6 Нитрон толаси ишлаб чикариш

Нитрон толаси ишлаб чикариш учта технологик цехни: полимерлаш, ʻритувчинин регенерациялаш, йигирув-пардозлаш цехларини уз ичига олади. Полимерлаш цехида ʻигирув эритмаси олинади. Уни акрилонитрил, метилакрилат ва итакон кислотасини натрий родонид эритмасида

Лафсан толаси полиэтилен терефталат смоласининг суюкланмасига шакл бериб олинади. Бу гетерозанжирли полэфирсмола булиб молекула занжирининг  $\text{COO}$  группасини саклайди. Полиэтилтерефталтни олиш учун хом-аше этиленгликол ва терефтал кислотасининг лемител эфири хисобланади, п-ксилолни оксидлаб терефтал кислотаси ва уни этирификациялаб эфири олинади. Катализатор сифатида Сурма(III) оксиди, еки темир II кебинзоати ва кобальт ацетати ишлатилади. Перетирификация реакция натижасида терефтал кислотасининг дикликол эфири хосил булади.



Терефтал кислота дикликол эфири вакуумда 270-280 °C да поликонденсацияга учратилади, бунда этиленгликол ажратиб аппаратдан хайдалади:



#### Полиэтилентерфелат

Лафсан толдаси полиамид толалари каби суюкланмадан шакл берилади. Сунгра киздириб 4-5 марта чузилади ва босиш ҳамда чузиш билан смоладан ута мустахкам плёнка олинади, у электр изоляциясида, парник ва теплицаларда ишлатилади.

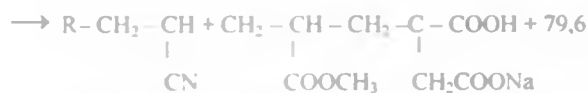
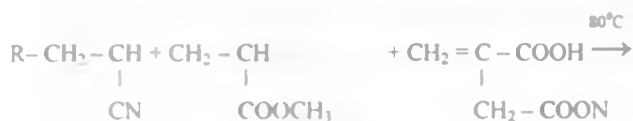
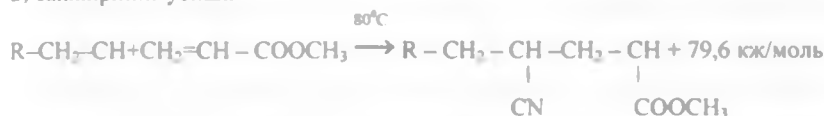
### 14.6 Нитрон толаси ишлаб чиқариш

Нитрон толаси ишлаб чиқариш учта технологик цехни: полимерлаш, эритувчини регенерациялаш, йигирув-пардозлаш цехларини ўз ичига олади. Полимерлаш цехида шигирув эритмаси олинади. Уни акрилонитрил, метилакрилат ва итакон кислотасини натрий родонид эритмасида

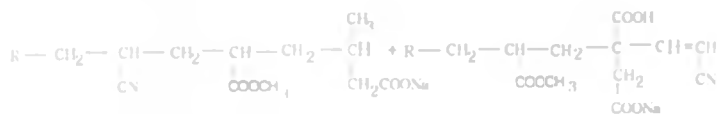
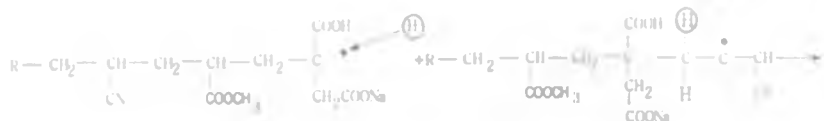


акрилонитрил

в) занжирнинг усиши



г) диспропорцияланиш – водород атомининг бир макрорадикалдан иккинчи макрорадикалга куяиб утиши:



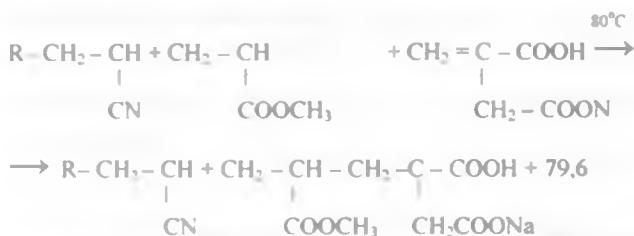
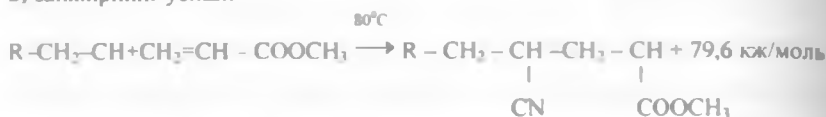
д) тезлатувчи (инициатор) нинг эркин радикали макрорадикалга бирикиб молекула ҳосил қилиниш:



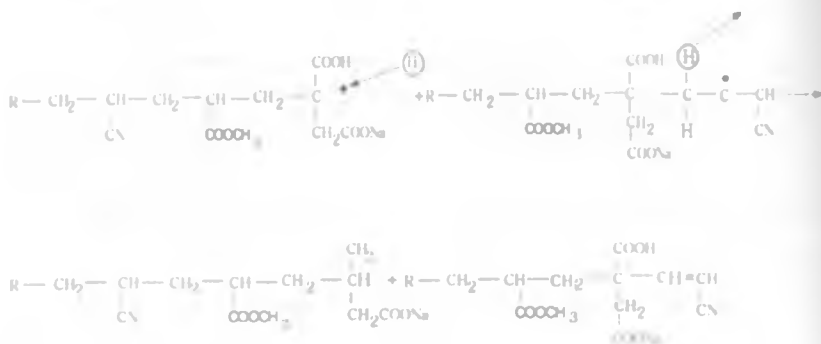


акрилонитрил

в) занжирнинг усиши



г) диспропорцияланиш – водород атомининг бир макрорадикалдан иккинчи макрорадикалга куяиб утиши:



д) тезлатувчи (инициатор) нинг эркин радикали макрорадикалга бирикиб молекула ҳосил қилиши:



полимернинг молекуляр массасини камайтиради. Бундан ташқари тиомочевина (IV) оксиди тола рангини барқарорлаштирувчи (тургунлаштирувчи) ва сополимерланиш реакциясини секинлаштирувчи уч валентли темирни нейтрал икки валентли темирга қайтарувчи ҳамдир. 5. Изопропил спиртининг масса улуши. Реакцион аралашмада изопропил спиртининг молекуляр массасини камайтиради. (V полимер занжир кучирувчисиدير). 6. Натрий роданидининг масса улуши. Натрий роданидининг масса улушини оптимал концентрациясидан (51,5-5%) камайтириш ёки камайтириш полимернинг эрувчанлигини камайтириб, йигирув эритмасининг ёпишқоклигини оширади. Бундан ташқари роданидининг масса улушини камайтириш полимерланиш реакцияси тезлигини ва полимернинг молекуляр массасини камайтиради, гелъ ҳосил бўлишини эса қупайтиради. Гелънинг қупайиши пресс-фильтр ва иссиқ алмаштиргичларни хизмат муддатини қисқартиради, толага шакл бериш жараёнига салбий таъсир этади.

*Технологик схемаси* Итакон кислотаси муҳим ҳош ашёлардан бири бўлиб, сувда ёмон эрийди. Нитрон олишда полимерланиш реакциясини сувли муҳитда борганлиги учун ҳам айнан уни ишлатиб бўлмайди.

Сувда эрийдиган ҳолатга ўтказиш учун итакон кислотасини натрий гидроксиди билан таъсир эттириб, натрий итаконат тузи ҳосил қилинади. Бу жараён бир заводининг ўзида амалга оширилади.

Натрий итаконат микроорганизмлар учун озуқа муҳит саналади.

Завод қурилишларининг ичи микроорганизмлар билан ифлосланиб, тикилиб қолмаслиги учун унга озгина стерлизатор микроорганизмлардан тозаловчи сифатида акрилонитрил қуйилади.

Суспензаторга (5) (суспензия ҳосил қилувчи аппаратга) (117 - расм) натрий роданид ва натрий итаконат 1- ва 2- баклардан ўзи оқиб тушади. 3- ва 4- бакчалардан тиомочевина (IV) оксиди ва порофор талқонлари эса автоматик равишда ўлчаб берувчи тарозидан ўлчаниб тушади ва ашёлар суспензиясми ҳосил қилинади. Суспензия реагентларни аралаштирувчи аппаратга аралаштиргич (6)

полимернинг молекуляр массасини камайтиради. Бундан ташқари тиомочевина (IV) оксиди тола рангини барқарорлаштирувчи (тургунлаштирувчи) ва сополимерланиш реакциясини секинлаштирувчи уч валентли темириин нейтрал икки валентли темирга кайтарувчи ҳамдир. 5. Изопропил спиртининг масса улуши. Реакцион аралашмада изопропил спиртининг молекуляр массасини камайтиради. (V полимер занжир кучирувчисиدير). 6. Натрий роданидининг масса улуши. Натрий роданидининг масса улушини оптимал концентрациясидан (51,5-5%) камайтириш ёки камайтириш полимернинг эрувчанлигини камайтириб, йигирув эритмасининг ёпишқоклигини оширади. Бундан ташқари роданидининг масса улушини камайтириш полимерланиш реакцияси тезлигини ва полимернинг молекуляр массасини камайтиради, гел хосил булишини эса купайтиради. Гелнинг купайиши пресс-фильтр ва иссиқ алмаштиргичларни хизмат муддатини кискартиради, толага шакл бериш жараёнига салбий таъсир этади.

*Технологик схемаси.* Итакон кислотаси муҳим ҳом ашёлардан бири бўлиб, сувда ёмон эрийди. Нитрон олишда полимерланиш реакциясини суваги муҳитда борганлиги учун ҳам айнан уни ишлатиб бўлмайди.

Сувда эрийдиган ҳолатга утқиш учун итакон кислотасини натрий гидроксиди билан таъсир эттириб, натрий итаконат тузи ҳосил қилинади. Бу жараён бир заводида узида амалга оширилади.

Натрий итаконат микроорганизмлар учун озуқа муҳит саналади.

Завод қурилишларининг ичи микроорганизмлар билан ифлосланиб, тикилиб қолмаслиги учун унга озгина стерлизатор микроорганизмлардан тозаловчи сифатида акрилонитрил қўйилади.

Суспензиторга (5) (суспензия ҳосил қилувчи аппаратга) (117 - расм) натрий роданид ва натрий итаконат 1- ва 2- бақлардан ўзи оқиб тушади. 3- ва 4- бақчалардан тиомочевина (IV) оксиди ва порофор талқонлари эса автоматик равишда улчаб берувчи тарозида улчаниб тушади ва ашёлар суспензияси ҳосил қилинади. Суспензия реагентларни аралаштирувчи аппаратга аралаштиргич (6)

хароратини пластинкати икки бўлмали иссик алмаштиргич (12) ёрдамида узгартириш амалга оширилади.

Реактордаги йигирув эритмасининг хароратини жуда аниқ оптимал ҳолда сақлаш учун куйидаги параметрларнинг: аралашмани реакторга тушиб туриш тезлиги, реакция аралашманинг таркибини, хароратни доимий бир ҳилда сақлаш зарур.

Реактор гилофидаги сувда иссикликнинг бир текисда ва тез тарқалиши учун унинг суви насос (14) ёрдамида айлантириб турилади. Таркибида 40-50% мономер ушловчи йигирув эритмаси реактор мономерларининг 50-60% конверсияга учрайди, яъни полимерга айланади. Реакторнинг юқори қисмидан вакуумда ишловчи кетма-кет иккита демономеризаторларга (15) келиб ундан реакцияга киришмай қолган мономерлар вакуумда боғланиб ажралиб чиқади. Натижада йигирув эритмаси тозаланади. Ажралиб чиққан мономерлар конденсаторга (16) бориб конденсатланади. Демономерлаш икки поғонада олиб борилади.

Демономеризатордаги вакуум махсус насос (14) ёрдамида ҳамда мономерларни конденсаторда (16) конденсатланиши натижасида ҳосил қилинади. Конденсатор, реагентлар аралаштиргичида 6 иссик аралаштиргич (12) орқали ўтиб, айланма насос (11) ёрдамида конденсаторга келувчи совук реакция аралашмаси билан совутилиб туради (у этанол аралашмаси бўлиб, 10-20°C гача совутилади). Харорати МБП да автоматик равишда бошқарилиб турилади. Демономеризаторлар (15) бир хил конструкцияли бўлиб цилиндрсимон аппаратлардир. Ичида 5 та қонс ўрнатилган. Қонуслар йигирув эритмасининг бир ҳилда тақсим этилиши ва унда мономерларнинг энг қўп ажралишини таъминлайди. Конденсатланган мономерлар ва изопропил спиртни конденсатордан (16) айланувчи реакция аралашма билан барометрик қувур орқали аралаштиргичга (6) қайтиб келади. Конденсатланмаган мономерлар, азот ва ҳаво конденсатордан (16) вакуум насос (14) билан гидроэлеваторли баққа (17) суриб олинади.

хароратини пластинкали икки бўлмали иссиқ алмаштиригич (12) ёрдамида узгартириш амалга оширилади.

Реактордаги йигирув эритмасининг хароратини жуда аниқ оптимал ҳолда саклаш учун куйидаги параметрларнинг: аралашмани реакторга тушиб туриш тезлиги, реакцияон аралашманинг таркибини, хароратни доимий бир ҳилда саклаш зарур.

Реактор гилофидаги сувда иссиқликнинг бир текисда ва тез тарқалиши учун унинг суви насос (14) ёрдамида айлантриб турилади. Таркибида 40-50% мономер ушловчи йигирув эритмаси реактор мономерларининг 50-60% конверсияга учрайди, яъни полимерга айланади. Реакторнинг юкори кисмидан вакуумда ишловчи кетма-кет иккита демономеризаторларга (15) келиб ундан реакцияга киришмай қолган мономерлар вакуумда боғланиб ажралиб чиқади. Натижада йигирув эритмаси тозаланади. Ажралиб чиққан мономерлар конденсаторга (16) бориб конденсатланади. Демономерлаш икки поғонада олиб борилади.

Демономеризатордаги вакуум махсус насос (14) ёрдамида ҳамда мономерларни конденсаторда (16) конденсатланиши натижасида ҳосил қилинади. Конденсатор, реагентлар аралаштиригичида 6 иссиқ аралаштиригич (12) орқали утиб, айланма насос (11) ёрдамида конденсаторга келувчи совук реакцияон аралашмаси билан совутилиб туради (у этанол аралашмаси бўлиб,  $10+20^{\circ}\text{C}$  гача совутилади). Харорати МБП да автоматик равишда бошқарилиб турилади. Демономеризаторлар (15) бир хил конструкцияли бўлиб цилиндрсимон аппаратлардир. Ичида 5 та конс урнатилган. Конуслар йигирув эритмасининг бир хилда тақсим этилиши ва унда мономерларнинг энг қўп ажралишини таъминлайди. Конденсатланган мономерлар ва изопропил спирти конденсатордан (16) айланувчи реакцияон аралашма билан барометрик қувур орқали аралаштиригичга (6) қайтиб келади. Конденсатланмаган мономерлар, азот ва ҳаво конденсатордан (16) вакуум насос (14) билан гидрозатворли бакка (17) суриб олинади.

Аралаштириш аппарати (18)  $213 \text{ м}^3$  сизимли туғри бурчакли идиш булиб ичига уни етти булимга булувчи тусиклар урнатилган.

Йигирув эритмаси аралаштирилганда ажралиб чикадиган акрилонитрил ва метилакрилат бугларини ажратиб олмок учун хар бир булим газ йиггич билан таъминланган ва умумий газ кувурига туташган, ушбу кувур оркали буглар атмосферага чикариб юборилади.

Йигирув эритмаси демономерлаш кувурларидан туғри чизикли аралаштиргич (6А) оркали аралаштириш аппаратининг (18) биринчи булимга келади, охириги еттинчи булимга эса эритма насос билан аралаштиргичга (6А) узатилади, у ерда тоза йигирув эритмаси билан аралашади. Хар бир булимдан йигирув эритмаси насос (14) билан иссик алмаштиргич (12) оркали аралаштиргичга (6Б) узатилади. Иссик алмаштиргичдан утган йигирув эритмасининг харорати  $25-35^{\circ}\text{C}$  атрофида булади. эритманинг бир кисми аралаштиргичдан (6Б) насос (14) билан деаэраторга (19) олиб берилади, колган кисми эса йигирув эритмасининг янги тоза кисми билан аралаштириш учун, аралаштиргичга (6А) тушади. Ностандарт цигирув эритмаси демономерлаш курилмасидан саклаш бакига (20) олинади. ундан оз-оздан аппаратга (18) кузатилади.

#### *Йигирув эритмасини хавосизлантириш.*

Стандарт холда якинлаштирилган йигирув эритмаси таркибда хали оз миқдорда хаво ва азот саклайди (азот перофорининг парчаланишида хосил булиб йигирув эритмасида колдик сифатида булади), улар толага шакл бериш боскичида толанинг узилишига сабаб булади. Шунинг учун хам йигирув эритмаси деаэраторга (19) хавосизлантирилади. Деаэрагор цилиндрсимон аппарат булиб, ичидан бешга конус шундай урнатилганки, эритма уларнинг хар биридан утганда текис тансимланади. Конуслар юзасидан эритма юпка каватли оқимини оқади ва вакуум остида эритмадаги хаво пуфакчалари ажралиб чиқади. (босим  $0,007 \text{ МПа}$ ).

Деаэраторда вакуум 4 погонали вакуум насос ёрдамида хосил килинади.

Аралаштириш аппарати (18)  $213 \text{ м}^3$  сигимли тугри бурчакли идиш булиб ичига уни етти булимга булувчи тусиклар урнатилган.

Йигирув эритмаси аралаштирилганда ажралиб чикадиган акрилонитрил ва метилакрилат бугларини ажратиб олмок учун хар бир булим газ йиггич билан таъминланган ва умумий газ кувурига туташган, ушбу кувур оркали буглар атмосферага чикариб юборилади.

Йигирув эритмаси демономерлаш кувурларидан тугри чизикли аралаштиргич (6А) оркали аралаштириш аппаратининг (18) биринчи булимига келади, охири еттинчи булимига эса эритма насос билан аралаштиргичга (6А) узатилади, у ерда тоза йигирув эритмаси билан аралашади. Хар бир булимдан йигирув эритмаси насос (14) билан иссик алмаштиргич (12) оркали аралаштиргичга (6Б) узатилади. Иссик алмаштиргичдан утган йигирув эритмасининг харорати  $25-35^\circ\text{C}$  атрофида булади. эритманинг бир кисми аралаштиргичдан (6Б) насос (14) билан деаэраторга (19) олиб берилади, колган кисми эса йигирув эритмасининг янги тоза кисми билан аралаштириш учун, аралаштиргичга (6А) тушади. Ностандарт цигирув эритмаси демономерлаш курилмасидан саклаш бакига (20) олинади, ундан оз-оздан аппаратга (18) кузатилади.

#### *Йигирув эритмасини хавосизлантириш.*

Стандарт холда якинлаштирилган йигирув эритмаси таркибида хали оз микдорда хаво ва азот саклайди (азот порофорнинг парчаланишида хосил булиб йигирув эритмасида колдик сифатида булади), улар толага шакл бериш боскичида толанинг узилишига сабаб булади. Шунинг учун хам йигирув эритмаси деаэраторга (19) хавосизлантирилади. Деаэратор цилиндирсимон аппарат булиб, ичидаги бешта конус шундай урнатилганки, эритма уларнинг хар биридан окиб утганда текис таксимланади. Конуслар юзасидан эритма юпка каватли окимини окади ва вакуум остида эритмадаги хаво луфакчалари ажралиб чикади. (босим  $0,007 \text{ МПа}$ ).

Деаэраторда вакуум 4 погонли вакуум насос ёрдамида хосил килинади.

Йигирув эритмаси вакуум хосил қилувчи насос ёрдамида махсус бакка тушади ва ундан яна аппаратга (18) утади. Йигирув эритмаси фильералардан утказилиб, тола олинади (тола хул усулда чуқтириш ваннасида хосил қилинади.) Нитрон толаси жун урнида кенг сохаларда ишлатилади, ундан гиламлар, поёндозлар кийим-кечаклар ва хоказолар тайёрланади.

## **XVБОБ      Полимерларни қайта ишлаш.**

### **15.1 Полимерларга шакл бериш усуллари.**

Полимерлардан халқ хўжалигининг қарийб барча сохалари учун истеъмол буюмлари тайёрланади. Полимерларни ва улар асосида тайёрланадиган аралашмаларни қайта ишлаш учун қўлланиладиган аппаратлар илгари қўриб ўтилган аппаратлардан тузилиши билан фарқ қилади. Чунки юкори молекуляр бирикмалар жуда ёпишқок бўлади. Шунинг учун уларни машиналарда оддий аралаштириш ўрнига суркаш, эзиш, кукун, талкон қилиш, валлар орасидаги ингичка тешик орқали босиб чиқариш ёки махсус аралаштиргичларда аралаштириш флералардан ўтказиш кабилардан фойдаланилади. Бу эса каттагина энергия сарфлашга олиб келади. Бундай машиналарни ҳаракатга келтириш учун юзлаб ҳатто минглаб қловатли электромоторлардан фойдаланилади.

Масалан, режалли смоладан фенопласт олинади. Бунинг учун пахта газлама, шипша толаси, қоғоз кабиларга сувсиз смоланинг спиртдаги эритмаси (лак) ёки эмулцион смола шимдирилади, береза (қайин) шипонидан майдаларидан бир неча қават қилиб қлейланиб фанера тайёрланади. Сўнгра

Йигирув эритмаси вакуум ҳосил қилувчи насос ердамида махсус бакка тушади ва ундан яна аппаратга (18) утади. Йигирув эритмаси фильералардан утказилиб, тола олинади (тола хул усулда чуқутириш ваннасида ҳосил қилинади.) Нитрон толаси жун урнида кенг сохаларда ишлатилади, ундан гиламлар, поёндозлар кийим-кечаклар ва ҳоказолар тайёрланади.

## **XVБОБ      Полимерларни қайта ишлаш.**

### **15.1 Полимерларга шакл бериш усуллари.**

Полимерлардан халқ ҳўжалигининг қарийб барча сохалари учун истеъмол буюмлари тайёрланади. Полимерларни ва улар асосида тайёрланадиган аралашмаларни қайта ишлаш учун қўлланиладиган аппаратлар илгари қўриб ўтилган аппаратлардан тузилиши билан фарқ қилади. Чунки юқори молекуляр бирикмалар жуда ёпишқок бўлади. Шунинг учун уларни машиналарда оддий аралаштириш ўрнига суркаш, эзиш, қуқун, талқон қилиш, валлар орасидаги ингичка тешиқ орқали босиб чиқариш ёки махсус аралаштиргичларда аралаштириш фильералардан ўтказиш қабилардан фойдаланилади. Бу ҳа қаттагина энергия сарфлашга олиб қелади. Бундай машиналарни ҳаракатга қелтириш учун юзлаб ҳатто минглаб қловатли электромоторлардан фойдаланилади.

Масалан, резалли смоладан фенопласт олинади. Бунинг учун пахта газлама, шиша толаси, қогоз қабиларга сувсиз смоланинг спиртдаги эритмаси (лак) ёки эмулсион смола шимдирилади, береза (қайин) шипонидан майдаларидан бир неча қават қилиб қлейланиб фанера тайёрланади. Сўнгра

кислоталарга ҳамда органик эритувчиларга ўта чидамли бўлиб, кимёвий ишлаб чиқаришларда кенг фойдаланилади. Смола асбест билан баъзан графит билан ёки қум билан махсус аралаштиргичларда аралаштирилиб, аралашма вальцларга (жувалайдиган, еядиган машина) қайта ишланади. Сунгра шнек-машиналарда (тузилиши чувалчансимон пресс аппаратиغا ўхшайдиган аппарат) қувурлар ёки каландрларда пластик листлар (вараклар) тайёрланади. ундан насосларнинг қисмлари, ректификация миноралари, жумраклар, аралаштиргичлар (ва хокозолар) тайерланади. Олинган буюмлар киздириш билан котирилади. Ёғоч тайерлашда ва кесишда ҳосил бўладиган чиқинди, кипиклар эмульсион смола билан аралаштирилиб, прессланиб ДСП (древностружечные плиты) олинади, қайсиқим улар уйларни пол қилишда, девор панеллари (йиғма иншоат ёки биноларнинг алоҳида тайерлаган бир қисми) потолоклар ва бошқалар олинмишда ишлатилади.

Наволак смолалар термореактив бўлмаганлиги учун асосан прессланувчи материаллар олиш учун ишлатилади. Бунда буюм иссиқ ҳолда пресслаш йўли билан тайерланади.

Прессланувчи материаллар – бу смола, тўлдирувчилар, қотирувчилар, бўёқлар аралашмаси бўлиб, тўлдирувчининг тузилишига қараб улар толасимон прессматериаллар ёки пахта туқлари, момуқлари, асбест, газлама қийқимлари қабиларга ҳамда прессланувчи қуқунга (преспорошок) бўлинади, преспорошоклар бу смола қуқуни ва тўлдирувчи (ёғоч қуқуни, каолин, баъзан слюда, графит, кварц уни қабилар) аралашмаси.

кислоталарга ҳамда органик эритувчиларга ута чидамли бўлиб, кимёвий ишлаб чикаришларда кенг фойдаланилади. Смола асбест билан баъзан графит билан ёки қум билан махсус аралаштиргичларда аралаштирилиб, аралашма вальцларга (жувалайдиган, еядиган машина) қайта ишланади. Сунгра шнек-машиналарда(тузнилиш чувалчансимон пресс аппаратиға ўхшайдиган аппарат) қувурлар ёки каландрларда пластик листлар ( варақлар) тайёрланади, ундан насосларнинг қисмлари, ректификация миноралари, жумраклар, аралаштиргичлар ( ва хокозолар) тайёрланади. Олинган буюмлар киздириш билан қотирилади. Ёғоч тайерлашда ва кесишда ҳосил бўладиган чиқинди, кипиклар эмульцион смола билан аралаштирилиб, прессланиб ДСП ( древеностружечные плиты) олинади. қайсиқим улар уйларни пол қилишда, девор панеллари (йигма иншоат ёки биноларнинг алоҳида тайерлаган бир қисми) потолоклар ва бошқалар олинишда ишлатилади.

Наволак смолалар термореактив бўлмаганлиги учун асосан прессланувчи материаллар олиш учун ишлатилади. Бунда буюм иссиқ ҳолда пресслаш йўли билан тайерланади.

Прессланувчи материаллар – бу смола, тулдирувчилар, қотирувчилар, бўёқлар аралашмаси бўлиб, тулдирувчининг тузилишига қараб улар толасимон прессматериаллар ёки пахта туқлари, момуқлари, асбест, газлама қийқимлари қабиларга ҳамда прессланувчи қукунга ( преспорошок) бўлинади, преспорошоклар бу смола қукунини ва тулдирувчи (ёғоч қукунини, каолин, баъзан слюда, графит, кварц уни қабилар) аралашмаси.

матрицадан чиқарилади. Бир уяли пресформа билан бир каторда кўп уяли прессформалардан ҳам фойдаланилади, уларда бир вақтда 10-20 буюм олинади. Пресслаш вақти буюм калинлигининг ҳар бир миллиметрга 20-60 секунд ҳисобида аниқланади. Буюмнинг узилишга чидамлилиги  $300-500 \text{ кг/см}^2$  га тенг бўлади. Пресслаш йўли билан электротехник буюмлари, автомашина ва самолётларнинг турли қисмлари, уй-рўзгор буюмлари ва ҳоказолар кўплаб тайёрланади.

Термопластик полимерлардан масалан этиленни қайта ишлашни кўриб ўтайлик. Маълумки полиэтилен юкори частотали токларда ҳам изоляцион материал сифатида унга тенг келадигани йўқ. У кимёвий реагентларга ҳам ўта чидамли.

Полиэтилен осон қайта ишланади бунинг учун полиэтиленни оксидланишдан ҳимоялаш ва ёриқликнинг ултрабинафша нурлари таъсирида ҳимоялаш мақсадида унга сталбиллизатор (тургунловчи-бензофеноннинг ҳосиласи ёки курум кушиб қайта ишланади. қайта ишлаш бошқа термопластик полимерлар каби босим остида экструзия усулида шнек-машинада (экструдерда) электир токида киздириш орқали (кувирлар, пленкалар ва ҳаказолар) ҳамда кувючи машиналарда (112-расм) қўйини усулида амалга оширилади. Бунинг учун полимер дончалари электир токи ёки мой билан киздирилувчи цилиндрга 1 солинади, у ерда суюкланади сунгра дарҳол плунжер 2 билан сиқилиб соплос (ичида газ ёки суюқлик тезлиги ошадиган киска конуссимон кувур-канал) орқали 500-200 атм босимда

матрицадан чиқарилади. Бир уяли прессформа билан бир қаторда кўп уяли прессформалардан ҳам фойдаланилади, уларда бир вақтда 10-20 буюм олинади. Пресслаш вақти буюм калинлигининг ҳар бир миллиметрга 20-60 секунд ҳисобида аниқланади. Буюмнинг узилишга чидамлилиги  $300-500 \text{ кг/см}^2$  га тенг бўлади. Пресслаш йўли билан электротехник буюмлари, автомашина ва самолётларнинг турли қисмлари, уй-рўзгор буюмлари ва ҳоказолар кўплаб тайёрланади.

Термопластик полимерлардан масалан этиленни қайта ишлашни кўриб ўтайлик. Маълумки полиэтилен юқори частотали тоқларда ҳам изоляцион материал сифатида унга тенг келадигани йўқ. У кимёвий реагентларга ҳам ўта чидамли.

Полиэтилен осон қайта ишланади бўнинг учун полиэтиленни оксидланишдан ҳимоялаш ва ёрикликнинг ултрабинафша нурлари таъсирида ҳимоялаш мақсадида унга сталбилизатор (тургунловчи-бензофеноннинг ҳосиласи ёки курум кушиб қайта ишланади. қайта ишлаш бошқа термопластик полимерлар каби босим остида экструзия усулида шнек-машинада (экструдерда) электр тоқда киздириш орқали (кувирлар, пленкалар ва ҳаказолар) ҳамда кувючи машиналарда (112-расм) қуйиш усулида амалга оширилади. Бунинг учун полимер дончалари электр тоқи ёки мой билан киздирилувчи цилиндрга 1 солинади, у ерда суюқланади сунгра дарҳол плунжер 2 билан сиқилиб сопло3 (ичида газ ёки суюқлик тезлиги ошадиган қиска конуссимон кувур-канал) орқали 500-200 атм босимда

прессформага чиқади, прессформа иккита плитадан тузилган, улардан бири- 4- кузгалмас, иккинчиси -5-кузголувчан булиб, уларнинг ҳар иккаласи ҳам сув билан савутилади ҳосил булган буюм прессформадан итариб чиқарилади шундан кийин жараён такрорланади. машинанинг махсулдорлиги жуда катта. Термопластик полимерларни варақ кўринишда қайта ишлашнинг нисбатдан янги усули бу вакуумда шакил бериш ва пневматик (сиқилган ҳаво ёрдамида ишлайдиган) шакил бериш ҳисобланади. Биринчи усулда ( -рasm) пластмаса варағи (листи) 1, қисувчи халқа 2 билан қолип (форма) устига маҳкамланади. Қолип ёғочдан ёки пластмассадан тайёрланган, ва унда ҳавони суриб олиш учун тешиги 4бор. Инфракизил нур чиқарувчи лампа билан (атмосфера босимиға) варақлар кидирилгандан кейин варақ шаклга ёпишиб қолади, сўнгра совутилади. Иккинчи усулда эса варақ камерадаги ортикча сиқилган ҳаво босими ҳисобига шаклга ёпишади. Бундан ташқари пласмассада қилинган қисмларнинг бириктириш учун иссиқ газ оқими сваркаси қўлланилади. Қизиган металл юзага полимер кукунини пуркаб унинг юзасида коррозиядан ҳимояланувчи юпқа полимер қавати ҳосил қилади.

Шунга ўхшаш усулларда блок усулида олинган полистролдан босим остида пленкалар, иплар олинади, босим остида қуйиш усули билан радиотехника учун қисмлар, уй-рузгор буюмлари олинади. Поливинилхлорид икки хил усулда қайта ишланади.

а) полимерга 2-3 % турғунловчи (полимернинг секин-аста парчаланишидан ажралиб чикувчи водород хлоридини боғлаб олиш учун) – кургошин карбонати ёки калций стеарати қўшилиб,  $170^{\circ}\text{C}$  да еядиган ускунада ёйилади(жуваланади) сунгра уни каландрда юпка плёнкага айлантирилади ва бўлаклаб кесилади, бўлакларни бир нечасини устма-уст қўйилиб киздириб босиш орқали винипласт варақлари олинади. Булар коррозияга чидамли материал сифатида кимёвий аппаратларни электролизёрларни юзасини қоплашда ҳамда қувирлар, насос қисмлари ва бошқаларни тайёрлашда ишлатилади. Винипластнинг узилишга мустаҳкамлиги  $500-700\text{ кг/см}^2$  га тенг.

б) Айниқса пластикат кенг соҳаларда ишлатилади, уни олиш учун полимерга 40-50 % пластификатор, 20 % тўлдирувчи (аморф кремнезем каолин) ва турғунловчи қўшилиб ёйғичда ёйувчи (аппарат ) ёйилади, каландрдан варақлар олиниб ундан линолеумлар, суний чорм, оёқ кийимларининг тагликлари(подошлар), ҳўлланмайдиган плащлар, тасмалар, сумкалар, клёнкалар ва бошқалар тайёрланади, шнек – машинада босиш йўли билан электр ўтказгичларнинг (провадаларнинг) изоляциялари каби қобиклари, қувурчалар ва ҳоказолар тайёрланади.

## **15.2 Каучикни қайта ишлаш.**

Тоза каучик буюм тайёрлашга ярамайди. Чунки у узилишга чидамсиз, элестиклиги кам, юкори ҳароратда ёпишиб қолади. паст ҳароратда эса мурт, синувчан бўлади. Шунинг учун

каучикини турли органик ва ноорганик маҳсулотлар билан аралаштирилиб сўнгра ундан полифабрикатлар ва тайёр маҳсулотлар шаклига келтирилади. Шундан кейин вулканизация ва резина буюмлар олинади. Резина узининг ажойиб хоссаларига эга бўлганлигидан халқ хўжалигининг турли соҳаларда кенг ишлатилади.

Каучикни турли органик ва ноорганик моддалар билан аралаштириш ёйувчи аппаратларда валцларда ёки ёпик резина аралаштиргичларда олиб борилади. Валцлар (-расм) бу бир-бирисига қараб айланивчи ичи бўш иккита гилдираклардан иборат бўлиб, ички бўшлигида совуқ сув айланиб уни совутиб туради. гилдиракларнинг узунлиги 1,5 – 2 м ташки юзаси 0,5 - 0,65 м бўлиб пулатдан ёки оқ чуяндан ясалган, гилдираклар орасидаги тиркишни олдинги гилдиракни уёқ-буёққа суриш билан 3 дан 10 миллиметргача узгартириш мумкин. Шу тиркишга аввал каучик солинади, ишқаланиш туфайли у қизиб юмшайди. Сўнгра унга паста-юмшатгич, тезлатгич, активловчилар аралашмаси қўшилади. ундан сўнг курум ва бошқа тўлдирувчилар қўшилади ва охирда олтингугурт солинади. Аралаштирилган ҳосил бўлган резина аралашмаси (масалан 150 кг гача аралаштириш вақти 40 минутгача) параша шаклида кесилади. Ёпик резина аралаштиргич аппарати ( расм) катта унумдорликка эга. Унинг камерасида (бўлмасида) 1 бир-бирисига қараб турли тезликларда бўртмаси бўлган иккита пулатдан ясалган ротор (машиналарнинг қобиклари ичида жойлашган айланивчи қисми) 2 айланади,

роторлар            оралигидаги            тиркишга            аралашма  
суртилади.(аралашма массаси 200 кг гача). Камера  
юкорисидаги затвор (очиб ёпувчи механизм, кулф) 3 билан  
маҳкам ёпилади ва сув билан совутилади. Аралаштириш 5-10  
минут давом этади. Бунда ҳарорат 100-120° С гача кўтарилади.  
вақтидан илгари вулканланмаслиги учун олтингугурт  
аралаштириш тугашига 0,5 минут қолганда киритилади. Остки  
затвор 6 четга сурилиб аралашма тукиб олинади.

#### **Резина аралашмасидан резина буюмлар тайёрлаш.**

Купгина    резина    буюмлар    резина    аралашмасидан  
тайёрланган    варақлар    ёки    букилган    узун    тилим-тилиш  
булақлардан    каландрларда ( -расм) шакл бериш орқали  
олинади. У    уҳта    бир-бирининг    остига    жойлаштирилган  
узунлиги 3 метргача ва диаметри то 1 м. гача бўлган ичи  
бўшлиқдан иборат чўян валкдан (гилдиракдан) иборат аппарат  
бўлиб, оралигидаги тиркиш кенглигини тўғрилаб (кичрайтириб  
-катталаштириб) туриш мумкин. Валклар ичкарасидан буг  
билан қиздирилиши ёки сув билан совутилиши туфайли  
керакли ҳароратни саклаб туриш мумкин. Каландрнинг  
валклари орқали валцлардан тахминий қиздирилган аралашма  
утказилади ва ҳосил бўлган лента варақлар шаклида кесилади.  
Каландрда яна газламаларга резина аралашмаси суртилади,  
копланади. Бундайлар, транспортёр тасмалари, шиналарнинг  
каркаслари ва бошқаларда фойдаланилади.

Чувалчангсимон пресс аппаратларда (шприц- машина) ( -  
расм) шакл бериш орқали протекторлар- коплама (шинани

ейи палиган устки каяати), шиналар, камералар, резина  
кўлқоплар, шилаиглар, қувирлар, шнурлар ва бошқалар  
тайёрланади.

Қиздирилган аралашма цилиндрдан 2 чикгач червяк 1 билан  
сикилади ва бош қисмининг 3 турли шаклдаги тешиги орқали  
тайёр буюм шаклида чиқади.

1. Каримов И.А. Ўзбекистон: Мустақиллик одимлари. Тошкент Ўзбекистон 1995.
2. Кутепов.А.М., Бондарев Т.И. , Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. 2-е изд. М , Высшая школа, 1990.
3. Б.Е.Абалонин. Основы химических производств. М., Химия 2001.
4. Алтухов К.В., Мухленов И.П.,Тумаркина Е.С. Химическая технология. М., Провещение, 1985.
5. Мухленов И.П., Горштейн А.Е., Тумаркина Е.С. и др. Основы химической технологии. Под. Ред. И.П. Мухленова. М. 4-е изд Высшая школа, 1991.
6. А.А.Исмаев, Т.А. Отакузиев, Н.П.Исмаилов, Ф.М.Мирзаев. Ноорганик материаллар кимёвий технологияси. Тошкент Ўзбекистон 2002.
7. Белоцветов А.В., Бесков С.Д., Ключников Н.Г. Химическая технология 4-е изд. М., Просвещение. 1976.
8. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Л.Химия. 1984.
9. Бекиров Т.М. Первичная переработка природных газов. М., Химия, 1987.
10. Юркевич В.В., Пакшвер А.Б. Технология производства химических волокон. М.,Химия, 1987
11. Лисицын В.Н. Химия и технология промежуточных продуктов. М. Химия 1987.
12. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластмассы на их основе. М.,Химия, 1977.
13. Ласкарин Б.И., Громов Б.В., Циганков А.П., Сенин В.Н. Проблемы развития безотходных производств. М.,Стройиздат. 1981
14. Аскоров М., Ёриев О.М., Ёдгоров Н. Полимерлар физикаси ва химияси Т., Укитувчи. 1993
15. Экология.
16. Ж.И.Алиманова, Т.А.Отакузиев, А.М.Эминов. крамик буюмлар технологияси. Тошкент Турон-Икбол. 2006.

17. Т.А.Отакузиев, Е.Т.Отакузиев. Богловчи моддэлариинг кимёвий технологияси. Тошкент Чулпон 2005.
18. Химическая технология твердых горючих ископаемых. Под ред . Макарова Г.Н. Харлампович. М ., 1986.
19. Народное хозяйство узбекской ССР. (Статический ежегодник ). Тошкент , Узбекистон, 1989.
20. Катаев Н.Ш.,Шоймардонов Р.А.Химия саноати ва халк истеъмол моллари Тошкент, Узбекистон, 1986.
21. Катаев Н.Ш. Мухим ноорганик кислоталар ишлаб чиқариш технологияси услубий қўлланма. Ташкент , 1994.
22. Кузнецов Л.Д., Дмитренко Л.М. Рябина П.Д. и др. Синтез аммиака М., Химия. 1982.
23. Очистка газов от сернистых соединений при эксплуатации газовых месторождений. Гриценко А.И., Галанин И.А., Зиновьева Л.М., Мурин В.И.М., Недра. 1985.
24. Богомолов А.И. ва бошқалар. Химия нефти и газа . Л, Химия . 1986.
25. Тимофеев В.С., Серафимовл.А.Принципы технологии основного органического синтеза. М.. Химия, 1992.

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 7.9. Концентранган нитрат кислотасининг тўғри синтези ..... | 218 |
|-------------------------------------------------------------|-----|

#### VIII – БОБ. Маъданли тузлар ва ўғитлар ишлаб чиқариш.

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1. Минерал ўғитларнинг аҳамияти , олиниши.....           | 219 |
| 8.2. Ўғитларнинг синфларга бўлиниши .....                  | 222 |
| 8.3. Азотли ўғитлар ишлаб чиқариш .....                    | 226 |
| 8.4. Аммоний нитрат ишлаб чиқариш .....                    | 229 |
| 8.5. Карбамид (мочевина) ишлаб чиқариш .....               | 233 |
| 8.6. Фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш .....                  | 236 |
| 8.7. Фосфат кислота ва қуш суперфосфат ишлаб чиқариш ..... | 241 |
| 8.8. Комплекс ўғитлар .....                                | 246 |
| 8.9. Калийли ўғитлар .....                                 | 248 |
| 8.10. Микроўғитлар .....                                   | 249 |

#### IX – БОБ. Юқори ҳароратда борадиган кимёвий технологик жараёнлар.

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1 Силикатлар технологияси. Силикатли материалларнинг<br>синфланиши ва ишлатилиши ..... | 253 |
| 9.2 Керамика буюмлари. Чинни ва фаянс .....                                              | 255 |
| 9.3 Минерал боғловчи моддалар. Ҳавода котувчи боғловчи моддалар<br>.....                 | 259 |
| 9.4 Гидравлик боғловчи моддалар. Цемент ишлаб чиқариш ...                                | 263 |
| 9.5 Шиша ишлаб чиқариш .....                                                             | 267 |

#### X – БОБ. Электрокимёвий жараёнлар.

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.1. Электрокимёвий ишлаб чиқариш. ....                                        | 273 |
| 10.2. Сувли эритмалар ва суюқланмалар электролизининг назарий<br>асослари ..... | 275 |
| 10.3. Натрий хлор эритмасининг электролизи .....                                | 277 |
| 10.4. Синтетик хлорид кислота ишлаб чиқариш .....                               | 281 |

#### XI – БОБ. Органик моддалар ишлаб чиқариш. Ёқилғини қайта ишлаш.

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 11.1. Энергетика муаммолари ва истикболлари.....                        | 285 |
| 11.2. Қаттиқ ёқилғини қайта ишлаш .....                                 | 291 |
| 11.3. Коксда ҳосил бўладиган кимёвий маҳсулотларни ушлаб<br>қилиш ..... | 295 |
| 11.4. Нефть ва табиий газни қайта ишлаш .....                           | 302 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 11.5.Газсимон ёқилгилар ..... | 327 |
|-------------------------------|-----|

## XII – БОБ. Органик синтез жараёни.

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.1.Органик синтез хом ашёси ва типик кимёвий технологик жараёнлар ..... | 329 |
| 12.2. Ацетилен ишлаб чиқариш .....                                        | 335 |
| 12.3.Капролоктом ишлаб чиқариш .....                                      | 338 |
| 12.4.Метанол синтези .....                                                | 342 |
| 12.5.Этанол синтези .....                                                 | 344 |
| 12.6.Формальдегидва Сирка альдегид ишлаб чиқариш .....                    | 348 |
| 12.7 Сирка кислота ишлаб чиқариш.....                                     | 353 |

## XIII – БОБ. Юкори молекуляр бирикмаларнинг кимёвий технологияси.

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 13.1. Юкори молекуляр бирикмалар .....                                                     | 355 |
| 13.2.Юкори молекуляр бирикмаларнинг хоссалари, синфларга бўлиниши ва олиниш усуллари ..... | 358 |
| 13.3.Пластмасса ишлаб чиқариш .....                                                        | 368 |
| 13.4.Поликонденсатланиш полимерлари ва улар асосидаги пластмассалар .....                  | 370 |
| 13.5.Фенолпластлар ишлаб чиқариш технологияси .....                                        | 369 |
| 13.6.Оддий ва мураккаб полиэфирлар ишлаб чиқариш технологияси.....                         | 374 |
| 13.7. Полимерланиш полимерлари ва улар асосида пластмассалар .....                         | 377 |
| 13.8.Полиэтилен ишлаб чиқариш технологияси .....                                           | 377 |
| 13.9.Полипропилен ишлаб чиқариш технологияси .....                                         | 380 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 13.10.Табiiй ва синтетик полимерлар. Кимёвий технологияси целлюлоза ажратиб олиш технологияси ..... | 387 |
| 13.11.Бироксон ишлаб чиқариш технологияси .....                                                     | 390 |

## XIV- БОБ. Кимёвий толалар ишлаб чиқариш технологиялари.

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 14.1.Суний ва синтетик толалар, тола ишлаб чиқариш босқичлари ..... | 407 |
| 14.2.Вискоза толасини ишлаб чиқариш .....                           | 409 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 14.3.Ацетат толаси ишлаб чиқариш .....   | 411 |
| 14.4.Капрон толаси ишлаб чиқариш .....   | 411 |
| 14.5.Найлон ва лавсон толалари .....     | 413 |
| 14.6.Нитрон толасини ишлаб чиқариш ..... | 414 |

XV – БОБ. Полимерларни қайта ишлаш.

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 15.1.Полимерларга шакл бериш усуллари..... | 423 |
| 15.2.Каучукни қайта ишлаш.....             | 430 |

---